RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA

ABSTRACT [ITA]

Architettura e paesaggio costruiscono un *continuum* capace di disegnare un progetto armonico.
La misura cadenzata della struttura del Palazzo di Cristallo diviene matrice e regola della trasformazione tanto degli spazi aperti quanto degli edifici.
La volontà che il progetto vuole perseguire è quella di costruire un vero e proprio polo culturale e artistico in grado di porsi come nuova centralità urbana.Il progetto si sviluppa come un sistema di percorsi che invita il visitatore ad attraversare i giardini, a soffermarsi negli spazi pubblici, ad attraversare le strade e a camminare lungo i tetti e a scivolare, con la discrizione di un voyeur, lungo le sale di prova, i laboratori di cucitura del guardaroba, le grandi sale per la falegnameria di scena, la favolosa successione di spazi che solo qui può avere luogo.
Il Palazzo di Cristallo è pensato come nuovo grande *"Giardino dei giardini"* in cui si ritrovano una successione di ambienti con varietà di climi, vegetazione, luci e profumi.
Nella *"Magnifica Fabbrica"* il tema del percorso diventa metaforicamente quello del *"viaggio"*, un racconto itinerante che permette al visitatore di scoprire e scorgere costantemente le variazioni tra spazio interno e spazio esterno, tra dentro e fuori, tra spazi per la costruzioni e spazi per la rappresentazione, tra spazio costruito e spazio aperto/paesaggio, anche attraverso la presenza di patii vegetali in quota che garantiscono l'ingresso della luce e la creazione di stanze a cielo aperto capaci di fungere da spazi inerziali ma anche da luoghi di sosta costruendo uno stretto rapporto con il cielo.

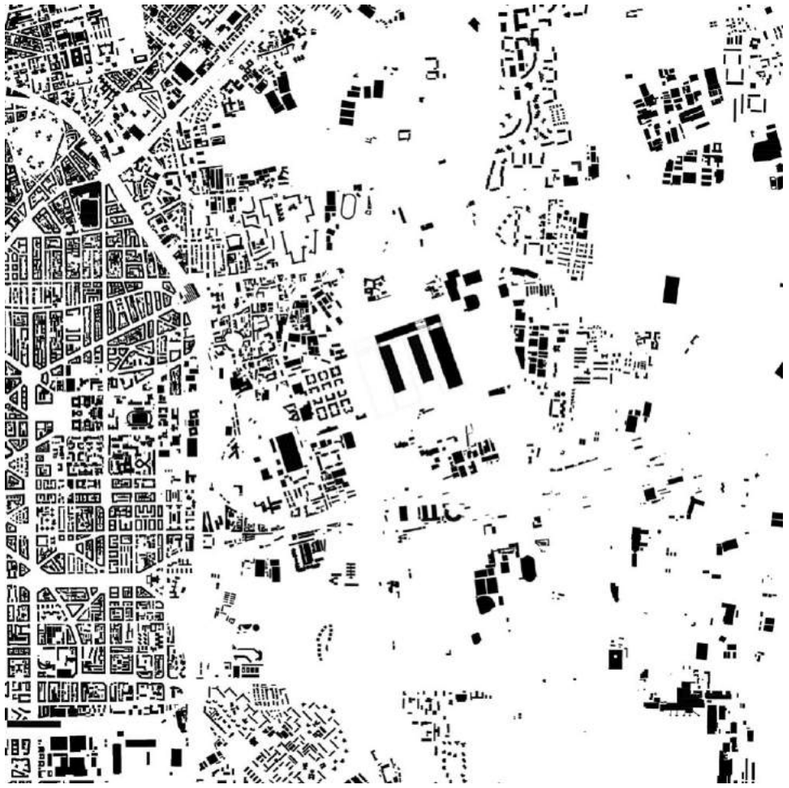


Fig.01
Scenario 1
Inserimento urbano

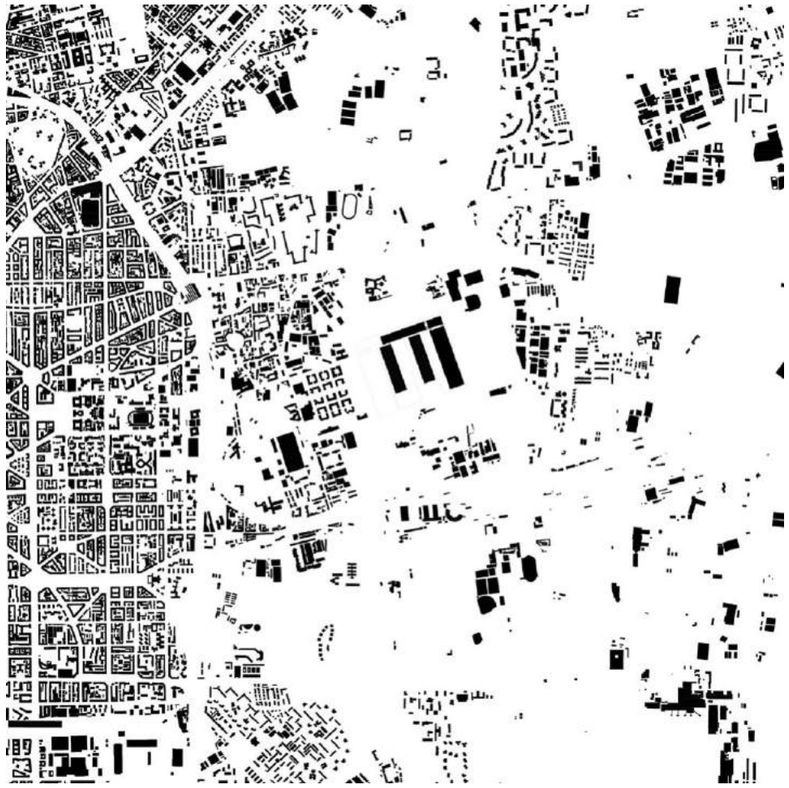


Fig.02
Scenario 2
Inserimento urbano

ABSTRACT [ENG]

Architecture and landscape build a continuum capable of designing a harmonious project.
The cadenced measure of the Crystal Palace's structure becomes the matrix and rule for the transformation of both open spaces and buildings.
The aim of the project is to build a real cultural and artistic centre capable of becoming a new urban centrality.
The project develops as a system of paths inviting the visitor to cross the gardens, to linger in the public spaces, to cross the streets and walk along the roofs and to glide, with the discription of a voyeur, along the rehearsal rooms, the sewing laboratories, the large rooms for the stage carpentry, the fabulous succession of spaces that can only take place here.
The Crystal Palace is conceived as a new large *"Garden of Gardens"* in which a succession of environments with a variety of climates, vegetation, lights and scents can be found.
In the *"Magnifica Fabbrica"*, the theme of the itinerary metaphorically becomes that of the *"journey"*, an itinerant story that allows the visitor to constantly discover and perceive the variations between internal and external space, between inside and outside, between spaces for construction and spaces for representation, between built space and open space/landscape, also through the presence of patios with vegetation at high altitudes that guarantee the entry of light and the creation of open-air rooms capable of acting as inertial spaces but also as places to rest, building a close relationship with the sky.

FILOSOFIA DI PROGETTO

Gli aspetti tecnici relativi alla mobilità, alla gestione del rischio idraulico, ai temi correlati alla sostenibilità ambientale e ai sistemi costruttivi, oltre alle valutazioni di carattere strutturale sono sempre intesi come elementi pensati e integrati nel disegno del paesaggio e dell'architettura, non come mero strumento necessario al soddisfacimento di requisiti tecnici ma come parte integrante di una riflessione che intende il processo ideativo sempre come progetto integrato.

MOBILITA' E RELAZIONE URBANE

Alla **scala metropolitana**, la Magnifica Fabbrica si pone all'intersecarsi di due sistemi a rete: da una parte l'aggancio diretto alle "reti lunghe" garantito dall'immediato rapporto con le tangenziali e la nuova viabilità di Segrate; dall'altra, alla rete urbana milanese della quale viene a costituire un importante completamento. Il progetto di mobilità intende determinare l'integrazione dell'intervento con la rete urbana, così da valorizzare le condizioni di accessibilità offerte dalle linee di forza del trasporto regionale e locale, privilegiando e integrando fra loro le diverse forme di mobilità attiva secondo criteri di mobilità sostenibile, anche introducendo soluzioni sperimentali.

Il **progetto di mobilità** definisce una *chiara gerarchia delle reti di accesso*, separando i flussi per merci e materiali, prevalentemente appoggiati sulle reti di mobilità a lungo raggio (via Rubattino, la Tangenziale est, ecc.), dai percorsi di fruizione e dalla micrologistica urbana di supporto alle attività dei laboratori. Parallelamente, *amplia e dà continuità agli spazi dedicati a pedoni e ciclisti*, incrementando le condizioni di sicurezza per le utenze deboli, in

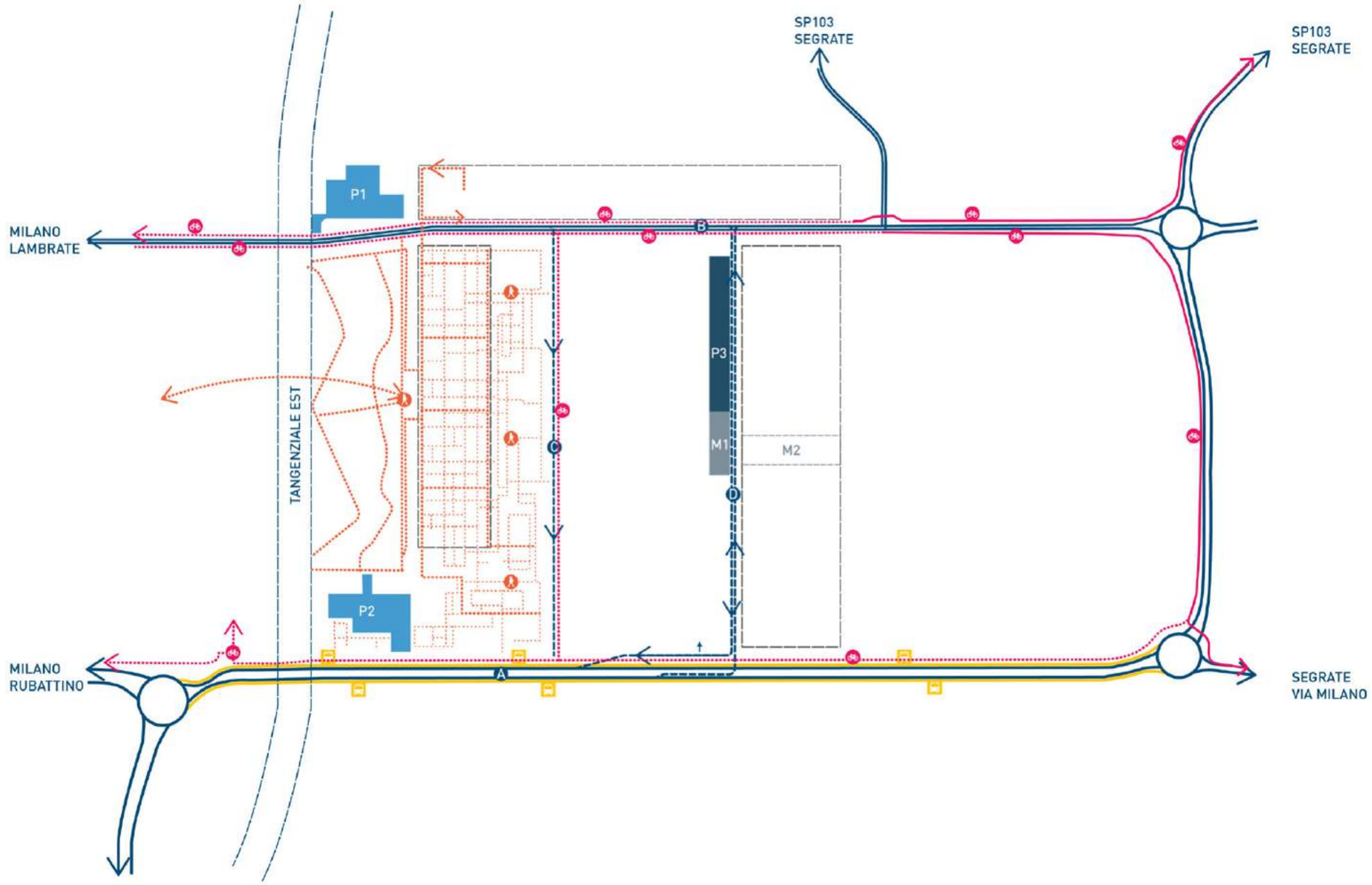


Fig.03
Scenario 1
Ambiti, viabilità, rete ciclabile, percorsi pedonali [a lato]

particolare in corrispondenza degli attraversamenti e delle intersezioni stradali.

Lo scenario progettuale proposto *completa e integra l'anello ciclabile*, con la previsione di un nuovo percorso ciclabile bidirezionale sul lato nord di via Rubattino (sez. 2,50 m), connesso ai percorsi programmati verso Lambrate e il centro di Milano - dall'altro ai percorsi esistenti di via Caduti di Marcinelle e via Milano a Segrate. L'anello ciclabile è assicurato dalla *proposta di un nuovo corsello nord sud* ad est del Palazzo di Cristallo, integrando l'esperienza di fruizione del Parco e la rete urbana per la ciclabilità e la micromobilità.

La proposta *tutela il trasporto pubblico*, mantenendo le attuali corsie riservate al transito dei mezzi pubblici su via Rubattino, ridisegnando gli spazi per le fermate. La configurazione di rete proposta potrà consentire di attivare un *servizio dedicato di trasporto pubblico* collegato con la stazione di Lambrate e la fermata M2, da effettuarsi con mezzi innovativi a basso/nullo impatto ambientale.

Il progetto *distribuisce le gravitazioni di accesso*. La dotazione di aree per la sosta ad uso pubblico – destinate ai visitatori - sarà garantita dai parcheggi di via Rubattino e via Caduti di Marcinelle (rispettivamente 125 e 140 posti auto circa), qualificati e integrati nel progetto di paesaggio, privilegiando l'utilizzo del parcheggio di via Caduti di Marcinelle come porta primaria di accesso dei visitatori. Le aree di sosta per il personale vengono prevalentemente ricavate all'interno del lotto 1B: la dotazione è dimensionata - in assenza di diverse indicazioni - in misura di 1 posto auto ogni 2 addetti.

Il progetto *razionalizza gli spazi dedicati alla mobilità su gomma*, garantendo comunque la funzionalità adeguata al deflusso del traffico e al transito di mezzi pesanti. L'accesso al lotto 1B avverrà prioritariamente dal nuovo incrocio semaforico con idonea corsia di accumulo; il nuovo corsello torna-indietro sul lato nord consentirà il ritorno in direzione delle tangenziali e del centro di Milano, con una più agevole e sicura immissione dei mezzi pesanti su via Rubattino.

Via Rubattino si riconfigura come "infrastruttura verde": il disegno di paesaggio incrementa le superfici verdi permeabili e la dotazione arborea e arbustiva in coerenza con il progetto di parco, contribuendo alle prestazioni ambientali e microclimatiche.
Via Rubattino viene ricondotta alla sezione idonea al livello interquartiere: la carreggiata, di larghezza totale 21 m, con aiuola centrale spartitraffico di 5 m, avrà una corsia per senso di marcia affiancata dalla corsia riservata al TPL.
Sul lato nord della strada si prevede la realizzazione di un nuovo percorso ciclabile bidirezionale, affiancato da aree verdi e da un percorso pedonale di larghezza min. 2 m; sul lato sud sarà ampliato il marciapiede esistente con una larghezza compresa tra 2 e 3,50 m.
Gli obiettivi e le soluzioni descritte rimangono invariati nei due scenari progettuali considerati, assicurando una importante coerenza e omogeneità prestazionale delle soluzioni.
Nello **scenario I** si conferma l'andamento rettilineo di via Caduti di Marcinelle: la sezione rimane invariata, con la realizzazione di un nuovo marciapiede sul lato sud e l'integrazione delle corsie ciclabili monodirezionali.In questo scenario si prevede inoltre un corsello e a servizio del Palazzo di Cristallo e del nuovo parco, con accesso da via Caduti di Marcinelle e uscita su via Rubattino.
Nello **scenario II**, via Caduti di Marcinelle ridisegna l'andamento curvilineo richiesto dal bando seguendo il profilo del nuovo fabbricato nord, *con una giacitura che intende rafforzare il carattere urbano del nuovo tracciato*, per poi riconnettersi all'asse esistente. La sezione stradale presenta dimensionamento analogo a quello proposto per lo scenario I.
In entrambe gli scenari si prevede un *adeguato dimensionamento degli spazi di manovra e servizio* (smistamento, carico scarico, ecc.) per mezzi pesanti e veicoli addetti, interni ai nuovi laboratori e depositi. Il corsello di servizio, parallelo al nuovo edificio, avrà una sezione di 8 m; l'area di manovra

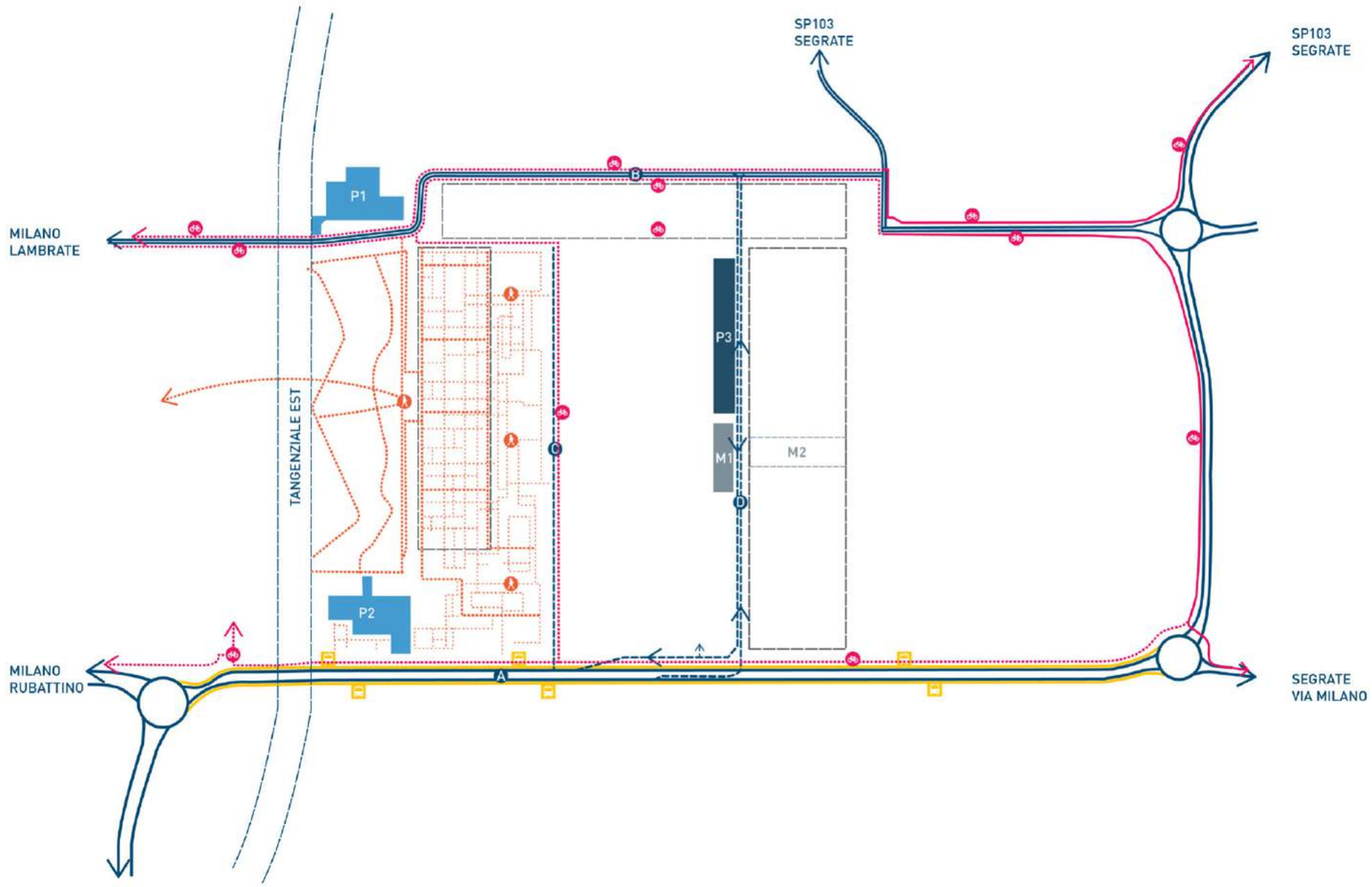
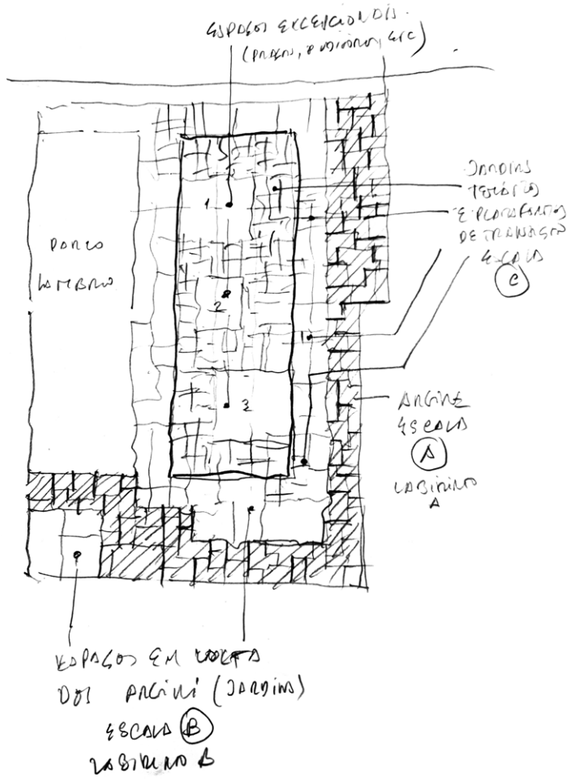


