

Esperienze progettuali di edifici per attività natatorie

Alla città di Milano manca un centro natatorio di spicco atto ad ospitare eventi sportivi di caratura internazionale. L'articolo affronta il tema della progettazione di edifici per attività natatorie proponendo l'inquadramento di possibili soluzioni progettuali attraverso degli studi eseguiti nell'ambito del corso "Building Technology Studio" al Politecnico di Milano. I progetti sono contestualizzati nell'ambito di un quartiere originariamente pensato per il rapporto con l'acqua, ovvero Porto di Mare, sito alla periferia sud-est di Milano.

di Andrea Tartaglia · Paolo Debiaggi · Bruno Dal Lago – Politecnico di Milano

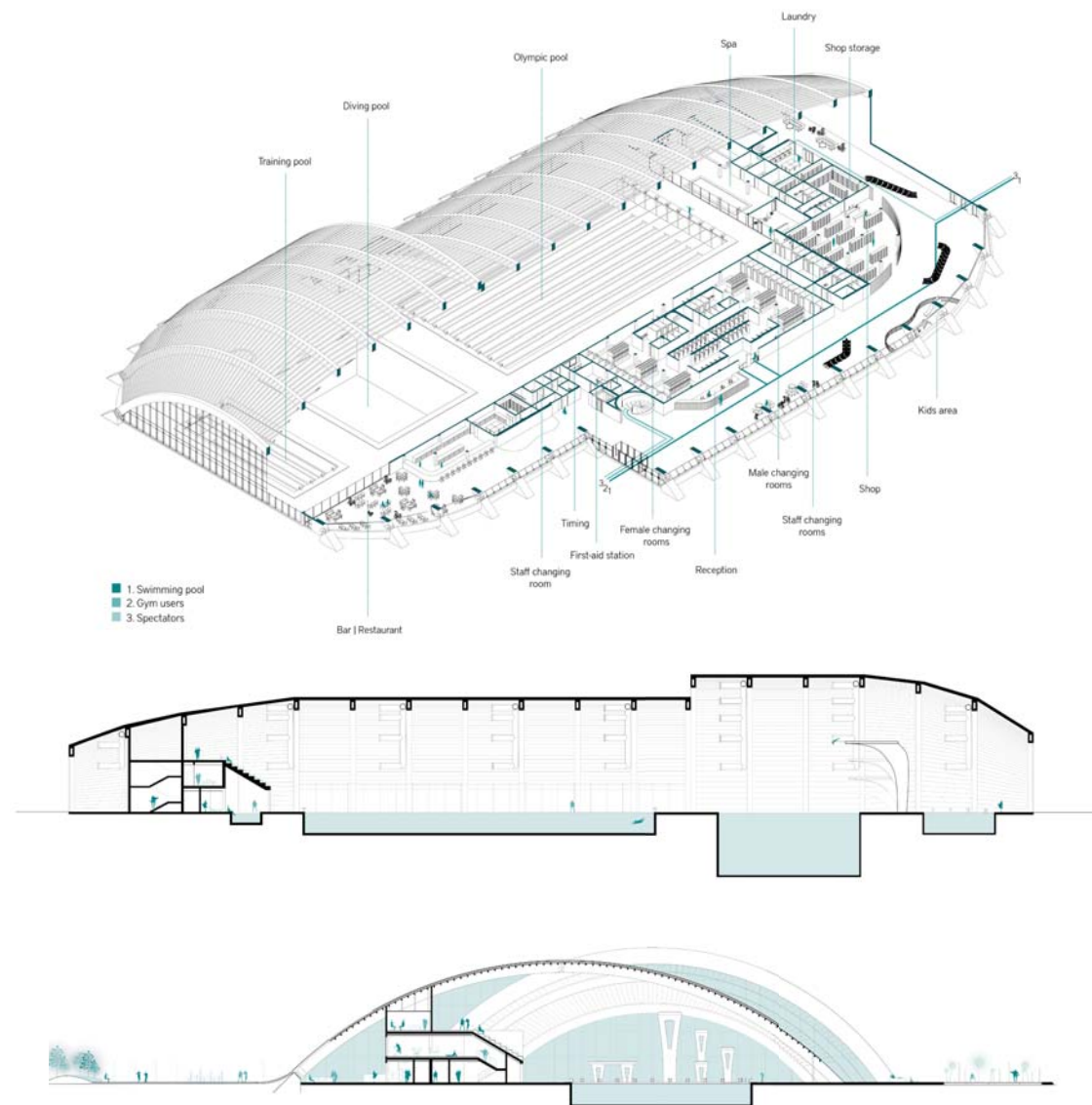
Tra le diverse infrastrutture per lo sport, gli impianti per il nuoto rappresentano una delle sfide più impegnative dal punto di vista progettuale, soprattutto se pensati per ospitare anche attività agonistiche di alto livello. Si tratta infatti di realtà in cui le scelte tipologiche, morfologiche, impiantistiche e strutturali hanno una significativa rilevanza sulla sostenibilità gestionale della struttura stessa. Sono impianti sicuramente costosi sia nella costruzione che nella gestione ed in cui le norme costruttive ed edilizie si sovrappongono ai regolamenti internazionali per l'omologazione per l'attività agonistica. Molti sono gli esempi in Italia che confermano la difficoltà di portare a termine in modo efficiente ed efficace il processo di progettazione e costruzione di tali spazi anche quando vengono coinvolti team professionali abituati ad operare a livello internazionale: si pensi al Palazzo del Nuoto di Torino o al caso ancor più emblematico della Città dello Sport di Roma. All'opposto però abbiamo esempi in cui l'inserimento di tale funzione ha permesso di riqualificare interi brani di città e di produrre una fruizione continua e qualificata delle strutture e delle aree circostanti con modalità sicuramente meno impattanti di altre infrastrutture per lo sport con usi altrettanto specializzati ma con accessi numericamente discontinui durante i diversi periodi dell'anno, come gli stadi per il calcio o i palazzetti per gli sport indoor.

