

STRUTTURA E ORNAMENTO

Ponte ciclo-pedonale Golda Meir, Berlino, 2021

STRUCTURE AND ORNAMENT

Golda Meir Steg, pedestrian and cycle bridge, Berlin, 2021

prof. arch. Andrea Campioli*

Politecnico di Milano Dipartimento di Architettura Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito

Il ponte ciclo-pedonale Golda Meir (Golda Meir Steg), completa l'intervento di riqualificazione urbana Berlino Europacity avviato nel 2010, collegando le due rive del canale Berlino-Spandau. Il ponte, progettato dallo studio di architettura ACME e aperto nel 2021, propone una forte relazione tra struttura e apparato decorativo. Le lamiere verticali del parapetto presentano un intaglio realizzato mediante taglio laser, che connota il ponte da un punto di vista formale, garantendo allo stesso tempo una sezione resistente dell'acciaio sempre adeguata ai differenti livelli di sollecitazione presenti nella struttura.

The pedestrian and cycle bridge Golda Meir (Golda Meir Steg), completes the Berlin Europacity urban regeneration project started in 2010, connecting the two banks of the Berlin-Spandau canal. The bridge, designed by the ACME architecture studio and opened in 2021, offers a strong relationship between structure and decorative apparatus. The vertical sheets of the parapet have a carving made by laser cutting, which connotes the bridge from a formal point of view while ensuring a resistant section of the steel always adequate to the different levels of stress present in the structure.



Fig. 1 | Vista del ponte ciclo-pedonale Golda Meir dalla sponda est del canale Berlino-Spandau. © Alex van Doorn

*Corresponding author: andrea.campioli@polimi.it

STRUTTURA E ORNAMENTO

Il rapporto tra struttura e ornamento costituisce uno dei temi nelle teorie dell'architettura con posizionamenti assai articolati [1] che spaziano dalla rivendicazione della piena autonomia della funzione ornamentale da quella strutturale, fino alla intransigente difesa di una necessaria coincidenza tra funzione, struttura e ornamento, emblematicamente rappresentata dall'aspra critica all'uso dell'ornamento nell'architettura moderna contenuta nel saggio di Adolf Loos *Ornamento e delitto* [4].

All'interno di questa dialettica è possibile osservare come la ricerca di una profonda integrazione tra struttura e ornamento abbia caratterizzato la sperimentazione progettuale nell'ambito delle costruzioni metalliche sin dalle prime applicazioni ottocentesche. Il disegno della struttura in ghisa delle navate della biblioteca di Saint Geneviève di Parigi, progettata da Henri Labrouste a metà Ottocento, sfrutta le caratteristiche di colabilità e allo stesso tempo di elevata resistenza meccanica della ghisa per la realizzazione di elementi strutturali nei quali l'articolato apparato ornamentale risulta intimamente connesso alla funzione portante; così come nelle architetture high-tech degli anni Ottanta e Novanta il carattere meccanico delle connessioni tra le membrature di acciaio costituisce l'elemento che le connota dal punto di vista estetico [5].

Il ponte ciclo-pedonale intitolato alla statista israeliana Golda Meir (Golda Meir Steg), esito della proficua collaborazione tra lo studio di architettura internazionale ACME e lo studio di ingegneria AKT II, si colloca all'interno di questa tradizione, proponendo l'integrazione tra struttura e ornamento in termini assolutamente originali. Le lamiere di acciaio che lo delimitano lateralmente sono infatti caratterizzate da un intaglio il cui disegno consente un progressivo aumento della sezione resistente man mano che ci si avvicina ai punti maggiormente sollecitati delle zone di appoggio.

BERLINO EUROPACITY

Il Golda Meir Steg è parte dell'articolato progetto di rigenerazione urbana Berlino Europacity, avviato nell'autunno del 2007, quando la Deutsche Bahn AG ha commissionato alla CA Immo Deutschland lo sviluppo dell'area industriale dismessa lungo il

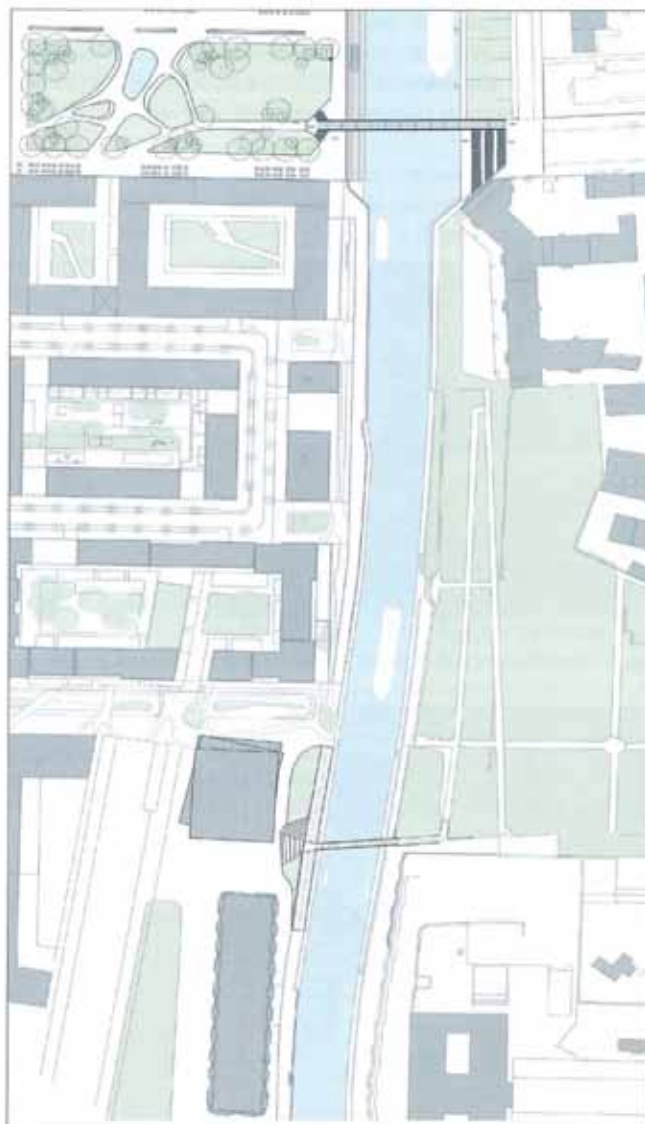


Fig. 2 | Pianta del progetto definitivo dei ponti di attraversamento del canale Berlino Spandau. © ACME



Fig. 3 | Render della soluzione proposta in fase di concorso per il ponte ciclo-pedonale nord. © ACME

canale Berlino-Spandau, con l'obiettivo di creare una nuova porzione di città in grado di contribuire al miglioramento della qualità della vita e alla sostenibilità sociale e ambientale dei processi di sviluppo in atto. Il completamento dell'intervento è programmato per il 2025.