Fig.04
Scenario 2
Ambiti, viabilità, rete ciclabile, percorsi pedonali [a lato]

(dim. 70 x 22 m) sarà collocata in corrispondenza delle zone smistamento/deposito materiale sciolto previste nel deposito container, all'interno del nuovo fabbricato.
Dal punto di vista delle **soluzioni tecniche tipo**, gli spazi aperti di circolazione e manovra a servizio dei nuovi edifici, per le porzioni interne ai lotti, saranno caratterizzati dall'uso di pavimentazione industriale in calcestruzzo, con elevate prestazioni in termini di resistenza e durabilità per intenso utilizzo da parte di mezzi pesanti.
La pavimentazione avrà strato di usura (sp. 1 cm) in granulato sferoidale di quarzo, steso su massetto in calcestruzzo (sp. min. 15 cm) con i relativi giunti di dilatazione, armato da rete elettrosaldata e posato su adeguato sottofondo in misto granulare stabilizzato. Principali norme di riferimento UNI 7998, UNI 7999, UNI 11146, UNI EN 13877-1/2/3.
I percorsi ciclopedonali in sede propria saranno realizzati in conglomerato bituminoso colorato, con aggiunta dei polimeri di pigmentazione durante la produzione. Le corsie ciclabili a livello della carreggiata saranno invece in pavimentazione bituminosa di colorazione rossa, analogamente a quanto già oggi in uso lungo via Caduti di Marcinelle.
Per le carreggiate stradali si prevede una pavimentazione elastica in conglomerato bituminoso, con scavo indicativamente fino a 40-50 cm di profondità e posa di pacchetto completo costituito da strato di fondazione in misto cementato (realizzato materiali di recupero certificati per il riutilizzo in ambito di costruzione stradali), strato di base (tout-venant), strato di collegamento (binder) e tappetino di usura. Principali norme di riferimento CNR UNI 10006.

PAESAGGIO, SPAZIO PUBBLICO E SICUREZZA IDRAULICA

Il progetto degli spazi aperti e dello spazio pubblico non può mai essere visto come una specificità a latere di un progetto generale, ma piuttosto come un contributo tematico per la costruzione di una proposta unica e coerente su tutto lo spazio in studio e tutte le articolazioni necessarie per celebrare un programma affascinante come quello che stiamo trattando.
L'opportunità di progettare e costruire il presente programma va oltre il mero adempimento della consueta complicità concettuale tra il programma e l'insieme delle operazioni costruttive che costituiscono la trasformazione - evitando così riferimenti ad un universo costruito che, nel caso specifico, si rivelerebbe insufficiente a caratterizzare la suddetta trasformazione, poiché l'insieme dei vuoti, gli spazi verdi e i loro dintorni, le coperture, le relazioni con le infrastrutture del contesto, disegnano in modo diffuso e pulsante, rimandando così anche al tempo, un insieme che in gran parte trascende l'edificio - per costituire una celebrazione festosa di un insieme straordinario di attività.
Straordinario per ciò che ognuna di esse offre come spettacolo a un pubblico, straordinario per la diversità delle attività artistiche e artigianali che si riuniscono in questo spazio, in continuo e fervente funzionamento, straordinario per ciò che anticipano di uno dei luoghi di spettacolo più famosi del mondo, e per ciò che possono costituire come una finestra aperta su un mondo implicito ma, in generale, invisibile.
Inoltre, il luogo scelto permette di incrociare la meraviglia di questa opportunità con uno spazio già carico di memoria e capace, solo per la sua storia, di stimolare le emozioni più profonde - la Fabbrica Innocenti - che aggiunge a questa fantastica condizione la memoria fisica della struttura del vecchio edificio, vuoto di funzioni, uno spazio straordinario per la sua dimensione, la sua struttura, la sua luce.
Questo insieme di opportunità, se intelligentemente articolato in un



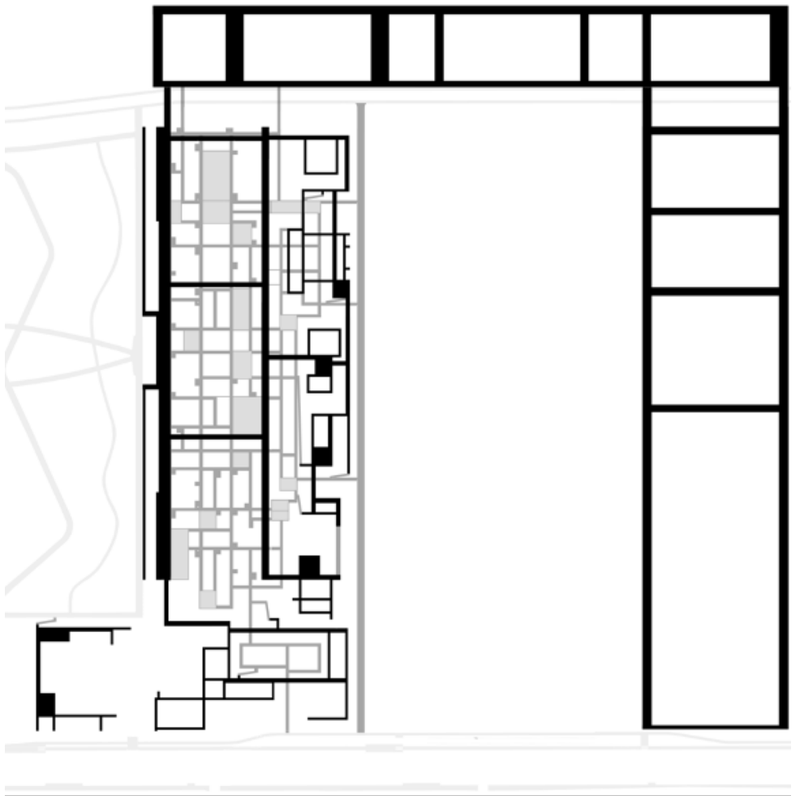


Fig.05
Schizzo di progetto [in alto]

Fig.06
Spazi di connessione, gallerie, passaggi, percorsi [a lato]

sistema spaziale capace non solo di stabilire relazioni tra i due edifici - l'ex Innocenti e la Magnifica Fabbrica - ma anche di coinvolgere, attraverso relazioni varie e intense, gli altri importanti attori dello spazio come il Parco Lambro, l'edificio industriale che sorgerà tra i due edifici in questione, le infrastrutture del contesto, la fascia di carattere complementare alla fabbrica che si sviluppa, nel nostro piano, a nord, potrebbero costituire un elemento di trasformazione dell'intero quartiere, lasciando piena di significati e attrattive una zona tristemente decadente dalla fine dell'industria milanese.
Il progetto si sviluppa così come un sistema, un **sistema di percorsi** che invita il visitatore ad attraversare i giardini, a soffermarsi negli spazi pubblici dove si sviluppano le arti sceniche come complemento a tutte le attività del centro principale del progetto, ad attraversare le strade e a camminare lungo i tetti e a scivolare, con la descrizione di un voyeur, lungo le sale di prova, i laboratori di cucitura del guardaroba, le grandi sale per la falegnameria di scena, la favolosa successione di spazi che solo qui potevano avere luogo.
Gli spazi esterni rappresentano il territorio dove si sviluppa una parte significativa di questo sistema e comprendono le opportunità progettuali per il rapporto fisico di continuità con il Parco Lambro, con le infrastrutture viarie del contesto, oltre a guidare i visitatori dalle opportunità di accesso ai percorsi di visita - fuori dal regolare funzionamento dell'edificio - della Magnifica Fabbrica, includendo anche l'interpretazione dell'ex edificio della Fabbrica degli Innocenti di Lambrate.

La sua espressione fisica si divide quindi tra la categoria degli **spazi di connessione**, gallerie, passaggi e percorsi, che sviluppano una rete di percorsi che costruiscono una rete tridimensionale per la lettura dello spazio e l'**accesso** a un enorme numero di spazi con diverse prospettive sull'insieme degli spazi del progetto e l'insieme degli spazi attraversati, che discuteremo separatamente.
Questa rete è, allo stesso tempo, uno spazio funzionale di accesso e circolazione, una struttura fisica di organizzazione dello spazio e un insieme di punti di osservazione, isolati o assemblati in continuum prospettici, come in un viaggio cinematografico, e questa rete attraversa tutti gli spazi esterni, interni e indefinitamente esterni e interni (come la fabbrica Innocenti), scivolando tangenzialmente ai limiti degli edifici, attraversandoli a diversi livelli, attraversando strade e conducendo gli abitanti di questo spazio attraverso la diversità degli spazi che costituiscono l'offerta di questo progetto.
Il suo **carattere** è relativamente costante, il che permette di riconoscere un'unità in tutto lo spazio, un'unità espressa dai materiali e dal vocabolario e che permetterà di riconoscere facilmente il carattere dell'insieme come una grande struttura capillare, più o meno densa, più o meno protetta, più o meno legata fisicamente agli edifici stessi, più o meno illuminata, più o meno protetta dagli elementi, una struttura attraverso la quale tutto lo spazio può essere attraversato guardando dall'alto verso il basso e dal basso verso l'alto, funzionando come elemento orientatore dello sguardo degli abitanti di questo spazio straordinario.
Questa **struttura** attraversa un insieme di spazi che riconosce come parti di un unico spazio, diverso e meraviglioso, e si articola direttamente con elementi del contesto, come il sistema di circolazione del Parco Lambro e gli accessi stradali da via Raffaelle Rubattino e dai Caduti di Marcinelle.
Gli spazi attraversati, da parte loro, assicurano anche, attraverso la stessa logica progettuale, materiale e di linguaggio, una grande coerenza,

Fig.07
Catalogazione delle specie vegetali
a seconda delle fasce climatiche previste

essenziale per la comprensione dello spazio nel suo insieme, una coerenza che cerca persino di chiamare il contesto stesso stabilendo costantemente relazioni di complicità di termini diversi, ma, al di là di questa idea di coerenza, sviluppano un insieme molto vario, capace di provocare sensazioni molto diverse negli abitanti dello spazio, il loro attraversamento costituendo una successione continua di esperienze fisiche diverse.
A questa possibilità contribuisce la grande varietà di ambienti che, dal punto di vista microclimatico, si possono formulare manipolando le potenzialità della "serra" che lo stabilimento ex Innocenti Lambrate può offrire, con una copertura più o meno trasparente, più o meno aperta o apribile in estate e più o meno ombreggiata dall'interno.
Questo potenziale ci permette di produrre una successione di ambienti che possono simulare i climi di una vasta regione geografica come, per esempio, la penisola italiana, con la varietà di climi e, corrispondentemente, di sistemi ecologici e gruppi fitosociologici che si possono trovare dalle zone alpine elevate agli ambienti quasi sub-tropicali della Sicilia e della Puglia, e di progettare un insieme di giardini dove la vegetazione luce e profumi possono condurre gli abitanti dello spazio verso questi ambienti offrendo, nel loro insieme, ciò che Milano non ha, al momento, né ha mai avuto - un parco aperto e pubblico in grado di essere utilizzato durante l'inverno come uno spazio microclimaticamente controllato, caldo, confortevole, luminoso e accogliente, il parco che sarà cercato da tutti nei giorni più freddi e nebbiosi, o quando i giorni successivi di pioggia cominciano ad essere troppi.

Questi ambienti costituiscono una **matrice**, sviluppata all'interno e all'esterno dello spazio della Fabbrica, sostenuta da una **struttura topografica** che sfrutta il terreno presente in loco e disegna una struttura di *"arginamento"* dell'intera zona del parco, collegandosi alle quote di sicurezza idraulica del Parco Lambro, che sviluppa una serie di spazi che costituiscono il modo per controllare la scala sproporzionata del corpo della Fabbrica e che costituiscono un Giardino dei Giardini.
Si tratta di una **successione di ambienti** progettati e controllati con luoghi per stare e alcune attrezzature, come bar e ristoranti, e che disegnano tra loro grandi spazi vuoti che sono destinati a funzionare come piazze urbane, luoghi per lo sviluppo di attività non programmate, come performance spontanee di musicisti e altri artisti di strada, o anche spettacoli programmati, eventualmente sviluppati in complicità con il mondo artistico del Teatro alla Scala o anche come spazi di prova per artisti utilizzati per una prima interazione con il pubblico.
Le **passerelle** che si articolano sospese all'interno del vecchio edificio industriale , in acciaio zincato, si legano come un fil rouge alla rampa che si snoda nel punto di ingresso e accompagna il visitatore in una *"promenade architecturale"* e si ricollega al sistema dei percorsi dei nuovi spazi del Teatro alla Scala.

Dal percorso in quota è possibile, attraverso rampe e scale scendere alla quota del parco per immergersi nel giardino dei giardini che mano a mano disvela una ricchezza vegetale capace di costruire stanze aperte varie e molteplici, con una sequenza di profumi, odori, colori e altezze differenti.
All'interno del grande spazio a tre campate del Palazzo di Cristallo si trovano, come una costellazione puntuale di elementi, 4 **padiglioni traslucidi** che riflettono il sistema vegetale circostante come grandi specchi, capaci di ospitare spettacoli musicali, rappresentazioni teatrali e piccoli spazi di supporto.

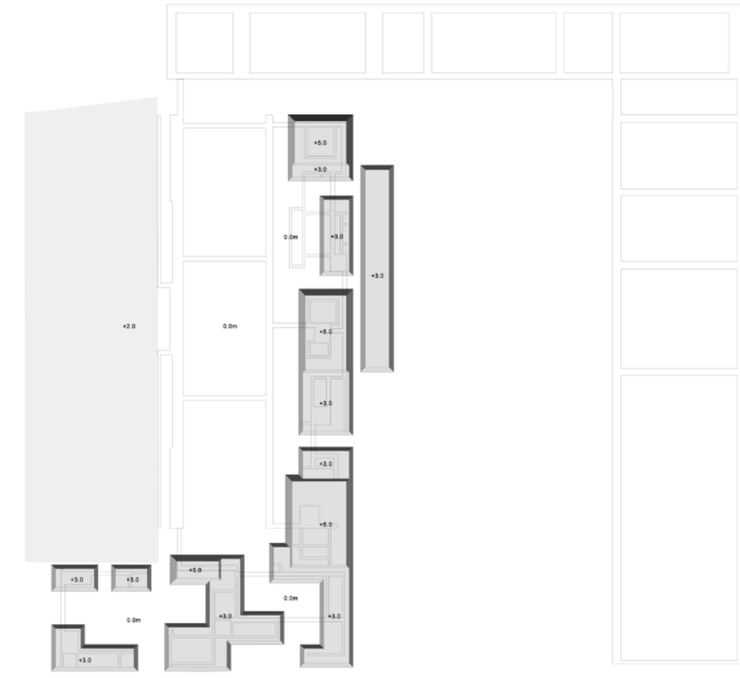


Fig.08
Padiglioni interni al Palazzo di Cristallo [in alto]

Fig.09
Struttura topografica esterna al palazzo di Cristallo
Sistema arginamento rischio idraulico [a lato]

L'insieme definito dalla rete di percorsi e matrice, che viene ora presentato come uno schizzo illustrativo delle relazioni che si vogliono stabilire e delle potenzialità strutturali dell'insieme, sarà ovviamente interpretato ora come una semplice suggestione ma dovrà, anche nella sua versione definitiva, essere inteso come una realtà molto aperta, sempre capace di reagire alle diverse logiche di ogni momento.

ARCHITETTURA E ORGANIZZAZIONE DEGLI SPAZI

L'insieme dei vuoti, gli spazi verdi e i loro dintorni, le coperture, le relazioni con le infrastrutture del contesto, disegnano in modo diffuso e pulsante un insieme che in gran parte trascende l'edificio, rimandando così anche al passato, alla memoria che impregna il luogo.
Il nuovo parco introduce un **concetto unitario** capace di diventare la base strutturante per la nuova sede dei laboratori e dei depositi del teatro alla Scala.

La **misura** cadenzata della struttura del Palazzo di Cristallo diviene matrice e regola della trasformazione tanto degli spazi aperti quanto degli edifici. La campata di 25 metri circa garantisce la massima flessibilità e adattabilità nell'articolazione del programma e permette di ospitare nel nuovo edificio principale l'infrastruttura del carroponte.

