



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



ROME TECHNOPOLE HEADQUARTER

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA
PER L'ACCERTAMENTO DI CONFORMITA' URBANISTICA
Ex DPR 383/1994 e DL 13/2023 Art. 14**

Direzione e Coordinamento del progetto:

Prof. Arch. Fabrizio Tucci

Team di lavoro:

Prof. Ing. Davide Astiaso Garcia
Prof. Arch. Serena Baiani
Prof. Arch. Domenico D'Olimpio
Prof. Ing. Giacomo Falcucci
Prof. Ing. Guido Giordano
Prof. Ing. Francesco Mancini
Prof. Ing. Stefano Pampanin
Arch. Paola Altamura
Arch. Fabrizio Amadei

Arch. Stefano Capocaccia
Arch. Valeria Cecafozzo
Arch. Caterina Dalsasso
Arch. Marco Giampaoletti
Arch. Chiara Mastellari
Arch. Kristina Mitrik
Arch. Lavinia Montagner
Ing. Benedetto Nastasi
Arch. Gaia Turchetti

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE ELABORATO: TCHP_RTG_00

SCALA:

DATA EMISSIONE: FEBB. 2024

Fondazione Rome Technopole | c/o Sapienza Piazzale Aldo Moro, 5 00185 Roma | CF: 96534030588 |
rome.technopole@uniroma1.it

**PROGETTO DELLA SEDE DEL ROME TECHNOPOLE NELL'AREA DI PIETRALATA - 1°
LOTTO**

RELAZIONE TECNICA GENERALE PER LA CONFERENZA DEI SERVIZI

INDICE

1. PREMESSA	4
2. ANALISI E INQUADRAMENTO PROPEDEUTICI ALLO SVILUPPO DEL PROGETTO.....	8
2.1 Inquadramento e Stato di Fatto.....	8
2.2 Disponibilità delle aree	10
2.3 Inquadramento geologico.....	11
2.4 Inquadramento idrografico e idrogeologico	13
2.5 Previsioni urbanistiche per l'area di Pietralata oggetto dell'intervento.....	15
2.6 Individuazione dell'intervento edilizio.....	27
2.7 Vincoli	31
3. CRITERI GENERALI UTILIZZATI PER L'IMPOSTAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI.....	36
3.1 I criteri di valenza architettonica	36
3.2 I criteri di valenza funzionale, distributiva e d'uso	37
3.3 I criteri di valenza ambientale e biofisica	38
3.4 I criteri di valenza bioclimatica ed energetica	46
3.5 I criteri di valenza bioecologica e di circolarità delle risorse materiali e idriche.....	47
4. CRITERI DI PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E DEI CARATTERI FUNZIONALI E DISTRIBUTIVI	49
4.1 Assetto generale del Blocco B.....	49
4.2 Assetto del primo lotto: La sede della Fondazione Rome Technopole	52
5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI	65

5.1 Le funzioni della vegetazione nell'ecosistema urbano	65
5.2 L'efficacia delle soluzioni tecnologico-ambientali	65
5.3 I criteri progettuali delle Aree verdi.....	66
5.4 La vegetazione di Roma	72
5.5 Il sistema manutentivo	73
6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOCLIMATICI ED ENERGETICI	75
6.1 Premessa metodologico-operativa e obiettivi	75
6.2 Report sull'adattabilità climatica.....	77
6.3 Contesto ambientale e microclimatico: analisi da modello simulativo.....	83
6.4 Studio dell'andamento stagionale del soleggiamento/ombreggiamento	98
6.5 Quadro dei dispositivi adottati e la loro messa a sistema	99
6.6 Comportamento bioclimatico energetico	102
6.7 Bilancio dell'efficienza del funzionamento sistemico dei dispositivi adottati.....	104
7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITA' DEI MATERIALI	106
7.1 Premessa metodologica	106
7.2 Caratteristiche del sistema costruttivo-tecnologico e dei materiali	106
8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI DI GESTIONE ECOLOGICA DELLE ACQUE	112
9. CRITERI DI PROGETTAZIONE RISPETTO ALLE PRESCRIZIONI DEI C.A.M.....	115
9.1 Premessa.....	115
9.2 Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico.....	116
9.3 Specifiche tecniche progettuali per gli edifici	124
9.4 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione.....	133
9.5 Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere	141
10. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE	145

10.1 Tecnologia Pres-Lam.....	147
10.2 Caratteristiche dei materiali	150
10.3 Analisi dei carichi	151
10.4 Considerazioni sulla scelta del tipo di fondazioni.....	152
10.5 Azioni sismiche	152
10.6 Proposta schema strutturale.....	153
10.7 Sistema portante della copertura.....	163
10.8 Normative di riferimento	164
11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI.....	165
11.1 Criteri di progettazione dell'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica.....	165
11.2 Criteri di progettazione dell'impianto termico.....	168
11.3 Criteri di progettazione dell'impianto all'idrogeno	177
11.4 Criteri di progettazione dell'impianto idrico	181

1. PREMESSA

L'edificio del Rome Technopole costituisce il primo blocco d'intervento sul lotto B del Piano Particolareggiato di Pietralata, che prevede altri due edifici che nell'insieme andranno a configurare un impianto planimetrico a corte aperta e connesso direttamente, grazie all'area pedonale sotto un sistema di edificio-ponte (rappresentato da uno degli altri due edifici), alla restante parte del quartiere di Pietralata; il nucleo di spazi aperti che configura la corte è altresì volto a sottolineare l'unitarietà dell'intervento e dell'offerta di uno strategico centro dell'ecosistema dell'innovazione.

Il progetto è caratterizzato dall'impiego delle più avanzate soluzioni tecnologiche che lo renderà, una volta realizzato, un esempio di "Zero Energy Building" e "Zero emission building", autosufficiente dal punto di vista energetico (con produzione e stoccaggio di energia elettrica da fonti rinnovabili), fortemente improntato a una circolarità delle risorse in uso (materiali, rifiuti, acqua) e capace di contribuire al cammino verso la decarbonizzazione e la piena neutralità climatica dell'area.

La produzione di energia, totalmente da fonti rinnovabili, è caratterizzata da una combinazione di fotovoltaico sulle grandi coperture per l'energia elettrica, con un contributo dato da sistemi innovativi all'idrogeno, e da geotermia a circuito aperto per l'energia termica, integrata con contributi innovativi dai sistemi impiegati all'idrogeno.

È previsto anche un'applicazione sperimentale di fotovoltaico organico integrato nell'involucro dell'edificio.

La gestione idrica è un sistema ecologico che prevede impianti duali, recupero e riuso delle acque piovane e grigie, sistemi di depurazione integrati col verde.

Un ruolo fondamentale lo svolge la serie di sistemi bioclimatici passivi posti alla base del progetto, che producono al contempo un abbattimento del fabbisogno di energia, un'elevazione del comfort ambientale interno ed esterno all'edificio, e una maggiore capacità di resilienza adattamento climatico, oltre che a contribuire indirettamente ai complessivi processi di decarbonizzazione e di mitigazione climatica prima menzionati. Si tratta di soluzioni che vedono prevalentemente l'impiego di labirinti d'aria, torri di ventilazione, sistemi di schermature, tetti-giardino e masse per la sottrazione di calore per il raffrescamento passivo e la ventilazione naturale; di spazi-serra, buffer space, muri solari ad aria, PCM e masse di accumulo per il riscaldamento passivo invernale.

Lo sviluppo delle più avanzate ricerche e sperimentazioni in campo tecnologico sarà reso possibile dall'integrazione di funzioni quali laboratori, incubatori d'impresa, spazi didattici per la formazione avanzata e di eccellenza, oltre che spazi comuni e di rappresentanza che si offrono anche come campo di applicazione dinamica di installazione temporanea di prototipi di componenti e sistemi innovativi per l'edilizia.

Il progetto appare inoltre un'occasione irrinunciabile, come intervento di rigenerazione urbana rafforzando il senso e il ruolo di polo tecnologico multidisciplinare per l'innovazione e l'avanzamento della ricerca e della sperimentazione tecnica e scientifica, e si configura come fulcro di un sistema più ampio e complesso, finalizzato allo sviluppo della transizione energetica e digitale con ricadute sul piano territoriale per l'intero livello regionale.

L'intervento si configura e si pone:

- come un vero e proprio perno di riferimento per l'intero ecosistema dell'innovazione, con particolare richiamo alle funzioni e alle attività previste e alla strategicità del lotto;
- come sostegno e complemento ai più alti obiettivi del progetto del Rome Technopole, e quindi come elemento determinante per il rafforzamento e lo sviluppo della ricerca sperimentale e applicata, oltretutto del terziario avanzato, nell'ambito dell'intera area di Pietralata;
- come elemento-chiave capace di esercitare il ruolo di volano per una piena ed efficace rigenerazione urbana del quadrante, caratterizzata da aspetti di innovazione ecologica ed energetica e di sostenibilità ambientale, in un settore urbano ampiamente degradato;
- come fattore determinante per il rafforzamento del ruolo di dimostratore della concreta evoluzione e applicabilità delle tecnologie innovative per la transizione energetica e digitale e come attrattore di start -up e spin-off.

L'intervento prevede la realizzazione di un primo blocco d'intervento con l'edificio sede del Rome Technopole pari a circa 2300 mq, in un'area, quella del "Lotto B", a cui si aggiungeranno due nuovi edifici (secondo blocco d'intervento) per ospitare il Polo Tecnologico, per un totale di altri circa 5.300 mq.

Le articolazioni funzionali dell'edificio sono organizzate nel loro insieme in:

- Aree e servizi comuni, comprese le aree di rappresentanza: Tali aree presentano una forte integrazione con elementi a verde intercluso negli spazi interni e in alcune pareti d'involucro a pluri-altezza.
- Aule e sale multimediali per attività didattiche e formative: Le aule sono state studiate secondo gli standard europei e prevedono massima flessibilità e aggregabilità. Nello specifico, si prevede la realizzazione di numerose aule sottoarticolabili in spazi con finalità didattico-formative adattabili alle diverse esigenze nel tempo.
- Laboratori di ricerca, aree per il trasferimento tecnologico e Incubatori di Impresa: Di tale superficie, una parte oscillante tra il 10 e il 15% è dedicata agli Incubatori, e tutti gli spazi - laboratori di ricerca e incubatori d'impresa - sono caratterizzati, anche in questo caso, da massima flessibilità e modulazione dinamica attraverso pareti mobili.
- Aree per spazi terziari / uffici amministrativi: quasi un intero piano dell'edificio della sede del Rome Technopole è destinato ad ospitare gli spazi-ufficio funzionali alle attività terziarie di tipo amministrativo del Technopole.

Nelle aree esterne sono previste due zone a parcheggio, di cui una di pertinenza del Rome Technopole all'interno del lotto dedicato; l'altra all'esterno del lotto stesso, secondo quanto previsto dal Piano particolareggiato. Nell'ambito delle suddette aree a parcheggio saranno previste zone riservate alla ricarica di auto e veicoli elettrici e zone riservate al car-sharing.

I risultati attesi possono essere riferiti alle seguenti categorie:

Transizione energetica del comparto urbano – Il progetto favorirà sia lo sviluppo di nuove conoscenze/procedure, sia la loro validazione in concreto nella realizzazione della sede del Polo tecnologico.

Rigenerazione urbana – Il progetto concorrerà alla rigenerazione di un'area che da troppi decenni costituisce un settore urbano fortemente problematico;

Contrasto ai cambiamenti climatici – Il progetto si pone come concreta risposta al tema del Climate Change, attraverso soluzioni funzionali al contempo ad un innalzamento della capacità di adattamento climatico e ad una accentuazione della mitigazione delle cause dei cambiamenti climatici, quale dimostratore/prototipo di tali soluzioni applicabile a interventi simili in ambito urbano.

Verde e parcheggi

L'intervento previsto, in stretta connessione con le aree di verde attrezzato, gli spazi aperti, gli spazi pedonali e i percorsi di collegamento, è comprensivo di: area di parcheggio di pertinenza dell'edificio Rome Technopole (interna al lotto); aree esterna al lotto, in diretta relazione con il sistema stradale di accesso, dedicata al parcheggio pertinenziale al Polo tecnologico e al Parco dell'Innovazione.

Parti integranti e fondamentali dell'intervento sono sia il rafforzamento che la valorizzazione delle aree a verde, che contribuiscono al perseguimento degli obiettivi di maggiore sostenibilità ambientale, comfort bioclimatico e transizione energetica. L'area interessata dall'intervento è costeggiata da una pista ciclabile che partirà dal Rome Technopole stesso, seguirà le infrastrutture stradali in corso di realizzazione e terminerà al Centro di eccellenza per la disabilità. L'intero intervento previsto è concepito in relazione alla grande passerella pedonale che connette la Stazione Tiburtina con il lotto d'intervento e con l'intera nuova area di Pietralata, quale parte integrante del piano di mobilità sostenibile.

Le due aree di parcheggio, previste nel progetto nel rispetto del dimensionamento previsto dal Piano Particolareggiato, sono pensate anche come "hub intelligenti" per la mobilità sostenibile condivisa.

Anche le due aree di parcheggio sono state pensate come servizio innovativo, che offre, oltre alla sosta del mezzo di e favorire la trasporto, anche altre opportunità ai fruitori, nell'intento di decongestionare al massimo il quadrante in questione mobilità sostenibile.

Nell'ambito delle aree a parcheggio sono previste zone riservate alla ricarica di auto e veicoli elettrici e zone riservate al car-sharing.

Nello specifico, l'intervento si articola nelle seguenti aree:

-area attrezzata a parcheggio di pertinenza dell'edificio del Rome Technopole di circa 950 mq, per circa 38 posti auto complessivi (interna al lotto e ricompresa, anche in termini finanziari, nell'intervento del Rome Technopole);

-area attrezzata a parcheggio di pertinenza del Polo tecnologico e del Parco dell'innovazione di circa 1100 mq, per circa 42 posti auto (esterna al lotto).

Entrambe le aree presentano, per una piccola ma significativa parte, una copertura a pensilina che ospiterà fotovoltaico, una serie di alberature, un'integrazione a terra con rain-gardens e una pavimentazione concepita con un'accentuata integrazione col verde, per aumentare la permeabilità del complessivo ambito areale dedicato ai parcheggi.

All'interno delle aree di parcheggio è altresì possibile trovare il sistema di ricarica elettrica ma è anche possibile supportare il percorso ciclabile - parte integrante della concezione di mobilità sostenibile nell'area di Pietralata - attraverso bici a pedalata o bici con ricarica (considerando la pista ciclabile che, come da masterplan, attraversa l'intera area estesa e segue le infrastrutture stradali).

Le principali finalità previste sono:

-supportare il sistema di mobilità sostenibile offrendo un contributo in termini di integrazione e supporto al percorso ciclabile e al sistema veicolare elettrico;

-favorire il ricorso a car sharing e a bike sharing, anche attraverso forme organizzate in integrazione e combinazione con le aree a parcheggio in oggetto che possono diventare dei piccoli nodi di scambio sostenibile;

- contribuire al miglioramento della qualità della vita e del benessere ambientale dei fruitori dei nuovi servizi e dei cittadini del quadrante urbano;

- contribuire al rispetto del principio di salvaguardia della complessiva permeabilità dei suoli;

- contribuire alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, e quindi al più ampio progetto di transizione energetica e di decarbonizzazione dell'area.

2. ANALISI E INQUADRAMENTO PROPEDEUTICI ALLO SVILUPPO DEL PROGETTO

2.1 Inquadramento e Stato di Fatto

La realizzazione del Tecnopolo si colloca in una posizione di grande rilevanza nell'ambito del Comune di Roma, nel Municipio IV, a est dell'importante polo di interscambio caratterizzato dalla Stazione Tiburtina, in un'area in grande fermento dove diversi progetti sono in via di realizzazione.

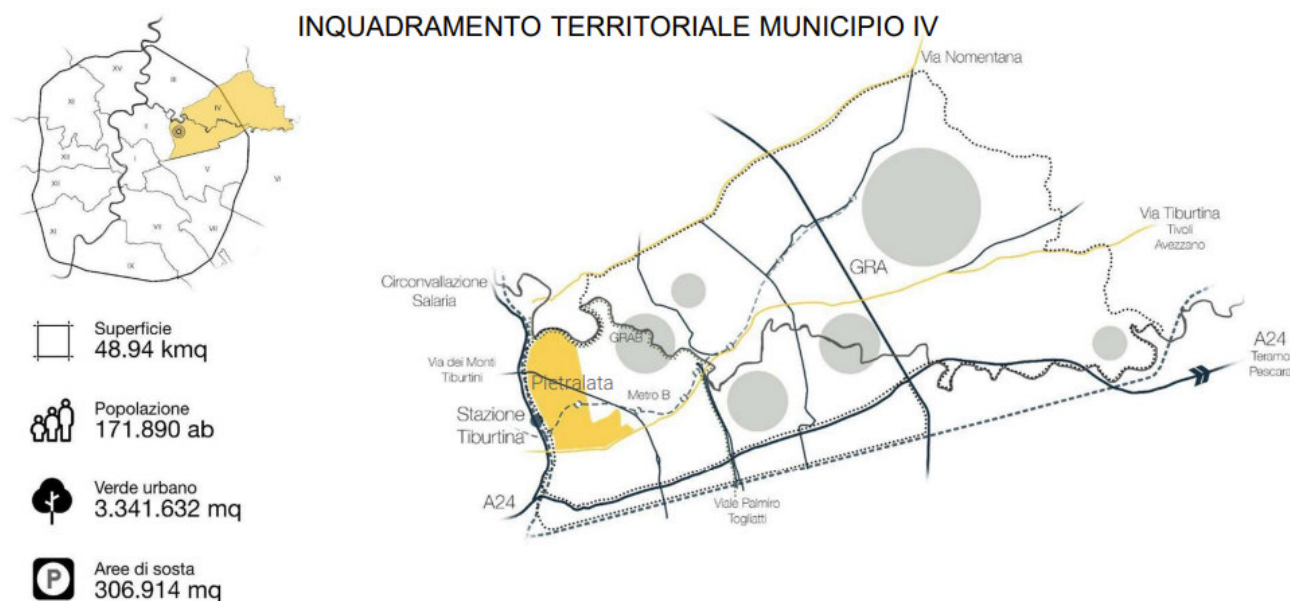
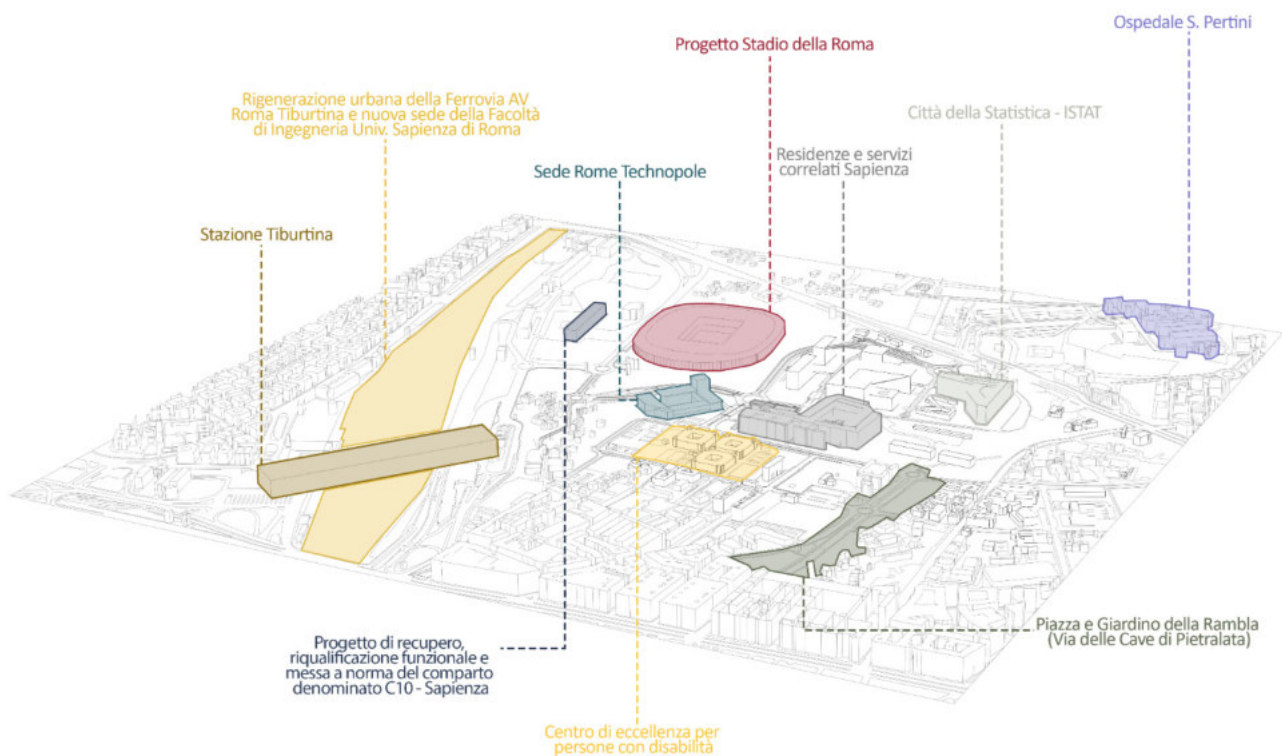


Figura 1. Inquadramento territoriale dell'area Municipio IV

Tra i progetti, alcuni in fase di cantierizzazione, che interessano la zona in oggetto, possiamo segnalare l'edificio delle residenze e servizi correlati del nuovo Polo della Sapienza Università di Roma che ospiterà il Centro di biotecnologie mediche e farmaceutiche e di tecnologie avanzate; la nuova sede della Facoltà di Ingegneria della Sapienza Università di Roma nel comparto denominato C10 e la città della statistica dell' ISTAT. Inoltre, sono previste la realizzazione dello Stadio della A.S. Roma s.p.a., nel quadrante a nord, e la Rigenerazione urbana della Ferrovia AV Roma Tiburtina nel confine ovest. Si prevede infine la localizzazione nell'area anche del centro di eccellenza per le persone con disabilità e il centro di accoglienza dei senza fissa dimora. A corollario, è in fase di cantiere, su fondi del Giubileo, una infrastruttura di collegamento per la riqualificazione di parte di via delle Cave di Pietralata, con la creazione dell'asse centrale della Rambla con un'area destinata a piazza e percorsi ciclopeditoni che attraversano spazi per attività sportive e verde.



Principali valenze

1. Progetto Stadio della Roma

PFTE

2. Realizzazione di Residenze e servizi correlati - Sapienza presso l'area ex SDO di Pietralata a Roma

IN REALIZZAZIONE

3. Rigenerazione urbana della Ferrovia AV Roma Tiburtina e nuova sede della Facoltà di Ingegneria Univ. Sapienza di Roma

PROTOCOLLO D'INTESA

4. Città della Statistica - ISTAT

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

5. Centro di eccellenza per persone con disabilità

PROCEDURA DI GARA

6. Piazza e Giardino della Rambla (Via delle Cave di Pietralata)

IN REALIZZAZIONE

7. Progetto di recupero, riqualificazione funzionale e messa a norma del comparto denominato C10 - Sapienza

PROGETTO ESECUTIVO

8. Sede Rome Technopole

PRIME FASI PROGETTAZIONE

Figura 2. Progetti e relativo stato di avanzamento nell'immediato intorno all'area oggetto di intervento

2.2 Disponibilità delle aree

L'area oggetto di intervento è inserita nel piano particolareggiato di Pietralata denominata B1 ed è di proprietà del Comune di Roma e data in concessione alla Fondazione Rome Technopole. La concessione degli spazi da parte del Comune per la realizzazione della Sede di Rome Technopole è a titolo non oneroso, avrà una durata di 99 anni a partire dalla sottoscrizione dell'apposita convenzione ed è il contributo di Roma alla Fondazione, in qualità di fondatore promotore.

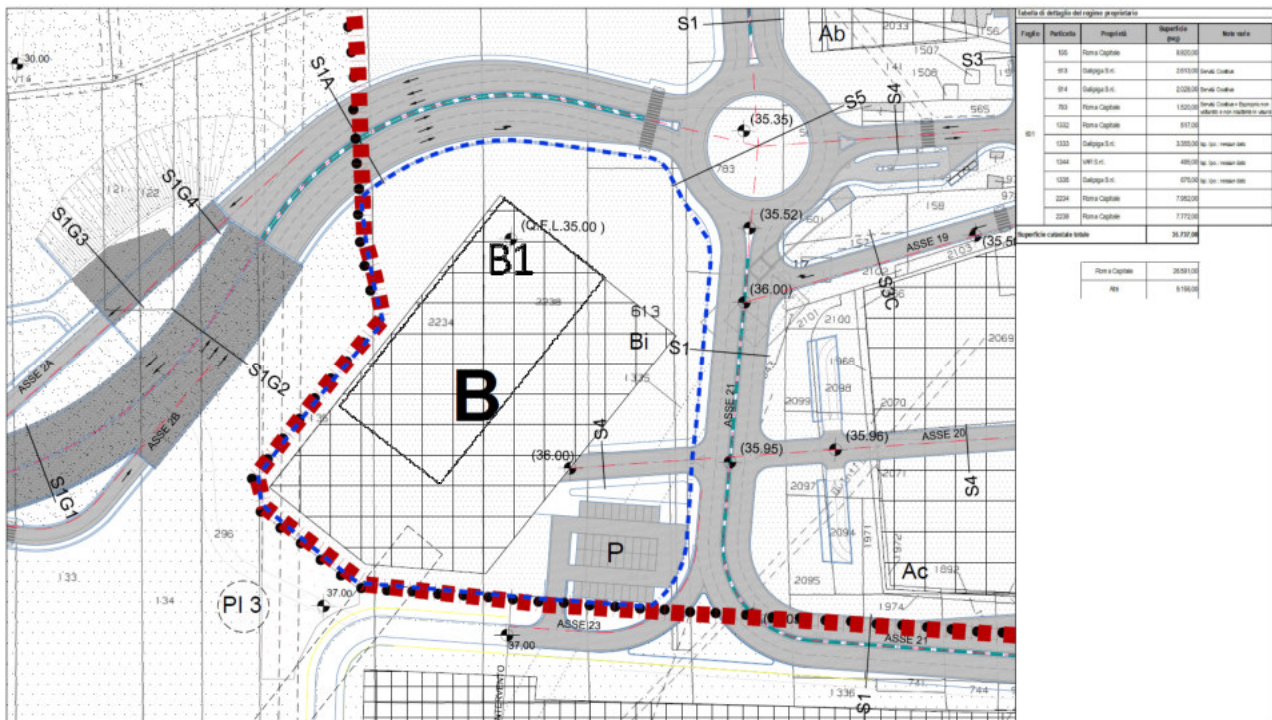


Figura 3. Inquadramento sulla base della mappa catastale e del reticolo infrastrutturale in via di completamento con l'individuazione dell'area concessa alla fondazione Rome Technopole (B1)

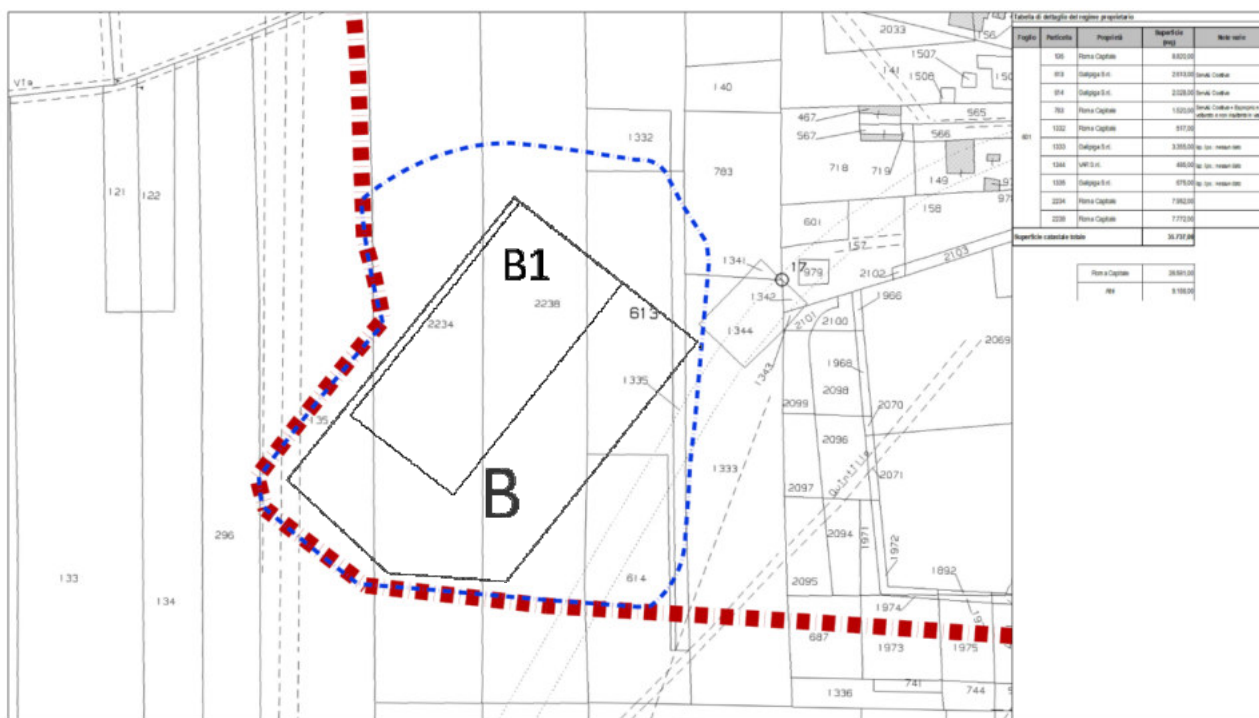


Figura 4. Inquadramento mappa catastale

2.3 Inquadramento geologico

Il Foglio 374 Roma della Carta Geologica d'Italia (Funiciello e Giordano 2008; Funiciello et al. 2008), di recente adottato dal Comune di Roma come base geolitologica del Piano Regolatore, evidenzia come l'area di studio ristretta (Fig. 1) sia interessata da litologie affioranti facenti capo alla Formazione di Villa Senni (nello specifico il Tufo Lionato) e alla Formazione Aurelia (Fig. 2).