Berlino Europacity sorge a nord della stazione centrale di Hauptbahnhof, a breve distanza dal quartiere governativo e dal parco

Tiergarten; confina a sud con l'Hamburger Bahnhof Museum für Gegenwart e l'adiacente Kunst-Campus, che ne andranno a formare anche il centro culturale, a nord con Perleberger Brücke, a ovest con la ferrovia e a est con il canale Berlino-Spandau. L'area occupa una superficie di circa 40 ettari, la cui proprietà è suddivisa tra CA Immo Deutschland (circa 20 ettari), Deutsche Bahn (circa 10 ettari) e Città di Berlino (circa 6 ettari). L'intervento di



Fig. 4 | Prospetto nord della soluzione proposta in fase di concorso per il ponte ciclo-pedonale nord. © ACME

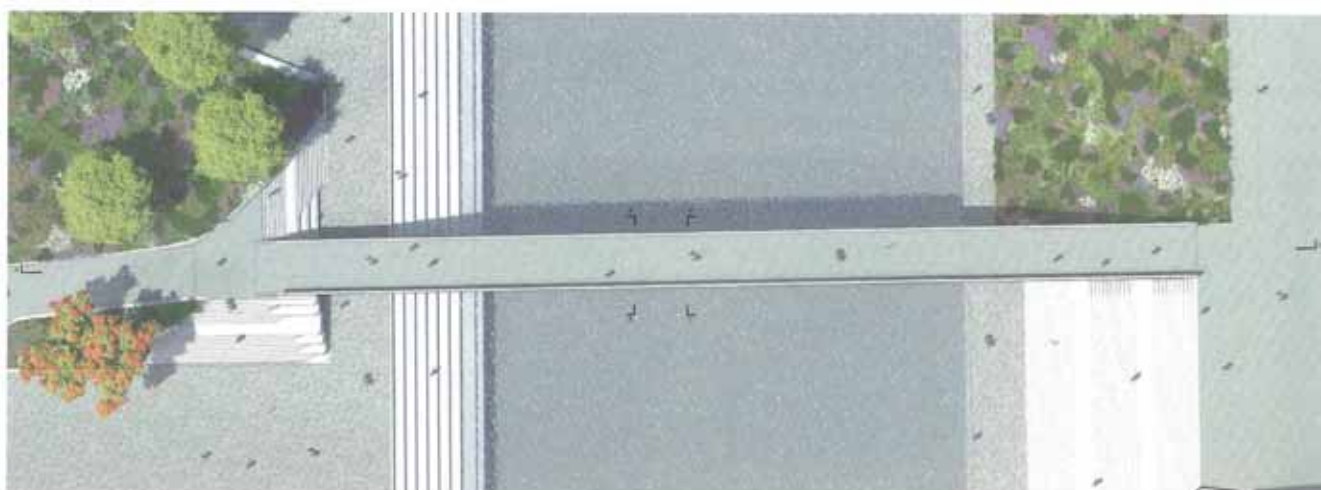


Fig. 5 | Pianta della soluzione proposta in fase di concorso per il ponte ciclo-pedonale nord. © ACME



Fig. 6 | Sezione della soluzione proposta in fase di concorso per il ponte ciclo-pedonale nord. © ACME



Fig. 7 | Render del progetto definitivo per il ponte ciclo-pedonale. © ACME



Fig. 8 | Render del progetto definitivo per il ponte ciclo-pedonale. © ACME

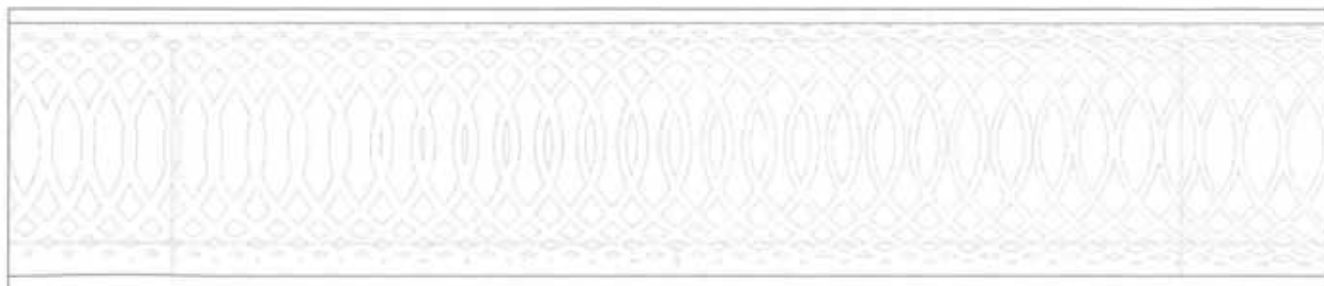


Fig. 9 | Disegno dell'intaglio del parapetto del ponte in corrispondenza della parte centrale. © ACME

rigenerazione prevede la realizzazione di circa mille alloggi in grado di ospitare oltre duemila abitanti integrati da uffici e strutture di servizio e di commercio al dettaglio per oltre diecimila posti di lavoro.

