

PADIGLIONE ITALIA EXPO 2020 DUBAI (UAE)





In copertina:
Padiglione Italia,
Expo Dubai 2020
© Ph. Michele Nastasi

PADIGLIONE ITALIA
EXPO 2020 DUBAI (UAE)

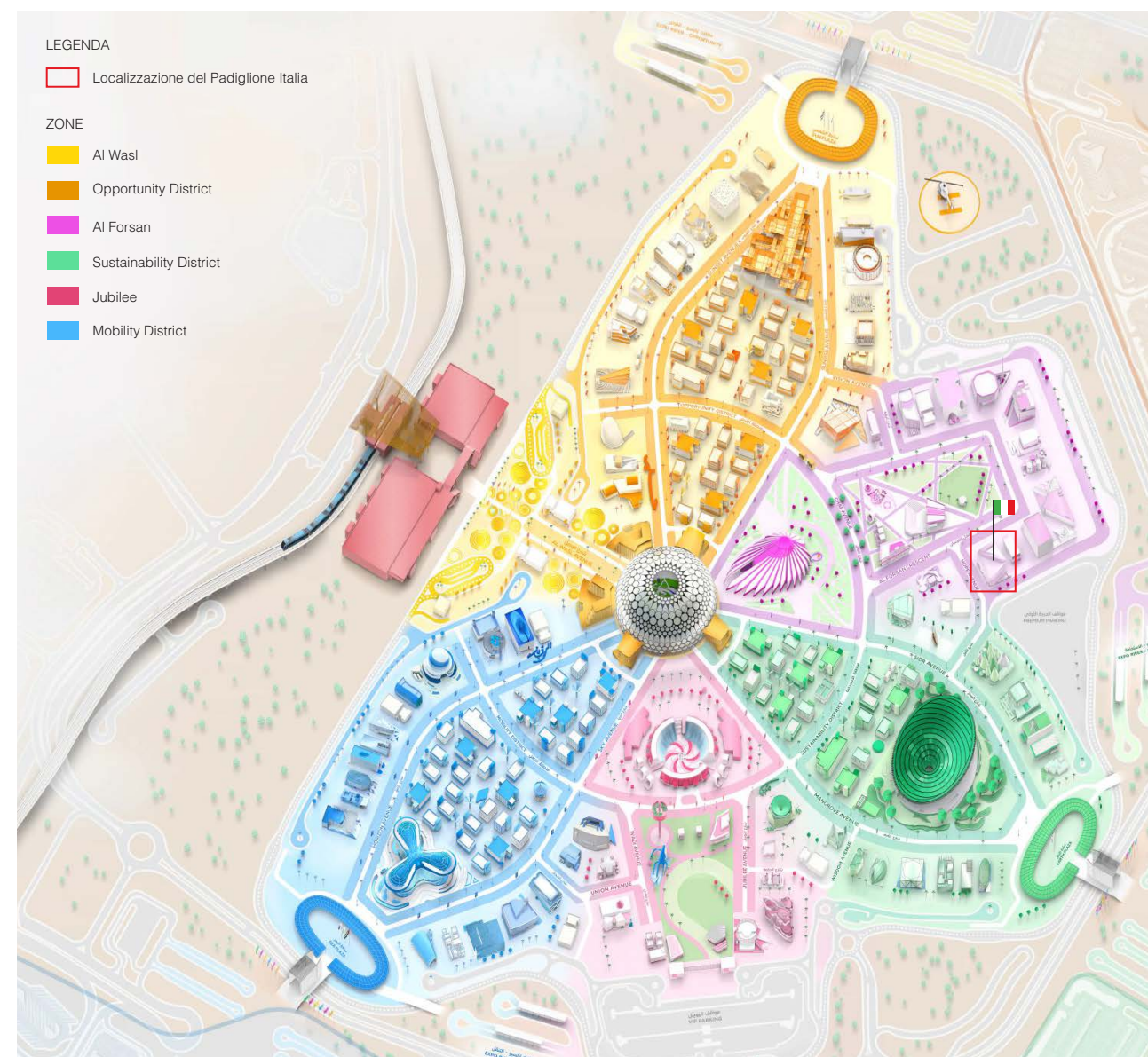
Indice

1	PREMESSA	5
2	STRUTTURE	14
3	IMPIANTI	24
4	SOSTENIBILITA'	29
5	BIM	32
6	CANTIERE	34

PADIGLIONE ITALIA EXPO 2020 DUBAI (UAE)

La bellezza unisce le persone

Il Padiglione Italia per Expo Dubai 2020 si presenta al pubblico come un esperimento di architettura riconfigurabile e circolarità. Si compone di tre scafi di navi che formano il tetto della struttura, una facciata multimediale realizzata con 70 chilometri di corde nautiche in plastica riciclata, e un sistema naturale di mitigazione del clima che sostituisce l'aria condizionata. Il Padiglione Italia è stato progettato da CRA-Carlo Ratti Associati e Italo Rota Building Office, con Matteo Gatto e F&M Ingegneria.



1. Planimetria generale del sito dell'Expo



2. Modello 3d del padiglione

1. Premessa

L'edificio del **Padiglione Italia per Expo Dubai 2020**, progettato da CRA-Carlo Ratti Associati e Italo Rota Building Office, con F&M Ingegneria e Matteo Gatto, è stato ufficialmente svelato al pubblico il 1 Ottobre 2021, nel quadro della prima Esposizione Universale realizzata nel mondo arabo. Il Padiglione incorpora nella sua **copertura tre scafi di navi a grandezza naturale**, i quali potrebbero potenzialmente navigare in mare al termine dell'evento. L'edificio presenta una **facciata multimediale composta da oltre 70 chilometri di corde nautiche** e utilizza un avanzato **sistema di mitigazione del clima alternativo all'aria condizionata**. Nel complesso, il progetto offre una visione sull'**architettura riconfigurabile** e il **design circolare** il cui obiettivo è **affrontare le sfide dell'attuale crisi climatica**. Nel percorso espositivo sono coinvolte alcune tra le aziende più innovative d'Italia. L'edificio si estende su una superficie di oltre 3.500 metri quadri e fa uso di **nuovi materiali da costruzione - dalle alghe ai fondi di caffè, dalle bucce d'arancia alla sabbia** - andando a suggerire strategie progettuali applicabili a livello internazionale.

Dati Tecnici

Luogo

Expo 2020 Dubai (UAE)

Committente

INVITALIA Spa - Commissariato Generale di Sezione dell'Italia per Expo 2020 Dubai

Responsabile unico del procedimento

Enrico Fusco – Invitalia Spa

Periodo

Progetto preliminare: 03/2019 - 04/2019

Progetto definitivo: 04/2019 - 07/2019

Progetto esecutivo: 07/2019

Realizzazione: 11/2019 – 10/2021

Inaugurazione: 01/10/2021

Destinazione d'uso

Padiglione espositivo

Professionisti

Progettazione architettonica

CRA-Carlo Ratti Associati, Italo Rota Building Office, Matteo Gatto & Associati, Archcorp Architectural Engineering

Progettazione degli interni

Rampello&Partners Creative Studio

Progettazione strutturale e geotecnica

F&M Ingegneria

Progettazione antincendio ed acustica

F&M Ingegneria

Progettazione impiantistica

F&M Divisione Impianti

Computazione

F&M Ingegneria

Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione

F&M Ingegneria Spa

Project Management

LC&Partners

Scenography Design

Alessandro Camera

Video & Multimedia

AGMultivision

Lighting Design

Luminae Lighting Design

Sound Design

P2A Design

Wayfinding

100km studio

Graphic Design

Studio FM milano

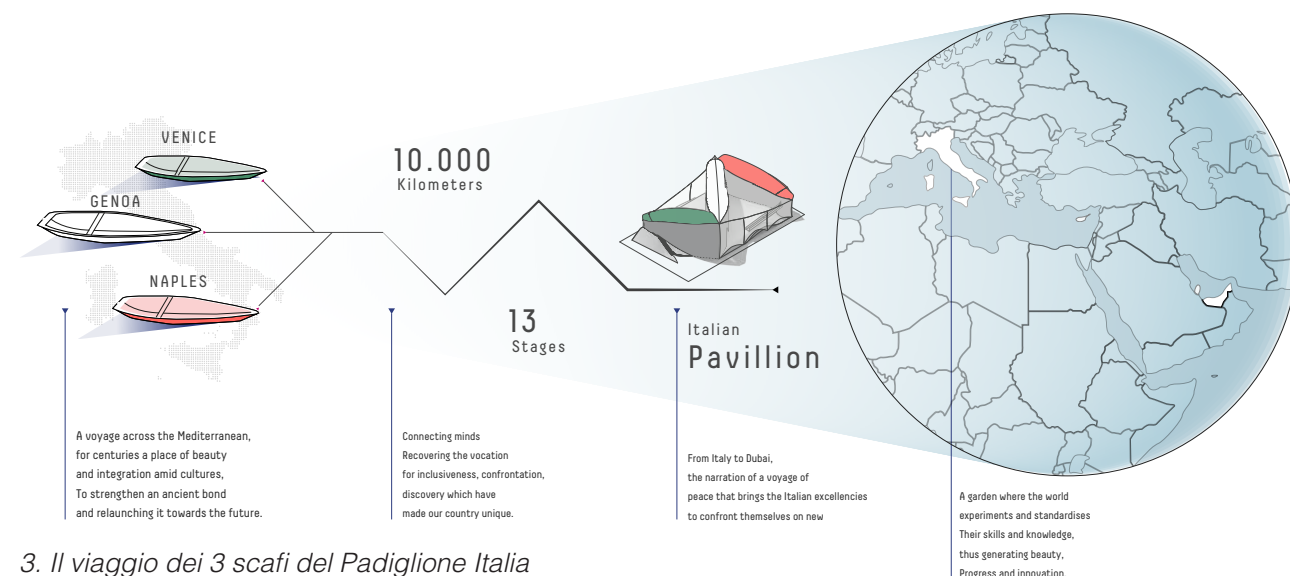
Landscape Design

CNR, GMP Studio

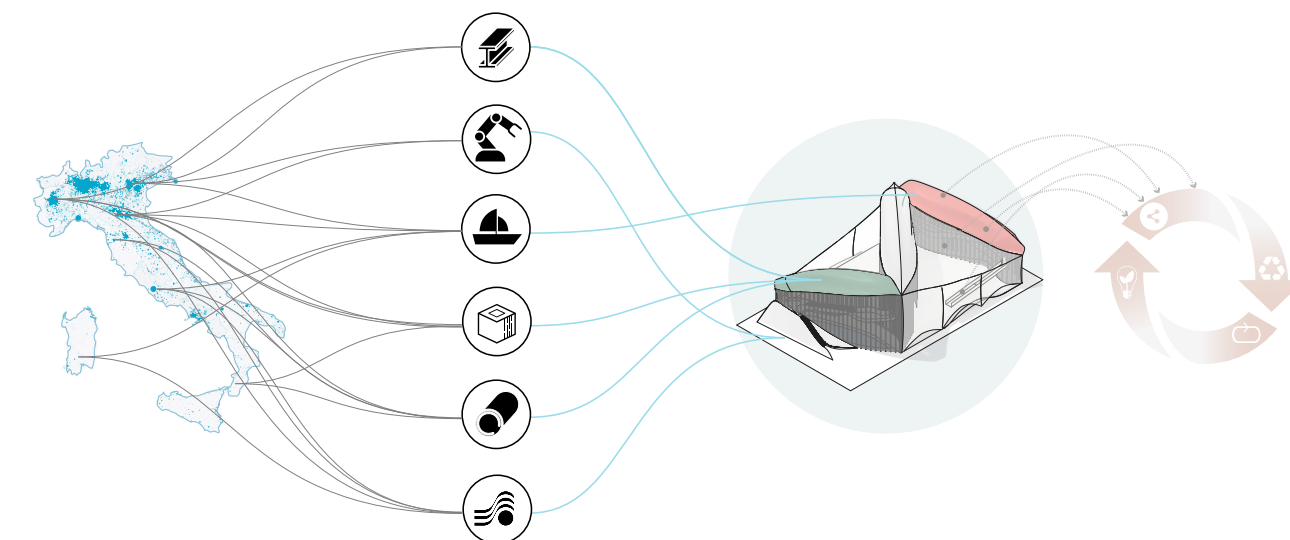
Mentre nel contesto di eventi temporanei come un'Esposizione Universale, spesso molte strutture diventano materiale di scarto dopo soltanto pochi mesi, l'architettura del Padiglione mette in discussione questo approccio.

Il Padiglione Italia è stato pensato come un'architettura capace di evolversi nel tempo e in modo sostenibile. Tre scafi di navi arrivano a Dubai, vengono capovolti per diventare il tetto del padiglione e, al termine di Expo, potrebbero salpare verso nuove destinazioni. La scelta della copertura dell'edificio evoca inoltre le storiche connessioni via mare tra la penisola italiana e quella araba, collegandosi in questo modo ai temi sia della partecipazione nazionale dell'Italia ("La Bellezza unisce

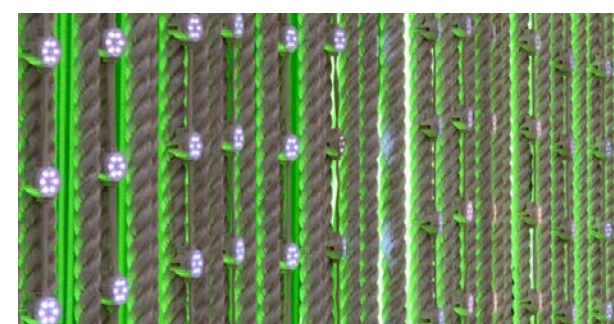
le persone") e l'Expo Dubai 2020 nel suo insieme ("Connecting minds, creating the future"). I **tre scafi misurano** ciascuno **dai 40 ai 50 metri di lunghezza** e sono stati realizzati con il contributo di Fincantieri, il maggiore costruttore navale d'Europa. Sono **sostenuti da 150 sottili pilastri in acciaio**, ciascuno alto **27 metri**. A loro volta questi ultimi elementi **sorreggono una membrana di copertura a forma di onda**, realizzata con cuscini in ETFE, **e uno strato forato di lamine metalliche il quale modula l'ingresso della luce**. **Visti dall'alto, gli scafi** appaiono rivestiti di una vernice innovativa sviluppata dal Gruppo Boero. I colori verde, bianco e rosso **formano** quello che è **il più grande tricolore della storia italiana**, esteso su 2100 metri quadrati.



3. Il viaggio dei 3 scafi del Padiglione Italia



4. Il made in Italy e il concetto di economia circolare



6. Foto di dettaglio dei LED incorporati nelle corde

Il padiglione non presenta pareti ma è delimitato da una **facciata multimediale a tenda, composta da corde nautiche**. La facciata **si illumina e diventa dinamica grazie ai LED incorporati sulle corde**. Le stesse corde, prodotte **in plastica riciclata** usando l'equivalente di quasi 2 milioni di bottiglie d'acqua, sviluppano un intreccio verticale che si estende per quasi 70 chilometri di lunghezza complessiva.