Figura 5. Localizzazione dell'area dove sorgerà il Rome Technopole nel quartiere di Pietralata (source:Google Earth Pro Imagery); il riquadro rosso indica l'area specifica

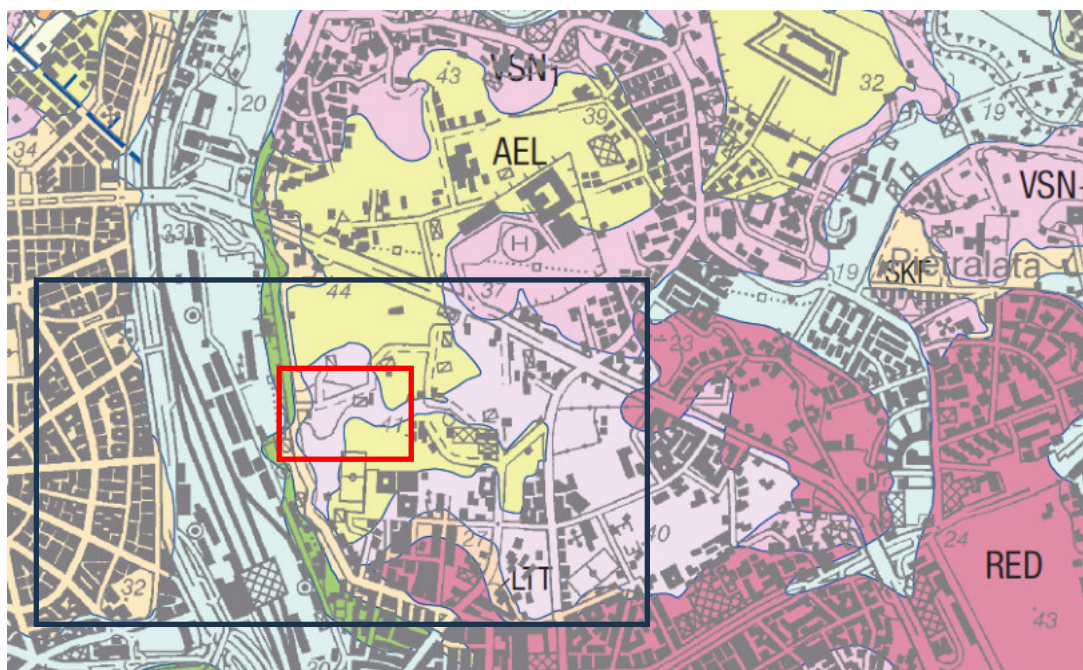


Figura 6. Stralcio del Foglio 374 "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 nell'Aol. Le sigle formazionali sono descritte nel testo. Il riquadro indica l'area di Figura 5

Capelli & Mazza (2005) forniscono un profilo geologico che intercetta l'area di studio subito a sud-est del Vallo Ferroviario (profilo A2 in Capelli et al., (2005); Fig. 7), individuando anche alcune litologie profonde non affioranti nell'area di interesse. Nello specifico, al di sotto di uno spessore di circa 4 metri di coltri di terreno di riporto, si può ricostruire un'alternanza di litologie del Pleistocene medio, dalle quote maggiori alle minori, data da:

- VSN1 - Unità di Villa Senni – Tufo Lionato (spessore di circa 6 metri);
- LTT - Successione di La Storta (spessore di circa 4 metri);
- RED - Unità delle Pozzolane rosse (spessore di circa 5 metri);
- CIL - Formazione di Santa Cecilia (spessore di circa 23 metri), al cui tetto è presente, non affiorante, l'Unità di Tor de' Cenci (spessore di circa 7 metri);
- FCZ - Formazione del Fosso della Crescenza.

L'unità di Villa Senni, nello specifico il membro VSN1 del Tufo Lionato, rappresenta un'unità piroclastica di provenienza albana, costituita da un deposito litoide e massivo.

La Successione di La Storta (LTT) è composta da livelli pomicei e scoriacei intercalati da livelli cineritici pedogenizzati di provenienza distale attribuita in letteratura ai vulcani sabatini.

L'Unità delle Pozzolane rosse (RED) è caratterizzata da un deposito massivo e caotico, incoerente ma a luoghi compatto e semilitoide di provenienza albana.

L'Unità di Tor de' Cenci rappresenta il deposito piroclastico più antico, cineritico e litoide, anch'esso di provenienza albana.

La Formazione di Santa Cecilia è caratterizzata da alternanze di conglomerati, sabbie e limi di *facies* fluviale e palustre ad elementi vulcanici, mentre la Formazione del Fosso della Crescenza definisce una successione di ghiaie e clasti calcarei e silicei in matrice sabbioso-quarzosa di origine alluvionale.

A NW dell'area di studio è presente un elemento strutturale WNW-ESE (faglia normale di Monte Mario) che ribassa i settori più orientali. La struttura è di particolare interesse nella ricostruzione della circolazione idrica sotterranea.

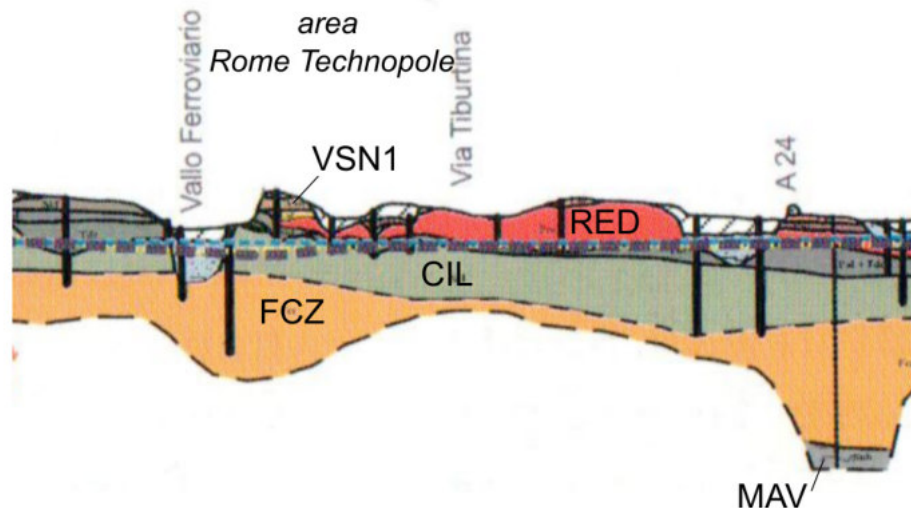


Figura 7. Stralcio del Profilo idrogeologico A2 da Capelli e Mazza (2005) passante poco a sudest dell'area del Rome Technopole. Le sigle formazionali sono descritte nel testo. La linea tratteggiata in blu indica la quota del livello piezometrico

2.4 Inquadramento idrografico e idrogeologico

La Formazione del Fosso della Crescenza (FCZ in Fig. 7), e la Formazione di Santa Cecilia (CIL in Fig. 7), sono costituite in gran parte da conglomerati e sabbie permeabili che definiscono il principale l'acquifero sfruttabile nell'ottica di una realizzazione di un impianto geotermico a bassa entalpia. Esso si presenta infatti come l'acquifero più produttivo dell'area che ospita una falda freatica produttiva. I pozzi censiti e consultabili sul sito Ispra Ambiente mostrano come la portata, misurata in pozzo, all'interno di questo acquifero sia dell'ordine di 1-10 l/s, adatta a un utilizzo per fini geotermici (si veda paragrafo 13.3).

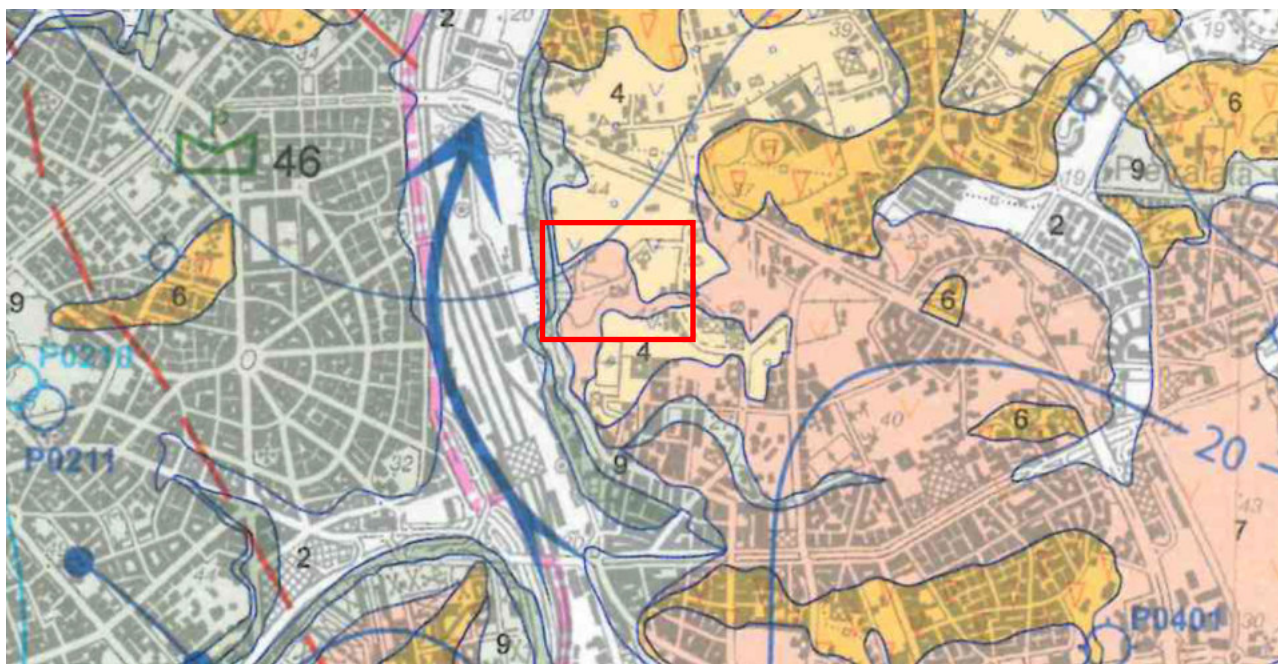


Figura 8. Stralcio del Foglio 374 "Roma" della Carta Idrogeologica d'Italia in scala 1:50000. Le sigle formazionali sono descritte nel testo. Il riquadro indica l'area di Figura 1. Le isolinee in blu indicano la quota del livello piezometrico; la freccia la direzione di deflusso della falda. I numeri i complessi idrogeologici che derivano dalla carta geologica rappresentata in Fig. 2 e sono descritti nel testo

Il livello piezometrico della falda viene individuato da Capelli & Mazza (2005) e La Vigna & Mazza (2015) tra i 15 e i 20 m s.l.m., all'interno della Formazione di Santa Cecilia (Figg 7 e 8).

Più in generale, nell'area di studio sono ricompresi i complessi idrogeologici: delle alluvioni (2 in Fig. 8); dei depositi clastici eterogenei (4 in Fig. 8); del Tufo Lionato (6 in Fig. 8); vulcanico sabatino (9 in Fig. 8); della Formazione di Santa Cecilia (11 in Fig. 8), che si sovrappone in profondità al complesso della formazione di Fosso della Crescenza, che a sua volta poggia ed è confinato verso il basso dall'acquicluda delle argille della Formazione di Monte Mario (FCZ e MAV in Fig. 7).

Capelli et al. (2005) forniscono una stima della temperatura delle acque nel sottosuolo in corrispondenza dell'area di studio compresa tra 3 e 20°C. Analisi di dettaglio (misure in pozzo) forniscono valori compresi tra 14.9 e 16.3°C, in prossimità dell'area di studio. La conducibilità elettrica misurata (Capelli & Mazza, 2005), mostra valori compresi tra 500 e 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.5 Previsioni urbanistiche per l'area di Pietralata oggetto dell'intervento

L'area di Pietralata, situata ad est della linea ferroviaria che procede in direzione nord, subito dopo la Stazione Tiburtina, riveste un ruolo particolarmente strategico di dimensione metropolitana e regionale. A partire dagli importanti nodi infrastrutturali che la caratterizzano (tra cui la modernissima Stazione Tiburtina, la prossimità all'Autostrada dei Parchi, la Tangenziale Est), il sito presenta una vocazione terziaria di scala nazionale. Da vuoto urbano derivante dalla staticità dei vecchi strumenti urbanistici della Capitale (che ereditavano a loro volta la difficile gestione delle borgate sorte a cavallo del dopoguerra) si pone oggi come un potenziale polo di servizi di altissimo valore strategico.

In questa sede si cercherà di inquadrare l'area di intervento in relazione agli strumenti urbanistici e paesaggistici attualmente in vigore, cercando di evidenziare vincoli progettuali, potenzialità e rapporti con il contesto.

Le previsioni degli strumenti urbanistici

Il Piano Regolatore Generale, varato dalla Giunta Veltroni il 12 febbraio 2008 e tuttora in vigore, colloca l'area tra i cosiddetti *"Progetti strutturanti"* della città, definendo in particolare la zona come *"centralità urbana e metropolitana"* al cui interno compare naturalmente anche il preesistente polo ospedaliero "Sandro Pertini", nelle immediate vicinanze dell'area di intervento.

Le scelte strategiche del PRG del 2008 recepiscono quanto già previsto da un precedente strumento attuativo in vigore, Il Piano Particolareggiato Comprensorio Direzionale di Pietralata, approvato nel 2006 dopo un iter amministrativo durato oltre 5 anni.

Successivamente, lo stesso Piano Particolareggiato è stato aggiornato mediante "Variante non sostanziale", approvata nel luglio 2012. Questa variante, attualmente in vigore, nel confermare gli indirizzi strategici dello strumento precedente, opera alcuni adattamenti dovuti all'entrata in vigore del nuovo PRG del 2008. Inoltre prevede alcune redistribuzioni volumetriche e modifiche planimetriche, che in alcuni casi comportano la ridefinizione di alcuni perimetri relativi ad alcuni progetti unitari.

In particolare, relativamente all'area di intervento del presente progetto, è importante evidenziare che il nuovo piano prevede l'accorpamento delle aree direzionali A e B, ridefinendo una serie di parametri urbanistici che verranno successivamente descritti.

In questo nuovo strumento gli aspetti ambientali si mostrano particolarmente importanti, in linea con quanto previsto dalla Rete Ecologica del Piano Regolatore del 2008: a partire dalla dotazione di verde particolarmente consistente, il piano prevede una corposa rete di mobilità ciclabile che, tenendo conto della presenza di numerosi nodi di trasporto pubblico su ferro (stazione ferroviaria, stazione della metropolitana, attestamento linee di trasporto pubblico su gomma urbane ed extraurbane) pone le basi per far sì che l'intero intervento possa puntare ad un livello di sostenibilità molto elevato.

Il Piano Regolatore Generale del 2008

L'area di intervento ricade in una zona definita "Centralità urbane e metropolitane a pianificazione definita", pertanto parte dei Progetti Strutturanti definiti dal Capo 6° delle norme tecniche di attuazione. Il riferimento alla pianificazione definita riporta, pertanto, direttamente allo strumento attuativo sopra citato.

Per quanto riguarda le Norme tecniche di attuazione del Piano, è previsto quanto segue (si riportano testualmente le parti salienti degli artt. 58 e 60 delle NTA controdedotte):

"Capo 6°

Progetti strutturanti

Art.58. Definizione, obiettivi e componenti

1. I Progetti strutturanti sono relativi: a parti di città fortemente caratterizzate da insiemi di elementi e tracciati archeologici, storici e naturali; ad ambiti di trasformazione strategici rispetto al futuro assetto della città; a luoghi centrali dotati di forte identità locale. Per tali parti di città, ambiti e luoghi, il PRG prevede, alle varie scale, interventi di riqualificazione e di trasformazione definiti con le procedure del Progetto Urbano o del Programma integrato, di cui ai precedenti articoli 16 e 17,

ovvero affidati a progetti di intervento per la qualificazione degli spazi pubblici e la realizzazione di attrezzature pubbliche e di interesse pubblico.

2. I Progetti strutturanti si articolano nelle seguenti componenti:

a) Ambiti di programmazione strategica;

b) Centralità metropolitane e urbane.

(...)

Art.60. Centralità metropolitane e urbane

1. Le Centralità metropolitane e urbane sono finalizzate alla nuova organizzazione multipolare del territorio metropolitano, attraverso una forte caratterizzazione funzionale e morfo-tipologica, nonché una stretta connessione con le reti di comunicazione e il contesto locale. Esse riguardano parti di città caratterizzate da elevata accessibilità mediante la rete di trasporto pubblico (in particolare su ferro), da una forte integrazione funzionale, da rilevanti connotati di identità sociale e storica, e da una alta potenzialità alla trasformazione; tali elementi concorrono ad individuare per le Centralità un ruolo di riferimento, di identità insediativa e di polarizzazione nella nuova organizzazione metropolitana prevista dal PRG.

(...)

4. Alle Centralità a pianificazione definita appartengono: Bufalotta, Pietralata, Ostiense, Alitalia-Magliana, Polo tecnologico, Tor Vergata, Eur Castellaccio, Ponte di Nona-Lunghezza. Ai fini attuativi si applica la disciplina definita dai relativi strumenti urbanistici esecutivi, una volta approvati. Eventuali variazioni dei perimetri determinate in sede di definitiva approvazione, si intenderanno automaticamente recepiti nel presente PRG.

(...)

Ai sensi dell'art.15, commi 10 e 11, e dell'art.92, l'attuazione delle Centralità metropolitane e urbane è subordinata alla preventiva o contestuale realizzazione delle infrastrutture ferroviarie (linee metropolitane, altri sistemi in sede propria) previste dal PRG."



Figura 9. Stralcio PRG Comune di Roma Capitale

Per quanto riguarda la Rete Ecologica, di carattere prescrittivo per il PRG di Roma, l'era di intervento è interessata parzialmente da alcuni ampliamenti dell'area secondaria (n. 1157 e n. 1158) con le seguenti prescrizioni:

“Ampliamento di componente secondaria B

- *aree a media valenza naturalistica;*
- *verifiche puntuali dello stato di fatto con approfondimenti degli studi relativi all'uso del suolo in particolare riferibili alle emergenze vegetazionali isolate, per ripopolamento faunistico, per presenza stabile e di passaggio di emergenze faunistiche (stepping stones);*
- *aree boscate comprese all'interno di strumenti urbanistici;*
- *nuove connessioni tra parti di reti esistenti e/o modificate. “*

Si riportano di seguito le prescrizioni indicate nelle norme tecniche di attuazione del PRG (Art. 66), per questo tipo di contesti.

Art.66. Rete ecologica

0.1. La rete ecologica rappresenta l'insieme dei principali ecosistemi del territorio comunale e delle relative connessioni. Le misure, le azioni, gli interventi nella Rete ecologica sono volti a preservare, valorizzare, ripristinare, in modo coordinato, i valori e i livelli di naturalità delle aree, nonché ad assicurarne l'integrazione secondo criteri e obiettivi di continuità geografica e di funzionalità ecologica.

1. Le aree costituenti la rete ecologica sono individuate nell'elaborato 4. "Rete ecologica", rapp. 1:20.000 1:10.000, secondo con la seguente articolazione in componenti, definite in base ai livelli di naturalità, di funzionalità ecologica, di continuità geografica:

- a) componenti primarie (...)*
- b) componenti secondarie (aree “B”); sono le aree di medio livello di naturalità e alto livello di connessione integrazione tra le componenti primarie e tra le stesse componenti secondarie e comprendono principalmente: parte delle aree agricole e del reticolo idrografico; altre componenti di “Sistemi e Regole”, sia le aree del Sistema insediativo che e del Sistema dei servizi, infrastrutture e impianti, con valori naturalistici da preservare o ripristinare, ovvero necessarie ad assicurare continuità alla Rete ecologica;*
- c) componenti di completamento (...)*

(...) In coerenza con gli obiettivi di cui al comma 0.1, nelle componenti primarie della Rete ecologica sono previste azioni prevalentemente di tutela e salvaguardia degli ecosistemi; nelle componenti secondarie sono previste azioni prevalentemente di ripristino e riqualificazione ambientale delle aree compromesse o degradate, anche al fine di garantire continuità della Rete ecologica; nelle componenti di tipo C sono previste azioni prevalentemente finalizzate alla preservazione o ampliamento dei valori naturalistici, nonché all'integrazione con le altre componenti della Rete ecologica e tra queste e il Sistema insediativo, secondo criteri di mobilità sostenibile a prevalenza ciclo-pedonale.

(...) 4. Tutti gli interventi, pubblici o privati, indiretti o diretti da realizzare nella Rete ecologica, con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria e di restauro conservativo, ma inclusi gli interventi di adeguamento e ampliamento di infrastrutture e impianti, sono sottoposti a valutazione ambientale preventiva, ai sensi dell'art.10, commi 10 e 11, e sono associati a interventi di categoria ambientale, come individuati dalla suddetta valutazione ambientale preventiva. Inoltre, per tutti gli interventi indiretti ricadenti, in tutto o in parte nella rete ecologica, la valutazione di sostenibilità ambientale, di cui all'art.15, comma 10, lett. c), è integrata da uno "Studio di inserimento paesistico" e dalle valutazioni e disposizioni di cui al comma 6bis; in modo analogo, è integrato il PAMA, di cui all'art.73.

(...)

6. Nelle aree della Rete ecologica, gli interventi previsti dalle norme relative agli interventi trasformativi sono integrate dai seguenti limiti e condizioni alle componenti di "Sistemi e regole", sono soggetti alle seguenti limitazioni o esclusioni:

(...)

- d) nelle aree delle Centralità urbane e metropolitane da pianificare, delle Centralità locali (con esclusione di tessuti esistenti), degli Ambiti di trasformazione ordinaria, degli Ambiti di riserva a trasformabilità vincolata e, in genere, negli ambiti ad intervento indiretto:*

- lo strumento urbanistico esecutivo o il Progetto urbano o il Programma integrato: preservano o rafforzano i valori naturalistici e di funzionalità ecologica esistenti, sulla base di quanto previsto al comma 6bis, individuano e delimitano le componenti primarie e secondarie, ove non definite negli elaborati cartografici di Rete ecologica, in modo da assicurare un'adeguata continuità alla Rete ecologica.



Figura 10. Stralcio PRG Comune di Roma Capitale – Rete Ecologica

Il Piano Particolareggiato “Comprensorio Direzionale Pietralata”

Lo strumento attualmente in vigore, come anticipato in precedenza, è stato approvato nel 2012 e costituisce una variante non sostanziale al Piano precedente risalente al 2006.

Naturalmente viene realizzato nel solco del Piano precedente, in adeguamento anche alle prescrizioni del Piano Regolatore Generale del 2008, confermandone gli indirizzi e gli obiettivi.

Dal punto di vista del dimensionamento, il Piano Particolareggiato del 2012 ha dovuto tener conto dell'art.4 delle Norme Tecniche del Nuovo Piano Regolatore Generale, che hanno introdotto un nuovo concetto di “grandezze edilizie” riferito alla SUL (Superficie Utile Lorda), sostituendo il vecchio sistema di determinare le volumetrie consentite. Nel caso specifico il nuovo strumento ha introdotto la SUE (Superficie Utile equivalente), ricavata suddividendo in pratica le volumetrie di piano previste nel 2006, per l'altezza virtuale di 3,20 ml.

Lo strumento prevede la realizzazione di un polo direzionale di dimensioni considerevoli collegato a nord con via dei Monti Tiburtini e, a sud-ovest, direttamente con la nuova stazione Tiburtina.

L'area di intervento si identifica con l'Area Direzionale B, a progettazione unitaria, che, con la variante del 2012, si accorpa all'area direzionale A.

Tale unione ha comportato la rimodulazione e redistribuzione di alcuni volumi e funzioni.

Per quanto riguarda il soddisfacimento degli standard urbanistici (DM 1444/1968), pienamente soddisfatti, si fa riferimento allo strumento particolareggiato nel suo insieme nell'ambito del quale, sulla base delle volumetrie previste, sono stati calcolati gli abitanti insediabili e pertanto le relative superfici di servizi necessarie.

Nelle aree A e B è consentita la realizzazione delle seguenti destinazioni d'uso: uffici pubblici, uffici privati, esercizi commerciali all'ingrosso e al minuto, attività amministrative di servizio, attrezzature culturali e per il culto, residenze speciali e parcheggi in elevazione e interrati.

Si riportano di seguito le tabelle di sintesi di dimensionamento del piano particolareggiato con i relativi standard, e il dimensionamento direttamente riferito all'Area direzionale B.

VERIFICA SPAZI DI USO PUBBLICO DI LIVELLO URBANO DI PERTINENZA DI AREE DIREZIONALI E TERZIARIE							
AREE DIREZIONALI E TERZIARIE	VOLUMETRIA	H virtuale	Superficie	SPAZI PUBBLICI CUBATURE NON RESIDENZIALI			
			SuV	VERDE URBANO		PARCHEGGI INTERRATI	
	mc	mt	mq	mq/mq	ha	mq/mq	ha
AREA A/B	924.000	3,2	288.750,00	57.750,00	5,78	173.250,00	17,33
AREA C/D	193.000	3,2	60312,50	12.062,50	1,21	36.187,50	3,62
totale			349.062,50	69,812,50	6,98	209.437,50	20,94

Tabella 1. Verifica spazi uso pubblico di aree direzionali



Figura 11. Stralcio PRG Comune di Roma Capitale – Rete Ecologica

L'area di intervento si colloca all'interno delle aree direzionali B, in particolare nel quadrante sud-ovest in direzione della stazione Tiburtina.

Nella tabella successiva, 1V, del *Piano Particolareggiato - Variante del 2012*, si riportano i dati complessivi del Piano.

TAB. 1V		Dati Generali del Piano Particolareggiato			
P.P. PIETRALATA					
VARIANTE NON SOSTANZIALE conforme alle prescrizioni dell'Art. 1 bis della L.R.L. 36/1987 e ss.mm.ii.					
Superficie Territoriale		ha	182		
Abitanti Insediati *		n	10.067		
Abitanti da Insediare *		n	3.633		
Totale Abitanti		n	13.700		
Densità Territoriale		ab/ha	76		
Dotazione Totale Spazi Pubblici		ha	143,64		
Dotazione di aree pubbliche di livello locale					
Aree pubbliche di livello locale	Servizi Scolastici	ha	8,25	mq/ab	6,0
	Servizi Sociali	ha	5,59	mq/ab	4,1
	Parcheggi	ha	9,57	mq/ab	7,0
	Verde Locale	ha	27,13	mq/ab	19,8
Totale aree pubbliche di livello locale		ha	50,54	mq/ab	36,9
Dotazione di aree pubbliche di livello urbano					
Aree pubbliche di livello urbano	Servizi Urbani	ha	20,73	mq/ab	15,1
	Verde Urbano	ha	23,77	mq/ab	17,4
Totale aree pubbliche di livello urbano		ha	44,50	mq/ab	32,5
Dotazione di spazi pubblici di livello urbano					
Spazi pubblici di livello urbano	parcheggi Interrati	ha	27,30		
Dotazione di spazi di uso pubblico di livello urbano					
Spazi di uso pubblico di livello urbano	Verde Urbano	ha	21,30		
* Delibera di C.C. n. 67 del 27.07.2001					

Tabella 2. Dati Generali del Piano Particolareggiato

L'Area direzionale B

Il **Progetto unitario Area B**, approvato con Del. G. C. n. 636 del 29.11.2006, suddivide l'impianto planimetrico nelle sub-aree fondiari individuate nella seguente tabella L2:

Tab.L2. Progetto unitario Area B (approvato con Del. G.C. n. 636 del 29.11.2006)						
Sub-aree - destinazione d'uso		Sup fond	SVL	Cubatura max realizzabile mc		
		mq	mq	residenziale	non residenziale	Totale
Terziario						
Area B	T1	5.800		0	42.000	74.000
	T2	2.700		0	22.400	
	T3	2.800		0	9.600	
TOTALE		11.300		0	74.000	74.000

Tabella 3. Progetto unitario Area B

Per quest'area, nel Piano Particolareggiato del 2006, è stata pertanto prevista la realizzazione di 74.000 mc con destinazione terziaria su una superficie fondiaria di mq 11.300.

Con la Variante non sostanziale del 2012, rimanendo invariate le dimensioni complessive in termini di superficie fondiaria e cubatura totale, viene operata una redistribuzione interna all'area B per i tre lotti funzionali T1, T2 e T3, come si evince di seguito nella tabella N estrapolata dalla relazione tecnica del nuovo piano.

Per quanto riguarda le volumetrie realizzabili, si deve quindi far riferimento alla variante non sostanziale del 2012, come riportato di seguito nella tabella N.

