

Politecnico di Torino
Dipartimento di Architettura e Design



Corso di Laurea Magistrale in
Architettura per il progetto sostenibile

Tesi di Laurea Magistrale

L'architettura dei serbatoi pensili

Il caso dello stabilimento Lancia di Chivasso

Relatrice
Marika MANGOSIO

Co-relatrice
Ilaria BUTERA

Candidata
Claudia IANAU

Anno accademico 2021-2022

Sommario

Abstract	5
Introduzione al testo.....	8

Capitolo 1

Studio e progettazione di grandi opere in cemento armato tra scienza, tecnologia ed estetica

1.1 Ingegneria e architettura: pratiche progettuali a confronto	10
1.2 Le prime grandi opere in Italia realizzate in cemento armato	14
1.2.1 I progettisti del dopoguerra e la loro sintesi tra forma e tecnologia	17
<i>Pier Luigi Nervi (Sondrio, 21 giugno 1891 – Roma, 9 gennaio 1979)</i>	17
<i>Riccardo Morandi (Roma, 1° settembre 1902 – Roma, 25 dicembre 1989)</i>	22
<i>Sergio Musmeci (Roma, 2° giugno 1926 – Roma, 5 marzo 1981)</i>	25

Capitolo 2

I serbatoi pensili: estetica, definizioni e funzionamento all'interno di una rete idrica

2.1 Il serbatoio pensile come nuovo tema progettuale	30
2.2 Prime nozioni introduttive.....	30
2.3 Aspetti tecnologici e funzionali.....	36
2.4 Casi studio	42
<i>Serbatoio pensile di Monte Porzio Catone</i>	43
<i>Torre piezometrica dell'EUR</i>	44
<i>Serbatoio pensile dello stabilimento FIAT Mirafiori</i>	45
<i>Serbatoio pensile di Castelvetro</i>	46

Capitolo 3

Il serbatoio pensile dello stabilimento Lancia di Chivasso (Torino)

3.1 Vincenzo Lancia e la fondazione della sua casa automobilistica	48
3.2 Le sedi della produzione industriale dagli esordi al successo internazionale	50
3.3 Lo stabilimento di Chivasso (Torino)	52
3.3.1 Il serbatoio pensile	56
<i>Silvano Zorzi (Padova, 2 luglio 1921 – Milano, 13 marzo 1994)</i>	63
3.4 Interventi e scenari di riuso per un serbatoio pensile in disuso	65
Indagini diagnostiche sullo stato di fatto	66

3.5 Suggestioni progettuali per il serbatoio Lancia	71
Casi studio di riferimento	75
<i>Torre dei Chianti a San Casciano (FI)</i>	75
<i>Progetto “Le Torri dell’Acqua” a Budrio (Bo)</i>	76
Conclusioni.....	77
Fonti bibliografiche	82
Fonti archivistiche.....	84
Fonti iconografiche	85
Sitografia.....	89

Abstract

Autostrade, ferrovie, ponti, dighe, impianti fognari e reti acquedottistiche (fra cui anche i serbatoi pensili) sono grandi opere estremamente utili alla collettività, che, con la loro presenza sul territorio, hanno inevitabilmente modificato il paesaggio nel quale si inseriscono.

La costruzione di grandi opere infrastrutturali induce necessariamente una trasformazione del territorio e del suo skyline, sia che si tratti di una vasta distesa pianeggiante o di un centro urbano, e spesso il confine fra “inserimento” e “imposizione” di un nuovo elemento nel paesaggio è molto sottile. I serbatoi pensili delle reti acquedottistiche, a livello strutturale e dimensionale, sono fra le opere di ingegneria idraulica architettonicamente più rilevanti, oltre che uno degli elementi di maggior impatto visivo nella rete di un acquedotto. Dato lo sviluppo dimensionale dei serbatoi pensili, la componente estetica acquista una valenza essenziale per trasformare tale manufatto in un vero e proprio landmark, in grado di connotare il territorio in cui si inserisce in qualità di “valore aggiunto”.

A partire dall'inquadramento del tema tecnico sullo sfondo della storia della costruzione del secondo Novecento in Italia, nella tesi si intrecciano differenti piani di lettura e livelli di indagine, alla ricerca della chiave progettuale in grado di combinare funzionalità e forma nella concezione formale, strutturale e tecnica degli esempi più significativi di serbatoi pensili. Come approfondimento di ricerca, la scelta è ricaduta su un caso studio particolarmente significativo nel torinese: il serbatoio pensile dello stabilimento Lancia di Chivasso.

Situato nei pressi dell'autostrada A4, il serbatoio della Lancia è un chiaro e distinguibile simbolo di riconoscimento della società automobilistica lungo il tratto della Torino-Milano, due fra i principali poli industriali del nord Italia negli anni Sessanta.

Progettato dall'ingegner Silvano Zorzi in cemento armato, l'opera si è da subito rivelata particolarmente interessante per la sua forma e struttura, indice di una qualità progettuale più ricercata e attenta; il serbatoio, composto da un fusto a base esagonale, è costituito da un vaso sagomato a sei facce concave, coronato da un interessante punto di osservazione.

In seguito alla sua dismissione, l'opera ha perso la sua funzione originale ed oggi, come molti altri serbatoi pensili, funge da solo supporto per le antenne di ricezione. A conclusione della tesi, si propongono alcuni possibili scenari di riuso del manufatto, opera appartenente ad un patrimonio industriale ingiustamente dimenticato.

Highways, railways, bridges, dams, sewage systems and aqueduct networks (including suspended tanks) are large buildings that are extremely useful to the community, which, with their presence in the area, have inevitably changed the landscape in which they are inserted.

The construction of large infrastructural buildings necessarily induces a transformation of the territory and its skyline, whether it is a vast flat expanse or an urban centre, and often the border between "insertion" and "imposition" of a new element in the landscape it is very thin. Suspended tanks of the aqueduct networks, at a structural and dimensional level, are among the architecturally most relevant hydraulic engineering constructions, as well as one of the elements with the greatest visual impact in the aqueduct network. Given the dimensional development of the suspended tanks, the aesthetic component acquires an essential value to transform this building into a real landmark, capable of connoting the territory in which it is inserted as an "added value".

Starting from the framing of the technical theme against the background of the history of the construction of the second half of the twentieth century in Italy, the thesis intertwines different levels of reading and levels of investigation, in search of the design key capable of combining functionality and form in the formal, structural conception and technique of the most significant examples of suspended tanks. As in-depth research, the choice fell on a particularly significant case study in the Turin area: the suspended tank of the Lancia Factory in Chivasso.

Located near the A4 motorway, Lancia's tank is a clear and distinguishable symbol of recognition of the automobile company along the Turin-Milan stretch, two of the main industrial poles of northern Italy in the 1960s.

Designed by the engineer Silvano Zorzi in reinforced concrete, the work immediately proved to be particularly interesting due to its shape and structure, an indication of a more refined and careful design quality; the suspended tank, composed of a stem with a hexagonal base, is made up of a shaped basin with six concave faces, crowned by an interesting observation point.

Following its decommissioning, the work lost its original function and today, like many other suspended tanks, it only serves as a support for the receiving antennas. At the end of the thesis, some possible scenarios of reuse of the artifact are proposed, a work belonging to an unjustly forgotten industrial heritage.

Parole Chiave

Serbatoi pensili, Patrimonio industriale, Storia della costruzione, Silvano Zorzi, Stabilimento Lancia di Chivasso.

Keywords

Suspended tank, Industrial Heritage, Construction History, Silvano Zorzi, Lancia Factory in Chivasso.

Introduzione al testo

Nel corso del Novecento, alla base del progresso scientifico e delle scoperte più innovative si osservano una progressiva settorializzazione e la specializzazione degli ambiti di studio e ricerca. Anche nel settore delle costruzioni, questo approccio ha lentamente modificato il modo di concepire i manufatti architettonici, portando ad una inevitabile separazione dell'approccio progettuale secondo due prospettive distinte, aventi a capo la figura dell'architetto e dell'ingegnere.

A fronte di significativi avanzamenti in ambito tecnologico nella storia della costruzione del Novecento, quali sono le conseguenze formali di questo duplice approccio sulle nuove realizzazioni?

In una concezione ottimale del processo progettuale è necessario che gli aspetti tecnologici e funzionali siano concepiti di pari passo con le istanze di tipo formale, per restituire un "prodotto" omogeneo e coerente in tutte le sue parti e concepito secondo una visione condivisa. Oggi questo approccio alla progettazione, tipico della fase preindustriale, e in seguito a lungo trascurato, viene faticosamente recuperato, riconoscendo un valore centrale alla progettazione integrata.

Nel corso del Novecento emergono poche e visionarie figure professionali, che sono state capaci di superare questi limiti disciplinari e ideare opere a tutto tondo, di tipo integrale, nelle quali perseguire un nuovo canone di bellezza attraverso la sintesi di forma e struttura. In Italia, tra gli anni del fascismo e quelli del boom economico, progettisti come Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi, Sergio Musmeci, Silvano Zorzi, sulla scia dei progressi tecnologici e delle nuove opportunità costruttive offerte dal cemento armato, compiono ardite sperimentazioni sulle strutture e sulle forme di opere infrastrutturali e soprattutto di manufatti architettonici a finalità industriale, ricercando la bellezza nel profilo e nella sezione di un viadotto, oppure nelle superfici modellate di una torre dell'acqua. Questi progettisti conferiscono valore formale ed eccezionalità tecnologica a tipi edilizi fino a quel momento considerati solo dal punto di vista meramente funzionale.

Tra tali tipi edilizi particolare attenzione destano proprio le torri dell'acqua ed in particolare i serbatoi pensili in cemento armato, manufatti non solo complessi da un punto di vista tecnico sotto il profilo strutturale, geotecnico ed idraulico, ma anche di non semplice integrabilità con il paesaggio in cui sono inseriti. La progressiva dismissione dei grandi complessi industriali del secondo Novecento, cui spesso tali serbatoi sono legati, e l'evoluzione delle reti acquedottistiche, che spesso li ha resi obsoleti, pongono non pochi quesiti riguardo alla conservazione, tutela e valorizzazione di queste peculiari opere di ingegneria.

Capitolo 1

Studio e progettazione di grandi opere in cemento armato tra scienza, tecnologia ed estetica

1.1 Ingegneria e architettura: pratiche progettuali a confronto

Nella terminologia così come nella pratica costruttiva, oggi le discipline dell'ingegneria e dell'architettura vengono descritte come due ambiti della progettazione edilizia ben distinti, la cui coesistenza all'interno di un elaborato progettuale non risulta sempre ben equilibrata e, molto spesso, presenta confini molto netti e definiti.

Nel caso dell'ingegneria, questa viene generalmente intesa esclusivamente come un insieme di studi e tecniche progettuali di natura fisico-tecnologica e strutturale, il cui scopo è quello di risolvere problemi applicativi per la realizzazione di diverse opere che siano funzionali al loro scopo. L'architettura, invece, viene considerata come una vera e propria forma d'arte, per costruire spazi confortevoli ed esteticamente appaganti entro i quali l'uomo possa adempiere ai suoi bisogni primari e secondari.

I motivi per cui si inizia a intendere e suddividere la progettazione in due filoni disgiunti sono riconducibili al periodo della Rivoluzione Industriale, con i primi progressi tecnologici e l'istituzione delle prime scuole di formazione specializzate; una evidente frattura tra le discipline avviene in Francia, nell'Ottocento, con l'affermarsi dell'École des Beaux-Arts e dell'École Polytechnique, le quali attestano due tipologie di qualifica, spingendo la progettazione di strutture ed edifici verso un approccio sempre più frazionato.

Nella storia dell'architettura numerosi sono gli edifici che riassumono in modo eccezionale la coesistenza di forma e struttura, a testimonianza del fatto che una perfetta sintesi fra questi due aspetti è possibile e necessaria, oltre che risultato di opere straordinarie, capaci di perdurare nel tempo.

La progettazione architettonico-strutturale degli edifici tra il XII e il XIX secolo non era come la intendiamo oggi. Grazie alle ultime innovazioni, il dimensionamento di strutture ed edifici è fondato sulla scienza delle costruzioni mentre, in passato, l'approccio alle costruzioni era strettamente legato alle geometrie. Con questa metodologia si assiste ad una inimitabile corrispondenza tra forma e struttura, poiché l'edificazione era subordinata ad un ordine geometrico generale.

Un esempio di tale sintesi è la Cupola di Santa Maria del Fiore a Firenze, progettata da Filippo Brunelleschi, che nella sua opera riuscì a coniugare pensiero, pura arte, ingegno e scienza nuova, poetica, genio¹.

Per una progettazione ottimale, indipendentemente dalla destinazione d'uso del nuovo manufatto edilizio, è dunque necessario che gli aspetti tecnologici e funzionali siano concepiti di pari passo con quelli più estetici, per restituire un disegno omogeneo e coerente in tutte le sue parti in una visione comune dell'insieme. Oggi questo approccio alla progettazione viene trascurato, dando prima forma all'oggetto e, solo successivamente, prendendo in considerazione tutti gli aspetti legati alla struttura e alla sua tecnologia, che si devono adattare ad un disegno già definito; questo metodo non considera il potenziale estetico di queste componenti, con il rischio che non risultino ben inserite - dal punto di vista estetico e funzionale - nell'esecutivo. Altre volte invece, fra cui anche nel caso di grandi opere infrastrutturali (quali i serbatoi pensili), la progettazione tecnologica e strutturale trascurava totalmente gli aspetti più architettonici, con esiti finali pensati nel solo aspetto funzionale ma esteticamente discutibili e/o totalmente avulsi dal contesto in cui si inseriscono.

¹ Nel 1418 venne bandito un concorso per la realizzazione di una cupola presso la cattedrale di Santa Maria del Fiore, a Firenze. La sfida progettuale era molto ardua, poiché si richiedeva la costruzione di una cupola di dimensioni mai viste prima: 45 m di diametro la cui base era posizionata ad un'altezza di 55,70 m dal suolo, con l'aggiunta di una difficoltà data dalla forma ottagonale del piano d'imposta. La soluzione progettuale di Filippo Brunelleschi si dimostrò eccezionale, sia dal punto di vista estetico che tecnologico. Esso propose un sistema che non prevedesse l'uso del metodo della centinatura (particolarmente laborioso date le dimensioni del progetto), a doppia calotta autoportante e una orditura di mattoni a spina-pesce. Cfr. DI PASQUALE SALVATORE, *"Brunelleschi, la costruzione della cupola di Santa Maria del Fiore"*, Editore Marsilio, 2002.

In tempi recenti, il *modus operandi* che unisce forma – architettonica e struttura – ingegneristica è stato oggetto di studio in ambito letterario, teorizzato e applicato da alcuni fra i più rinomati progettisti del Novecento nonché oggetto di mostre ed esposizioni in tutto il mondo, alla ricerca dell'identificazione della chiave progettuale in grado di combinare funzionalità e bellezza.

Il dibattito sulla periodizzazione in cui questa indagine è iniziata appare ancora aperto, sfumato in una articolata discussione di natura storiografica e, per una questione di completezza e chiarezza, importanti teorici come Alessandro De Magistris e Sergio Poretti evidenziano l'importanza di retrodatare significativamente l'incipit di tale indagine all'inizio del secolo scorso.

Il periodo tra la seconda metà degli anni Venti e il primo dopoguerra risulta essere particolarmente interessante per approfondire questo aspetto, date le nuove opportunità costruttive offerte dal cemento armato, che in quegli anni fu largamente impiegato per la sua versatilità e resistenza, e il consistente numero di costruzioni ex novo messe in opera in quegli anni, nate per la necessità di ricostruire città ed industrie distrutte nel corso degli scontri bellici. La necessità di ricostruire velocemente e l'impiego di nuove tecnologie ha sicuramente indotto le figure professionali a settorializzarsi maggiormente, accrescendo il divario fra il mondo dell'ingegneria e quello dell'architettura, che già stava prendendo piede partendo proprio dalle scuole politecniche e di specializzazione.

Un altro aspetto che ha sicuramente contribuito a rafforzare nel corso degli anni questo approccio duale alla questione progettuale è la visione che si ha nell'immaginario comune di queste figure professionali [l'ingegnere e l'architetto], che trae origine sempre in quegli anni e ha determinato un asimmetrico status sociale fra le due.

In *The Managerial Revolution*, James Burnham² evidenziò questo aspetto, in seguito ripreso ed estremizzato da Alfred D. Chandler Jr.³ in *The Visible Hand: The managerial Revolution in American Business*. Nei loro testi, essi evidenziano come la collocazione sociale dell'ingegnere non è una questione secondaria poiché, proprio da questo, si possono comprendere meglio le relazioni a livello professionale che queste figure intrecciano e le dinamiche che poi si creano nel lavoro e nel cantiere.

Nonostante l'approccio alla progettazione fosse sempre più binario e poco omogeneo, alcuni fra i principali letterati del periodo post-bellico iniziarono a prendere coscienza del problema insito in questo metodo. Nel 1948, l'ingegnere e matematico Gustavo Colonnetti⁴ difendeva in un suo articolo l'importanza di una formazione in ambito umanistico negli studi di un ingegnere o, più in generale, di un tecnico⁵. Pochi anni prima, sul finire del secondo conflitto mondiale, Karl Popper⁶ pubblicò *The Poverty of Historicism*, un testo in cui mise in evidenza il legame tra scoperta scientifica e spiegazione storica; la sua era una critica all'argomentare storico e non alla necessità di fare storia, una differenza che chiarì successivamente in una nuova pubblicazione.

Nello stesso periodo, Carl Gustav Hempel⁷ pubblicò *The Function of General Laws in History*, generando un dibattito lungo due decenni sull'indagine storica in relazione alle scoperte scientifiche e al sapere in campo tecnico.

Una buona sintesi dell'argomento viene raggiunta per prima da Antoine Picon, storico francese dell'ingegneria. Nel suo saggio *Verso una storia del pensiero tecnologico* (pubblicato nel volume *Utopia e Ruggine*) rapportò, in chiave chiara e concreta, il sapere scientifico al

² Chicago, 22 novembre 1905 – Kent, 28 luglio 1987.

³ Guyencourt, 15 settembre 1918 – Massachusetts, 9 maggio 2007.

⁴ Torino, 8 novembre 1886 – Torino, 20 marzo 1968.

⁵ GUSTAVO COLONNETTI, "Valore umanistico degli studi scientifici", *Rassegna dell'istruzione media*, 1948, n° 6, pp. 1-3.

⁶ Vienna, 28 luglio 1902 – Londra, 17 settembre 1994.

⁷ Oranienburg, 8 gennaio 1905 – New Jersey, 9 novembre 1997.

fine. Seppur queste tematiche siano state oggetto di studio e interesse nel corso degli anni, le complesse dinamiche e relazioni tra obiettivi, finalità ed esiti - insiti in un progetto - e il rapporto tra ingegneria e architettura non hanno ancora trovato una chiave di sintesi efficace e applicabile univocamente nel mondo delle costruzioni; ad oggi, sono pochi i progettisti di fama internazionale che sono riusciti nell'intento, mediante un approccio al progetto completo in tutti i suoi dettagli estetici e/o tecnologici. Tutte queste figure hanno dimostrato di avere competenze e studi molto eterogenei, sia in campo tecnico che artistico, oltre che una estrema capacità di creare sintonia fra tutti i componenti della struttura, che sono reciprocamente interdipendenti.

1.2 Le prime grandi opere in Italia realizzate in cemento armato

A partire dalla seconda metà degli anni Venti il cemento armato si diffonde significativamente nel mondo delle costruzioni, sino a diventare il materiale più adoperato nel corso del Novecento per la costruzione di nuovi edifici e complessi.

Il fenomeno di innovazione che lo accompagna, inizia nel settore delle costruzioni di piccoli edifici ad uso comune, per poi arrivare alle prime sperimentazioni per la realizzazione di grandi opere, all'interno di una rinnovata concezione delle costruzioni, che progressivamente è mutata grazie all'introduzione di questo materiale nel mondo dell'edilizia. Se per delle strutture in cemento armato di dimensioni contenute era sufficiente l'uso di manuali tecnici e prontuari, per la realizzazione di grandi opere la sperimentazione era al centro del processo progettuale, data l'inesperienza in campo applicativo su manufatti edilizi di grandi dimensioni da parte dei progettisti e delle imprese. In quegli anni di ricerca e tentativi, le imprese ebbero un ruolo più centrale nella realizzazione delle opere edilizie, poiché misero a disposizione dei progettisti l'esperienza accumulata nel corso degli anni, la quale giocò un ruolo fondamentale per il raggiungimento di esiti soddisfacenti e sempre più audaci.

Sempre nella realizzazione di grandi opere, si applicarono i primi risultati dell'evoluzione industriale e teorica come i primi cementi artificiali con elevate prestazioni meccaniche, i primi sistemi sofisticati di armatura e le teorie di calcolo più elaborate e precise.

Con la presa al potere del fascismo in Italia e l'irrigidimento delle politiche applicate dal regime, a partire dalla seconda metà degli anni Trenta l'uso del cemento armato venne progressivamente proibito, poiché contro i principi di autarchia su cui il paese si basava. Per la realizzazione di opere di piccole o medie dimensioni, l'alternativa più valida era un ritorno alle costruzioni in muratura portante, ma per le grandi opere, il divieto di far uso di cemento armato avrebbe comportato un arresto totale per la costruzione di questi manufatti, poiché per la loro realizzazione non esisteva ancora un materiale altrettanto valido. Imprese e progettisti si impegnarono progressivamente a ricercare soluzioni alternative, con il principale scopo di ridurre l'uso del ferro in edilizia; di fatto, il regime autarchico in Italia fornì uno stimolo ai progettisti a realizzare strutture sempre più razionali. Gli esiti di queste ricerche ebbero due effetti: da una parte, si innescò un processo involutivo, poiché la portata delle opere diminuì proporzionalmente al ridursi delle luci architettoniche (si passò dal cemento armato a quello poco armato sino ad arrivare al cemento semplice e infine si predilessero gli archi a tutto sesto in muratura tradizionale, ritenuti più consoni dal regime), dall'altra ci fu un progresso tecnologico, poiché si innalzarono i valori ammissibili della resistenza meccanica dei materiali e si imparò a dimensionare meglio le membrature, adottando quindi strutture isostatiche che richiedevano un calcolo più rigoroso.