I numeri

Superficie padiglione
3.500 mq

Scafi in copertura
Numero: 3 - Lunghezza: dai 40 ai 50 m

Pilastri che sorreggono gli scafi
Numero: 150 - Altezza: 27 m

Travi calandrate
Numero: 30 - Lunghezza: 70 m

Skywalk (passerella sospesa)
Lunghezza cassone strutturale: oltre 20 m

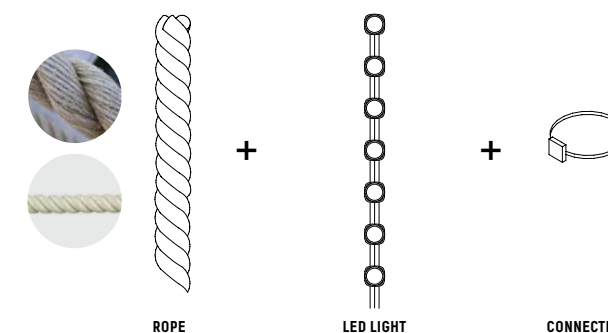
Corde in facciata
Altezza: 27 m - Lunghezza totale: 70 km
Plastica riciclata: 2 milioni di bottiglie

Orti-giardino
Numero specie diverse: 160

Acqua
300 litri di acqua recuperata dall'umidità per l'irrigazione degli spazi verdi

Caffè
1.500 mq di superficie di finitura per percorsi sospesi realizzata con caffè

Il David di Michelangelo
Altezza: 5 m - Peso: 5 ton



5. Sistema di facciata con LED incorporati nelle corde

Dopo la conclusione di Expo, esse **saranno riutilizzate, seguendo i principi dell'economia circolare**. Proprio l'impiego delle corde nautiche, insieme a un sistema di raffrescamento localizzato con nebulizzatori, **consentono di ottenere ombreggiamento e ventilazione naturale e migliore comfort termico**. Complessivamente, il progetto punta a sperimentare modalità più sostenibili per raffrescare edifici e ambienti urbani.

Gli ospiti del Padiglione accedono al percorso interno tramite una scala mobile che li porta fino al livello di 11 metri dal suolo, direttamente sotto la navata del primo scafo.

Da questo punto panoramico è possibile osservare l'intero Padiglione, per poi iniziare a camminare su **una passerella sospesa al di sopra degli ambienti espositivi e delle installazioni.**

Tra gli spazi principali si trova il **Belvedere**: una costruzione circolare sormontata da una cupola ricoperta da piante selvatiche della macchia mediterranea, la quale richiama i giardini rinascimentali.

Qui accanto, la **microalga spirulina**, coltivata dall'azienda del settore delle energie rinnovabili TOLO Green, rende

possibile la purificazione dell'aria tramite la biofissazione dell'anidride carbonica prodotta dai visitatori.

Il percorso espositivo comprende inoltre anche l'**Innovation Space** dedicato alla ricerca tecnologica; le **installazioni digitali "Second Sun" e "Second Moon"** realizzate da Enel X le quali creano un crescendo di effetti luminosi, legati alle emozioni dei visitatori monitorate in tempo reale; e il **"Teatro della Memoria"**, dove si trova una **copia del David di Michelangelo stampata in 3D**, realizzata dalla Galleria dell'Accademia di Firenze e dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali, in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze.



8. La scala mobile e la passerella sospesa - © Ph. Michele Nastasi



7. La scala mobile di accesso al Padiglione



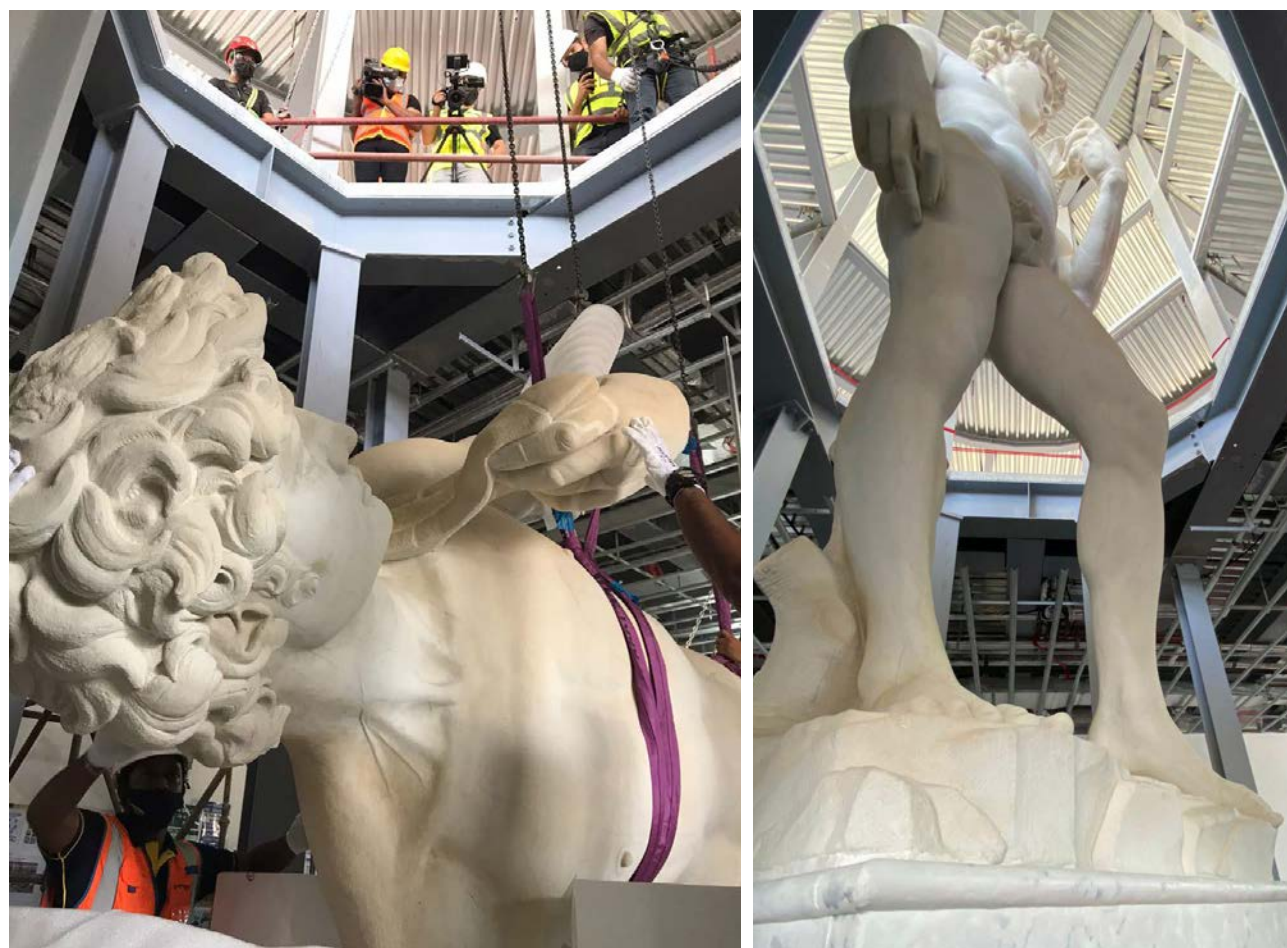
9. A sinistra le installazioni digitali realizzate da Enel X, a destra la copertura verde del "Belvedere"



11. Passerella sospesa al di sopra degli ambienti espositivi e delle installazioni. - © Ph. Michele Nastasi



12. Le vasche d'acqua per la coltivazione della microalga spirulina, collocate accanto al "Belvedere"



10. Fasi di posizionamento della copia del David di Michelangelo



13. L'orto-giardino coltivato all'interno del Padiglione

Il resto del Padiglione Italia include materiali che sono stati scelti in coerenza alle linee guida dell'economia circolare, sviluppati in collaborazione con Mapei, azienda produttrice di prodotti chimici per l'edilizia. **Caffè e bucce d'arancia lasciate essiccare e ridotte in polvere, vengono utilizzati per rivestire i percorsi e le passerelle sospese.**

Lo stesso Padiglione poggia su una duna alta 5 metri, realizzata con sabbia di provenienza locale.

Il percorso interno è inoltre arricchito da una serie di **elementi verdi**, con **oltre 160 specie vegetali che vivono all'interno dell'edificio**. Sviluppato in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e con il botanico Flavio Pollano, questo paesaggio naturale rende omaggio alla biodiversità e alla bellezza ecologica dei territori d'Italia e del Mediterraneo.

Particolare attenzione è dedicata al ruolo delle piante nella lotta alla desertificazione.



14. Il Padiglione Italia illuminato - © Ph. Michele Nastasi

2. Strutture

Gli obiettivi del progetto strutturale

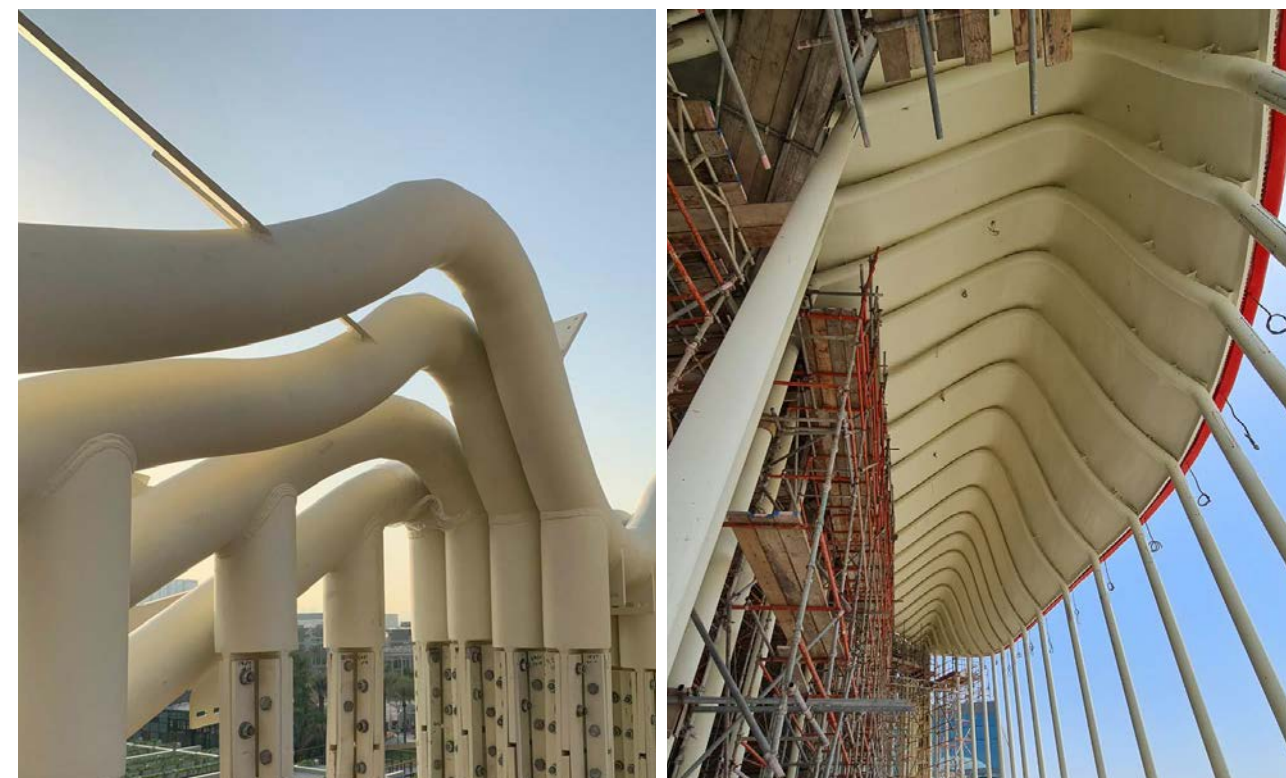
Il progetto del nuovo padiglione Italia concepito per l'evento Expo 2020 di Dubai, poi posticipato di un anno causa la pandemia mondiale Covid19, ebbe sin dalla sua nascita un obiettivo: essere unico. I progettisti si promisero di realizzare un'opera senza eguali, un'opera che non sia il classico edificio temporaneo bensì un'idea unica ed originale. L'unicità del padiglione dovrà **catturare l'interesse dei visitatori** e della stampa grazie al suo **forte impatto visivo**. Senza dubbio la **fluidità delle forme**, a richiamare il moto ondoso del mare, conferirà al padiglione Italia un'immagine forte. La **continuità delle colonne con archi e catenarie**, tutto con curvature variabili senza cuspidi ed angoli vivi, è la

massima rappresentazione della fluidità delle forme che caratterizza il padiglione. Unica al mondo è l'idea di completare **la copertura con scafi rovesciati, sorretti da archi a raggio variabile, e colorati di rosso, bianco e verde come la bandiera italiana**.