Per questa ragione, l'associazione culturale Urban Curator TAT¹, collaborando con il Municipio 4 di Milano, ha sviluppato una proposta di masterplan per la riqualificazione di un importante ambito di Milano, chiamato Porto di Mare, che vede nell'inserimento di una struttura per il nuoto con una piscina coperta olimpionica l'elemento centrale della trasformazione urbana². Si tratta di un'area a confine con la città e il territorio a sud a prevalente carattere agricolo. L'area è fortemente infrastrutturata con la presenza di una fermata della metropolitana, la stazione ferroviaria di Rogoredo e la prossimità con il sistema delle tangenziali. A nordovest confina con un vasto sistema di quartieri di edilizia economica popolare che sono stati progressivamente sviluppati negli ultimi ottanta anni. L'ipotesi progettuale è stata approfondita all'interno di alcuni corsi progettuali del Politecnico di Milano³. I diversi progetti sviluppati, anche alla scala esecutiva, hanno permesso di confrontare varie alternative morfo - tipologiche, impiantistiche e strutturali, e hanno messo in luce le principali priorità/criticità che un progettista deve affrontare per sviluppare correttamente il progetto di un complesso edilizio per il nuoto anche agonistico. Vengono mostrati stralci di alcuni di questi progetti, insieme ad alcuni parametri fondamentali che li hanno contraddistinti, quali la superficie, il peso strutturale a mq riferito alla sola struttura principale

1 - L'Associazione Urban Curator TAT, costituita nel 2016 su un comune interesse di docenti universitari, architetti, professionisti, urbanisti e studiosi di problemi economico-sociali, promuove studi, progetti, pubblicazioni, conferenze, dibattiti, con particolare riferimento alla qualificazione dello spazio pubblico, nell'ottica di una partecipazione attiva della cittadinanza e per sensibilizzare i soggetti istituzionali.

2 - Il progetto interessa un'area di circa 60.000 mq e prevedeva la realizzazione di una piscina olimpionica, una piscina per i tuffi, una piscina di allenamento, palestre e spazi per le attività di supporto e commerciali per un sip totale di circa 18.000 mq. Il masterplan è stato pubblicato nel libro "Proposte e Progetti per il Sud Milano" del 2017 a cura del Municipio 4 e di UC TAT. Il testo rendiconta gli esiti di un seminario di progettazione partecipata svoltosi il 19 luglio 2017 e i cui risultati sono stati discussi con la popolazione e con i rappresentanti politici del Municipio e del Comune di Milano.

3 - In particolare nell'iniziativa sono state coinvolte la sezione A e la sezione D del Building Technology Studio, corso della Laurea Magistrale in Architecture - Built Environment - Interiors della Scuola di Architettura Urbanistica e Ingegneria delle Costruzioni del Politecnico di Milano. I docenti che hanno coordinato le attività progettuali sono stati: sezione A - Andrea Tartaglia, Bruno Dal Lago, Elisabetta Rotta; sezione D - Paolo Debiaggi, Alessandro Emilio Carrera, Fabrizio Leonforte.



ARCH-QUATIC CENTER - Ardala Z., Fignon C., Gujejjani B., Lyu X., Stella A.V.;
Area 10.000 mq; Legno strutturale 70 kg/mq; Fabbisogno energetico annuo 41 kWh/mq.

del blocco piscine e il fabbisogno energetico annuale (riscaldamento + raffrescamento) a mq riferito all'intero complesso. I nomi degli studenti autori dei diversi progetti sono indicati nelle relative didascalie.

Il laboratorio di progetto è stato impostato su parametri di indirizzo il più possibile orientati alla:

- definizione di un centro natatorio caratterizzato da dotazione impiantistica idonea ad ospitare manifestazioni sportive agonistiche di livello internazionale;
- caratterizzazione del centro natatorio in modo da ricercarne, per quanto possibile in fase progettuale, la possibile sostenibilità economica-gestionale.