Tab. N. VARIANTE N.S. del P.P. Pietralata: Area A/B Insediamenti massimi realizzabili							
		Sup fond		Residen.	non resid.	Totale	SUv Superf.utile virtuale
	Sedi P.A.	mq		mc	mc	mc	mq
A	a disposizione P.A.	a	21.590		265.600	734.840	83.000
	a disposizione P.A.	b	4.800		48.000		15.000
	Università La Sapienza	c	22.610		229.240		71.638
	ISTAT	d	15.880		192.000		60.000
	totale		64.880		734.840		229.638
	Terziario	e	3.040		26.200	115.160	8.118
		f	3.500		30.200		9.438
		g	6.810		58.760		18.363
	totale		13.350		115.160		35.988
	Residenziale nuovo	h	2.250	21.250		21.250	6.641
	Residenziale esistente	h1	600	5.900		5.900	1.844
	totale		2.850	27.150		27.150	8.484
	TOTALE		81.080	27.150	850.000	877.150	274.109
B	Terziario	i	8.560	0	63.150	74.000	19.734
		l	960	0	6.850		2.141
		m	1.780	0	4.000		1.250
	totale		11.300	0	74.000		23.125
A/B	TOTALE GENERALE		92.380	27.150	924.000	951.150	297.234

Tab. Q. VARIANTE N.S. del P.P. Pietralata Verifica aree destinate a standard pubblico ed ad uso pubblico interno alle aree A/B									
Denominazione sub-area		Superficie Territoriale		Sup Fond	Aree Verdi Aree A/B			Parcheggi	Rete Viaria
					Verde urbano pubblico	Verde urbano di uso pubblico	Piazze		
		ha	mq	ha	mq	mq	mq	mq	mq
Area Direzionale	A	28,50	285.000	7,75		102.000	29.400	11.865	64.055
	B	5,73	57.300	1,3	46.000				
Totale		A/B	34,23	342.300	8,8	177.600		11.865	64.055

Tabella 4. Variante P.P. Pietralata – Insediamenti massimi realizzabili e verifiche standard minimi

“Nella 'Dotazione degli spazi di uso pubblico di livello urbano', è compreso il 'Verde urbano' localizzato all'interno del perimetro dell'Area Direzionale A/B. Sulla base dei Progetti Unitari dell'area A e B approvati (Del. G.C. n.169 del 30.03.2004- Del. G. C. n. 636 del 29.11.2006- Del. G.C. n. 251 del 05.08.2009), l'assetto morfologico è stato rimodulato definendo un nuovo rapporto tra aree fondiarie, rete stradale, parcheggi e verde urbano.” (Fonte Relazione Tecnica Piano particolareggiato).

In sintesi, le aree direzionali B sviluppano complessivamente una superficie di 5,73 ha di cui 1,3 ha di superficie fondiaria edificabile, e i rimanenti 4,6 ha destinati a verde pubblico urbano. Come riportato nell'immagine sottostante, le superfici fondiarie appartenenti all'area B sono collocate in punti diversi tra loro. In particolare, l'area Bi, in cui ricade questo intervento, è posta a SUD-OVEST dell'area direzionale accorpata A-B.

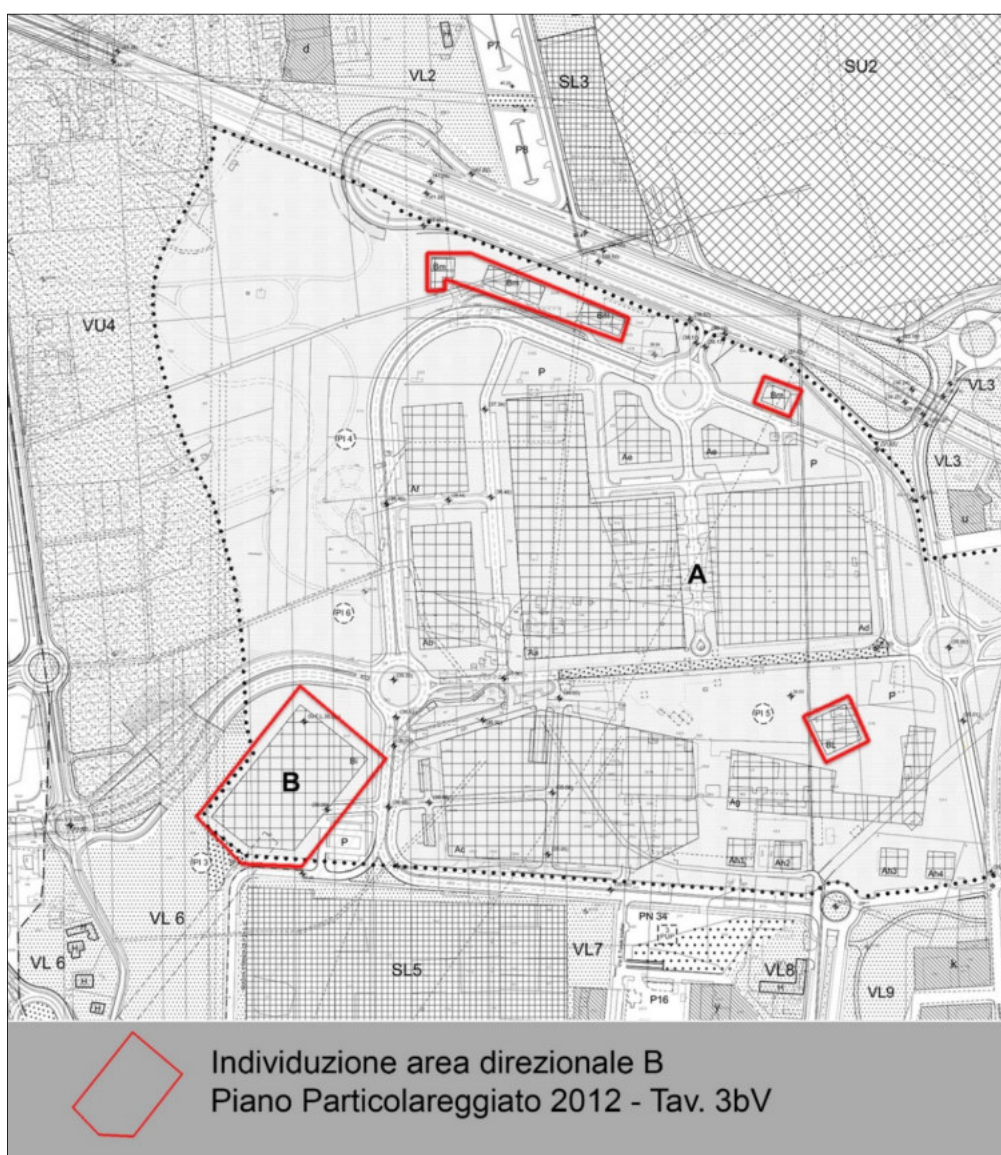


Figura 12. Stralcio Piano Particolareggiato 2012 – Tav. 3bV

2.6 Individuazione dell'intervento edilizio

Inserimento dell'intervento nel Piano Particolareggiato

L'area interessata dall'intervento edilizio, identificata con la lettera "Bi" nella Tavola 3aV del Piano Particolareggiato, è situata in un nodo particolarmente nevralgico, ponendosi in collegamento quasi diretto con la Stazione Tiburtina. Rappresenta un elemento di cerniera tra la stazione e l'intero comparto direzionale che si sviluppa in direzione nord-est. In questo senso il piano prevede anche un collegamento diretto tra la stazione e l'area di intervento tale da rafforzare ulteriormente il valore strategico del sito.

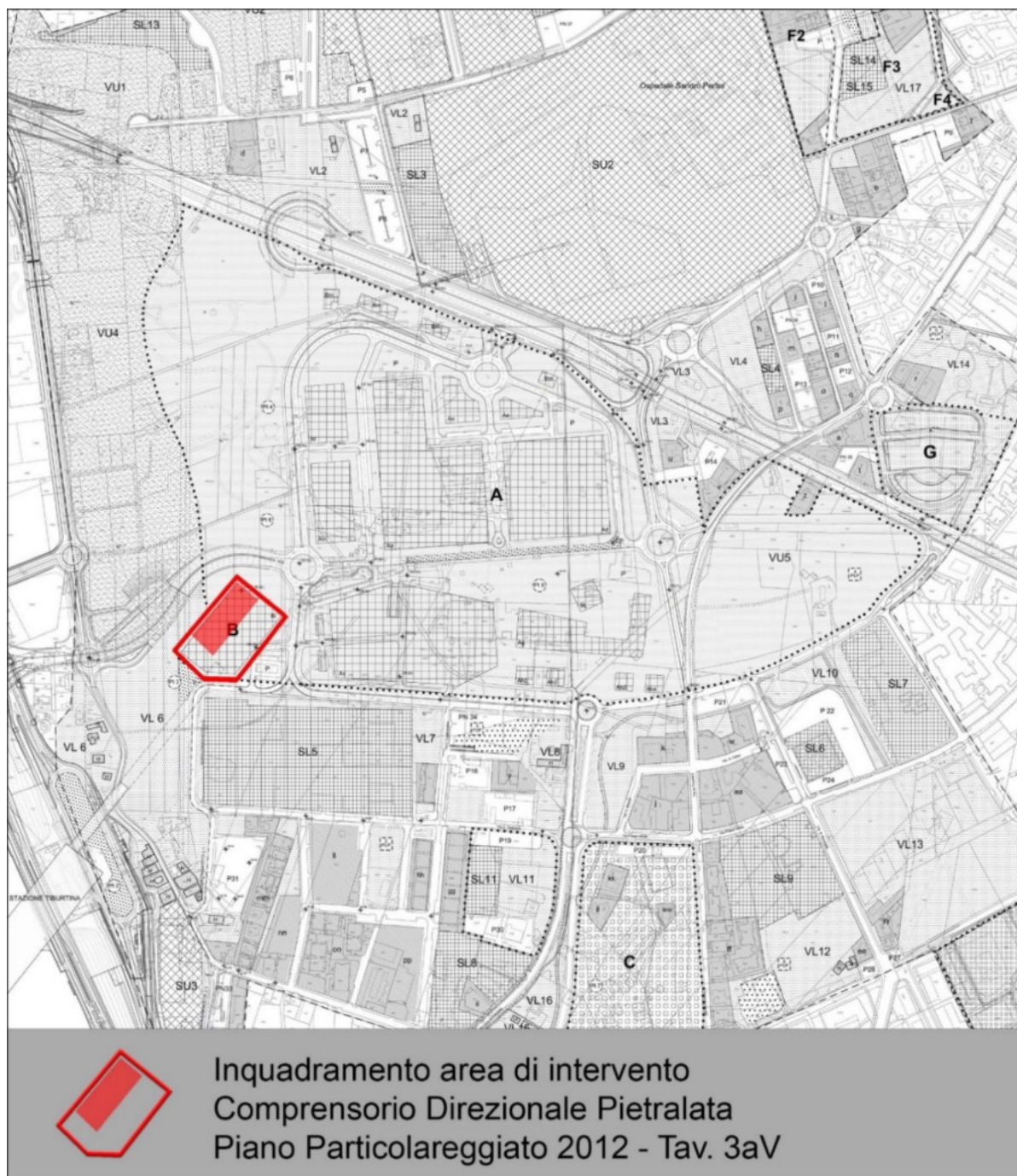


Figura 13. Stralcio Piano Particolareggiato 2012 – Tav. 3av

L'intervento, nello specifico, ricade in un'area frutto di una concessione in diritto di superficie rilasciata ai sensi della deliberazione del Consiglio Comunale di Roma Capitale n. 190 del 12 dicembre 2023.

La concessione riguarda nel suo insieme una superficie di mq 7.536, come riportato nella sottostante planimetria catastale.

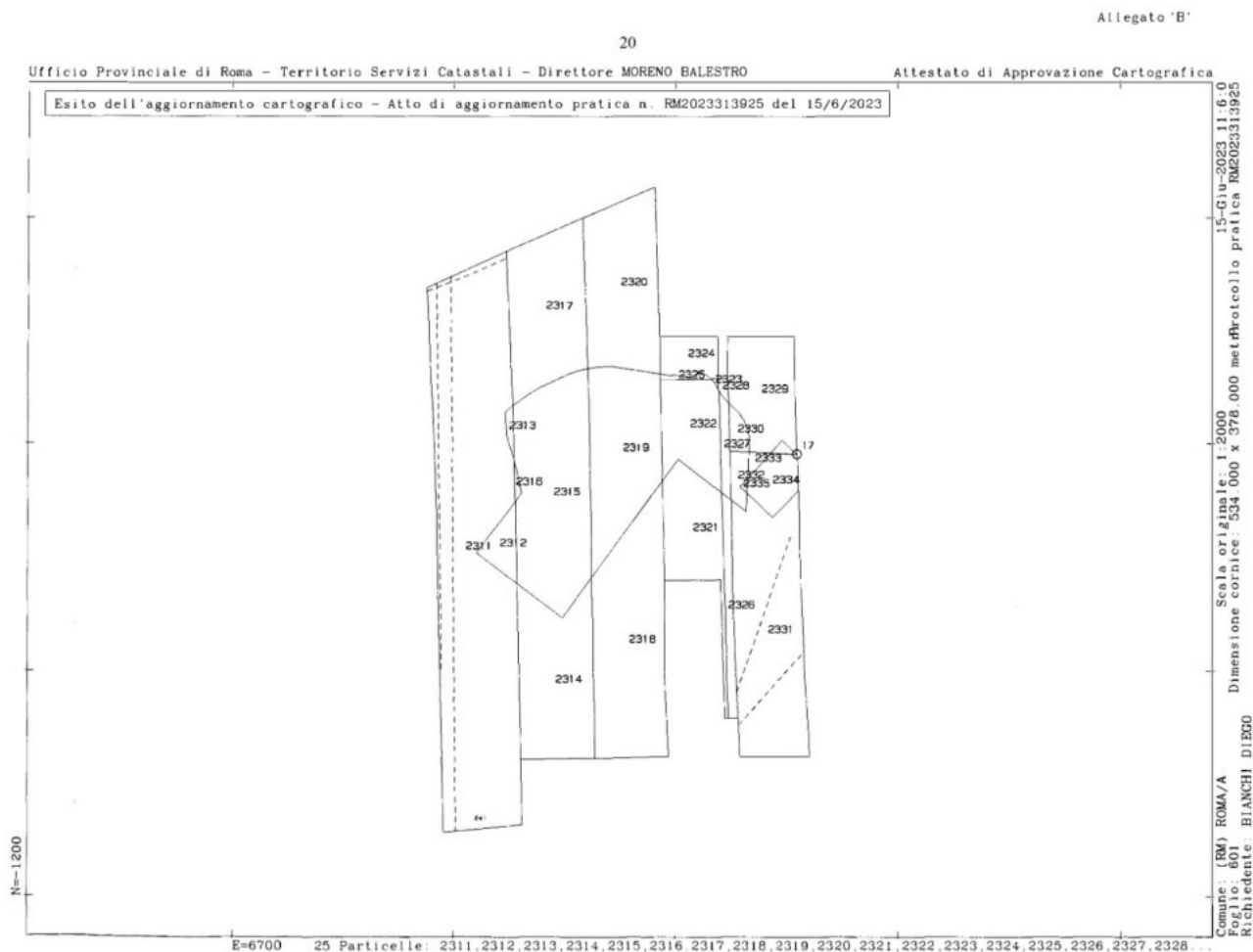


Figura 14. Planimetria catastale Lotto di intervento

Le particelle interessate dalla concessione, ricadenti nel foglio n. 601 del Catasto Terreni di Roma Capitale, sono le seguenti:

- p.lla 2312 di S.N. 329 mq;
- p.lla 2313 di S.N. 58 mq;
- p.lla 2315 di S.N. 3218 mq;
- p.lla 2319 di S.N. 2282 mq;
- p.lla 2322 di S.N. 1090 mq;
- p.lla 2325 di S.N. 47 mq;
- p.lla 2327 di S.N. 182 mq;
- p.lla 2330 di S.N. 147 mq;
- p.lla 2332 di S.N. 173 mq;
- p.lla 2335 di S.N. 10 mq

La parte principale della superficie di concessione, ricadendo all'interno del perimetro B1 del Piano Particolareggiato, è interessata dall'intervento edilizio vero e proprio.

La superficie rimanente corrispondente ad un'area di 2.950 mq è invece destinata a verde pubblico, concorrendo quindi in parte, agli standard urbanistici complessivi previsti dal Piano Particolareggiato (Tabella Q).



Figura 15. Planimetria di intervento con la delimitazione dei perimetri concessi

L'edificio di progetto, nell'ambito del Piano Particolareggiato, si trova all'interno dell'area indicata con la lettera "Bi" (Tav. 3Av). Come riportato nella tabella N del precedente paragrafo, quest'area ha una superficie complessiva di mq 8.560 e consente la realizzazione di una cubatura di mc 63.150 a destinazione terziaria in quanto parte dell'area direzionale "B".

Dividendo la suddetta volumetria per l'altezza virtuale di 3,20 m, si evince una Superficie Utile virtuale (SUV) realizzabile di mq 19.734, corrispondenti alla SUL (Superficie Utile Lorda), grandezza urbanistica di riferimento prevista dal PRG del 2008.

Nello specifico il progetto presentato utilizza solo una piccola parte della volumetria consentita, prevedendo la realizzazione di un intervento edilizio con una SUV di 2.355 mq corrispondente a 7.536 mc. Come si evince anche dalla tabella allegata sia in termini di SUV che di volume, l'intervento proposto risulta pertanto molto inferiore alle volumetrie e superfici realizzabili indicate dal Piano Particolareggiato.

Per quanto riguarda la realizzazione delle volumetrie ulteriori previste per l'area B1, si evidenzia che l'intervento attuale, come previsto dalla deliberazione n. 190 succitata, impegna solo una parte del lotto, al fine di consentire la realizzazione degli interventi successivi

Calcolo delle grandezze urbanistiche

Per il calcolo delle dimensioni urbanistiche, si è tenuto conto delle perimetrazioni esterne per ogni piano, ad esclusione delle intercapedini ventilate, dei vani scala e ascensori e dei vuoti determinati dalle doppie altezze di alcuni ambienti.

DIMENSIONAMENTO DELL'INTERVENTO EDILIZIO					
DIMENSIONAMENTO EDIFICIO					
(Nel calcolo delle superfici di progetto sono stati esclusi i vani scale, i vani ascensori e le intercapedini ventilate)					
Piano	Superficie	Altezza Virtuale	Volumetria di progetto		
0	994,00	3,20	3.180,80		
1	590,00	3,20	1.888,00		
2	720,00	3,20	2.304,00		
3	51,00	3,20	163,20		
TOTALE	2.355,00	3,20	7.536,00	(Volumetria totale di progetto)	
PARAMETRI URBANISTICI					
Lotto	Superficie totale del lotto (mq)	Superficie area di progetto utilizzata	Volumetria consentita dal Piano particolareggiato (mc)	Volumetria di progetto (mc)	Volumetria residua (mc)
Bi	8.560	4.509	63.150	7.536	55.614
			Suv (Superficie Utile Virtuale) Volume/H. virt = 3.20 (mq)	SUv di progetto (mq)	SUv residua (mq)
			19.734	2.355	17.379
Lotto	Superfici di progetto	Altezza virtuale	Volume virtuale corrispondente	Standard parcheggi pertinenziali (1mq/7,5mc)	Parcheggio di progetto (mq)
Bi	2.367	3,20	7.536	1.005	1010
					(> 1.005)
VERIFICA ALTEZZA DELL'EDIFICIO					
Altezza massima consentita di P.P. (ml)		38			

Altezza di progetto (ml)	22,68 (< 38)		
(calcolata all'estradosso della pensilina di copertura)			

Tabella 5. Dimensionamento dell'intervento edilizio

Parcheggi pertinenziali

Per quanto riguarda la realizzazione dei parcheggi pertinenziali, da reperire all'interno della superficie fondiaria dell'area di intervento, si fa riferimento al parametro previsto dalle norme tecniche di attuazione del Piano Particolareggiato del 2006, art. 4.3, che prevedono la realizzazione di 1mq di parcheggi ogni 7,5 mc di volume costruito a destinazione non residenziale.

In base a quanto sopra le dimensioni minime di parcheggi pertinenziali da realizzare in riferimento all'intervento sarebbe pari a:

$$7.536 \text{ mc} / 7,5 = 1.005 \text{ mq}$$

Al fine di soddisfare questo requisito, il progetto prevede la realizzazione di un parcheggio pertinenziale di mq: 1.010.

2.7 Vincoli

Per quanto riguarda il sistema dei vincoli si è fatto riferimento a quanto previsto dal Piano Territoriale Paesistico Regionale, aggiornato all'anno 2021, attualmente in vigore nella Regione Lazio analizzando in particolare le tavole A, B e C. Per quanto riguarda i primi due elaborati (A e B) l'area di interventi non presenta situazioni di vincolo. Nella tavola A l'area risulta paesaggio agrario di continuità. Le norme prevedono quanto riportato nell'articolo 27 che si riporta di seguito:

“Articolo 27 *Paesaggio agrario di continuità*

1. Il Paesaggio agrario di continuità è costituito da porzioni di territorio caratterizzate ancora dall'uso agricolo ma parzialmente compromesse da fenomeni di urbanizzazione diffusa o da usi diversi da quello agricolo.

Questi territori costituiscono margine agli insediamenti urbani e hanno funzione indispensabile di contenimento dell'urbanizzazione e di continuità del sistema del paesaggio agrario.

2. In questa tipologia sono da comprendere anche le aree caratterizzate da frammentazione fondiaria e da diffusa edificazione utilizzabili per l'organizzazione e lo sviluppo di centri rurali e di attività complementari ed integrate con l'attività agricola.

3. La tutela è volta alla riqualificazione e recupero di paesaggi degradati da varie attività umane anche mediante ricoltivazione e riconduzione a metodi di coltura tradizionali o a metodi innovativi e di sperimentazione nonché alla riqualificazione e al recupero dei tessuti urbani di cui costituiscono margine con funzione di miglioramento del rapporto città campagna. Si possono realizzare infrastrutture, servizi e adeguamenti funzionali di attrezzature tecnologiche esistenti nonché attività produttive compatibili con i valori paesistici.

4. Previa procedura di valutazione di compatibilità paesistica in sede di esame di variante urbanistica, se ne può consentire uso diverso da quella agricolo e produttivo nel rispetto del

principio del minor consumo di suolo.”



Inquadramento area di intervento
Piano Territoriale Paesistico Regione Lazio - Tav. A
Anno 2021

Figura 16. Stralcio Piano Territoriale Paesistico Regione Lazio – Tav. A Paesaggio Agrario di Continuità

Per quanto riguarda la Tavola B, non risultano presenti beni paesaggistici.

Dall'analisi effettuata sulle prime due tavole, in particolare la B, si evince pertanto che sull'area non insistono vincoli prescrittivi di cui tener conto.

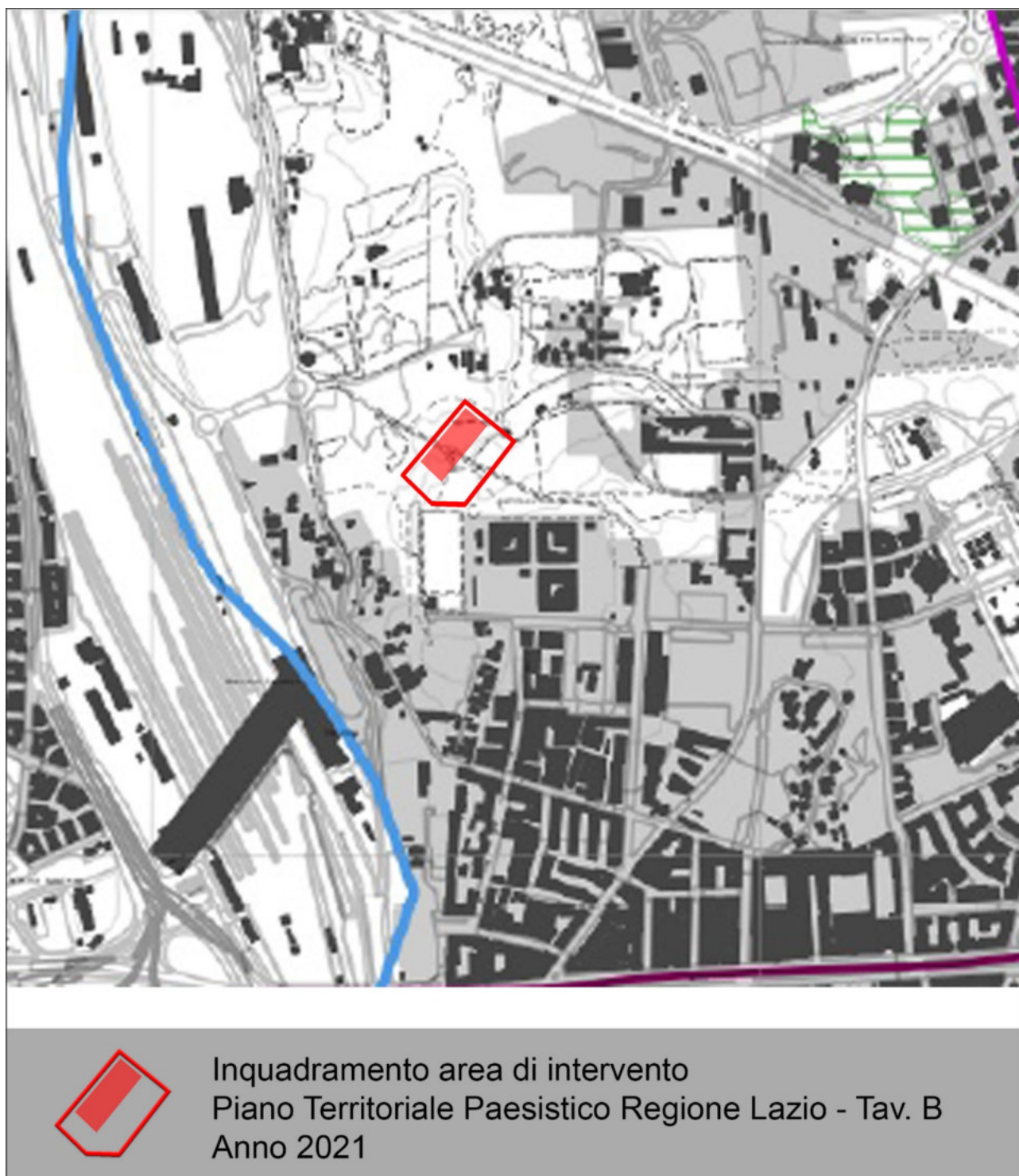


Figura 17. Stralcio Piano Territoriale Paesistico Regione Lazio – Tav. B Beni Paesaggistici

Risulta interessante invece quanto emerge dalla tavola C, elaborato definito ricognitivo, pertanto non prescrittivo. Nella tavola C l'area risulta identificata come "pascoli rocce e aree nude". In questo tipo di contesti, richiamando quanto previsto dalla tabella A dell'art. 27 delle Norme, per le "aree nude" si prevede una serie di obiettivi e di fattori di vulnerabilità dei quali è opportuno tener conto, secondo quanto di seguito riportato:

Tab. A) Paesaggio agrario di continuità - Definizione delle componenti del paesaggio e degli obiettivi di qualità paesistica

(Estratto)

“Aree nude o improduttive soggette ad attività temporanee improprie o in abbandono in attesa di diversa destinazione”

Obiettivi di tutela e miglioramento della qualità del paesaggio

Individuazione linee di sviluppo urbanistico ed edilizio compatibili con i livelli di valore riconosciuti e con il principio del minor consumo di territorio attraverso -Attenta politica di localizzazione e insediamento.

Individuazione di interventi di valorizzazione del paesaggio agrario anche in relazione ad uno sviluppo sostenibile:

- sviluppo prodotti locali di qualità
- sviluppo agriturismo
- creazione di strutture per la trasformazione e commercializzazione
- Valorizzazione energia rinnovabile
- Promozione formazione e qualificazione professionale
- Creazione reti e collegamenti con le città rurali e altre regioni.

Riqualificazione e recupero di paesaggi degradati da varie attività umane anche mediante ricoltivazione e riconduzione a metodi di coltura tradizionali o metodi innovativi e di sperimentazione

- modi di utilizzazioni del suolo compatibili con la protezione della natura e il miglioramento delle condizioni di esistenza delle popolazioni

Salvaguardia delle architetture rurali

Fattori di rischio ed elementi di vulnerabilità del paesaggio

modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale.

Ulteriore suddivisione e frammentazione modificazioni dei caratteri strutturanti il territorio agricolo

Riduzione di suolo agricolo dovuto a espansioni urbane o progressivo abbandono dell'uso agricolo

Intensità di sfruttamento agricolo Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico, inquinamento del suolo.

Intrusione di elementi estranei o incongrui con i caratteri peculiari compositivi, percettivi e simbolici

quali discariche e depositi, capannoni industriali, torri e tralicci.

3. CRITERI GENERALI UTILIZZATI PER L'IMPOSTAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI

3.1 I criteri di valenza architettonica

L'intervento per la realizzazione della Sede del Rome Technopole e del Polo Tecnologico a Pietralata riveste un'importanza strategica sia per le sue funzioni propulsive e innovative, sia per la sua posizione chiave nel tessuto urbano. Situato come cerniera tra importanti nodi urbani come la Stazione Tiburtina e il futuro Stadio, l'area svolge un ruolo fondamentale nella connessione di varie strutture, inclusi gli edifici del nuovo polo di Sapienza. L'impianto planimetrico a corte aperta e permeabile favorisce l'interazione tra la comunità scientifica e la città, offrendo un centro di innovazione accessibile a tutti.

Dal punto di vista funzionale, il complesso integrerà laboratori avanzati, spazi per l'incubazione d'impresa e aree didattiche, promuovendo la ricerca e la sperimentazione tecnologica. L'approccio energetico ed ecologico è altamente innovativo, con soluzioni che mirano a rendere gli edifici autosufficienti e a zero emissioni, combinando fotovoltaico, idrogeno verde e geotermia. I sistemi bioclimatici passivi, come laghi d'aria, torri di ventilazione, spazi-serra integrati negli involucri e coperture verdi, contribuiscono all'abbattimento del consumo energetico e all'aumento del comfort ambientale.