La *"Magnifica Fabbrica"* è una fabbrica dello spettacolo dove la creazione e la produzione viene messa in scena, aperta sul parco circostante e connessa con la città.
I percorsi nella *"Magnifica Fabbrica"* sono organizzati su quote differenti per poter garantire una divisione dei flussi e dei percorsi di accesso e spostamento all'interno degli edifici, alla quota 0,00 m si trovano gli spazi principali direttamente accessibili dal sistema di viabilità principale e secondario ad uno degli addetti ai lavori e dei lavoratori, alla quota 5,60 m sono previsti i percorsi dedicati ai lavoratori comprensivi di tutti gli spazi di manovra e mobilità interna dei materiali, mentre alla quota 9,50 m troviamo i percorsi dedicati ai visitatori che hanno cosi la possibilità di attraversare gli spazi e diventare **attori** della scena, camminando lungo le travi reticolari che si affacciano sui laboratori, sulle sale prove, sugli spazi di lavoro e tra gli ambienti di produzione, lungo i percorsi dei visitatori, nelle aree più ampie si collocano laboratori itineranti, fruibili e attrezzabili per poter far vivere un'esperienza artigianale o dei piccoli spettacoli e laboratori interattivi, il percorso diventa quindi esso stesso parte integrante dell'esperienza conoscitiva.
Il fulcro del sistema dei percorsi, una grande rampa che si snoda nel punto di ingresso, è localizzata a nord-ovest dell'area diventando cerniera tra il nuovo edificio, la preesistenza del Palazzo di Cristallo ed il sistema degli spazi aperti.
La **rampa** permette di connettere la quota zero del piano terra alle differenti quote superiori, riconnettendosi con le passerelle presenti nel palazzo di Cristallo e garantendo l'accesso ai differenti livelli del nuovo edificio, fino ad arrivare alla quota 9,50 m dove è collocata la hall di accesso per i visitatori da dove parte il percorso di visita.
Le richieste di spazi importanti vengono distribuite lungo un percorso pubblico, in stretta relazione con il paesaggio circostante, il sistema strutturale diventa spazio abitato, sistema di connessione trasparente e

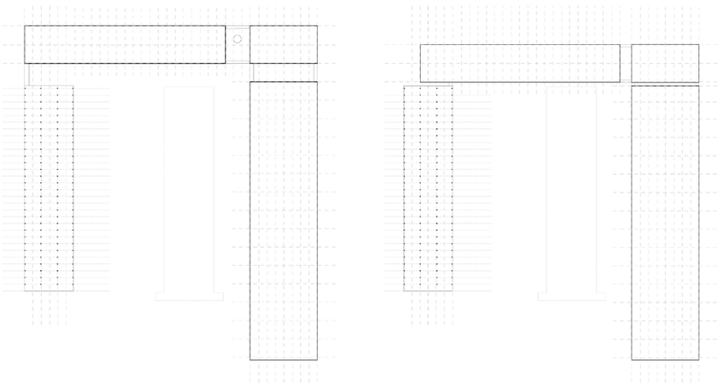


Fig.10
Misura

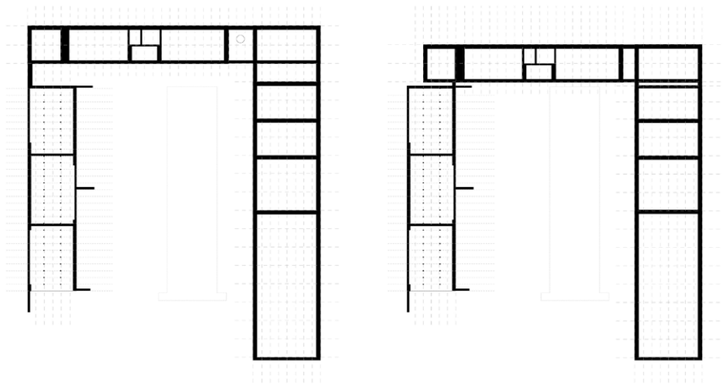


Fig.11
Percorsi

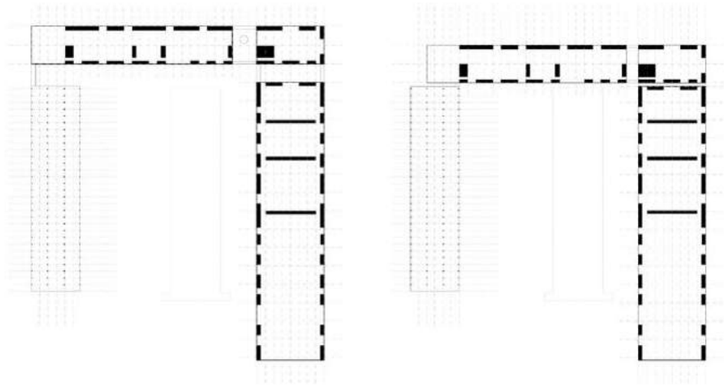


Fig.12
Blocchi

traslucido che permette di poter scorgere da un lato il paesaggio eterogeneo circostante e dall'altro garantisce una visione delle differenti attività che si svolgono all'interno dei nuovi edifici.
Gli spazi di produzione dello spettacolo si aprono sul parco diventando attori principali di questo straordinario parco delle *"magie"*.
L'involucro dell'infrastruttura è pensato come elemento, **quinta scenica** nel paesaggio, capace di interagire con gli spazi della produzione e con la città attraverso gradi di trasparenza e opacità differenti, diventando di notte una grande lanterna abitata.
Il tema del percorso diventa metaforicamente quello del *"viaggio"*, un racconto itinerante che permette al visitatore di scoprire e scorgere costantemente le variazioni tra spazio interno e spazio esterno, tra dentro e fuori, tra spazi per la costruzioni e spazi per la rappresentazione, tra spazio costruito e spazio aperto, anche attraverso la presenza di spazi vegetali in quota che garantiscono l'ingresso della luce e la creazione di stanze a cielo aperto capaci di fungere da spazi inerziali ma anche da luoghi di sosta costruendo uno stretto rapporto con il cielo.
La volontà che il progetto vuole perseguire è quella di costruire un vero e proprio **polo culturale e artistico** capace di porsi come nuova centralità urbana, e capace di raccontare e disvelare tutte le fasi del processo creativo, dalla progettazione alla produzione narrando appunto una storia dietro la storia, descrivendo un processo in cui il visitatore si senta spettatore e attore al tempo stesso anche grazie alla possibilità di svolgere attività creative e laboratoriali esperienziali fruibili ad utenti di tutte le età.

Lo spazio interno si caratterizza attraverso sezioni spaziali articolate con spazi alti 3m,altri alti 5 m ,e con ambienti principali alti 7,5 m,12m,15m,18m,21 m e 25 m all'intradosso .
Questa **variazione altimetrica** interna definisce la qualità e la varietà spaziale interna capace di costruire cosi contrazioni e dilatazioni dello spazio enfatizzando e valorizzando i grandi spazi dei laboratori, delle sale prova e dello spazio polivalente dagli spazi più compressi della sartoria o degli uffici e del bar, o ancora quelli della mensa o della tappezzeria etc.. mettendo cosi a sistema la scala umana con quella della grande fabbrica dello spettacolo.

Le pavimentazioni e le finiture scelte raccontano di uno spazio interno astratto e volutamente silenzioso, capace di essere arricchito dalla presenza degli elementi scenici e dalla realizzazione degli stessi, sono le scenografie, gli abiti di scena, i tessuti, i materiali, gli attrezzi, gli attori principali della scena con i loro colori, la loro matericità e le loro dimensioni ad occupare come delle grandi opere d'arte lo spazio.
Nei laboratori e nelle sale prove si prevede l'utilizzo di un pavimento in legno reciclato realizzato con gli scarti del legno, nella sartoria invece si prevede l'utilizzo di gres porcellanato, mentre negli altri ambienti si prevede l'uso di pavimento in battuto di cemento elicotterato al quarzo.

La copertura del nuovo edificio è pensata come un'ideale estensione del Parco mediante una successione di patii scavati in quota capaci di implementare la dotazione vegetale dell'area articolando un sistema complesso in grado di integrare sistemi di illuminazione e ventilazione naturale, elementi fotovoltaici sulle falde e superfici capaci di garantire una buona inerzia termica.
La luce naturale entra all'interno degli ambienti attraverso le grandi vetrate poste al piano terra e mediante la **sequenza ritmica dei patii** posti in copertura che permettono l'ingresso della luce indiretta negli ambienti sottostanti, oltre alla luce filtrata che penetra negli spazi di connessione

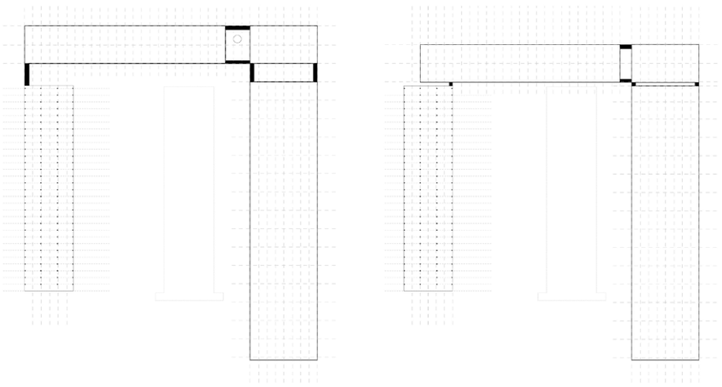


Fig.13
Ponti

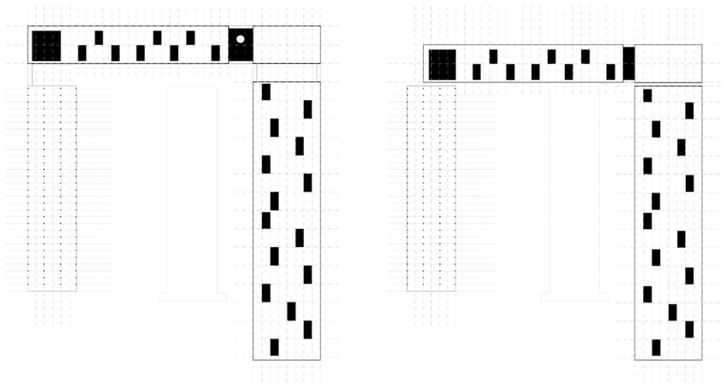


Fig.14
Patii - corti aperte

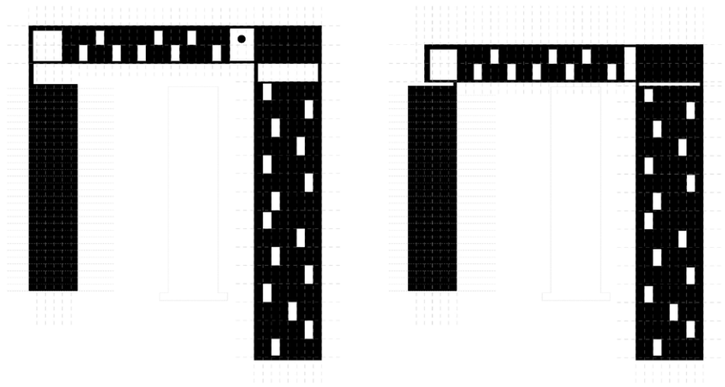


Fig.15
Copertura

e negli ambienti attraverso la presenza della facciata traslucida in lastre multiparete in policarbonato alveolare con sistema di aggancio maschio/femmina.La copertura dei nuovi edifici è invece pensata in lamiere di acciaio a ridotta energia incorporata con rivestimento a base biologica realizzato con olio di colza.
Il sistema dei nuovi edifici, sia nello **scenario I** che nello **scenario II**, si propone di porsi come elemento identitario e riconoscibile capace di integrarsi con gli elementi del contesto pur esplicitando una propria autonomia reinterpretando i caratteri e le matrici preesistenti delineati in chiave contemporanea.

La torre dell'acqua, mantenuta e preservata come landmark nello **scenario I**, svetta tra le coperture a falda che tratteggiano il nuovo skyline legandosi agli elementi di memoria del luogo.
Il sistema di spazi aperti, spazi di relazione e spazi costruiti hanno la forza di ricucire l'intero ambito al quartiere e alla città, ridisegnando e riqualificando un sistema di spazi oggi degradati ed abbandonati, costruendo un legame imprescindibile con il Parco della Lambretta che, attraverso il ripensamento ed il riuso degli spazi della vecchia fabbrica, costruisce nuove interazioni capaci anche di valorizzare la presenza del fiume Lambro.
Il fiume stesso diventa elemento capace di diventare una potenzialità del luogo, attraverso lo studio di un sistema di scambio in grado di prelevare l'acqua, depurarla attraverso dei sistemi di filtrazione, per poi utilizzarla per l'alimentazione delle pompe di calore con un sistema duale, in grado di reimmettere poi acqua pulita nel fiume, garantendo una produzione di energia al sistema insieme ai pozzi geotermici. (Per maggior precisazioni si rimanda alla parte impiantistica).
Il riassetto degli spazi della mobilità e della sosta permette la creazione di connessioni ecologiche e ambientali ad una scala più ampia di quella dei singoli lotti, costruendo un sistema maggiormente fruibile sia da un punto di vista carrabile che pedonale/ciclabile.

STRUTTURA E SOLUZIONI COSTRUTTIVE

L'approccio agli aspetti strutturali del progetto ha l'ambizione di coniugare semplicità, economia, ripetitività e sostenibilità delle nuove opere, con il minimalismo degli interventi di riqualificazione che dovessero rendere necessari per la struttura del *"Palazzo di Cristallo"*.
I percorsi distributivi su due livelli che incorniciano i nuovi corpi di fabbrica della *"Magnifica Fabbrica"* propongono il progetto di una travata a pareti reticolari, che offre i vantaggi strutturali dovuti alla doppia altezza, consentendo di affrontare in modo ottimale, sia le necessità di supporto sui tratti in appoggio, che le luci determinate dalla scansione dei volumi in calcestruzzo che ospitano i collegamenti verticali, nonché, infine, quelle dell'anello che racchiude l'ingresso Nord e la rampa d'ingresso. Quest'ultima struttura rappresenta senza dubbio il contenuto strutturale più impegnativo, sia per le luci in gioco, che per la natura puntuale dei supporti e la gestione dei nastri pedonali a rampa, in parte pendinati alla struttura.
Benché sia stato inizialmente valutato il ricorso a materiali avanzati (e.g. profili poltrusi in FRP), ragioni di economia e durabilità hanno infine fatto propendere per il ricorso all'acciaio, sebbene nella sua forma più ottimizzata, sia in termini di sezioni, che di lavorazioni e collegamenti.
Stesso dicasi per le strutture reticolari di copertura dei due corpi:
01. Il **Corpo Nord** a singola navata trasversale, prevede una sequenza di travi reticolari trasversali di grande luce (40.0m x 4.0m di altezza), poste a quote differenziate, le quali sostengono travi-arcarecci longitudinali in pendenza di 12.5m circa, un sistema terziario ortogonale e i sovrastanti pannelli sandwich prefiniti, continui nel senso di falda;
02. Il **Corpo Est**, a 3 navate, è coperto da una teoria di leggere capriate reticolari di 25.0m di luce, completate da un'orditura longitudinale di travi reticolari secondarie, anch'esse lunghe 12.5m, ma a passo 4.15m circa,

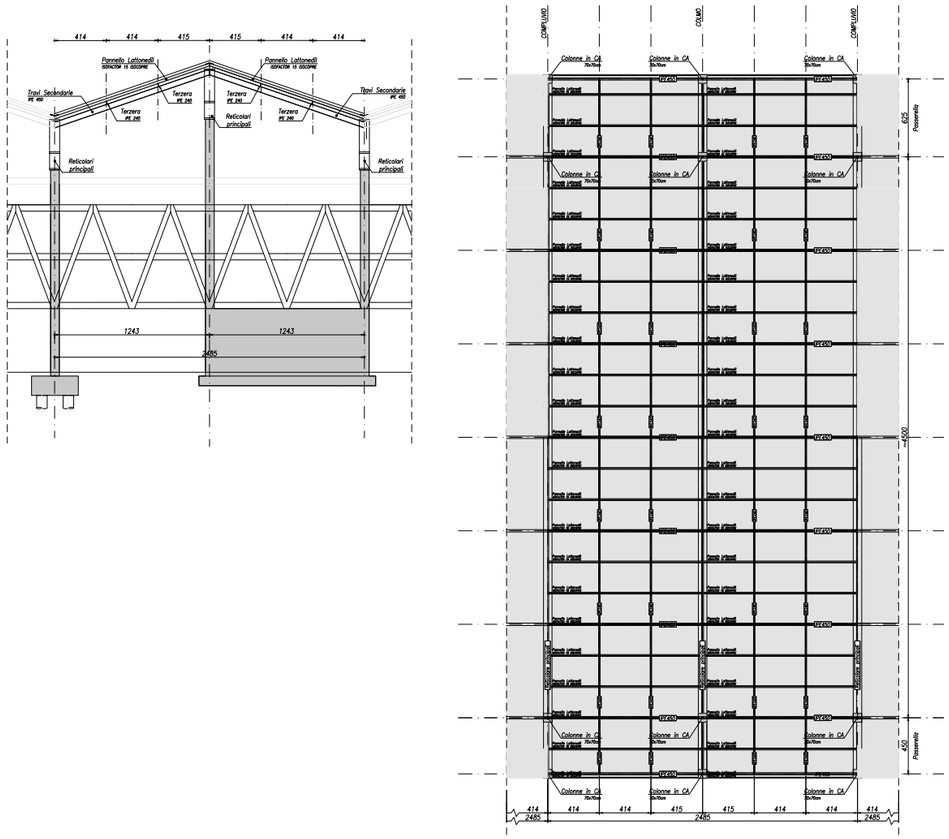


Fig.16
Edificio Nord - pianta della copertura
Pianta strutturale e sezione strutturale

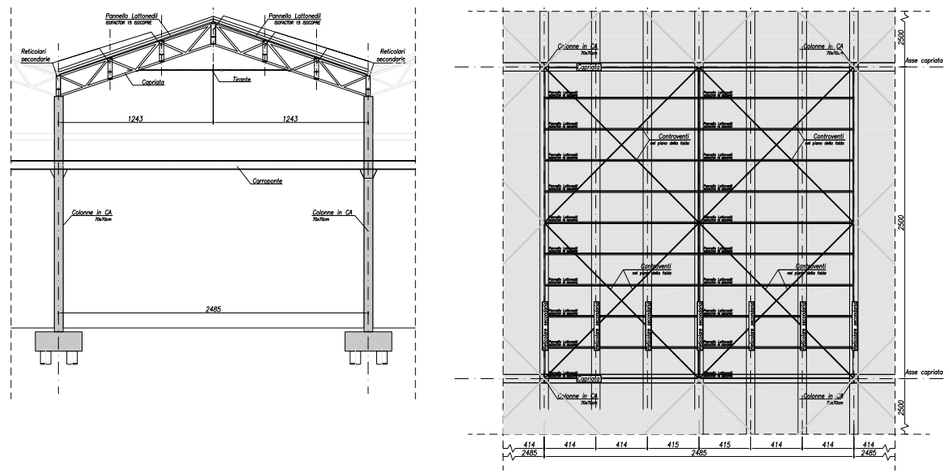


Fig.17
Edificio Est - pianta piano copertura
pianta strutturale di una campata e sezione strutturale

coronate dai pannelli sandwich continui sulla falda; i supporti interni sono costituiti da colonne prefabbricate in calcestruzzo, disposte sulla maglia planimetrica 25.0x25.0m e pensate per il concomitante supporto delle travi-rotaie dei carri ponte.
Il diffuso sistema di muri e corpi scala in calcestruzzo garantisce la stabilità laterale delle strutture.
Benché non sia disponibile una caratterizzazione geologica del sedime, il fatto che i plinti della magnifica fabbrica siano su pali, ancorché corti, indica la probabile necessità di un ricorso a fondazioni indirette, ove possibile di tipo misto.

Relativamente ai materiali:
A. per i calcestruzzi si ipotizza il ricorso a calcestruzzi di nuova generazione, ad elevata resistenza e "verdi", ovvero con ridotto consumo di cemento grazie ad un basso rapporto a/c e all'adozione di opportuni "fillers";
B. per l'acciaio delle pareti reticolari delle passerelle, stante l'elevata efficienza geometrica e l'intrinseca rigidezza dello schema, viene proposto l'impiego di acciai ad alta resistenza (S 460) che consentano di minimizzarne il quantitativo e l'impatto di CO_2.
Venendo alla struttura metallica del *"Palazzo di Cristallo"*, il suo risanamento, riqualificazione ed adeguamento normativo prevedono il ricorso a strategie e tecnologie progettuali in grado di minimizzare interventi che possano avere un significativo impatto sul *"Magnifico Scheletro"*.

In altre parole, ove un'accurata analisi della sicurezza strutturale allo stato di fatto, basata su rilievo, diagnostica e caratterizzazioni meccaniche di dettaglio, dovesse rilevare delle non-conformità, si interverrà sia lato risanamento e rinforzo, sia riducendo la domanda statica (ad esempio ricorrendo a vetri termici per evitare l'accumulo di neve) e sismica.
Per quanto riguarda la logica metodologica e le tecniche di intervento su strutture metalliche esili, di pregio e vincolate, fa scuola lo stato dell'arte conseguito in numerosi altri scenari analoghi, tra cui spicca, per la rilevanza dell'opera, la qualità di concezione e l'assoluto rispetto dell'esistente, il recente intervento sulla 4° navata dell'ottocentesca *"Paddington Station"* di Brunel a Londra (vedi G. Slade, "Paddington station: span 4 refurbishment and strengthening", ICE).
Quindi, oltre al risanamento e alla nuova protezione corticali, si prevedono riparazioni localizzate, laddove gli effetti della corrosione dovessero aver superato i limiti ammissibili, e rinforzi, parimenti localizzati, ove invece si palesassero tematiche di stabilità locale delle membrature leggere della copertura (flesso-torsione degli archi e/o degli arcarecci, oppure carenza di stabilità laterale complessiva cella copertura).
Ove possibile ed opportuno, a livello di statica locale si potrà inoltre considerare l'eventuale collaborazione strutturale del vetro inteso come pannello diaframmante, controventante o più in generale stabilizzante.
Le catene possono essere eventualmente adeguate senza impatto visivo alcuno.
L'analisi di stabilità non-lineare in campo statico e dinamico, con valutazione della sicurezza pre- e post-intervento della copertura e dell'edificio nel suo complesso saranno condotti con le tecniche, gli strumenti di calcolo e i riferimenti di affidabilità strutturale più avanzati. Quando valutato teoricamente sarà verificato con idonee prove sperimentali al vero.
Le colonne dovrebbero essere oggetto di mero risanamento, supponendo che il loro futuro tasso di sfruttamento sia limitato dal fatto di essere state

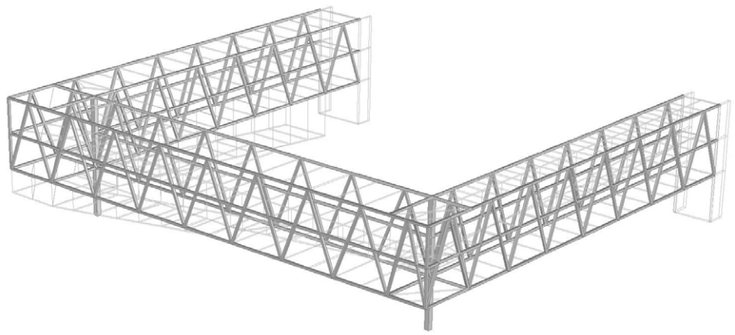


Fig.18
Edificio Nord - atrio di ingresso
Modello 3D strutturale della rampa di accesso

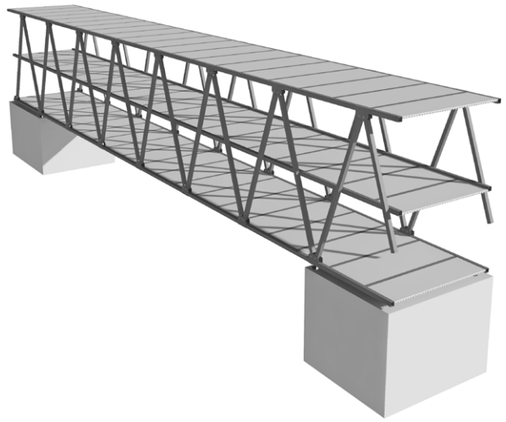


Fig.19
Edificio Nord ed Edificio Est
Modello 3D strutturale delle pile portanti
in cls armato e della passerella metallica

Fig.20
Edificio Nord ed Edificio Est
Dettaglio di facciata

a suo tempo dimensionate per sostenere le imponenti travi a doppio T dei carri-ponte e i relativi carichi di servizio.
Stante l'estrema flessibilità della struttura, si ritiene che anche le fondazioni, seppur isolate e collocate su pali corti, non costituiranno una particolare fonte di criticità ai fini della riqualificazione.
Ove fosse anche necessario garantire una stabilizzazione fuori piano delle facciate opache, si potrà optare per leggeri interventi ortopedici.
Per quanto riguarda l'eventuale necessità di un miglioramento sismico (da notare che l'intrinseca flessibilità delle membrature verticali e la pratica assenza di controventi ne fanno ad ogni modo una struttura "semi-isolata"), si valuteranno con cura i possibili effetti della variabilità spaziale del moto e si potrà eventualmente operare mediante l'introduzione di dispositivi di dissipazione compatti e diffusi, a bassa manutenzione (ad esempio attritivi).
Il progetto d'intervento prevede infine la realizzazione di leggeri percorsi aerei, totalmente separati dall'organismo esistente e diffusamente supportati da una teoria di colonne di modeste dimensioni. Tale intervento non comporta quindi alcuna peculiarità strutturale degna di nota.