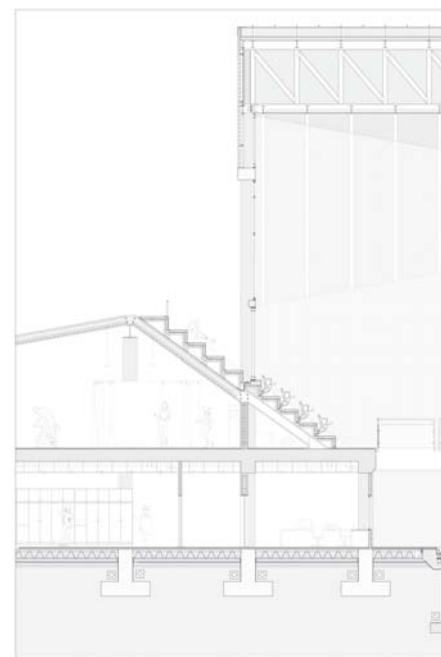
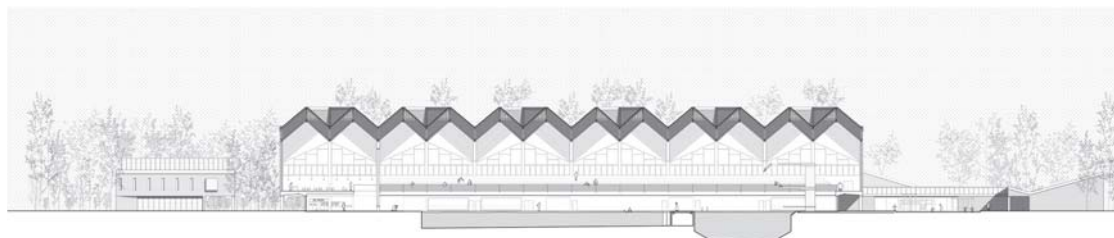
Tipologie di complessi per le attività natatorie

Un importante riferimento in termini di standard e regolamentazione per i centri natatori è rappresentato da "Pools for all" la guida elaborata dalla FINA che fissa gli indirizzi progettuali per le attrezzature atte ad ospitare i diversi sport acquatici⁴. Questa guida definisce le diverse categorie di impianti natatori in rapporto, principalmente, alla presenza e tipologia di vasche per l'attività sportiva e il numero di posti da destinare agli spettatori, indicando, di conseguenza, il tipo di manifestazioni che in esso potranno essere ospitate, la caratterizzazione dimensionale e i costi indicativi per la sua realizzazione. Sono definite 5 diverse tipologie di impianto, identificati con le sigle da AC-1 fino a AC-5. La tipologia AC-1, da considerare come modulo minimo, è destinata esclusivamente alla pratica e apprendimento della disciplina del nuoto, è dotata di una vasca da 25x12,5 m e da una vasca piccola per bambini da 12,5x6 m. Per la sua realizzazione viene ipotizzata una superficie coperta di circa 3.500 mq. Non sono richiesti spazi specifici per spettatori e può ospitare solo manifestazioni sportive

di ambito locale. La presenza della vasca olimpionica da 50x25m deve caratterizzare gli impianti di maggiore dimensione, a partire dalla tipologia AC-3, ma solo gli impianti di tipologia AC-4 e AC-5 possono ospitare tutte le manifestazioni relative alle diverse discipline di sport acquatici: nuoto, pallanuoto, tuffi e nuoto sincronizzato. Il laboratorio progettuale è stato orientato alla progettazione di un impianto di una di queste due ultime tipologie, destinato a poter ospitare manifestazioni sportive nazionali e internazionali delle diverse discipline acquatiche. Attualmente, un impianto di tale categoria idoneo ad ospitare eventi internazionali non è presente nella città di Milano. Queste due tipologie maggiori di impianto, AC-4 e AC-5, devono prevedere sia la vasca olimpionica da 50x25 m, con profondità di 3m, sia la vasca specifica per i tuffi. Quest'ultima deve essere dotata dei trampolini da 1,5 e 3 m oltre che delle piattaforme per i tuffi dai 5 e 10 m di altezza. Questa vasca deve misurare 25x20 m ed avere profondità pari a 5 m. Entrambe le tipologie devono essere dotate di una vasca secondaria per il nuoto, destinabile a vasca di allenamento durante le manifestazioni sportive. Nel caso di impianto AC-4 questa seconda vasca deve essere almeno da 25x12,5 m, mentre, nell'impianto maggiore AC-5, deve esserci un'ulteriore vasca olimpionica da 50x25 m. Ulteriore differenza tra le due tipologie di impianto è rappresentata dalla disponibilità di posti per gli spettatori. Nel caso di AC-4 deve essere di almeno 5.000 posti di cui 2.000 fissi e ulteriori 3.000 realizzabili con strutture temporanee. Nell'impianto maggiore, gli spettatori da ospitare salgono ad almeno 15.000, di cui 3.000 da prevedere in tribune fisse, le ulteriori 12.000 con strutture temporanee. Differisce, di conseguenza, anche la superficie edificabile necessaria, almeno 18.000 mq per la tipologia AC-4, almeno 25.000 mq per quella superiore. Cambia anche



ACTIVATING THE PERIPHERY – Huang A., Taylor C.;
Area 11.500 mq; Acciaio 117 kg/mq + Calcestruzzo 188 kg/mq; Fabbisogno energetico annuo 90 kWh/mq.



la superficie da prevedere per la costruzione, 10.500 mq di superficie coperta per l'impianto AC-4, 18.000 mq per l'impianto AC-5.