La struttura degli edifici, realizzata in Pres-Lam, offre numerosi vantaggi in termini di sicurezza sismica, sostenibilità e rapidità di costruzione. La Sede del Rome Technopole sarà non solo particolarmente integrata con sistemi bioclimatici ed energetici innovativi, ma anche con tecnologie di stoccaggio dell'energia, consentendo la produzione e l'utilizzo efficiente dell'energia.

In sintesi, l'intervento si distingue per la sua visione avanzata che promuove l'innovazione, la sostenibilità e l'interazione tra comunità scientifica e cittadini, ponendosi come esempio di eccellenza nell'ambito della costruzione sostenibile e dell'urbanistica intelligente.

3.2 I criteri di valenza funzionale, distributiva e d'uso

I criteri di valenza funzionale, distributiva e d'uso possono essere individuati nel progetto della Sede del Rome Technopole a Pietralata come segue:

Valenza Funzionale:

- **Adattabilità e Modularità degli Spazi:** L'edificio è progettato per garantire flessibilità e adattabilità nel tempo, con spazi facilmente trasformabili per soddisfare diverse esigenze funzionali. Questo è reso possibile attraverso l'impiego di pareti mobili e di una struttura basata sulla modularità.
- **Innovazione Tecnologica e Costruttiva:** Le soluzioni innovative sperimentate e introdotte nel progetto, sia sul piano costruttivo sia su quello dei sistemi energetici, sono volte al miglioramento della funzionalità interna in termini di usabilità, di comfort degli spazi e di ottimizzazione (in primis riduzione) dei consumi energetici.

Valenza Distributiva:

- **Organizzazione degli Spazi:** L'area è suddivisa in blocchi funzionali per ospitare diverse attività, tra cui aule multimediali, laboratori di ricerca, uffici amministrativi e spazi comuni. Questa distribuzione mira a ottimizzare l'utilizzo dello spazio disponibile e a garantire la fluida circolazione tra le diverse funzioni.
- **Accessibilità e Connessioni:** Il progetto prevede due accessi principali per favorire l'accessibilità al sito e il collegamento con le infrastrutture circostanti, prima fra tutte la Stazione Tiburtina. Sono inoltre previsti percorsi pedonali e aree verdi per favorire la connessione tra gli spazi interni ed esterni.

Valenza d'Uso:

- **Promozione della Socializzazione e della Creatività:** L'edificio è concepito come un luogo aperto e inclusivo, volto a promuovere l'incontro tra persone e idee. Sono previsti spazi comuni e attività culturali per promuovere l'interazione sociale, la sperimentazione e la creatività.

In sintesi, il progetto della Sede del Rome Technopole a Pietralata si caratterizza per la sua innovazione tecnologica, l'efficienza distributiva degli spazi, l'attenzione alla sostenibilità ambientale e la promozione della socializzazione e della creatività.

3.3 I criteri di valenza ambientale e biofisica

Le conseguenze del cambiamento climatico, ampiamente previste dagli scenari ipotizzati dal *Intergovernmental Panel on Climate Change*, stanno già influenzando le nostre vite. La mitigazione degli impatti e l'adattamento ad essi sono temi centrali della progettazione. La vulnerabilità degli ecosistemi è massima in contesto urbano e periurbano, dove la bassa presenza di biodiversità comporta una riduzione dei benefici che da essa possiamo ricevere.

La scelta delle migliori soluzioni progettuali da adottare prevede la definizione *in primis* di uno scenario d'intervento costruito sulla base di principali parametri caratterizzanti l'ambiente urbano, quali la temperatura media radiante, la temperatura fisiologica equivalente, la velocità, la direzione e l'intensità del vento e l'umidità relativa, oltre a caratteristiche geometrico-fisiche quali, ad esempio, il fattore di vista del cielo "*Sky View Factor*". La disposizione odierna di modelli e software di simulazione fluidodinamica predittiva per l'approccio progettuale su scala urbana, di quartiere e del singolo edificio, permette, con analisi *ante* e *post operam*, la progettazione rispondente agli obiettivi di benessere ambientale e psicofisico.

Nel macro-quadro della Progettazione Ambientale, l'Adattamento Climatico (*Climate Adaption*), diviene scenario di ricerca progettuale ove sviluppare, ed applicare, sistemi e strategie innovative e adattive agli effetti dei fenomeni derivanti dai cambiamenti climatici, in primis, tra gli altri, quelli di *urban heat island* (UHI) e di *pluvial flooding*, attraverso un approccio metodologico di tipo sperimentale.

L'introduzione di meccanismi e processi ambientali nei caratteri biofisici presenta un alto potenziale di efficacia, ed è esprimibile principalmente con un approccio basato sull'utilizzo di *nature-based solutions* (NBS).

Nel *framework* del Green Deal europeo, il ripristino degli *habitat* è uno dei *target* della nuova legge approvata dalla Commissione, che mira a "*ripristinare l'80 % degli habitat europei che versano in cattive condizioni e a riportare la natura in tutti gli ecosistemi, dalle foreste e dai terreni agricoli agli ecosistemi marini, di acqua dolce e urbani*". Quindi è necessario rigenerare *habitat* ed ecosistemi anche nelle città, approfittando anche delle superfici verdi che secondo i Criteri Ambientali Minimi devono essere almeno il 40% della superficie totale dei nuovi edifici. In queste aree si deve, per quanto possibile, cercare di ripristinare *habitat* tipici del contesto ambientale locale, che insieme alle soluzioni tecnologiche, contribuiscono alla mitigazione dei problemi che il *global change* genera.

Una analisi della documentazione tecnica ad oggi disponibile nel panorama internazionale permette di estrapolare e raccogliere le più diffuse strategie, azioni e dispositivi tecnologici adattativi agli effetti del *pluvial flooding*, del *urban heat island* e alle conseguenze dell'intenso *runoff* urbano, con lo scopo di applicare le tecniche specifiche al progetto in essere.

In tale direzione, il rapporto della European Environmental Agency (EEA) "*Green infrastructure and territorial cohesion*" supporta "il processo europeo verso la coesione territoriale e lo sviluppo delle *green infrastructure*".

In un approccio di logica transcalare, la scelta delle strategie e delle azioni introdotte nel presente progetto pone le proprie basi sugli studi scientifici eseguiti dalla *Hafen City Universität* (*Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren. Wissendokument, Hafen City Universität, Tutech Verlag Hamburg, April 2017*), sviluppati nell'ambito dell'iniziativa *KLIQ-Klimafolgenanpassung innerstädtischer hochverdichteter Quartiere in Hamburg*.

Di seguito si riportano, in termini tabellari, le raccomandazioni per l'applicazione di criteri progettuali ambientali declinate sul progetto della sede del Rome Technopole.

	CRITERI PROGETTUALI PER IL SISTEMA DEGLI SPAZI APERTI				
	Azione	Raccomandazioni e Categorie di soluzioni	Contributo adattivo	Efficaci a alle UHI	Efficacia al Flooding
Viabilità orientata a E-W	Urban greening (piantumazione di masse arboree e arbustive) caduca e sempreverde	1. piantumazione di alberature con chioma ampia 2. scelta di vegetazione con ampio fogliame	Evapotraspirazione	X	X
			Ombreggiamento		X
			Riduzione del heatstress		X
			Miglioramento microclimatico		X
			Riduzione effetto isola di calore		X
Viabilità orientata a N-S	Urban greening (piantumazione di masse arboree e arbustive) caduca e sempreverde	1. piantumazione di alberature con chioma ampia 2. scelta di vegetazione con ampio fogliame	Evapotraspirazione	X	X
			Ombreggiamento		X
			Riduzione del heatstress		X
			Miglioramento microclimatico		X
			Riduzione effetto isola di calore		X
Viabilità senza di azioni di urban greening	Elementi schermanti	Nelle viabilità esposta a forte irraggiamento prevedere elementi di schermatura puntuali	Ombreggiamento		X
			Riduzione del heatstress		X
Sedi stradali e parcheggi	Impiego di materiali drenanti, permeabili, coniugati ad azioni di <i>urban greening</i> sullo spazio aperto	1.utilizzo di materiali permeabili e drenanti 2.impiego di materiali dal ridotto coefficiente di albedo 3.piantumazione di	Evapotraspirazione	X	X
			Ombreggiamento		X
			Riduzione del heatstress		X

	mediante piantumazione di masse arboree	masse arboree e arbustive in luoghi ove siano presenti diverse ore di esposizione alla luce solare diretta	Infiltrazione/captazione acque meteoriche	X	
			Miglioramento microclimatico		X
			Riduzione effetto isola di calore	X	X
Viabilità pedonale	Impiego di sistemi integrati di materiali climate responsive, elementi di regolazione del microclima urbano e schermature	1.utilizzo di materiali permeabili e drenanti 2.impiego di materiali dal ridotto coefficiente di albedo 3.piantumazione di masse arboree e arbustive in luoghi ove siano presenti diverse ore di esposizione alla luce solare diretta 4.installazione di elementi di schermatura puntuale (alberature, pergole, schermature con FV integrato)	Evapotraspirazione	X	X
			Ombreggiamento		X
			Riduzione del heatstress		X
			Miglioramento microclimatico		X
			Riduzione effetto isola di calore		X
Spazi aperti	Urban greening (piantumazione di masse arboree e arbustive) e caduca e sempreverde autoctona e nativa del luogo, ad alta capacità di mitigazione ambientale	1.piantumazione di alberature con chioma ampia 2.scelta di vegetazione con ampio fogliame 3.impiego di masse erbacee tappezzanti stress-resistenti 4. adozione di sistemi di captazione e stoccaggio dell'acqua meteorica (rain garden), bioswales, con proprietà di purificazione delle acque di prima pioggia.	Evapotraspirazione	X	X
			Ombreggiamento		X
			Biodiversità	X	X
			Riduzione del heatstress		X
			Miglioramento microclimatico		X
			Riduzione effetto isola di calore		X

Tabella 6. Quadro di azioni di adaptive urban design e macro-criteri per la relativa applicazione negli spazi aperti

La tabella mostra il contributo adattivo delle azioni di *adaptive urban design* e i macro-criteri per la loro relativa applicazione negli spazi aperti. Rieditato graficamente, adattato e con testo tradotto da: *Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren. Wissendokument, Hafen City Universität, Tutech Verlag Hamburg, 2017* e *NACTO National Association of City Transportation Officials, Urban Street Stormwater Guide, Island Press NYC, 2017*.

Le caratteristiche attuali dell'area

Nell'area sede del Rome Technopole non sono state rilevate specie o habitat di particolare valenza ambientale. L'area non è soggetta ad alcun vincolo o tutela. La Rete Ecologica Regionale non rileva la presenza di elementi significativi. Lo stesso vale per la Rete ecologica locale (REL) relativa alla città di Roma, strumento del Piano Regolatore Generale, in quanto la stessa ricade nel sistema ambientale "Verde della Città consolidata" e nel sistema antropico "Interventi nella Città da ristrutturare". Ci troviamo in un contesto urbano marginale, in cui non sussistono emergenze floristico vegetazionali e le caratteristiche ecologiche non hanno una valenza centrale all'interno della rete ecologica. La vegetazione è essenzialmente di tipo erbaceo, caratterizzata per lo più da specie sinantropiche di scarso valore naturalistico. La vegetazione arborea è pressoché assente, fatti salvi alcuni esemplari di *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, specie aliena invasiva inserita nell'elenco delle specie di "*European concern*" e che quindi saranno destinati a rimozione. La vegetazione erbacea è dominata da *Oloptum miliaceum* (L.) Röser & H.R.Hamasha con abbondante presenza di *Sinapis alba* L. ed *Erodium malacoides* (L.) L'Hér. subsp. *malacoides*. Sono stati rinvenuti inoltre *Raphanus raphanistrum* L., *Beta vulgaris* L., *Crepis sancta* (L.) Bornm., *Antirrhinum majus* L., *Cota tinctoria* (L.) J.Gay, *Verbascum sinuatum* L., *Daucus carota* L., *Geranium columbinum* L., *Silene latifolia* Poir. subsp. *alba*, *Mercurialis annua* L., *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Bituminaria bituminosa* (L.) C.H.Stirt., *Avena fatua* L., *Rubus ulmifolius* Schott, *Calendula arvensis* (Vaill.) L., *Arundo donax* L.. Si tratta quindi di specie quasi totalmente afferenti ai *Chenopodietea* o agli *Artemisietea* aventi spiccate attitudini ruderali. Al contrario non sono state rilevate specie arboree o arbustive che necessitino di essere recuperate o salvaguardate.

I Criteri Ambientali Minimi (CAM)

I Criteri Ambientali Minimi (di seguito indicati con l'acronimo CAM) rappresentano le "misure volte all'integrazione delle esigenze di sostenibilità ambientale nelle procedure d'acquisto di beni e servizi delle amministrazioni competenti", come riportato nell'ultima versione del Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della Pubblica amministrazione (edizione 2023).

I CAM assumono un ruolo di primo piano nella transizione ecologica ponendosi i seguenti obiettivi:

- ridurre gli impatti ambientali;
- promuovere modelli di produzione e consumo "circolari";
- razionalizzare i consumi della PPAA, riducendone ove possibile la spesa.

In particolare, si risponde coerentemente al paragrafo tematico in questione, ai seguenti criteri:

Inserimento naturalistico e paesaggistico

Il progetto si prepone di allestire il verde esterno mediante impiego di specie tipiche delle comunità che potenzialmente si sviluppano nell'area romana, promuovendo la conservazione degli ecosistemi presenti. In particolare, si prevede la messa a dimora di alberi e arbusti caratteristici della serie di vegetazione dell'area metropolitana di Roma, garantendo la conservazione degli ecosistemi presenti nell'area romana, con la relativa vegetazione costituita da arbusteti, cespuglieti e prati in evoluzione. Tali sistemi, ricadenti in un'area complessiva di 2950 mq, sono integrati, nell'area di progetto, nel rispetto dei piani e dei programmi locali vigenti, degli equilibri ecologici e dell'identità paesaggistica. Il progetto è coerente e conforme ai criteri previsti dal decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde". In particolare, si evidenzia il perseguimento delle direttive Europee nell'ambito della nuova strategia forestale UE 2030, al fine di migliorare la qualità e la quantità del patrimonio forestale come pietra miliare per la soluzione al problema dei cambiamenti climatici e alla perdita della biodiversità. Il piano prevedere la piantumazione di oltre 3 miliardi di alberi entro il 2030 con l'obiettivo di incremento della copertura forestale europea, l'incremento della resilienza e delle funzioni ecologiche e di biodiversità.

Permeabilità della superficie territoriale

Il progetto prevede una superficie permeabile complessiva (comprendendo i percorsi pedonali, i marciapiedi, i parcheggi, le piazze, i cortili) pari a mq 2529, pari al 72% del sedime totale di intervento e superiore al 60% previsto da normativa. Per superficie permeabile si intendono tutti gli elementi edilizi e non che presentano un coefficiente di deflusso inferiore a 0,50.

Riduzione effetto isola di calore e inquinamento atmosferico

Acquisite le indicazioni previste dal Regolamento Capitolino del verde pubblico e privato e del paesaggio urbano di Roma Capitale, il progetto garantisce:

- a) una superficie da destinare a verde superiore al 60% della superficie permeabile individuata al criterio "Permeabilità della superficie territoriale";
- b) che le aree di verde pubblico sono progettate in conformità al decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde";
- c) la valutazione dello stato quali-quantitativo del verde già presente mediante indagini sul posto da demandare a relazioni specifiche ad hoc;
- d) l'impiego di masse arboree e arbustive performanti e ad alta capacità di mitigazione ambientale (assorbimento polveri sottili, inquinanti gassosi) idonee per l'hinterland romano;
- e) l'adozione di pavimentazioni stradali carrabili, a parcheggio o di stazione drenanti, altamente performanti, con alto contenuto di materiale riciclato e con indice SRI (*Solar Reflectance Index*, indice di riflessione solare) di almeno 29;
- f) l'ombreggiamento, per almeno il 10% delle superfici a parcheggio o di stazionamento veicoli di cui almeno il 10% dell'area lorda costituita da copertura verde, con un perimetro di cintura verde non inferiore a 1 mt e la predisposizione di stalli per ciclomotori, moto, rastrelliere per biciclette, rapportate al numero potenziale dei fruitori. Nello specifico si prepone un intervento di perimetrazione del parcheggio di mq 1010 mediante vegetazione erbacea proponendo l'impianto di masse arboree o arbustive in vaso in previsione della futura espansione edilizia della sede del Rome Technopole. La pavimentazione dell'area

destinata a parcheggio si propone di essere realizzata in masselli inerbiti drenanti autobloccanti con recupero, gestione e trattamento delle acque meteoriche in loco.

Tale sistema, definito “*park-green*”, contribuisce alla riduzione del fenomeno di isola di calore urbano, migliorando contestualmente il microcomfort locale. Le specie selezionate per l'inerbimento e le alberature contribuiranno alla protezione dell'entomofauna, con particolare riferimento agli impollinatori.

Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo

Il progetto garantisce nello specifico:

- a) la realizzazione di impianto di depurazione delle acque di prima pioggia, (per acque di prima pioggia si intendono i primi 5 mm di ogni evento di pioggia indipendente, uniformemente distribuiti sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche) provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento in aree opportunamente dedicate e rispondenti ai criteri geologici e morfologici del luogo;
- b) la realizzazione di interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche ai fini della minimizzazione degli effetti di eventi meteorologici eccezionali mediante sistemi di depurazione di tipo naturale come un *rain garden* in grado di gestire le acque provenienti dalla copertura dell'edificio e *bioswales* progettate ai margini delle sedi viarie principali e dell'area parcheggio.

Infrastruttura primaria

- Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche

Si prevede la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche; la stessa può essere effettuata tramite sistemi di drenaggio lineare (prodotti secondo la norma UNI EN 1433) o sistemi di drenaggio puntuale (prodotti secondo la norma UNI EN 124). Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento (marciapiedi, aree e strade pedonali o ciclabili, giardini, ecc.) possono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo o per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici.

Le acque invece provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) saranno preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, quali, ad esempio, vasche di fitodepurazione con specie ad alto assorbimento di inquinanti, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche.

- Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico

Per quanto concerne l'irrigazione del verde pubblico si applica quanto previsto nei CAM emanati con decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 “Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde”. Si prevede pertanto l'installazione di un sistema di irrigazione con adduzione proveniente dalla gestione, riciclo e riuso delle acque meteoriche recuperate in appositi serbatoi interrati.

Suddetto impianto risulterà di supporto alla gestione e alla manutenzione del verde nelle stagioni particolarmente avverse. Compatibilmente con le relazioni geologiche si prevede la realizzazione di un pozzo per il supporto all'irrigazione degli spazi verdi.

Rapporto sullo stato dell'ambiente

È allegata alla presente relazione un Rapporto sullo stato dell'ambiente che descrive lo stato *ante operam* delle diverse componenti ambientali del sito di intervento (suolo, flora, fauna ecc.), completo dei dati di rilievo, anche fotografico, delle modificazioni indotte dal progetto e del programma di interventi di miglioramento e compensazione ambientale da realizzare nel sito di intervento. In riferimento ai CAM che richiedono la conservazione degli habitat presenti all'interno del sito di progetto, si rileva che non è necessaria alcuna azione di conservazione (vedi stato attuale). Al contrario le superfici verdi, che saranno pari al 45% della superficie totale, saranno rappresentative degli ecosistemi e quindi degli habitat potenzialmente presenti nell'area urbana di Roma. In questo senso rappresenteranno delle importanti “*stepping stone*” all'interno della rete ecologica. La scelta delle specie ricadrà principalmente su specie arboree e arbustive, con una copertura arborea che supererà il 50% e una copertura arbustiva di almeno il 30%. Questa scelta rappresenterà anche una strategia per limitare al massimo il consumo idrico, riducendo al minimo la scelta di specie erbacee che possono avere necessità idriche maggiori. In tale direzione la realizzazione di un giardino di pioggia assicurerà un'efficace depurazione delle acque di prima pioggia e delle acque meteoriche che avranno raccolto l'acqua proveniente da superfici scolanti potenzialmente inquinate.

- Biodiversità e infrastrutture verdi

La commissione Europea definisce le infrastrutture verdi “una rete strategicamente pianificata di aree naturali e seminaturali con altre caratteristiche ambientali, progettata e gestita per fornire un'ampia gamma di servizi ecosistemici come la purificazione dell'acqua, la qualità dell'aria, lo spazio per il tempo libero e la mitigazione e l'adattamento al clima. Questa rete di spazi verdi (terra) e blu (acqua) può migliorare le condizioni ambientali e quindi la salute e la qualità della vita dei cittadini. Inoltre, sostiene un'economia verde, crea opportunità di lavoro e migliora la biodiversità. La rete Natura 2000 costituisce la spina dorsale dell'infrastruttura verde dell'UE.”

Questa definizione, sviluppata nell'ambito della Strategia Europea per la Biodiversità, allarga molto il concetto che generalmente si ha di infrastruttura verde in architettura che potrebbe essere riassunto come segue: una *nature-based solution* progettata per incrementare la biodiversità di un'area e quindi potenziare le funzioni ecologiche e i servizi ecosistemici ad esse connessi.

Tra gli esempi delle tipologie di infrastrutture Verdi, la commissione europea specifica che gli “Spazi verdi urbani ben progettati (parchi, giardini, tetti verdi, orti...) possono contribuire a proteggere la biodiversità, aiutando allo stesso tempo ad affrontare il cambiamento climatico, a mantenere le città fresche, a ridurre i rischi di alluvione e a migliorare la salute e il benessere dei residenti urbani.”

La sede del Rome Technopole integrerà quindi importanti esempi di spazi verdi urbani, che saranno progettati per proteggere la biodiversità romana e, al contempo, utilizzare i servizi ecosistemici che gli spazi verdi possono fornire, migliorando le condizioni ambientali esterne ed interne agli edifici.

- Le scelte floristiche

Privilegiare fortemente l'uso della flora autoctona nelle sistemazioni a verde esterne. Utilizzare una flora mista per i muri verdi interni. Ovvero, prediligere la flora autoctona di tipo mediterraneo per le

esposizioni soleggiate ed eventualmente far ricorso alla flora alloctona solo per quelle aree interne laddove le limitate condizioni di irradiazione luminosa o le temperature non permettano la sopravvivenza di specie autoctone. Prediligere piante che resistano allo stress idrico o che necessitino di un apporto idrico ridotto, sia per i muri verdi interni agli edifici che per le aree verdi esterne. Completare gli allestimenti esterni con dei pannelli esplicativi del ruolo ecosistemico delle specie scelte e, soprattutto, della stagionalità della flora mediterranea. In particolare, sarà necessario spiegare ai fruitori del luogo che in ambiente mediterraneo la flora è normalmente caratterizzata dalla dominanza floristica e cenologica dalla forma biologica terofitica (specie annuali). Le terofite completano il loro ciclo vitale nel periodo primaverile e disseccano durante l'estate dopo la disseminazione. Quindi è assolutamente normale che nelle aiuole siano presenti piante erbacee secche o morentiche, che dovranno (o potranno) essere lasciate in tali condizioni dai servizi di manutenzione, poiché il rinnovo della flora terofitica avviene grazie ai semi che vengono prodotti dalle piante e che costituiranno quella banca semi del suolo che darà vita alla nuova copertura vegetale dell'aiuola nella successiva stagione favorevole (primavera). Questa scelta permetterà di risparmiare molta acqua, risorsa preziosa che sarebbe bene non utilizzare laddove non sia necessario, specialmente nel contesto dell'Urbe, caratterizzato da consumi pro-capite altissimi e perdite della rete idrica superiori al 40%.

3.4 I criteri di valenza bioclimatica ed energetica

La progettazione bioclimatica ed energetica del Tecnopolo si basa su una metodologia volta a garantire sostenibilità ambientale ed efficienza energetica. Essa è indirizzata verso il perseguimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, con un focus su salute, istruzione, acqua pulita, energia accessibile, consumo responsabile, città sostenibili, azione climatica e conservazione ambientale.

Il progetto è orientato alla sostenibilità ambientale, con l'impiego di materiali naturali, sistemi di riciclo delle acque piovane e soluzioni per la riduzione delle emissioni climalteranti. Sono previsti spazi verdi e aree per la mobilità sostenibile, come parcheggi per veicoli elettrici e zone per il car-sharing.

Sono stati individuati criteri DNSH (Do No Significant Harm) per mitigare gli impatti ambientali negativi, in particolare sulla riduzione delle emissioni di gas serra.

Il progetto è caratterizzato dall'adozione di tecnologie innovative, sia di valenza bioclimatica che energetica. L'obiettivo è creare un esempio di "Zero Energy Building" e "Zero Emission Building" attraverso l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e soluzioni tecnologiche avanzate.

Il processo progettuale integra indagini e sperimentazioni, definendo interventi adattivi ai contesti climatici e microclimatici. Attraverso simulazioni dinamiche, sono state valutate le soluzioni ottimali per ridurre i consumi energetici e migliorare il comfort ambientale. L'analisi climatica e microclimatica, sia storica che predittiva, disciplina la progettazione dell'intervento e favorisce la scelta di dispositivi passivi e attivi.

Nell'ambito delle soluzioni passive adottate, l'intervento è volto a sfruttare le caratteristiche climatico-ambientali del sito, introducendo diversi dispositivi integrati nelle facciate e in copertura, così articolati: Sistemi tecnologici vetrati in facciata; Sistemi tecnologici opachi/semi-trasparenti in facciata; Sistemi tecnologici schermanti in facciata; Sistema morfologico-spaziale in facciata; Sistema morfo-tecnologico in copertura; Sistemi morfo-tecnologici integrati per la ventilazione naturale; Sistemi di verde e Sistemi test.

I dispositivi attivi sono relativi alla generazione di energia elettrica prevalentemente da fotovoltaico; alla generazione di riscaldamento dell'acqua sanitaria prevalentemente da geotermia; ai sistemi ad idrogeno e di recupero e riutilizzo delle acque, che rispondono ad esigenze primarie di: riduzione dei consumi, produzione di energia da fonti rinnovabili, adozione di soluzioni e componenti innovativi improntati sulla massima efficienza.

L'edificio, pertanto, è progettato per un comportamento ottimale sia in estate che in inverno, regolando il funzionamento dei sistemi in base alle esigenze ambientali e ai carichi termici stagionali.

Il risultato è un edificio concepito per raggiungere gli standard di Zero-Energy e possibilmente anche di Net-Positive Energy Building, contribuendo così alla sostenibilità ambientale e energetica dell'area in cui è inserito.

3.5 I criteri di valenza bioecologica e di circolarità delle risorse materiali e idriche

Valenza bioecologica e di circolarità delle risorse materiali

Rispetto alle scelte progettuali relative ai materiali da costruzione, in coerenza con i criteri di progettazione architettonica (di cui al capitolo 4) e con il carattere sperimentale dell'edificio, il progetto dell'edificio del Lotto 1° del Rome Technopole Headquarter fa riferimento ad un set di criteri base in ottica di bio- ed eco-compatibilità e di circolarità, orientati a ridurre al minimo il consumo di materie prime, i consumi energetici e le emissioni correlate, le emissioni indoor, la produzione di rifiuti a breve e lungo termine, che sono stati definiti mettendo a sistema le migliori pratiche in ottica di uso efficiente, sostenibile e circolare dei materiali.

I criteri sono di seguito riportati:

- Adozione di soluzioni tecnologiche e dimensionamento dei componenti volta all'uso efficiente dei materiali e alla prevenzione dei rifiuti da costruzione
- Adozione di materiali/componenti con contenuto di riciclato
- Selezione di materiali bio- ed eco-compatibili (preferibilmente da risorse rinnovabili)
- Selezione di materiali locali (raggio di distanza di 300 Km dal sito)
- Verifica degli impatti ambientali complessivi dei materiali identificati per l'intervento (mediante calcolo dell'embodied energy/CO₂)
- Individuazione di soluzioni progettuali e tecnologiche necessarie alla disassemblabilità degli elementi tecnici per facilitare la manutenzione e la trasformazione dell'edificio a zero rifiuti, con il recupero di componenti e materiali
- Previsione di quantitativi e tipologie di rifiuti da costruzione che si produrranno nell'intervento e individuazione dei più opportuni scenari di recupero e dei potenziali impianti di trattamento
- Redazione Piano di Gestione dei Rifiuti di Cantiere con le necessarie indicazioni per permettere il massimo recupero di componenti e materiali in fase di costruzione
- Previsione riutilizzo terre e rocce da scavo in sito per rinterri, riempimenti e modellazioni.

Tali principi verranno applicati in linea con le prescrizioni del DM 256/2022 sui Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia, mirando a superare le soglie minime di contenuto di riciclato e di disassemblabilità previste, al fine di garantire un uso efficiente e circolare dei materiali da costruzione. Ad esempio, l'adozione del sistema costruttivo in legno Pres-lam, con tamponature in legno X-LAM isolate a cappotto con materiali a base lignea, facciata ventilata e doppia pelle in vetro, garantisce che nell'insieme l'edificio sia concepito per un facile disassemblaggio dei componenti a fine vita. A tal fine, e anche per garantire la necessaria flessibilità degli spazi interni, le partizioni verticali interne saranno in gran parte mobili, smontabili, anch'esse realizzate in legno. Il sistema costruttivo ad umido in cls sarà adottato limitatamente al livello delle fondazioni, al piano interrato e al nucleo centrale dei collegamenti verticali. Anche per queste parti dell'edificio, il progetto da un lato prevede un elevato contenuto di aggregati riciclati nel cls (in media 20-30% in peso) per abbatterne gli impatti ambientali, dall'altro mira a garantire una demolizione selettiva ed un efficace recupero dei componenti in calcestruzzo a fine vita ai fini di un riciclaggio di qualità.