GOLDA MEIR STEG

All'interno dell'intervento il Golda Meir Steg, oltre a consentire il collegamento tra il nuovo quartiere e il quartiere Mitte grazie al superamento ciclo-pedonale del canale Berlino-Spandau, costituisce un'importante infrastruttura a servizio del quartiere, garantendo la totale accessibilità allo spazio pubblico della nuova Otto Weidt Platz e alle passeggiate realizzate lungo le sponde del canale. Il ponte, la piazza, le passeggiate, le gradinate in pietra che scendono verso il canale qualificano gli spazi aperti di questo imponente progetto di rigenerazione. Una rampa sul lato ovest e un collegamento in piano con Kieler Strasse sul lato est consentono l'attraversamento senza barriere.

Il Golda Meir Steg è uno dei due collegamenti previsti dal progetto di concorso vinto dallo studio di architettura ACME. La riqualificazione delle sponde della via d'acqua prevede infatti anche un attraversamento pedonale più a sud per rafforzare un ricongiungimento anche simbolico tra due parti di città che hanno vissuto per lungo tempo una drammatica separazione. In un contesto dove in passato la linea d'acqua divideva Berlino est da Berlino ovest e l'attraversamento era pericoloso e difficoltoso, i progettisti si sono posti l'obiettivo di "realizzare un attraversamento il più leggero e semplice possibile. Un incrocio che non richiedesse grande forza di volontà o decisione, un incrocio che invita silenziosamente i pedoni ad attraversarlo". Il progetto si caratterizza pertanto per il suo minimalismo, proponendo un attraversamento semplice che si libra sull'acqua, integrandosi al contempo perfettamente con il paesaggio fluviale.

Questa essenzialità ha consentito anche di corrispondere alla necessità di non costituire alcuna ostruzione alla percorrenza della via d'acqua e ai severi vicoli di accesso posti dalla autorizzazione alla navigazione.

IL DESIGN STRUTTURALE

Il concetto strutturale alla base del progetto è molto semplice: una trave a U poco profonda costituita da un impalcato e da due parapetti, con un'altezza della sezione trasversale sostanzialmente costante.

Tutti i componenti - impalcato, balaustre, montanti e corrimano - sono solidali tra loro e costituiscono la struttura del ponte.

La fondazione del ponte è costituita da due spalle realizzate su

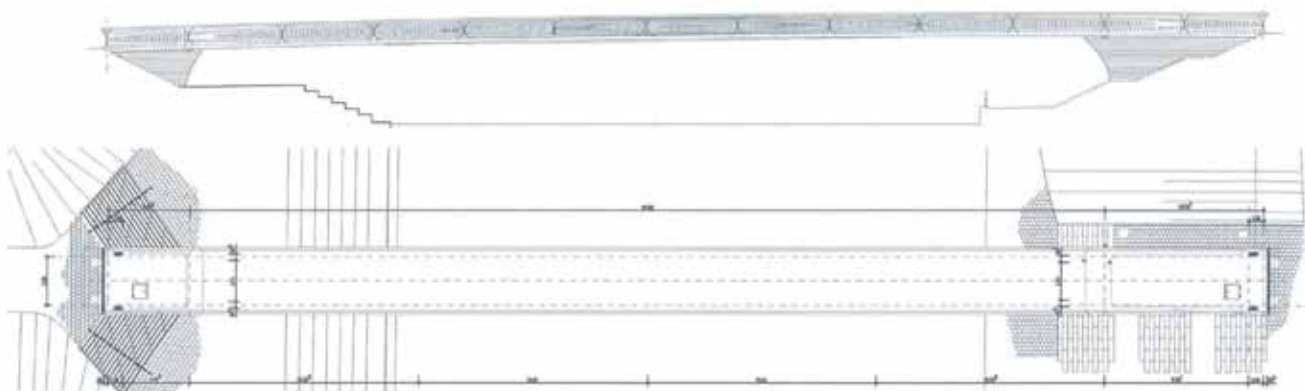


Fig. 10 | Prospetto e pianta del ponte ciclo-pedonale. © Schüller-Plan



Fig. 11 | Vista del Golda Meir Steg dalla sponda est del canale. © Alex van Doorn

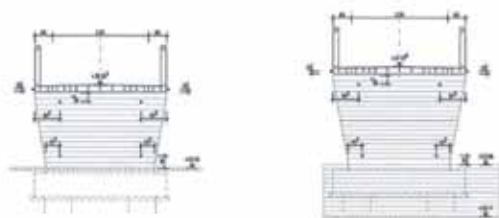


Fig. 12 | Sezioni trasversale del ponte ciclo-pedonale. © Schüller-Plan



Fig. 13 | Vista del Golda Meir Steg verso Kieler Strasse. © Alex van Doorn

pali a seguito di un delicatissimo consolidamento della zona di appoggio del ponte e della palancolata di contenimento esistente lungo la riva del canale.

A causa delle condizioni portanti del ponte, nei pali si sviluppano forze di trazione e compressione. I pali esterni sono in tensione, quelli interni compressi. I pali compressi sono stati realizzati come pali trivellati, con un diametro di 750 mm. I pali di tensione sono stati invece realizzati come ancoraggi al suolo, con un diametro di 300 mm.

Le fondazioni sorreggono le due pile di appoggio del ponte. Sul lato est la pila si integra con il declivio esistente e la scala che, dalla riva del canale, arriva alla quota di Kieler Strasse; sul lato ovest è inglobata nella doppia scalinata che collega il ponte con la quota della nuova Otto Weidt Platz. Il rivestimento delle scale è realizzato in granito recuperando in parte il materiale della gradinata preesistente.

Le pile sono realizzate con setti di calcestruzzo armato gettato in opera inclinati che si aprono verso l'alto raccordandosi con l'impalcato del ponte. La sezione delle pile pertanto si rastrema verso il basso grazie a una particolare lavorazione a gradino.

La struttura del ponte è costituita da una trave a cassone, alla quale sono saldate le lamiere del parapetto, irrigidite da montanti e completate superiormente da un corrimano anch'esso con funzione strutturale. La geometria del ponte segue un leggero arco con una freccia di circa 1,27 m. Il sistema statico nella direzione longitudinale può essere descritto come una trave continua a tre campate. Le campate laterali hanno una luce di 5,53 m e di 10,33 m, mentre la campata centrale ha una luce di 60,84 m.