Funzioni complementari

A queste dotazioni impiantistico - sportive devono ovviamente fare da corollario tutti quei servizi necessari al funzionamento della struttura, sia durante le grandi manifestazioni, sia durante il funzionamento ordinario quotidiano. In questo senso, particolare importanza riveste la selezione e il corretto dimensionamento, già nella fase progettuale, degli spazi da destinare alle funzioni complementari, in grado di garantire sia l'idoneo e confortevole utilizzo dell'impianto da parte degli utenti, sia la redditività della struttura durante la gestione ordinaria quotidiana. La redditività è un elemento ormai imprescindibile nel contesto italiano. Si parla infatti di impianti che vengono solitamente realizzati o da privati o attraverso procedure di partenariato pubblico-privato in cui spesso è limitato se non nullo l'intervento del capitale pubblico a fondo perduto a sostegno dei costi di costruzione.

Tra le funzioni complementari da prevedersi in un impianto natatorio di questo livello, possiamo quindi distinguere:

- Funzioni necessarie allo svolgimento delle grandi manifestazioni sportive; rientrano in queste gli spazi da destinare alle necessità degli atleti, dei commissari di

⁴ - Pools for all – Design and development guide for sustainable aquatic facilities. Joaquim Pujol - FINA

gara, degli spettatori, della stampa e media in generale, al presidio medico e al merchandising.

(b) Funzioni orientate a sostenere gli oneri di gestione durante l'utilizzo quotidiano.

Nel primo gruppo funzionale (a) particolare rilevanza dal punto di vista progettuale rivestono le tribune da prevedersi per il pubblico spettatore. Un tempo, questi spazi venivano inglobati complessivamente nella struttura, normalmente integrati nel medesimo ambiente delle vasche per gli atleti, con problemi rilevanti in termini di volumi da riscaldare e gestione climatica dei diversi ambienti. In queste condizioni, mantenere una temperatura adatta all'atleta e al comune fruitore del piano vasca durante l'utilizzo quotidiano, significava dover riscaldare un'enorme volumetria comprendente anche lo spazio delle tribune. Quand'anche queste fossero deserte, con evidente spreco di risorse, e, in presenza di spettatori, costringendoli a sopportare temperature e umidità da clima tropicale. Nei grandi impianti più recenti, come il London Aquatics Center⁵ o il Danube Arena di Budapest⁶, questo tema è stato parzialmente risolto progettando per le tribune una parte fissa, organica alla struttura, e una parte implementabile con strutture temporanee solo in coincidenza delle grandi manifestazioni sportive. È ormai ampiamente verificato che, economicamente, risulterà più vantaggioso sostenere il costo di locazione, montaggio e smontaggio di tribune modulari temporanee in occasione di grandi eventi, piuttosto che gli oneri derivanti dai costi di esercizio per la climatizzazione dei volumi derivanti dalla presenza di strutture fisse. Analoghe considerazioni vanno fatte per il sistema di involucro, che deve essere progettato e realizzato con significative proprietà energetiche passive ed eventuali sistemi di generazione attiva di energia.

Nel gruppo (b) rientrano quelle funzioni che possono integrarsi agli sport acquatici e rappresentare un'attrattiva nella gestione quotidiana dell'impianto, quali spazi da destinare al Fitness, a centri benessere e spa, oppure quelle funzioni che possano assecondare la permanenza del pubblico e degli accompagnatori, quali, ad esempio, gli spazi di ristoro. In tal senso vanno considerate attentamente distribuzione e localizzazione delle diverse funzioni all'interno dell'impianto in modo che possano generare le sinergie attese. Ad esempio, lo spazio caffetteria/ristoro sarà tanto più attrattivo e redditizio se collocato in modo da rendere direttamente visibile alle mamme, ai papà e agli accompagnatori la vasca che ospita le attività degli utenti più piccoli.

Modalità attuative e gestionali – indirizzi funzionali

Un centro natatorio con le caratteristiche e le dotazioni impiantistiche idonee ad ospitare manifestazioni di li-