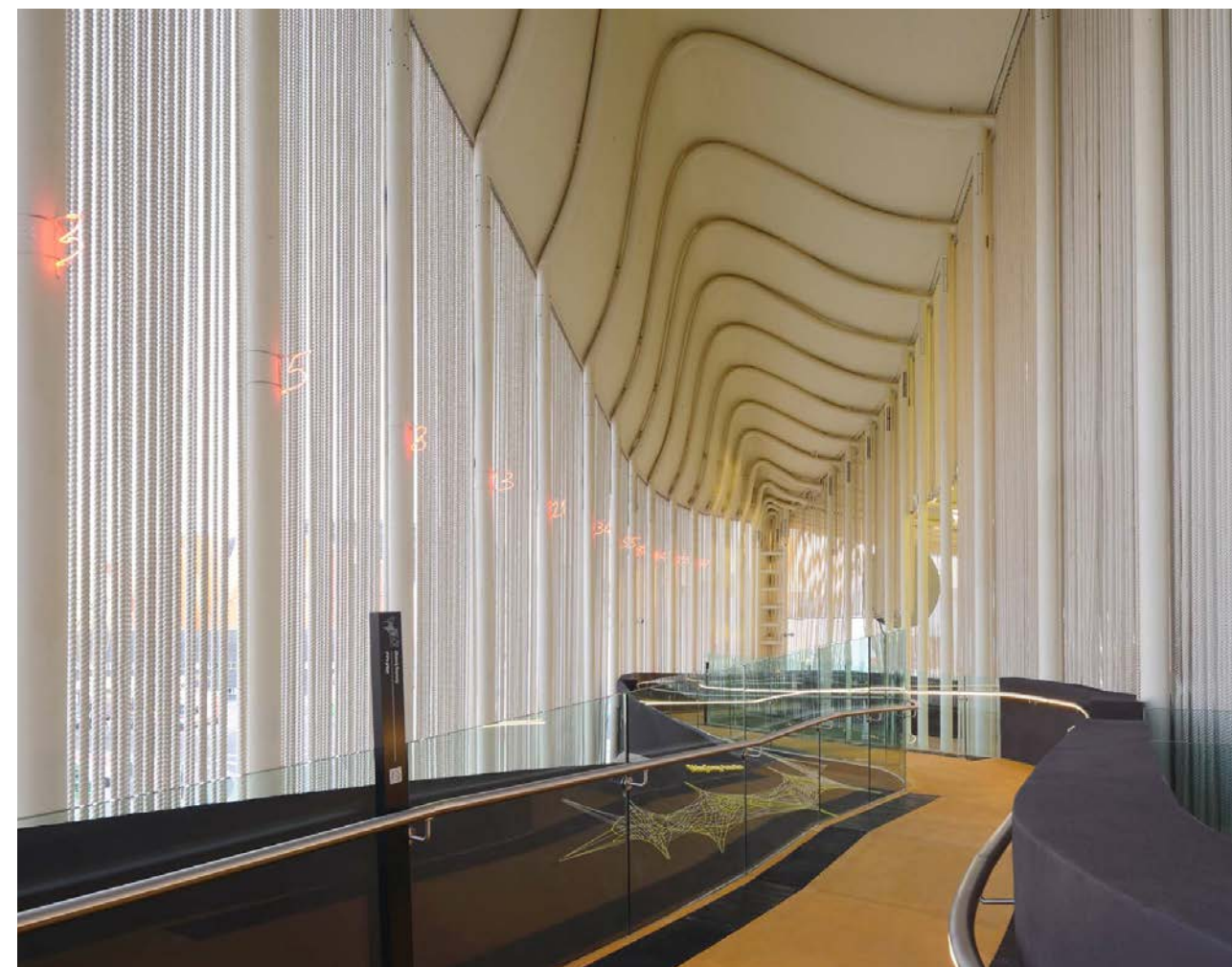
Grazie alle **mirate scelte progettuali**, è stato possibile ottenere una **leggerezza sia fisica e sia visiva delle strutture**. Gli **ampi spazi** a disposizione **sul primo impalcato**, chiamato "**la grande duna**", sono il frutto di coperture a grande luce senza pilastri intermedi. I **pilastri** sono tutti concentrati sotto i bordi degli scavi e **disposti** ad un interasse studiato **secondo** una regola ben precisa: **la regola di Fibonacci**.



15. Il cantiere



16. Gli archi a raggio variabile che sorreggono la copertura con scafi rovesciati



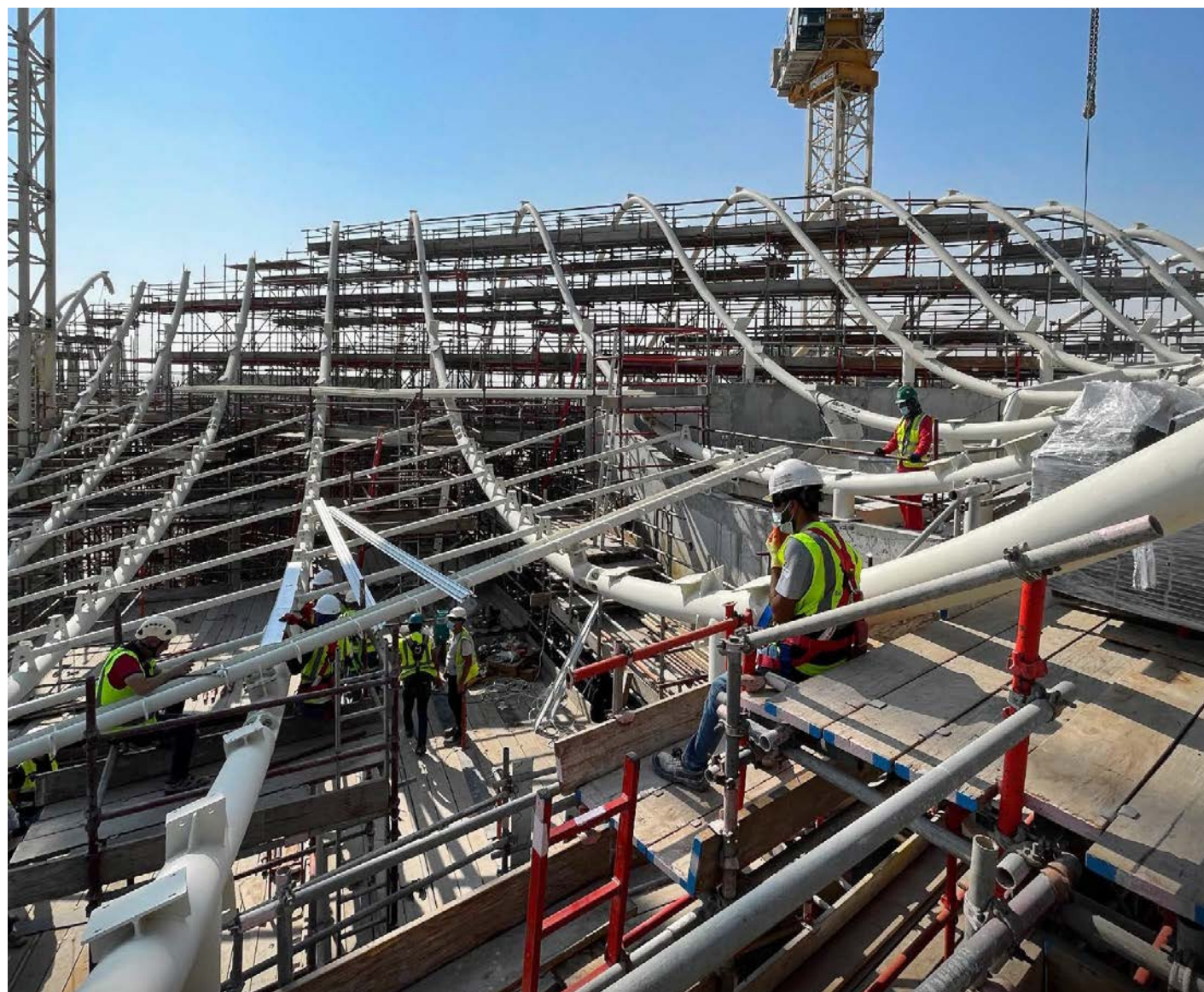
17. I pilastri che sorreggono gli archi sono disposti con interasse studiato secondo la regola di Fibonacci

Le criticità alla base del progetto

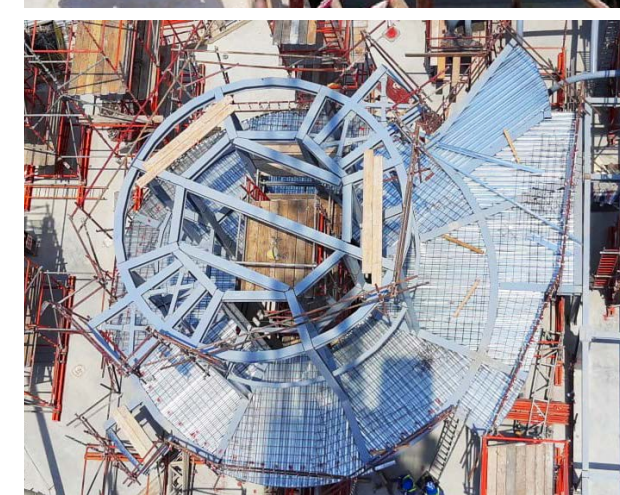
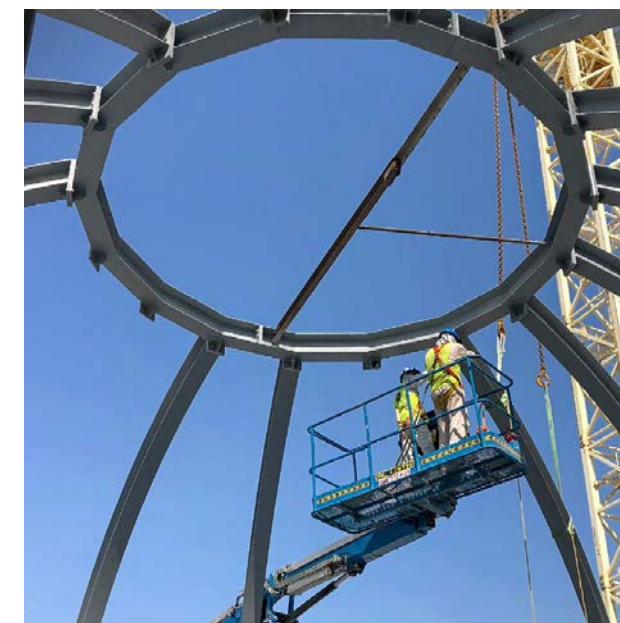
La prima delle criticità alla base del progetto è la **necessità di ampi spazi flessibili, liberi da pilastri, in grado di garantire grandi portate**. Grandi luci e grandi portate sono i requisiti fondamentali per un impalcato destinato ad eventi pubblici con elevata affluenza.

La seconda criticità è la **geometria fluida delle aste**, che passano dallo **sviluppo rettilineo delle colonne** allo **sviluppo con curvatura a raggio variabile di archi e catenarie** senza angolare vive. L'obiettivo del progetto architettonico era così ambizioso come critico per la fattibilità tecnica dell'opera.

Non di secondaria importanza sono i vincoli urbanistici imposti da Expo: limiti di edificabilità in pianta e limiti di edificabilità in altezza. Detti limiti di ingombro sono tassativi pertanto il progetto ha dovuto attenersi scrupolosamente a queste prescrizioni. I progettisti delle strutture hanno dovuto affrontare una **duplice problematica di snellezza e grandi campate**. L'impossibilità di poter introdurre una maglia di pilastri ravvicinati, per esigenze espositive, e l'impossibilità di scegliere una reticolare classica, che richiederebbe maggiori ingombri, ha portato a scegliere una **soluzione alternativa**, ossia una **"tensostruttura" leggera**.



18. La curvatura a raggio variabile di archi e catenarie



19. La struttura del "Teatro della Memoria"

Soluzioni progettuali

L'attenta analisi delle ambizioni del progetto architettonico e delle prescrizioni normative imposte da Expo, hanno condotto la progettazione strutturale sulla scelta dell'**acciaio** come unico **materiale in grado di soddisfare le molteplici esigenze**.

La scelta finale ha puntato quindi su archi rovesci, ossia archi appesi alle estremità, stabili grazie allo stato di tensoflessione; questi archi non generano elevate azioni orizzontali come invece avrebbe determinato una tensostruttura tradizionale.

In altre parole il principio che ha ispirato i progettisti di F&M Ingegneria a trovare **la soluzione per una copertura tanto grande quanto snella** è stato **l'arco catenario**, già diffusamente utilizzato dal noto architetto spagnolo Antoni Gaudì y Cornet, in particolare nella Sagrada Familia a Barcellona. Gaudì costruì dei modelli in scala di archi con carichi appesi e ne

studiò la geometria assunta, arrivando ad intuire la stabilità dell'arco chiamato arco catenario.

La soluzione a catenarie è stata ritenuta la più performante per coprire grandi campate senza colonne intermedie.

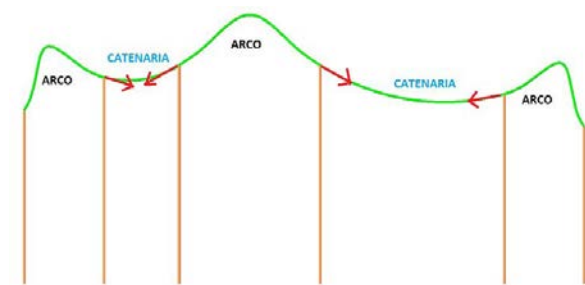
Grazie alla scelta di elementi tensoinflessi, con netta prevalenza della trazione rispetto alla flessione, **è stato possibile impiegare per le catenarie gli stessi tubi diametro 244 mm già previsti per le colonne**, ossia tubi molto esili.

Le catenarie sono tutte in continuità con gli archi, mentre gli archi sono gli elementi che hanno il compito di collegare le sommità delle colonne garantendo un comportamento a telaio nel piano degli archi stessi.

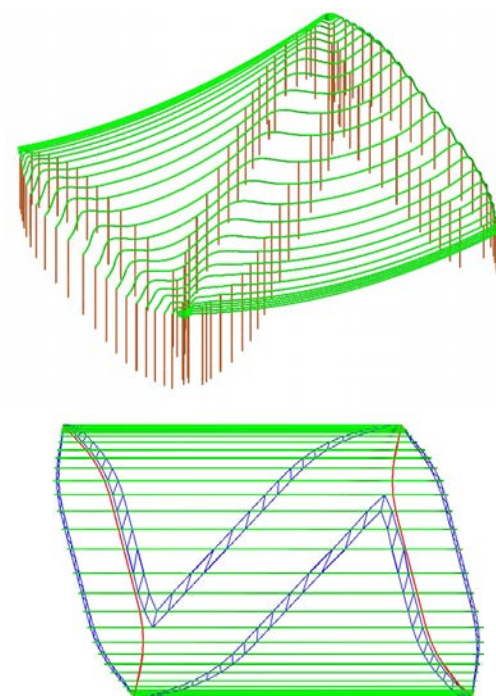
Tutte le catenarie sono trasversalmente collegate da aste incernierate nascoste dietro alla lamiera della copertura. Archi e catenarie sono tutti orditi parallelamente al lato lungo del padiglione e sono stabilizzati nel loro piano dalle colonne.