L'altezza del ponte dall'intradosso al corrimano varia da 1,530 m in corrispondenza dei punti di appoggio a 1,665 m in corrispondenza della parte centrale. La larghezza totale è di 4,40 m, mentre la larghezza disponibile per pedoni e ciclisti è di 4,00 m.

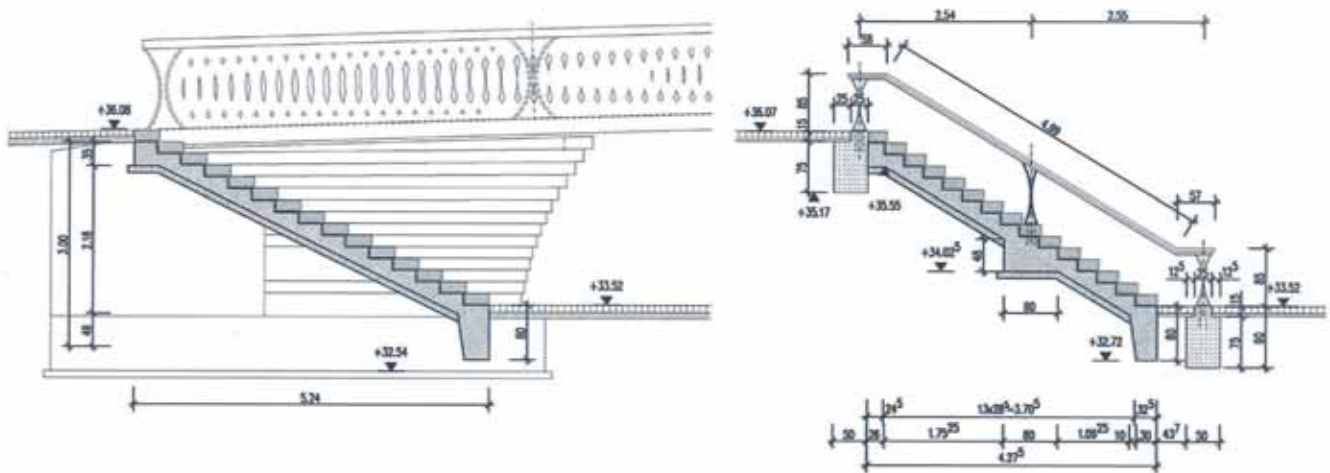


Fig. 14 | Sezioni delle scalinate in corrispondenza della pila ovest. © Schübler-Plan

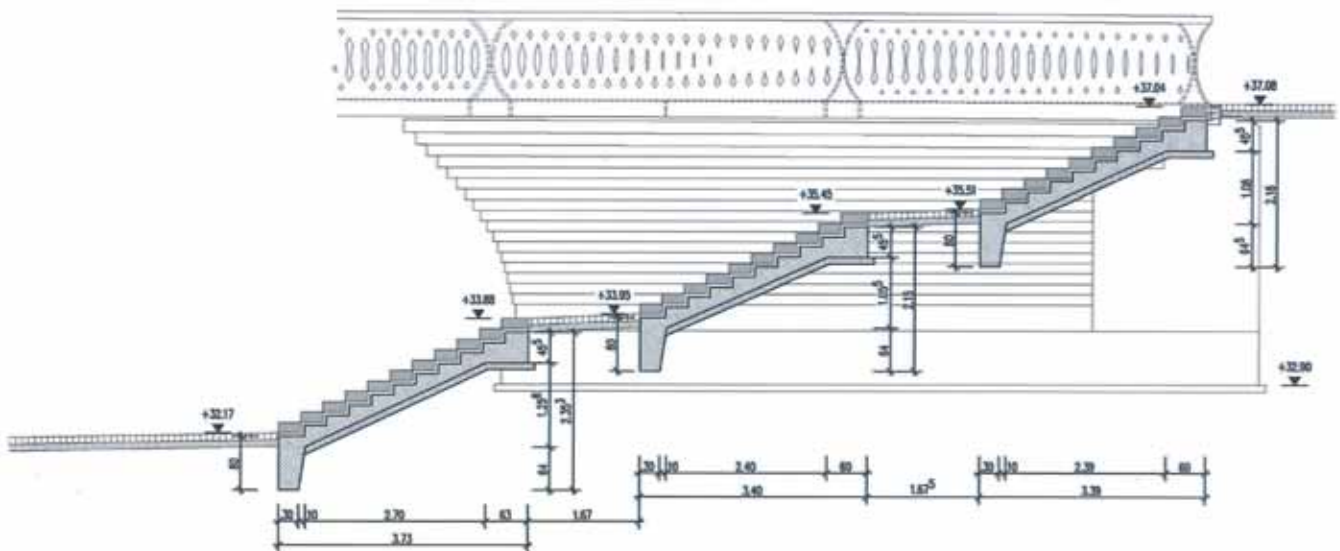


Fig. 15 | Sezione della scalinata in corrispondenza della pila est. © Schübler-Plan