IMPIANTI E TECNOLOGIE: MATERIALI, SOSTENIBILITA', QUALITA' AMBIENTALE

Metodologia generale di intervento e concept energetico-ambientale

Il concept energetico-ambientale elaborato per il progetto prevede l'interazione organica e sinergica di un involucro edilizio ad elevate prestazioni termiche, elementi impiantistici ad alto contenuto tecnologico, un avanzato sistema di *building automation*, cui viene aggiunto lo sfruttamento intensivo di fonti rinnovabili (solare fotovoltaico, idrotermia e geotermia) al fine di conseguire eccellenti livelli di efficienza energetica e di comfort ambientale per gli occupanti.
Il progetto architettonico dell'edificio è fondato su un'attenta scelta del rapporto di forma delle volumetrie, delle soluzioni tecnologiche d'involucro e del rapporto tra superfici vetrate ed opache.
Tutte le superfici vetrate saranno adeguatamente schermate al fine di bilanciare i carichi termici nelle differenti stagioni e l'edificio sarà complessivamente caratterizzato da una buona inerzia termica, al fine di ottimizzarne il comportamento passivo, estivo ed invernale. Inoltre, tutte le scelte relative alle soluzioni costruttive ed impiantistiche sono state effettuate con l'obiettivo di minimizzare l'energia incorporata e favorire l'utilizzo di elementi riciclati, riqualificati o riutilizzati, così da assicurare la massima efficienza complessiva, sia ambientale che economica.
In aggiunta, è prevista una stretta interrelazione tra l'approvvigionamento energetico dell'insediamento ed il ciclo dell'acqua; la climatizzazione sarà infatti demandata a pompe di calore acqua-acqua che potranno essere condensate sia con acqua del fiume Lambro, qualora la portata dello stesso lo consenta, che con acqua proveniente dalla falda acquifera.
L'acqua del Lambro verrà reimmessa subito a valle del punto di prelievo, senza intaccare il cosiddetto Deflusso Minimo Vitale del corso d'acqua,

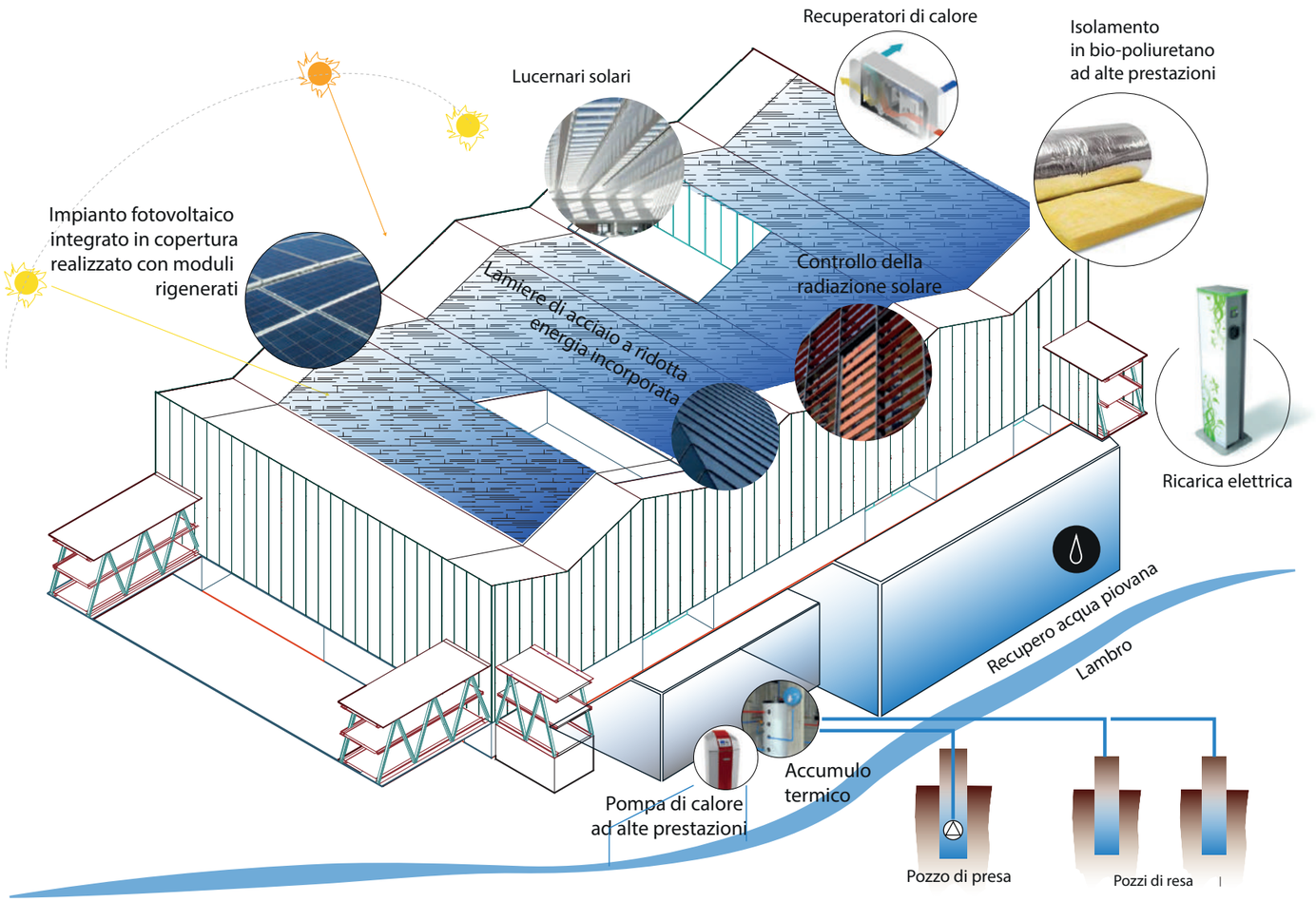


Fig.21
Metodologia generale di intervento
e concept energetico-ambientale

effettuando però anche un processo di filtrazione meccanica volto ad eliminare inquinanti grossolani, con particolare riferimento ad elementi in plastica.
L'impostazione sostenibile di base della progettazione dell'involucro ha permesso di orientare la definizione degli impianti meccanici su un subsistema di generazione ad alta efficienza, con pompe di calore acqua-acqua ed un subsistema di distribuzione/emissione versatile a tutt'aria a volume d'aria variabile, senza ricircolo d'aria, con un controllo puntuale della portata e della temperatura dell'aria per singolo ambiente.
Tale soluzione assicura la massima flessibilità di utilizzo degli spazi, rapidi tempi di risposta alle variazioni delle condizioni al contorno ed elevati livelli di comfort termico ed acustico, riducendo drasticamente il rischio di contaminazione virale/batterica rispetto ad impianti di emissione più tradizionali, quali ad esempio i ventilconvettori.
Analogamente, il ridotto fabbisogno energetico annuale ha consentito di dimensionare un impianto fotovoltaico in grado di coprire totalmente i consumi del complesso (riscaldamento, raffreddamento ed illuminazione artificiale), e quindi di minimizzare l'impatto energetico, economico ed ambientale legato alla fase operativa dell'edificio.
Saranno inoltre previsti sistemi di accumulo termico delocalizzati, a basso costo ed impatto ambientale, in grado di ridurre il *mismatch* tra i profili di consumo e la produzione da fonti rinnovabili.
Tutti gli elementi saranno gestiti da un avanzato sistema di controllo adattivo-predittivo, in grado di effettuare un servizio di dispacciamento energetico a livello locale, ottimizzando le prestazioni globali e sfruttando le potenzialità di comunicazione delle moderne *Smart Grid*.

Metodi costruttivi, ciclo di vita degli edifici

L'intero complesso verrà realizzato con metodi costruttivi in grado di velocizzare e semplificare le lavorazioni *on-site* e di garantire elevata durabilità e resistenza rispetto ad azioni estreme introdotte dai cambiamenti climatici.
Sono poi state adottate molteplici soluzioni volte ad assicurare il minor impatto ambientale possibile durante l'intero ciclo di vita degli edifici, minimizzando l'energia incorporata in fase di costruzione, l'energia operativa durante la vita utile e la possibilità di riutilizzo/riciclo dei componenti a fine vita seguendo il principio DfMA (*Design for Manufacture and Assembly*).
Più nel dettaglio, si elencano di seguito le principali soluzioni adottate in tal senso:

01. tutti gli isolanti termici utilizzati saranno realizzati con pannelli composti da un innovativo biopoliuretano (contenuto biobased pari al 60%) [*https://www.indresmat.com*] in grado di coniugare costi/tempi di installazione contenuti, durabilità e bassi valori di energia incorporata (-50% rispetto a poliuretano tradizionale); il materiale è inoltre altamente resistente all'acqua ed all'azione di fenomeni di degrado biologico;

02. i rivestimenti metallici di tutte le coperture saranno realizzati in lamiere di acciaio aggraffate a ridotta energia incorporata con rivestimento altamente riflettente a base biologica, realizzato con olio di colza [*https://www.ssab.com/en/brands-and-products/greencoat*].
Tale soluzione risulta estremamente durevole nel tempo, garantisce elevata resistenza ai fenomeni metereologici avversi (trombe d'aria, grandine, bombe d'acqua, ecc.), permette di ridurre di oltre il 70% l'energia incorporata rispetto a lamiere di acciaio tradizionali e consente un facile smontaggio/riutilizzo al termine del ciclo di vita dell'edificio.
L'elevata riflettanza permette inoltre di ottenere un "*cool-roof*", in grado di

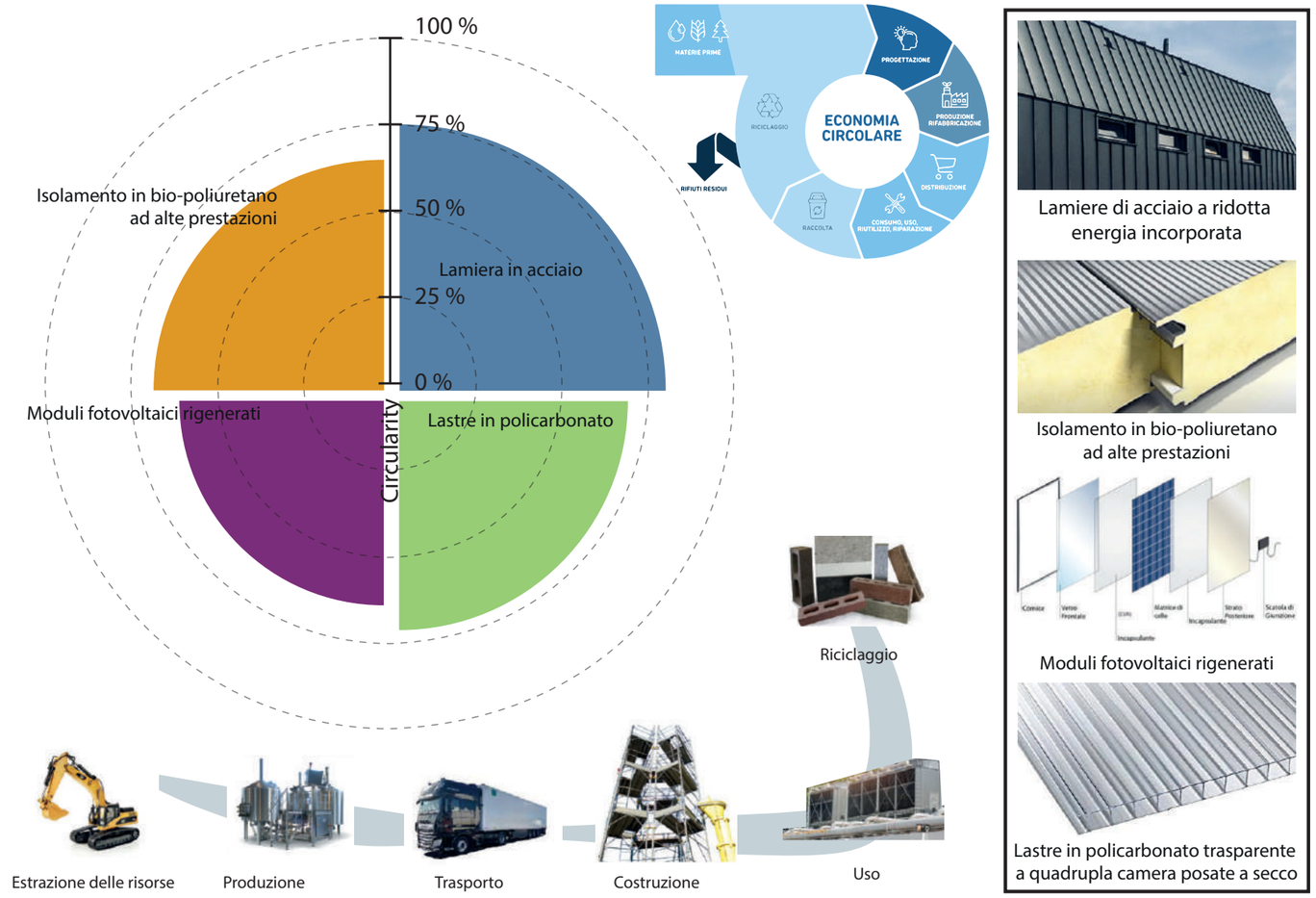


Fig.22
Metodi costruttivi, ciclo di vita degli edifici

minimizzare il carico solare estivo;
03. i moduli fotovoltaici utilizzati saranno ottenuti mediante un innovativo processo di riqualificazione di componenti dismessi, garantendo prestazioni analoghe a prodotti nuovi, ma ad energia incorporata nulla e costo per Wp inferiore di circa il 60%.
Ciò consentirà, a parità di budget, di massimizzare la potenza fotovoltaica installabile con sensibili ricadute dal punto di vista energetico ed economico in fase operativa;
04. i pannelli di facciata traslucidi saranno realizzati con lastre in policarbonato trasparente a quadrupla camera posate a secco; tali elementi garantiscono rapidità di posa, pesi contenuti, elevate prestazioni energetiche (U↖1,2 W/m2K e SHGC↖0,55), ridotta energia incorporata rispetto a superfici vetrate e facilità di smontaggio/riutilizzo al termine del ciclo di vita;
05. tutti i setti portanti saranno in calcestruzzo armato, rivestiti internamente con contropareti isolate e posate a secco, in grado di assicurare velocità di posa, semplicità di integrazione degli elementi impiantistici e facilità di disassemblaggio;
06. le strutture in carpenteria saranno prefabbricate, anche parzialmente pre-assemblate off-site, privilegiando configurazioni modulari;
07. gli elementi funzionali interni, come ad esempio i bagni, saranno prodotti off-site ed installati in opera.

Soluzioni impiantistiche

Come già introdotto, lo scenario di approvvigionamento energetico definito per il complesso fa riferimento ad un sistema di generazione ad emissioni locali nulle, basato sull'utilizzo di pompe di calore ad acqua, reversibili, in grado di coprire l'intero carico termico per riscaldamento, raffrescamento e produzione di ACS. Tali pompe saranno alimentate sia con acqua di falda che con un flusso proveniente dal fiume Lambro.
Le unità saranno dotate di un doppio sistema di scambio che consente l'utilizzo prevalente dell'acqua di fiume/di falda come sorgente termica ma anche il recupero totale dell'energia termica contenuta nell'aria espulsa dagli ambienti mediante l'impianto di ventilazione.
L'impianto di distribuzione ed emissione del calore sarà del tipo a tutt'aria senza ricircolo, quindi tutta la portata d'aria immessa negli ambienti verrà convogliata all'esterno passando attraverso dei recuperatori di calore termodinamici, in grado di recuperare fino al 100% dell'energia termica contenuta nel flusso d'aria esausta.
Questa soluzione consente di ottenere elevate efficienze di recupero termico dell'energia associata ai ricambi d'aria all'interno degli edifici e di evitare la necessità di ricircolo di una frazione dell'aria estratta dagli ambienti, garantendo quindi in tutte le condizioni un'elevata qualità dell'aria interna, nonché minimizzando il rischio di contaminazione batterica/virale all'interno degli spazi.
L'impianto termico è inoltre concepito in modo tal da far transitare il flusso di aria esausta prelevato dalle zone scenografia, scenoplastica, scultura, officina e falegnameria attraverso il deposito container, prima di essere incanalato verso i recuperatori termodinamici.Tale configurazione consente la climatizzazione indiretta del volume, dove non vi è presenza permanente di persone ma si prevede comunque di garantire un range di temperatura compreso tra 10 e 30°C, al fine di non deteriorare i materiali stoccati.