20. Modello in scala di archi catenari



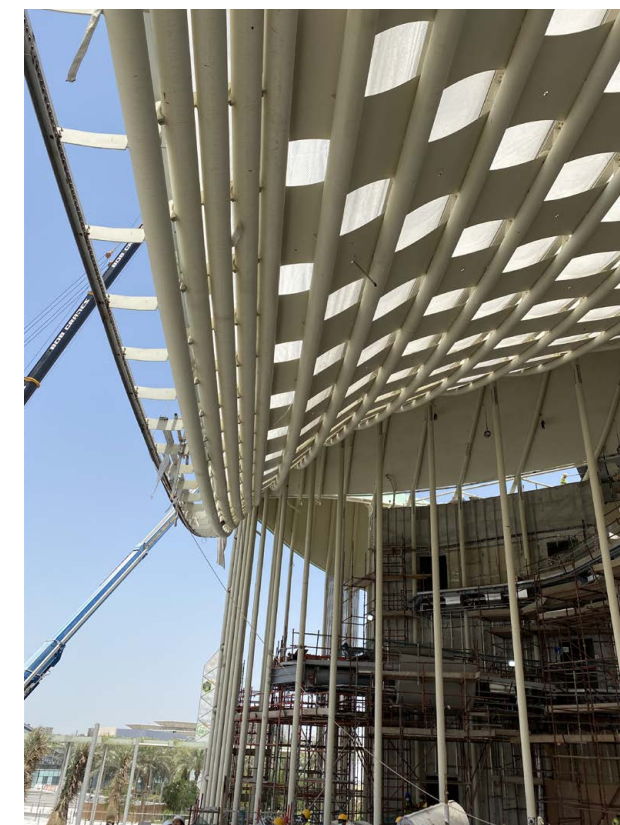
21. Illustrazione dello schema statico alla base del progetto del Padiglione



22. Scheletro strutturale in acciaio composto da colonne, archi e catenarie. In blu le travi reticolari che conferiscono rigidità alla copertura nel piano orizzontale

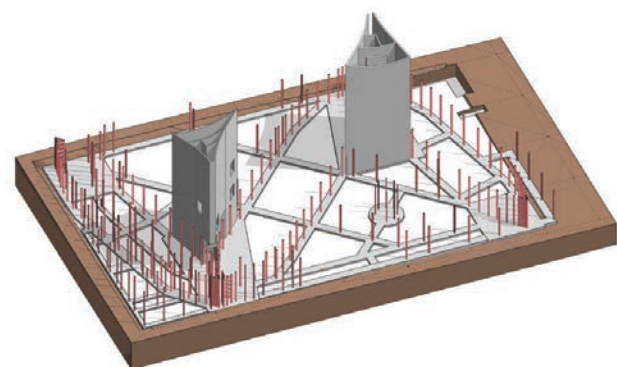


23. Giunzione tra archi e catenarie



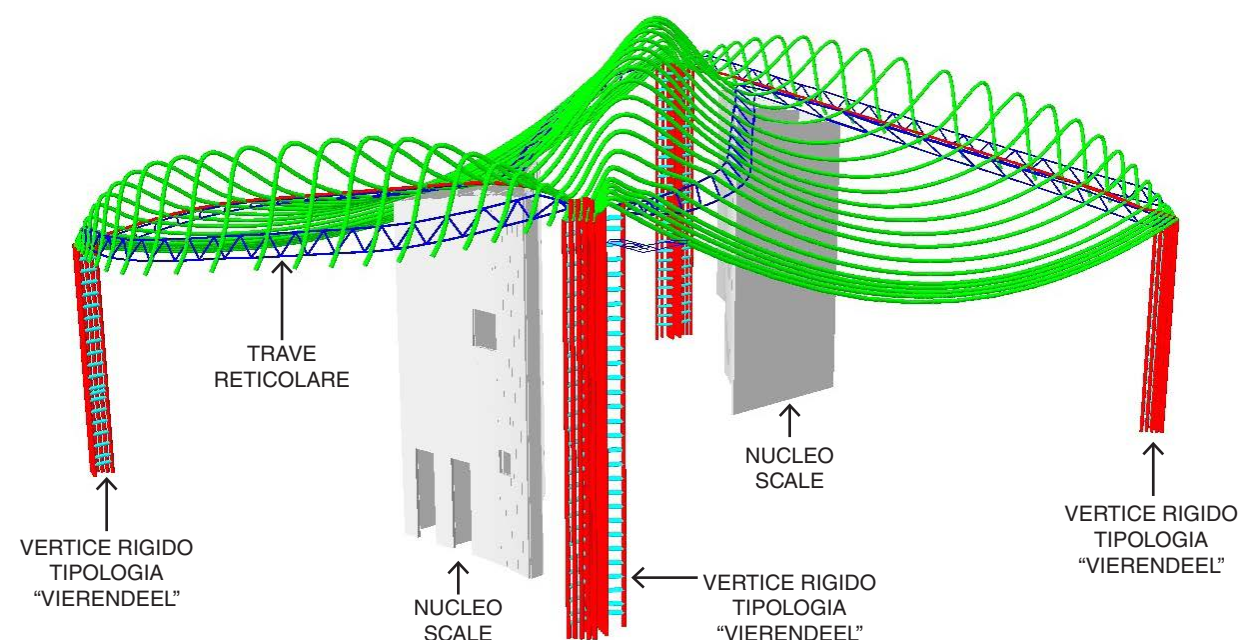
24. Le catenarie dopo la rimozione delle puntellazioni provvisorie

Considerata la snellezza delle colonne, quindi il loro modesto apporto alla stabilizzazione orizzontale della copertura stessa, **è stato necessario** conferire un più efficace **collegamento trasversale** e si è puntato su **robuste travi reticolari nascoste nei gusci**, sotto rappresentate in blu nella Figura



26. Il sistema strutturale resistente con nuclei scala in calcestruzzo e colonne in acciaio

Le stesse colonne piegano alla quota degli scafi di copertura trasformandosi gradualmente in “archi”, per poi invertire la concavità e diventare “catenarie”, ossia archi rovesciati con comportamento paragonabile a quello delle funi appese. Le reticolari, rappresentate in blu nella Figura 30 sono state nascoste dentro i gusci quindi non hanno alcun impatto estetico.



27. Soluzione progettuale per la stabilizzazione orizzontale: i corpi scale in calcestruzzo ed i vertici rigidi tipologia Vierendeel

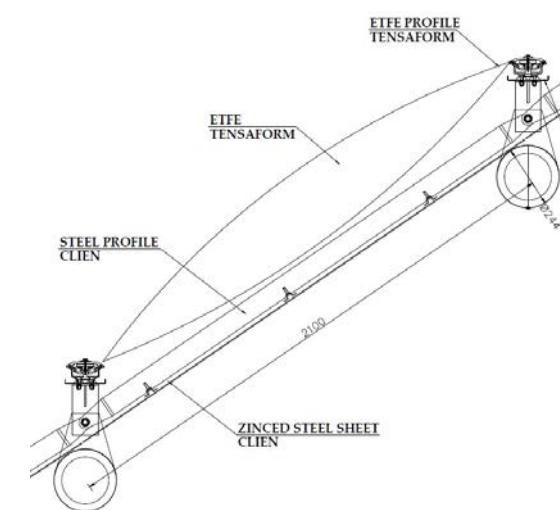


28. Trave reticolare irrigidente ed impianti nascosti dentro i gusci

Le coperture con la concavità verso l'alto sono completate da cuscini di ETFE gonfiati con aria compressa.

Ciascun cuscino ha la peculiarità di essere provvisto di un proprio telaio autoportante che confina le spinte dell'aria compressa dei cuscini annullando le spinte orizzontali sulle catenarie.

I cuscini sono parzialmente mascherati all'intradosso da fogli di lamiera d'acciaio opportunamente tesati e ritagliati in modo tale da filtrare la luce solare diurna, creare un effetto di luci chiaro-scuro ma senza gravare eccessivamente sulle catenarie in termini di peso.



29. Sezione di progetto dei cuscini di ETFE



30. Cuscini in ETFE in fase di installazione



31. Strutture di fondazione in fase di esecuzione

Le fondazioni, che trasmettono sul terreno i carichi derivanti dalle sovrastrutture, sono state concepite come fondazioni superficiali a plinti collegati da cordoli.

Grazie a questa scelta, in luogo di fondazioni estese a platea, è stato possibile ottimizzare la cementificazione di suolo allo stretto necessario per garantire le necessità strutturali.

Analisi strutturali e verifiche

L'analisi del comportamento strutturale del padiglione è stata **condotta con** accurata **modellazione tridimensionale** agli elementi finiti mediante l'uso del **software MIDAS GEN**.

Il primo passo è stato l'**individuazione del comportamento sismoresistente complessivo mediante riconduzione a schemi statici semplici: nuclei irrigidenti, colonne, archi, catenarie e reticolari di collegamento**.

Dopo aver individuato il comportamento d'insieme gli ingegneri progettisti hanno riprodotto virtualmente le strutture mediante elementi finiti tipici del calcolo automatico delle strutture.

Il modello di calcolo è stato costruito con più di 20300 nodi, più di 12800 aste a due nodi tipo beam e 10300 elementi bidimensionali plate a 3 o 4 nodi.

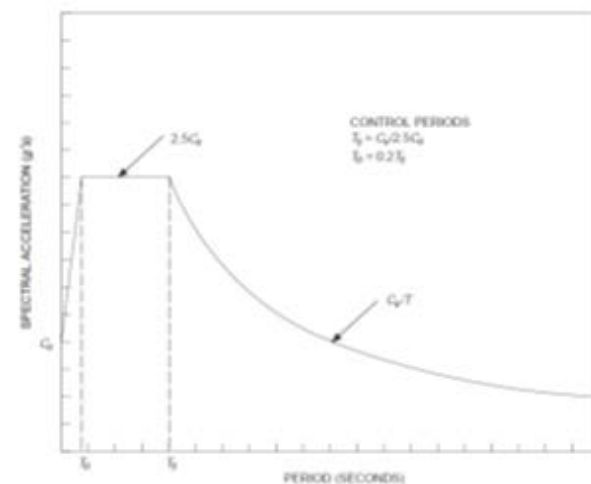
I carichi di progetto accidentali e vento sono desunti dalla norma americana ASCE7, mentre l'azione sismica è desunta dalla norma americana UBC97 seppur con l'accelerazione al suolo desunta dalle norme locali dubaine. L'uso delle norme americane è scaturito dal regolamento Expo.

Il carico accidentale di progetto è 5 kN/mq, intenzionalmente incrementato a 6 kN/mq per l'incertezza ad inizio progetto in tema di allestimenti espositivi.

Particolare attenzione è stata posta nella determinazione delle pressioni da vento tenuto in considerazione che il padiglione è sostanzialmente un edificio aperto e pertanto la copertura è sottoposta non solo all'aspirazione da estradosso ma anche alla pressione da intradosso. Il vento di progetto considerato ha velocità di 45 m/s mediato su tre secondi a 10 metri dal suolo.

Dubai è un sito a modesta sismicità, con accelerazione al suolo di progetto di 0.72 m/s² con tempo di ritorno 475 anni.

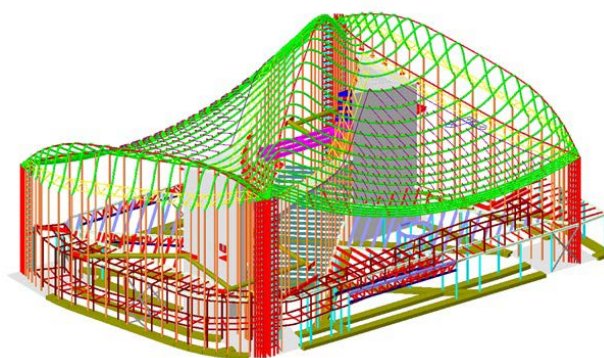
L'azione sismica di progetto è stata dedotta dal seguente spettro di accelerazione orizzontale:



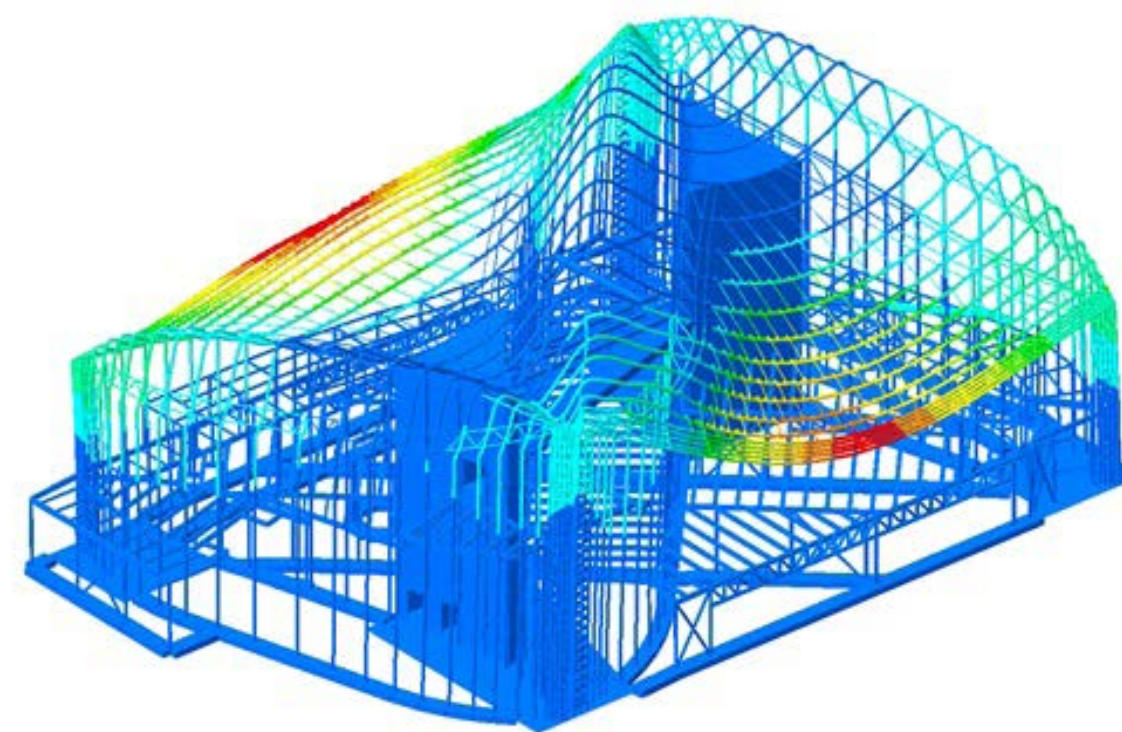
32. Spettro in accelerazione orizzontale di progetto

L'analisi statica condotta è stata di tipo elastico lineare in quanto si è preliminarmente appurato, attraverso modelli semplificati, che le fasi di montaggio non incidevano sullo stato tensionale delle aste; in altre parole lo stato tensionale è proporzionale all'entità dei carichi pertanto non sono state implementati analisi tridimensionali con costruzioni per fasi.

L'analisi sismica condotta è stata di tipo lineare con spettro di risposta.



33. Modello tridimensionale del software MIDAS GEN



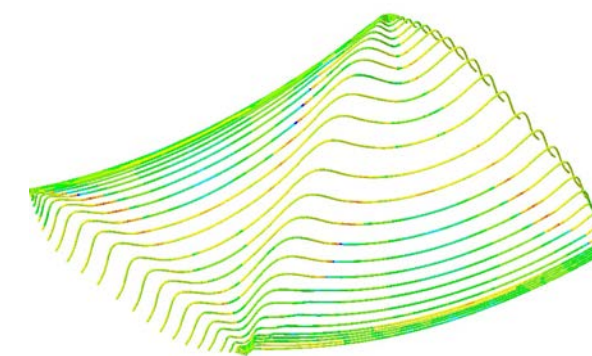
34. Primo modo di vibrare

Il **controllo critico** del modello ha riguardato reazioni vincolari alla base in prima battuta ed a seguire i modi di vibrare dei quali se ne riportano i più significativi.