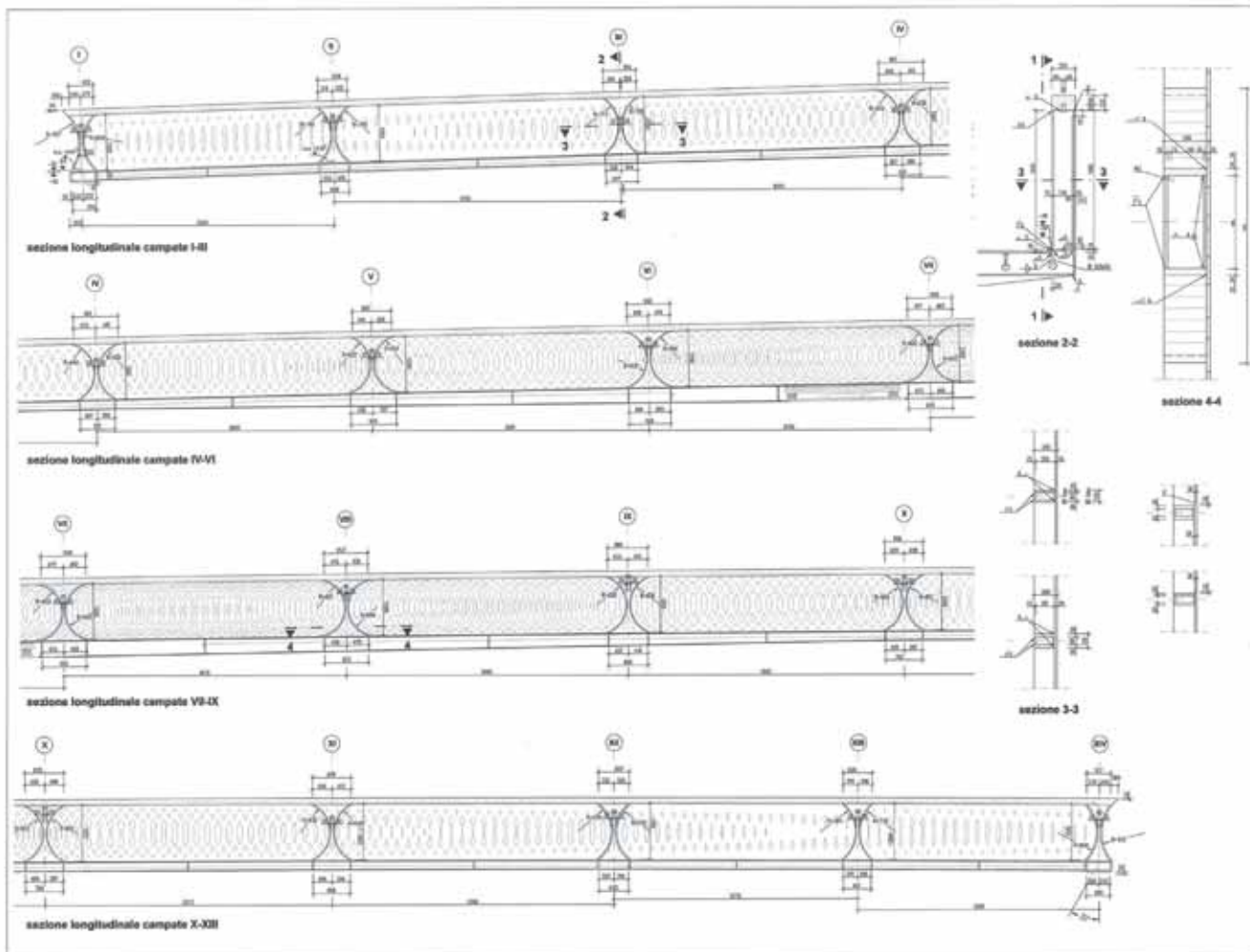


Fig. 16 | Sezioni longitudinali del ponte ciclo-pedonale. © Schübler-Plan



Fig. 17 | Vista del Golda Meir Steg dalla banchina est del canale. © Alex van Doorn



Fig. 18 | Mock up del parapetto del ponte ciclo-pedonale predisposto dal committente per la gara di appalto. © ACME



Fig. 19 | Mock up del parapetto del ponte ciclo pedonale con l'illuminazione. © ACME

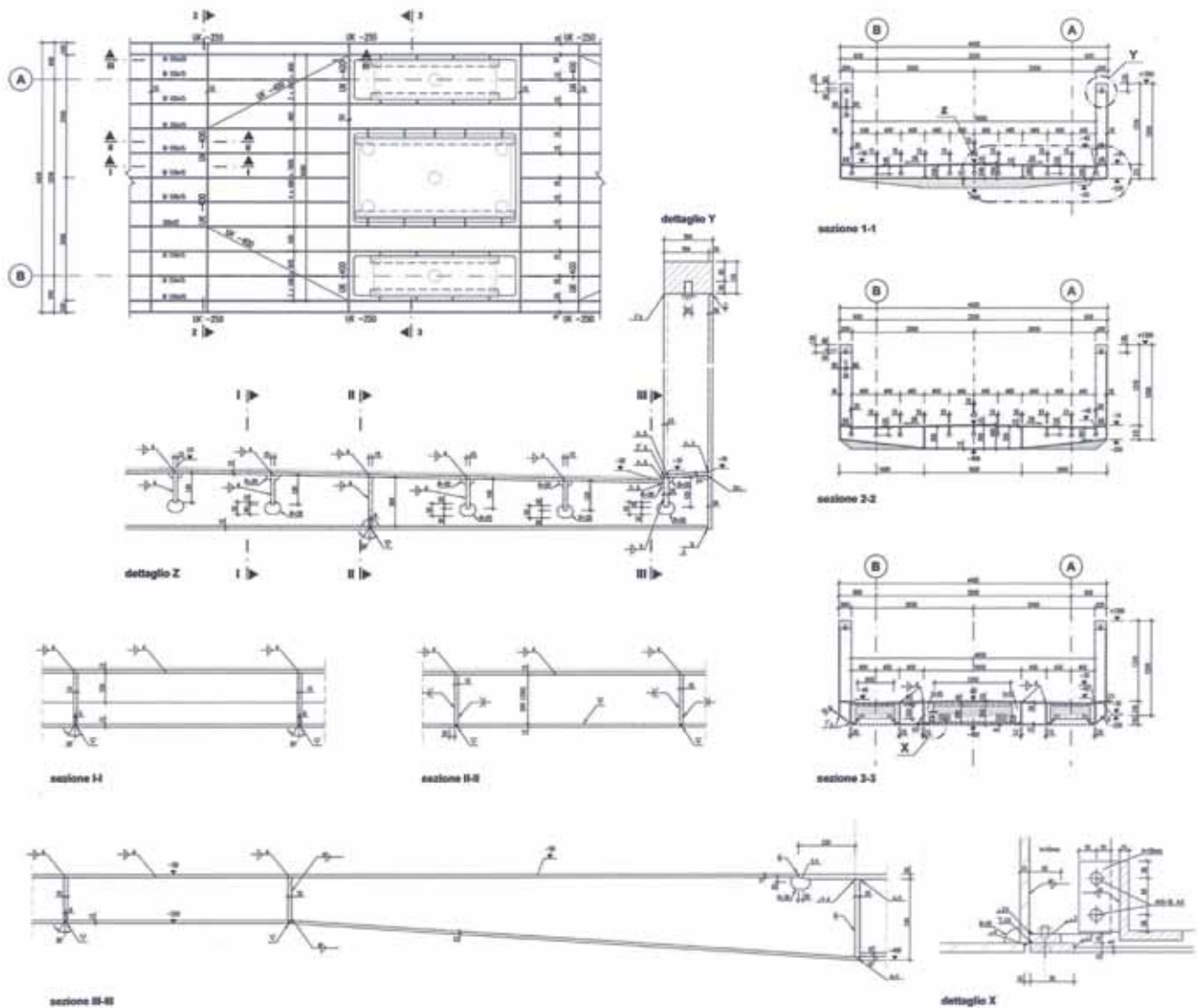


Fig. 20 | Disegni di dettaglio della carpenteria di acciaio del ponte ciclo-pedonale. © Schüller-Plan