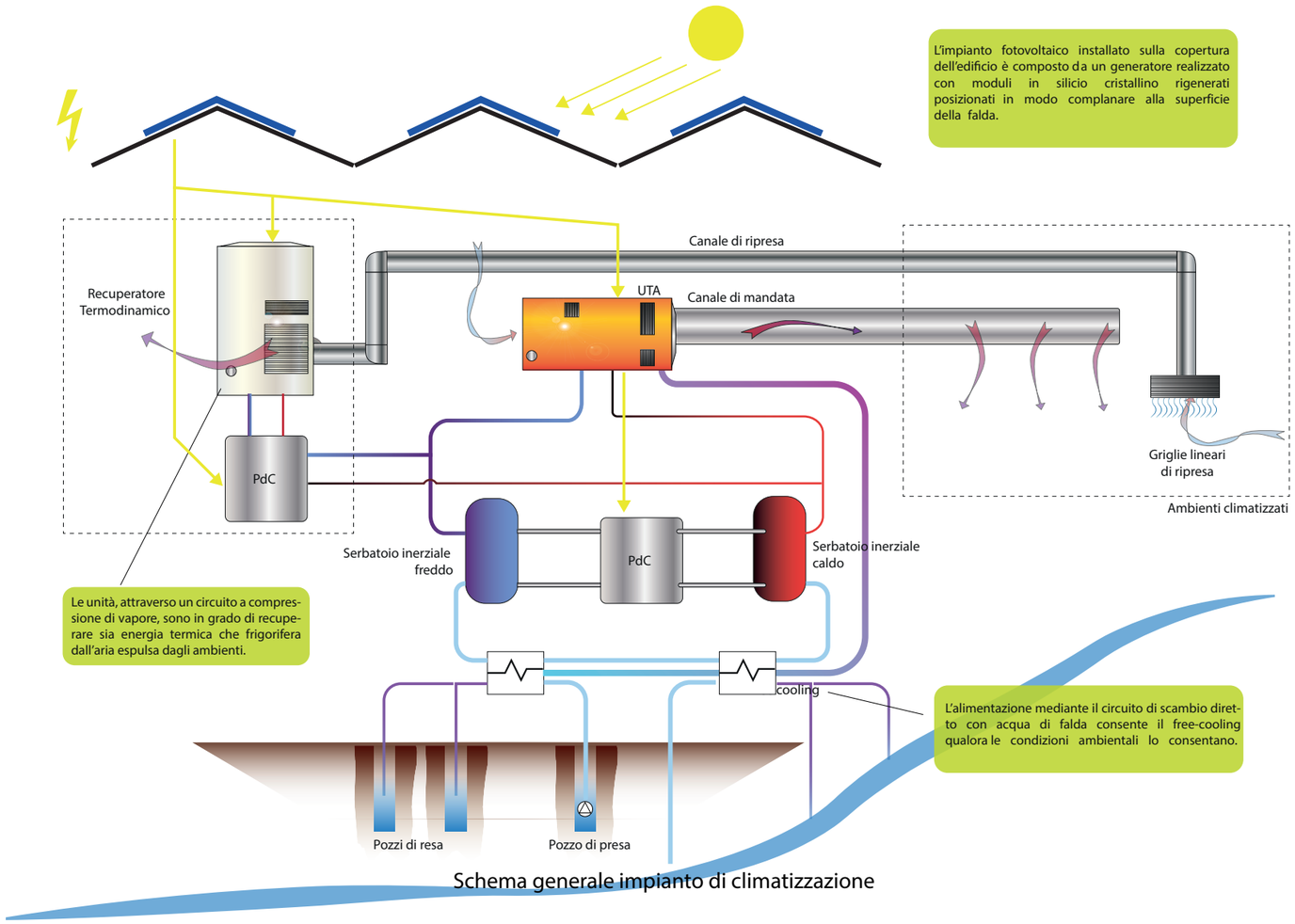


Fig.23
Soluzioni impiantistiche

L'acqua riscaldata/refrigerata dalle pompe di calore alimenterà diverse UTA (*Unità di Trattamento Aria*) delocalizzate in prossimità dei vari spazi da servire.
L'aria trattata verrà distribuita nei diversi spazi mediante canalizzazioni a vista dotate di regolatori di portata e diffusori d'aria ad alta induzione progettati specificamente per ambienti ad elevata altezza interna al fine di evitare la stratificazione d'aria nel periodo invernale.Tale configurazione impiantistica garantisce rapidi tempi di reazione rispetto alla variazione repentina dei parametri termoigrometrici (ad esempio determinata dall'apertura di portoni di accesso) e consente elevata flessibilità nel caso di modifica del layout o delle esigenze degli spazi climatizzati.

Le pompe di calore ed i recuperatori saranno collegati ad un anello idronico di distribuzione mediante scambiatori di calore.
Tale anello rappresenterà una vera e propria *Smart Grid* termica, consentendo il recupero termico e l'interscambio energetico tra i diversi componenti impiantistici.
L'anello sarà collegato ai pozzi che forniscono l'acqua di falda, nonché alla linea di prelievo/reimmissione dell'acqua dal fiume Lambro.
Accumuli termici coibentati per acqua riscaldata/refrigerata assicureranno, infine, la possibilità per le pompe di calore di funzionare in modo sincrono con la disponibilità di energia solare.

Tutte le aree di lavorazione (falegnameria, officina, ecc.) saranno dotate di adeguati impianti di aspirazione polveri dedicati, equipaggiati con sistemi filtranti a norma di legge.
Al fine di garantire la massima qualità dell'aria si è inoltre considerato di mantenere un livello minimo di filtrazione per tutti gli ambienti pari ad A7 (corrispondente alla classe F7).

Soluzioni impiantistiche

Per quanto riguarda l'illuminazione artificiale, saranno previsti componenti dimmerabili, a bassa luminanza con efficienza superiore a 120 lumen/W, realizzati con sorgenti a LED.
Questo tipo di apparecchi garantisce bassi consumi, elevata durata, nonché un'ottima integrazione con l'illuminazione naturale. Inoltre, al fine di massimizzare il comfort degli utenti, gli apparecchi garantiranno una temperatura di colore di 3500 K ed una resa cromatica superiore a 90.
Le lampade saranno posizionate su una griglia ribassata rispetto alla copertura, tale da garantire un minor numero di sorgenti luminose a parità di illuminamento sul piano di lavoro (in media pari a 350 lux).
In tutti gli ambienti saranno previste torrette ad incasso a pavimento per la distribuzione capillare della forza motrice. La distribuzione dei circuiti di illuminazione ordinaria sarà realizzata mediante cablaggio rapido a perforamento di isolante. I cavi saranno completi di conduttori per controllo DALI o KNX, così da consentire l'interazione con il sistema di building automation.
Per quanto riguarda invece l'impianto di cablaggio strutturato per dati e fonia, dalla centrale tecnologica saranno realizzati montanti in fibra ottica per la trasmissione dati ed in ogni macrozona saranno installati dei rack con funzione di permutatori e saranno distribuiti i cablaggi alle singole torrette ad incasso per le connessioni di rete necessarie.
In tutti gli ambienti è inoltre prevista la copertura *Wi-Fi*.
Il sistema BEMS (*Building Energy Management System*) previsto consentirà la gestione delle condizioni di comfort termo-igrometrico e luminoso e delle prestazioni energetiche in maniera automatizzata e centralizzata, mediante un sistema BUS KNX.
I relativi dispositivi saranno gestiti in maniera integrata per ogni singolo ambiente/area omogenea, nei quali sarà presente un sensore di

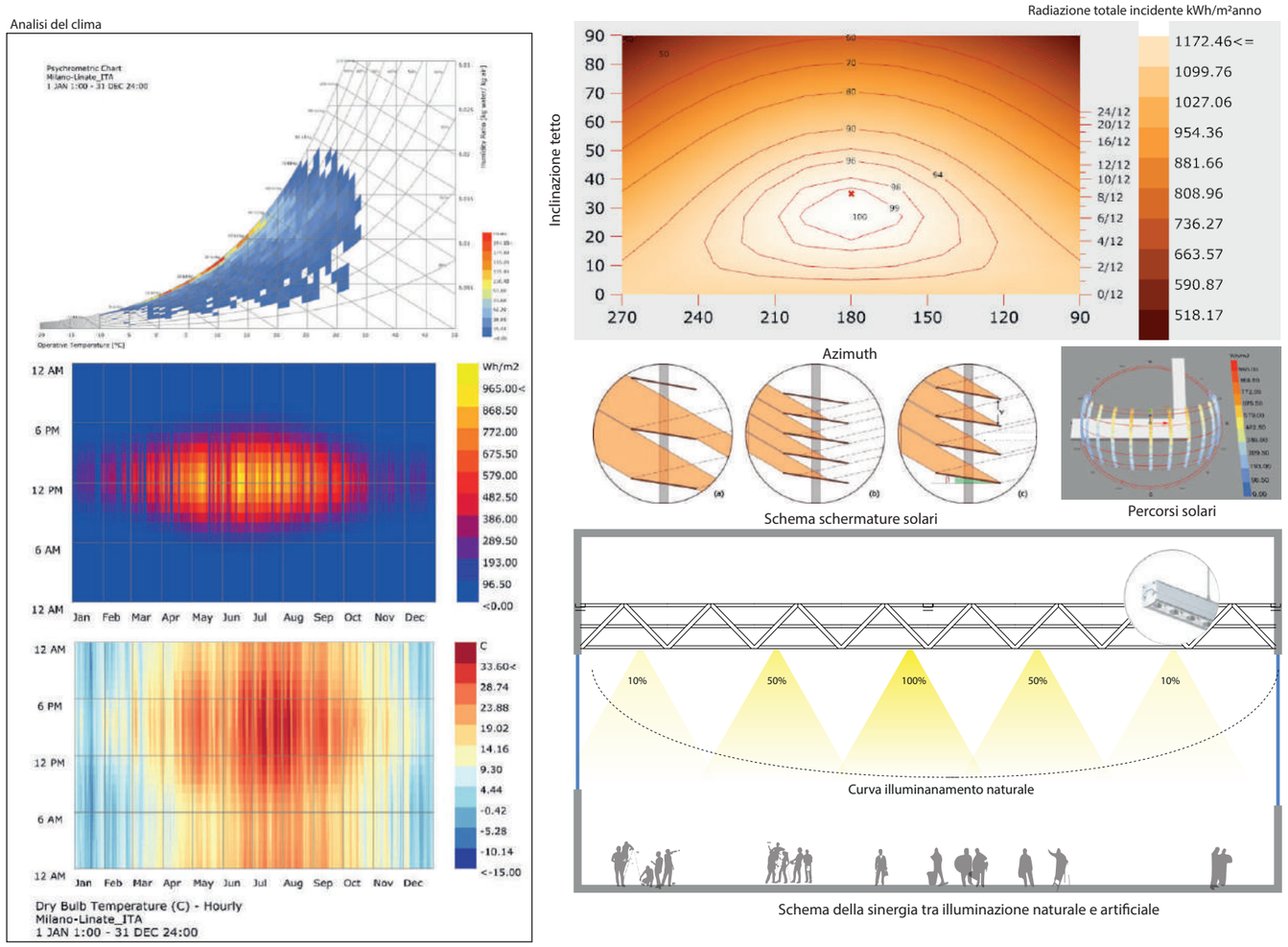


Fig.24
Soluzioni impiantistiche

temperatura/umidità, un comando per il controllo della temperatura ed un sensore di illuminamento.
In aggiunta, per la regolazione della temperatura e della portata d'aria di mandata in ciascuna zona sono previsti sensori di temperatura e di concentrazione della CO_2 nei canali principali di ripresa.
I comandi dell'impianto saranno attuati con moduli KNX installati in campo e nei quadri elettrici.
I parametri climatici esterni ed interni saranno elaborati da una logica di controllo adattivo-predittiva al fine di garantire il massimo confort per gli occupanti ed il minor consumo energetico in tutte le condizioni operative.
Saranno inoltre monitorati gli stati di funzionamento dei principali elementi controllabili dagli utenti (temperatura ambiente, apertura delle finestre, stato delle schermature solari, accensione manuale delle lampade) al fine di promuovere comportamenti virtuosi attraverso comunicazioni mirate.
L'impianto fotovoltaico installato sulle coperture a falda è del tipo BIPV (*Building Integrated Photovoltaics*), ovvero integrato architettonicamente, per una potenza pari a 3125 kWp (circa 24.000 m2).
La particolare conformazione del generatore, con moduli installati sulle falde orientate ad est e ad ovest, consentirà di produrre notevole potenza elettrica durante l'intero arco della giornata, in modo più costante rispetto ad impianti orientati esclusivamente a sud.
Tutti gli impianti tecnologici (meccanici, elettrici e speciali) saranno collocati a quote superiori ad almeno 2 metri rispetto al piano compagna, al fine di garantire elevata resilienza nei confronti di fenomeni alluvionali.
Infine, gruppi di continuità e gruppi elettrogeni garantiranno il funzionamento in isola di tutte le utenze privilegiate anche in assenza di rete elettrica.

Gestione delle acque

Nel rispetto dei requisiti ambientali minimi, l'intero complesso verrà equipaggiato con una rete di distribuzione duale dell'acqua, attraverso la quale verrà distribuita sia acqua di acquedotto (per i lavandini ed i punti di prelievo ad uso potabile) che acqua non potabile, ovvero acqua meteorica opportunamente filtrata (per gli sciacquoni dei servizi igienici ed i punti di prelievo ad uso non potabile, quali i rubinetti per il lavaggio di locali tecnici o l'irrigazione o la pulizia della pavimentazione esterna).
Nel rispetto delle nuove norme sull'invarianza idraulica, inoltre, verranno realizzati degli accumuli, opportunamente dimensionati, con funzione di volano per lo smaltimento delle acque meteoriche.
Tali accumuli verranno utilizzati per il sistema di irrigazione, che sarà suddiviso in due tipologie in funzione del tipo di vegetazione:
01. impianto di irrigazione ad ala gocciolante, comandato da sistema di gestione con sensore di pioggia e sensori di umidità del terreno, per le aree a verde arbustive;
02. impianto di sub-irrigazione, comandato da centralina completa di sensore di pioggia e sensori di umidità del terreno, per le aree a verde prato.
Nel ciclo locale dell'acqua è incluso, come già introdotto, anche il fiume Lambro, dal quale verrà prelevata una portata compatibile con il Deflusso Minimo Vitale del corso d'acqua, che verrà reimmessa immediatamente a valle del punto di prelievo.
Tale portata verrà utilizzata per fini termici, effettuando però anche un processo di filtrazione meccanica volto ad eliminare inquinanti grossolani, con particolare riferimento ad elementi in plastica, migliorando quindi la qualità ambientale del corso d'acqua.
In aggiunta verrà utilizzata per fini termici anche l'acqua di prima falda, garantendo in tutti i casi temperature di remissione non superiori a 5°C, al fine di non creare squilibri termici.

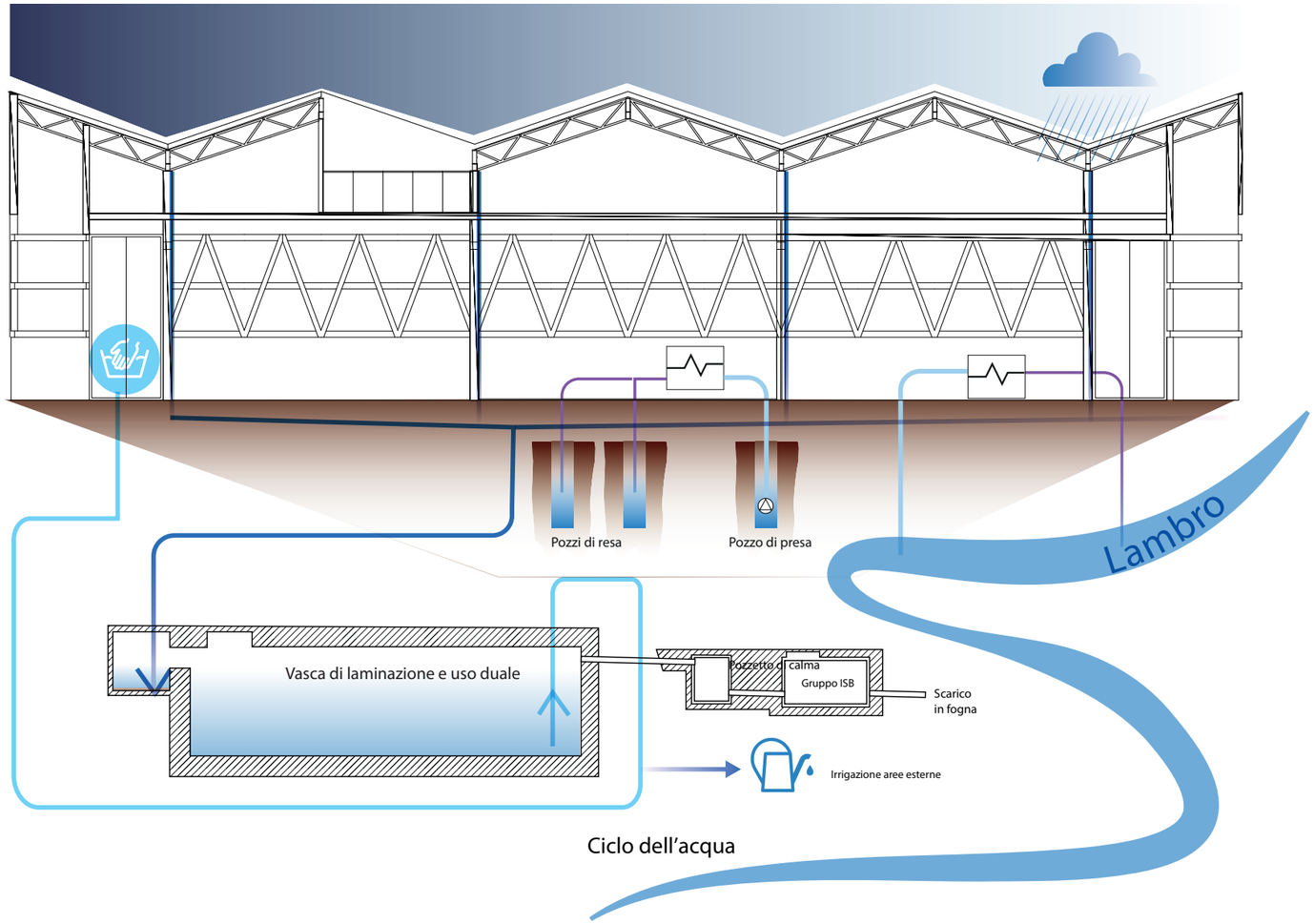


Fig.25
Gestione delle acque

È infine previsto un impianto di depurazione delle acque derivanti dai processi di lavorazione interni al complesso. Si prevede nello specifico un trattamento fisico-chimico gravitazionale, nel quale, a seguito dei diversi stadi di reazione chimica, l'impianto provvede alla fase di separazione dei fanghi dall'acqua per caduta gravitazionale, producendo acqua chiarificata. Si effettua infine una fase di filtrazione mediante colonne di quarzo e carbone o sistemi a cartuccia prima dello scarico. La configurazione dell'impianto sarà tuttavia determinata con precisione una volta note le tipologie di inquinanti prodotte dalle lavorazioni incluse nell'edificio.

Prestazioni attese e comfort

Particolare attenzione è stata posta a garantire un'elevata qualità ambientale nei singoli ambienti interni. In particolare, al fine di assicurare le condizioni ottimali di comfort visivo rispetto all'illuminazione naturale, tutti gli elementi vetrati saranno caratterizzati da un elevato coefficiente di trasmissione nelle lunghezze d'onda del visibile.
Le superfici trasparenti saranno equipaggiate con dispositivi di protezione solare fissi/mobili, comandati da un sistema di controllo che consente un comportamento dinamico delle schermature, tale da ottimizzare l'afflusso di energia solare in ingresso negli ambienti, sia dal punto di vista termico che da quello illuminotecnico.
In particolare, il sistema previsto permette di raggiugere valori di fattore solare totale variabili fino a 0,35 (Classe 2 secondo Norma Uni EN 14501:2006).
Il comfort termoigrometrico è invece garantito dall'impianto di climatizzazione precedentemente descritto, in grado di controllare temperatura ed umidità in modulazione indipendente per le diverse zone termiche ed assicurare un'elevata qualità dell'aria anche in presenza di notevole affollamento. Il controllo di portata mediante sonde integrate ed

interconnesse di temperatura, umidità e CO2 consente inoltre di fornire la corretta portata a ciascun ambiente, in un'ottica di massima efficienza energetica e qualità dell'aria.
La stima delle prestazioni del complesso è stata condotta a livello specialistico, utilizzando gli strumenti analitici e predittivi più avanzati. In particolare, si è fatto ampio uso del software di simulazione in regime dinamico EnergyPlus, strumento di riferimento riconosciuto e validato secondo gli standard tecnici internazionali. Questa scelta, sicuramente più gravosa rispetto alle pratiche usuali, garantisce che i valori in gioco (fabbisogni, consumi, autoproduzione, ecc.) non vengano quantificati approssimativamente su base parametrica, ma siano il frutto di vere e proprie previsioni analitiche, dettagliate ed estremamente attendibili.
In base alle simulazioni effettuate, si stima che il consumo totale di energia elettrica per climatizzazione estiva ed invernale e per illuminazione artificiale, inclusa la quota per il pompaggio e la gestione delle acque, sia pari a 2.800 MWh/anno. A fronte di una produzione attesa dell'impianto fotovoltaico pari a circa 3.100 MWh/anno, si può affermare che la quota totale coperta da fonti rinnovabili risulta a livello annuale pari ad oltre il 100%, ben superiore quindi al limite normativo attualmente imposto in Regione Lombardia, pari al 50%.

Dal punto di vista della certificazione energetica, si può oggettivamente affermare che l'intero complesso si collocherà nella categoria di eccellenza, rappresentata dalla classe A4, confermando la notevole caratterizzazione energetico-ambientale del progetto.