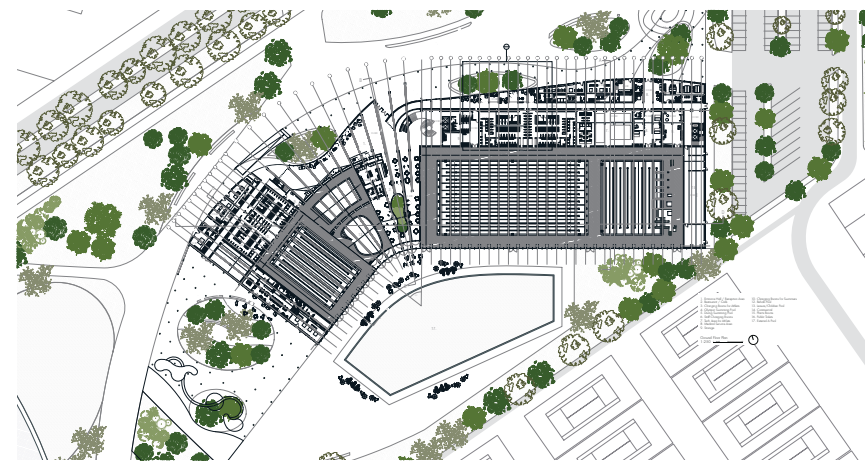
vello internazionale rappresenta, come detto, un costo particolarmente elevato, sia in termini di costruzione, sia in termini di successiva gestione. Per questa ragione, la fase progettuale non può non essere accompagnata, se non anticipata, da un'attenta e accurata pianificazione economica sia della fase realizzativa, sia della fase gestionale. Questa attività, come già anticipato, si rivela ancor più necessaria in quanto, sempre più spesso, la modalità con cui si finanziano e realizzano impianti di questa natura prevede la co-partecipazione di risorse pubbliche e private (PPP Partenariato Pubblico-Privato⁷). Questa modalità consiste in un contratto di medio-lungo termine tra due o più soggetti appartenenti al settore pubblico e privato, finalizzato a condividere un investimento in grado di produrre un beneficio socio-economico alla comunità. Spesso, l'operatore privato pianifica il ritorno economico del suo investimento attraverso la gestione dell'impianto o parte di esso, in grado di generare adeguati flussi di cassa. Un'operazione di PPP può essere promossa sia da un ente pubblico o da un operatore privato. In caso di iniziativa privata, al fine di avvalorarne la sostenibilità economica, l'operatore deve predisporre uno Studio iniziale di Fattibilità (se non un vero e proprio progetto di fattibilità tecnica ed economica) corredato da un Business Plan e da un Piano di Gestione. Se la proposta incontrerà il favore della Pubblica Amministrazione, questa la farà sua andando a formulare uno specifico bando pubblico alla ricerca dei partner privati, destinando al soggetto privato promotore il diritto di prelazione.

Pur non rappresentando ancora in Italia lo strumento predominante di realizzazione delle opere pubbliche, dai primi anni 2000 ad oggi il ricorso a PPP è stato in particolar modo utilizzato nella realizzazione di attrezzature sportive, soprattutto in coincidenza con la ristrettezza di risorse pubbliche e vincoli di bilancio. Alla luce delle esperienze italiane, in generale, si possono così sintetizzare le principali ragioni di insuccesso di un'operazione di PPP nel settore sportivo:

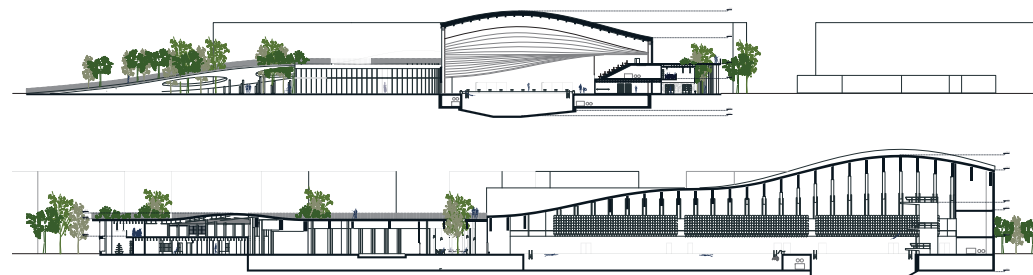
- errato dimensionamento della struttura in rapporto al bacino di utenza;
- costruttori e progettisti troppo focalizzati sul proprio risultato atteso;
- istituto creditizio non preparato a valutare un investimento nel settore sportivo;
- assenza nel campo decisionale di competenza nella gestione dell'impianto sportivo.

Ne consegue che per impostare una corretta progettazione dell'intero processo si debba ricercare una giusta alchimia tra diversi livelli di consapevolezza:

- visione strategica da parte degli investitori;
- definizione accurata dei costi di realizzazione da parte del soggetto costruttore;



GREEN WAVE – Calgari G., Qiu D., Rufo P.R., Santamaria P., Torregrossa C.;
Area 11.800 mq; Legno strutturale 225 kg/mq; Fabbisogno energetico annuo 38 kWh/mq.



5 - Il London Aquatics Centre è una struttura coperta con due vasche di 50 metri per il nuoto e una piscina di 25 metri per i tuffi, progettata da Zahra Hadzi. È stata una delle sedi principali delle Olimpiadi e delle Paralimpiadi estive di Londra 2012.
6 - La Duna Arena è il complesso acquatico di Budapest, in Ungheria, che ha ospitato i recenti campionati mondiali delle discipline acquatiche. È stato progettato da Marcell Ferenc e costruito tra il 2015 e il 2017.
7 - Regolamentazione italiana PPP - D.Lgs 50/2016 e 56/2017, Cap.4, artt. 179-191.