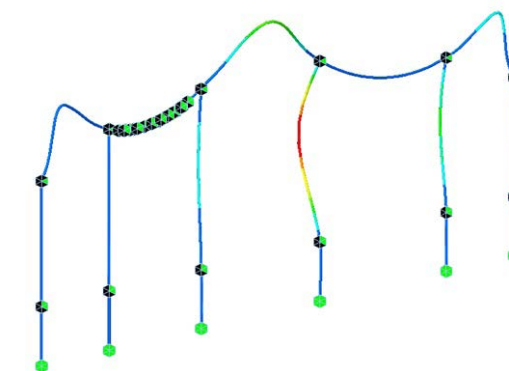
La prima verifica locale ha coinvolto naturalmente la copertura essendo l'elemento più critico. Sono stati verificati stato tensionale e deformazioni.

Molta attenzione è stata posta nella verifica all'instabilità per pressoflessione delle colonne essendo elementi molto esili.

Oltre alle verifiche delle singole aste secondo i dettami normativi, assumendo schema statico di incastro al piede e cerniera fissa all'estremità superiore (copertura stabilizzata dai corpi scale e dai vertici rigidi d'angolo), sono state condotte a parte analisi spinte per la ricerca dell'instabilità di buckling al fine di indagare tutte le criticità.



35. Massimo stato tensionale di catenarie ed archi



36. Esempio di una delle indagini di instabilità di buckling condotte sulle colonne

3. Impianti

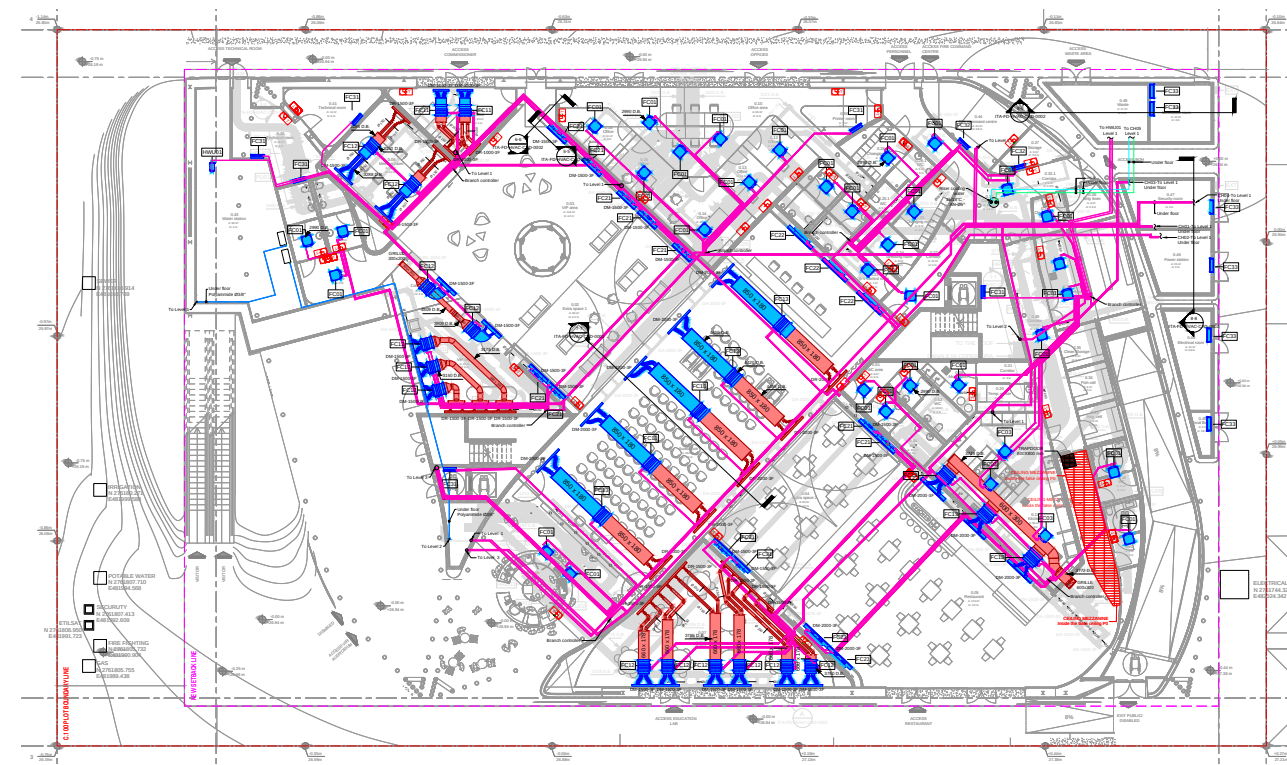
Particolare attenzione è stata posta all'**integrazione tra impianti e strutture**, non solo **per ottimizzare costi e lavorazioni** di cantiere, ma specialmente **per raggiungere la massima bellezza estetica**. Il progetto degli impianti è stato sviluppato in parallelo al progetto delle strutture con l'intento di inserire/integrare tubazioni, linee elettriche, canali, ecc all'interno di volumi rivestiti.

A titolo esemplificativo, sono state introdotte tubazioni antincendio e linee elettriche all'interno delle intercapedini degli scafi, in modo da risultare completamente nascoste alla vista dei visitatori.

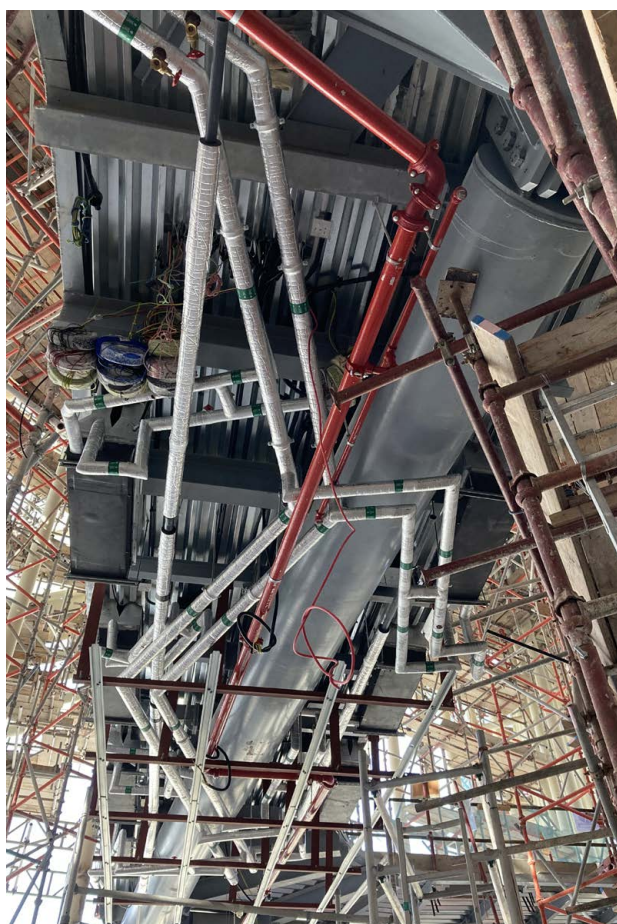
La completa integrazione tra impianti e strutture ha quindi permesso di raggiungere l'obiettivo di **garantire il massimo comfort** e la **massima accessibilità del padiglione**, senza comprometterne l'estetica e le finiture di alto livello.

Gli impianti previsti per il padiglione consentono un controllo delle condizioni termoisometriche all'interno degli spazi chiusi come l'auditorium presenti al piano terra mentre, per il piano espositivo che risulta essenzialmente aperto, è stato proposto un **sistema denominato "evaporative cooling"**, il quale consente di **aumentare il comfort** nelle aree di passaggio e stazionamento dei visitatori **mediante raffrescamento ad acqua nebulizzata**.

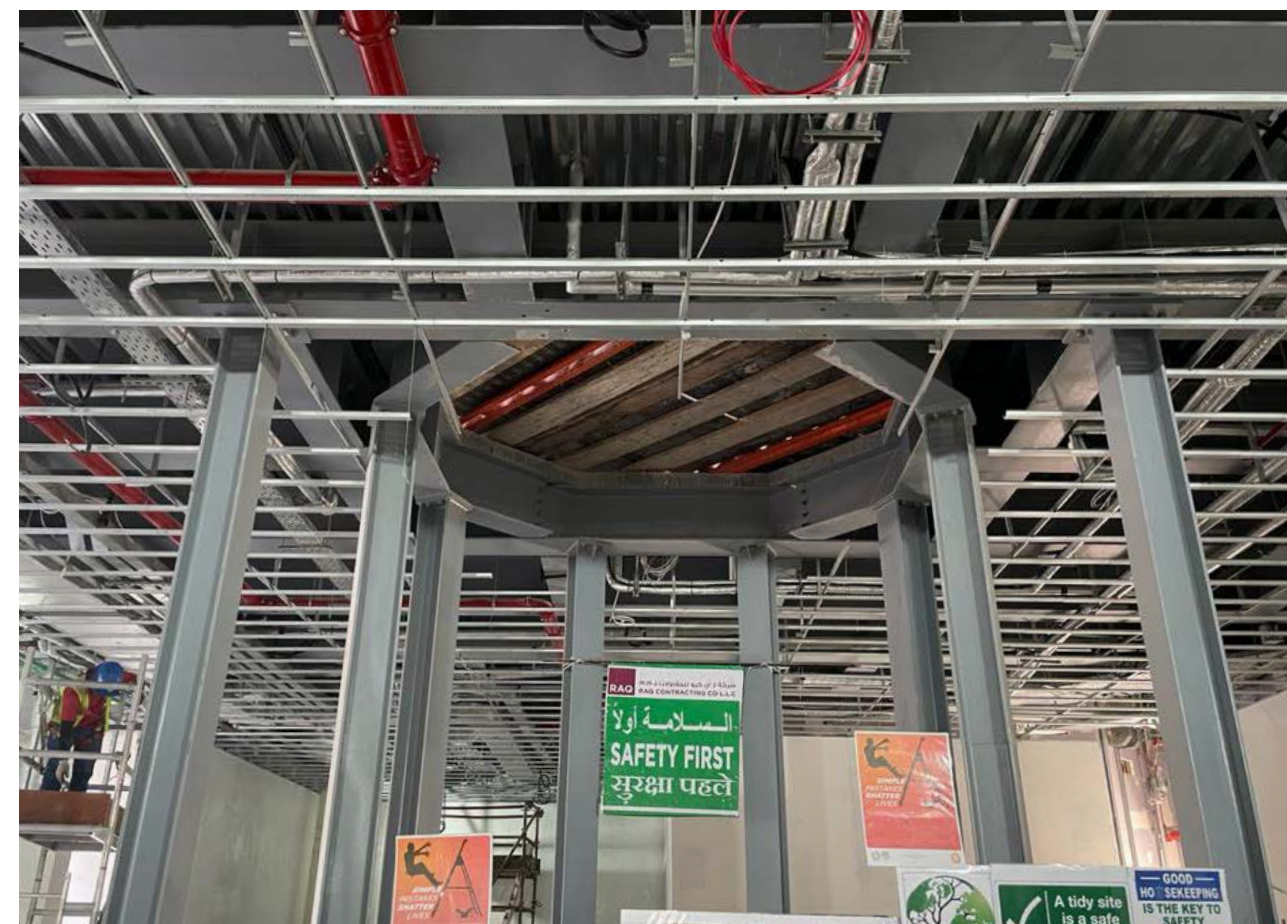
I **sistemi di condizionamento** vengono poi **integrati con un impianto di ricambio aria**, atto a mantenere ottimali le condizioni dell'aria interna, con uno scambio costante tra aria interna ed esterna; tale soluzione permette inoltre di **aumentare la sicurezza dei visitatori contro il virus COVID-19**.



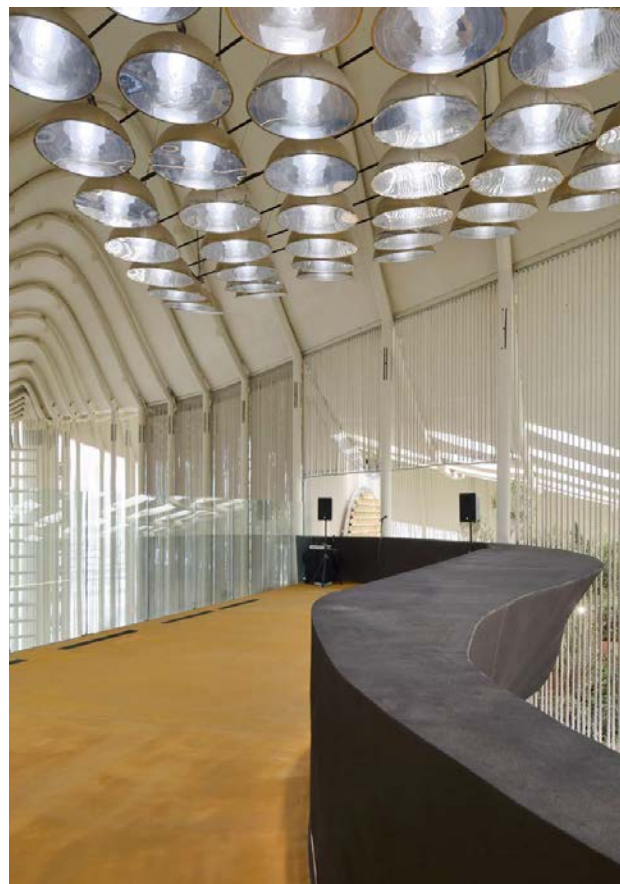
38. Pianta del sistema di condizionamento del Padiglione