In quegli anni di studi, nuove realizzazioni e limitazioni, due furono gli esiti più rilevanti, che modificarono il rapporto ferro-cemento e

superarono i limiti intrinseci del cemento armato⁸:

- *strutture sottili* → ripartendo dal cemento armato, studiato e applicato dai francesi Joseph Monier⁹ e Joseph-Louis Lambot¹⁰ e dalle ricerche svolte a livello europeo su volte e sui gusci, Pier Luigi Nervi riuscì ad unire efficacemente le due tecnologie, introducendo strutture molto sottili e con armature ridotte (ferrocemento), segno distintivo del progettista durante tutta la sua produzione nel dopoguerra;
- *cemento armato precompresso* → trae origine da alcune ricerche e sperimentazioni di inizio secolo dall'Ingegnere Eugène Freyssinet¹¹. Perfezionato in tempi successivi, in questo materiale si riuscì ad invertire il ruolo del ferro e della pasta cementizia all'interno del conglomerato finale; il ferro non ha più la funzione di assorbire gli sforzi di trazione del cemento, bensì divenne il tramite per assicurare al materiale resistenze tali per cui potesse assorbire in autonomia tutte le sollecitazioni cui è sottoposto. In Italia, questa tecnologia fu ampiamente adoperata da Gustavo Colonnetti e Riccardo Morandi, i quali raggiunsero l'eccellenza negli anni della ricostruzione e divennero famosi a livello internazionale.

Questi importanti sviluppi in campo tecnologico, che presero avvio in un momento storico molto particolare, furono fondamentali nel dopoguerra italiano, il periodo oggi ricordato come quello del Boom economico ed edilizio, nel quale furono realizzate numerose opere di

⁸ L'uso combinato di cemento e acciaio dà origine al cemento armato, un materiale di tipo composito. Il cemento viene classificato come materiale ceramico tradizionale, costituito da ossidi e silicati, che gli conferiscono una struttura cristallina; esso è duro e al contempo fragile, dotato di grande resistenza a compressione, corrosione e usura. L'acciaio per costruzioni, contrariamente al cemento, presenta numerosi problemi legati alla durabilità ma risponde molto bene alle sollecitazioni di trazione, caratteristica di cui il cemento indurito è totalmente privo.

⁹ Saint-Quentin-la-Poterie, 8 novembre 1823 – Parigi, 13 marzo 1906.

¹⁰ Montfort sur Argens, 22 maggio 1814 – Brignoles, 2 agosto 1887.

¹¹ Eugène Freyssinet (Objat, Corrèze, 1879 - Saint-Martin-Vésubie, Alpi Marittime, 1962) è stato un ingegnere francese. Progettista e costruttore di importanti opere in cemento armato, Freyssinet è considerato il pioniere del cemento armato precompresso.

edilizia civile e industriale e grandi opere infrastrutturali, a servizio della collettività o di singoli complessi industriali.

1.2.1 I progettisti del dopoguerra e la loro sintesi tra forma e tecnologia

Negli anni del fascismo la progettazione di grandi opere in Italia era generalmente affidata alle due figure ben distinte dell'architetto, che ne disegnava la forma complessiva e l'apparato decorativo, e dell'ingegnere, cui erano affidati i calcoli strutturali e gli aspetti prettamente più tecnici.

Diversamente dal Belpaese, nel resto dell'Europa era già ampiamente diffusa la pratica progettuale affidata ad una sola figura professionale, capace di coniugare forma e struttura in un unico processo creativo. Eduardo Torroja Miret¹², Robert Maillart¹³ e Franz Anton Dischinger¹⁴ sono solo alcuni esempi di questi progettisti, che operarono in Europa occidentale a cavallo tra il XIX e il XX secolo.

La figura unitaria del progettista di grandi opere si affermò in Italia soltanto nel dopoguerra, sulla scia delle prime sperimentazioni col cemento armato, facendo emergere *“una nuova, inconfondibile identità, un'impronta originale”*¹⁵ che trova espressione nelle opere di Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi, Sergio Musmeci, Silvano Zorzi, tra i primi a proporre questo approccio alle costruzioni sulla scia delle innovazioni tecnologiche del periodo.

Pier Luigi Nervi (Sondrio, 21 giugno 1891 – Roma, 9 gennaio 1979)

“Il cemento armato è il più bel sistema costruttivo che l'umanità abbia saputo trovare fino ad oggi”

- Pier Luigi Nervi¹⁶

¹² Madrid, 27 agosto 1899 – Madrid, 15 giugno 1961.

¹³ Berna, 6 febbraio 1872 – Ginevra, 5 aprile 1940.

¹⁴ Heidelberg, 8 ottobre 1887 – Berlino, 9 gennaio 1953.

¹⁵ PORETTI SERGIO, *Un tempo felice dell'ingegneria italiana: le grandi opere strutturali dalla ricostruzione al miracolo economico*, “Casabella” n. 739-740, dicembre 2005-gennaio 2006, pag. 611.

¹⁶ NERVI PIER LUIGI, *“Scienza o arte del Costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato”*, Edizioni della Bussola Roma, 1945, pag. 77.

Originario della Valtellina, in Lombardia, Pier Luigi Nervi è comunemente riconosciuto a livello internazionale fra i principali progettisti del Novecento. Laureato nel 1913 in ingegneria civile presso la Scuola di applicazioni di Bologna, nel corso della sua carriera da progettista Pier Luigi Nervi si distinguerà per l'eleganza delle sue strutture, che coniugano armoniosamente estetica e scienze del costruito; le sue opere, frutto di numerosi studi e sperimenti, contribuiscono alla rottura dei paradigmi formali del razionalismo italiano, raggiungendo risultati straordinari per quei tempi con il cemento armato e le strutture sottili secondo una tecnica perfezionata da lui stesso nel corso degli anni.

La realizzazione dello Stadio Artemio Franchi di Firenze del 1930 pone l'ingegner Nervi al centro dell'attenzione in Italia e nel mondo. La struttura viene considerata come una delle opere più innovative del periodo sul suolo nazionale oltre che una delle più significative nell'uso che si è fatto del cemento armato, in particolar modo nella realizzazione della scalinata elicoidale e delle gradonate degli spalti.



Figura 1.1 – Stadio Artemio Franchi di Firenze.

Come accennato in precedenza, a causa delle sanzioni internazionali imposte al regime fascista in Italia, Pier Luigi Nervi è costretto a metà della sua ben avviata carriera a reinventarsi, cercando soluzioni

alternative al cemento armato, che era diventato il cardine delle sue strutture.

Le difficoltà imposte dal limite di utilizzo dell'acciaio stimolano l'ingegnere a sperimentare nuove tecniche costruttive, dando avvio ad una seconda fase della sua carriera da progettista. La prima occasione di mettere in opera le proprie idee arriva con una commissione da parte della Regia Aeronautica Militare, la quale necessitava di un modello di aviorimessa ripetibile in più aeroporti militari, per poter proteggere la propria flotta in vista del conflitto.

La prima di una serie di aviorimesse viene costruita ad Orvieto tra il 1935 e il 1938: la struttura geodetica è ancora realizzata in cemento armato, ma si distingue dalle opere precedenti perché si origina con una "prefabbricazione strutturale", brevettata poi da Nervi nel 1939. In questo nuovo approccio al progetto, Nervi scompone la struttura in piccoli moduli leggeri e ripetibili, in modo tale che potessero essere facilmente sollevati e messi in opera dagli operai con un getto di cemento ad alta resistenza sui giunti. Il singolo modulo viene prefabbricato a terra ed è provvisto di ferri sporgenti, per garantire resistenza al nodo in seguito alla fase di presa del cemento.



Figura 1.2 – Aviorimessa di Orvieto.

Dato che la realizzazione dell'opera era strettamente legata alle questioni militari, l'uso dell'acciaio fu consentito ma pur sempre

limitato, agevolando molto la transizione di Nervi verso nuove tecniche costruttive con un uso sempre minore di acciaio. Nell'aprile del 1943, in seguito ad anni di studi condotti nel periodo del secondo conflitto mondiale (il settore dell'edilizia, in quell'arco temporale, era paralizzato), Pier Luigi Nervi depositò il brevetto del "ferrocemento", una nuova tecnica costruttiva che caratterizzerà la maggior parte delle sue costruzioni da quel momento.

Il ferrocemento, come il cemento armato, è un materiale composito costituito da calcestruzzo cementizio e acciaio ma, rispetto al cemento armato, presenta una totale inversione nelle proporzioni dei due componenti; il ferrocemento sfrutta un pacchetto di reti in acciaio, sulle quali viene spalmata con la cazzuola la pasta cementizia. La soletta ottenuta, dallo spessore molto ridotto, presenta caratteristiche di alta resistenza, elasticità, flessibilità e basso costo di produzione per il minor uso di materiali e l'inutilizzo di casseforme.

Negli anni successivi il "sistema Nervi" viene messo a punto grazie alla realizzazione di alcune fra le più importanti opere del progettista, che esplorerà differenti forme e applicazioni, primo fra tutti il Salone B di Torino Esposizioni (1947-1948), che prevede l'utilizzo, oltre che del ferro cemento, anche della tecnica della prefabbricazione strutturale.

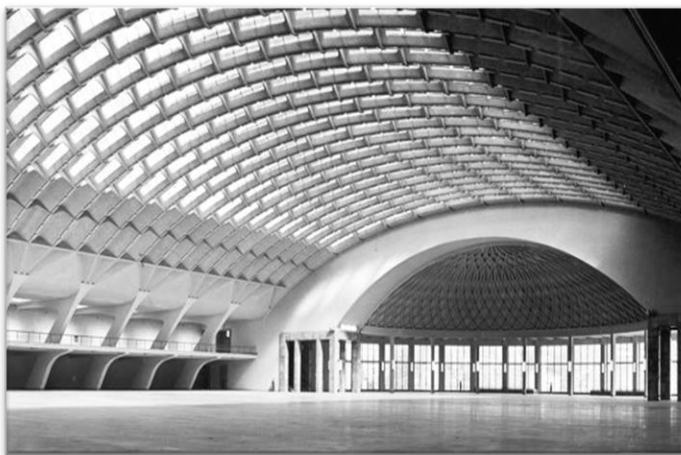


Figura 1.3 – Padiglione B di Torino Esposizioni.



Figura 1.4 – Padiglione B di Torino Esposizioni, dettaglio copertura

Successivamente a quest'opera, con prototipi edilizi sempre più impegnativi, Pier Luigi Nervi darà ulteriore prova delle sue qualità da progettista a tutto tondo, capace di concepire un edificio dalle prime fasi progettuali, sino ai disegni esecutivi e la messa in opera in cantiere, di cui è sempre stato protagonista grazie alle sue imprese. Tra le opere più significative in Europa ricordiamo la piscina dell'Accademia navale di Livorno (1949), la manifattura tabacchi a Bologna (1949), il Salone C di Torino Esposizioni (1950), il lanificio Gatti (1951).



Figura 1.5 – Ambasciata italiana a Brasilia.

I successi ottenuti con queste costruzioni permisero all'ingegner Nervi di lavorare a opere di grande rilevanza a livello europeo e poi mondiale come le strutture del grattacielo Pirelli a Milano (1955-1960),

il Palazzetto (1956-1957) e il Palazzo dello sport a Roma (1956-1959) per i Giochi della XVII olimpiade, la sede Unesco a Parigi (1952-1958), il Palazzo del Lavoro a Torino (1959-1961), realizzato in occasione del centenario dell'Unità d'Italia, la cattedrale di St. Mary a San Francisco (1966-1971), le strutture per la torre della Borsa a Montréal (1962-1966) e l'Ambasciata italiana a Brasilia (1969-1976).

A partire dagli anni Cinquanta, Nervi iniziò a ricevere una serie di premi e riconoscimenti per i suoi successi in ambito costruttivo e le monografie da lui pubblicate, confermando definitivamente il suo ruolo da protagonista nel Novecento come progettista di forme uniche e innovative strutture in cemento armato e ferrocemento.

Riccardo Morandi (Roma, 1° settembre 1902 – Roma, 25 dicembre 1989)

Riccardo Morandi è stato un ingegnere e accademico, figura di spicco per l'ingegneria italiana entro i confini nazionali e nel mondo.

Con il suo straordinario lavoro, caratterizzato da mensole a sbalzo, travi poggiate, stralli e telai, l'ingegner Morandi ha contribuito allo sviluppo tecnico delle costruzioni in cemento armato.

Bruno Zevi, noto critico e studioso dell'arte e dell'architettura, evidenziò come le strutture di Morandi sembrino raggelate un momento prima del crollo.

Laureatosi in ingegneria presso l'Università di Roma La Sapienza nel 1927, l'ingegner Morandi iniziò subito a lavorare in proprio, aprendo uno studio professionale specializzato nella costruzione di edifici per civile abitazione e alcuni cinematografi.

Prima dell'inizio del secondo conflitto mondiale, il lavoro di Morandi è concentrato in un intenso lavoro da mecenate – progettista per la realizzazione ex novo della città industriale di Colleferro, nel Lazio.

La progettazione di Morandi parte dalla scala urbanistica, sino ad arrivare nel dettaglio delle case operaie (di otto tipologie differenti), scuola elementare, la scuola elementare, albergo, uffici pubblici, etc.



Figura 1.6 – Case operaie, veduta d'epoca di Colleferro.

A partire dagli anni Trenta Morandi si cimenta nella progettazione di numerose sale per spettacoli, tra le più importanti il cinematografo Maestoso di Roma. Si tratta di un edificio molto imponente, che può contenere fino ad un pubblico di 2600 persone nella sala cinema, aree bar e ristoro e sei appartamenti privati ai piani superiori.

L'insieme di funzioni pubbliche e private si rivela efficace, in una realtà periferica frutto di una feroce speculazione.

L'ingegner Morandi opera con forza e schiettezza nel linguaggio architettonico, adoperando la tecnica della precompressione in un telaio collocato in facciata, che sorregge i piani superiori. Questa tecnica, da lui studiata a partire dagli anni della guerra, gli ha fruttato ben sette sistemi brevettati per la tensione dei cavi in acciaio.



Figura 1.7 – Fronte principale del cinematografo Maestoso a Roma.

Un capitolo della attività costruttiva di Morandi viene invece delineato attraverso la sua progettazione di ponti e viadotti, settore nel quale raggiunse l'eccellenza e che gli fecero guadagnare prestigio a livello internazionale.

Tra i più rinomati in Italia, ricordiamo la costruzione del Ponte Amerigo Vespucci a Firenze (1955 – 1957), il viadotto Bisantis a Catanzaro (1959 – 1962), il viadotto Polcevera a Genova¹⁷ (1963 – 1967), il viadotto Ansa del Tevere a Roma (1965 – 1967) e il viadotto Carpineto a Vietri di Potenza (1977).

Sullo scenario internazionale invece, il ponte ad arco di Paul Sauer Bridge a Città del Capo, in Sudafrica (1953 – 1956), il ponte strallato General Rafael Urdaneta a Maracaibo, in Venezuela (1958 – 1962), considerato il gemello del ponte sul Polcevera di Genova, il ponte sul Wadi al-Kuf a Beida, in Libia (1967 – 1971) e, in fine, il ponte Pumarejo a Barranquilla, in Colombia (1970 – 1974).



Figura 1.8 – Veduta complessiva del viadotto sul Polcevera a Genova.

¹⁷ Il 14 agosto 2018, alle ore 11:36 il Viadotto del Polcevera dell'autostrada A10 crollò improvvisamente, causando la morte di 43 persone e 566 sfollati delle abitazioni sottostanti. Le cause di tale tragedia sono da ricercarsi nell'assenza di manutenzione, nonostante la struttura presentasse evidenti segni di degrado dovuti dall'inquinamento industriale e alla salsedine.

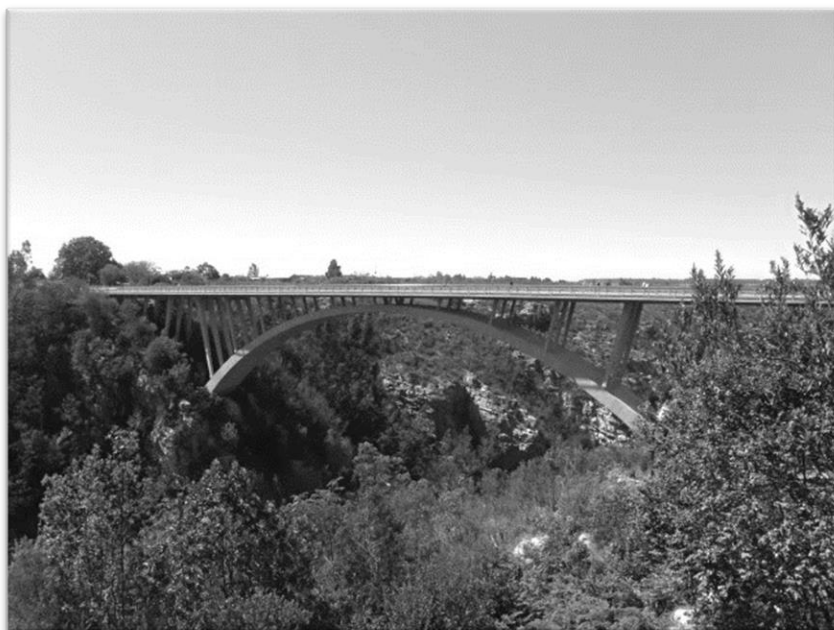


Figura 1.9 – Veduta complessiva Paul Sauer Bridge a Città del Capo, Sudafrica.

Nella realizzazione di queste grandi opere, Morandi riuscì a integrare in un unico progetto calcolo, schema statico e forma architettonica con risultati tecnologici ed estetici sorprendenti, rendendo vana ogni distinzione tra tecnica e arte o ingegneria e architettura.

Sergio Musmeci (Roma, 2° giugno 1926 – Roma, 5 marzo 1981)

Di origini catanesi e mantovane, Sergio Musmeci è considerato come uno dei più brillanti e innovativi progettisti del Ventunesimo secolo.

Laureato in ingegneria civile presso l'Università di Roma nel 1948, l'Ingegnere Musmeci si distingue da subito per i suoi meriti accademici, che gli valsero la medaglia d'oro della Fondazione Roberto Almagià come miglior laureato dell'anno.

Nel corso dei suoi primi anni di lavoro, Musmeci ha modo di collaborare con lo studio di Riccardo Morandi e l'impresa di Pier Luigi Nervi (la Nervi & Bartoli), consolidando le proprie competenze e apprendendo tutte le innovazioni studiate dai colleghi più esperti.

Nel corso di quegli stessi anni, Musmeci conosce anche Zenaide Zanini, sua futura compagna con alle spalle una formazione progettuale di stampo architettonico. Da questa felice unione sul piano personale,

nasce una collaborazione anche di tipo professionale, che influenzerà significativamente la forma di tutte le sue opere.

Docente e ricercatore presso la Facoltà di architettura a Roma, Musmeci è autore di numerosi saggi legati al tema delle forme derivate da soluzioni strutturali e pubblicazioni scientifiche inerenti alle strutture di minimo peso.

Nel corso della sua carriera collabora con numerosi illustri progettisti di quel periodo fra cui: Adalberto Libera¹⁸ per la realizzazione del Palazzo della Ragione di Trento (1954 – 1969), Giuseppe Vaccaro¹⁹ per la realizzazione di diversi progetti fra cui la Chiesa del Sacro Cuore di Maria a Bologna (1951 – 1965), Enrico Del Debbio²⁰ per il progetto allo Stadio del nuoto al Foro Italico (1959) e Carlo Mollino²¹ per la realizzazione della copertura del Teatro Regio a Torino (1966 - 1970), mettendo in pratica il tema della copertura in cemento armato “a soletta continua pieghettata”.



Figura 1.10 – Fronte principale del Palazzo della Ragione a Trento.

¹⁸ Villa Lagarina, 16 luglio 1903 – Roma, 17 marzo 1963.

¹⁹ Bologna, 30 aprile 1896 – Roma, 11 settembre 1970.

²⁰ Carrara, 26 maggio 1891 – Roma, 12 luglio 1973.

²¹ Torino, 6 maggio 1905 – Torino, 27 agosto 1973.



Figura 1.11 – Dettaglio di un pilastro in cemento armato del Palazzo della Ragione a Trento.

Numerosi sono anche i ponti realizzati da Musmeci. Tra i più rinomati si ricordano il Ponte sul Basento a Potenza (1967 – 1969), dichiarato nel 2003 monumento di interesse culturale dal Ministero per i beni e le attività culturali. Per le sue ardite forme, estremamente dinamiche e plastiche, Musmeci coniò l'espressione "forme senza nome": figure geometriche dotate di più curvature e diversi orientamenti spaziali *"poiché nello spazio, in ogni punto saranno diverse l'intensità e la direzione delle forze"*²².



Figura 1.12 – Ponte sul Basento a Potenza.

²² NICOLETTI MICHELE, *"Sergio Musmeci, Organicità di forme e forze nello spazio"*, Editore Testo & Immagine, Collana Universale di Architettura, Torino, 1999, pag. 23.



Figura 1.13 – Dettaglio della struttura in cemento armato del Ponte sul Basento a Potenza.

Altro progetto degno di nota è quello per la realizzazione del ponte sullo stretto di Messina (1969). Il concorso internazionale di idee fu bandito da ANAS Ferrovie dello Stato e, il progetto presentato da Musmeci e il suo gruppo di lavoro, gli valsero il primo posto, a parimerito con altri cinque progetti vincitori. La soluzione progettuale era una tensostruttura stabilizzata verticalmente e orizzontalmente, con una sola campata avente 3 Km di luce.