Fig. 23 | Costruzione della struttura di acciaio del ponte ciclo-pedonale in officina. © Max Streicher



Fig. 24 | Costruzione della struttura di acciaio del ponte ciclo-pedonale in officina. © Max Streicher



Fig. 25 | Costruzione della struttura di acciaio del ponte ciclo-pedonale in officina. © Max Streicher



Fig. 26 | Costruzione della struttura di acciaio del ponte ciclo-pedonale in officina. © Max Streicher

La trave a cassone dell'impalcato in direzione trasversale ha un'altezza di 210 mm in prossimità dei parapetti e di 250 mm in corrispondenza della mezzeria. In corrispondenza del centro del ponte queste altezze arrivano a 350 mm e 405 mm in modo che gli ammortizzatori possano essere contenuti nello spessore dell'impalcato.

La trave è costituita da una lamiera inferiore e una lamiera superiore, alle quali sono saldati traversi, disposti ad una distanza di circa 3 m, e rinforzi longitudinali collocati a un terzo della larghezza. Ogni 6 m i traversi sono collegati ai montanti curvi del parapetto. Alla lamiera superiore sono saldati ulteriori rinforzi longitudinali, che assorbono le sollecitazioni causate dal cambia-

mento dei carichi e dei veicoli di servizio e che servono a limitare le flessioni locali dovute a carichi ad alta concentrazione.

Anche i parapetti fanno parte del sistema strutturale contribuendo al trasferimento dei carichi. L'intaglio della lamiera, realizzato con tecnologia laser, è stato progettato al fine di offrire in ogni punto la sezione resistente più adeguata in relazione alle sollecitazioni. L'intaglio si basa sul disegno a motivi circolari tipico delle ringhiere della tradizione costruttiva tedesca ed è realizzato mediante l'intersezione di due cerchi. Ridimensionando e sovrapponendo i cerchi, si genera un disegno a densità differenziata lungo lo sviluppo del parapetto il cui grado di perforazione traccia l'andamento delle sollecitazioni nella costruzione. Al

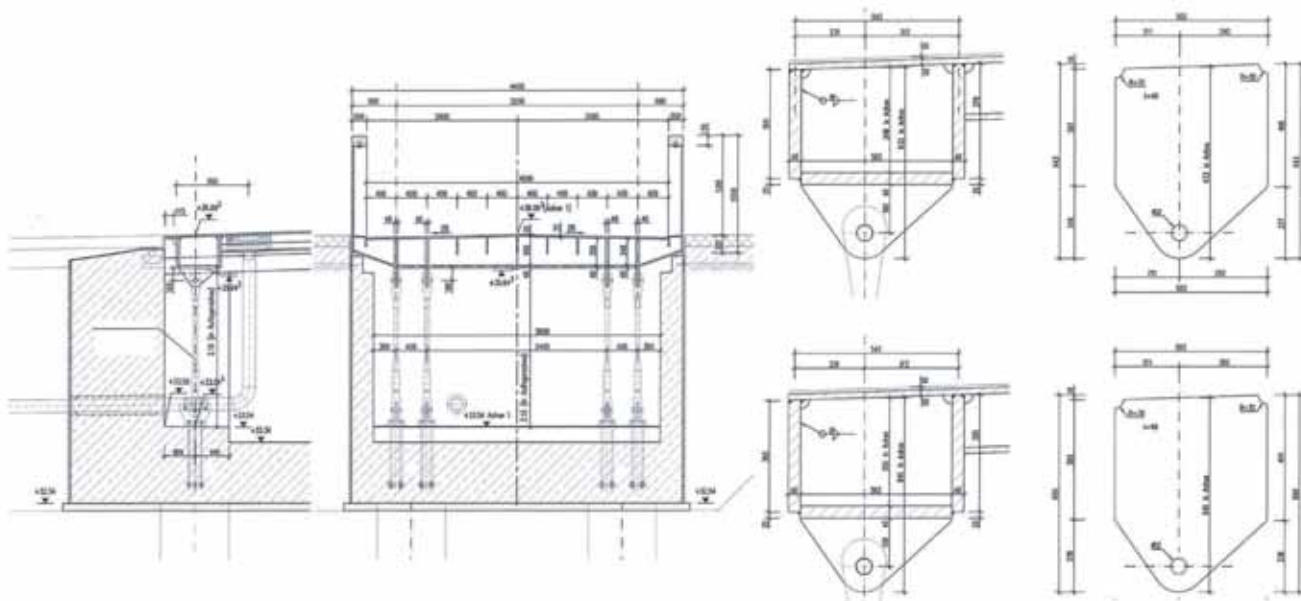


Fig. 27 | Disegni di dettaglio dell'ancoraggio pendolare della struttura di acciaio alle pile. © Schüßler-Plan