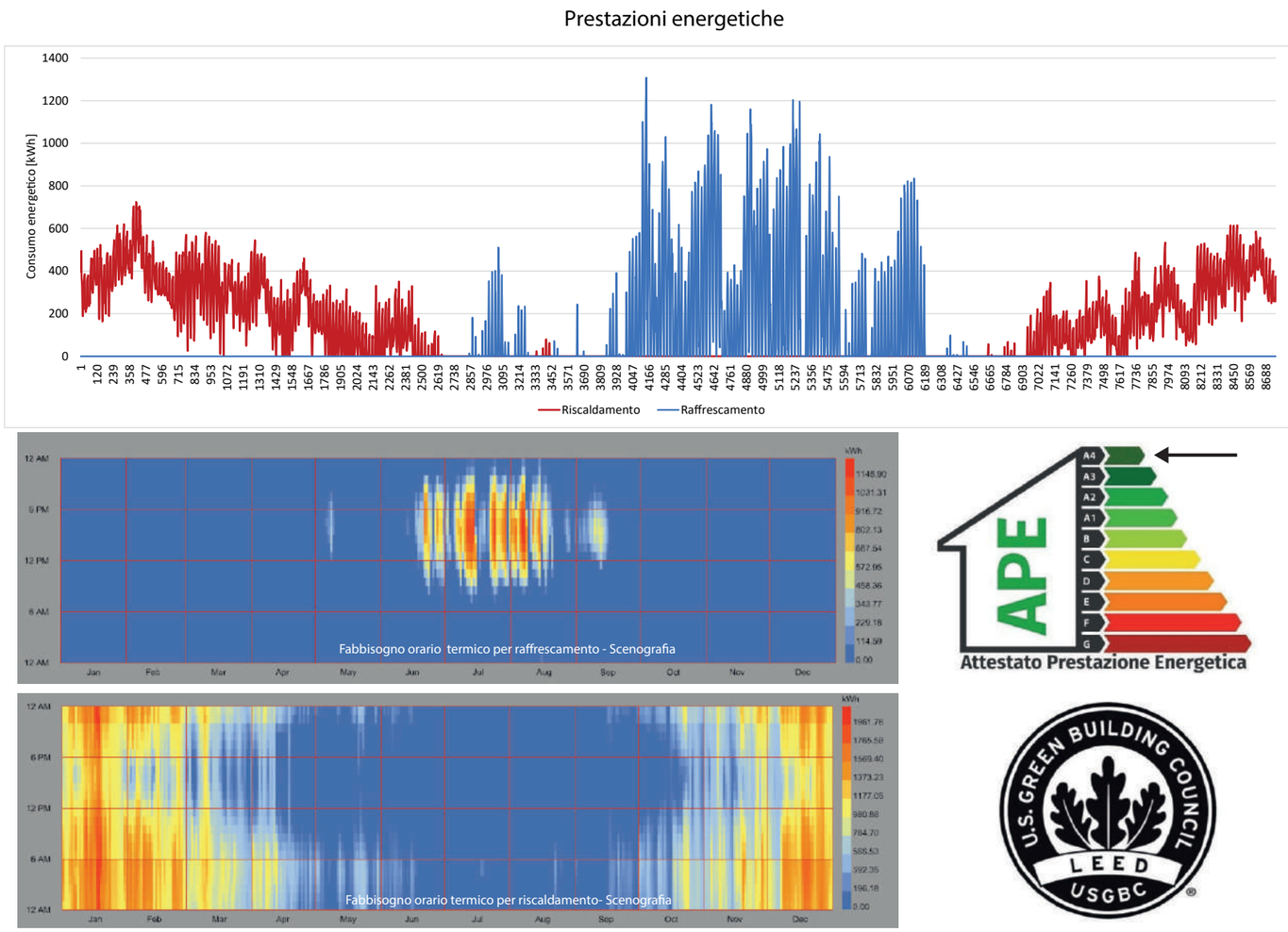


Fig.26
Prestazioni attese e comfort

RISCHIO IDRAULICO, INVARIANZA IDRAULICA E RISCHIO GEOLOGICO

Compatibilità idraulica - accorgimenti tecnico costruttivi per la mitigazione del rischio idraulico

Vista l'ubicazione dell'intervento a circa 160 m dalla sponda sinistra del Fiume Lambro e a N della ferrovia Milano – Treviglio, le altezze idrometriche per una portata con tempo di ritorno di Q200 anni pari a 116,25 m s.l.m. (PGRA 2015) e di 115,50 m s.l.m. generate dal modello idraulico, le quote rilevate e i tiranti idrici degli allagamenti che si generano anche dopo l'inserimento dello stato di progetto nel modello idraulico (115,51 m s.l.m.), si propongono di seguito alcuni accorgimenti tecnico costruttivi da adottare in sede di progetto esecutivo per la mitigazione del rischio idraulico.
01. Messa in sicurezza dell'area: sarà realizzata mediante sistemazione topografica delle aree a parco attraverso la realizzazione di dislivelli capaci di fungere da elementi di arginamento e, ove si riterrà necessario tramite l'installazione agli ingressi dell'edificio di paratie mobili in acciaio inossidabile, con funzionamento meccanico che consentono la protezione dall'evento di piena.
02. Valutare la spinta idrostatica orizzontale. Il progettista dovrà tenere conto nei calcoli strutturali della possibile presenza della spinta idrostatica orizzontale causata dalla possibile presenza di acqua.
03. Valutare la spinta di galleggiamento. Il progettista dovrà oltremodo tenere conto anche delle possibili forze verticali (spinte di galleggiamento) che possono indurre al sollevamento della struttura. Dovrà quindi contrastare strutturalmente la spinta di galleggiamento progettando le fondazioni in modo da considerare comunque le possibili forze negative.
04. Proteggere da erosione e scalzamento. Dovrà essere protetto l'intorno dell'edificio con pavimentazione da esterni, in modo da evitare l'innesco del

fenomeno erosivo localizzato, soprattutto in prossimità degli spigoli.
05. Evitare il ristagno dell'acqua di piena. Evitare la realizzazione di intercapedini non accessibili, vespai areati non accessibili. Creare aperture accessibili per permettere all'acqua di entrare e defluire ed eventualmente una volta passata la piena poterli asciugare.
06. Utilizzare e posizionare impianti tecnologici (in particolare quello elettrico) a quote il più elevate possibili nel rispetto della funzionalità per cui sono previste (meglio se a quote superiori di quella della piena).
Attrezzare il sistema elettrico con dispositivi di sicurezza e predisporre il percorso dei cavidotti in modo da favorire l'eventuale scolo delle acque.
07. Scelta dei materiali: privilegiare i materiali che pur rispettando le leggi della sicurezza abbiano il massimo di resistenza al danno delle acque di piena.
08. Misure atte a favorire l'allontanamento e la messa in sicurezza in caso di inondazione: installazione dei sistemi di allarme; uscite di sicurezza situate sopra il livello della piena di riferimento aventi dimensioni sufficienti per l'evacuazione di persone e beni verso l'esterno o verso i piani superiori; vie di fuga situate sopra il livello di piena duecentennale.

Invarianza idraulica

In ottemperanza alle disposizioni di legge e perseguendo l'obiettivo di favorire il controllo e la gestione delle acque meteoriche mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso, si è previsto in prima battuta di verificare la possibilità di infiltrare le acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo. Secondo quanto indicato nel PGT del Comune di Milano, la soggiacenza della falda superficiale è pari circa a 5 m. Le prove di permeabilità a carico variabile, effettuate a varie profondità, evidenziano per i primi strati del sottosuolo dei valori di permeabilità dell'ordine di

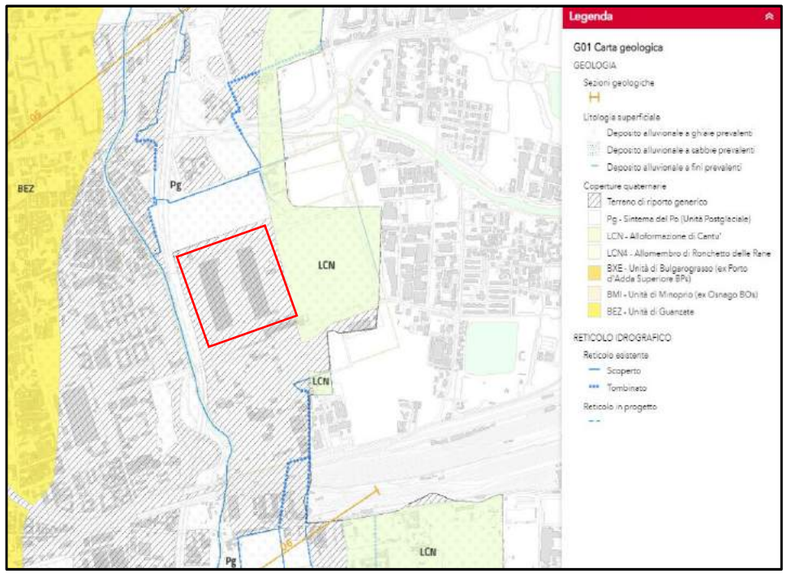


Fig.27
Estratto della *Carta dei geologica*
con ubicazione dell'area in esame

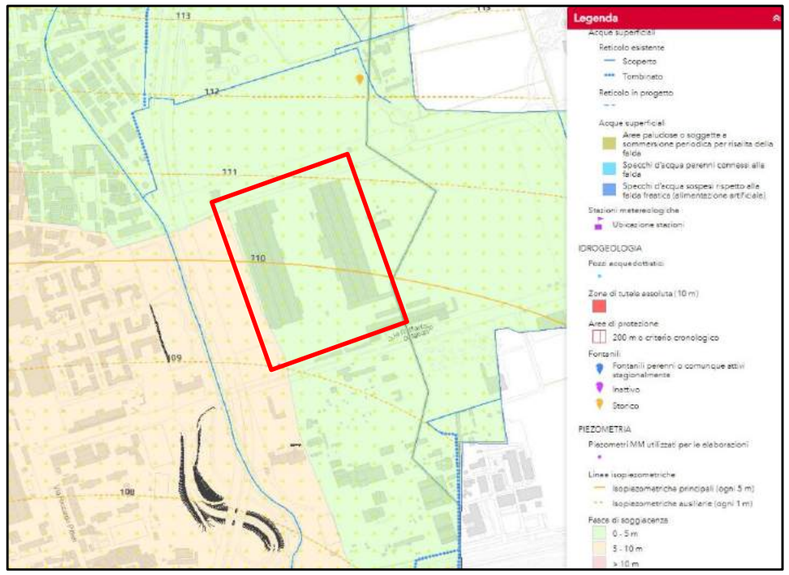


Fig.28
Estratto della *Carta dei idrogeologica*
con ubicazione dell'area in esame

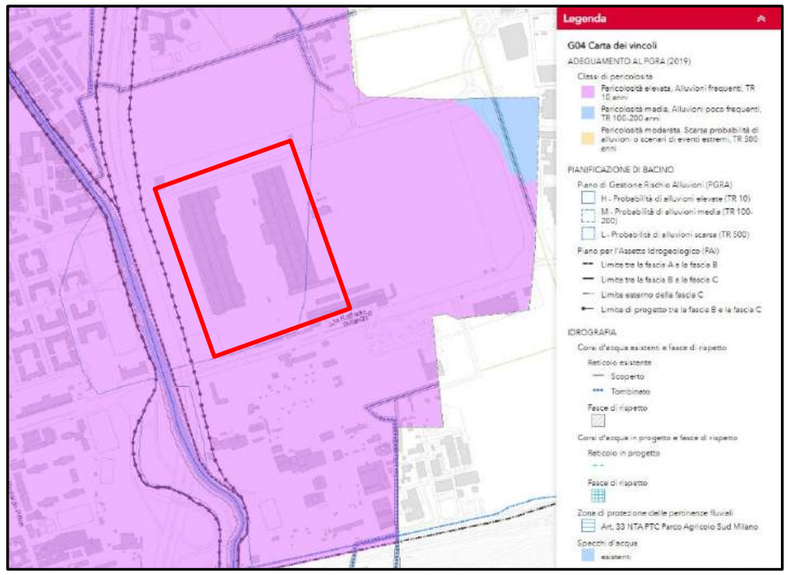


Fig.29
Estratto della *Carta dei Vincoli*
con ubicazione dell'area in esame

circa 10-5 - 10-6 m/s. Si prevede quindi in maniera cautelativa attualmente la realizzazione di vasche di laminazione il cui il volume totale legato sia all'ambito 1 che all'ambito 2 è stimato in circa 5000 m3, il posizionamento delle stesse e la suddivisione più precisa e dettagliata è rimandata alle successive fasi di progettazione che garantiranno una valutazione più precisa e puntuale delle stesse.

Rischio Geologico

L'area si colloca nel settore orientale del comune di Milano e stando alla Carta Geologica allegata allo studio geologico comunale (anno 2019), risulta costituita da un'estesa e potente sequenza di depositi alluvionali post-glaciali e fluvioglaciali rappresentati prevalentemente da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e sabbioso limosa con suoli da moderatamente evoluti a poco evoluti di spessore variabile (*Sistema del Po e Alloformazione di Cantu' – Fig.27*).
La continuità dei depositi fluvioglaciali, che si sono depositi durante l'ultima fase glaciale detta *"wurmiana"* (*Pleistocene sup.*) e che costituiscono il ripiano morfologico principale ed arealmente più esteso (Livello Fondamentale della Pianura), risulta interrotta in prossimità dei corsi d'acqua principali (fiume Lambro, fiume Olona, ecc..) dalla presenza di depositi alluvionali da recenti ad antichi, formatesi successivamente all'ultima fase glaciale (*Olocene*) e da attribuire alle fasi deposizionali dei corsi d'acqua.
Se la situazione geologica generale risulta abbastanza semplice e facilmente riconoscibile, analizzando le litologie esistenti così come riportate nelle documentazioni tecniche disponibili, si nota che, a causa delle modalità con cui si sono formati questi depositi, sussistono naturali variazioni locali delle granulometrie sia in senso orizzontale che verticale.
Per quanto riguarda il sito in oggetto, la successione stratigrafica, ricostruita sulla base delle indagini ambientali effettuate (piano di caratterizzazione)

risulta sostanzialmente costituita dalla seguente successione litologica, a partire dal piano campagna: un primo orizzonte di materiale di riporto con spessore variabile che ricopre un secondo orizzonte di ghiaia in matrice sabbiosa che si estende mediamente fino a circa 5-8 m di profondità con presenza di lenti limoso-argillose.
ale unità ricopre una successione di sabbie e ghiaie limose fino a circa 15-16 m di profondità e chiude la successione stratigrafica la presenza di un orizzonte di ghiaie sabbiose fino ad una profondità di circa 22-25 m.
Da un punto di vista geomorfologico l'area si presenta come sub-pianeggiante, inserita in un contesto edificato e priva di processi geomorfologici attivi di una certa entità (sito stabile).
Gli aspetti idrogeologici rilevanti sono legati prevalentemente alla soggiacenza della falda freatica (cioè con un livello superiore libero di oscillare) ed alle sue oscillazioni nel tempo (oscillazioni di tipo periodico – stagionali - oscillazioni di lungo periodo collegati ad altri aspetti naturali e, soprattutto, antropici).
L'alimentazione della falda superficiale deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche e da dispersioni da subalveo da parte della rete idrografica ed irrigua.
Facendo riferimento alla **Carta Idrogeologica** dello studio geologico comunale, si nota come la falda sia compresa tra l'isopieza 109 e 111 m s.l.m. a fronte di un'altitudine della zona di circa 115 m s.l.m. (*soggiacenza media compresa tra 4 e 6 m – Fig.28*) con una direzione di flusso prevalentemente NE-SO ed un gradiente idraulico pari a circa 0.17%.
A questo vanno aggiunte le oscillazioni stagionali della falda, valutabili nell'ordine di 1-2 metri.
Consultando la **Carta dei Vincoli** l'area in esame risulta esterna alle fasce di rispetto dei pozzi idropotabili e del reticolo idrico e posta oltre il limite di progetto tra la fascia B e la fascia C (fasce fluviali – PAI), ma rientra nelle aree con probabilità di alluvioni media (TR 200 anni – fiume Lambro)

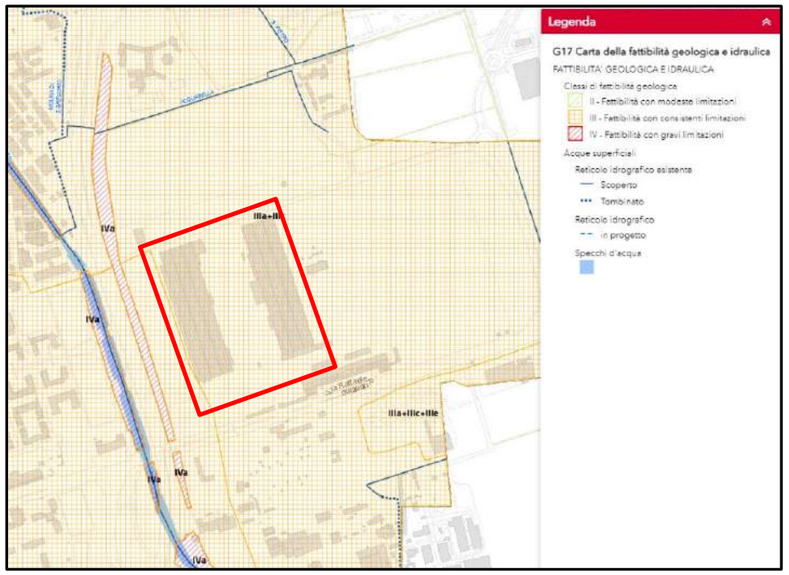


Fig.30
Estratto della *Carta di fattibilità geologica*
con ubicazione dell'area in esame

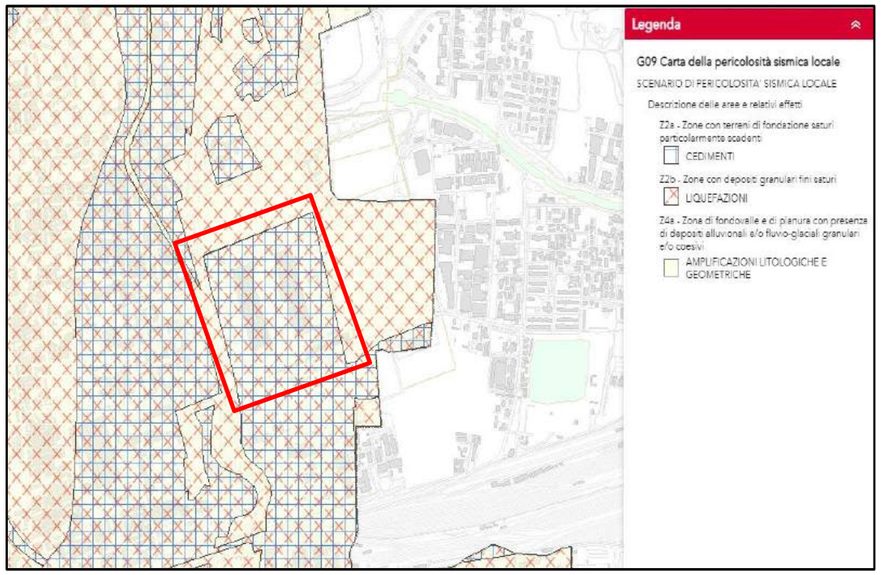


Fig.31
Estratto della *Carta di pericolosità sismica locale*
con ubicazione dell'area in esame

Fig.32
[in alto]
Insaturo superficiale
Esito di piano di caratterizzazione
[tratto da relazione Foster Wheeler]
[in basso]
Insaturo profondo
Esito di piano di caratterizzazione
[tratto da relazione Foster Wheeler]

previste dal P.G.R.A. (*Fig.29*).
La Carta di Fattibilità Geologica che suddivide il territorio comunale in aree omogenee con diverso grado di limitazione, indica che l'area in oggetto rientra nella Classe di fattibilità 3a+3c (*Fattibilità con consistenti limitazioni Fig.30*) in quanto interessata dal rischio idraulico del fiume Lambro (area inondabile con pericolosità P2) e da una bassa soggiacenza della falda acquifera.
Secondo la D.g.r. n. X/2129 del 11 luglio 2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia", il territorio comunale di Milano appartiene alla zona sismica 3 e facendo riferimento allo studio geologico a supporto del PGT,), il sito in esame è caratterizzato dalla sovrapposizione degli scenari di pericolosità sismica locale del tipo Z4a e Z2b/Z2a (*amplificazione litologica, cedimenti e liquefazione – Fig.31*).
L'analisi di 2° livello ai sensi della D.g.r. IX/2616/2011 è stata effettuata in fase pianificatoria (PGT vigente) da cui risulta che FAC‹FAS per l'intervallo 0.1-0.5 s e per l'intervallo 0.5-1.5 s (per un sottosuolo di tipo C).