- modello di gestione da parte del futuro management della struttura.

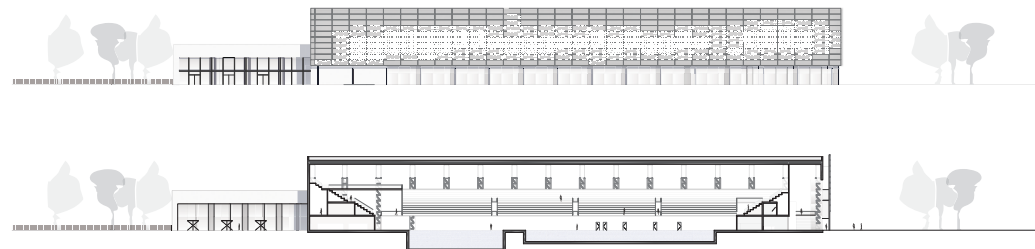
La verifica preliminare della sostenibilità economica diventa un elemento fondamentale della fase progettuale, nella quale la si dovrà indagare definendo chiaramente:

- il bacino di utenza del nuovo impianto sportivo, in termini di caratteristiche qualitative e quantitative della popolazione di riferimento (età media, reddito pro-capite, tasso di migrazione, etc.);
- gli impianti concorrenti in termini di caratteristiche, politica dei prezzi, specificità, etc.;
- le peculiarità del prodotto offerto riferito all'accessibilità, all'attrattività delle funzioni, etc.;
- la capacità economica e finanziaria del partner pubblico e la sua disponibilità di investimento in fase di costruzione e, successivamente, in fase di gestione;
- le aspettative del partner pubblico al fine di una corretta definizione della tipologia di impianto sportivo da realizzare e del suo successivo grado di utilizzo per le attività socio-assistenziali;
- la capacità economica e finanziaria del partner privato, sia in termini di investimento (equity, garanzie bancarie e assicurative, etc.), sia in termini di rendimento atteso. Quest'ultimo punto dovrà essere attentamente valu-

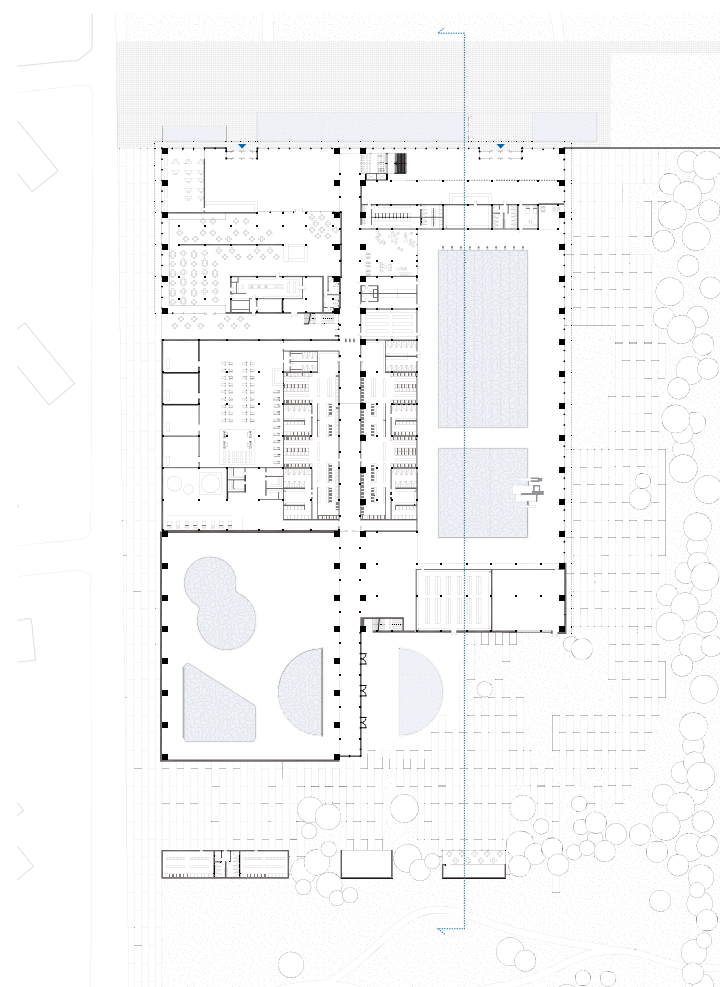
tato fin dalla fase progettuale definendo il cosiddetto modello gestionale dell'impianto sportivo, in grado di prefigurare le attività offerte in termini di loro specificità e complementarietà, gli spazi disponibili e gli orari, la necessità di personale, i costi di gestione (in termini di consumi, rifornimenti, manutenzione), la strategia tariffaria. Tanto più sarà approfondita, accurata e realistica la fase di indagine preliminare e la costruzione del business plan dell'operazione, tanto più il nuovo impianto avrà la possibilità di configurarsi e mantenersi nel tempo come proficuo investimento, in grado di rispondere sia in termini di benefici collettivi che di ritorno dell'investimento privato.