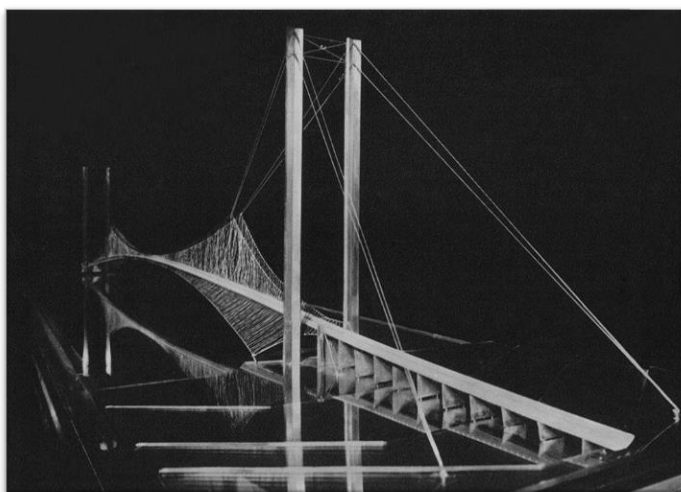


Figura 1.14 – Modello della proposta progettuale di Musumeci per il ponte di Messina.

L'approccio progettuale di Musmeci si differenzia notevolmente da quello dei suoi maestri Pier Luigi Nervi e Riccardo Morandi. Nelle sue opere, egli rendere evidente un ulteriore slancio nella modernità delle costruzioni in cemento armato, attraverso volumi arditi e dinamici, ottenuti attraverso la rotazione e la traslazione nello spazio di figure piane.

Nonostante le difficoltà tecniche ed economiche che colpirono il mondo progettuale italiano, nel secondo Novecento il lavoro di tutte queste figure visionarie diede un fondamentale contributo al progresso in ambito didattico e costruttivo. Grazie alle loro opere, si sancisce nuovamente l'unione tra ingegneria e architettura nelle opere "*made in Italy*", che convolano verso nuovi temi progettuali finora mai considerati sotto questo profilo, come l'architettura dei serbatoi pensili.

Capitolo 2

I serbatoi pensili: estetica, definizioni e funzionamento all'interno di una rete idrica

2.1 Il serbatoio pensile come nuovo tema progettuale

Autostrade, ferrovie, ponti, impianti fognari e reti acquedottistiche, sono tutte grandi opere utili alla collettività ma che, con la loro presenza sul territorio, hanno inevitabilmente modificato il paesaggio nel quale si inseriscono. Tra le opere idrauliche, il tema dei serbatoi pensili assume particolare importanza poiché il problema della raccolta e della distribuzione dell'acqua riguarda aspetti, oltre che tecnici, anche visivi.

I serbatoi pensili, a causa delle loro imponenti dimensioni e dell'impatto architettonico, sono spesso interpretati come opere che modificano negativamente il paesaggio naturale e urbano in cui si inseriscono. Una delle cause di questo pensiero trova origine nell'avanzare delle tecniche costruttive più moderne (in particolare l'uso del cemento armato e precompresso), che hanno caratterizzato queste opere dal punto di vista tecnologico ma non hanno seguito di pari passo i progressi architettonici moderni. In Italia, solo a partire dal secondo dopoguerra i progettisti più visionari²³ hanno realmente iniziato a realizzare l'importanza della componente estetica di un serbatoio pensile, costruzione utile e necessario alla collettività ma fortemente impattante a livello visivo. Per la realizzazione di un serbatoio sono necessari recipienti di differenti dimensioni collocati ad altezze molto elevate, che li pongono quindi nella posizione di essere facilmente riconoscibili, rendendo sottile il confine fra "inserimento" e "imposizione" di un nuovo elemento nel paesaggio.

2.2 Prime nozioni introduttive

I serbatoi pensili delle reti acquedottistiche sono delle grandi opere, pubbliche o private, per l'accumulo di acqua. A livello strutturale e

²³ Cfr. paragrafo 1.2. Le prime grandi opere in Italia realizzate in cemento armato.

dimensionale è fra le opere di ingegneria idraulica più rilevanti, oltre che uno dei sistemi di maggior impatto visivo nella rete di un acquedotto. Prima di approfondire nello specifico la tecnologia di un serbatoio pensile è opportuno fare un passo indietro e riprendere alcune nozioni base sulla struttura di un acquedotto, per conoscere e comprendere al meglio il sistema in cui i serbatoi si inseriscono, essi infatti rappresentano solo un “tassello” di una rete molto più ampia e complessa.

La parola “acquedotto” deriva dal latino *aqua* (acqua) e *ducere* (condurre) e, con questo termine, si indica l’insieme delle opere necessarie per prelevare, eventualmente trattare, trasferire, immagazzinare e distribuire acqua per la popolazione residenziale o gli impianti produttivi.

Nonostante l’invenzione dei primi impianti per il trasporto delle acque risalga all’età antica (i primi, più rudimentali, sono stati costruiti dai Sumeri e dai Fenici), l’acquedotto è associato nell’immaginario comune all’arte costruttiva dei Romani, i quali raggiunsero l’eccellenza con opere sopraelevate di grande monumentalità. Lo scopo degli acquedotti romani era quello di condurre acque pulite e salubri nell’urbe e, poiché l’abbondanza e la purezza della materia erano requisiti imprescindibili, la sorgente spesso veniva ricercata anche molto lontano dal sito di destinazione finale facendo aumentare significativamente la porta di queste opere.

Lo studio della storia e dell’urbanistica ci dimostrano che "nel corso della storia, le persone si sono stabilite e hanno costruito città vicino a fiumi o laghi"²⁴; un buon approvvigionamento di acqua è sempre stato tra i requisiti principali per un nuovo insediamento abitativo e la nascita e lo sviluppo di alcuni dei principali centri urbani odierni sia proprio ricollocabile alla loro vicinanza con grandi corsi d’acqua. In Italia, le città di Torino (fiume Po), Verona (fiume Adige), Parma (torrente Parma) e Roma (fiume Tevere) sono solo alcuni degli esempi di questa tendenza.

²⁴ EEA – European waters assessment 2018, pag.1.

Con l'avvento dell'era industriale le necessità non sono mutate e, nella scelta del sedime per una nuova fabbrica, l'accesso diretto a una fonte d'acqua era essenziale per tutte le fasi del processo produttivo.

L'acqua è da sempre un elemento fondante, essenziale per lo sviluppo del territorio e del sistema ambientale e, soprattutto nel corso dell'ultimo secolo (con l'aumento demografico, il miglioramento del tenore di vita, il crescere delle attività umane e industriali), si è compreso che è un bene prezioso e limitato, la cui gestione deve essere ben regolamentata e normata per garantire l'accesso all'acqua a tutti²⁵ e il soddisfacimento del fabbisogno idrico per la produzione industriale.

La prima normativa che affronta la progettazione e la gestione delle reti idriche in Italia fu la *Legge del 20 marzo 1865 n.2248*²⁶, che tratta, ad ampio spettro, tutte le opere pubbliche sul suolo nazionale, tra cui anche gli acquedotti. Successivamente, l'11 dicembre 1933 viene emanato il *Regio Decreto n.1775*²⁷, un testo unico in merito alla disposizione sulle acque e impianti elettrici. La "*Legge 4 febbraio 1963 n° 129 Piano regolatore generale degli acquedotti e delega al Governo ad emanare le relative norme di attuazione*²⁸" si pone come principale obiettivo quello di vincolare le risorse idriche attraverso specifiche norme e dotazioni comuni su tutto il territorio. Sempre in riferimento alla progettazione e alla gestione delle reti idriche nazionali si ricorda anche la "*Normativa tecniche per l'installazione degli impianti di acquedotto finalizzate alla tutela della qualità delle acque destinate ad uso umano, D.P.R. n°236, art.8*²⁹" del 12 maggio 1988 e la Legge n°36 del 1994 sulla riorganizzazione del settore idrico in Italia.

²⁵ L'agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è stata redatta il 25/09/2015 dai governi di 193 Paesi membri delle Nazioni Unite. Il documento è stato ideato con l'intento di porre 17 Obiettivi per lo sviluppo sostenibile (17 Sustainable Development Goals), in linea con il concetto di sviluppo sostenibile definito dall'ONU nel 2001, che si basa su quattro pilastri: ecologia, economia, equità sociale e diversità culturale. L'obiettivo 6 dell'Agenda è quello di "garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie". Per ulteriori approfondimenti, cfr. il sito dell'Agenzia per la Coesione Territoriale <<https://www.agenziacoesione.gov.it/comunicazione/agenda-2030-per-lo-sviluppo-sostenibile/>>.

²⁶ <https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/1865_2248.htm>.

²⁷ <https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/1933_1775.htm>.

²⁸ DA DEPPO LUIGI, DATEI CLAUDIA, FIOROTTO VIRGIGLIO, SALADIN PAOLO, "*Acquedotti*", Edizioni Libreria Cortina Padova, 2008, pag.3.

²⁹ *Ibidem*.

Quest'ultima è stata redatta secondo alcuni principi cardine essenziali e ancora attuali, quali:

- le acque (superficiali o sotterranee) sono pubbliche e rappresentano una importantissima risorsa da salvaguardare, valorizzare e adoperare secondo precisi criteri di solidarietà;
- l'uso razionale delle risorse, per salvaguardare i diritti delle generazioni a venire e non pregiudicare il loro futuro o la loro possibilità di poter ereditare un patrimonio ambientale integro;
- dare priorità all'uso delle acque per il consumo umano, a favore di quello per altri scopi come la produzione industriale o simili;
- rispettare l'equilibrio del bilancio idrico.

In ultimo, tra i più attuali, il testo del Codice Ambiente, in correlazione al "*Decreto legislativo 03 aprile 2006, n° 152*"³⁰, aggiornato con le modifiche introdotte tra il 2021 e il 2022, istituisce un piano per che la tutela delle acque dalle fonti di inquinamento e la gestione della rete idrica.

A seconda del tipo di utenti, gli acquedotti si distinguono in civili, industriali o rurali, tant'è che le opere possono cambiare significativamente in base alla loro destinazione d'uso mentre la loro dimensione è direttamente proporzionata al fabbisogno idrico (calcolato sempre in fase di progettazione).

In genere, la potabilità dell'acqua viene indirettamente associata a all'acquedotto quando, nella realtà dei fatti, solo pochi usi (tendenzialmente quelli domestici) la richiedono realmente; ciò nonostante, sul piano pratico, per l'approvvigionamento idrico nei centri urbani si adopera un unico impianto, servendo di acqua potabile anche i punti in cui non è strettamente necessario che lo sia. La scelta di questo approccio è da ricercare in un fattore prettamente economico, poiché dividere i due impianti sarebbe troppo

³⁰ < <https://www.altalex.com/documents/codici-altalex/2011/02/14/codice-dell-ambiente#parte1> >.

svantaggioso. Quando la richiesta di allaccio ad un impianto idrico deriva da insediamenti industriali o artigianali ben separati dal tessuto urbano, è possibile realizzare appositi acquedotti, che distribuiscano acqua non potabile con evidenti vantaggi economici e di realizzazione.

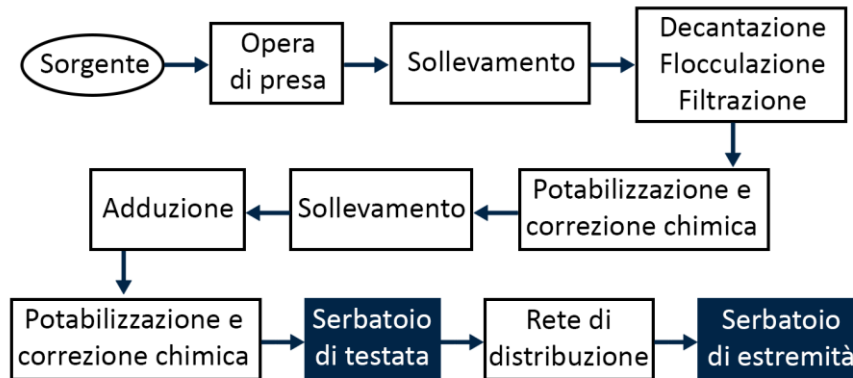
Questa distinzione è fondamentale dell'ideazione di un impianto poiché in Italia la richiesta idrica industriale (acqua non potabile) è circa il doppio rispetto a quella relativa agli usi civili (acqua potabile).

Per l'approvvigionamento idropotabile si predilige l'uso di acque sotterranee, di sorgente o di falda, questo perché nella maggior parte dei casi queste risultano essere di ottima qualità e non necessitano di ulteriori trattamenti per poter essere adoperate. Quando tali acque non sono disponibili o comunque risultano insufficienti, si attinge a delle fonti alternative quali acque meteoriche, fiumi o laghi. L'acqua marina viene adoperata in casi rari ed eccezionali, poiché il processo di desalinizzazione è laborioso e costoso. Le acque meteoriche e superficiali non hanno requisiti per poter essere classificate come potabili poiché, a causa dell'inquinamento di aria e terreni, possono contenere gas e corpuscoli, microrganismi di specie batterica o germi patogeni, specie se scorrono a valle di scarichi di acque inquinate e di rifiuti organici di origine umana o animale. L'idoneità all'uso di queste fonti d'acqua deve essere analizzata e valutata caso per caso, per studiare un trattamento per la correzione delle caratteristiche fisiche e chimiche in base alle diverse esigenze e permetterne l'utilizzo.

Come accennato in precedenza, un acquedotto è un sistema estremamente ampio e complesso, sia in termini dimensionali che tecnologici, e i serbatoi pensili sono solo uno di questi elementi.

Le modalità di costruzione di un acquedotto dipendono da più variabili, quali: la modalità di approvvigionamento, qualità delle acque, il valore delle portate (media, massima, etc.), la morfologia del territorio ma anche la distanza fra punto di approvvigionamento e centro da servire oltre che l'estensione e la consistenza di quest'ultimo.

Nello schema raffigurato nella figura sottostante si semplifica, a livello grafico, tutti gli elementi che possono comporre un acquedotto e si evidenziano i punti in cui un serbatoio pensile si può inserire.



Fonte: "Acquedotti", rielaborazione grafica dell'autrice.

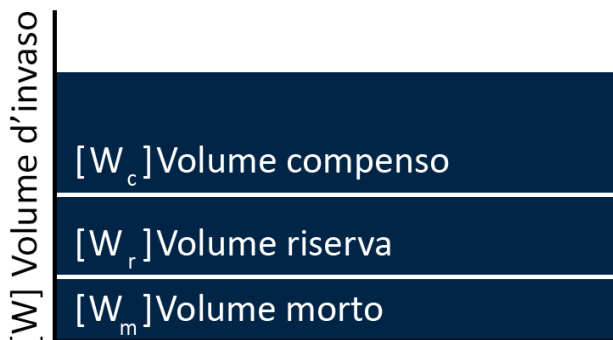
Sulla base dello schema, possiamo quindi dedurre che gli impianti di acquedotto sono articolati nelle seguenti parti:

- *impianti di produzione* → comprende tutte le componenti utili al prelievo dell'acqua dalla fonte primaria, alla formazione della riserva idrica e al trattamento della risorsa stessa nonché tutti gli elementi di trasporto connessi e non distinguibili dalla produzione;
- *impianti di trasporto e adduzione* → l'insieme degli elementi utili a convogliare le acque dall'origine sino agli impianti di trattamento e, da quest'ultimi sino agli impianti di distribuzione;
- *impianti di distribuzione* → strutture destinate all'accumulo e alla distribuzione dell'acqua agli utenti finali. Si inseriscono in questa categoria anche le condotte di avvicinamento sino alle derivazioni e ai contatori domestici, partendo dall'ultimo serbatoio alimentato dagli impianti di trasporto.

I serbatoi delle reti acquedottistiche, fra cui anche quelli pensili, rientrano nella terza e ultima categoria, in quanto hanno il compito di accumulare acqua e fungere da riserva.

2.3 Aspetti tecnologici e funzionali

I serbatoi inseriti all'interno di una rete idrica accumulano grandi volumi d'acqua (volume d'invaso $[W]$) e, grazie a questo, hanno la funzione di compensazione e riserva.



Elaborazione grafica dell'autrice.

Il volume di compenso (funzionamento ordinario) consente di soddisfare il fabbisogno idrico, che è sempre variabile e, qualora questo superasse le capacità del sistema, di subentrare per sopperire col volume di acqua mancante.

Il volume di riserva serve a fronteggiare eventuali situazioni di emergenza in casi eccezionali, quali una interruzione dell'afflusso (il volume dell'acqua deve essere tale da poter fronteggiare la richiesta sino al momento di ripristino della rete idrica, in media pari a circa 1/4:1/5 del volume del giorno di massimo consumo) o la maggior richiesta di acqua in caso di incendio.

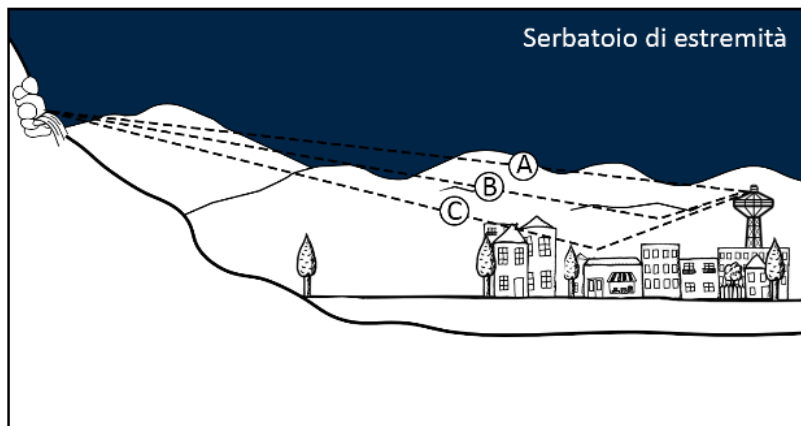
In ultimo, il volume morto è una parte del volume complessivo d'invaso, situato tra la quota dello scarico di esaurimento e la quota minima di fondazione. Questo non sarà mai prelevata dal serbatoio per incapacità di raggiungimento di tale volume da parte delle pompe.

Il serbatoio di un acquedotto è collocato generalmente all'inizio della rete di distribuzione (serbatoio di testata) oppure, in casi eccezionali dettati da ragioni topografiche, al termine della rete (serbatoio di

estremità). In quest'ultimo caso, la rete funge sia come distribuzione che come adduzione al serbatoio. Nelle ore di minor consumo la rete idrica distribuisce e alimenta il serbatoio mentre, nelle ore di maggior consumo, distribuisce acqua proveniente direttamente dalla sorgente (per l'area più vicina a quest'ultima) e dal serbatoio. Al variare della quantità di acqua erogata dal serbatoio varia anche la collocazione del minimo piezometrico in rete³¹.



- A. Piezometrica con scarsa richiesta dal serbatoio
- B. Piezometrica con forte richiesta dal serbatoio



- A. Piezometrica con richiesta nulla dalla rete
- B. Piezometrica con scarsa richiesta dalla rete
- C. Piezometrica con forte richiesta dalla rete

Fonte: "Acquedotti", rielaborazione grafica dell'autrice.

³¹ La quota piezometrica di un fluido è calcolata sommando la quota geoidica e l'altezza piezometrica. Per ulteriori approfondimenti, cfr. CITRINI DULIO, NOSEDA GIORGIO, *"Idraulica"*, Cesano Boscone Casa Editrice Ambrosiana, 1987, p. 468.

Nonostante lo schema idraulico nei due serbatoi sia molto differente, questi hanno delle caratteristiche in comune, fra cui la necessità di essere dotati di dispositivi di presa e un punto da cui l'alimentazione può avvenire (dall'altro, dal basso o entrambi, contemporaneamente).

Nella maggior parte dei serbatoi di estremità, l'alimentazione può avvenire sia dall'alto che dal basso; nel primo sistema si garantisce il totale ricambio dell'acqua invasata ma la quota piezometrica viene fissata ad un livello costante (indipendentemente dal livello del serbatoio in un dato giorno); nel secondo – con l'alimentazione dal basso – si ha il vantaggio di poter avere il dislivello piezometrico massimo tra la sorgente e il serbatoio e, nel caso di apporti d'acqua minimi, il valore della portata affluente aumenta gradualmente con il diminuire del livello del serbatoio, apportando il proprio contributo al fabbisogno idrico nel momento in cui la portata richiesta dagli utenti sia superiore alla media. Nel caso dei serbatoi di testata, i vantaggi della predisposizione di un sistema di alimentazione sia dall'alto che dal basso si possono conciliare con le differenti richieste di volumi d'acqua che intercorrono nel tempo. L'alimentazione dal basso è presidiata da un by-pass con saracinesca di intercezione, un sistema che rimane aperto solo nei momenti dell'anno di massima richiesta, garantendo in quell'arco temporale il totale ricambio d'acqua nel serbatoio.