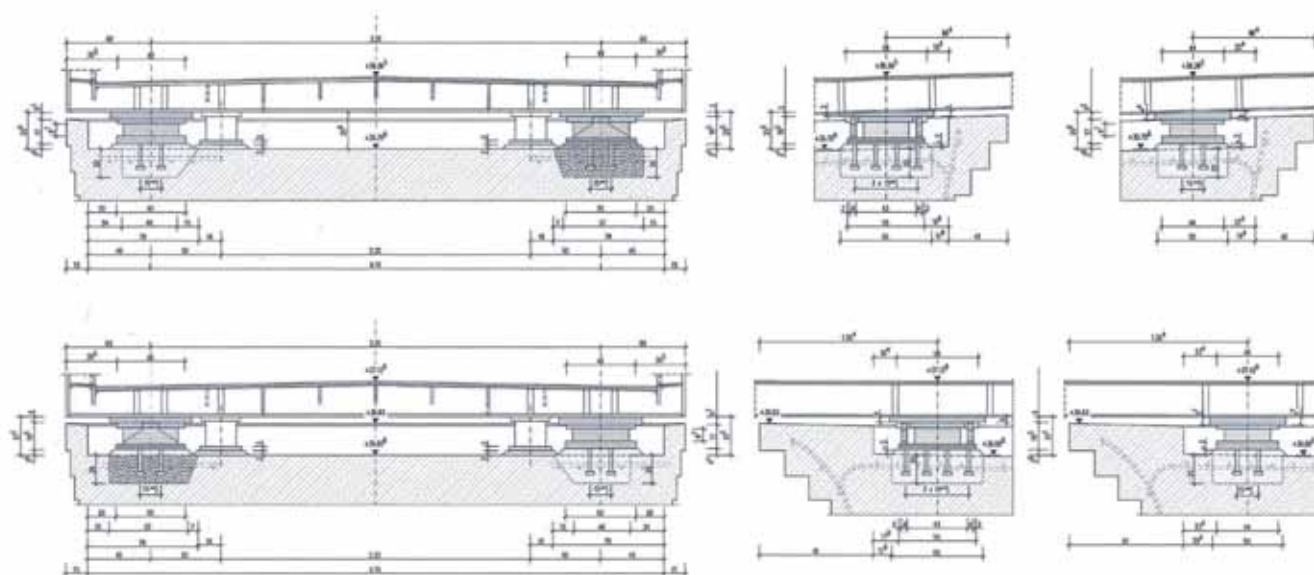


Fig. 28 | Disegni di dettaglio degli appoggi della struttura di acciaio alle pile. © Schüßler-Plan

centro del ponte il grado di trasparenza è di circa il 45%, alle sue estremità in corrispondenza delle pile è di circa il 5%. La lamiera dei parapetti è irrigidita dai montanti curvilinei e dal corrimano realizzato con un profilo a sezione rettangolare.

Il peso del ponte viene trasferito alle pile di appoggio attraverso dispositivi elastomerici che hanno anche il compito di assorbire le deformazioni orizzontali verticali e rotazionali. Le maggiori deformazioni sono causate dalla dilatazione termica nella direzione longitudinale del ponte. Tre smorzatori a massa accordata, assorbono le vibrazioni e mantengono l'immobilità e la stabilità del sottile ponte. Il comportamento alle vibrazioni del ponte è

stato esaminato nella progettazione al fine di poter stimare il comportamento del ponte sotto la sollecitazione dinamica provocata dal passaggio dei pedoni e dei ciclisti. L'indagine è stata condotta utilizzando un modello 3D agli elementi finiti in cui sono state inizialmente determinate le vibrazioni naturali.

Il manto stradale è dotato di uno strato sottile legato con resina reattiva e antiscivolo.

Il drenaggio superficiale del ponte avviene con una pendenza longitudinale e trasversale di circa il 2% in direzione dei parapetti e delle estremità.

Il ponte è infine illuminato da strisce LED continue collocate-



Fig. 29 | Trasporto del ponte ciclo-pedonale all'imbarco. © ACME



Fig. 30 | Sollevamento del ponte ciclo-pedonale. © ACME



Fig. 31 | Sollevamento del ponte ciclo-pedonale. © ACME



Fig. 32 | Appoggio del ponte ciclo-pedonale sulla chiatta. © ACME

negli incavi realizzati sul lato inferiore dei corrimano per l'intera lunghezza del ponte. Le strisce luminose garantiscono verso l'interno un'illuminazione uniforme per pedoni e ciclisti, mentre all'esterno sottolineano i contorni dell'intaglio delle lamiere dei parapetti.

LA COSTRUZIONE E IL MONTAGGIO

La costruzione è stata appaltata a una impresa di Stützengrün in Sassonia. Il ponte è stato realizzato in officina in sette segmenti, ciascuno del peso di circa 30 t poi assemblati mediante saldatura nel porto di Deggendorf, nel sud della Germania, in un unico elemento lungo quasi 77 m e largo 4,5 m. che è stato caricato su una chiatta per il trasporto a Berlino via fiume.

La chiatta ha percorso 1600 km fino a Berlino in 14 giorni. Da Deggendorf, il ponte ha attraversato i corsi d'acqua attraverso innumerevoli chiuse lungo il canale Reno-Meno-Danubio fino a Duisburg. Quindi ha percorso il canale Mittelland, il fiume Havel,

il fiume Sprea fino a raggiungere la destinazione finale del canale Berlino-Spandau.

La modalità di sollevamento e posa del ponte è stata oggetto di uno studio approfondito in ragione delle particolari condizioni al contorno e del peso rilevante del manufatto. Una prima ipotesi che prevedeva l'utilizzo di due gru posizionate sulle due sponde del canale è stata accantonata per lasciare il posto a una soluzione che prevedeva l'impiego di una sola gru. Pertanto, all'arrivo a Berlino, una sola gru cingolata da 800 t collocata in prossimità della pila ovest e dotata di un contrappeso da 300 t ha sollevato il ponte dalla chiatta, lo ha ruotato di 90 gradi e lo ha posizionato con precisione sulle pile. Durante le operazioni di montaggio il canale è stato temporaneamente chiuso al traffico fluviale.