37. Integrazione di sistema impiantistico all'interno di volumi rivestiti



39. Integrazione impiantistica del primo impalcato



40. Lo skywalk - © Ph. Michele Nastasi

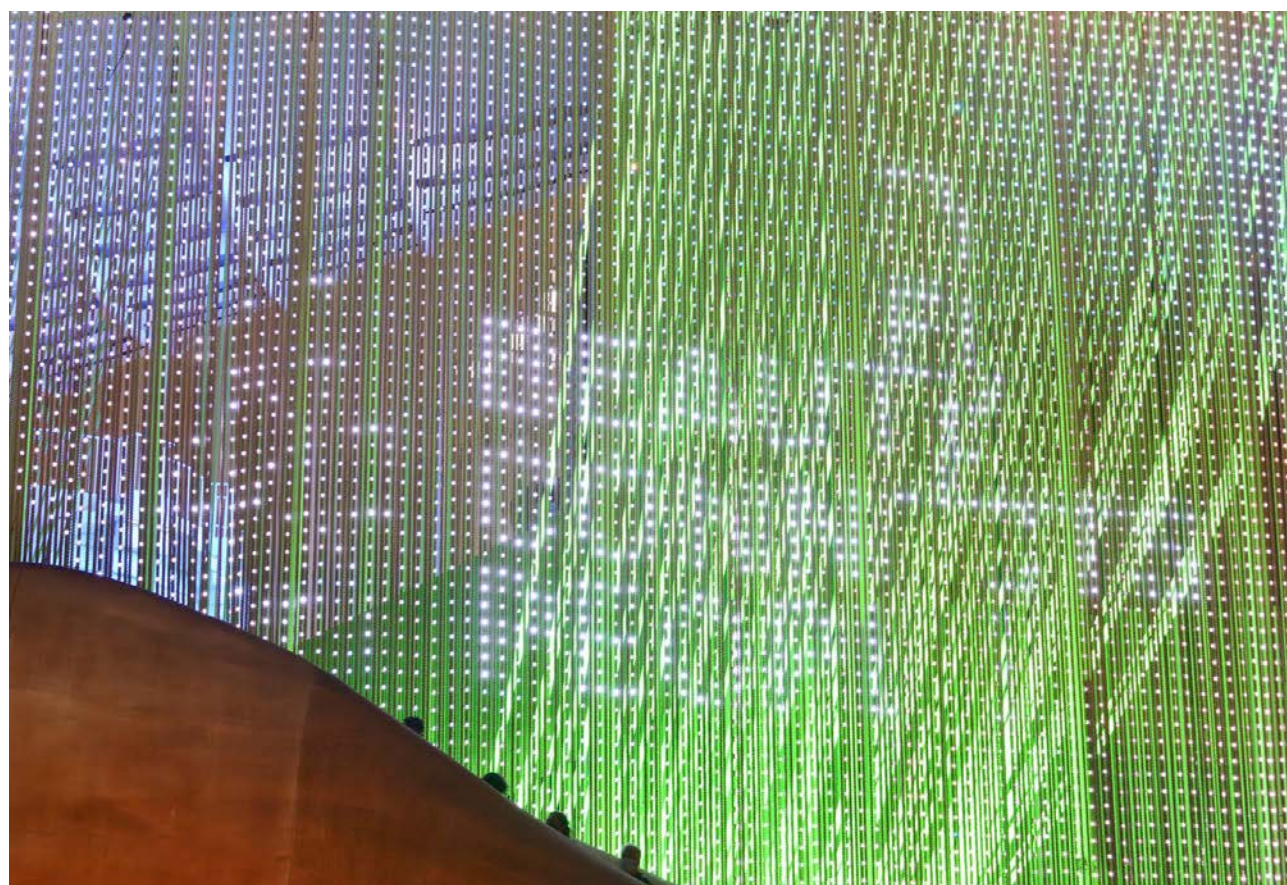
Anche l'integrazione con la parte di lighting e di impianti speciali segue le particolarità della struttura. Così, **la chiusura con le tripoline (corde) diventa supporto per un particolare sistema di LED che costituiscono un gigantesco videowall.**

La parte multimediale sicuramente farà la parte del leone per tutta l'esposizione. All'interno del padiglione esistono numerose reti digitali, che costituiscono lo **strumento di gestione dell'intera struttura.**

Luci, Audio, Video, BMS sono gestite tutte in modalità digitale, principalmente utilizzando **reti LAN dedicate.**

Le reti sono tutte di ultima generazione, **con impiego prevalente di fibra ottica.**

Anche la rete elettrica risulta estremamente ramificata, data la presenza all'interno del Padiglione di aree con molteplici funzioni, quali aree congressuali, uffici, auditorium, aree di ristorazione, aree espositive e installazioni artistiche.



41. Il videowall: sistema di facciata con LED incorporati nelle corde nautiche - © Ph. Michele Nastasi



42. Le installazioni multimediali all'interno del Padiglione - © Ph. Michele Nastasi



43. Il sistema di facciata con LED incorporati nelle corde nautiche visto dall'interno del Padiglione



44. Le vasche d'acqua per la coltivazione della microalga spirulina - © Ph. Michele Nastasi

4. Sostenibilità

Uno dei temi più importanti sostenuti dalla Commissione Expo è la sostenibilità.

L'evento Expo non deve sprecare suolo e risorse, bensì deve essere rispettoso dell'ambiente. Alla base del progetto è stata posta particolare attenzione al **disassemblaggio attento delle strutture** e la **separazione dei materiali di risulta** in base alla tipologia.

Il maggior quantitativo di materiale che risulterà dal disassemblaggio sarà l'acciaio. Tutto l'acciaio dovrà essere conferito in fonderia per essere fuso nuovamente ed impiegato per la produzione di nuovi profili. Anche l'ETFE è un materiale riciclabile, pertanto anche i cuscini installati in copertura saranno raccolti e conferiti negli appositi centri di lavorazione dell'ETFE.

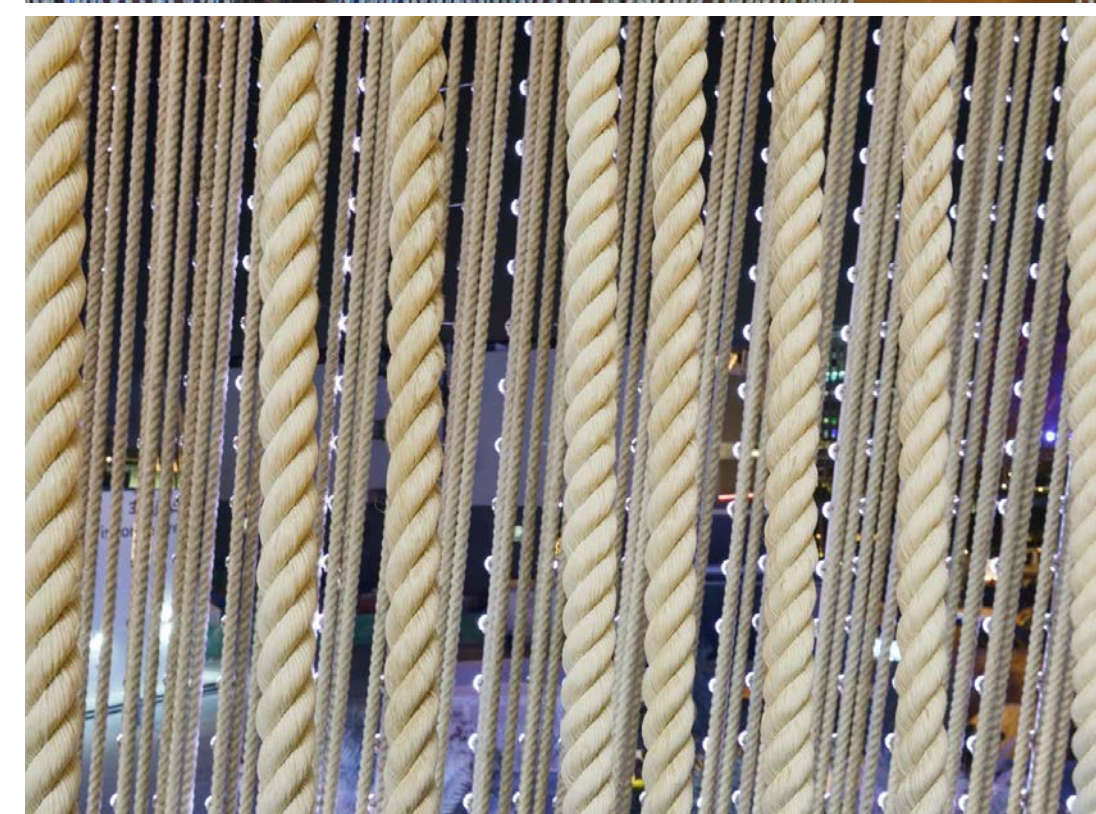
Anche il calcestruzzo potrà essere recuperato, anche se non per essere trasformato in nuovo calcestruzzo. Le macerie derivanti dalla demolizione dei vani scala e dalla demolizione delle fondazioni saranno conferite nei centri di triturazione per la produzione di misto riciclato.

Parallelamente all'efficienza, all'estetica e al comfort, **gli impianti sono stati sviluppati seguendo la linea della sostenibilità**; non a caso è previsto un sistema di **recupero delle condense derivanti dalle macchine di condizionamento**, il quale raccoglierà e riutilizzerà la condensa **per irrigare le aree verdi e le esposizioni vegetali** che fanno parte del padiglione.

Tutte le componenti impiantistiche sono state accuratamente selezionate per ottenere la massima efficienza, garantendo il minimo impatto ambientale per un padiglione il più ecosostenibile possibile. La fitta rete di connessioni e cablaggi costituisce inoltre la fondamentale via di trasmissione di informazioni e dati, che vengono utilizzate dall'impianto di controllo per ottimizzare il sistema edificio-impianto.



45. La copertura del Padiglione - © Ph. Michele Nastasi



46. Dettaglio delle corde nautiche con LED incorporati in facciata - © Ph. Michele Nastasi

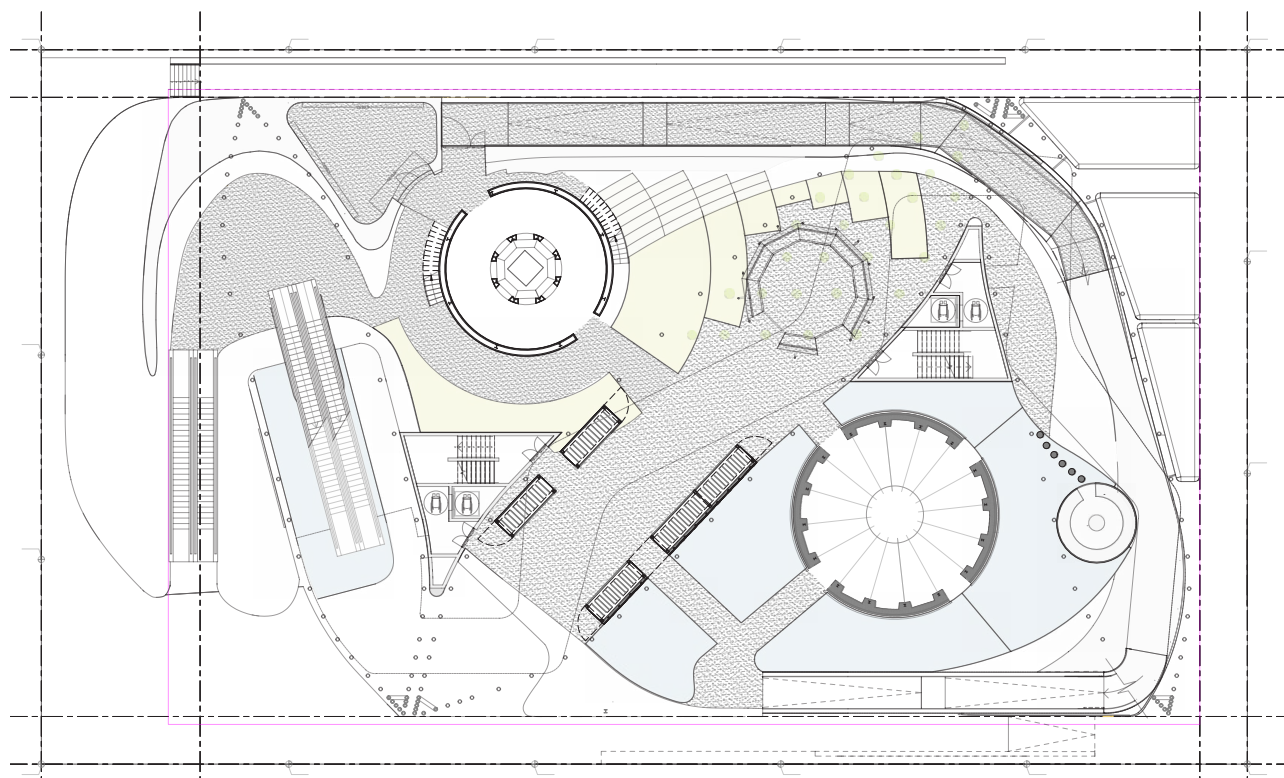
5. BIM

La **modalità BIM (building information modeling)** è stata adottata ed ampiamente **sfruttata durante tutto il processo**, dalle origini della progettazione alla realizzazione del cantiere. Questa modalità di progettazione è la moderna gestione dei processi nell'ambito dell'edilizia e rappresenta l'avanguardia del settore delle costruzioni.

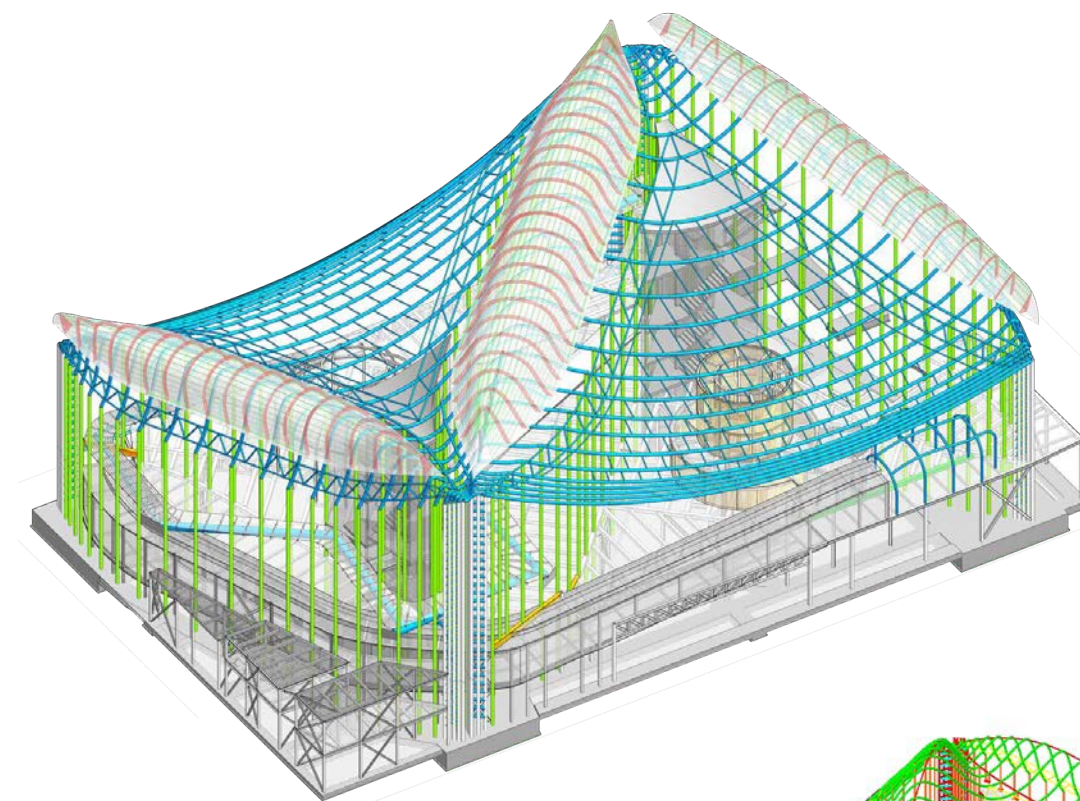
Tutti i progettisti, nello specifico architetti, ingegneri strutturali ed ingegneri impiantisti, hanno sviluppato il progetto **con il software Revit** attraverso l'utilizzo della metodologia BIM, lavorando da uffici dislocati in luoghi geograficamente diversi. L'origine della modellazione virtuale è stata opera di Studio Ratti, incaricato alla progettazione architettonica. Mediante l'uso di geometrie complesse, **gli architetti hanno dato forma all'opera**, decidendo la forma sinuosa della copertura e la posizione delle colonne strutturali con

l'affiancamento degli ingegneri strutturalisti di F&M Ingegneria. Definita la geometria, **i progettisti delle strutture hanno costruito nello spazio 3D di Revit il modello analitico delle strutture**, importando e facendo proprio il modello Revit architettonico.