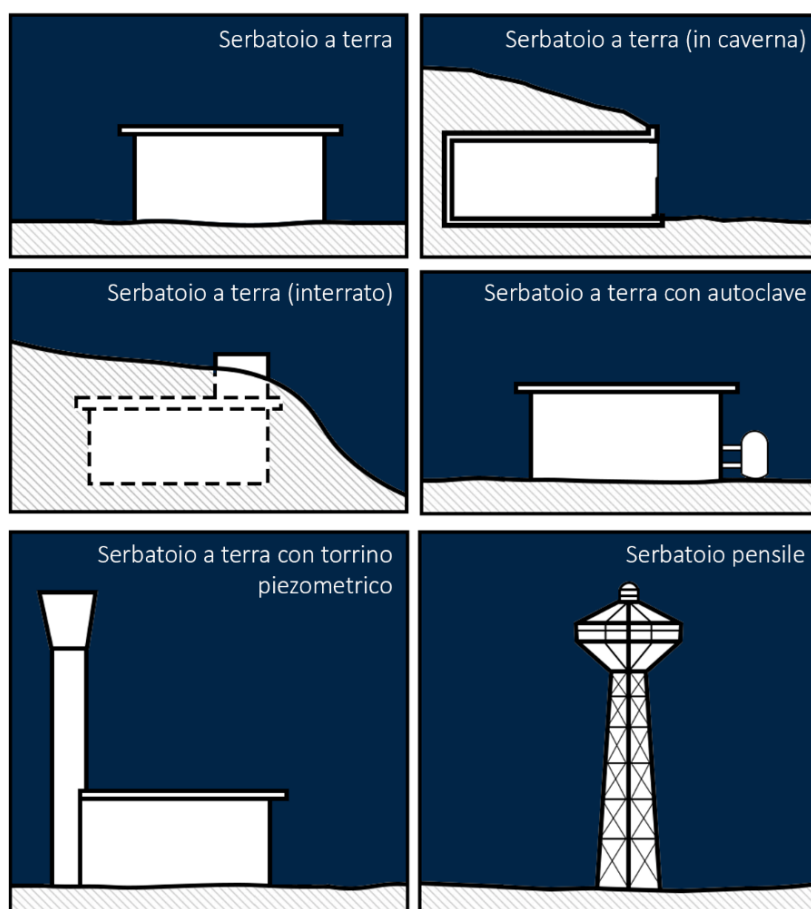
Tutti i serbatoi d'acquedotto, indistintamente dalla tipologia costruttiva, devono soddisfare determinati requisiti e standard, per poter garantire una corretta gestione della rete idrica e mantenere inalterate le proprietà organolettiche dell'acqua al suo interno. Alcune di queste caratteristiche imprescindibili sono la completa impermeabilità, l'uso di materiali certificati e resistenti (che garantiscano durata e protezione da agenti inquinanti esterni), assicurare un ricircolo dell'acqua, essere facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione (ordinaria o straordinaria) e di pulizia, essere dotati di tutti gli strumenti per il comando, misure e controllo.

L'area intorno ai serbatoi deve essere delimitata, per impedirne l'accesso a persone e animali che potrebbero, anche solo involontariamente, introdurre sostanze pericolose e inquinanti.

Oltre alla loro collocazione rispetto alla rete idrica, i serbatoi si possono anche classificare in base alla loro posizione rispetto al livello naturale del terreno. Come si può evincere dal titolo, in questo trattato verrà approfondito nello specifico solo una di queste tipologie (i serbatoi pensili), ma per completezza e chiarezza d'esposizione si forniscono alcune generalità per ciascuna categoria.

I serbatoi per acquedotti possono essere classificati in tre categorie:

- serbatoi a terra;
- serbatoi a terra con torrino piezometrico o autoclave.
- serbatoi pensili (o sopraelevati);



Fonte: "Acquedotti", rielaborazione grafica dell'autrice.

I *serbatoi a terra, in caverna o interrati* sono generalmente realizzati in cemento armato e, più raramente, in cemento semplice. Per una questione economica, la muratura in pietrame, mattoni o mista è una tecnologia ormai caduta in disuso. Questa tipologia di serbatoi poggia direttamente sul terreno con la platea. Per alimentare i centri abitati di montagna o in ambienti collinari, il serbatoio è collocato in posizione dominante rispetto al nucleo costruito, per sfruttare le pendenze e portare l'acqua in tutte le case.

I *serbatoi a terra con vasca pensile o torrino piezometrico o autoclave* sono tendenzialmente realizzati, come i precedenti, in cemento armato. Questa tipologia di costruzione viene adottata per ridurre i costi poiché l'aumento della capacità di riserva, specie per acquedotti importanti, comporterebbe un dispendio economico eccessivo nel momento in cui si deve assicurare la quota adeguata a un volume d'acqua eccessivo. La soluzione a questo problema sta nel collocare un serbatoio a terra di grandi capacità e, in un serbatoio pensile adiacente (la cui capacità può essere anche molto ridotta) pompare l'acqua necessaria.

I *serbatoi pensili* vengono costruiti in cemento armato e in cemento armato precompresso. All'estero, specie se di notevole altezza, sono stati spesso realizzati in acciaio, ma questa tecnologia è stata gradualmente abbandonata per problemi progettuali di difficile risoluzione. L'acciaio, a causa della sua alta conducibilità termica, necessita di onerosi accorgimenti costruttivi per evitare che irradi nel serbatoio il calore generato dalle radiazioni solari. Altra problematica non indifferente è l'elevato costo delle opere di manutenzione.

Questa tipologia di serbatoi è generalmente ubicata in ambienti dalla morfologia pianeggiante, dove il carico necessario per la rete viene ottenuto collocando il serbatoio a una quota opportuna. Quando

l'altezza di queste strutture oltrepassa determinati valori si deve osservare la normativa relativa alla sicurezza della navigazione aerea³².

A differenza delle due tipologie di serbatoio precedentemente descritte, i serbatoi pensili sono costituiti da una sola vasca e per essi non è possibile prevedere alcuna forma di ampliamento successivo.

Esistono varie tipologie e tecniche per la realizzazione di questa tipologia di costruzioni, che per le significative altezze e le grandi capacità richiedono un notevole sforzo progettuale a livello ingegneristico strutturale; in tempi recenti, un altro fattore cui si sta dando sempre maggior importanza è quello estetico, rendendo di fatto i serbatoi pensili una vera sfida progettuale.

La struttura di sostegno ed elevazione dei serbatoi pensili è generalmente costituita da un reticolato di pilastri di sostegno (tra i sei e gli otto), messi in opera con una lieve inclinazione verso l'esterno a formare una base con un diametro maggiore rispetto alla parte superiore, per agevolare la distribuzione dei carichi alle strutture di fondazione e offrire maggior stabilità. In alternativa, la struttura è formata da un unico volume di forma cilindrica o troncoconica a sezione circolare cava. La sezione cilindrica è da escludere per strutture con altezze maggiori di 15–20 m. All'interno di questa cavità vengono collocate le scale per raggiungere il fondo della vasca e, con un opportuno collegamento esterno lungo le pareti del serbatoio, creare un accesso in cima a questo. Nel caso di struttura con pilastri, questi sono collegati alla sommità da una trave anulare a sezione rettangolare, che si ripete anche ad altezze intermedie per strutture oltre i 10 m di altezza con funzione controventante. Sull'anello di collegamento alla

³² La normativa in vigore impone di osservare rigide regole per garantire la sicurezza in volo per gli aerei in condizione di navigazione a bassa quota. Essa distingue gli ostacoli per tipologia e, i serbatoi pensili, rientrano nella categoria degli "ostacoli verticali". Altra distinzione che viene fatta è quella per la collocazione dell'ostacolo, che può essere all'interno o all'esterno di un centro abitato; in quest'ultimo caso, essendo punti meno illuminati, si evidenzia una maggior difficoltà dell'avvistamento di ostacoli in volo. In base a queste caratteristiche più il fattore altezza, si delinea una serie di accorgimenti progettuali che impongono una adeguata illuminazione dei manufatti edilizi. Nel caso degli ostacoli verticali il tipo di segnaletica richiesta è, in fascia diurna, la verniciatura in bianco e arancione a strisce e a scacchi del terzo superiore dell'ostacolo; in fascia notturna, luce fissa di colore rosso sulla estremità superiore e ai livelli intermedi. Per altezze maggiori di 150 m è richiesto anche il collocamento di un faro a luce rossa intermittente. Tutti questi accorgimenti influenzano l'aspetto finale dei manufatti edilizi ma sono strettamente necessari per la pubblica sicurezza.

sommità dei pilastri viene collocato il fondo della vasca del serbatoio, che in genere ha forma troncoconica o di cupola sferica ribassata, con concavità verso l'alto o verso il basso.

Alcuni serbatoi sopraelevati sono costituiti da una vasca cilindrica sostenuta da una torre, anch'essa cilindrica e con diametro della stessa dimensione della vasca. Questa tipologia viene denominata "a torre" e, per quanto raggiungano dei buoni risultati a livello estetico non risultano particolarmente funzionali, specie per vasche di grandi portate.

Nei serbatoi sopraelevati le radiazioni solari dirette possono rappresentare un problema, specie se si considera il fatto che, date le loro dimensioni, è difficile se non impossibile collocare queste strutture in punti ombreggiati. A livello tecnologico, la risposta progettuale consiste nel realizzare una parete in muratura intorno a quella della vasca, lasciando un'intercapedine tra le due che può essere riempito con materiale isolante. La copertura può essere coibentata con le stesse modalità delle pareti del serbatoio oppure mediante l'inserimento di un rivestimento esterno.

2.4 Casi studio

Nel corso del Novecento, per alcuni progettisti italiani il fattore estetico è diventato un elemento sempre più imprescindibile nella progettazione, anche per questo tipo di strutture [i serbatoi pensili] la cui costruzione è legata a un fattore prettamente funzionale.

Si riportano di seguito alcuni casi degni di nota sotto questo profilo, mettendo poi a confronto alcune fra le componenti più interessanti e particolari di questi casi studio.

Serbatoio pensile di Monte Porzio Catone



Figura 2.1 – Serbatoio pensile di Monte Porzio Catone.

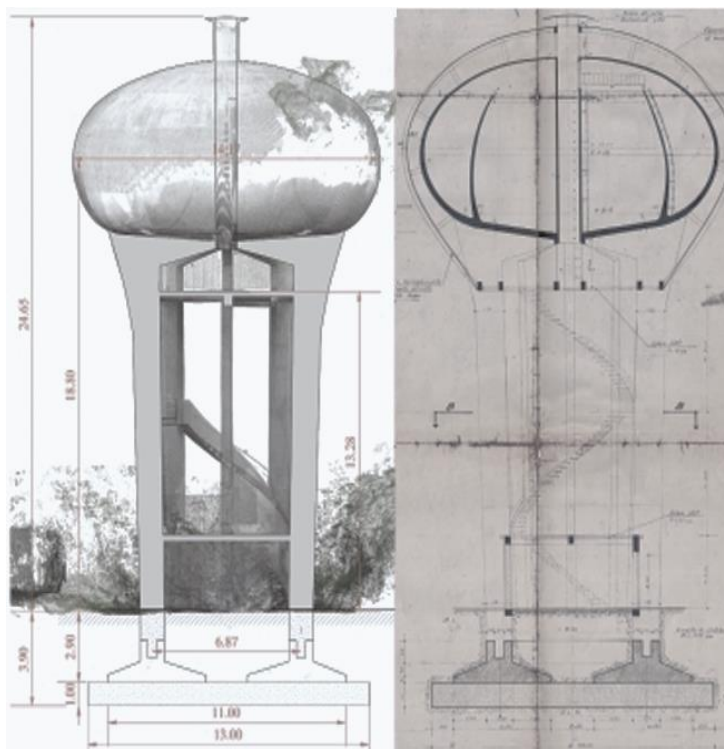


Figura 2.2 – Schema geometrico del serbatoio di Monte Porzio Catone.

Progettista: Studio dell'Ingegnere Riccardo Morandi

Ubicazione: Monte Porzio Catone (Roma)

Committente: Consorzio Acquedotto Doganella, Comune di Colonna

Portata volumica: 650 mc

Anno di costruzione: 1953 – 1956

Il Serbatoio di Monte Porzio Catone è un'opera realizzata in cemento armato gettato in opera. La struttura principale è costituita da otto pilastri, disposti radialmente lungo una circonferenza avente 7,6 m di diametro. Il coronamento della struttura è un guscio, sempre in cemento armato, di forma ellittica, il quale al suo interno ospita due vasche separate da una calotta interna. Le vasche sono ispezionabili da due botole poste nella parte superiore del serbatoio, raggiungibile da un sistema a scale elicoidali poste nella circonferenza circoscritta dai pilastri.

L'opera è stata studiata e realizzata nell'ambito di un intervento ad ampia scala voluto dal Consorzio Acquedotto Doganella, che include nei comuni di Colonna e Zagarolo altri due serbatoi, esteticamente molto simili a quello di Monte Porzio Catone.

Torre piezometrica dell'EUR

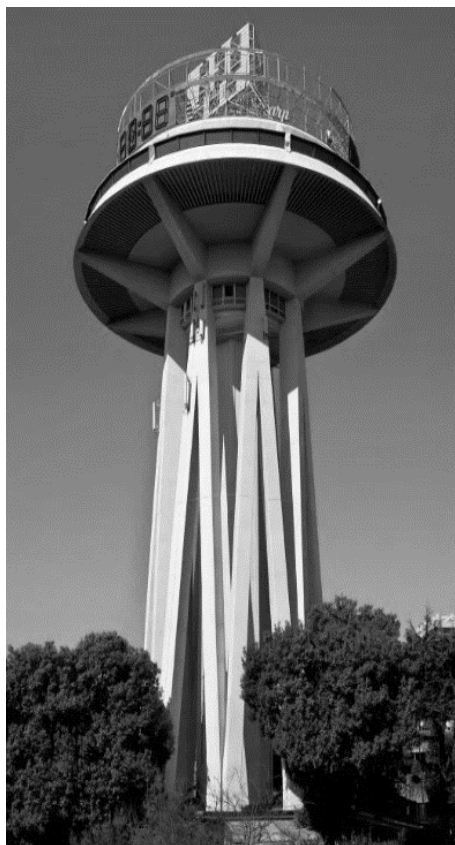


Figura 2.3 – Torre piezometrica dell'EUR.



Figura 2.4 – Torre piezometrica dell'EUR in fase di costruzione.

Progettisti: Arch. Aldo Capozza, Arch. Sergio Martinelli, Ing. Roberto Colosimo, Ing. Sergio Varisco.

Ubicazione: Roma (quartiere EUR)

Committente: Azienda idrica Acea Acqua, Comune di Roma

Portata volumica: 2500 mc

Anno di costruzione: 1957 – 1958

Il Serbatoio pensile dell'EUR, soprannominato anche “il fungo”, è una struttura in cemento armato costruita durante la preparazione ai giochi olimpici che si sono tenuti nella capitale nel 1960.

Alto 53 m e con un diametro nella sommità di 34 m, il serbatoio è ancora in funzione e rifornisce la rete antincendio e quella di irrigazione, fra cui anche le maestose fontane del quartiere. In cima alla costruzione è collocato un belvedere vetrato, che nel 1961, su volere del tenore di fama mondiale Mario Del Monaco, fu realizzato un ristorante di lusso progettato dall'Arch. Monardo.

Dopo l'entrata in vigore del Nuovo Piano Regolatore Edilizio nel 2008, l'opera viene segnalata dalla Sovrintendenza Capitolina come edificio di valore storico architettonico.

Serbatoio pensile dello stabilimento FIAT Mirafiori



Figura 2.5 -Serbatoio pensile del complesso FIAT a Mirafiori.

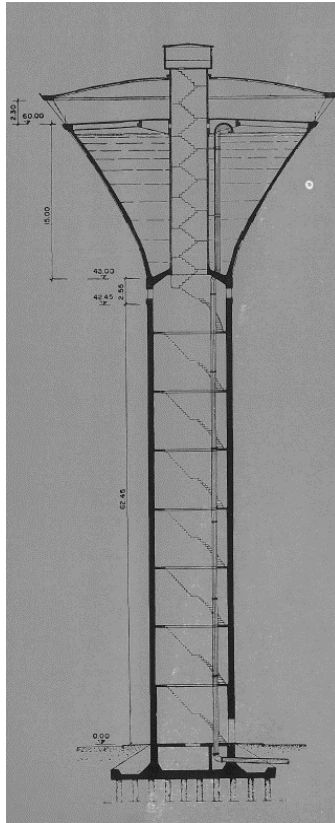


Figura 2.6 -Disegno progettuale del serbatoio FIAT a Mirafiori.

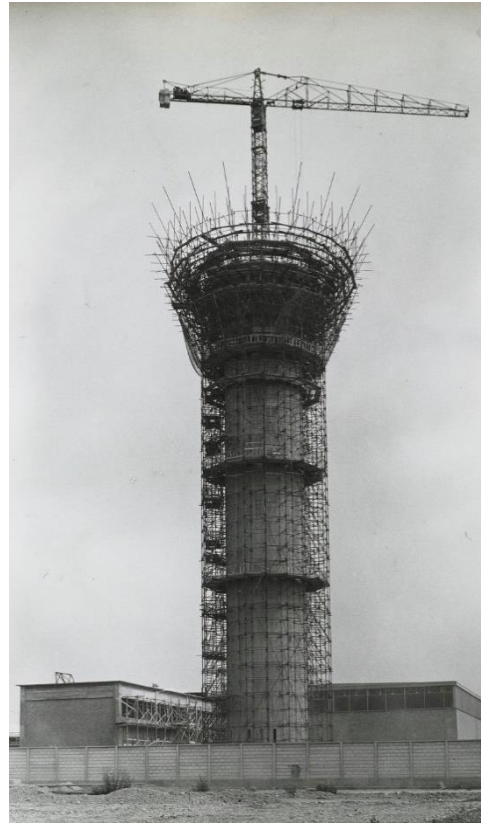


Figura 2.7 -Il serbatoio pensile in fase di costruzione.

Progettista: Pier Luigi Nervi

Ubicazione: Torino (quartiere Mirafiori)

Committente: Casa automobilistica Fiat

Portata volumica: 2000 mc

Anno di costruzione: 1961 - 1962

Il Serbatoio dello stabilimento FIAT Mirafiori, progettato dall'Ingegnere Nervi e realizzato sotto la sua stessa direzione, è un'opera di grande importanza per la fabbrica.

Con i suoi 63 m di altezza (45 m di fusto e 3,5 m di belvedere), l'opera spicca nello *skyline* del quartiere ed è diventata simbolo del luogo in cui si trova. Il serbatoio, a con fusto cilindrico in blocchi prefabbricati in ferrocemento e cemento armato, è dotato di ascensore e terrazza panoramica. Si evidenziano, nella parte superiore dell'opera, una maglia geometrica regolare lungo tutta la superficie del serbatoio; questa, oltre ad essere frutto del sistema costruttivo adoperato, conferisce anche pregio e qualità estetica ad un classico "serbatoio a fungo".

Serbatoio pensile di Castelvetro

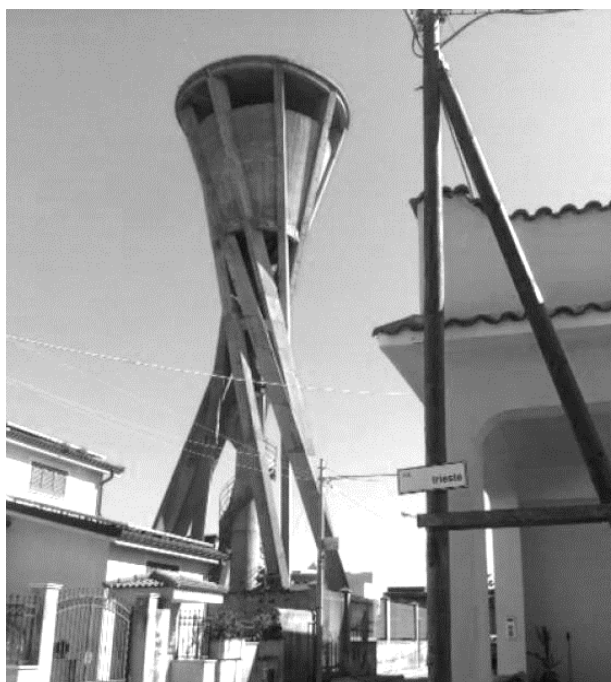


Figura 2.8 – Serbatoio pensile di Castelvetro.

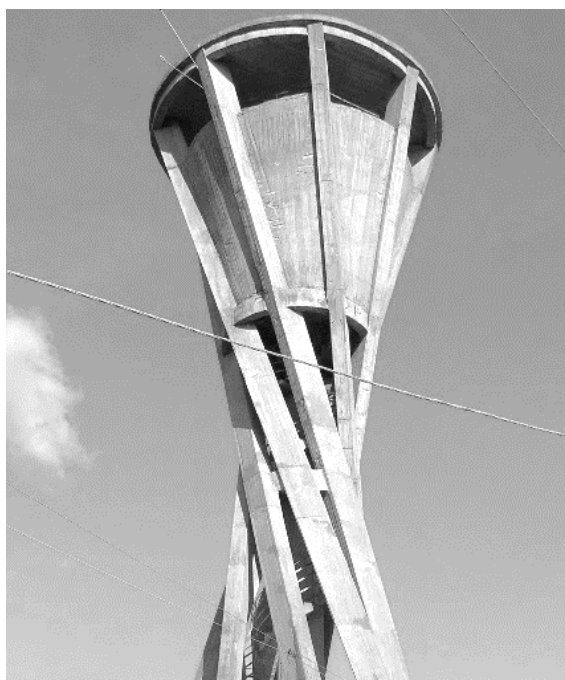


Figura 2.9 – Serbatoio pensile di Castelvetro, dettaglio.

Progettista: Dattolo Ferreri

Ubicazione: Castelvetro (contrada Giallonghi)

Committente: Comune di Castelvetro

Portata volumica: 1100 mc

Anno di costruzione: 1982

Il serbatoio pensile di Castelvetro costituisce il fulcro della rete di distribuzione dell'acqua potabile in contrada Giallonghi. Situato nelle immediate vicinanze dell'acquedotto comunale, il serbatoio è fondamentale al servizio idrico della città poiché sopprime la pressione mancante delle vasche di accumulo interrate.

L'opera è stata progettata nel 1973 dall'Ingegnere Dattolo Ferreri e realizzata nel 1982 sotto la direzione dell'Ingegnere Gabriele Gucciardo. La struttura, alta 27 metri, è costruita interamente in cemento armato, con un pilastro centrale a sezione circolare vuota, lungo il quale corre la scala elicoidale che porta in cima al serbatoio, e otto pilastri perimetrali inclinati, che proseguono lungo le facciate della vasca di accumulo fino alla cima. Sopra la vasca di accumulo è collocato un punto panoramico, non aperto al pubblico.