Indagini ambientali matrice terreno/acqua di falda

L'area è stata oggetto di indagini ambientali secondo il Piano di Caratterizzazione approvato nel settembre 2008, successivamente integrato nel 2012 con la realizzazione di n.76 punti di indagine tra sondaggi geognostici, piezometri, scavi/trincee esplorative (rapporto redatto da Foster Wheeler). Le analisi chimiche hanno riguardato sia i terreni che le acque di falda.
I risultati delle analisi chimiche hanno evidenziato in n°12 punti di indagine il superamento, nel primo metro di suolo, dei limiti normativi per una destinazione d'uso residenziale (tabella 1 Colonna A dell'Allegato 5 al Titolo V del DLgs 152/06), per i parametri IPA, Idrocarburi C›12 e metalli.
Nel 2014 a seguito delle prescrizioni nell'ambito della CdS di discussione

del Piano di caratterizzazione Integrativo del 2012, si è proceduto alla caratterizzazione anche del materiale di riporto tramite esecuzione del Test di Cessione e ad una maggiore delimitazione delle aree di supero tramite l'esecuzione di ulteriori sondaggi.
In seguito alle tre campagne di caratterizzazione, per quel che riguarda l'insaturo superficiale, vi sono superamenti delle CSC per destinazione d'uso verde/residenziale per il parametro I.P.A., per il parametro Metalli, per il parametro Idrocarburi C>12, mentre non vi sono superi per la destinazione industriale/commerciale(Tabella 1, colonna B - All. 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i).

Per quel che riguarda l'insaturo profondo, non sono stati rilevati superamenti delle CSC per nessuno dei parametri ricercati per destinazione d'uso verde/residenziale, tranne che in un punto comunque compatibile con la destinazione d'uso industriale/commerciale.
Per quanto riguarda le acque di falda si è riscontrata la conformità ai limiti previsti dalla Tabella 2 dell'Allegato 5 del D.lgs. 152/06 e s.m.i. per tutti i parametri ricercati, ad eccezione del Triclorometano e del Tetracloroetene. Tuttavia tali superi sarebbero riconducibili a valori di fondo antropici, caratteristici delle acque di falda di tutta l'area del milanese.

FUNZIONI E DATI DIMENSIONALI

Si riportano i dati dimensionali principali di progetto e quelli di dettaglio relativi alle funzioni previste, attraverso un raffronto tra le dimensioni definite da bando e quelle previste in progetto.
Vedi tabelle sottostanti.

MAGNIFICA FABBRICA

LOCALE	EDIFICIO	N°	h. LOCALE	mq RICHIESTI	mq **PROGETTO**
PIANO TERRA					
Atrio accoglienza	Nord	1	5,10m		**245,00mq**
Accoglienza	Nord	1	5,10m		**50,00mq**
Guardaroba	Nord	1	5,10m		**30,00mq**
Infermeria: -studio medico -studio infermiere -sala visite -bagni -connettivo	Nord	1	5,10m	70,00mq	**85,00mq**
Deposito/vano tecnico	Nord	1	5,10m		**30,00mq**
Ingresso principale lavoratori	Nord	1	5,10m		**60,00mq**
Spazio polifunzionale	Nord	1	21,00m	4000,00mq	**4025,00mq**
Camerini polifunzionale	Nord	12	5,10m	180,00mq	**180,00mq**
Deposito/vano tecnico	Nord	1	5,10m		**45,00mq**
Bagni polifunzionale (incluso connettivo)	Nord	1	5,10m		**80,00mq**
Ingresso 1-2 sala prove orchestra	Nord	2	5,10m		**60,00mq**
Sala prove orchestra	Nord	1	12,00m	660,00mq	**695,00mq**
Deposito	Nord	1	5,10m		**40,00mq**
Bagni orchestra/coro (incluso connettivo)	Nord	1	5,10m		**95,00mq**
Sala prove coro 1	Nord	1	12,00m	550,00mq	**560,00mq**
Deposito sala prove coro 1	Nord	1	5,10m		**40,00mq**
Sala prove coro 2	Nord		12,00m	350,00mq	**350,00mq**
Deposito sala prove coro 2	Nord	1	5,10m		**40,00mq**
Deposito	Nord	1	5,10m		**60,00mq**
Sala prove per la regia	Nord	1	21,00m	3750,00mq	**3950,00mq**
Camerini regia	Nord	12	5,10m	180,00mq	**180,00mq**
Deposito/vano tecnico	Nord	2	5,10m		**130,00mq**
Bagni sala prove regia (incluso connettivo)	Nord	1	5,10m		**90,00mq**
Mensa con cucina	Nord	1	5,10m	700,00mq	**715,00mq**
Spogliatoio mensa	Nord	2	5,10m		**60,00mq**
Deposito	Nord	1	5,10m		**30,00mq**
Deposito mensa	Nord	1	5,10m		**90,00mq**
Bagni mensa (incluso connettivo)	Nord	1	5,10m		**95,00mq**
Ingresso di servizio cucina mensa /deposito costumi	Nord		5,10m		**120,00mq**
Deposito/vano tecnico	Nord	2	5,10m		**44,00mq**
Deposito costumi 1	Nord	1 di 3	5,10m	8000,00mq	**3145,00mq**

MAGNIFICA FABBRICA

LOCALE	EDIFICIO	N°	h. LOCALE	mq RICHIESTI	mq **PROGETTO**
Deposito/vano tecnico	Nord	4	5,10m		**210,00mq**
Deposito	Nord	1	5,10m		**35,00mq**
Scenografia (sala principale)	Est	1	15,00m	5200,00mq	**4480,00mq**
Deposito scenografia	Est	2	5,10m	300,00mq	**300,00mq**
Preparazione colori 1-2	Est	2	5,10m	60,00mq	**110,00mq**
Uffici capo reparto	Est	2	5,10m	30,00mq	**35,00mq**
Bagni uffici capo reparto	Est	2	5,10m		**9,00mq**
Bagni scenografia (incluso connettivo)	Est	1	5,10m		**75,00mq**
Deposito/vano tecnico	Est	1	5,10m		**25,00mq**
Scenoplastica	Est	1	15,00m	700,00mq	**760,00mq**
Deposito scenoplastica	Est	1	5,10m	100,00mq	**190,00mq**
Uffici capo reparto	Est	4	5,10m	60,00mq	**65,00mq**
Bagni uffici capo reparto	Est	4	5,10m		**18,00mq**
Scultura	Est	1	15,00m	1800,00mq	**1820,00mq**
Officina meccanica	Est	1	15,00m	2100,00mq	**2200,00mq**
Deposito officina meccanica	Est	1	5,10m	300,00mq	**360,00mq**
Deposito/vano tecnico	Est	1	5,10m		**25,00mq**
Uffici capo reparto	Est	4	5,10m	30,00mq	**65,00mq**
Bagni uffici capo reparto	Est	4	5,10m		**18,00mq**
Falegnameria	Est	1	15,00m	4200,00mq	**4200,00mq**
Deposito falegnameria	Est	1	5,10m	500,00mq	**520,00mq**
Bagni (incluso connettivo)	Est	2	5,10m		**150,00mq**
Materiale sciolto	Est	1	18,00m	1000,00mq	**1000,00mq**
Magazzino generale	Est	1	18,00m	300,00mq	**300,00mq**
Deposito container (incluso smistamento)	Est	1	18,00m		**17680,00mq**
Bagni (incluso connettivo)	Est	4	5,10m		**305,00mq**
Deposito/vano tecnico	Est	3	5,10m		**225,00mq**
Connettivo	Nord/est	1			**2355,00mq**
TOTALE PIANO TERRA					**52954,00mq**
PIANO PRIMO					
Sala riunioni	Nord	1	3,50m	40,00mq	**50,00mq**
Bagni (incluso connettivo)	Nord	1	3,50m	40,00mq	**60,00mq**
Sala di lavoro collettivo	Nord	2	3,50m	40,00mq	**45,00mq**
Uffici	Nord	4	3,50m	60,00mq	**60,00mq**
Deposito costumi 2	Nord	2 di 3	3,50m	8000,00mq	**3845,00mq**
Archivio costumi	Nord	1	3,50m	150,00mq	**155,00mq**

MAGNIFICA FABBRICA

LOCALE	EDIFICIO	N°	h. LOCALE	mq RICHIESTI	mq **PROGETTO**
Spogliatoio personale personale tecnico (incluso connettivo)	Est	15	3,50m	600,00mq	**1000,00mq**
Connettivo	Nord/est	1			**10815,00mq**
TOTALE PIANO PRIMO					**16030,00mq**
PIANO SECONDO					
Archivio uffici	Nord	1	3,50m	500,00mq	**490,00mq**
Guardaroba	Nord	1	3,50m		**40,00mq**
Accoglienza	Nord	1	3,50m		**30,00mq**
Deposito costumi 3	Nord	3 di 3	3,50m	8000,00mq	**1050,00mq**
Archivio costumi	Nord	1	3,50m		**155,00mq**
Spogliatoio personale personale tecnico (incluso connettivo)	Est	15	3,50m	600,00mq	**1000,00mq**
Connettivo	Nord/est	1			**10195,00mq**
TOTALE PIANO SECONDO					**12960,00mq**
PIANO TERZO					
Bar e tavola calda	Nord	1	h. media 7m	600,00mq	**600,00mq**
Patio	Nord	8	h. media 4,5m		**2080,00mq**
Spogliatoi orchestrali	Nord	12	h. media 4,5m	480,00mq	**480,00mq**
Spogliatoi coristi	Nord	1	h. media 4,5m	600,00mq	**595,00mq**
Deposito sala prove orchestra	Nord	1	h. media 4,5m	150,00mq	**162,00mq**
Deposito tessuti	Nord	1	h. media 5.3m	600,00mq	**600,00mq**
Camerini	Nord	1	h. media 5.3m	300,00mq	**300,00mq**
Lavanderia	Nord	1	h. media 5.3m	300,00mq	**315,00mq**
Area confezioni	Nord	1	h. media 5.3m	350,00mq	**360,00mq**
Elaborazione costumi	Nord	1	h. media 5.3m	400,00mq	**415,00mq**
Deposito provvisorio	Nord	1	h. media 5.3m	300,00mq	**315,00mq**
Area confezioni intimo	Nord	1	h. media 5.3m	350,00mq	**360,00mq**
Modisteria	Nord	1	h. media 5.3m	250,00mq	**265,00mq**
Maglieria	Nord	1	h. media 5.3m	500,00mq	**515,00mq**
Area di taglio	Nord	1	h. media 5.3m	200,00mq	**220,00mq**
Bagni (incluso connettivo)	Nord	2	h. media 5.3m		**235,00mq**
Aree comuni	Nord	4	h. media 5.3m		**410,00mq**
Patio	Est	7	h. media 5.3m		**2030,00mq**
Tapezzeria	Est	1	h. media 5.3m	200,00mq	**220,00mq**
Elaborazione attezzi	Est	1	h. media 5.3m	1400,00mq	**1390,00mq**
Deposito attrezzeria	Est	1	h. media 5.3m	5600,00mq	**5600,00mq**
Connettivo	Nord/est	2			**9515,00mq**
TOTALE PIANO TERZO					**26982,00mq**
TOTALE SU EDIFICI					**108926,00mq**

PRIME INDICAZIONI E MISURE FINALIZZATE ALLA TUTELA DELLA SALUTE E SICUREZZA IN FASE DI CANTIERE PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA

Il piano di sicurezza che verrà redatto in fase esecutiva svilupperà ed approfondirà i punti seguenti:
01. Dati generali delle opere analizzate;
02. Presentazione schematica del progetto e relazione descrittiva dell'opera;
03. Analisi dell'interazione del cantiere sull'ambiente e dell'interazione dell'ambiente sul cantiere;
04. Individuazione dei rischi.
La struttura del PSC viene identificata dall'esame delle norme che regolamentano tale materia ed in particolare il DECRETO LEGISLATIVO n. 81 del 9 aprile 2008 come attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Il Titolo IV del suddetto decreto fornisce le norme riguardanti i "Cantieri Temporanei o Mobili" ed in particolare gli Artt.100-101-102 forniscono contenuti e obblighi relativi al Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione (CSP):
- redige il PSC di cui all'art.100 i cui contenuti sono dettagliatamente specificati nell'Allegato XV.
- predispone un fascicolo i cui contenuti sono definiti nell'Allegato XVI.
Le fasi di progettazione successive implicheranno una profonda conoscenza tecnico scientifica ed operativa, non solo per la certezza del raggiungimento degli obiettivi finali, ma anche per garantire il raggiungimento degli stessi obbiettivi in condizioni di sicurezza globale, sia all'atto della costruzione, che nel corso dell'utilizzo dell'opera e degli interventi manutentivi.
Le indicazioni e le disposizioni particolari di cui il CSP dovrà tener conto

nella predisposizione del PSC saranno oggetto di precisazione nelle fasi successive.

Gli oneri per la sicurezza

In considerazione dell'attuale stato della progettazione è possibile effettuare una stima, che dovrà essere dettagliata a cura del CSP in sede di progetto esecutivo. In relazione alla tipologia dell'opera e sulla scorta di indagini statistiche effettuate per lavorazioni similari ed analoghi apprestamenti, ed in riferimento a quanto previsto da bando è possibile, in questa fase, stimare i costi della sicurezza nell'importo di € 1.300.650,00 (IVA esclusa) per l'ambito 1 e € 474.800,00 (IVA esclusa) per l'ambito 2.

La valutazione formulata deve ritenersi puramente indicativa e propedeutica alla stesura del quadro economico del progetto di fattibilità tecnica ed economica.

INDIRIZZI REDAZIONE PROGETTO DEFINITIVO

Ai sensi del art. 93, comma 4 del D.Lgs. n. 163/2006 il Progetto Definitivo *"individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti nel progetto preliminare e contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni.*

Esso consiste in una relazione descrittiva dei criteri utilizzati per le scelte progettuali, nonché delle caratteristiche dei materiali prescelti e dell'inserimento delle opere sul territorio; nello studio di impatto ambientale ove previsto; in disegni generali nelle opportune scale descrittivi delle principali caratteristiche delle opere, e delle soluzioni architettoniche, delle superfici e dei volumi da realizzare, compresi quelli per l'individuazione del tipo di fondazione; negli studi e indagini preliminari occorrenti con riguardo alla natura e alle caratteristiche dell'opera; nei calcoli preliminari delle strutture e degli impianti; in un disciplinare descrittivo degli elementi prestazionali, tecnici ed economici previsti in progetto nonché in un computo metrico estimativo. Gli studi e le indagini occorrenti, quali quelli di tipo geognostico, ideologico, sismico,agronomico, biologico, chimico, i rilievi e i sondaggi, sono condotti fino ad un livello tale da consentire i calcoli preliminari delle strutture e degli impianti e lo sviluppo del computo metrico estimativo."

Fig.33
Vista Magnifica Fabbrica

Il successivo livello di progettazione, dovrà rispettare le disposizioni del D.Lgs. n. 163/2006 e nel rispetto della Sezione III, art. 24 e seguenti del D.P.R. n. 207/2010, dovrà essere redatto sulla base del progetto preliminare e dovrà contenere tutti gli elementi necessari ai fini dei necessari titoli abilitativi, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente; gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli dovranno essere sviluppati ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.

Gli elaborati del progetto definitivo, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento dovranno seguire le indicazioni del precitato art. 24 e pertanto dovrà contenere:

A. relazione generale;
B. relazioni tecniche e relazioni specialistiche;
C. rilievi plano altimetrici e studio dettagliato di inserimento urbanistico;
D. elaborati grafici;
E. studio di impatto ambientale ove previsto dalle vigenti normative ovvero studio di fattibilità ambientale;
F. calcoli delle strutture e degli impianti secondo quanto specificato all'articolo 28, comma 2, lettere h) ed i) del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207;
G) disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
H. censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
I. piano particellare di esproprio (non necessario);
L. elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
M. computo metrico estimativo;
N. aggiornamento del documento contenente le prime indicazioni e

disposizioni per la stesura dei piani di sicurezza;
O. quadro economico con l'indicazione dei costi della sicurezza desunti sulla base del documento di cui alla lettera n)
Se ai sensi dell'art. 53, comma 2 del D.Lgs 163/2006 Il RUP decide che il Progetto Definitivo viene posto a base di gara secondo la procedura dell'appalto integrato, previa l'acquisizione di tutte le autorizzazioni e pareri, il Progetto dovrà essere corredato anche dalla seguente documentazione:

01. Schema di contratto;
02. Capitolato speciale di appalto;
03. Piano di sicurezza e coordinamento.

RELAZIONE DI SINTESI SUGLI ASPETTI ECONOMICO-FINANZIARI DEL PROGETTO

Il progetto pur connotandosi attraverso un carattere unitario è realizzabile in due fasi e due ambiti differenti, da un lato l'ambito dell'ampliamento del Parco della Lambretta con la realizzazione del nuovo parco *"Giardino dei Giardini"* e dall'altro lo spazio dei nuovi edifici che ospiteranno la sede dei laboratori e dei depositi del Teatro alla Scala.

CAPACITA' DI SVILUPPO IN B.I.M.

Il raggruppamento possiede le competenze necessarie per sviluppare la progettazione in ambiente BIM con riferimento a quanto previsto dalle UNI 11337:2017 ed al livello di dettaglio (LOD A/F) richiesto dalla singole fasi di progettazione ed esecuzione delle opere, così come verrà specificato nel BEP redatto preliminarmente all'avvio della progettazione.
La modellazione generale sarà sviluppata in ambiente Revit 2022, con il coordinamento opertivo di un BIM Manager e di BIM Specialists per ciascuna disciplina progettuale (Edile, Strutture e Impianti).

QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

A	**STIMA DELLE OPERE**	
A.1	**STIMA OPERE**	
A.1.1	OPERE INTERVENTO AMBITO 01	65.006.535,06 €
A.1.2	OPERE INTERVENTO AMBITO 02	11.850.690,26 €
	TOTALE LAVORI SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA	**76.857.225,32 €**
A.2	**ONERI PER LA SICUREZZA**	
A.2.1	**ONERI DELLA SICUREZZA AMBITO 01**	**1.300.650,00 €**
A.2.2	**ONERI DELLA SICUREZZA AMBITO 02**	**474.800,00 €**
A	**TOTALE IMPORTO LAVORI LORDO**	**78.632.675,32 €**
B	**SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE**	
B.1.1	LAVORI IN ECONOMIA PREVISTI IN PROGETTO ED ESCLUSI DALL'APPALTO	0,00 €
B.1.2	FATTURE IN ACCONTO ESCLUSE DALL'APPALTO	0,00 €
B.2	RILIEVI, ACCERTAMENTI, INDAGINI	234.723,71 €
B.3	ALLACCIAMENTI AI PUBBLICI SERVIZI	704.114,58 €
B.4	IMPREVISTI	7.863.267,53 €
B.5	ACQUISIZIONE AREE ED IMMOBILI	0,00 €
B.6	ACCANTONAMENTO DI CUI ALL'ART. 106 C.1 LETTERA A DEL D.Lgs. 50/2016	786.326,75 €
B.7	**SPESE TECNICHE RELATIVE A:**	
B.7.1	ASSICURAZIONE DEI DIPENDENTI - ART.24 C.4 D.Lgs 50/2016 - non soggetto ad I.V.A.	95.857,86 €
B.7.2	SPESE DI CARATTERE STRUMENTALE SOSTENUTE DALL'AMMINISTRAZIONE - ART. 23 C.1bis D.Lgs. 50/2016 e smi	786.326,75 €
B.7.3	SPESE DI PROGETTAZIONE	3.900.861,53 €
B.7.4	ATTIVITA' PRELIMINARI	0,00 €
B.7.5	COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE	441.973,88 €
B.7.6	CONFERENZE DEI SERVIZI	0,00 €
B.7.7	DIREZIONE LAVORI	1.601.210,71 €
B.7.8	COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE	933.448,76 €
B.7.9	ASSISTENZA GIORNALIERA E CONTABILITA'	169.684,37 €
B.7.10.1	ACCANTONAMENTO DI CUI ALL'ART. 113, C.3 D.Lgs.50/2016 - non soggetto ad I.V.A.	1.258.122,81 €
B.8	SPESE PER ATTIVITA' DI CONSULENZA O DI SUPPORTO	0,00 €
B.9	EVENTUALI SPESE PER COMMISSIONI GIUDICATRICI	0,00 €
B.10	SPESE PER PUBBLICITA'	50.000,00 €
B.11	**ALTRE SPESE PREVISTE DAL CAPITOLATO SPECIALE**	0,00 €
B.11.1	SPESE PER ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE	74.007,22 €
B.11.2	COLLAUDO TECNICO AMMINISTRATIVO	734.034,54 €
B.11.3	COLLAUDO STATICO	304.020,20 €
B.11.4	ALTRI EVENTUALI COLLAUDI SPECIALISTICI	431.017,33 €
B.12	CONTRIBUTO A FAVORE DI ANAC	0,00 €
B.13	**ALTRO**	0,00 €
B.13.1	ONERI PER CERTIFICAZIONE ENERGETICA, REDAZIONE PRATICA ANTINCENDIO, ECC	555.054,18 €
B.13.2	CONTRIBUTO INTEGRATIVO CNPAIA 4% (VOCI B.2 - B.7.3 - B.7.4 - B.7.5 - B.7.7 - B.7.8 - B.7.9 - B.8 - B.11.2 - B.11.3 - B.11.4	350.039,00 €
B.13.3	SOMME A DISPOSIZIONE PER OPERE DI BONIFICA	
B.14	**I.V.A.**	0,00 €
B.14.1	I.V.A. 22% SULLE VOCI A.1 - A.2	17.299.188,57 €
B.14.2	I.V.A. 22% SULLE VOCI B.1.2 - B.2 - B.3 - B5 - B7.2 - B7.3 - B7.4 - B7.5 - B7.6 - B7.7 - B7.8 -B7.9 - B8 - B9 - B10 - B11.1 - B11.2 - B11.3 - B11.4 - B13.1 - B13.2	2.479.513,69 €
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	**41.052.793,97 €**
B.7.10.2	ACCANTONAMENTO DI CUI ALL'ART. 113, C.4 D.Lgs.50/2016 - non soggetto ad I.V.A.	314.530,70 €
	TOTALE A+B	**120.000.000,00 €**

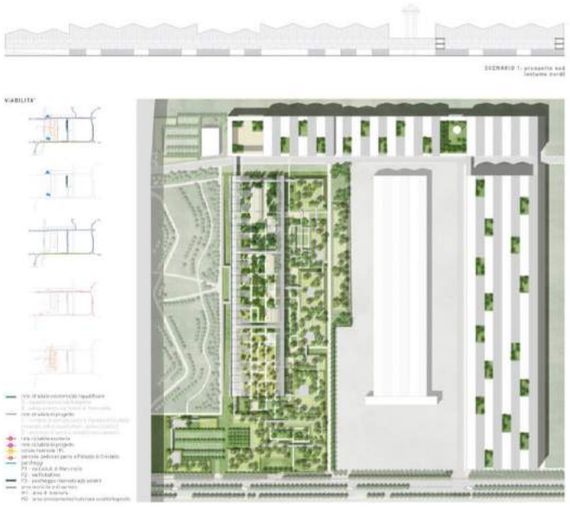
Fig.34
Sintesi aspetti economico-finanziari di progetto

Ove richiesto, si farà riferimento a specifico Capitolato speciale eventualmente indicato dal Comune di Milano.
Le procedure di coordinamento e verifica di modelli, documenti ed elaborati, seguiranno quindi i Livelli di Coordinamento e Verifica della UNI.
In particolare, per i flussi di coordinamento:
- per i modelli disciplinari si eseguirà un livello di coordinamento LC1.
- per i modelli di multi-disciplinari verrà eseguito un livello di coordinamento LC2.
Sui singoli modelli si eseguirà una verifica LV1 per verificarne la corretta modalità di esecuzione.