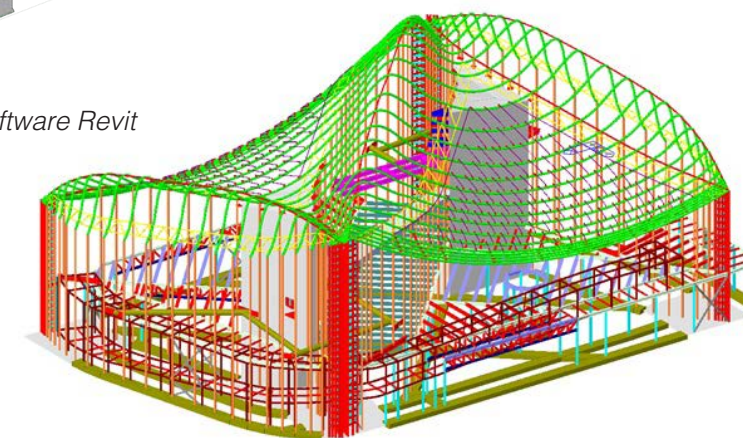
Il terzo passaggio, anche questo a cura dei progettisti strutturali di F&M Ingegneria, è stata la **costruzione del modello di calcolo agli elementi finiti mediante il software MIDAS GEN**. Per la costruzione del modello di calcolo strutturale è stato sfruttato il modello analitico dell'ambiente Revit grazie al quale sono stati riprodotti fedelmente ogni asta ed ogni solaio. Grazie al vantaggio dell'interfaccia tra la modellazione tridimensionale analitica e la modellazione tridimensionale con il software di calcolo strutturale, è stato possibile costruire un modello molto accurato ed affidabile.



47. Pianta del padiglione (quota: + 5,0 m)



48. Modello tridimensionale strutturale - software Revit



49. Modello di calcolo agli elementi finiti - software MIDAS

Altro **vantaggio** della modalità di progettazione in Revit è stato **la stima accurata delle quantità dei materiali impiegati per la costruzione**, grazie alle quali sono stati sviluppate **le stime di costo ed i computi metrici estimativi**. **Grazie all'interfaccia tra il software Revit dei progettisti ed il software delle macchine a controllo numerico, è stato possibile collaborare in modo estremamente efficace e veloce con la carpenteria**, con sede a Dubai, che ha acquisito l'appalto delle strutture in acciaio, consentendole di produrre con

accuratezza ed esaustività tutti gli elaborati costruttivi di officina ed avviando la produzione delle carpenterie con congruo anticipo rispetto alla posa.

Le potenzialità dell'approccio BIM sono state decisive per F&M Ingegneria per il trasferimento delle informazioni sia in sede di progetto e sia al momento della produzione.

La metodologia BIM ha altresì permesso la gestione dell'avanzamento dei lavori, monitorando in tempo reale le operazioni di cantiere.

6. Cantiere

L'area expo è notoriamente un cantiere diverso dai cantieri standard; si considerino la notevole estensione, la compresenza di moltissime imprese costruttrici, le regole stringenti su orari e modalità di ingresso ed uscita. A causa della ben nota pandemia mondiale da Covid, **la gestione del cantiere è stata ancora più complicata: una sfida.** La criticità della gestione di un cantiere all'interno dell'area Expo è ulteriormente aggravata dalla irremovibilità sulla data di apertura al pubblico: 1 ottobre 2021.

In cantiere

General Contractor

RAQ Contracting

Supervision Consultant

A2Z Architectural Engineering Consultancy

Direzione lavori

CRA-Carlo Ratti Associati, Italo Rota Building Office & F&M Ingegneria

Direzione artistica

Rampello&Partners Creative Studio

Direzione operativa strutture e impianti

F&M Ingegneria

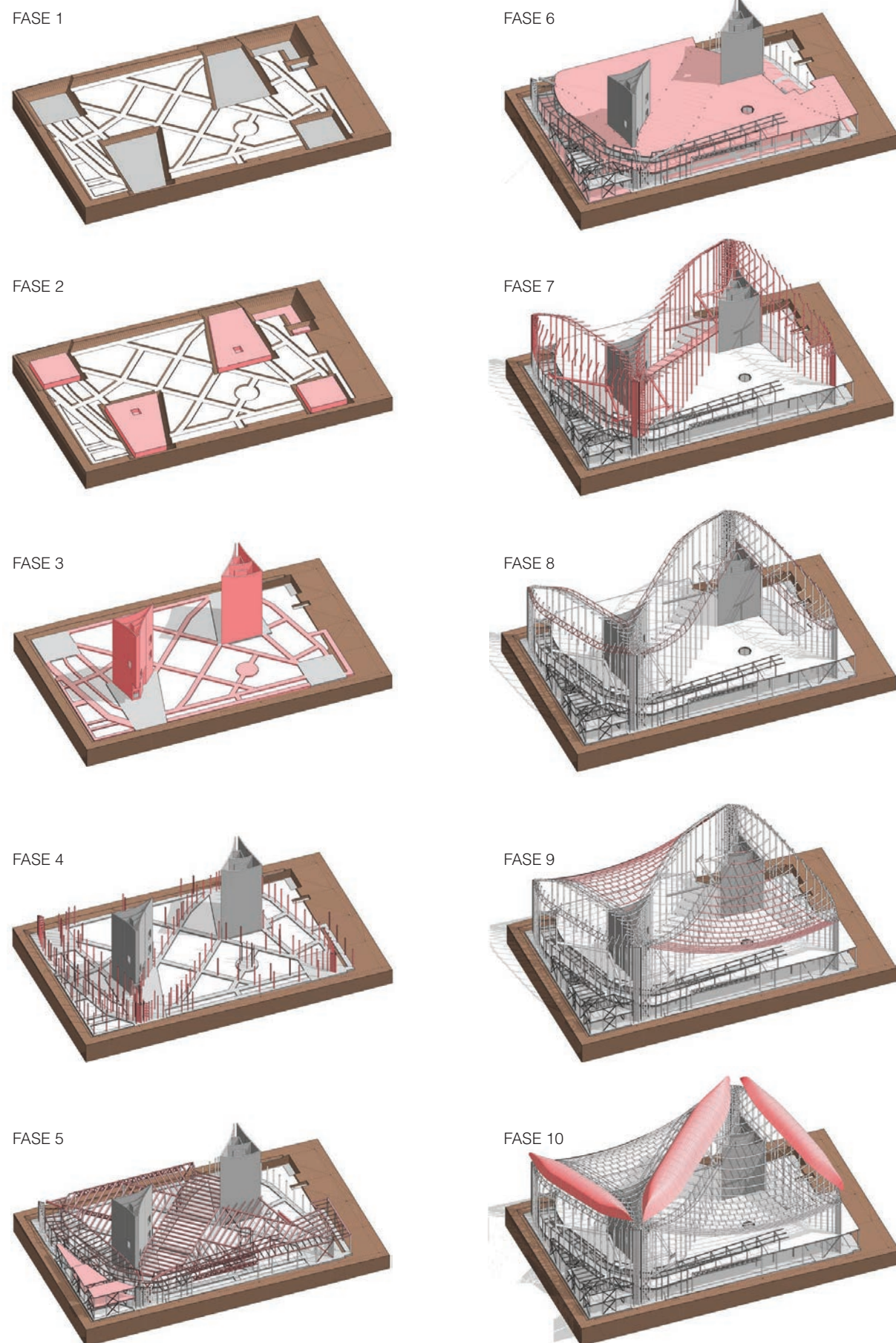


50. Posa della prima pietra - Novembre 2019



51. La visita del Ministro Luigi Di Maio accompagnato dal Commissario Generale Paolo Glisenti e dallo staff tecnico al cantiere del Padiglione



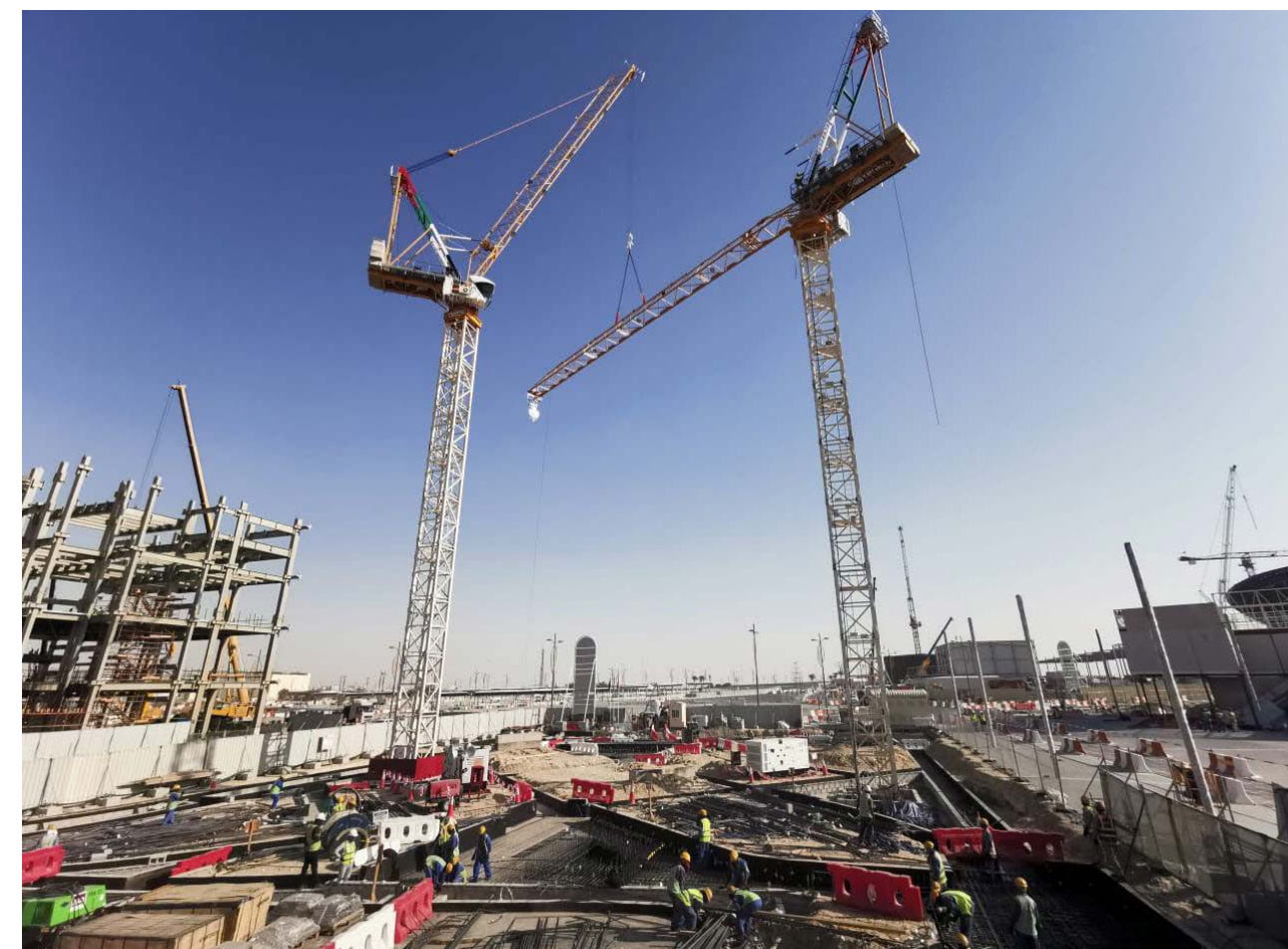


52. Le fasi costruttive del Padiglione

L'esperienza dei professionisti coinvolti ha permesso di sfruttare al massimo le finestre temporali messe a disposizione dall'Ente Expo e di sfruttare i ridottissimi spazi a disposizione. Si pensi ad esempio l'esigua fascia di terreno libero a disposizione tutt'attorno all'edificio, che non ha permesso grandi stoccaggi di materiali. Le piste di cantiere dall'ingresso all'area

Expo al lotto di competenza dei Padiglioni hanno carreggiate spesso piccole in rapporto ai grossi mezzi che hanno dovuto transitarvi pertanto anche la logistica di cantiere è stata una sfida.

Il padiglione Expo è stato un cantiere molto complesso ma ogni fase è stata pianificata nel dettaglio e la gestione non ha avuto imprevisti.



53. Il cantiere nella fase iniziale



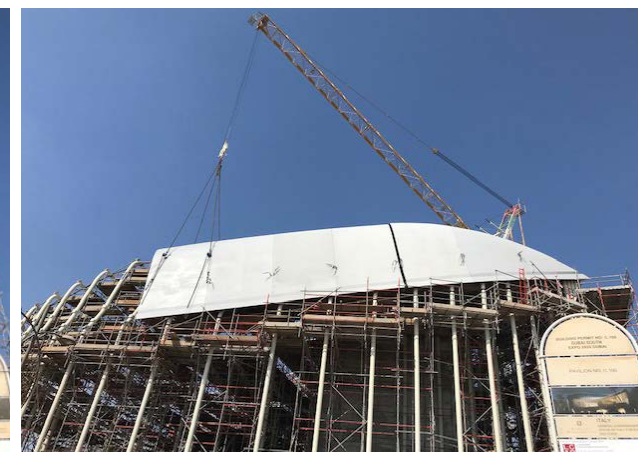
L'approvvigionamento delle lunghe colonne, il loro accatastamento in sito ed il varo sono state operazioni molto impegnative non solo per la lunghezza delle aste ma anche per la cura e l'attenzione nei riguardi della verniciatura delle colonne stesse, verniciatura a vista applicata in officina.