Il sistema costruttivo scelto conferisce inoltre un ruolo strategico ai materiali rinnovabili all'interno dell'edificio, assicurando un basso livello di embodied energy ed embodied carbon.

Circolarità e gestione sostenibile delle risorse idriche

L'azione congiunta di circolarità delle risorse idriche, gestione sostenibile e utilizzo responsabile dell'acqua in ambito urbano può garantire una forte diminuzione dell'impronta idrica; per questa ragione, i criteri progettuali all'interno del progetto del Rome Technopole, sono articolate secondo il principio della multi-scalarità: alla scala dell'edificio si declinano in sistemi di riduzione del flusso e controllo della portata e della temperatura dell'acqua e sistemi di controllo e monitoraggio delle performance dell'impianto idrico-sanitario tramite Water Management System; alla scala intermedia e degli spazi esterni si declinano in sistemi separati di gestione, raccolta, stoccaggio, depurazione, recupero e riuso delle risorse idriche, sistemi e tecniche di drenaggio urbano sostenibile e *green-blue infrastructures* e sistemi di micro-irrigazione delle aree verdi e delle pareti verdi verticali. Tali criteri concorrono insieme al raggiungimento degli obiettivi di risparmio della risorsa idrica di almeno il 60% e di riduzione delle emissioni di CO₂ al 100% essendo, per altro, progettate per essere alimentate al 100% da energia elettrica e termica da fonti rinnovabili.

4. CRITERI DI PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E DEI CARATTERI FUNZIONALI E DISTRIBUTIVI

Come detto, l'intervento relativo alla realizzazione della Sede del Rome Technopole a Pietralata si configura come strategico per la significatività e il ruolo propulsivo delle funzioni previste, per l'innovatività dei sistemi tecnologici e costruttivi e per la centralità del lotto nel suo complesso in relazione all'intera area urbana: esso svolge infatti un ruolo di cerniera tra la Stazione Tiburtina, il futuro Stadio, gli edifici del costituendo nuovo polo di Sapienza e le tante strutture presenti nell'area di Pietralata coerentemente con la sua vocazione direzionale.

Come previsto dalla "Project proposal" (annex 1) il sito sarà realizzato come esempio di applicazione delle tecnologie innovative sviluppate nell'ambito degli Spoke 1 e 6, all'interno del progetto "Transizione energetica e transizione digitale nella riqualificazione urbana e nell'edilizia" in linea con l'obiettivo "Greener Europe" di efficienza energetica e integrazione delle tecnologie *smart grid*. La realizzazione degli interventi per la costruzione della Sede del Tecnopolo di Roma è infatti prevista implementando strategie e tecnologie di efficienza energetica, antisismica, sostenibilità edilizia e integrazione con un piano di mobilità sostenibile per l'utilizzo della Sede con il quale incentivare la mobilità elettrica e il *car-sharing*.

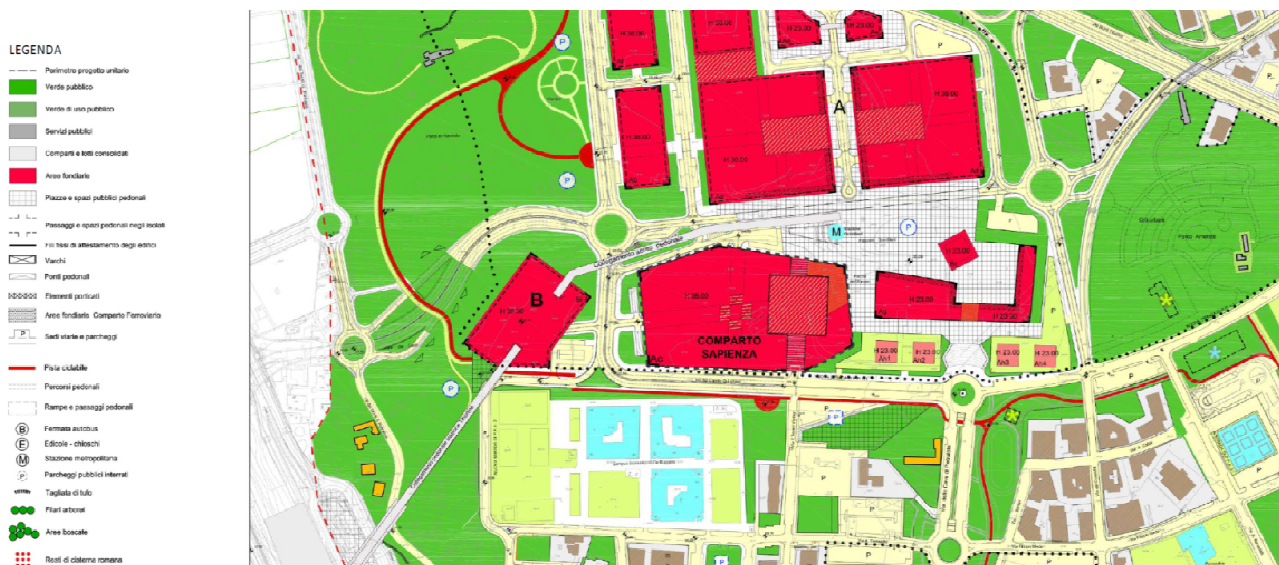
4.1 Assetto generale del Blocco B

L'assetto generale dell'intera area di riferimento risponde alle prescrizioni del Piano Particolareggiato di Pietralata e sue successive modifiche. In particolare, la perimetrazione dell'area di intervento ricalca i confini del Blocco B.

In base alle disposizioni del "Project proposal" (rif. Annex 1 - Project proposal, pag. 60), nell'area delimitata come Blocco B è prevista la realizzazione di nuovi edifici per un totale di circa 15.000 metri quadrati, organizzati in:

1. Aree comuni e servizi, comprese le aree di rappresentanza.
2. Aule multimediali e sale per attività didattiche e formative.
3. Laboratori di ricerca e aree per il trasferimento tecnologico.
4. Alloggi e residenze per studenti (secondo il modello universitario).
5. Uffici amministrativi e sede del Tecnopolo di Roma.

Nelle aree esterne è prevista la realizzazione di 500 posti auto, comprensive di aree riservate alla ricarica di auto e veicoli elettrici e aree riservate al *car-sharing*. Il piano di mobilità da attuare per facilitare e aumentare l'accessibilità del sito dovrebbe includere l'istituzione di un servizio di navetta a trazione elettrica che colleghi il Campus del Tecnopolo di Roma, con la linea metropolitana e l'alta velocità della stazione Tiburtina.



L'intervento complessivo sarà costituito, in prospettiva, da tre edifici più le aree pertinenziali verdi e sarà realizzato in tre lotti: il primo ospita la sede del Rome Technopole sull'area oggi concessa da Roma Capitale pari a 2300 mq, con finanziamento Pnrr (circa 11 milioni di euro), a cura di Rome Technopole. Il secondo prevede la costruzione di altri due edifici e relative aree pertinenziali, per un totale di circa 5.300 mq, con fondi del Programma Regionale FESR 2021-26 (circa 20 milioni di euro) a cura di Roma Capitale. Il terzo lotto d'intervento a completamento dell'impianto a corte sarà realizzato con fondi esterni, al momento non individuati.



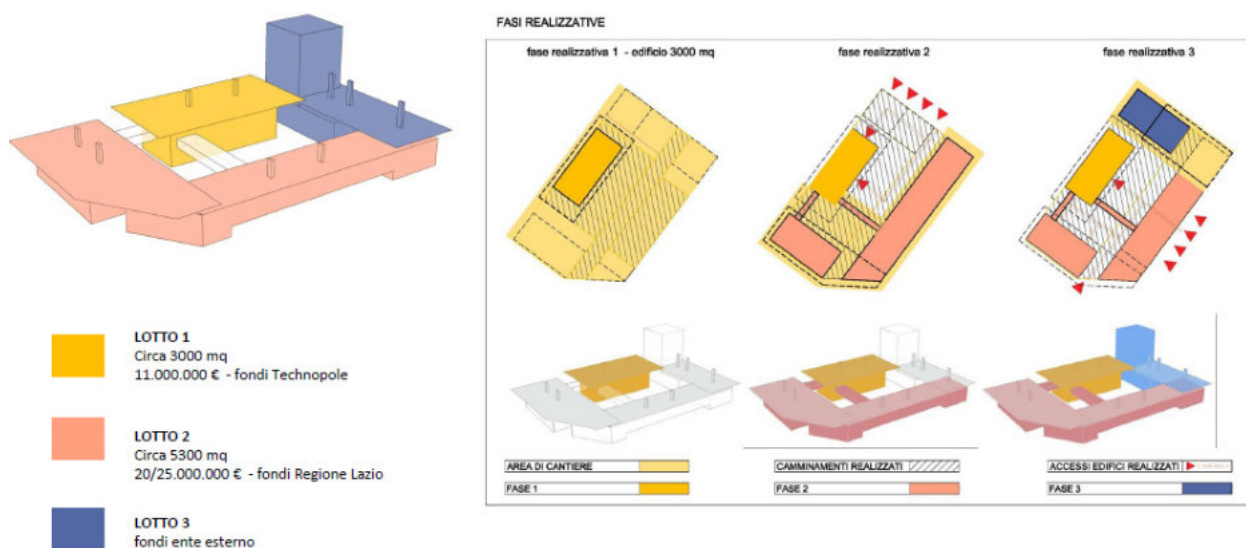


Figura 21. Divisione in lotti dell'area del Blocco B secondo le fasi di intervento

Gli edifici caratterizzanti questo nuovo Polo tecnologico, tra i quali centrale è l'edificio sede della Fondazione Rome Technopole (primo lotto d'intervento), vanno a configurare un impianto planimetrico a corte aperta e permeabile, che risponde pienamente alle esigenze di accessibilità e inclusione connesso direttamente alla restante parte del quartiere di Pietralata e allo snodo infrastrutturale della stazione di Roma Tiburtina grazie all'ampio area pedonale passante sotto un sistema di edificio-ponte

Tutti gli edifici saranno caratterizzati dall'impiego delle più avanzate soluzioni tecnologiche che li renderanno un esempio di **"Zero Energy Building"** e **"Zero emission building"**, autosufficienti dal punto di vista energetico, fortemente improntati alla circolarità delle risorse in uso e capaci di contribuire al cammino verso la decarbonizzazione e la piena neutralità climatica dell'area. L'energia verrà prodotta totalmente da fonti rinnovabili, attraverso la combinazione di fotovoltaico, sistemi innovativi all'idrogeno e da geotermia a circuito aperto.

Il nucleo di spazi aperti che caratterizza la corte è interamente pedonale e si articola in ampie aree verdi attrezzate e percorsi con pavimentazioni altamente permeabili. Ciò risponde appieno alle strategie di mitigazione e adattamento volte alla riduzione delle emissioni climalteranti. con pratiche progettuali guidate dai principi chiave della bioclimatica in un contesto consolidato come quello di Pietralata. Questo spazio connettivo esterno sarà un grande spazio di tutti, a sottolineare da una parte l'importanza di un centro strategico di ecosistema dell'innovazione, e dall'altra la volontà della comunità scientifica di aprirsi e interagire in maniera condivisa e inclusiva alla città e ai cittadini.

4.2 Assetto del primo lotto: La sede della Fondazione Rome Technopole

4.2.1 Inquadramento del lotto specifico

In base alla disponibilità di risorse finanziarie verrà realizzato, come primo step, il lotto B1 che vede la costruzione dell'edificio Sede della Fondazione Rome Technopole (area di imposta a terra dell'edificio 1127 mq), la realizzazione di aree esterne (2519 mq) e di aree destinate a parcheggio a raso (1010 mq).

Dal punto di vista funzionale, in questo edificio saranno ospitati gli uffici della Fondazione, nonché aule e sale multimediali e laboratori di ricerca - per la formazione avanzata e di eccellenza con spazi adattabili alle diverse esigenze nel tempo -, aree per il trasferimento tecnologico, aree per incubatori d'impresa, nonché spazi comuni e di rappresentanza che si offrono anche come campo di applicazione dinamica di installazione temporanea di prototipi di componenti e sistemi innovativi per l'edilizia.

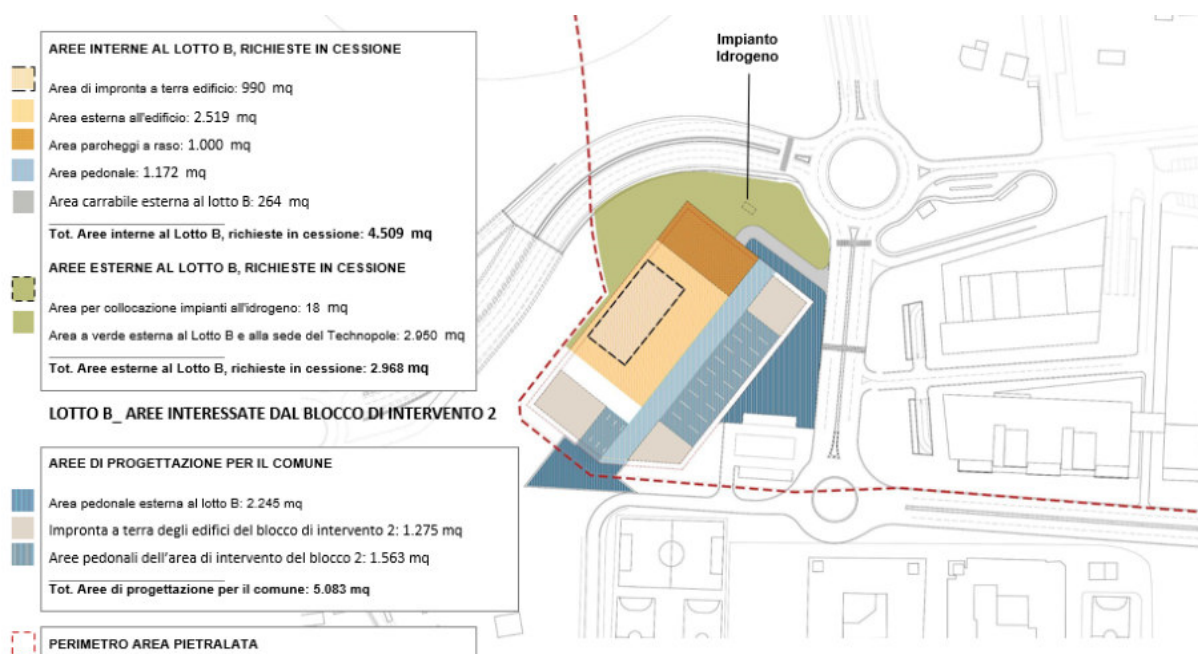


Figura 22. Il lotto B1 nel contesto e definizione dell'area di imposta a terra dell'edificio, dell'area esterna e dell'area destinata a parcheggi a raso

Per l'accessibilità al centro sono stati previsti due accessi principali in corrispondenza dei due assi prevalenti:

- asse est-ovest, funzionale a connettere il centro con il resto della progettazione dell'area di Pietralata (che comprende il comparto Sapienza);
- asse nord-sud, che ricalca il percorso di collegamento tra il centro e la stazione Tiburtina, importante snodo infrastrutturale per l'area.

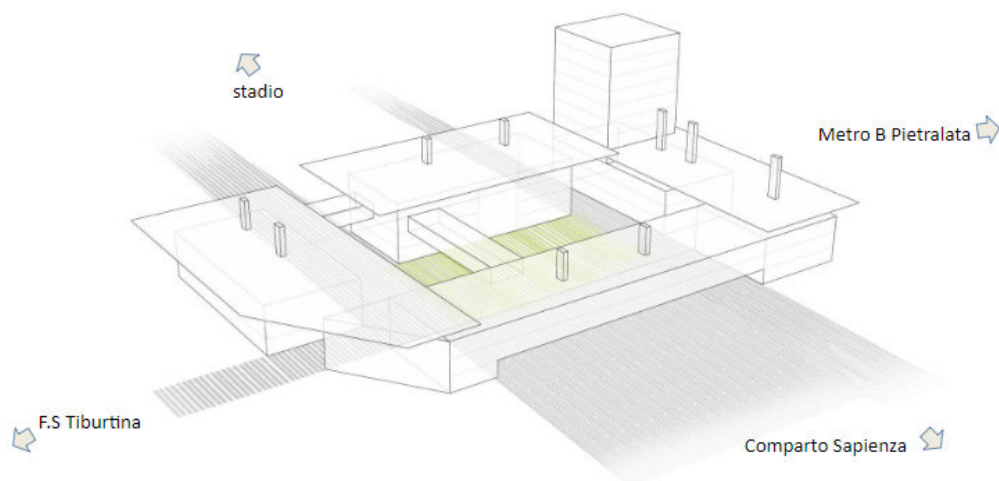


Figura 23. Indicazione delle principali connessioni ed accessi all'area di progetto

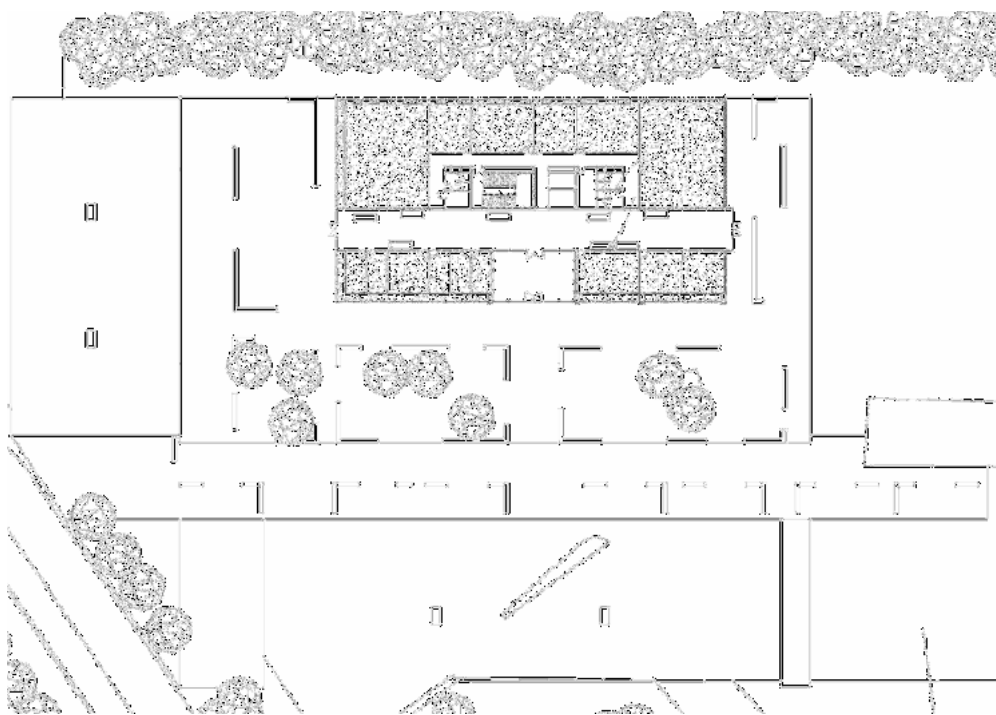


Figura 24. Piano terra lotto B1

Il progetto prevede inoltre la sistemazione delle aree esterne, coerenti con l'assetto generale e i percorsi e i punti di accessibilità. Le aree interne al lotto sono attraversate da percorsi pedonali con accesso consentito solo ai mezzi di soccorso. L'intervento mira a sottolineare l'importanza di potenziare la mobilità dolce a livello urbano, prevalentemente ciclo-pedonale, che sfrutti al meglio le potenzialità del sito, riservando alle infrastrutture carrabili esclusivamente aree limitate del sedime che non interferiscono con la percorrenza pedonale, sia per motivi ecologici che di sicurezza. Sono previste, comunque, nell'area esterna due zone a parcheggio, con aree riservate alla ricarica di auto e veicoli elettrici e zone riservate al *car-sharing*.

La presenza di aree verdi è da considerarsi un aspetto rilevante del progetto, a completamento delle funzioni del programma funzionale, con l'obiettivo di creare un paesaggio urbano identitario di alta riconoscibilità in grado di costituire elemento di connessione e continuità tra gli spazi interni ed esterni. Gli spazi aperti assicurano attraverso le piante e il verde l'ombra necessaria per il loro utilizzo. È previsto il recupero/riutilizzo delle acque piovane e sistemi di irrigazione e monitoraggio automatizzati per garantire facilità ed economicità di gestione in fase di esercizio.

La proposta progettuale punta a garantire un'alta qualità dell'*urban design*, interpretando il cosiddetto "Common Ground" con una permeabilità dei piani terra che ospiteranno attività unificanti, che ibridano gli spazi di lavoro e dei servizi costituendo una base per la fruizione di usi diversi e differenziati nel tempo. Trattasi di un luogo aperto, amichevole e culturalmente vivo il cui scopo è quello di promuovere l'incontro delle persone e delle idee, lo scambio culturale e stimolare la sperimentazione e la creatività.

4.2.2 Criteri funzionali da Annex 1

All'interno di una superficie fondiaria di 3000 mq, è prevista la realizzazione di un edificio di circa 2.300 metri quadri che ospiterà la Sede della Fondazione Rome Technopole. Dal punto di vista funzionale, in questo edificio saranno accolti le aule, le sale multimediali e i laboratori di ricerca per la formazione avanzata e di eccellenza, con spazi adattabili alle diverse esigenze, le aree per il trasferimento tecnologico e quelle per gli incubatori d'impresa, gli spazi comuni e di rappresentanza che si propongono anche come campo di applicazione dinamica di installazioni temporanee di prototipi di componenti e sistemi innovativi per l'edilizia, nonché gli uffici della Fondazione.

ANNEX 1		CONFRONTO	
FUNZIONE	MQ	MQ	%
Aree comuni e servizi	4500	824	36
Aule	1500	288	12
Laboratorie	5250	774	33
di cui Incubatori	1000		
Alloggi e residenze	3000		0
Uffici e Amm.	750	415	18
Tot	15000		

Tabella 7. Dimensionamenti funzionali rispondenti alle richieste dell'Annex 1

L'articolazione funzionale dell'intera area è strutturata in blocchi che ospiteranno differenti spazi di lavoro, di ricerca e socializzazione, come emerge dal grafico seguente.

DISTRIBUZIONE PER BLOCCHI FUNZIONALI

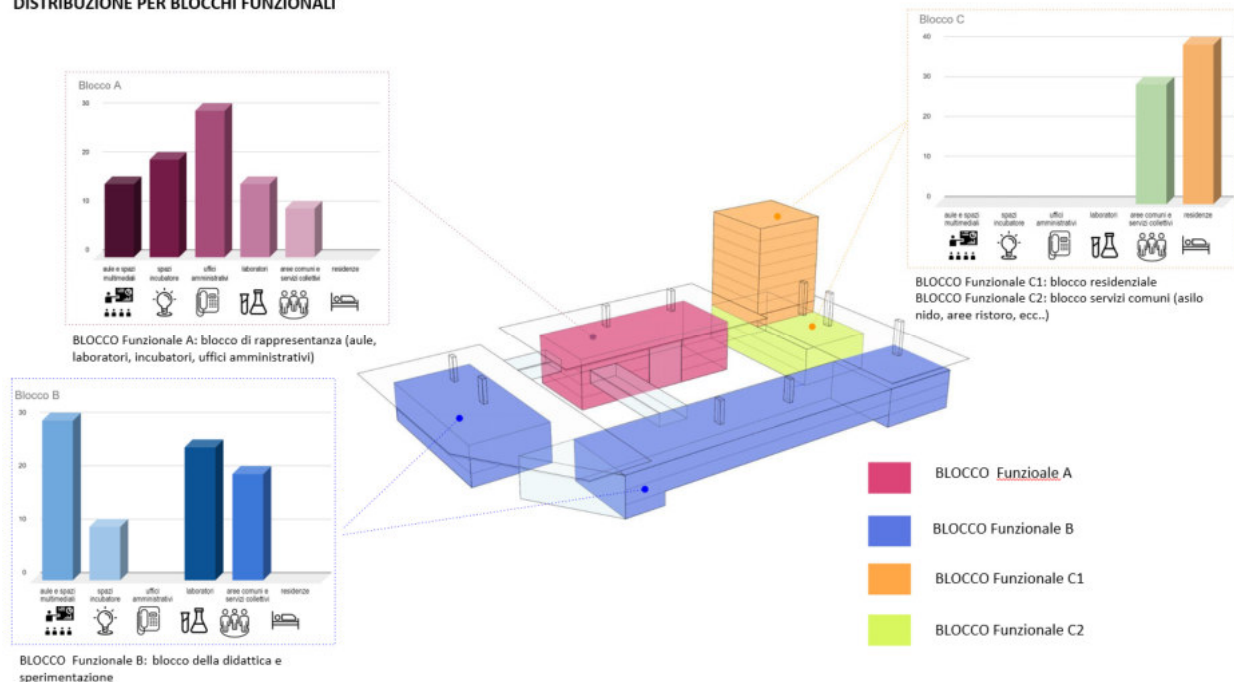


Figura 15. Distribuzione delle attività per blocchi funzionali

4.2.3 Edificio sede della Fondazione Rome Technopole

Nell'ambito dello specifico Lotto 1, l'edificio rispetta criteri basilari della progettazione tecnologica ambientale, in particolare lo spazio rispetta i seguenti criteri:

- modularità, con una maglia strutturale regolare che garantisce la facile trasformabilità dell'edificio ed una flessibilità organizzativa e funzionale degli spazi, volta ad ogni tipo di adeguamento del *layout* alle modifiche d'uso nel tempo, tramite ampliamenti, integrazioni o accorpamenti dei moduli;
- flessibilità degli spazi, grazie all'utilizzo di pareti mobili;
- altezza minima dei piani fruibili dagli utenti costante sui vari livelli a 4,20m, per rispondere alla normativa vigente, consentendo la massima flessibilità degli ambienti in termini di qualità dell'ambiente, comfort e sicurezza, data la possibilità di configurazione dei controsoffitti a seconda delle diverse esigenze.

L'edificio del Rome Technopole sarà caratterizzato da una fortissima integrazione dei sistemi bioclimatici ed energetici più innovativi: la grande copertura sollevata dall'edificio ospiterà un impianto fotovoltaico di ultima generazione che produrrà più energia elettrica di quanto l'edificio possa utilizzare; sarà adottato un sistema di geotermia aperta - uno dei primi in Italia - per la produzione di energia termica; ed è previsto un sistema innovativo di stoccaggio dell'energia attraverso tecnologie dell'idrogeno. Il Sistema sarà di natura reversibile, cioè, consentirà di stoccare sotto forma di idrogeno il *surplus* di energia elettrica generato dal tetto fotovoltaico dell'edificio durante le ore diurne e di riconvertirla in energia elettrica e produzione di calore nelle ore di assenza della generazione elettrica fotovoltaica. L'edificio rappresenterà, una volta realizzato, la prima applicazione in ambito edilizio di tecnologie di produzione e utilizzo di idrogeno coadiuvate dallo stoccaggio in serbatoi di idruri metallici di diversa tipologia per sfruttare le

differenti temperature di immagazzinamento e rilascio dell'idrogeno e i conseguenti cascami termici atti a ridurre la richiesta di produzione di calore dell'edificio.

Altro aspetto innovativo è rappresentato dalla struttura dell'edificio. Nella scelta dei sistemi costruttivi l'edificio presenta un corpo centrale attrezzato intorno al quale si snodano strutture leggere realizzate in Pres-lam (Pres-Stressed Laminated Timber, ovvero Legno lamellare post-teso).

Rispetto alle tecnologie tradizionali il Pres-Lam ha numerosi vantaggi, tra i quali si può ricordare l'eccezionale grado di sicurezza anti-sismica, il basso consumo energetico, la complessiva sostenibilità della costruzione, l'affidabilità di una previsione dei costi già in fase di progettazione, nonché la rispondenza ai criteri di modularità e flessibilità sopra menzionati, con la possibilità di raggiungere luci maggiori mediante travi con spessori minori (rispetto a soluzioni tradizionali), consentendo dunque di disporre di spazi *open-space* e altezze interne maggiori. Nello specifico, questo sistema costruttivo a secco consente una maggiore velocità di realizzazione, montaggio e costi di costruzione ridotti, con la possibilità di assemblare, direttamente nel sito di realizzazione dell'opera, gli elementi strutturali in legno lamellare con la stessa garanzia di velocità e qualità di una tipica struttura prefabbricata in azienda (sia in cemento armato o acciaio). Il peso ridotto del legno (pari a circa un quarto o un quinto di quello del cemento armato per esempio) consente, poi, di costruire in sito, sollevare e assemblare velocemente grandi porzioni di edificio senza problemi di tolleranze, nonché smontaggio, cambio di destinazione d'uso, ricollocazione dei singoli componenti in un'ottica circolare.

Nella scelta dei materiali si è optato, poi, nel perseguire due criteri di fondo, opportunamente studiati in base all'orientamento, ovverosia utilizzo di materiali naturali che, partendo dalla struttura in legno, caratterizzano l'ossatura e le partizioni opache dell'edificio e materiali sperimentali integrati, che caratterizzano la doppia pelle nelle esposizioni sud/sud-est- sud/ovest.

La scelta nell'utilizzo di materiali naturali e con alta percentuale di riciclo (superiori alle prescrizioni) è stata adottata nel pieno rispetto delle più aggiornate prescrizioni sui Criteri Ambientali Minimi (CAM) di cui al Decreto MITE 23 giugno 2022 n. 256, recante "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi", ai sensi e per gli effetti dell'art. 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50. (Rif. Relazione punto 9).