L'opera è particolarmente interessante per via della torsione che i pilastri compiono intorno al baricentro della struttura, che conferiscono snellezza all'insieme.

Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche

	Stato di esercizio		Materiale		Ascensore		Punto panoramico		Aree bar e ristoro	
	Attivo	Fuori uso	Cemento armato	Elementi prefabbricati	Si	No	Si	No	Si	No
Serbatoio pensile di Monte Porzio Catone	X		X			X		X		X
Torre piezometrica dell'EUR	X		X		X		X		X	
Serbatoio Fiat Mirafiori		X		X	X		X			X
Serbatoio pensile di Castelvetrano	X		X			X	X			X

Elaborazione grafica dell'autrice - tabella riassuntiva dei casi studio presentati.

Capitolo 3

Il serbatoio pensile dello stabilimento Lancia di Chivasso (Torino)

3.1 Vincenzo Lancia e la fondazione della sua casa automobilistica



Figura 3.1 – Vincenzo Lancia.

Nato da una facoltosa famiglia di industriali attivi nel settore della conservazione alimentare, Vincenzo Lancia³³ è un giovane estroverso ed esuberante, che mostra da subito un grandissimo interesse per i motori e il settore automobilistico.

Terzo figlio di Giuseppe e Marianna Orgiazzi, originari del vercellese, il giovane e determinato Vincenzo Lancia, grazie anche alla solida condizione economica garantitagli dalla famiglia, trascorre molte ore nel piccolo laboratorio dei fratelli Ceirano, ubicato nel cortile della ricca residenza torinese dei Lancia in Corso Vittorio Emanuele 9; i fratelli Ceirano si dedicano prima alla riparazione di biciclette e, in un secondo momento, a quelle di automobili. Il tempo trascorso all'interno del laboratorio gli fecero acquisire molta esperienza, diventando un abilissimo meccanico.

La passione del giovane *Censin*³⁴ è talmente evidente che il padre cede alle richieste del figlio e gli concede di dedicarsi a tempo pieno alla nascente piccola ditta, a condizione di essere un impiegato e non un semplice meccanico, una posizione più consona al suo ceto sociale.

Nel 1898, i fratelli Ceirano riescono a trovare alcuni finanziatori e iniziano a produrre, in collaborazione con l'Ingegnere meccanico Aristide Faccioli³⁵, una loro prima automobile, la *Welleyes*, che ha da

³³ Fobello, 24 agosto 1881 – Torino, 15 febbraio 1937.

³⁴ Vezzeggiativo piemontese del nome Vincenzo.

³⁵ Bologna, 1848 – Torino, 28 gennaio 1920.

subito avuto un inaspettato successo. Gli ordini sono numerosissimi, provenienti da tutta Europa, e lo scalpore di tale invenzione è tale da attirare perfino l'attenzione di Giovanni Agnelli, il quale compra gli impianti e tutti i brevetti.

Il periodo trascorso nell'officina Fratelli Ceirano a fianco dell'Ingegnere Faccioli è stato di vitale importanza nella formazione di Lancia, poiché da esso apprende i fondamenti delle costruzioni automobilistiche e una buona sensibilità e approccio al cliente, in un periodo in cui l'affidabilità dei mezzi meccanici era fortemente messa in discussione.

Nel 1900 la Ceirano passa alla Fiat, una realtà lavorativa superiore a livello tecnico e organizzativo; Lancia, non ancora ventenne, viene assunto alla Fiat come collaudatore e, in breve, conquista un posto nella squadra corse.

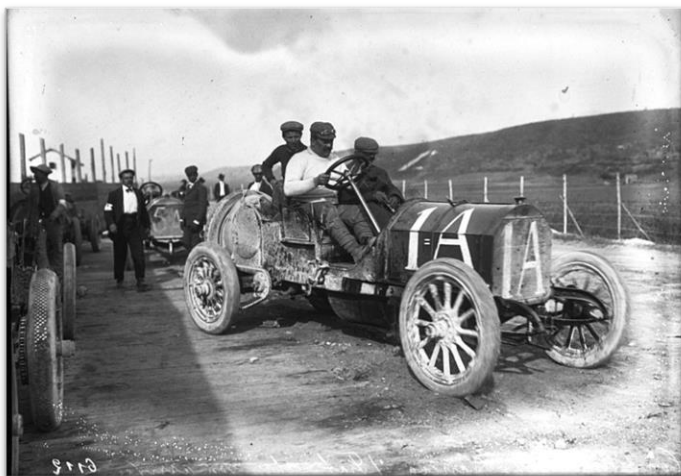


Figura 3.2 – Vincenzo Lancia nella gara Targa Florio, 18 maggio 1908.

Nel corso di quegli anni, Lancia si fa conoscere come pilota a livello nazionale e internazionale; a soli ventiquattro anni, ancor prima di affermarsi come industriale, diventa una figura di spicco dell'automobilismo e volto della Fiat nel settore gare.

Grazie alla solidità economica, alle competenze e la notorietà che ha conquistato in quegli anni, sul finire del 1906 Vincenzo Lancia insieme al collega collaudatore e amico Claudio Fogolin abbandonano la società

Fiat, per dare l'avvio di una propria fabbrica d'automobili specializzata nella produzione di piccole vetture da città. Nasce così a Torino il 29 novembre 1906 la Lancia & C., società in nome collettivo con un capitale di soli centomila lire, costituito a metà fra i due soci.

3.2 Le sedi della produzione industriale dagli esordi al successo internazionale

La prima sede della neonata società Lancia & C. è stata uno stabile all'incrocio di via Ormea con via Donizetti, preso in affitto dai due soci dopo che un'altra casa automobilistica (L'Itala) l'aveva abbandonato nel giugno 1906.

Lancia e Fregolin avviano l'avventura imprenditoriale in un periodo storico molto difficile per il settore automobilistico poiché, di lì a poco, si sviluppa una crisi economica senza precedenti con epicentro nel cuore del capitalismo mondiale, gli Stati Uniti. In Italia, come nel resto del mondo, la domanda di automobili subisce un drastico crollo, poiché queste sono considerate beni di lusso e non di prima necessità.

Alle difficoltà per il lancio della Lancia & C. date dalla crisi economica si sommano anche quelle derivate da uno sfortunato incidente: un incendio che si è propagato nello stabile della società distrugge disegni, modelli di fonderia e danneggia gravemente macchinari e numerose parti in lavorazione.

La solidità tecnico-organizzativa dei due soci permette una buona ripresa della società, che nei prime due anni dall'avvio ha trovato molte difficoltà. Nel 1907 il primo *châssis* dell'azienda viene prodotto e, l'anno successivo, presentato al Salone di Torino come 12HP. Forte dei successi ottenuti nelle corse, Lancia si presenta da subito sullo scenario internazionale, iniziando dall'Inghilterra e dagli Stati Uniti, accompagnando le sue vetture con una *brochure* che recita *Built by the Man Who Knows*. Dopo il 1907, dopo un primo periodo di difficoltà e assestamento, la Lancia & C. è, per la prima volta dalla sua fondazione, in crescita. Nel periodo immediatamente successivo viene affittato un altro locale per la messa a punto e il collaudo, confinando tutta l'attività

produttiva della società nell'isolato compreso tra le vie Donizetti, Ormea, Petrarca e Pietro Giuria.



Figura 3.3 – Stabilimento Lancia di Borgo San Paolo.

Nel 1911 la crisi economica e le difficoltà nell'avvio di Lancia & C. sono definitivamente sorpassate e il settore metalmeccanico si afferma come nucleo forte dell'economia cittadina.

Il 14 gennaio dello stesso anno, l'azienda di Lancia trasferisce la sua attività dal centro alla periferia sud-ovest della città, in via Monginevro, quartiere Borgo San Paolo. In quegli anni la zona, ancora campagna libera, ha subito un rapido mutamento poiché l'area è inclusa nel Piano di ampliamento della città ma è ancora collocata oltre i confini della cinta daziaria. La decisione della Lancia & C. di stabilirsi nella zona di Borgo San Paolo è certamente dettata da questi favori, ma anche dalla possibilità di occupare l'ex stabilimento della Fides-Brasier, azienda che ha dichiarato il fallimento; l'azienda ha costruito il fabbricato pochi anni prima e lo ha dotato di un buon patrimonio tecnico, interamente ereditato poi dalla società di Vincenzo Lancia.

Tale trasferimento segna l'inizio di una nuova fase per l'azienda: lasciando i locali in affitto in via Ormea, Lancia & C. viene spostata in una nuova sede, di proprietà dei due soci. In questa nuova ubicazione, la Lancia si afferma come impresa a pieni titoli e, nella memoria collettiva dei torinesi, il suo nome è correlato da un peculiare rapporto

con quel tessuto urbano, che immediatamente associa il nome Lancia a Borgo San Paolo.

Per lungo tempo la Lancia concentra l'essenziale del suo apparato produttivo a Torino, grazie soprattutto dalla possibilità di una graduale espansione della fabbrica nelle zone limitrofe: precedentemente al primo conflitto mondiale, la Lancia possiede 69 088 m² di terreno che al momento della sua liquidazione saranno diventati 187 024 m².

Le consociate e la fitta rete delle filiali di vendita rappresentano un primo tentativo di espansione delle sedi Lancia oltre i confini del borgo, ma soltanto negli anni '30, con l'apertura dello stabilimento di Bolzano e il rilevamento delle fonderie di Cismon del Grappo, la Lancia farà la prima uscita significativa dai confini urbani, cui seguiranno negli anni Quaranta l'acquisizione della Sabif di Grugliasco e la costruzione dello stabilimento Lancia di Chivasso (TO) negli anni Sessanta del Novecento.

L'avvio della costruzione dello stabilimento di Chivasso coincide con il progetto di riorganizzazione e specializzazione produttiva voluto dal presidente della Lancia, Carlo Pesenti, e l'amministratore delegato Eraldo Fidanza, i quali decidono di concentrare a Bolzano l'intera produzione di veicoli industriali mentre a Chivasso quella di vetture di grossa cilindrata. Il processo di ristrutturazione si rende necessario per affrontare una situazione di arretratezza tecnica e scarsa organizzazione, cui è necessario ovviare nel minor tempo possibile per aumentare in maniera consistente il potenziale di produttività della società.

3.3 Lo stabilimento di Chivasso (Torino)

Il processo di ristrutturazione avviato dai due amministratori porta al decentramento delle attività produttive dalla storica sede di Borgo San Paolo.

L'area designata per la nuova sede produttiva è situata nel comune di Chivasso, distante circa 20 Km a nord di Torino. La scelta è dettata da due motivi: il primo, dovuto ad una riorganizzazione della città a livello urbanistico, che ha determinato il trasferimento delle attività industriali

fuori dal centro abitato; in secondo luogo, la sua posizione risulta essere particolarmente strategica da un punto di vista logistico.

A partire dagli anni Cinquanta, la zona inizia ad essere un polo insediativo molto interessante per gli industriali, grazie alla sua collocazione nei pressi delle principali arterie di comunicazioni stradali per Aosta, Casale ed Asti; di particolare pregio è soprattutto l'asse autostradale (oggi rinominata A4) e ferroviario della Torino-Milano.

Nel periodico Lancia viene decantata la posizione strategica in cui lo stabilimento viene collocato: *“È difficile che l'attenzione di chi percorre, a qualunque ora del giorno e della notte, l'autostrada Torino – Milano non venga richiamata dalla mole dello Stabilimento Lancia di Chivasso, che sta ormai delineandosi in tutti i suoi elementi³⁶”*.



Figura 3.4 – Il nuovo Stabilimento Lancia nel contesto della Città di Chivasso.

³⁶ “Periodico Lancia”, Autunno-inverno 1960, n°3, pag. 2.

“Scegliemmo Chivasso, per la sua felice posizione geografica, perché gravitante verso Torino cui la collegano pochi minuti di autostrada o di ferrovia, perché già operoso centro industriale³⁷”.

In questo processo di ricollocamento delle attività produttive dalla città alle periferie, i comuni interessati svolgono un ruolo fondamentale poiché agiscono direttamente per incentivare la tendenza in atto: essi, molto spesso, offrono terreni a basso prezzo, si assumono l'onere di creare infrastrutture, praticano esenzioni fiscali e in alcuni casi anticipano anche dei capitali.

Per la costruzione dello stabilimento della Lancia a Chivasso, il contributo da parte dell'amministrazione locale è stato determinante. Nel 1960 il Comune anticipa 400 milioni di lire per l'avvio dei lavori di costruzione, che iniziano nel 1959 e si concludono nei primi mesi del 1962.

Lo stabilimento di Chivasso, rispetto alle precedenti sedi, è libero da ogni vincolo causato da edifici e impianti preesistenti, riuscendo quindi ad applicare in maniera chiara e inequivocabile il sistema del “fordismo” basata sull'uso di tecnologie e della catena di montaggio³⁸.

Nel primo periodico di informazione pubblicato da Lancia nella primavera del 1960, l'allora amministratore delegato Eraldo Fidanza, in carica già da due anni, si esprime in merito alla costruzione del nuovo stabilimento a Chivasso:

“Sono trascorsi quasi tre anni da quella rigida mattina di dicembre in cui ebbi l'onore di pregare il ministro Giuseppe Pella di murare nella prima pietra del nuovo stabilimento Lancia di Chivasso la pergamena a ricordo dell'avvenimento. [...] Abbiamo coronato, il 20 dicembre 1959, un voto lungamente meditato e sentito nella

³⁷ Eraldo Fidanza nel Periodico Lancia, Primavera 1960, n°1, pag. 4.

³⁸ Con la parola “fordismo” si indica uno specifico sistema di organizzazione delle lavorazioni industriali, messo in atto dall'imprenditore americano Henry Ford (Dearborn, 30 luglio 1863 – Detroit, 7 aprile 1947) a partire dal 1913. Basato sui principi del taylorismo, Ford adattò il sistema nella sua casa automobilistica, per accrescere l'efficienza produttiva attraverso una meticolosa pianificazione delle singole operazioni di produzione e montaggio dei singoli elementi.

nostra grande famiglia, quello di dare inizio a quel rinnovamento e potenziamento di impianti che il soffocante sviluppo urbanistico di Torino ci avrebbe impedito di realizzare attorno al vecchio nucleo della fabbrica, e che peraltro le obiettive esigenze produttive e commerciali determinate dagli sviluppi economici europei, rendeva ormai indifferibile. [...] Oggi la comune volontà, le comuni energie sono tese ad affrettare i tempi per arrivare il più sollecitamente possibile ad un altro giorno solenne: quello dell'inaugurazione del nuovo stabilimento, pronto a riempire di lieti echi metallici la tersa aria dei campi, tra la collina e il dolce Canavese, Ehi cuore del vecchio laborioso Piemonte.³⁹”

Lo stabilimento, progettato dall'architetto Costantino Costantini e dagli ingegneri Giovanni Corona e Silvano Zorzi⁴⁰, sorge su un'area di 1 120 000 m² e viene concepito secondo le tecniche più avanzate.



Figura 3.5 – Veduta aerea dello Stabilimento Lancia, 1970 ca.
A estrema destra, il serbatoio pensile che troneggia sull'intero complesso e un tratto autostradale della Torino – Milano.

³⁹ “Periodico Lancia”, Primavera 1960, n°1, pag. 4.

⁴⁰ Cfr. Paragrafo 3.3.1 Il serbatoio pensile.

Al suo interno vi sono i reparti di presse a freddo, formazione scocca, verniciatura, montaggio e finizione. Le diverse sezioni della produzione trovano sede in tre capannoni a struttura metallica, la cui lunghezza è di 448 m e 72 m di larghezza. Al loro interno, i reparti di presse a freddo, formazione scocca, verniciatura, montaggio e finizione. Esternamente, è stata costruita una pista di prova delle vetture, lunga 3,7 Km circa e studiata con tutte le pavimentazioni e pendenze necessarie ai collaudi.

3.3.1 Il serbatoio pensile

“Su tutto lo stabilimento troneggia la snella sagoma di un traliccio che vagamente assomiglia a una rampa di lancio per missili, mentre non è altro che la base dell'enorme serbatoio dell'acqua⁴¹”.

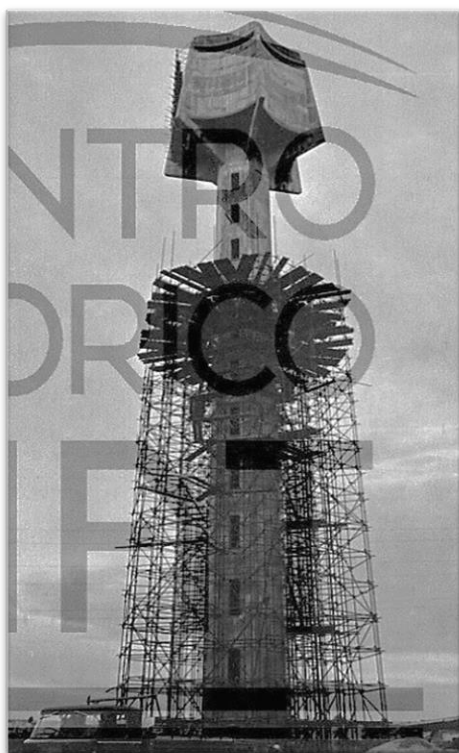


Figura 3.6 – Il Serbatoio pensile a Chivasso (TO).

Il serbatoio pensile dello Stabilimento Lancia di Chivasso è una struttura alta 67 m, progettata dall'Ingegnere Silvano Zorzi e realizzata a nord dell'intero complesso, nelle immediate vicinanze del raccordo autostradale Torino – Milano e della linea ferroviaria. L'opera, progettata tra il 1961 e il 1962, è costruita in cemento armato e risalta notevolmente nel contesto in cui è inserita per la sua forma e struttura, indice di una qualità progettuale più ricercata e attenta; il serbatoio, composto da un fusto a base esagonale, è costituito da un vaso sagomato a sei facce

⁴¹ “Periodico Lancia”, Inverno 1961, n°6, pag. 11.

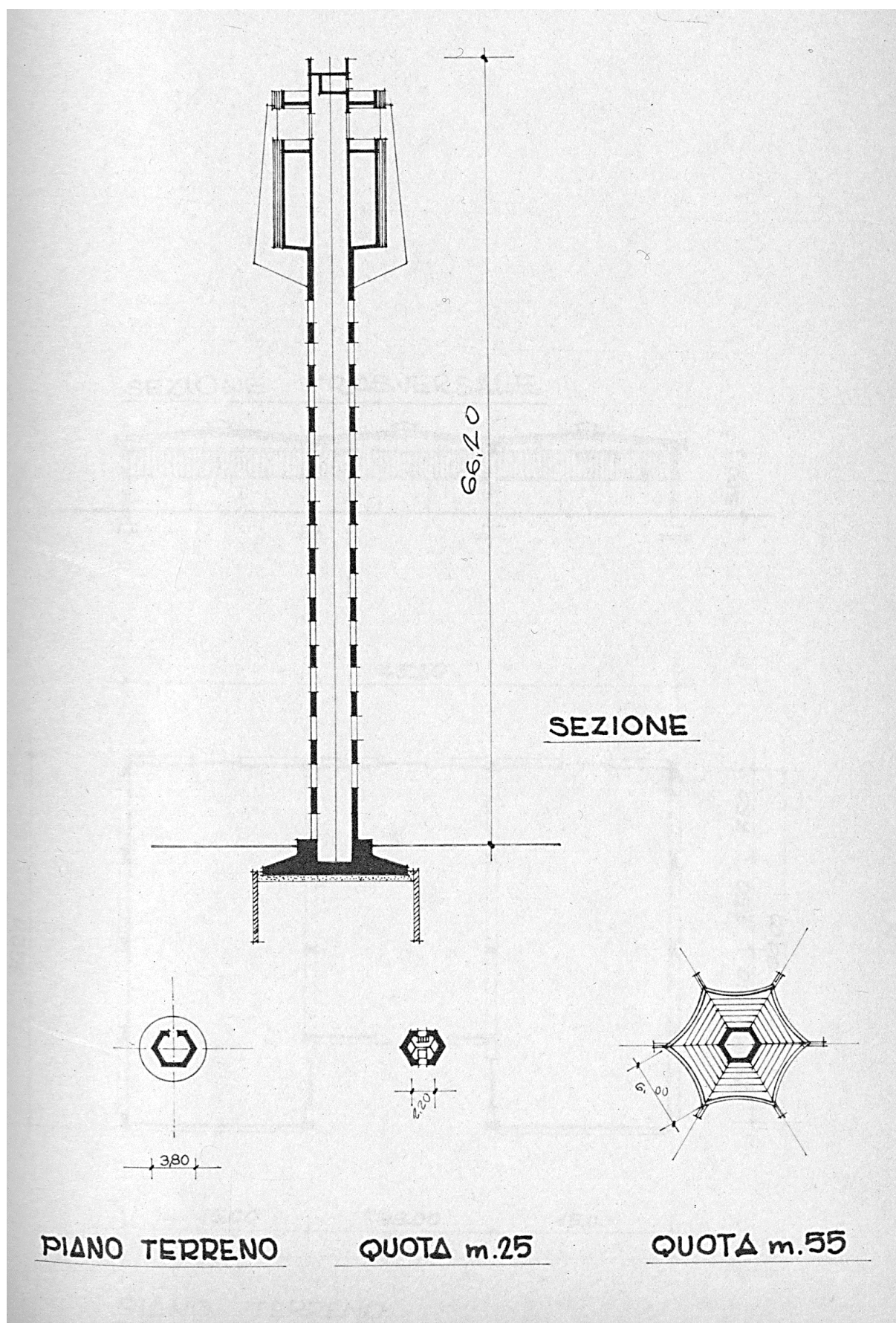


Figura 3.7 – Disegno dell'Impianto generale redatto dall'Ingegnere Silvano Zorzi.

concave, coronato da un interessante punto di osservazione raggiungibile tramite ascensore.