54. La delicata fase di varo delle lunghe colonne (27 m) verniciate a vista in officina

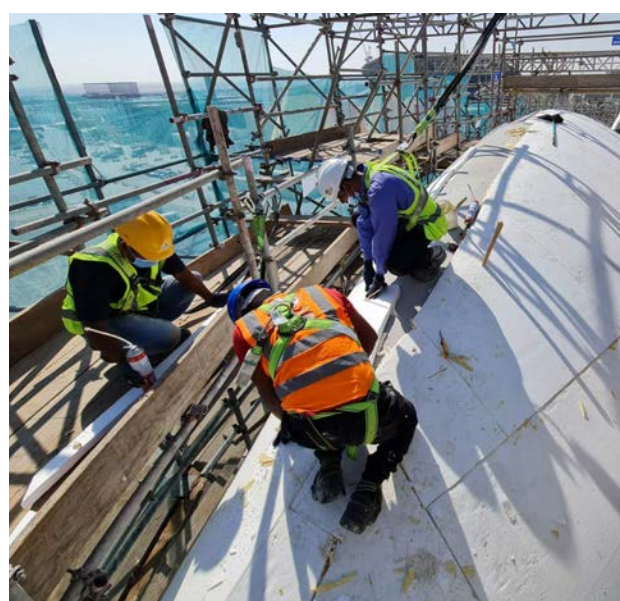


Il sollevamento, il rovesciamento degli scavi ed il loro varo è stato il momento più delicato del cantiere.

Gli scavi sono stati **prodotti a conci, trasportati in sito e successivamente varati**. L'operazione del varo è stata impegnativa per i pesi e le dimensioni in gioco ma molto delicata per avere perfetto riscontro con i punti d'appoggio forniti dalle colonne: l'operazione è andata a buon fine nonostante la complessità.

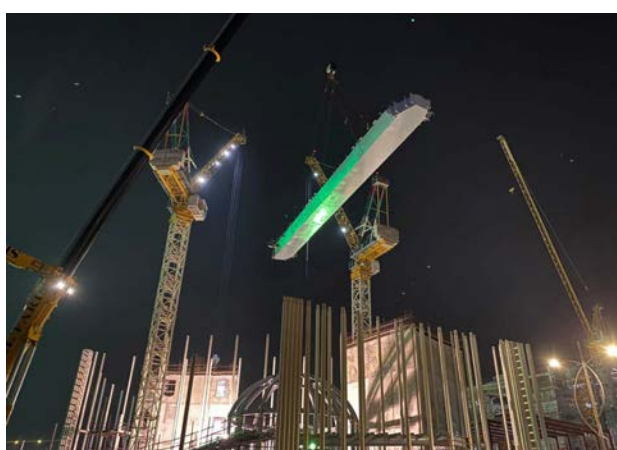


56. Fasi di montaggio degli scafi in copertura

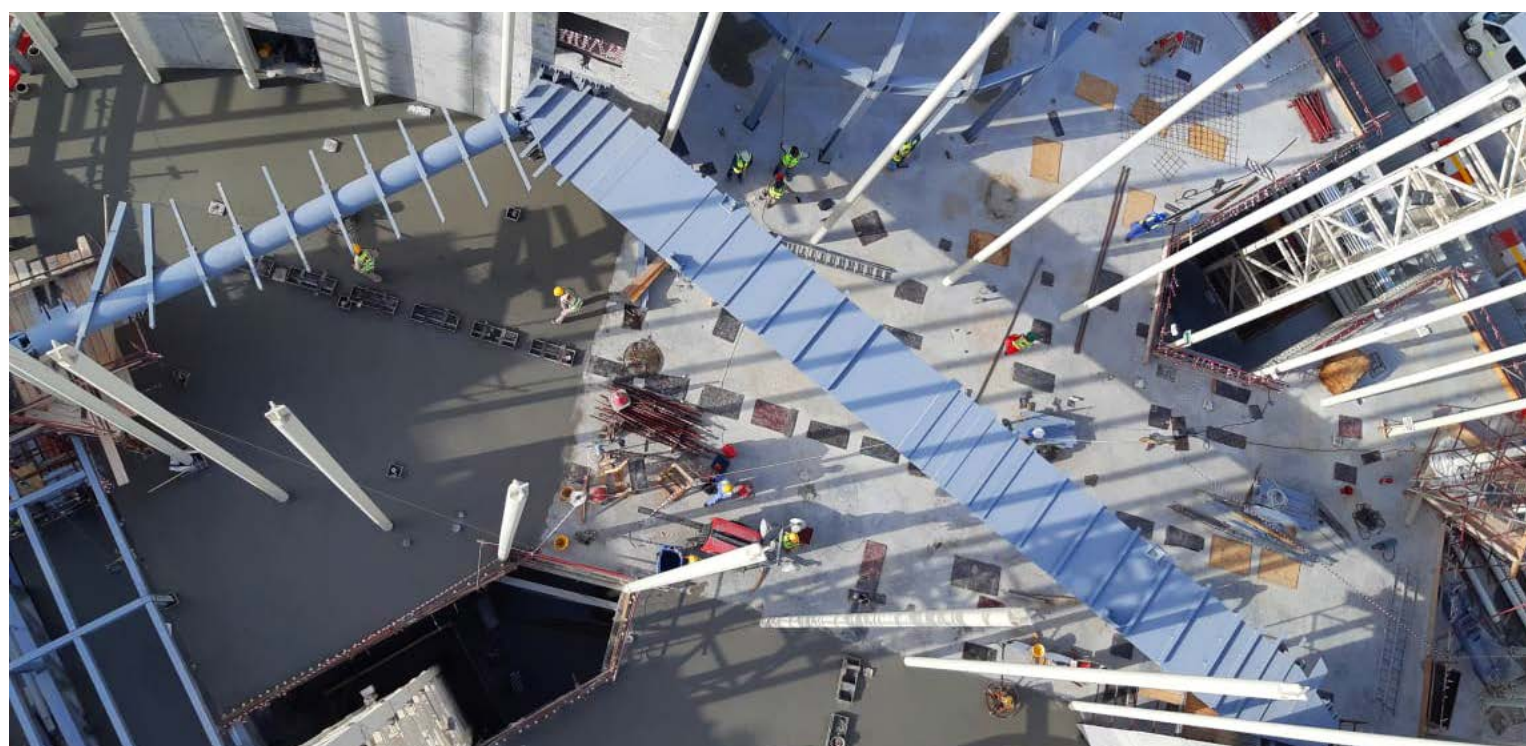


55. Fasi di realizzazione degli scafi in copertura





57. Fasi di montaggio della walkway



58. Posizionamento della walkway

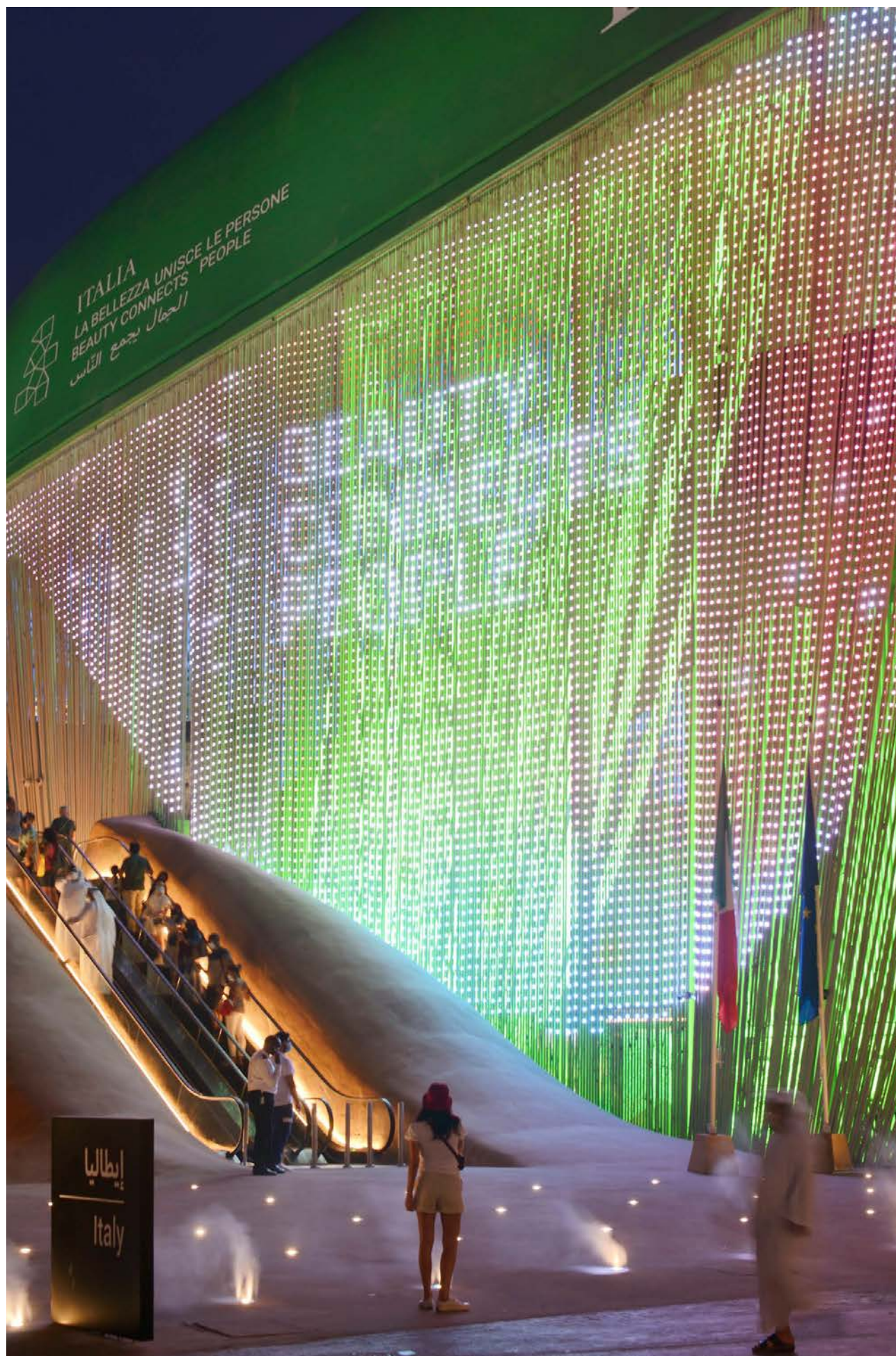
L'installazione del **grande ponte pedonale che sorvola il grande impalcato**, chiamata anche **walkway**, ha impegnato una squadra di operai altamente qualificati che grazie ad un potentissimo automezzo hanno **trasportato di notte** il grande impalcato e l'hanno **collocato nella posizione di progetto** con precisione millimetrica: i punti di ancoraggio predisposti sui vani scala hanno collimato alla perfezione con le piastre di collegamento.

L'installazione degli allestimenti è stata un'ulteriore sfida. Nonostante il termine **"allestimenti"** lasci intendere oggetti piccoli, leggeri e maneggevoli, trattasi invece di **oggetti ingombranti e pesanti**, per i quali sono necessari grandi mezzi e piattaforme elevatrici che devono muoversi sopra il primo impalcato.

La difficoltà è stata conciliare la capacità portante del solaio con il peso dei mezzi, e gli ingombri degli allestimenti già posizionati con le dimensioni dei mezzi stessi.

Pure la manutenzione degli allestimenti sarà una sfida dovendosi muovere tra spazi molto molto ristretti con le piattaforme elevatrici.

Il Padiglione Italia, già premiato come "Commercial Project of the Year 2021" agli Construction Innovation Awards 2021, sarà aperto fino al 31 marzo 2022, con centinaia di eventi artistici e d'affari organizzati al suo interno lungo tutto il periodo dell'Esposizione Universale.



F&M INGEGNERIA

UNA SOCIETÀ DI INGEGNERIA MULTIDISCIPLINARE ED INTERNAZIONALE A SERVIZIO DELL'AMBIENTE COSTRUITO

Da quasi 40 anni F&M Ingegneria è leader in soluzioni progettuali all'avanguardia nei campi dell'ingegneria civile, delle infrastrutture, del project management e della sostenibilità. L'azienda è operativa negli ambiti più ampi, dalla riqualificazione di grandi aree al restauro di importanti edifici storici; dalle opere infrastrutturali (centri logistici, terminal aeroportuali e ferroviari, porti, strade, ponti ed opere in sotterraneo) alla realizzazione di edifici prestigiosi (strutture sanitarie, sportive, luoghi di culto e per l'istruzione) e grandi poli commerciali.

UNA CONTINUA EVOLUZIONE PER SODDISFARE LE ESIGENZE E LE SFIDE DI UNA COMMITTENZA MODERNA ED INTERNAZIONALE

F&M Ingegneria è in continua espansione. A Colonia nel 2002 è nata F&M Retail GmbH, specializzata nei servizi al mondo del retail. Nel 2010 F&M Ingegneria decide di ampliare gli orizzonti verso il Medio Oriente ed istituisce l'Oman Branch con sede a Muscat che nel 2015 diventa F&M Middle East Engineering Consultancy LLC. Nel 2018 continua l'espansione con la nascita di F&M Divisione Impianti Srl per approfondire la già consolidata esperienza nel settore impiantistico ed energetico. Sempre nel 2018, F&M apre a Parigi una filiale francese per seguire importanti commesse e consolidare la propria presenza in Francia. Nel 2021 nasce F&M East Europe, con sede a Tirana, per sviluppare progetti ed iniziative nelle regioni orientali europee, gestendo in maniera efficace i diversi interventi sul territorio. Nello stesso anno nasce anche F&M Infrastrutture.

SOLUZIONI ALL'AVANGUARDIA PER CIASCUN CAMPO DI APPLICAZIONE

F&M Ingegneria ha sviluppato know-how specifici in vari settori, sia in Italia che all'estero: Edilizia, Management Consulting ed Infrastrutture. F&M Ingegneria offre soluzioni complete nell'ambito della progettazione BIM. Il Building Modeling Information (BIM) è un processo basato su modelli 3D che consente agli ingegneri di F&M, in collaborazione con gli architetti e altri consulenti di progetto, di generare un modello federato del progetto, contenente tutte le informazioni delle diverse discipline. Questo modello permette ai nostri clienti di visualizzare il loro investimento prima che il progetto sia realizzato. Il BIM per sua natura, è in grado di offrire, a tutte le parti, la possibilità di controllare e coordinare il progetto come mai prima d'ora.

www.fm-ingegneria-com

PADIGLIONE ITALIA EXPO 2020 DUBAI (UAE)

Concept & Graphic Design

F&M Ingegneria SpA
comunicazione@fm-ingegneria.com

Edited by

Ing. Sandro Favero
Ing. Luigi Ranzato
Arch. Eleonora Salvalaio

Published by

F&M Ingegneria SpA

Images credits

© Ph. Michele Nastasi

Published in

Dicembre 2021

Copyright

2021 © F&M Ingegneria SpA