Sui modelli, sia disciplinari che multi-disciplinari, si eseguirà una verifica LV2, intesa come una verifica della leggibilità, della tracciabilità e della coerenza dei dati e delle informazioni contenute effettuando:
- la verifica delle procedure di determinazione e risoluzione delle interferenze e delle incoerenze;
- la verifica rispetto agli standard informativi;
- la verifica del raggiungimento dell'evoluzione informativa dei modelli e degli oggetti.
Le analisi di *"clash detection"*, previste per il modelli in LOD C o superiore, saranno condotte mediante piattaforma BIM Collaborate Pro, con frequenze coerenti con lo sviluppo delle attività.
La verifica dei dati, delle informazioni e dei contenuti informativi verrà eseguita in accordo con quanto richiesto dalla UNI11337.

SCENARIO 1: vista aerea

SCENARIO 2: vista aerea

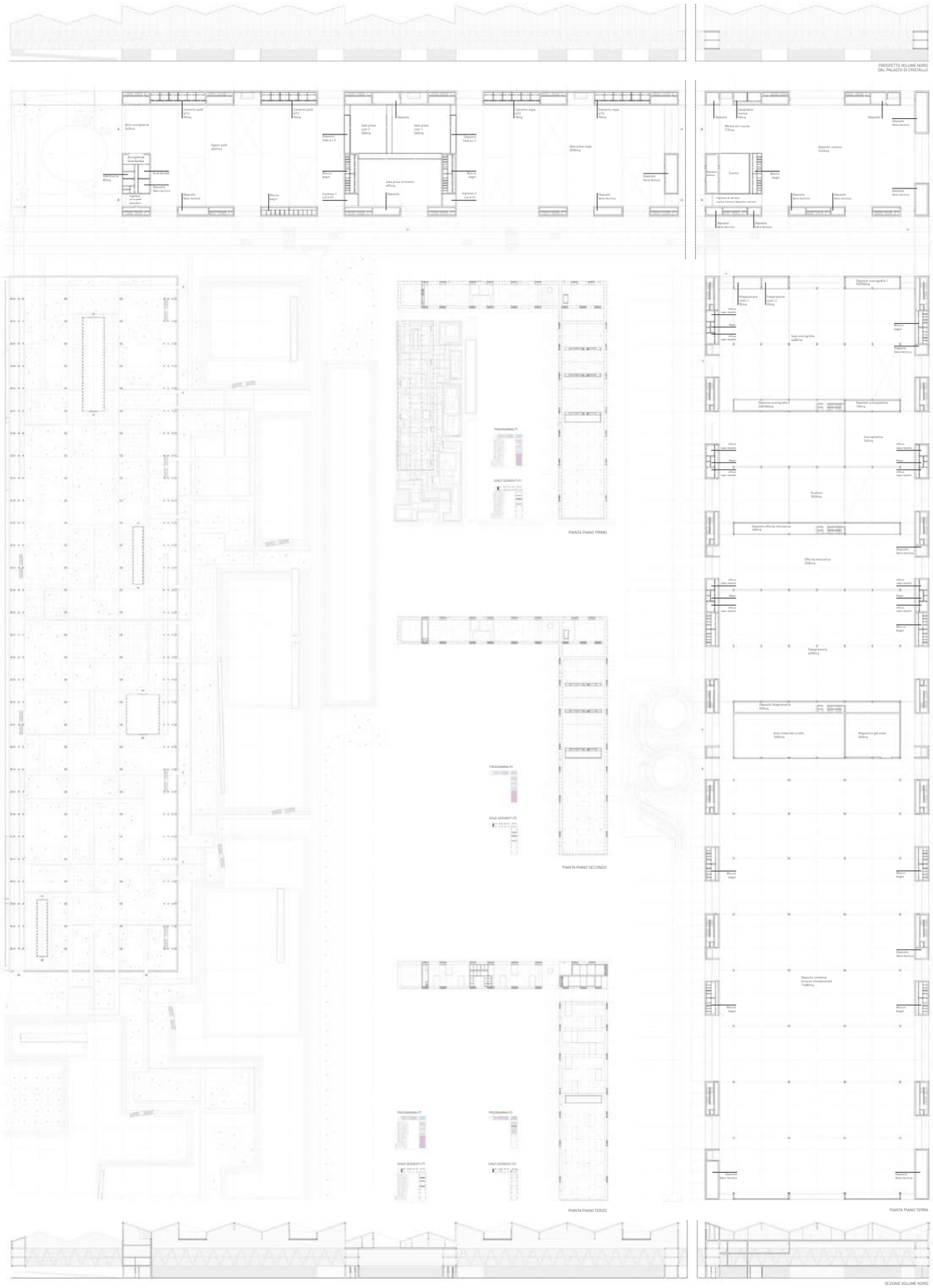


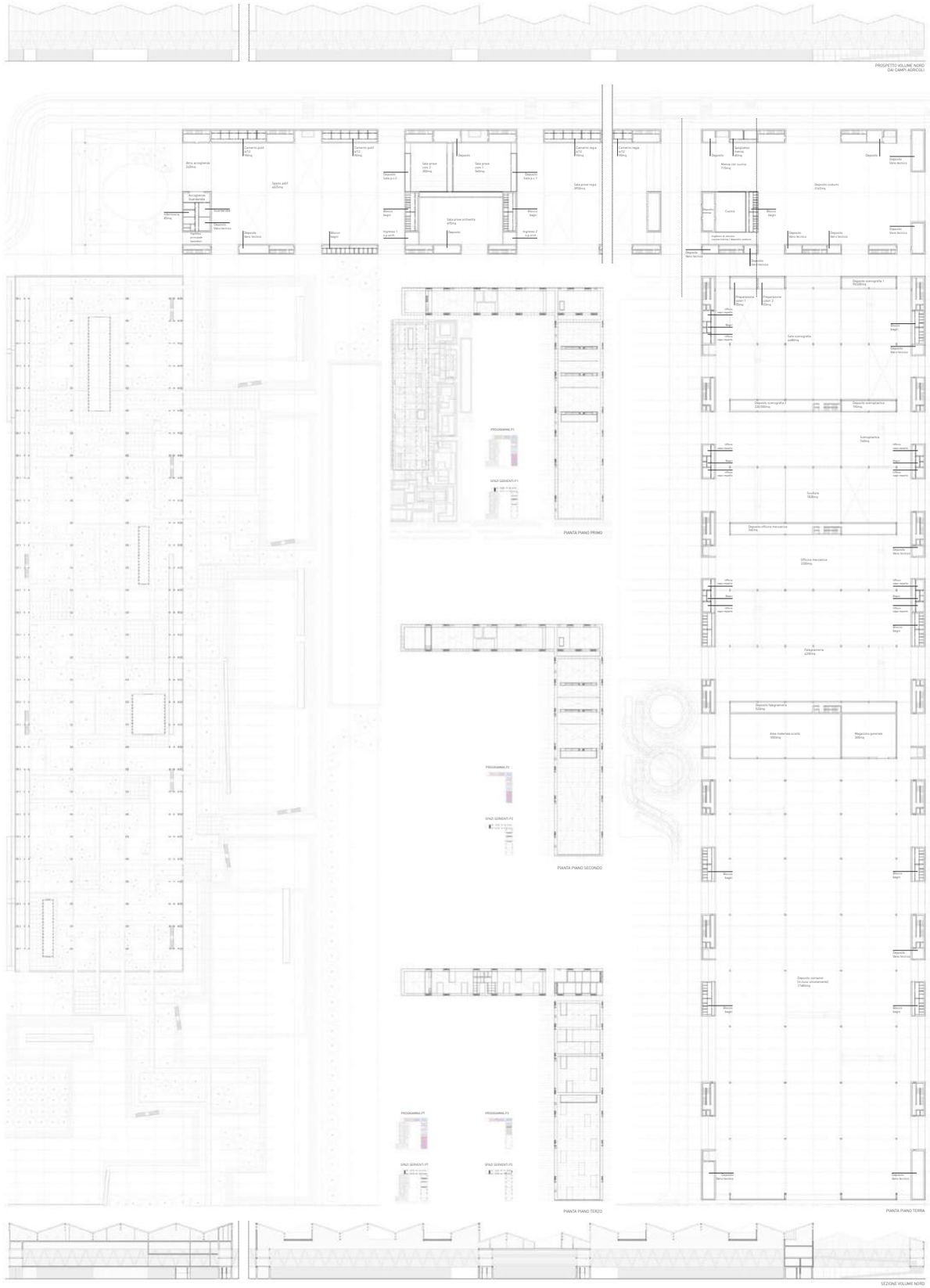
SCENARIO 1: Masterplan 1:2000

SCENARIO 2: Masterplan 1:2000

SCENARIO 1-2: Sezione trasversale (volume sud)

SCENARIO 1-2: Viale dei campi agricoli Nord



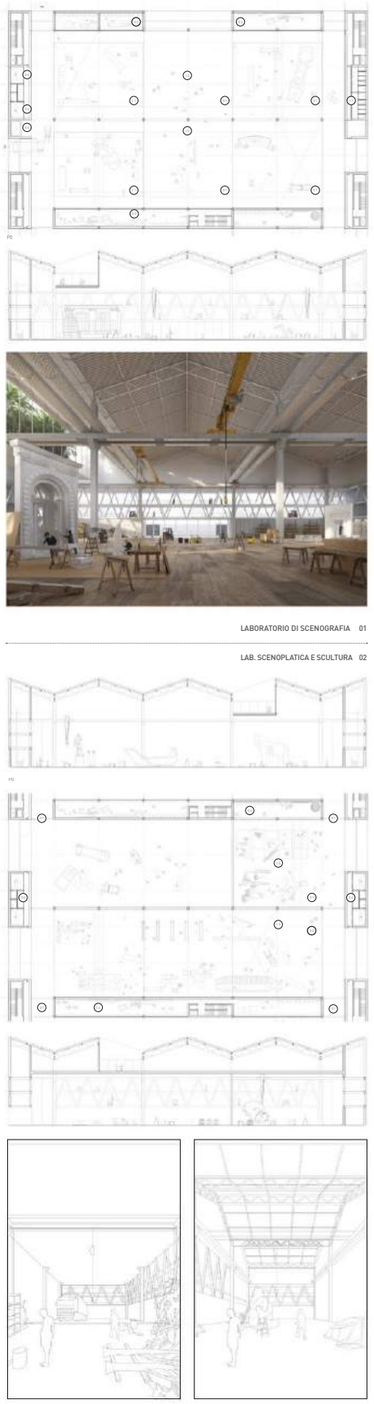


03 MAGNIFICA FABBRICA: SCENARIO 2 1:500-1:2000

PROGRAMMA: / **COMPONENTI:** / **COLLOCAZIONE**

01 fondali scenici 18x25m
02 preparazione colore 50x30mq
03 deposito 300mq
04 uffici capi reparto 15mq
05 luce carrosonte 25m
06 montacarichi
07 bagni

reticolare + pila strutturale x 56 · struttura copertura a carrosonte x 2 · vano scala /ascensore compartimentato x 6 · SCENARIO 1
patio sospeso x 2 · capriate copertura x 2 · montacarichi x 1 · SCENARIO 2



LABORATORIO DI SCENOGRAFIA 01

LAB. SCENOPLATICA E SCULTURA 02

PROGRAMMA: / **COMPONENTI:** / **COLLOCAZIONE**

01 scenoplastica
02 scultura
03 deposito scenoplastica 100mq
04 uffici capi reparto 15mq
05 luce carrosonte 25m
06 deposito scultura 300mq
07 corridoio + porte tagliafuoco h=12m

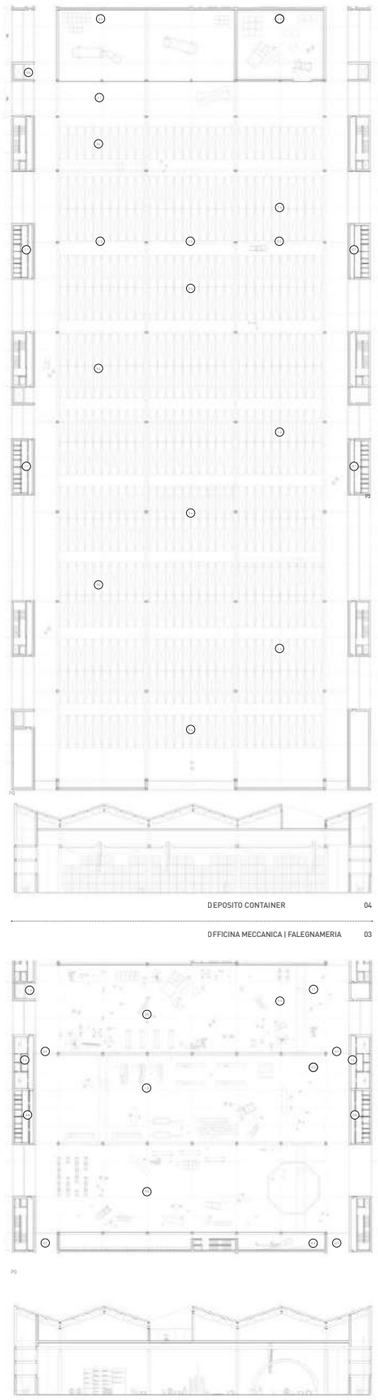
reticolare + pila strutturale x 52 · struttura copertura a carrosonte x 1+1 · vano scala /ascensore compartimentato x 2 · SCENARIO 1
patio sospeso x 2 · capriate copertura x 2 · montacarichi x 1 · SCENARIO 2

04 SCENARIO 1-2: ABACO VOLUME EST 1:400

PROGRAMMA: / **COMPONENTI:** / **COLLOCAZIONE**

01 smistamento
02 magazzino generale 300mq
03 area materiale scotto 1000mq
04 container (4 livelli 30 posti
05 luce carrosonte 25m
06 montacarichi
07 bagni

reticolare + pila strutturale x 108 · struttura copertura a carrosonte x 3 · vano scala /ascensore compartimentato x 6 · SCENARIO 1
patio sospeso x 8 · capriate copertura x 9 · montacarichi x 2 · SCENARIO 2



DEPOSITO CONTAINER 04

OFFICINA MECCANICA | FALEGNAMERIA 03

PROGRAMMA: / **COMPONENTI:** / **COLLOCAZIONE**

01 officina meccanica
02 falegnameria
03 deposito falegnameria
04 uffici capi reparto 15mq
05 luce carrosonte 25m
06 montacarichi
07 corridoio + porte tagliafuoco h=12m
08 bagni

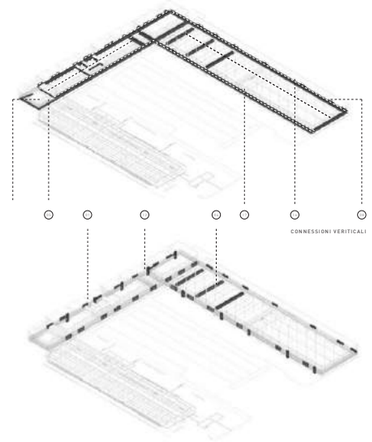
reticolare + pila strutturale x 64 · struttura copertura a carrosonte x 1+2 · vano scala /ascensore compartimentato x 2 · SCENARIO 1
patio sospeso x · capriate copertura x 3 · montacarichi x 1 · SCENARIO 2

PROGRAMMA: / **COMPONENTI:** / **COLLOCAZIONE**

01 Vani scala
02 Montacarichi
03 Scale interne
04 Ingresso PT
05 Ingresso ai quota
06 Percorso Carrabile in quota
07 Percorso Pedonale in quota
08 Percorsi PT

reticolare + pila strutturale x 512 · atrio ingresso x 2 · vano scala /ascensore compartimentato x 28 · SCENARIO 1
patio sospeso x 23 · area comune x 6 · montacarichi x10 · SCENARIO 2

PERCORSI PEDONALI E CARRABILI

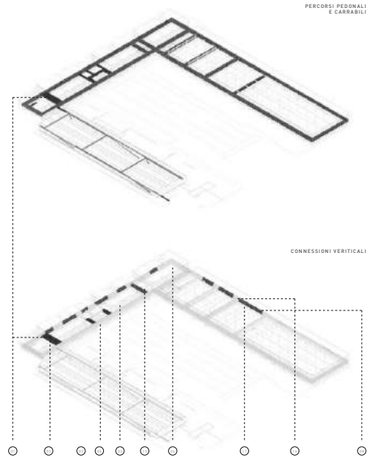


PERCORSO VISITATORI SCENARIO 1

SCENARIO 1-2 : DETTAGLIO FACCIATA - PERCORSI SOSPESI

PERCORSO VISITATORI SCENARIO 1

PERCORSI PEDONALI E CARRABILI

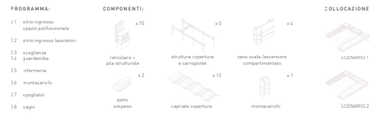


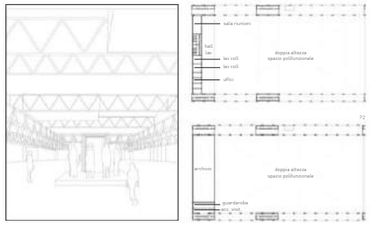
PROGRAMMA: / **COMPONENTI:** / **COLLOCAZIONE**

01 Accoglienza
02 Laboratori didattica
03 Affaccio sale prove
04 Esposizione
05 Relax
06 Attività (Scenografia)
07 Attività (Scultura)
08 Attività (Falegnameria)

reticolare + pila strutturale x 518 · punti di osservazione x 13 · vano scala /ascensore compartimentato x 28
patio sospeso x 23 · area attività x 13 · montacarichi x 10 · SCENARIO 2

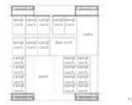
SCENARIO 2: PERCORSI VISITATORI - LAVORATORI





SPAZIO POLIFUNZIONALE 05

SALE PROVE ORCHESTRA | CORO 06


camerini
camerini
camerini