All'interno del Servizio Centrale Catasto Immobiliare del Gruppo FIAT è possibile ritrovare alcune informazioni riassuntive circa i caratteri generali del serbatoio, quali il materiale in cui è realizzato (cemento armato) e le dimensioni di superfici e volume complessivo.

SERVIZIO CENTRALE CATASTO IMMOBILIARE GRUPPO FIAT			ELENCO DESCRITTIVO DEI FABBRICATI		
Immobile di proprietà: SOC. LANCIA Adibito ad uso: industriale Località: CHIVASSO - S.S. n° 26-			Aggiornato al 1-1-1974		
ORDINAZIONE	PROVENIENZA	DESTINAZIONE	DESCRIZIONE	SUPERFICI ESTERNA INTERNA	VOLUME
01 Zona Dires. Serafino alla SS26	Costruz. Lancia	Deposito e 1800 Lastre d'armatura	Costr. in ferro e c.a. + 16 ft. grancroci senza a 26 ft. tetto a s'onda	36.000	39.804
02 Ad Est di 01	"	"	Costr. in ferro + p.f.t.	830	830
03 Ad Nord di 01-04	"	"	Costr. in ferro e c.a. + 16 ft. grancroci senza a 26 ft. tetto a s'onda	10.100	13.874
04 Ad Est di 03	"	"	Costr. in ferro e c.a. + 16 ft. grancroci senza a 26 ft. tetto a s'onda	36.000	35.004
05 Ad Sud di 04-06	"	"	Costr. in c.a. a 3 p.f.t. tetto a s'onda	40.000	114.350
06 Tra 01 e 04	"	"	Costr. in c.a. e muratura 2 p.f.t. tetto piano (pavimento destinati a uso di ferro e cemento)	11.983	18.808
07 Zona Nord-Ovest par- tiale all'autostrada	"	"	Costr. in c.a. e muratura 1 p.f.t. tetto piano	175	175
08 Ad Nord di 03	"	"	Costr. in c.a. e muratura destinate a uso di ferro e cemento	430	944
09 Ad Nord di 02	"	"	Costr. in c.a.	70	70
10 Ad Est di 03	"	"	Costr. in c.a. e muratura e ferro di ferro e c.a.	1.365	1.365

Figura 3.8 – Catasto Immobiliare del Gruppo FIAT.

Per la costruzione del progetto di Zorzi sono intervenute in corso d'opera numerose problematiche, che hanno ritardato la consegna dell'opera da parte della ditta appaltatrice, l'impresa Angelo Farsura. La consegna è originariamente prevista per il 15 ottobre 1961, ma avviene soltanto l'8 ottobre 1962, cumulando quindi un ritardo di 358 giorni.

A parziale giustificazione di tale ritardo, l'impresa porta in causa richieste di proroga ufficiali, una sospensione invernale dei lavori e una interferenza fra montaggio dell'ascensore (eseguito dalla Società SABIEM) e montaggio delle tubazioni, argomentazioni che però non risultano totalmente corrette e utili a giustificare tale ritardo nella consegna, come dimostrato dalla relazione che accompagna il Certificato di Collaudo redatto nel 1965 Franco Lev, ingegnere e professore ordinario di Scienze delle Costruzioni presso il Politecnico di Torino.

Alla data indicata, per esplicita dichiarazione dell'impresa, il serbatoio non risponde neppure ai requisiti stabiliti nel contratto,

poiché questo presenta delle gravi disfunzionalità che ne determinano un funzionamento parziale (può essere riempito solo in parte, ad un'altezza massima di 4 m dal fondo).

Nel periodo ottobre 1962 - settembre 1964 l'impresa si impegna a studiare degli accorgimenti atti a risolvere i problemi che sono insorti durante la costruzione e garantire un corretto funzionamento del serbatoio a pieno regime. Dopo varie esitazioni, la ditta propone una soluzione di ripiego che consiste nella costruzione di un involucro metallico indipendente, inserito all'interno del guscio in cemento armato già esistente. Tale serbatoio metallico ha le seguenti dimensioni: altezza media 8,5 m, diametro interno 8,68 m, diametro fusto centrale 3,6 m circa, dove risulta un volume utile residuo pari a circa 420 mc. Il volume utile del serbatoio originario era di 540 mc, quindi si determina una perdita di volume di 120 mc, che corrisponde al 22% del volume d'invaso iniziale.

Nel certificato di collaudo del serbatoio, viene messo agli atti che *“il cospicuo ritardo intervenuto nella consegna dei lavori e nell'espletamento delle riparazioni successivamente effettuate per mettere il serbatoio in grado di funzionare regolarmente, come pure le sostanziali modifiche funzionali che tali riparazioni comportano, influiscono in misura gravosissima sulla liquidazione contabile”*.

Dati i problemi riscontrati in corso d'opera e i disagi creati alla società Lancia, questa avanza una richiesta di danni relativa al periodo 8 ottobre 1962 - 8 settembre 1964 per un ammontare di 5 000 000 lire, cifra basata su una stima dei costi dell'energia sostenuti per mantenere in pressione l'impianto idrico nelle ore di arresto dello stabilimento e gli oneri supplementari di manutenzione derivanti dall'adozione di un serbatoio metallico. Seppur la stima dei danni sia sovrastimata secondo il collaudatore, tenendo anche conto degli aspetti sopracitati oltre che dell'usura meccanica dell'impianto di pompaggio, egli ritiene equo valutare forfettariamente l'ammontare dei danni a 3 000 000 di lire, che la ditta Angelo Farsura è tenuta a versare alla Lancia & C.



Figura 3.9 - Uno dei corpi di fabbrica in costruzione. Si evidenzia l'orditura metallica e il rivestimento in facciata, realizzato con pannelli prefabbricati.



Figura 3.10 – I capannoni principali ad orditura metallica in fase di costruzione. Si evidenzia la copertura a shed, tipica dei capannoni industriali per garantire una buona illuminazione naturale.



Figura 3.11 – Vista aerea dei tre capannoni principali del complesso. Ciascuno di esso raggiunge una lunghezza massima di 448 m e 72 m di larghezza.



*Figura 3.12 – Reparto verniciature.
In questa foto si può notare il sistema del
fordismo messo in applicazione.*



*Figura 3.13 – Il serbatoio pensile.
Nelle vicinanze, la cabina elettrica ad alta
tensione in fase di costruzione.*



*Figura 3.14 – Lancia Beta HP Executive 2.0,
fotografata sullo sfondo del serbatoio pensile, sul
quale è applicata una insegna recante il nome della
società Lancia.*



Figura 3.15 – Vista dell'opera di Silvano Zorzi. Il serbatoio pensile è in fase di ultimazione.

Silvano Zorzi (Padova, 2 luglio 1921 – Milano, 13 marzo 1994)

Silvano Zorzi, insieme ai sopracitati Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi e Sergio Musmeci⁴², è uno dei protagonisti nell'ambito della progettazione edilizia del Novecento in Italia. Nel corso della sua carriera, Zorzi si afferma come esperto del cemento armato precompresso, raggiungendo la massima fama nel secondo dopoguerra, negli anni del boom economico e della ricostruzione.

I primi anni da progettista di Silvano Zorzi non sono semplici, poiché opera in una Italia piegata dalla guerra e il mondo del lavoro subisce profondi cambiamenti: all'inizio della sua carriera la manodopera degli operai è a bassissimo costo, materiali e attrezzature sono essenziali. A partire dagli anni Sessanta, il costo del lavoro aumenta sensibilmente e insieme a questo una serie di diritti e tutele rivendicati da parte delle associazioni sindacali che portano un rinnovamento nel mondo del lavoro dell'edilizia, verso l'industrializzazione e la globalizzazione. Nonostante ciò, Zorzi non rinuncia comunque all'identità della Scuola italiana e del *"Made in Italy"*, che adatta ai nuovi processi di produzione industriale.

In esilio dall'Italia, pur di non collaborare con la Repubblica di Salò Zorzi scappa in Svizzera, a Losanna, dove incontra Gustavo Colonna, anch'esso in esilio. Colonna, noto antifascista, è già una figura conosciuta dell'ingegneria italiana e istituisce presso l'Università di Losanna i "campi internazionali universitari", dove raduna giovani studenti universitari scappati dalla guerra, per i quali organizza personalmente i corsi. La didattica di Colonna è innovativa e mira a diffondere tecniche costruttive poco conosciute, una fra tutte in particolare: il cemento armato precompresso brevettato da Eugène Freyssinet prima della guerra. Finiti gli scontri bellici, Zorzi completa gli studi in Svizzera e questi gli vengono poi riconosciuti dall'Università di Padova ai fini della laurea. Le lezioni tenute da Colonna e l'esperienza Svizzera hanno fortemente influenzato la progettazione di Zorzi, il

⁴² Cfr. Paragrafo 1.2.1. I progettisti del dopoguerra e la loro sintesi tra forma e tecnologia.

quale, fin dalle prime esperienze in un piccolo ufficio tecnico, inizia progettare i primi ponti al mondo realizzati in cemento armato precompresso. La prima occasione prestigiosa per mettere a prova le sue competenze non tarda ad arrivare quando, a 35 anni, Zorzi vince l'appalto per la costruzione del primo ponte dell'Autostrada del Sole, quello che sormonta il Fiume Po a Piacenza. Successivamente a questa esperienza, pochi anni dopo, per completare il tracciato dell'Autosole, Zorzi progetta altri due ponti, entrambi sul fiume Arno, che confermano la sua predilezione per la progettazione di ponti e viadotti in cemento armato (precompresso o gettato in opera) ad arco.



Figura 3.16 – Il ponte G. Romita sull'Arno per l'Autostrada del Sole, 1962-1964.

A partire da metà degli anni Sessanta, le nuove normative antisismiche suggeriscono di non usare più strutture spingenti e le soprintendenze dei beni culturali considerano le costruzioni ad arco visivamente troppo impattanti nel paesaggio: per questi motivi si afferma in Italia un nuovo tipo di viadotto, già ampiamente diffuso in tutta Europa, che prevede strutture più lineari che scavalcano le vallate sostenute da un susseguirsi di pile vicine. Seppur il suo stile fosse incentrato sulle costruzioni ad arco, Zorzi riesce comunque ad adattarsi alle nuove esigenze e progettare capolavori dai tratti più lineari e slanciati. In quegli anni il progettista riorganizza i suoi cantieri e li “razionalizza”, senza rinunciare alle strutture gettate in opera: egli non ama la prefabbricazione, ma preferisce seguire l'avanzamento della

costruzione con attrezzature che consentano il getto monolitico. Per questo motivo nasce la necessità da parte di Zorzi di esportare dalla Germania due particolari tipologie di macchinari che semplificano e velocizzano il processo di costruzione; questa operazione di *export* avviene in stretta collaborazione con la piccola impresa di Angelo Farsura. La carriera di Zorzi prosegue incessante fino a metà degli anni Settanta, quando il settore ingegneristico in Italia viene attraversato da una profonda crisi che rende sempre più difficile vincere concorsi pubblici o appalti. Nonostante ciò, Zorzi continua a lavorare instancabilmente fino alla sua morte, avvenuta nei primi mesi del 1994.

Visto il repertorio di opere che l'Ingegnere Zorzi ha prodotto nel corso della sua carriera, caratterizzata quasi nella sua totalità da ponti e grandi viadotti, la progettazione del serbatoio pensile per Lancia & C. a Chivasso è una questione curiosa che certamente può far insorgere delle domande. In letteratura e nei documenti aziendali inerenti alla costruzione del serbatoio non vengono riportate le modalità con le quali questo incarico viene affidato a Zorzi, così come non sono note le dinamiche con le quali il progettista è venuto a conoscenza del lavoro svolto dall'impresa Farsura, che ha condotto i lavori di costruzione del serbatoio. Le due parti potrebbero essersi conosciute proprio durante il cantiere per la costruzione del serbatoio così come, in seguito a un rapporto lavorativo stretto precedentemente, uno abbia coinvolto l'altro. Certo rimane che, nonostante questa fosse una tipologia edilizia che si discosta dal suo repertorio, Silvano Zorzi riesce comunque a realizzare un'opera distinta ed elegante, in cui la raffinatezza della soluzione architettonica ha reso chiaro fin da subito la qualità progettuale con cui ci si confronta.

3.4 Interventi e scenari di riuso per un serbatoio pensile in disuso

In Italia sono numerosi i serbatoi pensili in cemento armato che, a causa di modifiche dell'esercizio idrico all'interno della rete di un acquedotto comunale o privato, sono caduti in disuso. Per molti di essi, in passato la prima (e talvolta unica) opzione considerata era la

demolizione, poiché venivano considerati a priori come manufatti privi di valore, che deturpano il paesaggio, oppure perché a causa del loro stato di degrado avanzato, la ristrutturazione e riqualifica non veniva valutata economicamente conveniente.

Oggi i serbatoi pensili sono riconosciuti come manufatti da annoverare tra le architetture industriali degne di attenzione critica. Per opere di minor importanza e senza particolare pregio architettonico l'opzione della demolizione non è da escludersi tutt'oggi, ma per altre la comporterebbe la perdita di un'opera di interesse storico-architettonico vista la sensibilità che alcuni progettisti hanno dimostrato nei confronti di questo tema progettuale⁴³.

I serbatoi dismessi, a causa di lunghi periodi di abbandono, hanno spesso subito dei deterioramenti che hanno poi reso necessari importanti interventi di risanamento prima di valutare una rifunzionalizzazione e un cambio di destinazione d'uso.

Le vicende strutturali, i diversi usi, i possibili interventi precedentemente attuati, le condizioni sismiche e geologiche della zona di ubicazione rendono necessaria un'attenta disamina delle condizioni di sicurezza allo stato di fatto prima di intervenire.

La snellezza di questi manufatti e la posizione del loro baricentro (posizionato alla sommità della struttura) determinano particolari condizioni e complicazioni dell'analisi di sicurezza della struttura: questa deve essere condotta sulla base della risposta geotecnica del terreno e della risposta strutturale da parte delle strutture di fondazione ed elevazione. L'obiettivo ultimo di tali indagini è quello di raggiungere un buon livello di conoscenza della struttura, attraverso opportune verifiche sulle prestazioni e le caratteristiche meccaniche residuali dei materiali adoperati per la realizzazione dell'opera.

Indagini diagnostiche sullo stato di fatto

Per verificare le caratteristiche meccaniche delle strutture e le prestazioni residuali dei materiali facenti parte di queste opere, è

⁴³ Cfr. paragrafo 2.1 *Il serbatoio pensile come nuovo tema progettuale* e paragrafo 2.4 *Casi studio*.

opportuno eseguire indagini indirette e dirette sullo stato di conservazione delle strutture di fondazione, in elevazione e le pareti delle vasche di accumulo.

Le indagini che è possibile svolgere sono così ripartite, in base alla tipologia di esame e la parte della struttura che viene coinvolta:

- *Attività di rilevamento (strutture di elevazione)*

- esame autoptico: analisi di tipo preliminare, valuta lo stato generale della struttura per poter disporre di ulteriori indagini più dettagliate sull'intera struttura o parti specifiche di essa;

- indagini magnetometriche (pacometrie): sfruttando il principio dell'induzione magnetica, il pacometro consente la rilevazione del diametro e della distanza dalla superficie delle barre di armatura (copriferro) in un manufatto edilizio in cemento armato.

- *Indagini strutturali (strutture di elevazione)*

Per l'esecuzione delle prove di natura fisico-meccanica dei materiali strutturali si devono selezionare un numero adeguato di punti di rilievo, commisurati alle dimensioni del manufatto; tali punti devono essere collocati in corrispondenza di un elemento strutturale quale pilastri, travi, solai o plinti di fondazione. In base ai dati raccolti si possono eseguire le seguenti analisi e prove di laboratorio:

- prova sclerometrica: esame non distruttivo per determinare le caratteristiche di resistenza e rigidità superficiale di un materiale come laterizio, roccia o cemento. Le fasi per condurre questa indagine sono quattro:

1. Individuazione della zona da misurare
2. Pulizia e levigazione della superficie
3. Esecuzione di minimo 9 battute sclerometriche
4. Calcolo della mediana dei valori rilevati.

La prova sclerometrica produce un *REBoundr*, ossia un indice di rimbalzo N, la cui interpretazione è descritta nella norma UNI

EN 12504-2:2001 *“Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico”*⁴⁴;

→ prova ultrasonica: indagine non distruttiva con la quale si determina l'uniformità del calcestruzzo, la presenza di fessurazioni o vuoti, difetti di getto o variazioni delle proprietà del materiale nel tempo misurando la velocità di propagazione degli impulsi delle onde longitudinali ultrasoniche [SONic].

Tale prova è normata dalla UNI EN 12504-4:2005 *“Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici”*⁴⁵.

→ metodo Son-Reb: consiste nella combinazione dei risultati delle due prove precedentemente descritte per individuare, in maniera accurata, la resistenza del cemento indurito nella sua interezza. Tale metodo è fondamentale per verificare la conformità della struttura, ottenere il collaudo, valutare la vulnerabilità sismica in base al sito di ubicazione, individuare il valore di resistenza residua a seguito di degradi e decadimenti di tipo fisico o chimico, ecc.;

→ tecnica del “carotaggio”: prelievo e analisi su campioni cilindrici di elementi strutturali in cemento armato indurito secondo la normativa UNI EN 12504-1:2021 *“Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione”*⁴⁶. Tale prova è utile a valutare la resistenza meccanica del materiale e verificare che questo rispetti i requisiti minimi stabiliti in fase di progettazione;

→ misura delle profondità di carbonatazione: tale analisi viene generalmente effettuata su una carota ed eseguita *in situ* subito dopo il prelievo del campione, al fine di evitare ulteriori attacchi chimici da parte dell'anidride carbonica presente nell'aria. La

⁴⁴ < <https://store.uni.com/uni-en-12504-2-2001> >.

⁴⁵ < <https://diagnosticastrutturale.it/servizi/divisione-prove-su-strutture-monitoraggi-controlli/controlli-su-calcestruzzo-indurito/indagini-ultrasoniche/indagini-ultrasoniche-ultrasuoni-calcestruzzo-clis/1400639,107617> >.

⁴⁶ < <https://store.uni.com/uni-en-12504-1-2021> >.

prova consiste nel ricoprire uniformemente la superficie del provino di una soluzione fenolftaleina all'1% in alcool etilico. La porzione di campione non carbonata reagisce con la soluzione, colorandosi di viola. In questo modo è possibile misurare la profondità di carbonatazione;



Figura 3.17 – Misura sul grado di carbonatazione su una carota di calcestruzzo.

→ misura del potenziale di corrosione dei ferri d'armatura: tale indagine è utile a valutare lo stato di corrosione delle armature esposte direttamente all'atmosfera. In merito a questo tipo di analisi, la norma UNI 10174:2020 *"Istruzioni per l'ispezione delle strutture di calcestruzzo armato esposte ad ambienti aggressivi mediante mappatura di potenziale"*⁴⁷ ne delinea le modalità di esecuzione e interpretazione dei dati raccolti;

→ prelievo di barre d'armatura e prove di laboratorio: mediante l'uso di un magnetometro è possibile individuare con precisione la posizione dei campioni di acciaio da prelevare dal conglomerato cementizio. Questo viene poi sottoposto a prove di laboratorio, per determinare l'allungamento e il punto di snervamento della barra in acciaio;

→ prove durometriche: stima la resistenza a trazione delle barre d'armatura senza il prelievo di un campione su di cui eseguire la prova. Questa prova non è da intendersi come

⁴⁷ < [69](https://www.stmmonitoraggi.it/indagini-strutturali/potenziale-di-corrosione/#:~:text=Misura%20del%20potenziale%20di%20corrosione%20dei%20ferri%20d'armatura&text=Permette%20di%20valutare%20se%20le,n%C3%A9%20la%20velocit%C3%A0%20del%20fenomeno.> .</p></div><div data-bbox=)

sostitutiva della precedente, ma permette l'analisi di un numero maggiore di profili d'acciaio.

o *Indagini geognostiche (terreni di fondazione)*

Si tratta di indagini utili a rilevare la natura del sottosuolo dalla superficie fino alla profondità. Esse sono utili a definire le proprietà geotecniche, geofisiche e idrogeologiche del suolo, che sono connesse a diversi fattori, definibili tutti in seguito ad approfondite e adeguate analisi di laboratorio.

→ prove S.P.T. (Standard Penetration Test): questa misurazione permette di caratterizzare il suolo attraverso la misurazione della sua resistenza all'infissione di una punta metallica al suo interno. Fra le indagini geotecniche è quella eseguita più di frequente, per la semplicità e i bassi costi di esecuzione;

→ prospezione sismica in foro tipo Down-Hole: questo metodo di indagine permette di determinare la velocità di propagazione nel terreno delle onde sismiche. La prova viene realizzata ponendo all'interno di un foro precedentemente scavato nel suolo una o più triplette di sensori, capaci di captare le onde sismiche di compressione e quelle trasversali di taglio. In superficie, una sorgente meccanica esegue una perturbazione, che viene rilevata dai sensori.

Il risultato di queste campagne di indagine permette di definire in maniera accurata:

- le geometrie e lo schema statico del manufatto
- il comportamento dinamico
- le caratteristiche fisico-meccaniche dell'opera e del sito
- lo stato di conservazione della struttura.

Il complesso di queste analisi è utile a ricostruire qualitativamente lo stato di fatto dell'opera e progettare degli interventi di ripristino in maniera ottimale.

3.5 Suggestioni progettuali per il serbatoio Lancia

Constatato il significativo pregio storico-architettonico della torre dell'acqua della Lancia a Chivasso, la sua rifunzionalizzazione è un'operazione di vitale importanza, per conservarla e valorizzarla al meglio nel contesto in cui si trova.