Nello specifico i materiali prevalenti che caratterizzano l'intervento sono:

- legno: utilizzato nei sistemi di schermatura solare e caratterizzante la parte strutturale dell'edificio, realizzato in Press-Lam e X-Lam (come da descrizione dettagliata fornita in Relazione punto 10);
- vetro: tale materiale costituisce la doppia pelle perimetrale dell'edificio nei fronti sud/est e sud-sud/ovest, intervallato con altri moduli che integrano tecnologie innovative. Per garantire ottimali condizioni di comfort il vetro utilizzato presenta prestazioni conformi o superiori a quelle di un doppio vetro basso emissivo;
- acciaio: utilizzato quale materiale costituente la struttura a telaio della doppia pelle dell'edificio;
- cotto: che costituisce il rivestimento della parete ventilata caratterizzante le facciate nord-est e nord-ovest e, anche in rispondenza alle prescrizioni del piano particolareggiato di

Pietralata (che prescrive un basamento “prevalentemente murario”), garantendo al contempo una permeabilità visiva controllata degli spazi di lavoro posti al piano terra;

- isolanti naturali: selezionati in base alla loro prestazione ed alle prescrizioni dei Criteri Ambientali Minimi;
- materiali innovativi (come PCM, silicati e celle organiche,...): che saranno integrati nell'involucro dell'edificio, prevalentemente nelle esposizioni sud/sud-est- sud/ovest. (Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Punto 6);
- moduli sperimentali, ovvero prototipi di componenti e sistemi innovativi per l'edilizia come applicazione dinamica e temporanea delle sperimentazioni che verranno realizzate all'interno dello stesso Tecnopolo.

Anche la componente vegetale gioca un ruolo centrale nella definizione dei sistemi tecnologici di chiusura verticale e partizione interna. Insieme ai diffusi spazi verdi integrati nell'area di progetto, tali sistemi apportano numerosi benefici all'edificio e al suo intorno, in particolare: regimentare il flusso dell'acqua piovana, purificare l'aria, ridurre la temperatura dell'ambiente esterno, regolare la temperatura all'interno degli ambienti, risparmiare energia per i benefici indotti dagli aspetti bioclimatici, contribuire ad aumentare la biodiversità nell'area urbana interessata (per maggiori dettagli si rimanda ai capitoli 5 e 7 della presente Relazione).

4.2.4 Distribuzione interna della sede della Fondazione Rome Technopole

L'edificio che andrà ad ospitare la sede del Rome Technopole è posto in posizione centrale rispetto alla corte e in asse con l'ampio varco realizzato sotto il futuro edificio-ponte del secondo lotto d'intervento.

Le sue articolazioni funzionali sono organizzate su 4 livelli:

- livello funzionale 1: Aree e servizi comuni, comprese le aree di rappresentanza, che presentano una forte integrazione con elementi a verde intercluso e sono dotate di importanti pareti d'involucro a pluri-altezza;
- livello funzionale 2: Aule e sale multimediali per attività didattiche e formative, che sono state studiate secondo i più avanzati standard europei e che prevedono massima flessibilità e aggregabilità;
- livello funzionale 3: Laboratori di ricerca, aree per il trasferimento tecnologico e Incubatori di Impresa, anch'essi caratterizzati da massima flessibilità e modulazione dinamica attraverso pareti mobili;
- livello funzionale 4: Aree per spazi terziari / uffici amministrativi, che occupano grossa parte dell'ultimo piano della sede.

Questi quattro livelli funzionali sono distribuiti organicamente su tre livelli (compreso il Piano Terra), con una logica flessibile e modulare, così suddivisa (Tabella seguente Abaco dei mq):

NOME	AREA (mq)	CONTEGGIO (n)
Laboratori	677	11
Incubatori	97	11
Aule didattiche	216	13
Aula Magna	72	1
Uffici amministrativi	415	9
Spazi comuni	332	8
Spazi di servizio	144	14
Spazi collegamenti verticali	86	7
Spazi connettivi	262	26
TOTALE	2.301	

Tabella 8. Individuazione delle funzioni della Sede Technopole in coerenza con l'indicazione dell'Annex 1

Distribuzione per piani	Piano -1 (mq)	Piano T (mq)	Piano 1(mq)	Piano 2(mq)	Piano 3 (copertura)(mq)
Laboratori	0	286	281	110	0
Incubatori	0	58	39	0	0
Aule didattiche	0	132	84	121	0
Aula Magna	0	72	0	0	0
Uffici amministrativi	0	0	0	294	0
Spazi comuni	0	275	28	28	0
Spazi di servizio	26	36	36	36	36
Spazi collegamenti verticali	43	46	24	24	0
Spazi connettivi	76	70	88	90	14
Impianti e locali tecnici	395				

Tabella 9. Distribuzione delle funzioni per Piani. La colorazione delle celle richiama la corrispondenza alle indicazioni dell'Annex 1, come nella Tabella 1_ Dimensionamenti funzionali rispondenti alle richieste dell'Annex 1

Scendendo nel dettaglio dei singoli piani, vengono di seguito mostrati gli estratti delle piante dei tre piani e del piano copertura con le relative funzioni (distinte per colore), con schede di dettaglio che mostrano per ogni piano la consistenza in termini di mq delle funzioni ospitate.

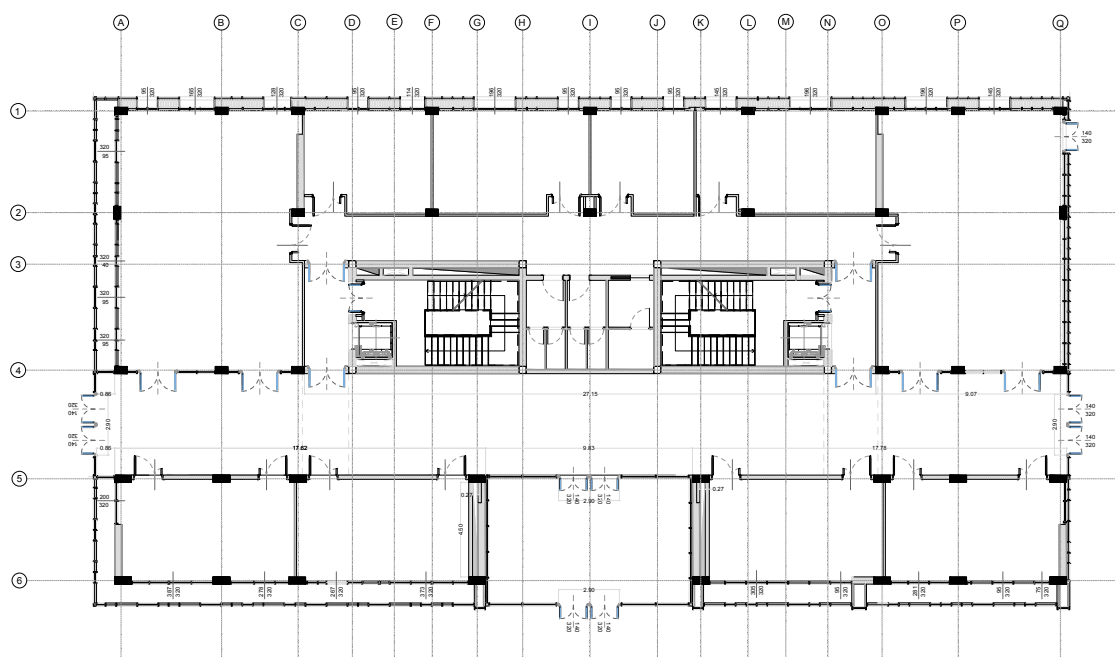


Figura 26. Pianta Piano Terra

Una grande lama centrale a tutt'altezza è in diretto collegamento con l'atrio centrale di ingresso a sud e con il secondo ingresso a ovest. Questa lama con funzione anche di spazio di scambio e sosta è posta in posizione quasi centrale rispetto all'intero edificio e permette di leggerne la volumetria ed i collegamenti (aerei). A questa fascia sono direttamente collegati i sistemi di connessione verticali ed i servizi. Su questo piano troviamo anche l'Aula Magna, uno spazio di rappresentanza della Fondazione ma anche uno spazio flessibile che con partizioni mobili potrà ospitare diverse tipologie di evento.



Figura 27. Viste di rendering inerenti il sistema di connessione

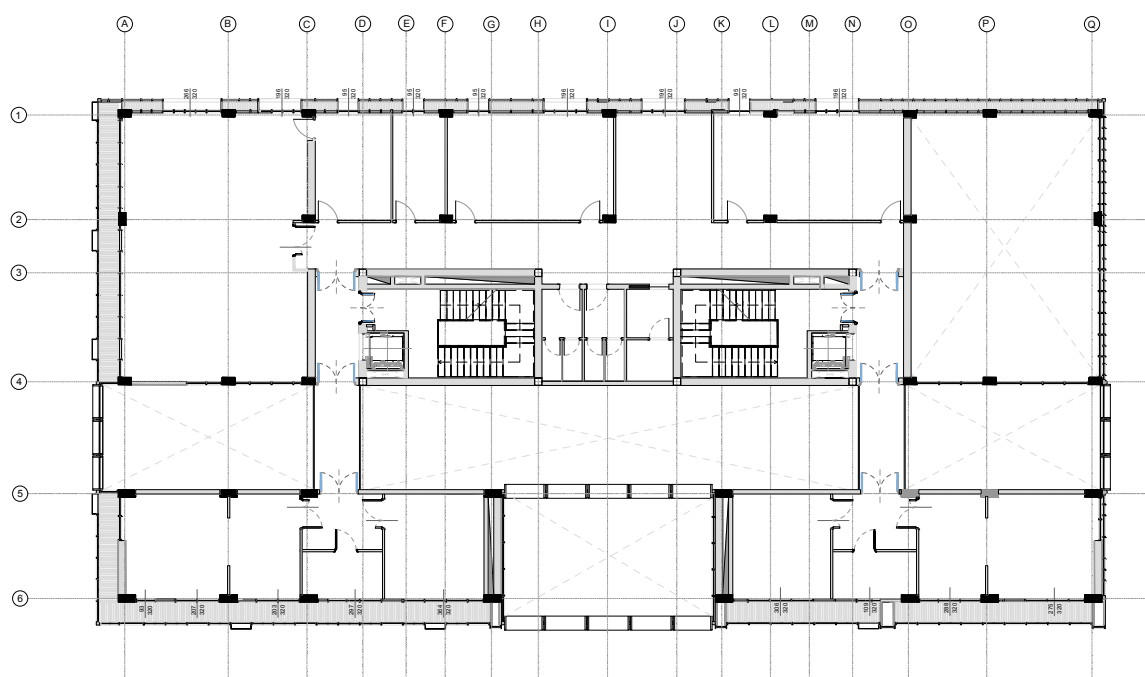


Figura 28. Pianta Piano Primo

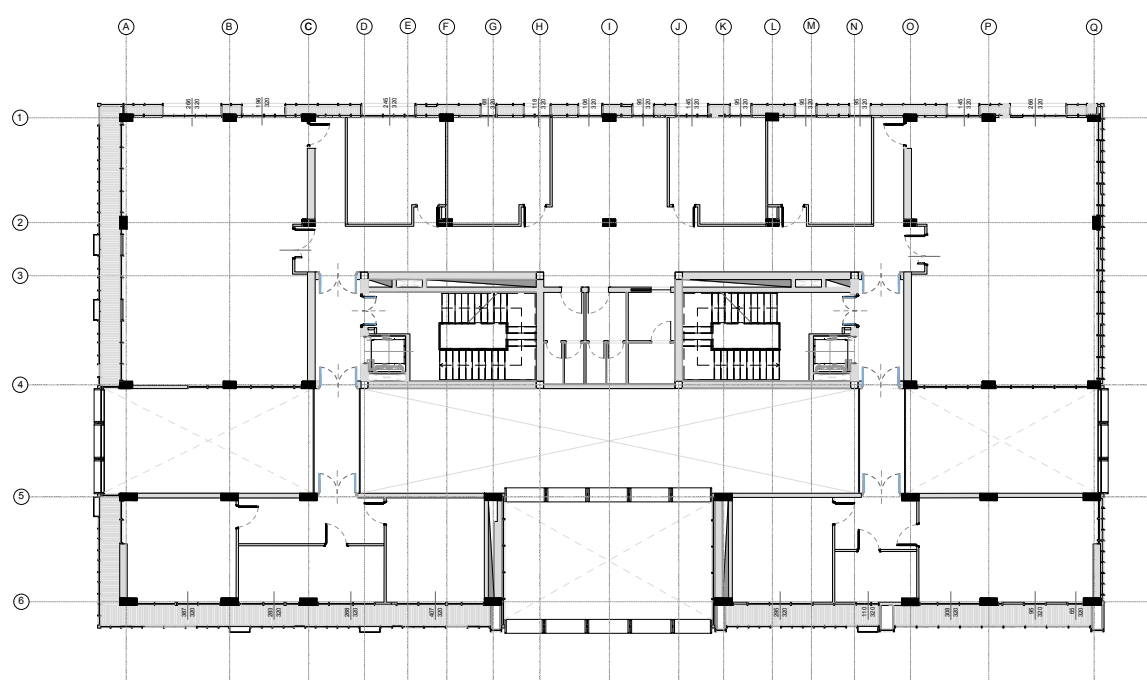


Figura 29. Pianta Piano Secondo

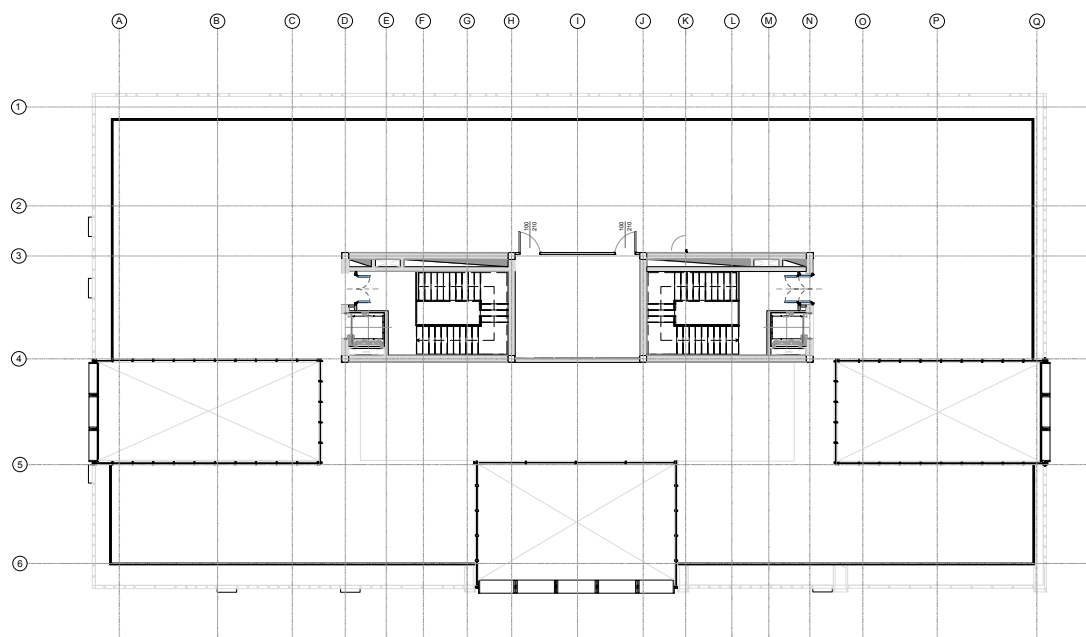


Figura 30. Pianta Piano Coperture

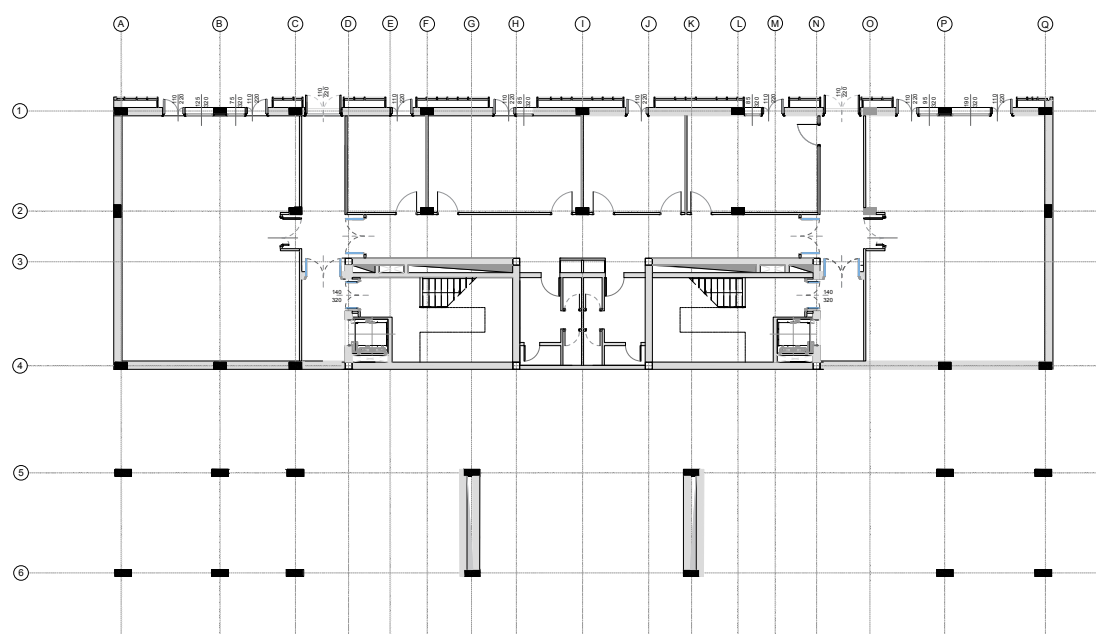


Figura 31. Pianta Piano Interrato

Le configurazioni delle diverse piante presentano un'estrema flessibilità grazie alla presenza di sistemi di pareti modulari apribili che consentono di calibrare lo spazio interno in funzione dell'utilizzo specifico.

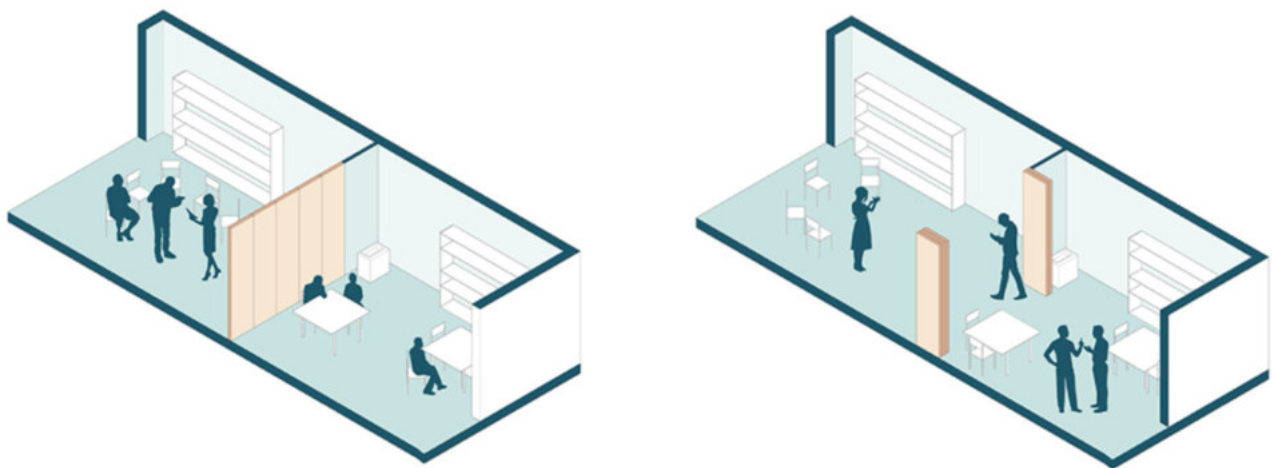


Figura 32. Modelli di flessibilità degli spazi interni

4.2.5 Gli involucri della sede della Fondazione Rome Technopole

Gli involucri si suddividono in due tipologie prevalenti in base all'esposizione:

1. esposizioni sud-sud/est-sud-sud/ovest: tali prospetti presentano una doppia pelle caratterizzata nel suo strato più interno da vetrate basso emissive, dotate di opportuni sistemi di schermatura, e nel suo strato più esterno da pannellature modulari (da 0,5 a 1m) che, secondo un gradiente verticale, si articolano partendo da una parte basamentale compatta (nel rispetto delle prescrizioni di PP) per poi alleggerirsi verso l'alto, ospitando diverse tipologie di pannelli sperimentali, come sotto descritto.
2. esposizioni Nord-Nord/ovest: tali prospetti sono caratterizzati da pareti ventilate rivestite in cotto, una tamponatura in XLam e materiali naturali che garantiscono il corretto isolamento termo-acustico. La partizione dei prospetti si articola partendo da una zona basamentale più compatta, nel rispetto delle prescrizioni di PP, per poi alleggerirsi verso l'altro, con l'inserimento di tagli di luce a tutta altezza che garantiscono la corretta illuminazione naturale degli spazi interni.
3. la facciata sud-sud/est e sud-sud/ovest sono caratterizzate da tre principali sezioni:
 - due ali caratterizzate da una doppia pelle la cui superficie interna è caratterizzata da un'alternanza di vetrate con vetri basso emissivi e tamponatura in XLam, mentre esternamente si alternano superfici trasparenti (con vetri termocromici) e superfici opache (in cotto) intervallate da moduli sperimentali che ospitano pannelli in PCM, fotovoltaico (di ultima generazione al silicio e organici), masse di accumulo per il riscaldamento passivo invernale (muri trombe) e pannelli pop-up test.
 - atrio centrale, composto da duplice involucro vetrato a lamelle dotato di sistema di apertura lungo tutta l'altezza del volume.
 - lamelle di ventilazione a tutta altezza che separano il sistema atrio dalle ali laterali, consentendo di alimentare il complesso sistema di ventilazione naturale predisposto.



Figura 33. Prospetto Sud/est



Figura 34. Prospetto Sud-Sud/Ovest

I moduli (suddivisi in sottomoduli) con cui sono articolate le facciate sono così distribuiti:

- *piano terra, [1 m x 4,60 m] [larghezza x altezza] e [0,5 m x 4,60 m] [larghezza x altezza] per i moduli di vetro e cotto;*
- *piano primo, [1 m x 4,60 m] [larghezza x altezza] per i moduli di vetro termocromico, PV, PCM, Muro Trombe,*
- *facciata test [0,5 m x 4,60 m] [larghezza x altezza] per i moduli di vetro termocromico, PV, PCM;*
- *piano secondo, [1 m x 4,60 m] [larghezza x altezza] per i moduli Muro Trombe,*
- *facciata test [0,5 m x 4,60 m] [larghezza x altezza] per i moduli di vetro termocromico, PV, PCM.*

I prospetti Nord-est e nord-Ovest si presentano meno permeabili per rispondere da un lato alle esigenze di comfort, proteggendo e schermando in condizione estiva i fronti maggiormente esposti, dall'altro lato la minore permeabilità delle superfici risponde alle esigenze funzionali collegate alla presenza, prevalente su questi fronti, di laboratori sperimentali che per loro natura

necessitano di spazi confinati e protetti. Inoltre, tali prospetti dovranno anche rispondere a requisiti acustici significativi, per ovviare alle problematiche possibili riscontrabili in relazione alla costruzione del nuovo stadio in progetto nell'area confinante a nord.



Figura 35. Prospetto Nord-Ovest

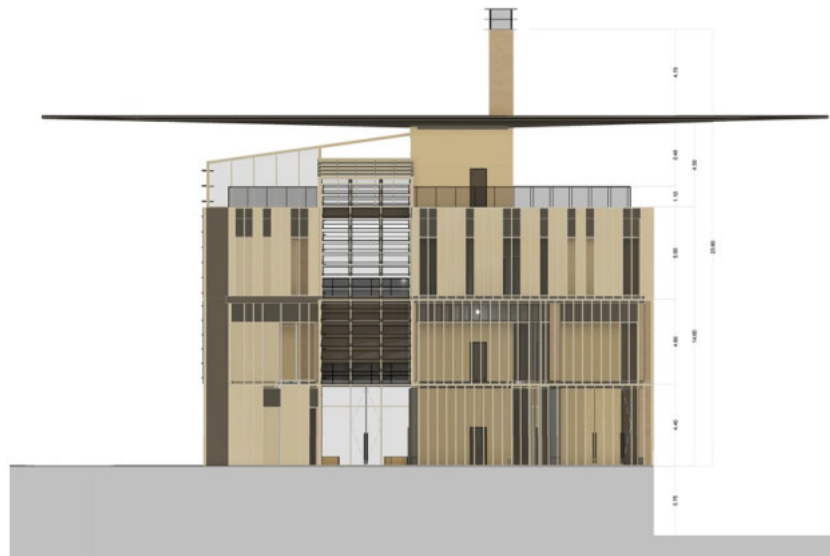


Figura 36. Prospetto Nord-Est

I due prospetti presentano anch'essi un basamento materico e in particolare, il prospetto nord-ovest presenta un ulteriore piano seminterrato che si affaccia su via delle Cave di Pietralata che ospiterà locali tecnici e sistemi sperimentali.

5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI

5.1 Le funzioni della vegetazione nell'ecosistema urbano

La presenza di vegetazione negli spazi aperti riduce le temperature estive grazie all'ombreggiamento, con capacità attive di modificare l'albedo dei materiali; la riforestazione urbana, nelle condizioni climatico-mediterranee, determina una riduzione della radiazione solare incidente variabile dal 20% al 60% secondo la densità degli alberi. Tali *performance* sono garantite grazie a un impegno di specie arboree e arbustive autoctone, con elevate capacità di mitigazione ambientale.

L'introduzione di specie arboree e arbustive autoctone e native del luogo, nonché il potenziamento in forme di riforestazione urbana negli spazi circostanti la sede del Rome Technopole, contribuiranno alla riduzione del *runoff*, accentuato nelle aree con maggiori margini inclinati, come l'area a nord della sede del Rome Technopole.

In termini ambientali le specie arboree introdotte, nonché l'uso di spazi permeabili e di pavimentazioni drenanti, contribuiranno a restituire il corretto equilibrio al ciclo dell'acqua meteorica, favorendo il ritorno dell'acqua in falda e quindi ponendo le basi per strategie di captazione e stoccaggio per successivi impieghi. In termini adattivi, la scelta di specie arboree autoctone, oltre ad essere coerente con l'identità del territorio, permetterà l'adozione di strategie progettuali che ne consentano la sopravvivenza al variare delle condizioni climatiche e atmosferiche locali, adeguandosi alle nuove condizioni microclimatiche. Inoltre, l'uso di specie arboree e arbustive contribuirà alla purificazione dell'aria, filtrando polveri e microparticelle in sospensione e assorbendo contestualmente anidride carbonica dall'atmosfera, contribuendo fattivamente alla decarbonizzazione dell'intero sito.

L'efficacia della vegetazione urbana nel modificare positivamente i fattori microclimatici risulta essere sempre dinamica e mai costante, variando sia stagionalmente che giornalmente. Nelle ore diurne estive l'ombreggiamento risulta essere particolarmente importante. Ciò è garantito da ampie aree vegetate nonché dalle coperture degli edifici che compongono la sede del Rome Technopole caratterizzati da ampi aggetti; nelle ore notturne invece le superfici vegetate apportano un notevole contributo mitigativo mediante il raffrescamento in quanto, rispetto alle superfici sigillate, presenta un ridotto potere di immagazzinamento del calore accumulato per rifrazione.

5.2 L'efficacia delle soluzioni tecnologico-ambientali

In virtù del principio di transcalarità delle soluzioni progettuali relative all'*adaptive design*, l'efficacia adattiva a fenomeni di *flooding*, *runoff*, *urban heat island*, può essere incrementata grazie a una progettazione di soluzioni tecniche *nature based* in una logica definita "*integrate*", ove le stesse sono parte di un sistema progettuale più ampio (sedi stradali, camminamenti pedonali, coperture degli edifici) interconnesse tra loro (mediante *rain garden* o *bioswales* in serie per amplificare il recupero delle acque meteoriche). In particolare, i *rain garden* definiti per il contesto urbanistico e geologico presente sono afferenti alla categoria del "*diversion swale*", sistemi di deviazione; dirottano e convogliano le acque provenienti da altre superfici captanti quali tetti, patii, marciapiedi, sedi stradali, aree parcheggio, aree a prato. Il ruolo della vegetazione si espleta principalmente attraverso le radici, che aumentano la capacità di infiltrazione creando spazi interstiziali nel suolo. Inoltre, la comunità batterica che vive all'interfaccia tra radice e suolo contribuisce attivamente alla cattura e metabolizzazione degli inquinanti.

5.3 I criteri progettuali delle Aree verdi

Di seguito verranno esposti gli aspetti strutturali relativi alla progettazione delle pareti vegetali, delle aiuole e del giardino di pioggia della sede del Rome Technopole. Un aspetto essenziale sarà il reperimento delle specie individuate per la realizzazione delle aree verdi. Risulta infatti complesso reperire specie autoctone e di provenienza locale nel contesto vivaistico nazionale. Quindi l'Orto Botanico di Roma, elemento del Polo museale di Sapienza Università di Roma, supporterà la messa a dimora delle specie individuate, fornendo direttamente (per quanto possibile) le piante necessarie o contribuendo a reperirle dalla rete esistente di Orti botanici e vivai regionali. Tuttavia, considerando la centralità delle aree verdi nella progettazione, si renderà probabilmente necessaria la realizzazione di un vivaio per la coltivazione di quelle specie selezionate che non saranno direttamente nelle disponibilità dell'Orto Botanico o che non sono reperibili facendo appello alla rete dei vivai forestali laziali che l'orto botanico potrà contattare. Inoltre, sarà necessario specificare nei bandi di gara che per le specie vegetali utilizzate nell'allestimento delle aree verdi che non saranno fornite dall'Orto Botanico si dovranno prediligere piante che abbiano una provenienza certificata.