Approfondimenti tecnici

La progettazione delle strutture di copertura di questa tipologia di impianti è per necessità ardua, considerando che le luci minime libere da pilastri richieste dalla somma del lato corto della piscina, i corridoi di circolazione e gli spalti, anche disposti su un solo lato delle piscine, sono dell'ordine dei 50 m. In termini di soluzioni sviluppate nei progetti, le tipologie strutturali più tipiche sviluppate a tale scopo sono costituite da portali o da archi, entrambi piani. Soluzioni altresì realizzabili, quali



L.O.O.P (Local Opportunity and Olympic Pool) – Bacis, E., Edwards, A., Gardini F., Gomez I., Nowicka K.; Area 16900 mq; Acciaio 125 kg/mq; Fabbisogno energetico annuo 87 kWh/mq.



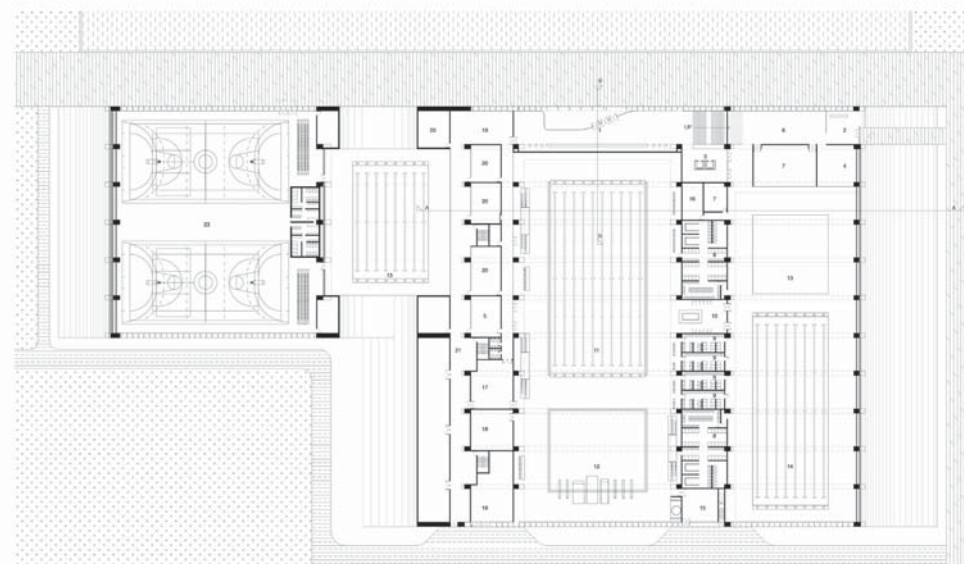
graticci tridimensionali o "vele", tipicamente in acciaio, non sono state prese in considerazione, principalmente a causa della forma allungata della pianta dell'edificio, mentre sono maggiormente adatte a forme compatte. I portali sono generalmente composti da travi reticolari in acciaio semplici o accoppiate oppure da elementi pieni in legno lamellare, entrambe le tipologie con altezze di 2,5-3 m. Il calcestruzzo armato è stato utilizzato sovente per i soli pilastri. In effetti, l'entità della luce delle travi rende quasi impossibile o comunque non conveniente l'adozione di portali interamente realizzati in calcestruzzo armato. Soluzioni prefabbricate precomprese, ad esempio con elementi alari che grazie ai limitati spessori possono realizzare coperture di peso compatibile con quelle in altri materiali, sono attualmente prodotte in Europa con luci massime di circa 40 m², e non sono quindi state considerate. La scarsa azione sismica associata al sito di Milano ha permesso l'utilizzo di pilastri a mensola incernierati in sommità alle travi, aventi forme degradanti con l'altezza, come a Y rovescia, o con sezione costante con lati di 1÷1,5 m. In direzione ortogonale al portale piano, sono state adottate entrambe le soluzioni di pilastri a mensola, ottenendo sezioni quadrate o circolari, o controventate, quindi forme rettangolari allungate nel piano del telaio. In termini generali, a travi reticolari singole sono stati associati pilastri rettangolari allungati controventati verticalmente, mentre a travi reticolari doppie, aventi larghezza paragonabile all'altezza, sono stati associati pilastri di forma compatta senza necessità di controventi aggiunti.

Gli archi, essendo strutture in grado di limitare drasticamente l'azione flettente tipica dei portali trasformando la sollecitazione principale in azione assiale, possono consentire una notevole ottimizzazione di materiali e

volumi, da soppesare con le maggiori difficoltà di realizzazione. Archi isostatici a tre cerniere sono generalmente utilizzati per strutture prefabbricate in legno, acciaio o calcestruzzo gettato in opera. Le sezioni più ricorrenti sono quelle a cassone con cavità interna, con inerzia simile nelle due direzioni, poiché questa tipologia strutturale più di altre soffre di possibili problemi di stabilità. Il profilo dell'arco selezionato nei progetti svolti è sempre stato circolare, anche se forme paraboliche scartate per ragioni di bassa angolazione di spiccatore avrebbero portato ad ulteriori ottimizzazioni per archi a tre cerniere. Da notare che le fondazioni sono da progettarsi considerando una significativa spinta orizzontale.