La riqualifica di un manufatto edilizio esistente, indipendentemente dalla natura di questo, richiede particolari attenzioni e accorgimenti progettuali, dato il contesto e le peculiari caratteristiche di ciascun caso studio. Tenuto conto del quadro di indagini diagnostiche precedentemente descritto, finalizzate al consolidamento della struttura e al ripristino delle parti ammalorate, si procede con la valutazione di diversi scenari di riuso.

Interventi preliminari

1. Rimozione strutture delle antenne: molti serbatoi pensili, tra cui quello oggetto di studio in questa trattazione, per via della loro altezza sono stati sfruttati per collocare antenne di ripetizione. Nelle operazioni di riqualifica del serbatoio, si ritiene opportuno riportare il manufatto allo stato originale, rimuovendo quindi ciò che rimane di questi elementi, che modificano l'estetica del profilo disegnato da Zorzi.



*Figura 3.18 – Il serbatoio pensile visto da Via Borghetto.
Si evidenzia in figura la presenza di vecchie strutture di supporto alle antenne.*

2. Liberare l'area circostante al serbatoio: il serbatoio dell'ex stabilimento Lancia, oggi consorzio Pichi, è racchiuso da alte mura, invalicabili visivamente oltre che fisicamente. Poiché il serbatoio da molti anni risulta inutilizzato, si rende auspicabile la possibilità di liberarlo dall'area di pertinenza del consorzio Pichi, per permettere alla collettività di disporre di quest'opera di archeologia industriale che "appartiene" alla comunità del chivassese da oltre cinquant'anni.



Figura 3.19 – Le mura che circondano l'area industriale privata.

Possibili destinazioni d'uso

Presi in considerazione il contesto e gli spazi offerti dalla struttura, il punto nevralgico della riqualifica del serbatoio è la terrazza panoramica all'aperto. Collocata ad un'altezza di 59 m dal suolo al piano di calpestio, e un'area complessiva stimata di 53 m², lo spazio, che fungeva da punto di osservazione del complesso Lancia, gode di una vista panoramica sulla catena montuosa delle Alpi e tutta l'area del Canavese.

La terrazza, nella struttura originale pensata da Zorzi, è raggiungibile principalmente da un ascensore, che oggi deve essere sostituito con un nuovo impianto a norma. Dato che le dimensioni del vano scale sono molto esigue, queste sono a pioli; questa tipologia di elemento di distribuzione verticale non è sicura e adoperabile dal pubblico ma solo

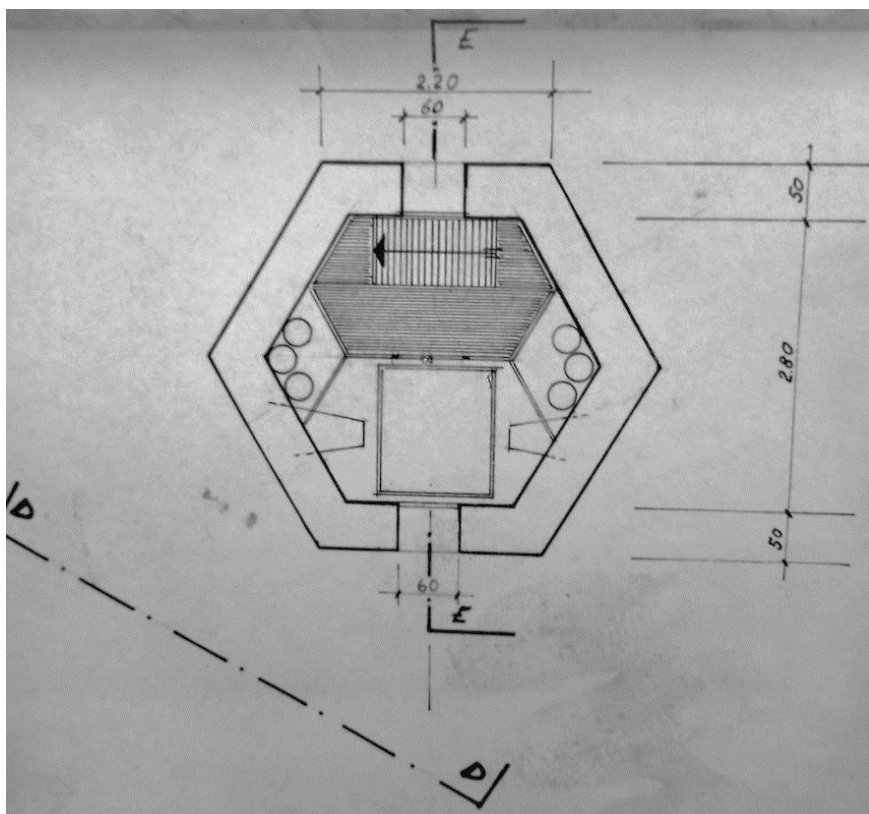


Figura 3.20 – Disegno di progetto redatto da Silvano Zorzi, sezione trasversale del fusto ad un'altezza di 20 m dal suolo.

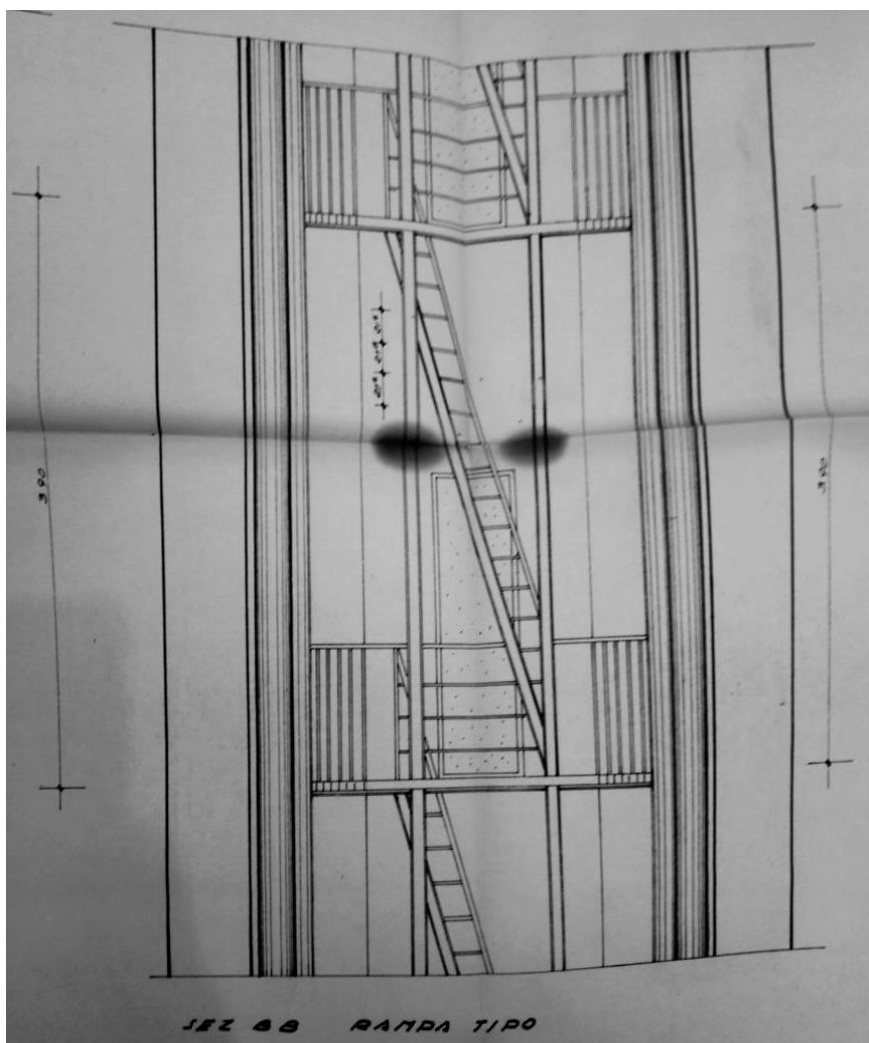


Figura 3.21 – Disegno di progetto redatto da Silvano Zorzi, porzione di una sezione longitudinale tipo del fusto. In questo disegno si evidenzia il sistema di scale a pioli.

in casi straordinari, da operai certificati e secondo tutte le prescrizioni di legge in tema di sicurezza sul lavoro. In conseguenza a tutte queste considerazioni, l'ascensore rimane il principale impianto di collegamento tra terrazza e ingresso della struttura e deve quindi essere utilizzabile anche in caso di incendio.

Per quanto riguarda la destinazione d'uso dello spazio, sono diverse le opzioni prese in considerazione, ma alcune di queste sono state escluse a causa della dimensione degli spazi, insufficiente ad accogliere l'attività (come, ad esempio, un centro di controllo per il traffico) e la vicinanza con l'autostrada Torino – Milano, fonte di inquinamento acustico, che rende difficile l'inserimento, ad esempio, di una voliera per uccelli migratori e cicogne.

Le possibili destinazioni d'uso rilevate sono due:

a. Punto panoramico all'aperto + area espositiva museale: uno spazio suggestivo e stimolante con una mostra permanente sulla storia della Lancia e del complesso di Chivasso, ripercorribile attraverso testi, documenti e foto, oltre che una adeguata segnaletica che indirizzi l'osservatore verso i principali punti di interesse nel paesaggio circostante, fruibile a 360°.

b. Sala polifunzionale: uno spazio chiuso da grandi vetrate, allestibile con arredi essenziali in base agli eventi. Dati gli spazi ridotti e la conformazione anulare della sala, le attività che si possono svolgere sono limitate a piccoli gruppi di persone, che godranno dell'esperienza con una vista privilegiata sul contesto del Chivassese.

Lo spazio è adatto a:

- cene e/o aperitivi a tema, appoggiandosi ad un servizio catering esterno;
- laboratori artistici di pittura e scultura, con postazioni lavoro che hanno una suggestiva postazione lavoro con vista panoramica.

Casi studio di riferimento

Torre dei Chianti a San Casciano (FI)



Figura 3.22 – Vista esterna della torre dei Chianti. L'opera è stata totalmente ristrutturata, per riadattarsi alle nuove funzioni. Esternamente, un ascensore ex novo, che conduce alla terrazza panoramica.

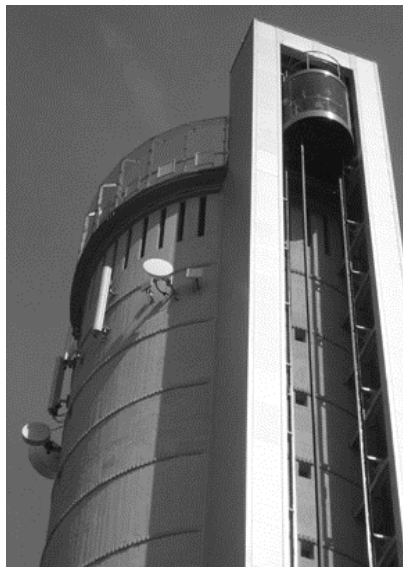


Figura 3.23 – Dettaglio dell'ascensore esterno.

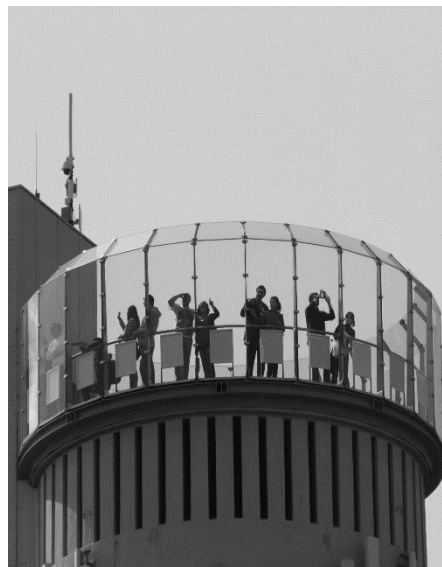


Figura 3.24 – Punto panoramico della torre. Lo spazio è stato messo in sicurezza per il pubblico con una vetrata alta più di 2 m.

Progettista: Roberto Bruttini

Ubicazione: San Casciano (Firenze, Toscana)

Committente: Comune di San Casciano

Anno di realizzazione dell'intervento: 2010

Nuova destinazione d'uso: Museo di arte locale con terrazza panoramica

L'antica torre dell'acqua, di proprietà del Comune di San Casciano, è stata ricostruita nella sua forma attuale nel secondo dopo guerra. Essa mantiene la sua funzione originale di serbatoio ma, in seguito ai lavori di restauro e valorizzazione, ospita al suo interno un museo di arte locale. Vero fulcro dell'intervento è la terrazza panoramica posta alla sua sommità, che svetta ad un'altezza di 33m dal suolo e offre ai suoi visitatori un luogo suggestivo da cui ammirare, in una giornata particolarmente soleggiata, le montagne fiorentine, le vette pistoiesi, i territori pisani, i borghi senesi e le colline chiantigiane.

Progetto “Le Torri dell’Acqua” a Budrio (Bo)

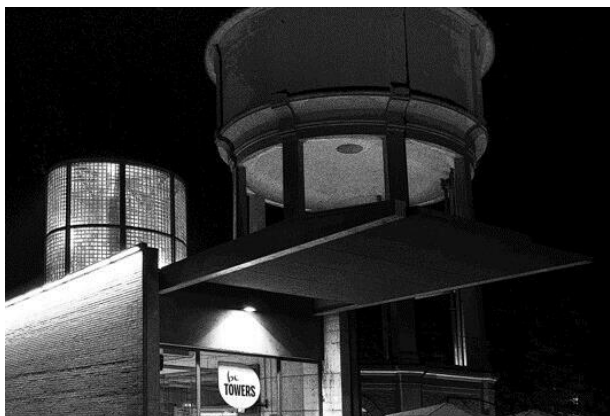


Figura 3.25 – Vista della torre del serbatoio, che al suo interno ospita una sala conferenze ottagonale.



Figura 3.26 – Torre vetrata inserita ex novo, in adiacenza alla torre del serbatoio esistente, funge da corpo di distribuzione verticale.



Figura 3.27 – Vista interna dalla sala conferenze ottagonale.



Figura 3.28 – Dettaglio della copertura del nuovo corpo di fabbrica.

Progettista: Andrea Oliva

Ubicazione: Budrio (Bologna)

Committente: Comune di San Casciano, in collaborazione con Fondazione Compagnia di San Paolo

Anno di realizzazione dell’intervento: 2009

Nuova destinazione d’uso: Centro culturale

Il progetto per il recupero dell’ex carico dell’acqua del Comune di Budrio nasce all’interno del concorso Premio Città, indetto dalla Fondazione Compagnia di San Paolo da un’idea di Renzo Piano: l’iniziativa ha come obiettivo quello di promuovere il recupero creativo di complessi edilizi privati, collocati nei centri città e abbandonati. La quarta edizione del progetto, avvenuta nel 2002, vede come vincitore il Comune di Budrio, che con il progetto “La Torre dell’Acqua” che promuove la riqualifica di due torri d’archeologia produttiva. I lavori, iniziati nel 2006, vengono conclusi nel 2009.

Conclusioni

La costruzione di grandi opere infrastrutturali comporta necessariamente una trasformazione del territorio e del suo *skyline*. Particolarmente impattanti in quest'ottica sono i serbatoi pensili, grandi opere di ingegneria idraulica, tra i manufatti tecnicamente più complessi nell'ambito di una rete acquedottistica. Il tema progettuale del serbatoio pensile è stato affrontato con ragguardevoli risultati dai principali protagonisti dell'ingegneria strutturale italiana, con esiti singolari non solo per la capacità di sintesi tra forma e struttura, ma anche per la sensibilità progettuale esplicitata nella capacità di coniugare in maniera efficace la nuova opera con il contesto.

Il riconoscimento dei serbatoi pensili come patrimonio industriale da parte della comunità scientifica è molto recente: tra essi emergono proprio alcune prove di autore, le cui valenze progettuali, tecnologiche e formali motivano l'esigenza di riflettere sull'opportunità della loro conservazione, sui criteri e le modalità di riqualificazione, sui possibili scenari di riuso. Ne è un esempio il serbatoio pensile dello Stabilimento Lancia di Chivasso, opera poco nota di Silvano Zorzi, e "totem" pubblicitario dell'azienda lungo la tratta autostradale Torino – Milano, che spicca nel paesaggio per la sua altezza e per l'elevata qualità progettuale, interpretata nella tesi attraverso la puntuale ricostruzione della storia costruttiva dell'edificio, alla luce della cultura e della letteratura tecnica del periodo e di casi studio esemplari coevi.

Lo studio ha poi messo in luce la complessità del quadro delle indagini diagnostiche preliminari al progetto di recupero e come tale complessità sia amplificata proprio dalla conformazione del manufatto stesso.

L'analisi dei possibili scenari di riuso adattivo del serbatoio di Chivasso segnala inoltre come l'approccio progettuale debba mirare in ogni caso a conservare e a valorizzare proprio quel valore di *landmark* territoriale, spesso già sotteso nelle intenzioni del progettista e del committente.

La singolarità del tipo edilizio dei serbatoi pensili in cemento armato e la consistenza del numero degli elementi attualmente dismessi sottolineano la necessità di una riflessione sistematica e programmatica su questo tema, attualmente ancora poco esplorato e di grande fascino.

Ringraziamenti

Con la conclusione di questo percorso di studi si completa uno dei più grandi capitoli della mia vita. Insieme all'incontenibile felicità per essere arrivata a questo traguardo, che cinque anni fa mi sembrava irraggiungibile, provo già nostalgia, perché sono stati gli anni più intensi ed emozionanti della mia vita, che mi hanno profondamente cambiata e maturata.

Nel corso di questi anni di studi ho incontrato moltissime persone: alcune mi hanno accompagnato per tutta la durata di questo percorso, altre solo in parte, altre ancora per il tempo di una fugace chiacchierata di fronte alle macchinette del caffè, ma ognuno di voi è un piccolo tassello che ha completato questo meraviglioso quadro.

In primo luogo, desidero esprimere i miei più sinceri e sentiti ringraziamenti alle mie relatrici, le professoresse Marika Mangosio e Ilaria Butera: grazie per tutto il tempo che mi avete dedicato, la puntualità e la meticolosità con cui avete corretto ogni parola di questa tesi. Grazie per tutto il sostegno e i consigli che mi avete dato, per avermi offerto un'esperienza formativa di valore e permesso di raggiungere questo traguardo con serenità. Farò tesoro di tutti i vostri insegnamenti.

Grazie a tutto il personale dell'Archivio di Stato di Torino e dell'Archivio e Centro Storico FIAT, per avermi aiutata a reperire parte fondamentale del materiale adoperato in questa tesi.

Grazie ai miei genitori, Alina e Marcelin, per il sostegno morale ed economico che mi hanno sempre garantito. Nonostante negli ultimi due anni siano mutati gli equilibri della nostra famiglia, vi ringrazio per aver sempre riconosciuto l'importanza dell'istruzione e della formazione, senza mai mettere in discussione i miei studi e tutte le energie dedicate a questo obiettivo.

A mia sorella Diana, che a quanto detto sopra aggiungo anche dei grandissimi ringraziamenti per il supporto che non mi ha mai fatto mancare. Hai fatto i salti mortali per assicurarmi tutta la pace e la serenità di cui avevo bisogno per portare a termine il mio obiettivo. Grazie per avermi regalato la mia cameretta bianca, preparato quintali di pasta al forno con la crosticina croccante e per avermi sempre fatto trovare una bottiglia di vino bianco in frigo. Con tutto questo hai reso il percorso molto più calorico e bello.

A Giorgio, che di fronte alla serietà del suo nome pronunciato per intero storce sempre il naso, ma sono certa che questa volta comprenderà l'importanza delle mie parole e me lo perdonerà. Ti ringrazio per tutto l'amore, la pazienza e il tempo che hai dedicato ai miei momenti di sconforto e debolezza. Ti ringrazio di essere sempre pronto a trovare soluzioni quando io trovo solo problemi, per avermi regalato maggio 2021, uno dei periodi più belli della mia vita, e tanti tramonti in spiaggia

a Punta Secca. Dopo questa tesi, sono certa che saprò aiutarti veramente a predimensionare un serbatoio, sempre se ti serve ancora saperlo.

Grazie a Stefania, mia amica e confidente da oltre dieci anni. Fianco a fianco siamo maturate, diventando le persone che siamo oggi. Percorsi e città diverse hanno provato a dividerci, ma so di poter sempre trovare in te un'amica sulla quale poter contare.

A mia cugina Diana, che con la sua presenza nella mia vita riesce a colorare le mie giornate come nessun altro al mondo. Grazie per tutte le serate tra *DianE*, i *gossip* e le chiacchierate fino a tarda notte, gli aperitivi sul terrazzino più esclusivo di *Chiewri*: ogni nostro incontro mi riempie il cuore di pura felicità.

In ultimo, ma assolutamente non per importanza, grazie a Ioana e Paolo, da sempre punti fermi della mia vita, siete certezza e famiglia. Grazie per tutto il vostro supporto e comprensione, grazie di aver accettato e compreso i miei periodi di assenza, per avermi sempre capita e incitata a dare il meglio, sessione dopo sessione. Grazie per i pomeriggi pigri, passati sul vostro divano insieme alle "bestie", e grazie soprattutto a Paolo per tutta l'assistenza informatica h24, senza la quale non avrei potuto completare molti dei miei lavori per tempo. Ogni volta che ho bisogno, voi ci siete.

A tutti voi, grazie di cuore.

Con affetto,

Claudia Ianau.