5.3.1 Le Pareti vegetali

Le pareti vegetali sono infrastrutture verdi che si trovano sempre più spesso negli spazi interni ed esterni degli edifici, pubblici e privati. Utilizzano piante in grado di crescere con poca disponibilità di suolo e capaci di coprire ampie superfici verticali, quindi utili a colonizzare le pareti interne oppure esterne di un edificio. Nella sede del Rome Technopole questa soluzione tecnologica ambientale sarà utilizzata nell'atrio dell'edificio, dove verranno installate 6 pareti verdi per una superficie complessiva di 370 mq.

Creare uno spazio verde interno con soluzioni a sviluppo verticale vuol dire beneficiare di installazioni dal grande valore estetico con ingombri ridotti, migliorando al contempo le condizioni ambientali a beneficio della qualità di vita dei fruitori. Da soluzioni con scopi prestazionali-bioclimatici e termoregolanti, a elementi come "divisori" che consentono di ripartire gli ambienti interni, le proprietà fonoassorbenti di tali soluzioni tecnologiche le rendono ideali in ambienti rumorosi come i grandi *open space*.

Queste soluzioni contribuiscono, inoltre, a mantenere il livello di umidità interna dell'edificio stabile, assorbono anidride carbonica trattenendo al contempo polveri sottili e agenti inquinanti; ne risulta un ambiente interno all'edificio più salubre che limita la proliferazione di virus e batteri. Infine, l'introduzione di elementi naturali negli ambienti lavorativi rende il contesto più disteso e stimolante, favorendo concentrazione e benessere.

L'installazione sarà effettuata utilizzando una soluzione modulare, possibilmente sviluppata da una delle numerose realtà imprenditoriali italiane che negli ultimi hanno curato la realizzazione di pareti verdi sia in edifici pubblici che privati. Le soluzioni modulari, che non prevedono la costruzione di un muro verde, ridurranno sia i costi di realizzazione che quelli di manutenzione. La scelta delle piante dovrà ricadere, dove possibile, su specie che possano avere un valore simbolico e paesaggistico che richiami la flora dei muri di Roma e la flora e la vegetazione casmofitica e comofitica di contesti rupestri naturali. In particolare, si dovranno prediligere specie emicriptofite e camefite adattate a vivere su rocce o in assenza di suolo, per ridurre al minimo l'effetto di "artificialità" che può infondere la vista di una "foresta verticale".

Tuttavia, data la conformazione dell'edificio e le condizioni microclimatiche degli atri e degli spazi connettivi, è possibile che la scelta delle specie potrà non limitarsi alle sole specie autoctone. Infatti, si dovranno scegliere anche specie in grado di crescere in ambienti con temperature sempre al di sopra dei 20°C e con una disponibilità di luce ridotta, sebbene l'esposizione dell'atrio sia favorevole e assicuri un buon grado di illuminazione. In tali condizioni sono quindi preferibile specie termofile e sciafile, come quelle tipiche della foresta tropicale, ma si cercherà di usare anche specie della flora mediterranea laziale e di riprodurre in porzioni delle pareti verticali tipologie di vegetazione che richiamino contesti floristici locali. La realizzazione di un impianto di illuminazione dedicato alle pareti verdi faciliterebbe la realizzazione della parete verde, assicurando il giusto grado di illuminazione nei periodi più sfavorevoli dell'anno.

5.3.2 Ecologia di una parete verde

Le pareti verdi sono *green infrastructure* ad “alto grado” di artificialità. In natura non esistono superfici verticali completamente colonizzate da specie vegetali. Rocce, falesie, ghiaioni sono tutti ambienti che possono essere colonizzati solo in minima parte da una flora specializzata nella crescita in condizioni estreme: scarsa disponibilità di suolo, e quindi di sostanze organiche e nutrienti; disponibilità di acqua spesso ridotta, a meno che la roccia non sia nei pressi di una sorgente d'acqua. In questo ultimo caso si sviluppano comunità vegetali particolari, che possono ricordare alcune installazioni verdi verticali ma che più comunemente si sviluppano spontaneamente (anche se spesso non volutamente) in fontane e ninfei in cui la manutenzione non viene svolta regolarmente. Quindi, quello che permette di avere una parete verde è un elemento che rappresenta un problema gestionale non indifferente, soprattutto se la parete viene costruita all'interno di un edificio: una costante presenza di acqua.



Figura 37. Formazione travertinosa, Michael Luth. Dal manuale degli habitat italiani. 7220*: Sorgenti pietrificanti con formazione di tufi (*Cratoneurion*)



Figura 38. Formazione travertinosa naturale (https://inpn.mnhn.fr/habitat/cd_hab/1140)

Oltre al problema della disponibilità di acqua, che dovrà essere valutato e gestito con l'adozione di materiali idroretentori e impianti di irrigazione a goccia, si dovrà tenere conto di altri due fattori ecologici: disponibilità di luce e adeguate temperature.

Per quanto concerne la prima, in un ambiente chiuso la disponibilità di luce è sempre inferiore rispetto ad un'area esterna. Anche se esposta a sud-est, la parete verde non riceverà un apporto di luce paragonabile a quello di un muro esterno e quindi si dovrà optare per specie sciafile, o comunque in grado di vegetare anche in condizione di scarsa luminosità.

Le temperature di un edificio sono mantenute artificialmente intorno ad un valore ideale, che può oscillare tra i 20°C d'inverno e i 26°C d'estate. Il comfort per gli esseri umani non è sempre tale anche per le piante, che giovano di una temperatura costante solo in alcune condizioni. In particolare, sono le specie tropicali ad avere necessità di temperature superiori ai 20°C e senza oscillazioni stagionali. Al contrario, molte delle specie mediterranee e della fascia temperata sono adattate alle oscillazioni stagionali e quindi il loro metabolismo segue un ritmo dettato spesso dalle diverse condizioni di luce e temperatura che contraddistinguono le stagioni. Un esempio su tutti, l'antesi, ovvero la produzione di fiori, avviene molto spesso nel periodo primaverile poiché le specie vegetali sono in grado di "capire" che stanno cambiando le temperature al termine dell'inverno. La perdita delle foglie nel periodo autunnale avviene in risposta ai cambiamenti di luce e temperature alla fine dell'estate. Alcune specie mediterranee, in risposta alle alte temperature e alla scarsità d'acqua hanno un periodo di dormienza estivo.

Quindi per le pareti vegetali della sede del Rome Technopole si raccomanda una scelta ibrida di specie. Prediligendo specie autoctone e in grado di colonizzare agevolmente pareti verticali, si raccomanda anche l'uso di specie tropicali, su cui ricade tipicamente la scelta per gli arredi verdi interni.

5.3.3 Il sistema impiantistico

La scelta dei sistemi tecnologici impiegati impone ragionamenti mirati in funzione della tipologia di impianto da adottare e della successiva manutenzione. Infatti, sebbene anche i costi di realizzazione siano più alti se paragonati a quelli di un tetto verde o di una aiuola esterna, sono i costi di gestione e manutenzione che hanno un certo impatto sul quadro generale dei costi di manutenzione dell'edificio stesso. Dunque si è scelto di adottare un sistema di impianto modulare, che permetta di lavorare sulla parete vegetale il più facilmente possibile, permettendo sia la manutenzione che la sostituzione delle singole parti, così come degli interi moduli. Devono essere quindi facilmente accessibili il sistema idrico e le sue componenti, assicurando una facile sostituzione, se necessario, di tutte le parti. Così come deve essere semplice accedere alle singole piantine che compongono la parete, sia per la cura che per l'eventuale sostituzione delle fallanze.

Il sistema verde aderente alla facciata può prevedere un sistema di sottostruttura a montanti e traversi in acciaio, ancorata alla struttura portante dell'edificio. Dopo il montaggio la struttura di sostegno dovrebbe rimanere, se possibile, accessibile per eventuale manutenzione. Tuttavia, si raccomanda l'utilizzo di materiale che offra durabilità e resistenza alla corrosione. Tale soluzione garantisce un impiego di pannelli modulari con piante prevegetate in serra per alcune settimane prima dell'inserimento nel modulo e poi, una volta installate, innaffiate e concimate con sistemi automatizzati posizionati nel *buffer* presente tra la struttura portante dell'edificio e la sottostruttura della parete vegetale. Nello specifico tecnico-progettuale, i pannelli potrebbero appoggiare su un telaio in alluminio e potrebbero essere composti da lastra ricoperta da 3-4 strati di feltro, opportunamente incisi per la realizzazione delle tasche di piantumazione. In ogni tasca alloggia una pianta, quasi completamente privata della componente terrosa, secondo il metodo dell'idrocoltura. L'aerazione della parete è garantita dalla presenza di una camera di ventilazione (*buffer*). Tuttavia, si deve tenere conto che il pannello, per una corretta crescita delle piante, deve essere costantemente umido; quindi, la parete portante deve essere resistente all'umidità.

L'impianto dovrà essere fornito di sistemi di controllo passivo, racchiusi in una centrale di comando, atta a monitorare le temperature e l'umidità nella parete, i sensori di pressione e flusso idrico delle linee del sistema di irrigazione, la memoria di eventuali anomalie di impianto. La centralina potrà inoltre controllare la programmazione di eventuali impianti di illuminazione a supporto della crescita nonché azioni automatiche di intervento in caso di anomalie o malfunzionamenti.

A fronte di un posizionamento del sedime edilizio con esposizione principale Sud-Est, si prevede la predisposizione di un sistema di illuminazione artificiale solo nelle pareti vegetali presenti all'interno del connettivo con funzione di "pelle" al cuore dell'edificio al fine di colmare eventuali deficit di illuminazione naturale.

La giusta illuminazione è essenziale per la sopravvivenza e la crescita delle piante. Verso tale ragionamento risultano essere determinanti la qualità dell'illuminazione, l'illuminamento, la distribuzione della luce, l'esposizione, la temperatura del colore e la resa, ma anche la scelta degli apparecchi di illuminazione. Le piante necessitano, in particolare, dello spettro luminoso arancione e rosso, oltre alla luce blu, per la fotosintesi. Tuttavia, solo una fonte di illuminazione che includa anche la gamma verde dello spettro luminoso e abbia una buona resa cromatica è l'ideale per dare alla parete verde le componenti essenziali minime. È altresì importante fornire dei livelli di illuminazione uniformi sulla superficie verticale per creare le migliori condizioni per una crescita uniforme e costante delle piante.

5.3.4 La composizione botanica

Come specificato, solo specie adattate a condizioni particolari si prestano alla colonizzazione di una parete vegetale. Inoltre, dobbiamo tener conto che la pareti si trovano in un edificio, con condizioni ecologiche particolari. Quindi la scelta può ricadere su una ristretta cerchia di specie. Tra le specie autoctone, che già vegetano a Roma in condizioni di "verticalità", possiamo ricordare l'interessante flora dei muri di Roma, o delle rupi dei rilievi laziali, caratterizzata da specie quali *Capparis orientalis* Veill., *Centaurea cineraria* L. *Centranthus ruber* (L.) DC. subsp. *ruber*, *Cymbalaria muralis* G.Gaertn., B.Mey. & Scherb, *Phagnalon rupestre* (L.) DC., *Teucrium flavum* L. (ecc.) o l'interessante flora di felci e muschi degli stillicidi d'acqua che in ambiente antropizzato caratterizzato i ninfei delle ville romane (come Villa Adriana). Le felci autoctone che non richiedono un'illuminazione intensa e che potrebbero trovare condizioni vegetative buone sulle pareti interne della sede del Rome Technopole sono: *Asplenium scolopendrium* L. subsp. *scolopendrium*, *Asplenium ceterach* L., *Adiantum capillus-veneris* L., *Asplenium trichomanes* L., *Asplenium onopteris* L., *Pteris vittata* L., *Osmunda regalis* L., *Polystichum setiferum* (Forssk.) T.Moore ex Woyn.

A queste specie che colonizzeranno i moduli della parete vegetale si possono affiancare specie alloctone che normalmente vengono utilizzate per queste installazioni. Per esempio *Epipremnum aureum*, *Philodendron giganteum*, *Philodendron auriculatum*, *Tillandsia usneoides*.

Infine, parte della colonizzazione della parete verde dovrà essere effettuata da specie rampicanti che potranno vegetare direttamente a terra, in vasi che verranno predisposti alla base della parete stessa. Quindi i moduli prevegetati per la parete verde saranno installati a partire dai 5 metri di quota. Dal livello del terreno fino a 5 metri di altezza la colonizzazione avverrà grazie a specie rampicanti, che dovranno trovare un supporto su cui crescere, per evitare l'ancoraggio diretto alla parete portante. In ogni caso sarà opportuno escludere specie con radici avventizie, quali *Hedera helix*, e prediligere specie che usano fusti modificati (viticci) per la crescita verticale. Si prestano a questa soluzione specie appartenenti al genere *Clematis*, sia autoctone (*Clematis vitalba* e *C. flammula*), che alloctone (*C. armandii*, *C. montana*), oppure specie autoctone del genere *Lonicera* (*L. implexa* Aiton subsp. *implexa*, *Lonicera etrusca* Santi, *Lonicera caprifolium* L.), e specie alloctone quali *Passiflora* (es. *P. caerulea*), *Ipomoea purpurea* (L.) Roth, *Thunbergia grandiflora*.

5.3.5 Il sistema manutentivo

Il mix vegetazionale proposto prevede un sistema di adduzione idrico quantificato in 15-20 lt/mq settimanale, con una proiezione complessiva annua di fabbisogno idrico pari a 390.000 lt. Tale richiesta idrica potrebbe essere parzialmente soddisfatta grazie al recupero *in loco* (coperture e spazi aperti permeabili) delle acque meteoriche annuali in idonee cisterne di raccolta.

La scelta delle specie prevede una manutenzione periodica, sia delle specie vegetali che degli impianti. L'impianto idrico andrà monitorato e si deve prevedere la sostituzione periodica degli ugelli di innaffiamento, che potrà essere ridotta nel tempo se si installerà un impianto di decalcificazione. Le piante riceveranno attraverso l'impianto di innaffiamento sia l'acqua che i nutrienti necessari alla crescita. Si deve prevedere una fallanza fisiologica e quindi la necessità di sostituire gli individui che periranno.

Strategica, in virtù della altezza delle pareti verdi presenti all'interno dell'edificio, potrebbe essere la realizzazione di un piano manutentivo-gestionale costituito da un micro-carrello a ponte o da micro-passerelle posizionate negli interpiani presenti. Essenziale risulterà un solido piano di gestione e manutenzione delle pareti verdi teso a massimizzare l'efficienza degli interventi programmati nell'arco annuale. Nello specifico si prevedono cicli di manutenzione consistenti principalmente nella pulizia del manto verde, sostituzione delle specie ammalorate e verifica dell'impianto idrico. Queste operazioni si aggiungono a quanto necessario per gli spazi aperti: cicli di manutenzioni consistenti nello sfalcio (dopo la produzione dei semi della flora terofitica) degli spazi aperti e di potatura, verifica ed eventuale sostituzione delle specie arboree piantumate.

5.3.6 Il verde esterno

Se le pareti vegetali interne richiedono un'attenta valutazione delle specie da impiantare per la particolare ecologia *indoor*, le aiuole esterne possono prevedere l'adozione esclusiva di specie autoctone. Questa scelta, oltre ad essere la più idonea per la promozione e conservazione della biodiversità, permette di scegliere specie adattate alle condizioni climatiche locali. Quindi specie adattate al regime termopluviometrico regionale, permettendo il maggior risparmio idrico possibile. Nella sede del Rome Technopole è prevista la realizzazione di 5 aiuole (Figura 40), con dimensioni comprese tra 80 e 260 mq. Quindi sono aiuole di grandi dimensioni in cui potranno essere realizzate delle sistemazioni rappresentative della flora e della vegetazione potenziale di Roma. Queste aree potranno essere dedicate allo sviluppo di tematiche green, come lo sviluppo di una flora utile alla conservazione dell'entomofauna urbana e un giardino di pioggia, come richiesto dai Criteri Ambientali Minimi, utile alla depurazione delle acque di prima pioggia. Inoltre, nell'area a nord dell'edificio, sul declivio che si interpone tra il Rome Technopole e l'infrastruttura viaria ad oggi presente, si potrà realizzare un piccolo impianto forestale urbano, per il quale sarà necessario un apposito progetto di riforestazione con piano di manutenzione settennale, che ricalchi quanto previsto dal DM Forestazione Urbana e Periurbana del 19 ottobre 2020.

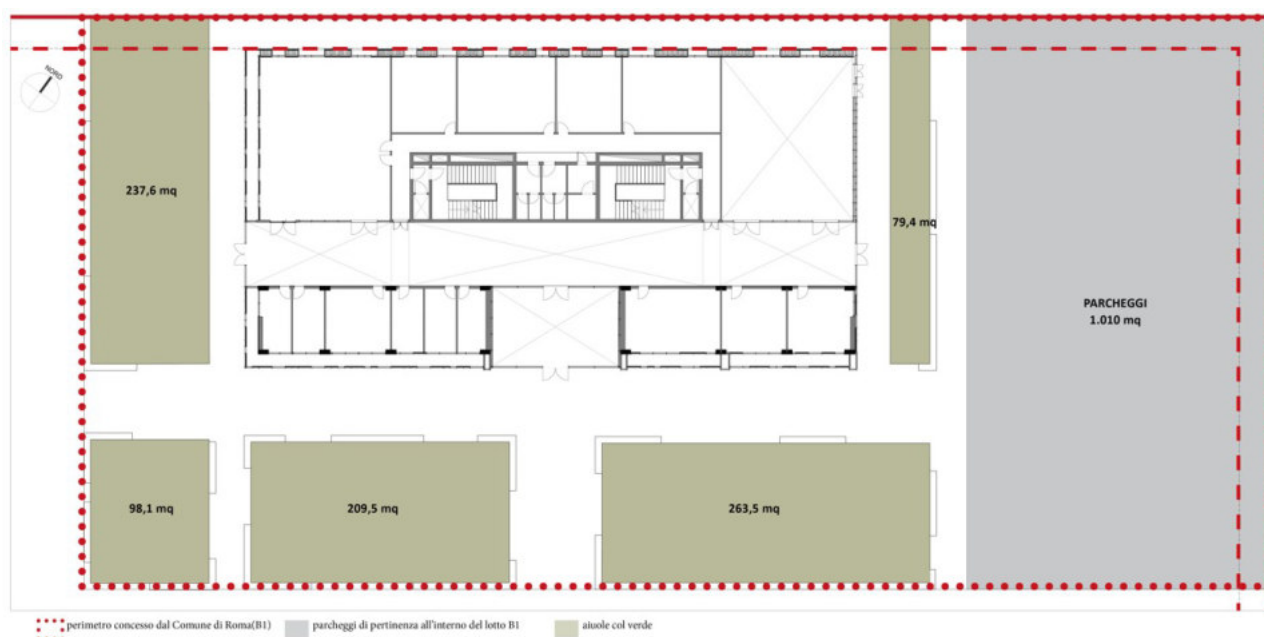


Figura 40. Progetto delle aiuole antistanti la sede del Rome Technopole e dei parcheggi di pertinenza a raso

5.4 La vegetazione di Roma

L'area romana è caratterizzata da una vegetazione potenziale forestale. L'eterogeneità geologica e microclimatica permette la coesistenza di più serie di vegetazioni. Nelle aree prossime al corso del Tevere e dell'Aniene, in condizioni di naturalità, si sviluppano comunità vegetali che afferiscono al geosigmeto peninsulare igrofilo della vegetazione ripariale (*Salicion albae*, *Populion albae*, *Alno-Ulmion*). Sui substrati vulcanici si svilupperebbero comunità della serie preappenninica tirrenica centrale subacidofila dei substrati piroclastici del cerro (*Carpino orientalis-Quercus cerridis sigmetum*). Nell'area di sud-ovest del territorio comunale si rinvenivano comunità vegetali che appartengono alla serie preappenninica costiera tirrenica centrale subacidofila del farnetto (*Mespilo germanicae-Quercus frainetto sigmetum*). A queste comunità, che sono le più diffuse, si affiancano anche tipologie vegetazioni che si possono inquadrare nella serie del *Roso sempervirentis-Quercus pubescentis sigmetum* e, in condizioni di aridità, su terreni vulcanici o sabbiosi del *Roso sempervirentis-Quercus ilicis sigmetum* e, più raramente, del *Cytiso villosi-Quercus suberis sigmetum*. Quindi le tappe mature di queste serie di vegetazione sono dominate principalmente da specie del genere *Quercus*. Leccio, Sughera, Roverella, Cerro, Farnia e Farnetto sono le specie che si incontrano nei paesaggi naturali romani. Saranno quindi queste le specie che dovranno caratterizzare le alberature delle aiuole del Thecnopole, accompagnate da un mix di specie arboree e arbustive il più possibile naturale e rappresentativo dei boschi di Roma. Di seguito un elenco di specie che potrà essere utilizzato per la piantumazione delle aiuole, del giardino di pioggia e dell' area parcheggio e dell'impianto di forestazione.

Cerreta (elenco di specie utili per un'aiuola oppure per l'impianto di forestazione):

Acer campestre L., *Acer opalus* Mill. subsp. *obtusatum* (Waldst. & Kit. ex Willd.) Gams, *Carpinus betulus* L., *Carpinus orientalis* Mill. subsp. *orientalis*, *Corylus avellana* L., *Cornus mas* L., *Crataegus laevigata* (Poir.) DC., *Crataegus monogyna* Jacq., *Emerus major* Mill. subsp. *major*, *Malus sylvestris* (L.) Mill., *Mespilus germanica* L. A, *Ostrya carpinifolia* Scop., ***Quercus cerris*** L., *Quercus frainetto* Ten., *Prunus spinosa* L. subsp. *spinosa*, *Ruscus aculeatus* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, *Ulmus minor* Mill. subsp. *minor*.

Lecceta e macchia mediterranea basifila (elenco di specie utili per un'aiuola)

Anthyllis barba-jovis L., *Erica multiflora* L.L., *Myrtus communis* L., *Cytisus laniger* DC., *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Rosa sempervirens* L., ***Quercus ilex*** L. subsp. *ilex*, *Rhamnus alaternus* L. subsp. *alaternus*, *Salvia rosmarinus* Spenn, *Stachys major* (L.) Bartolucci & Peruzzi, *Viburnum tinus* L. subsp. *tinus*.

Aiuola con Bosco di Roverella (elenco di specie utili per un'aiuola oppure per l'impianto di forestazione):

Acer monspessulanum L. subsp. *monspessulanum*, *Celtis australis* L. subsp. *australis*, *Cytisophyllum sessilifolium* (L.) O.LangCrataegus monogyna Jacq.Daphne laureola L., *Pyrus communis* L. subsp. *pyraster* (L.) Ehrh., ***Quercus pubescens*** Willd., *Rosa canina* L., *Spartium junceum* L.

Giardino di pioggia (Elenco di specie utili per le aree a media filtrazione)¹:

Agrostis canina L. subsp. *monteluccii* Selvi, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Carex otrubae* Podp., *Carex pendula* Huds., *Carex remota* L., *Carex riparia* Curtis, *Convolvulus sepium* L., *Epilobium hirsutum* L., *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *oxycarpa* (M.Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso, *Laurus nobilis* L., *Oenanthe pimpinelloides*, *Populus alba* L., *Populus nigra* L. subsp. *nigra*, ***Quercus robur*** L., *Salix alba* L., *Sambucus nigra* L., *Typha angustifolia* L. *Typha latifolia* L.

Macchia illirica e boschi di albero di giuda (elenco di specie utili per un'aiuola e per le aree con minore disponibilità di suolo nell'area di forestazione):

Fraxinus ornus L. subsp. *ornus*, *Carpinus orientalis* Mill., *Cercis siliquastrum* L. subsp. *siliquastrum*, *Pistacia terebinthus* L. subsp. *terebinthus*, *Paliurus spina-christi* Mill. *Emerus major* Mill. subsp. *emeroides* (Boiss. & Spruner) Soldano & F.Conti *Cistus creticus* L. subsp. *eriocephalus* (Viv.) Greuter & Burdet, *Cotinus coggygria* Scop.

Flower strip (bordi delle aiuole e aree di separazione tra gli stalli del parcheggio, con flora segetale annuale o biennae ed emicriptofite ad alta adattabilità):

Adonis annua L., *Allium roseum* L. subsp. *roseum*, *Allium sphaerocephalon* L. subsp. *sphaerocephalon*, *Anchusa undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Bég., *Anemone hortensis* L. subsp. *hortensis*, *Bellevalia romana* (L.) Sweet, *Bellis perennis* L., *Borago officinalis* L., *Calendula arvensis* (Vaill.) L., *Chamaeiris foetidissima* (L.) Medik., *Centaurea cyanus* L., *Centaurea calcitrapa* L., *Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*, *Convolvulus arvensis* L., *Convolvulus cantabrica* L., *Daucus carota* L., *Lupinus angustifolius* L., *Lychnis flos-cuculi* L. subsp. *flos-cuculi*, *Papaver rhoeas* L. subsp. *rhoeas*, *Senecio leucanthemifolius* Poir., *Tragopogon porrifolius* L., *Trifolium campestre* Schreb., *Trifolium incarnatum* L., *Trifolium arvense* L., *Trifolium pratense* L., *Urospermum dalechampii* (L.) Scop. ex F.W.Schmidt.

Parcheggio:

Alberi per ombra: *Tilia platyphyllos* Scop. subsp. *platyphyllos*

Flora erbacea per masselli inerbiti drenanti autobloccanti (*park green*) : *Poa pratensis* L. subsp. *pratensis*, *Poa trivialis* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Medicago minima* (L.) L., *Trifolium campestre* Schreb., *Trifolium fragiferum* L. subsp. *fragiferum*, *Trifolium resupinatum* L.

5.5 Il sistema manutentivo

Anche per tale sezione risulterà strategica la predisposizione di un piano di gestione e manutenzione degli spazi esterni teso a ottimizzare gli interventi programmati nell'arco annuale. Nello specifico si prevedono cicli di manutenzione per lo sfalcio degli spazi aperti e di verifica dello stato di salute delle specie arboree e arbustive con eventuale potatura e sostituzione delle piante

¹ La progettazione del giardino di pioggia dovrà essere fatta in fase definitiva, a valle di una valutazione tecnica di dettaglio dei volumi di acqua che dovranno essere trattati dal giardino. In un giardino di pioggia vengono utilizzate piante adattate a vivere in condizioni di suolo inondato per lunghi periodi. Se i volumi di acqua permettono la formazione di una piccola piscina temporanea, è possibile prevedere l'uso di specie tipiche degli stagni temporanei mediterranei, che non sono state elencate.

ammalorate, con particolare attenzione ad evitare programmi di sfalcio prima della produzione dei semi delle specie erbacee annuali. Nel rispetto di quanto previsto nei CAM emanati con decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde" si prevede l'installazione di un sistema di irrigazione a goccia con adduzione proveniente dalla gestione, riciclo e riuso delle acque meteoriche recuperate in appositi serbatoi interrati. Suddetto impianto risulterà di supporto alla gestione e alla manutenzione del patrimonio arboreo nelle stagioni climatiche annuali particolarmente avverse.

In relazione ai CAM previsti per il servizio di gestione del verde pubblico la manutenzione dovrà essere svolta unicamente da personale competente, in periodi annuali che non arrecano danno alla pianta e non creano disturbo all'avifauna nidificante, impostando i criteri di crescita corretta e gestione delle giovani essenze piantumate, eliminando eventuali rami secchi o deboli, favorendo così la massima penetrazione dell'aria all'interno della chioma. Sono da escludersi pratiche di capitozzatura, cimatura e potatura drastica. Per la manutenzione delle siepi e degli arbusti si prevedono interventi di manutenzione mirati a tutelare la funzione delle specie presente (estetica, difensiva, protettiva del suolo e della fauna).

6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOCLIMATICI ED ENERGETICI

6.1 Premessa metodologico-operativa e obiettivi

La Sostenibilità ambientale e l'efficienza energetica sono alla base della progettazione della proposta progettuale, fondata sui principi della progettazione bioclimatica, su soluzioni per la massima riduzione dei consumi energetici e sui requisiti dei Criteri Ambientali Minimi nel rispetto dello standard europeo nZEB *nearly Energy Zero Building* ("Edifici a Energia Quasi Zero"), con l'adozione di tutti i dispositivi necessari a garantire il contenimento delle emissioni, il risparmio energetico, il comfort ambientale, ecc....

Il progetto persegue lo scopo di fornire un contributo agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals - SDGs) dell'Agenda 2030, definiti dall'Organizzazione delle Nazioni Unite.

In particolare, il contributo è riconducibile ai seguenti SDGs e relativi *target*:

- Obiettivo 3 – SALUTE E BENESSERE;
- Obiettivo 4 – ISTRUZIONE DI QUALITÀ;
- Obiettivo 5 – ACQUA PULITA E IGIENE;
- Obiettivo 7 – ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE;
- Obiettivo 11 – CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI;
- Obiettivo 12 – CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI;
- Obiettivo 13 – AGIRE PER IL CLIMA;
- Obiettivo 15 – LA VITA SULLA TERRA.