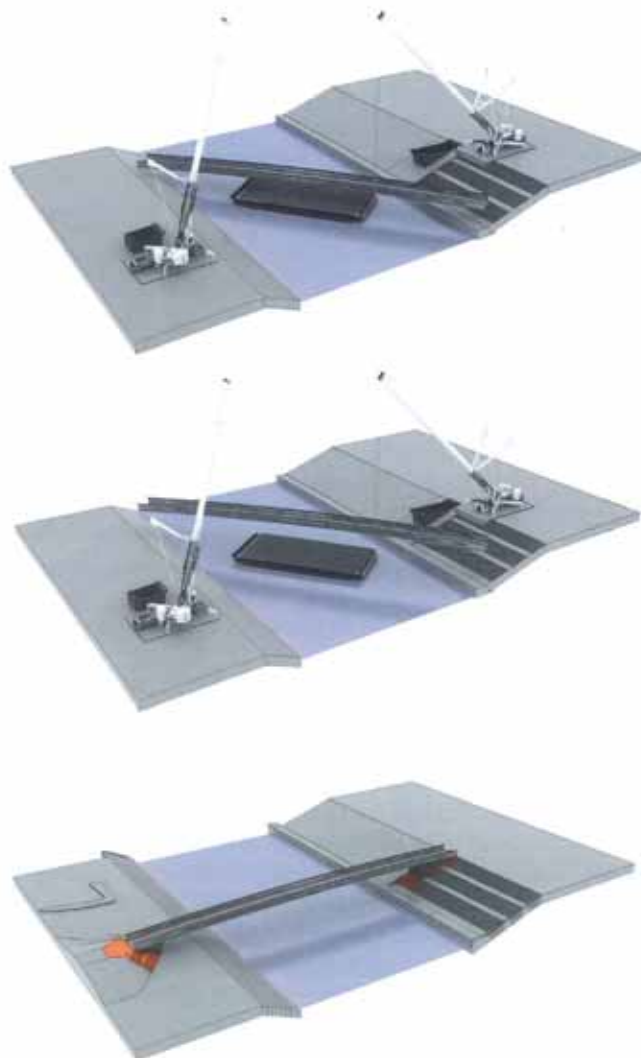
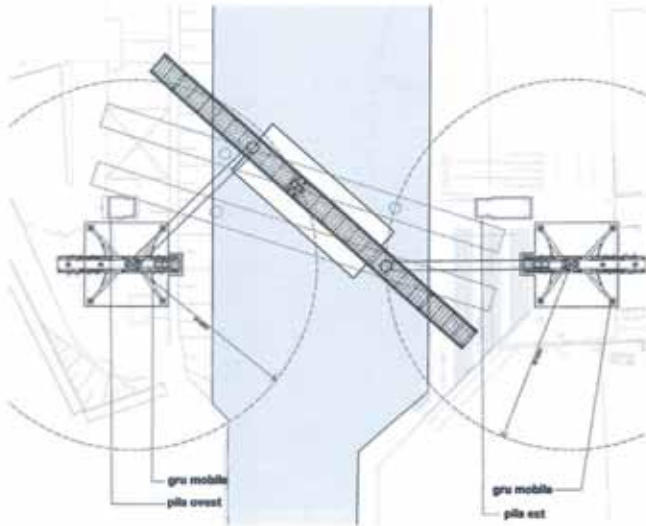


Fig. 33 | Studi relativi a una prima ipotesi di sollevamento e appoggio del ponte mediante l'utilizzo di due gru mobili.



Fig. 34 | Fase di sollevamento del ponte dalla chiatta. © ACME



Fig. 35 | Fase di rotazione e allineamento del ponte agli appoggi. © ACME



Fig. 36 | Fase appoggio del ponte sulle pile. © ACME



Fig. 37 | Vista notturna del ponte dalla sponda est del canale. © Alex van Doorn



Fig. 38 | Vista del notturna del ponte da Kieler Strasse verso Otto Weidt Platz. © Alex van Doorn

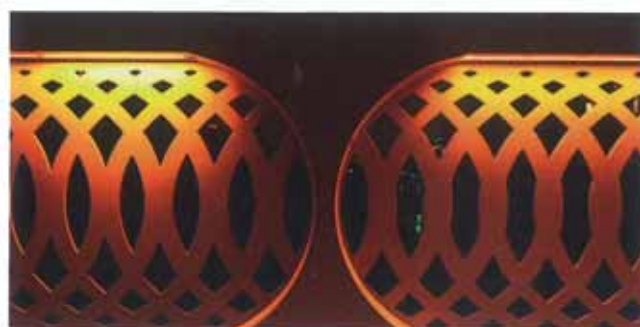


Fig. 39 | Dettaglio del parapetto illuminato dalla striscia LED inserita nella parte inferiore del corrimano. © Alex van Doorn

DATI DI PROGETTO

Localizzazione:	Europacity, Berlino
Profondità delle fondazioni:	21 m
Altezza:	2.50 m / 4.50 m
Larghezza:	4.0 m
Lunghezza:	76.86 m
Luce:	60.84 m

CREDITI

Committente: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Abteilung V-Tiefbau
 Progettista: ACME, Londra-Berlino
 Consulenti per il concorso
 Progettazione strutturale: AKT II; Quantity surveyor: Höhler+Partner;
 Progettazione illuminotecnica: SEAM Design
 Consulenti per la realizzazione
 Ingegnerizzazione delle strutture: Schübler-Plan; Organizzazione e supervisione della costruzione: BögerJäckle; Illuminazione: LichtKunst-Licht AG

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Elisabetta Di Stefano, *Estetiche dell'ornamento*, Mimesis, 2006.
- [2] Ambra Fabi, Giovanni Piovene, *L'ornamento in architettura: elemento inevitabile o vana decorazione*, *Domus*, n. 103, feb. 2020, pp. 15-20.
- [3] Kenneth Frampton, *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, The MIT Press, Cambridge, Mass. 1995.
- [4] Adolf Loos, *Ornamento e delitto*, in *Parole nel vuoto*, Adelphi, Milano, 1972.
- [5] Livio Sacchi "Storicità dell'high-tech", *op. cit.*, n.81, mag. pp. 5-21.



Andrea Campioli.

Architetto, professore ordinario di Tecnologia dell'architettura presso il Politecnico di Milano. Svolge attività didattica e di ricerca indagando gli effetti dell'innovazione tecnologica e tecnica sulla cultura progettuale in architettura e nel disegno industriale, con particolare attenzione ai processi orientati all'obiettivo della sostenibilità ambientale nel ciclo di vita dei manufatti edilizi. Su questi temi è autore di saggi e articoli su riviste nazionali e internazionali.