Fonti bibliografiche

- [1] NERVI PIER LUIGI, *"Scienza o arte del Costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato"*, Edizioni della Bussola, Roma, 1945.
- [2] RINALDI GIUSEPPE, *Estetica strutturale dei serbatoi pensili per acqua, "L'architettura | Cronache e storia"*, n° 20, giugno 1957.
- [3] *"Periodico Lancia"*, Primavera 1960, Edito dalla Lancia & C. S.p.A. Fabbrica automobili – Torino, n°1.
- [4] *"Periodico Lancia"*, Autunno - inverno 1960, Edito dalla Lancia & C. S.p.A. Fabbrica automobili – Torino, n°3.
- [5] *"Periodico Lancia"*, Estate 1961, Edito dalla Lancia & C. S.p.A. Fabbrica automobili – Torino, n°5.
- [6] *"Periodico Lancia"*, Inverno 1961, Edito dalla Lancia & C. S.p.A. Fabbrica automobili – Torino, n°6.
- [7] CITRINI DUILIO, NOSEDA GIORGIO, *"Idraulica"*, Cesano B-oscone Casa Editrice Ambrosiana, 1987, p. 468.
- [8] SAGGIO ANTONINO, *Riccardo Morandi: cemento d'autore, "Costruire"*, Editrice Abitare Segesta, Milano, n° 102 novembre 1991, pag. 163-164.
- [9] AMATORI FRANCO, *"Storia della Lancia, impresa tecnologie mercati 1906-1969"*, Gruppo Editoriale Fabbri s.p.a. Milano, 1992.
- [10] SAGGIO ANTONINO, *Sergio Musumeci, "Domus"*, Editoriale Domus, Milano, n° 815, maggio 1999, pag. 116.
- [11] NICOLETTI MICHELE, *"Sergio Musumeci, organicità di forme e forze nello spazio"*, Testo & Immagine, Collana Universale di Architettura, Torino, 1999, pag. 23.
- [12] MILANO VALERIO, *"Acquedotti, guida alla progettazione"*, Editore Ulrico Hoepli Milano, 2000.
- [13] IORI TULLIA, *"Il cemento armato in Italia, dalle origini alla Seconda guerra mondiale"*, EdilStampa, Collana Il modo di Costruire, 2001.
- [14] SERGIO PORETTI, *Un tempo felice dell'ingegneria italiana: le grandi opere strutturali dalla ricostruzione al miracolo economico, "Casabella"*, n. 739-740, dicembre 2005-gennaio 2006, pag. 611.
- [15] DA DEPPO LUIGI, DATEI CLAUDIA, FIOROTTO VIRGILIO, SALADIN PAOLO, *"Acquedotti"*, Edizioni Libreria Cortina Padova, 2008.
- [16] DESIDERI PAOLO, DE MAGISTRIS ALESSANDRO, OLMO CARLO, POGACNIK MARKO, SORACE STEFANO, *"La concezione strutturale, Ingegneria e architettura in Italia negli anni Cinquanta e Sessanta"*, Umberto Allemandi & Co., Torino, Londra, New York, 2008.
- [17] LEONI GIOVANNI, *"Pier Luigi Nervi, l'architettura | I protagonisti"* Vol. 3, La biblioteca di Repubblica e L'Espresso, 2009.
- [18] Arch. CINZIA GAVELLO, *"Paesaggi della tecnica: le culture dell'ingegneria idraulica del Novecento e il serbatoio dell'acqua di Pier Luigi Nervi a Mirafiori (Torino, 1961-1963)"*, Tesi di Laurea Specialistica in Architettura (Progettazione Urbana E Territoriale), Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, a.a. 2011, Relatore Sergio Pace.

- [19] ALESSANDRO MUGGETTI, *“Il rapporto tra struttura e forma architettonica”*, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile – Architettura, Università degli studi di Pavia, Facoltà di Ingegneria, a.a. 2013-14, Rel. Prof. Marco Morandotti, Corr. Prof. Ferdinando Auricchio, Ingegnere Giuseppe Balduzzi.
- [20] DE FELICE SABRINA, *“Il calcestruzzo armato e le strutture resistenti per forma nel pensiero e nell’opera di Sergio Musumeci | Conservazione e durabilità: problematiche attuali”*, Tesi di Dottorato di ricerca in Storia, disegno e restauro dell’architettura, Sapienza Università di Roma, a.a. 2015-2016, Rel. Prof. Augusto Roca De Amicis.
- [21] IORI TULLIA, CAPURSO GIANLUCA, *Silvano Zorzi, designer strutturale*, *“Rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica”*, Archi, 2019, n° 5.
- [22] IELE ANTONIO, EPIS ELISA, FEDERICO FRANCESCO, MARCHETTI ANGELO, *Sicurezza di due antichi serbatoi pensili di conglomerato armato. Indagini strutturali e geotecniche. Stima preliminare delle condizioni di sicurezza e programmazione di analisi avanzate*, *“Acqua”*, Editore Associazione Idrotecnica Italiana, Roma, numero di settembre-ottobre.

Fonti archivistiche

[1] Archivio di Stato di Torino, Sezioni Riunite, Pratiche Cemento Armato:

- I Versamento, Mazzo 804, fascicolo 12605 | Società Lancia Chivasso, Ing. Silvano Zorzi
- II Versamento, Mazzo 804, fascicolo 20549 | Società Lancia Chivasso, Ing. Silvano Zorzi e Ing. Giovanni Corona
- I Versamento, Mazzo 695, fascicolo 12564 | Società Lancia Chivasso,

[2] Archivio e Centro Storico FIAT | Fondo IPI, Lancia 1970.

Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico

Fonti iconografiche

Capitolo 1

Figura 1.1 – Stadio Artemio Franchi di Firenze.

<<https://www.firenzemadeintuscany.com/it/articolo/pier-luigi-nervi-e-lo-stadio-artemio-franchi/>>

Figura 1.2 – Aviorimessa di Orvieto.

<<https://www.comunicazionetecnologica.com/it/blog/item/28-aviorimessa-orbetello>>

Figura 1.3 – Padiglione B di Torino Esposizioni.

<<https://artoblog.it/torino-esposizioni/>>

Figura 1.4 – Padiglione B di Torino Esposizioni, dettaglio copertura.

<<https://artoblog.it/torino-esposizioni/>>

Figura 1.5 – Ambasciata italiana a Brasilia.

<<https://www.internimagazine.it/news/la-sede-dellambasciata-ditalia-a-brasilgia-diventa-verde/>>

Figura 1.6 - Case operaie, veduta d'epoca di Colleferro.

< <https://cittamorandiana.it/case-a-schiera/> >

Figura 1.7 – Fronte principale del cinematografo Maestoso a Roma.

< <https://archidiap.com/opera/cinema-maestoso/> >

Figura 1.8 – Veduta complessiva del viadotto sul Polcevera a Genova.

< <https://pintacuda.it/2021/06/08/il-viadotto-polcevera-alias-ponte-morandi-nel-1968/> >

Figura 1.9 – Veduta complessiva Paul Sauer Bridge a Città del Capo, Sudafrica.

< <https://tracks4africa.co.za/listings/item/w157401/paul-sauer-bridge/> >

Figura 1.10 – Fronte principale del Palazzo della Regione a Trento.

< <https://www.atlantearchitettura.beniculturali.it/palazzo-della-regione/> >

Figura 1.11 – Dettaglio di un pilastro in cemento armato del Palazzo della Regione a Trento.

< <https://www.atlantearchitettura.beniculturali.it/palazzo-della-regione/> >

Figura 1.12 – Ponte sul Basento a Potenza.

< <https://www.atlantearchitettura.beniculturali.it/ponte-sul-fiume-basento/> >

Figura 1.13 – Dettaglio della struttura in cemento armato del Ponte sul Basento a Potenza.

< <https://www.atlantearchitettura.beniculturali.it/ponte-sul-fiume-basento/> >

Figura 1.14 – Modello della proposta progettuale di Musumeci per il ponte di Messina.

< <https://www.domusweb.it/it/dall-archivio/2011/05/19/ponte-sullo-stretto-di-messina.html> >

Capitolo 2

Figura 2.1 – Serbatoio pensile di Monte Porzio Catone.

Google – Street view Via del Bosco, 00040 Monte Porzio Catone RM

Figura 2.2 – Schema geometrico del serbatoio di Monte Porzio Catone.

< <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.idrotecnicaitaliana.it/wp-content/uploads/2020/11/LAcqua-n.-5-2020.pdf> >

Figura 2.3 – Torre piezometrica dell'EUR.

< <https://www.eurspa.it/it/asset-property/patrimonio/il-fungo> >

Figura 2.4 - Torre piezometrica dell'EUR in fase di costruzione.

< <https://www.ristoranteilfungo.it/la-nostra-storia/#bwg4/21> >

Figura 2.5 – Serbatoio pensile del complesso FIAT a Mirafiori.

< <https://www.museotorino.it/view/s/0edab9745ac4426796a1b54da131fe4f> >

Figura 2.6 -Disegno progettuale del serbatoio FIAT a Mirafiori.

< <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion> >

Figura 2.7 – Il serbatoio pensile in fase di costruzione.

< <https://www.museotorino.it/view/s/0edab9745ac4426796a1b54da131fe4f> >

Figura 2.8 – Serbatoio pensile di Castelvetro.

< <https://castelvetranonews.it/notizie/attualita/castelvetro/italia-nostra-contro-l-abbattimento-dell-acquedotto-opera-di-pregevole-architettura/> >

Figura 2.9 - Serbatoio pensile di Castelvetro, dettaglio.

< <https://castelvetranonews.it/notizie/ambiente/castelvetro/serbatoio-pensile-a-castelvetro-architettura-ingegneria-paesaggio/#:~:text=Il%20serbatoio%20pensile%20di%20Castelvetro,tutte%20le%20utenze%20della%20citt%C3%A0.> >

Capitolo 3

Figura 3.1 – Vincenzo Lancia.

< https://www.vanderbiltcupraces.com/blog/article/wednesday_november_18_2009_driver_profile_vincenzo_lancia >

Figura 3.2 – Vincenzo Lancia alla guida di una Fiat nella gara Targa Florio, 18 maggio 1908.

< https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vincenzo_Lancia_in_his_Fiat_at_the_1908_Targa_Florio.jpg >

Figura 3.3 – Stabilimento Lancia di Borgo San Paolo.

< <https://www.storiedirally.it/stabilimento-lancia-borgo-san-paolo-restano-solo-le-date/> >

Figura 3.4 – Il nuovo Stabilimento Lancia nel contesto della Città di Chivasso.

Periodico Lancia, Primavera 1960, Edito dalla Lancia & C. S.p.A. Fabbrica automobili – Torino, n°1, pag. 7

Figura 3.5 – Veduta aerea dello Stabilimento Lancia, 1970 ca.

Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico, Faldone ITCSFFTC114930183001

Figura 3.6 – Il Serbatoio pensile a Chivasso (TO).

Periodico Lancia, Inverno 1961, Edito dalla Lancia & C. S.p.A. Fabbrica automobili – Torino, n°6, pag. 11.

Figura 3.7 – Disegno dell'Impianto generale redatto dall'Ingegnere Silvano Zorzi.

Archivio e Centro Storico FIAT | Fondo IPI, Lancia 1970.

Figura 3.8 – Catasto Immobiliare del Gruppo FIAT.

Archivio e Centro Storico FIAT | Fondo IPI, Lancia 1970.

Figura 3.9 - Uno dei corpi di fabbrica in costruzione

Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico 194, Faldone 448.

Figura 3.10 – I capannoni principali ad orditura metallica in fase di costruzione.

Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico 197, Faldone 445.

Figura 3.11 – Vista aerea dei tre capannoni principali del complesso.
Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico 193, Faldone 455.

Figura 3.12 – Reparto verniciature.
Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico 196, Faldone 452.

Figura 3.13 – Il serbatoio pensile.
Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico 194, Faldone 448.

Figura 3.14 – Lancia Beta HP Executive 2.0
Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico, Faldone VX - ITCSFFTC2041918540001

Figura 3.15 – Vista dell'opera di Silvano Zorzi. Il serbatoio pensile è in fase di ultimazione.
Archivio e centro Storico FIAT, Lancia | Fondo Lanico 196, Faldone 451.

Figura 3.16 – Il ponte G. Romita sull'Arno per l'Autostrada del Sole, 1962-1964.
< https://www.espazium.ch/it/archi5-19_iori_capurso >

Figura 3.17 – Misura sul grado di carbonatazione su una carota di calcestruzzo.
< <http://www.comsigma.it/servizi/indagini-non-distruttive/analisi-profondita-di-carbonatazione-5124e4ec127ddf60d0e477f2.html> >

Figura 3.18 – Il serbatoio pensile visto da Via Borghetto.
<https://www.google.com/maps/@45.2102314,7.892763,3a,59.1y,82.13h,103.87t/data=!3m6!1e1!3m4!1sdYPx_bGyGgr6ojyFMG2gGQ!2e0!7i16384!8i8192?hl=it >

Figura 3.19 – Le mura che circondando l'area industriale privata.
<https://www.google.com/maps/@45.2102314,7.892763,3a,59.1y,82.13h,103.87t/data=!3m6!1e1!3m4!1sdYPx_bGyGgr6ojyFMG2gGQ!2e0!7i16384!8i8192?hl=it >

Figura 3.20 – Disegno di progetto redatto da Silvano Zorzi, sezione trasversale del fusto ad un'altezza di 20 m dal suolo.
Archivio di Stato di Torino, Sezioni Riunite, Pratiche Cemento Armato: I Versamento, Mazzo 804, fascicolo 12605 | Società Lancia Chivasso, Ing. Silvano Zorzi

Figura 3.21 – Disegno di progetto redatto da Silvano Zorzi, porzione di una sezione longitudinale tipo del fusto.
Archivio di Stato di Torino, Sezioni Riunite, Pratiche Cemento Armato: I Versamento, Mazzo 804, fascicolo 12605 | Società Lancia Chivasso, Ing. Silvano Zorzi

Figura 3.22 – Vista esterna della torre dei Chianti.
< https://it.wikipedia.org/wiki/Torre_del_Chianti >

Figura 3.23 – Dettaglio dell'ascensore esterno.
< <https://www.cama-ascensori.it/news/dettaglio/3-la-torre-del-chianti:-34-metri-di-ascensore> >

Figura 3.24 – Punto panoramico della torre.
< <https://www.wechianti.com/2021/04/11/chianti-visto-dalla-torre-dellacquedotto-san-casciano/> >

Figura 3.25 – Vista della torre del serbatoio, che al suo interno ospita una sala conferenze ottagonale.
< <https://www.bolognatoday.it/eventi/budrio-cambia-musica-2021.html> >

Figura 3.26 – Torre vetrata inserita ex novo, in adiacenza alla torre del serbatoio esistente.
< https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Torri_dell'acqua,_notturna.jpg >

Figura 3.27 – Vista interna dalla sala conferenze ottagonale.

< <https://www.comune.budrio.bo.it/it-it/vivere-il-comune/cultura/le-torri-d-acqua-47682-1-2cd2e71014ee548e211f1729db898242> >

Figura 3.27 – Dettaglio della copertura del nuovo corpo di fabbrica.

< <https://www.radioemiliaromagna.it/podcast/le-torri-dellacqua-di-budrio/> >

Sitografia

- [1] Acquedotto, <https://www.treccani.it/enciclopedia/acquedotto_%28Enciclopedia-Italiana%29/>, consultato in data 16/08/2022
- [2] Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, <<https://www.agenziacoesione.gov.it/comunicazione/agenda-2030-per-lo-sviluppo-sostenibile/>>, consultato in data 16/08/2022
- [3] Centro idrico Eur Vigna Murata, <<https://www.atlantearchitettura.beniculturali.it/centro-idrico-eur-di-vigna-murata/>>, consultato in data 29/08/2022
- [4] Serbatoio pensile dello stabilimento Fiat Mirafiori, <<https://www.museotorino.it/view/s/0edab9745ac-4426796a1b54da131fe4f>>, consultato in data 03/09/2022
- [5] Centro idrico Eur di Vigna Murata, <<https://www.atlantearchitettura.beniculturali.it/centro-idrico-eur-di-vigna-murata/>>, consultato in data 04/09/2022
- [6] 2018 EEA European waters assessment, <https://www.researchgate.net/publication/329482267_2018_EEA_European_waters_assessment>, consultato in data 16/09/2022
- [7] Legge 20 marzo 1865 n. 2248 (allegato F), <https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/1865_2248.htm>, consultato in data 16/09/2022
- [8] Regio decreto 11 dicembre 1933, n.1775, <https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/1933_1775.htm>, consultato in data 16/09/2022
- [9] Burnham, James, <<https://www.treccani.it/enciclopedia/james-burnham/>>, consultato in data 27/09/2022
- [10] Ferrocemento, <<https://readitaliano.com/wiki/it/Ferro-cement>>, consultato in data 03/10/2022
- [11] Giuseppe Monier, <https://readitaliano.com/wiki/it/Joseph_Monier>, consultato in data 03/10/2022
- [12] Joseph-Louis Lambot, <https://readitaliano.com/wiki/it/Joseph-Louis_Lambot>, consultato in data 03/10/2022
- [13] Robert Maillart, <<https://www.treccani.it/enciclopedia/robert-maillart>>, consultato in data 07/10/2022
- [14] Eduardo Torroja, <<https://www.britannica.com/biography/Eduardo-Torroja-y-Miret>>, consultato in data 07/10/2022
- [15] Chi è Pier Luigi Nervi, <http://costruirecorrettamente.org/site/chi-e-pier-luigi-nervi/index.php?doc_id=76>, consultato in data 07/10/2022
- [16] Calcestruzzo armato, <<https://biblus.acca.it/focus/calcestruzzo-armato-cemento-armato/>>, consultato in data 08/11/2022
- [17] La Cupola del duomo di Firenze compie seicento anni, <https://www.storicang.it/a/cupola-duomo-di-firenze-compie-seicento-anni_14882>, consultato in data 13/11/2022
- [18] Codice dell'ambiente 2021, <<https://www.altalex.com/documents/codici-altalex/2011/02/14/codice-dell-ambiente#parte1>>, consultato in data 13/11/2022
- [19] Archivio Multimediale Città Morandiana, <<https://cittamorandiana.it/>>, consultato in data 14/11/2022

- [37] Serbatoio pensile a Castelvetro: Architettura – Ingegneria – Paesaggio, < <https://castelvetranonews.it/notizie/ambiente/castelvetro/serbatoio-pensile-a-castelvetro-architettura-ingegneria-paesaggio/> >, consultato in data 28/11/2022
- [38] Indagine magnetometrica, < <http://www.labgbamico.it/indagine-magnetometrica.html> >, consultato in data 30/11/2022
- [39] Prove sclerometriche: cosa sono e come si eseguono, < <https://blog.unioneprofessionisti.com/prove-sclerometriche-cosa-sono-e-come-si-eseguono/22683/> >, consultato in data 30/11/2022.
- [40] Indagini ultrasoniche – Ultrasuoni calcestruzzo cls, < <https://diagnosticastrutturale.it/servizi/divisione-prove-su-strutture-monitoraggi-controlli/controlli-su-calcestruzzo-indurito/indagini-ultrasoniche/indagini-ultrasoniche-ultrasuoni-calcestruzzo-cls/1400639,107617> >, consultato in data 30/11/2022.
- [41] Cosa è il metodo SonReb: Sonic-Rebound, < <https://www.pcq-srl.it/metodo-sonreb/> >, consultato in data 30/11/2022.
- [42] Prelievo mediante carotaggio di campioni cilindrici da elementi strutturali in calcestruzzo, < <https://www.classedil.it/blog/prelievo-mediante-carotaggio-di-campioni-cilindrici-da-elementi-strutturali-in-calcestruzzo> >, consultato in data 30/11/2022.
- [43] Analisi profondità di carbonatazione, < <http://www.comsigma.it/servizi/indagini-non-distruttive/analisi-profondita-di-carbonatazione-5124e4ec127ddf60d0e477f2.html> >, consultato in data 30/11/2022.
- [44] Prova durometrica, < <https://www.ferrinidep.it/indagini-settore-industriale/prova-durometrica.html#:~:text=La%20prova%20durometrica%20in%20sito,cui%20eseguire%20prove%20di%20laboratorio.> >, consultato in data 30/11/2022.
- [45] Prelievo Barre di Armatura, < <https://www.geoservicelab.it/prelievo-barre-di-armatura/#:~:text=Il%20prelievo%20delle%20barre%20d,quelle%20di%20piegamento%20e%20raddrizzamento.> >, consultato in data 30/11/2022.
- [46] Sondaggi Geognostici, < <https://www.tecnostudio.pd.it/servizi-di-geotecnica-geognostica-consolidamento/geognostica/sondaggi-geognostici/> >, consultato in data 30/11/2022.
- [47] Prove penetrometriche statiche e dinamiche: come interpretare i risultati, < <https://www.marcodepisapia.com/prove-penetrometriche-statiche-e-dinamiche/> >, consultato in data 30/11/2022.
- [48] La prova sismica in foro “Down-Hole”, < <https://www.zulberti.eu/2021/04/23/prova-sismica-in-foro-down-hole/#:~:text=La%20sismica%20in%20foro%20del,segnali%20sismici%20generati%20in%20superficie.> >, consultato in data 30/11/2022.
- [49] Le Torri dell’Acqua, < <https://www.comune.budrio.bo.it/it-it/vivere-il-comune/cultura/le-torri-d-acqua-47682-1-2cd2e71014ee548e211f1729db898242> >, consultato in data 01/12/2022.
- [50] Torre del Chianti, < <https://www.sancascianovp.net/amministrazione/luoghi/torre-del-chianti-torre-dellacqua> >, consultato in data 01/12/2022.
- [51] Torre del Chianti, torre dell’acqua, < <https://www.sancascianovp.net/amministrazione/luoghi/torre-del-chianti-torre-dellacqua> >, consultato in data 03/12/2022.
- [52] Le torri dell’acqua, < <https://www.comune.budrio.bo.it/it-it/vivere-il-comune/cosa-vedere/le-torri-dell-acqua-47346-1-3a13ffb6019768f1814bbae5a44dc826> >, consultato in data 03/12/2022.