Entrambe queste tipologie strutturali hanno portato alla necessità dell'installazione di controventature di falda al fine di irrigidire il piano nella direzione perpendicolare ai portali o agli archi, ad eccezione dei portali in acciaio con travi reticolari doppie, dove la rigidità fuori piano delle travi è significativa. Tale controventatura negli edifici con struttura in legno è stata sovente posizionata sopra al perlinato di chiusura superiore, nascosta quindi alla vista.

Trattandosi di strutture di grandi dimensioni, il tema dell'involucro assume una valenza tecnica ma anche paesaggistica. Materiali, cromatismi, trasparenze e opacità devono essere correttamente gestite per evitare l'effetto di una scatola, la cui altezza può tranquillamente superare i 15 metri, volentieri imposta nel contesto. Non per forza queste strutture devono farsi percepire come manufatti fuori scala e alieni rispetto ai valori ambientali, paesaggistici, ma anche architettonici del luogo in cui si collocano. Tuttavia non si tratta esclusivamente di disegnare la percezione estetica del ma-



GROUND LEVEL PLAN

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. Spectators Lobby | 14. Practice Pool |
| 2. Athletes Lobby | 15. Medical Rooms |
| 3. Lift | 16. Physio therapy |
| 4. Bar | 17. Storage |
| 5. Toilets | 18. Services |
| 6. Athletes Lounge/ Juice Bar | 19. Office Lobby |
| 7. SPA | 20. Office |
| 8. Changing rooms | 21. Fire Escape |
| 9. Team Changing rooms | 22. Seating |
| 10. Athletes Waiting Area | 23. Multipurpose Facility |
| 11. Competition Pool | |
| 12. Diving Pool | |
| 13. Recreation Pool | |

WAVE SWIMMING CENTER – Cappuccilli B., Matharu A., Sathyamurthy K.;
Area 12500 mq; Calcestruzzo 470 kg/mq + Acciaio 50 kg/mq; Fabbisogno energetico annuo 260 KWh/mq.

nufatto. Il particolare microclima che è necessario all'interno di questi impianti - microclima che tra l'altro deve essere fortemente differenziato in termini di temperatura e umidità tra le diverse zone funzionali - porta alla necessità di un involucro di elevate prestazioni non solo con riferimento alla trasmittanza termica ma anche all'inerzia igro/termica. Tutto ciò anche in considerazione della necessità di controllare i costi di gestione. Tuttavia, come evidenziato dai valori calcolati con riferimento alle proposte progettuali qui presentate, il corretto progetto dell'involucro, sommato ad adeguate scelte di carattere impiantistico, permette, anche in strutture complesse e caratterizzate da grandi volumi come queste, di ottenere dei consumi energetici calcolati per mq molto contenuti. Progettare in modo appropriato l'involucro significa trovare il corretto equilibrio nei rapporti tra spazio

interno e spazio esterno sia in termini culturali che tecnico ingegneristici, cercando al contempo di contenere il massimo volume nella minima superficie. Sono state valutate molteplici alternative. Ad esempio le coperture verdi in grado di creare a scala locale positivi effetti su molteplici parametri ambientali (riduzione dell'isola di calore, migliore gestione delle acque piovane, assorbimento degli inquinanti aerei) e di controllare dal punto di vista paesaggistico il passaggio tra il tessuto urbano e le aree prettamente agricole del sud Milano. Oppure si è provato a sperimentare materiali tradizionali nel contesto milanese come il laterizio, il ceppo e il rame lavorando sui metodi di assemblaggio e sulle texture per creare non solo soluzioni completamente opache, ma anche pelli architettoniche parzialmente traslucide. In tal modo si è ricercata una continuità con la tradizio-

8 - Dal Lago, B. (2017). "Experimental and numerical assessment of the service behaviour of an innovative long-span precast roof element", *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 11(2), 261-273.

ne materica locale reinterpretandola rispetto alle specifiche caratteristiche ed esigenze di queste strutture. Naturalmente alcuni progetti hanno anche applicato soluzioni tecnico costruttive normalmente più riferibili a queste tipologie di edifici come pannelli prefabbricati di grande dimensione in calcestruzzo oppure pannelli leggeri a sandwich con finitura esterna in lega metallica. Infine, particolare attenzione è stata posta ai sistemi di

schermatura necessari a gestire ed utilizzare nel modo più efficiente l'irraggiamento solare in presenza di grandi vetrate. Elementi questi che normalmente sono previsti negli impianti natatori per ottenere il miglior confort visivo e percettivo all'interno degli spazi per l'attività sportiva e per alleggerire dal punto di vista architettonico la monoliticità dei volumi e creare maggiore continuità e permeabilità tra esterno ed interno.