Per raggiungere questi obiettivi, il controllo dell'intero processo progettuale è stato eseguito attraverso indagini e sperimentazioni volte a garantire il corretto sviluppo Impianto/Involucro, con un approccio metodologico che, a partire dal confronto con documenti di organismi internazionali ed europei - e secondo indirizzi e strategie emanati in Italia, tra gli altri, dagli Stati Generali della Green Economy e dal Green City Network - si basa, con una metodologia messa a punto negli ultimi due decenni di ricerche e sperimentazioni dal gruppo di ricerca di Progettazione Ambientale del Dipartimento PDTA della sapienza Università di Roma, su simulazioni progettuali nel sistema denominato *input/output simulation and modelling*, così articolato:

- costruzione di un quadro di riferimento e individuazione dei sistemi tecnologici oggetto della sperimentazione (*input modelling*), incentrato sui relativi dati climatici e sui principali fattori ambientali rilevabili da dati ufficiali o da sistemi di Big Data;
- definizione degli scenari di intervento, con lo sviluppo di analisi alternative e selezione delle soluzioni più appropriate in relazione ai risultati simulativi dinamici (*simulation*), attraverso l'individuazione dei punti chiave rappresentativi del comportamento bioclimatico ambientale dell'intera area, costruendo un modello di simulazioni dinamiche a variabili multiple (*Air Temperatur, Mean Radiant Temperature, Wind Speed*) di cui una è il tempo per l'analisi delle variazioni in giorni e orari chiave e acquisizione dei relativi dati;
- formulazione del modello di intervento adattivo ai diversi contesti (*output modelling*), considerando le condizioni migliori di benessere psicofisico dell'individuo rispetto all'ambiente in base a diversi indici e indicatori (tra cui: *Predicted Mean Vote, Predicted Mean Vote, Physiological equivalent temperature*).

6.1.1 Principi DNSH (Do No Significant Harm) selezionati a base del progetto

Il progetto rispetta i criteri DNSH (*Do No Significant Harm*) previsti nei nuovi interventi del PNRR nazionali al fine di non arrecare nessun danno significativo all'ambiente. In base a tali principi, definiti nella omonima *Guida operativa* (Edizione aggiornata allegata alla circolare RGS n. 33 del 13 ottobre 2022), l'intervento presentato rientra nel *Regime 1 - Contribuire sostanzialmente alla mitigazione dei cambiamenti climatici* (rif. DNSH III schede tecniche- Scheda 1 costruzione di nuovi edifici).

In relazione alle indicazioni inserite nelle linee guida, si riportano i criteri generali previsti per la mitigazione e l'adattamento ai Cambiamenti Climatici (aggiornamento 2022):

- **Criteri DNSH per la mitigazione ai CC**

Intervento che contribuisce sostanzialmente alla mitigazione grazie ad una domanda di energia primaria globale non rinnovabile inferiore al 20% , risultante dai requisiti NZEB.

Vincoli previsti:

- a) il fabbisogno di energia primaria (EP_{gl,tot}) che definisce la prestazione energetica dell'edificio risultante dalla costruzione è almeno del 20 % inferiore alla soglia fissata per i requisiti degli edifici a energia quasi zero (NZEB, Nearly Zero-Energy Building). La soglia fissata per i requisiti degli edifici corrisponde al 40% del fabbisogno di energia primaria dell'edificio di riferimento (EP_{gl,tot}, limite) calcolato secondo i parametri energetici, le caratteristiche termiche e di generazione dati nelle pertinenti tabelle del Capitolo 1 dell'Appendice A del Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - *Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*, contrassegnate dall'indicazione 2019/21.
- b) L'edificio non è adibito all'estrazione, allo stoccaggio, al trasporto o alla produzione di combustibili fossili.

Elementi di verifica *ex ante*:

- adozione delle necessarie soluzioni in grado di garantire il raggiungimento dei requisiti di efficienza energetica comprovato dalla Relazione Tecnica.
- Elementi di verifica *ex post*:
- attestazione di prestazione energetica (APE) che classifica gli l'edificio ad energia quasi zero.
- asseverazione che l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio sia inferiore ad una quota almeno pari al 20% rispetto all'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile di riferimento.

- **Criteri DNSH per l'adattamento ai CC classificazione dei rischi legati al clima da L.442/141 (Sezione II appendice A)**

Per identificare i rischi climatici fisici rilevanti per l'investimento, si dovrà eseguire una solida valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità con la quale identificare i rischi tra quelli elencati nella tabella della Sezione II dell'Appendice A del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139 che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento e del Consiglio fissando i criteri di vaglio

tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.

La valutazione dovrà essere condotta realizzando i seguenti passi:

- a) svolgimento di uno **screening dell'attività per identificare quali rischi fisici legati al clima** dall'elenco nella sezione II della citata appendice possono influenzare il rendimento dell'attività economica durante la sua vita prevista;
- b) svolgimento di una **verifica del rischio climatico e della vulnerabilità** per valutare la rilevanza dei rischi fisici legati al clima sull'attività economica, se l'attività è valutata a rischio da uno o più dei rischi fisici legati al clima elencati nella sezione II della citata appendice;
- c) **valutazione delle soluzioni di adattamento** che possono ridurre il rischio fisico identificato legato al clima.

La valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità deve essere proporzionata alla scala dell'attività e alla sua durata prevista, in modo tale che: (a) per le attività con una durata di vita prevista inferiore ai 10 anni, la valutazione sarà eseguita, almeno utilizzando proiezioni climatiche alla scala più piccola appropriata; (b) per tutte le altre attività, la valutazione viene eseguita utilizzando la più alta risoluzione disponibile, proiezioni climatiche allo stato dell'arte attraverso la gamma esistente di scenari futuri coerenti con la durata prevista dell'attività, inclusi, almeno, **scenari di proiezioni climatiche da 10 a 30 anni** per gli investimenti principali. Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto dello stato dell'arte della scienza per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea con i più recenti rapporti del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici, con le pubblicazioni scientifiche *peer-reviewed* e con modelli *open source* o a pagamento.

6.2 Report sull'adattabilità climatica

6.2.1 Premessa

Per identificare i rischi climatici fisici rilevanti per l'intervento, la Guida Operativa per la valutazione del rispetto dei requisiti DNSH suggerisce di procedere alla valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità selezionando tra quelli elencati nella tabella nella Sezione II dell'Appendice A del *Delegated Act* che integra il Regolamento (Ue) 2020/852.

La valutazione dovrà essere condotta in base ai passi indicati nei sottocriteri per l'adattamento ai Cambiamenti climatici (rif. Relazione Punto 6.1.1)

Le proiezioni climatiche e la valutazione degli impatti si basano sulle migliori pratiche e sugli orientamenti disponibili e tengono conto dello stato dell'arte per l'analisi della vulnerabilità e del rischio e delle relative metodologie in linea, così come indicato nel documento DNSH, con i più recenti rapporti del Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC), con le pubblicazioni scientifiche *peer-reviewed* e con modelli *open source* o a pagamento. In particolare, la valutazione della vulnerabilità è costruita a partire dalle condizioni attuali del contesto basate sui trend degli ultimi 20/30 anni e sull'analisi dei fenomeni di proiezione al 2050 e al 2100 basati su scenari di

previsione attraverso l'analisi di numerosi indici di riferimento provenienti da diverse fonti, tra cui il *Copernicus Climate Change Service*.

Pertanto, la pianificazione delle soluzioni proposte è stata elaborata grazie ad una analisi multicriteriale dei rischi sviluppata, in conformità con quanto prescritto, tenendo in considerazione scelte progettuali che possano rispondere in maniera efficace rispetto allo scenario potenzialmente più sfavorevole dal punto di vista climatico e ambientale e adottando criteri e modalità definite dal quadro normativo vigente

- **Screening attività per l'individuazione dei rischi fisici**

Il riferimento all'individuazione dei rischi fisici, il Regolamento Delegato (Sezione II dell'*Appendice A* del Regolamento Delegato (UE) 2021/2139) prescrive che l'attività soddisfi i criteri di cui all'*Appendice A* in esso contenuto.

Nel dettaglio la *Sezione II* della suddetta *Appendice A* individua la seguente classificazione dei pericoli legati al clima:

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo / gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

Tabella 10. Classificazione dei pericoli legati al clima. Regolamento Delegato (UE) 2021/2139

I rischi presi a riferimento sono quelli selezionati nella tabella come rischi, cronici o acuti, prevalenti nell'area di intervento. Di seguito viene presentata un'analisi multicriteriale che tiene conto dei fattori di rischio evidenziati.

6.2.2 Contesto ambientale e microclimatico

Analisi dei dati climatici

A Roma la temperatura può definirsi mite in inverno e calda in estate. La media delle massime giornaliere (linea rossa continua) si colloca a 13° C a gennaio, cresce fino a luglio e agosto, dove raggiunge i 33° C, per poi scendere gradualmente fino a ritornare a 13° C a dicembre. Nelle giornate calde (linea tratteggiata rossa) si registra un analogo andamento maggiorato di 3°/4° C in inverno con picchi fino 40° in estate. La temperatura minima (linea blu continua) invece è di 5° C a gennaio, 16° C a luglio e agosto e 6° C a dicembre. Nelle nottate fredde (linea tratteggiata blu) le temperature possono scendere sotto i 0° C nei mesi invernali per pochi giorni. La differenza di temperatura media è quindi di 7°/8° C nei mesi invernali e raggiunge i 14° C in estate.

L'energia solare a onde corte incidente giornaliera media che raggiunge il suolo per metro quadro ha significativamente forti variazioni stagionali in funzione della lunghezza del giorno, dell'elevazione solare sull'orizzonte e dell'assorbimento da parte delle nuvole e altri elementi atmosferici. La radiazione include luce solare e raggi ultravioletti. Il periodo più luminoso dell'anno va dal 10 maggio al 18 agosto, con un'energia incidente giornaliera media per mq di oltre 6,5 kWh. Il mese più soleggiato è luglio.

Le precipitazioni sono sotto i 25 mm. a luglio e agosto e, in genere, fra i 50 e i 100 mm. negli altri mesi con una punta che supera i 125 mm in novembre. La forma più comune di precipitazione è la pioggia. Il mese con il maggior numero di giorni piovosi è novembre, quello con il minor numero è luglio. In tutti i mesi 20/25 giorni sono senza pioggia.

I venti soffiano in una fascia fra i 10 e 15 Km/h. In inverno sono più forti fino a 12,3 Km/h del 24 gennaio e a 13,7 Km/h del 3 aprile, in estate hanno una velocità più contenuta con il punto più basso il 12 agosto (11,0 Km/h). A Roma, durante la stagione fredda, il transito delle perturbazioni atlantiche attiva in prevalenza Scirocco e Libeccio, responsabili delle precipitazioni che caratterizzano questo periodo dell'anno. In inverno l'aria artica marittima porta il Maestrale e quella continentale la Tramontana o il Grecale. In estate lungo la costa primeggia il Ponentino mentre i venti meridionali apportano ondate di calore e afa.

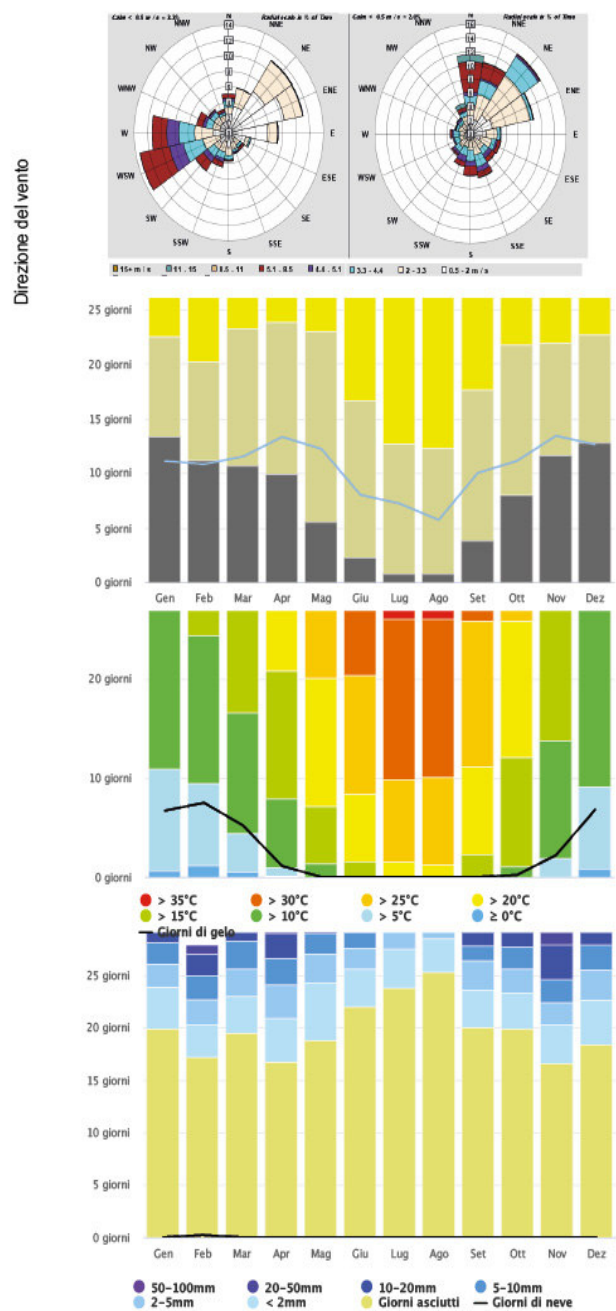
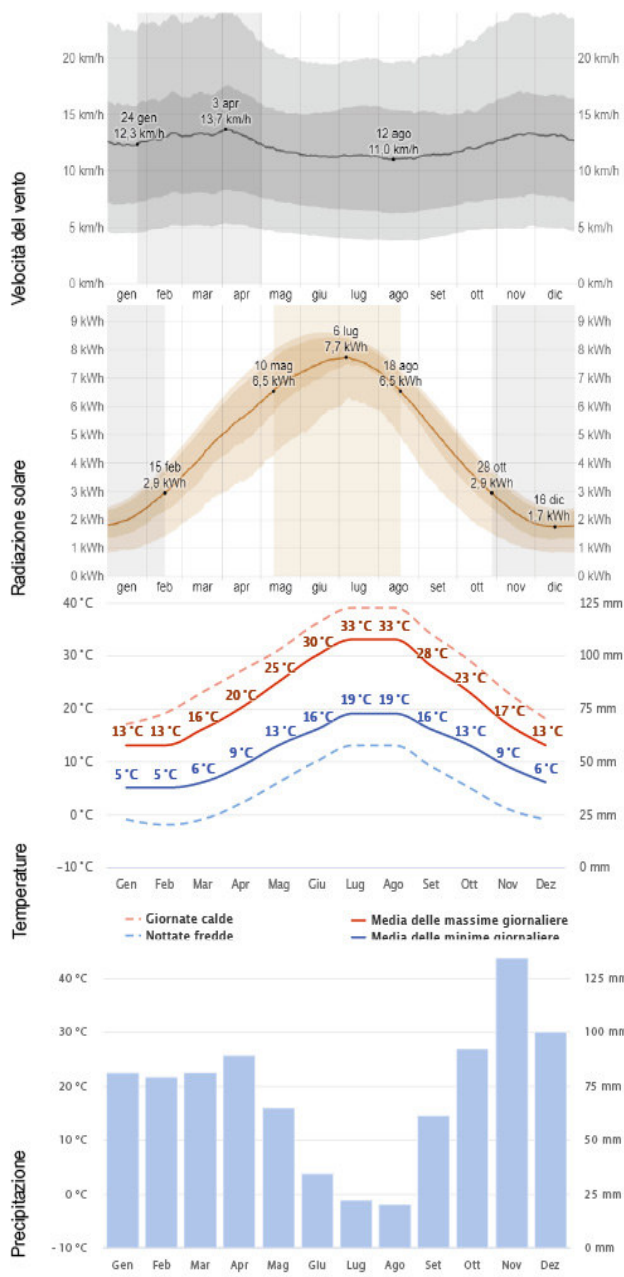


Figura 41. Analisi dei dati climatici di contesto

Trend e anomalie dal 1979 al 2022

Il cambiamento climatico si presenta in tutta la sua drammaticità. Il grafico (Figura 41) mostra, nella riga in alto a destra, la temperatura media annuale nel periodo dal 1979 al 2022 a Roma e nell'area limitrofa in un raggio di 30 km. La linea blu tratteggiata evidenzia il trend lineare di interpolazione dei dati. La variazione della temperatura è passata da 14,4° C a 16,5° C con un aumento quindi di 2,1°C.

Nella parte inferiore del grafico è indicato il riscaldamento di anno in anno attraverso strisce colorate, blu per gli anni più freddi e rosso per quelli più caldi. Si rileva quindi che la temperatura nel periodo dal 1979 al 1996 è cresciuta, ad eccezione del 1988 e del 1994, in modo meno intenso, dal 1997 invece, salvo il 2006, si assiste ad aumento più sostenuto che raggiunge il massimo nel 2022.

Nel successivo grafico (Figura 42) si coglie inoltre l'anomalia della temperatura per ogni mese nell'intero periodo, cioè di quanto è stato più caldo o più freddo rispetto alla media climatica trentennale 1980-2010. I mesi blu sono più freddi del normale, quelli rossi sono i più caldi. Nella prima metà parte del periodo sono prevalenti i mesi blu mentre nella seconda i rossi che evidenziano il riscaldamento globale associato al cambiamento climatico.

Le precipitazioni (linea viola continua) registrano un andamento annuale meno regolare con scarti positivi e negativi più marcati rispetto alla linea interpolante (blu tratteggiata) che colloca il livello delle precipitazioni a 878,0 mm di pioggia all'inizio del periodo di osservazione e a 868,4 alla fine. Si osserva quindi un'apparente stabilità con tendenza ad un clima più secco, confermato dalla rilevazione delle strisce colorate di precipitazione dove il verde indica gli anni più umidi e il marrone quelli più secchi.

Le anomalie delle precipitazioni, cioè i mesi che hanno avuto più o meno precipitazioni rispetto alla media di trent'anni (1980-2010) sono invece indicati nel grafico successivo, i mesi verdi sono i più piovosi, quelli marroni i più secchi. Come si vede le piogge hanno un andamento altalenante rispetto al normale.

Infine, nell'ultimo grafico vengono affrontate le anomalie dell'umidità rapportate all'analogia media trentennale dove in blu sono indicati i mesi più umidi e in rosso quelli più secchi. In questo caso l'andamento del cambiamento climatico è più che evidente e non lascia spazio a diverse interpretazioni.

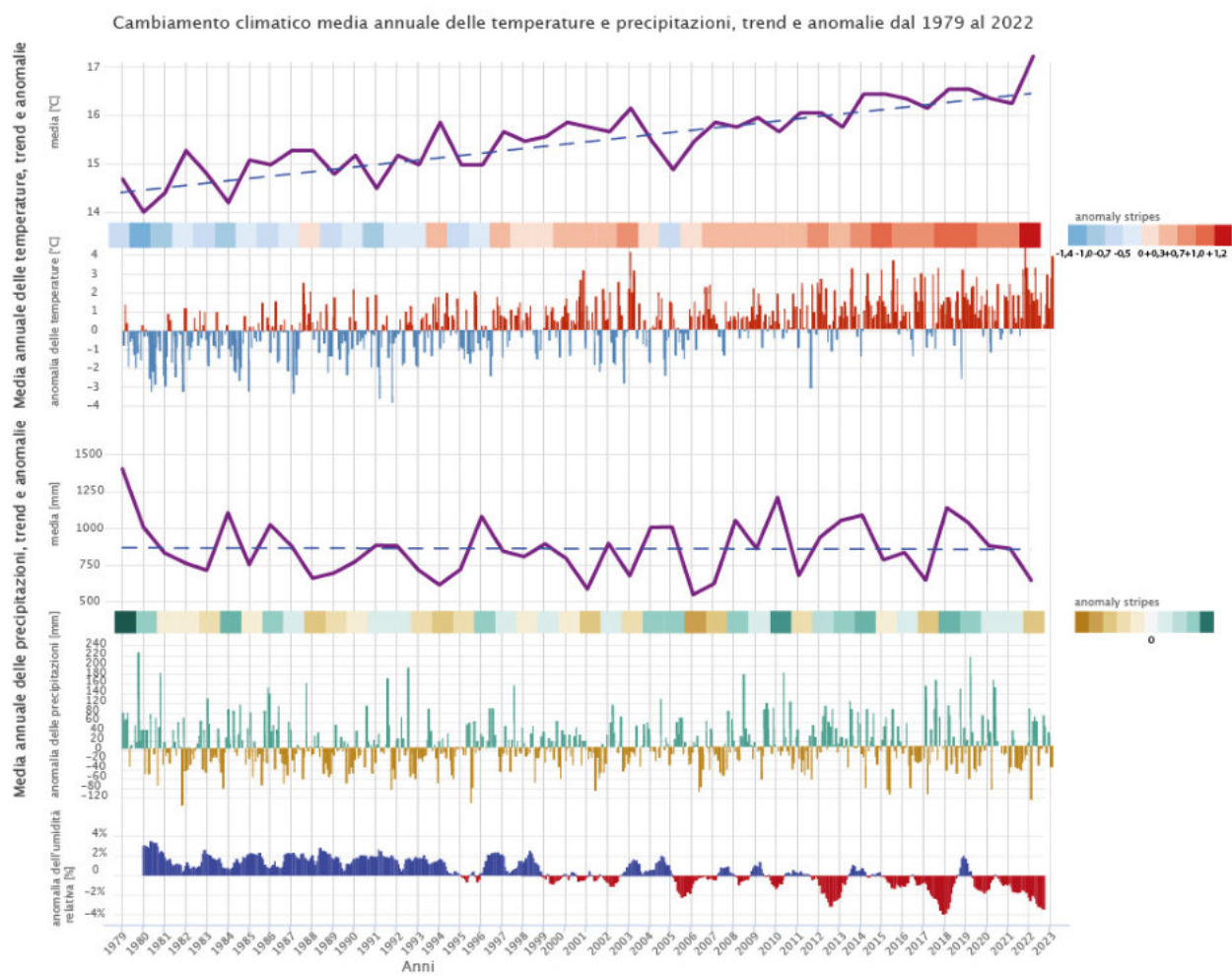


Figura 42. Cambiamento climatico annuale delle temperature e delle precipitazioni – anomalie dal 1979 al 2022

6.3 Contesto ambientale e microclimatico: analisi da modello simulativo

È stato esaminato il sistema costruito degli edifici presenti nel comparto di Pietralata che ospiterà il Tecnopolo tramite l'utilizzo del GIS, del rilievo e di ulteriore documentazione al fine di individuare le informazioni utili per la costruzione del modello di analisi. La metodologia di calcolo utilizzata si basa sulla modellizzazione del microclima delle aree oggetto di studio attraverso l'utilizzo di diversi software di calcolo, tra i quali ENVI-met -di cui parte delle elaborazioni sono riportate in questo paragrafo-, al fine di valutare il miglioramento del microclima locale anche in termini di comfort e riduzione delle emissioni climalteranti.

Per contenere l'effetto isola di calore si è agito sull'intero sedime del lotto B1 mediante la realizzazione di superfici esterne pavimentate permeabili, ombreggiate o con un alto valore di riflettanza solare al fine di migliorare le condizioni di microclima locale, con effetti positivi sull'habitat naturale di piante e animali e quindi sull'uomo. Controllare l'effetto isola di calore comporta indirettamente anche una minore necessità di raffrescamento estivo all'interno del nuovo edificio, riducendo i consumi di energia e le relative emissioni di gas serra e di inquinanti atmosferici.

La valutazione dei consumi complessivi oggetto di studio (termici, elettrici e idrici degli edifici) ha tenuto conto dei dati parametrici e di benchmark in rapporto agli scenari migliorativi possibili, stimando la riduzione di CO₂ emessa al fine di rispondere agli obiettivi prefissati di:

- 100% di energia elettrica da fonti rinnovabili;
- 100% di energia termica da fonti rinnovabili;
- 100% di riduzione di CO₂;
- 60% di risparmio idrico.

6.3.1 Analisi multi-criteriale: parametri e indici analizzati

Per il raggiungimento degli obiettivi prefissati è stato necessario partire da un'approfondita analisi delle condizioni climatiche ambientali attuali, messe a confronto con i trend degli ultimi 40 anni (riportati nel precedente paragrafo). La costruzione di uno scenario *ex ante* e di uno *ex post* ha permesso di elaborare e valutare gli aspetti migliorativi delle condizioni climatiche ambientali dell'area, partendo dall'analisi di alcuni fondamentali parametri e indici:

- Temperatura dell'aria
- Ventilazione (direzione e intensità)
- Umidità relativa
- Temperatura Media Radiante
- PMV (Predicted Mean Vote)
- PPD (Predicted Percentage Dissatisfied)
- PET (Physiological Equivalent Temperature)

Situazione Estiva – Temperatura

Tra le ore 14 e le 16 del 1° luglio la media della temperatura massima estiva di progetto simulata nell'area oggetto di sperimentazione risulta essere compresa tra 29.5°C e 30°C, con una generale omogeneità del valore anche nelle aree circostanti gli edifici in questione.

La presenza delle masse arboree all'interno del progetto mitiga il fenomeno di isola di calore, con una importante riduzione media di 1.5 °C rispetto agli spazi aperti costituiti dalla sede ferroviaria della Stazione Tiburtina.

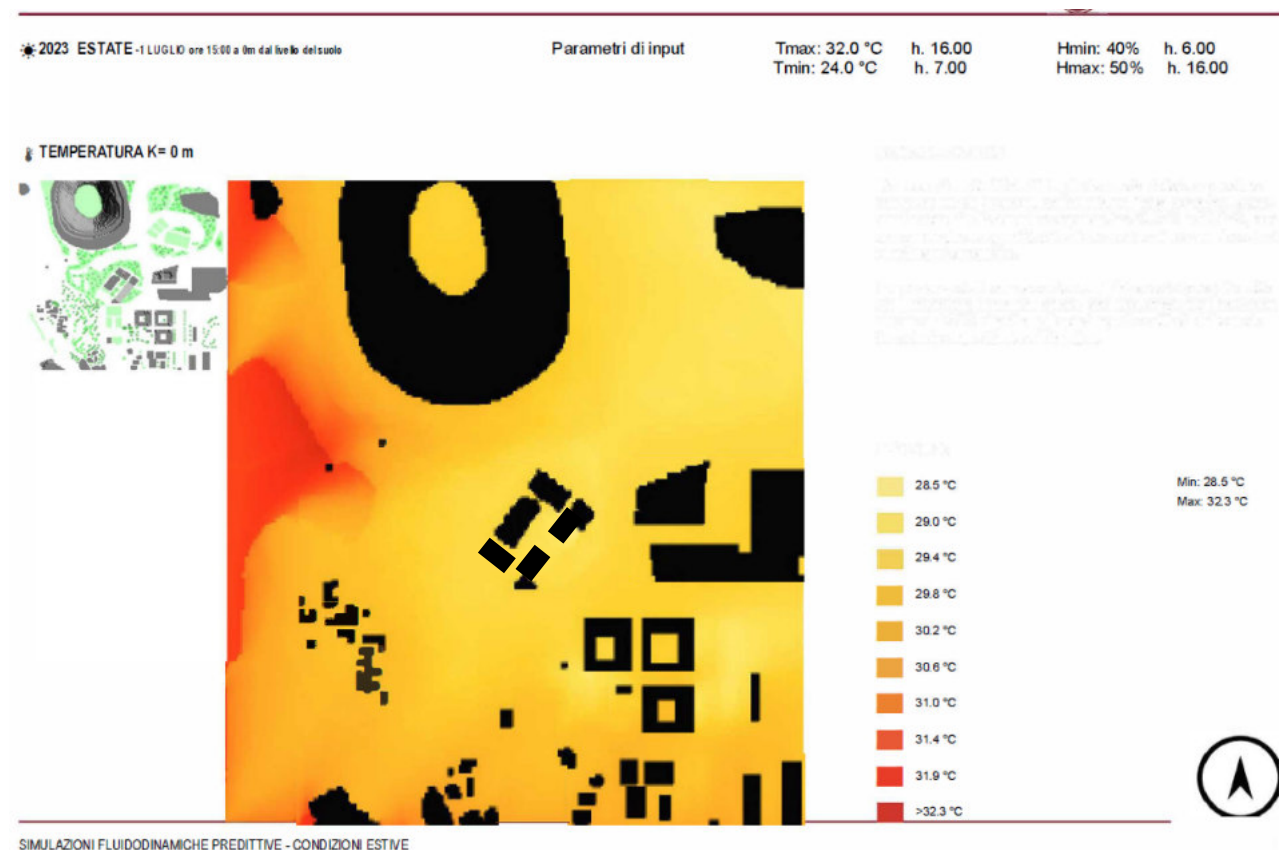


Figura 43. Condizioni estive – Temperatura

Situazione Estiva – Ventilazione

L'area oggetto di sperimentazione presenta una ventilazione prevalente con provenienza SUO-OVEST, con punti di rilevazione compresi tra 1.0 e 1.8 m/s. In modo omogeneo la ventilazione in condizioni estive risulta uniforme, con picchi superiori a 4.4 m/s verificatesi per la conformazione geologica dell'area, nonché per la presenza di un importante agglomerato edilizio che favorisce una indiretta canalizzazione della ventilazione prevalente.

Negli spazi aperti che costituiscono le corti degli edifici oggetto di sperimentazione si rileva una ventilazione costante tra 0.5 e 1.1 m/s, quest'ultima favorita da una scelta mirata di specie arboree e arbustive caduche e sempreverdi che incentivano il micro-comfort ambientale.

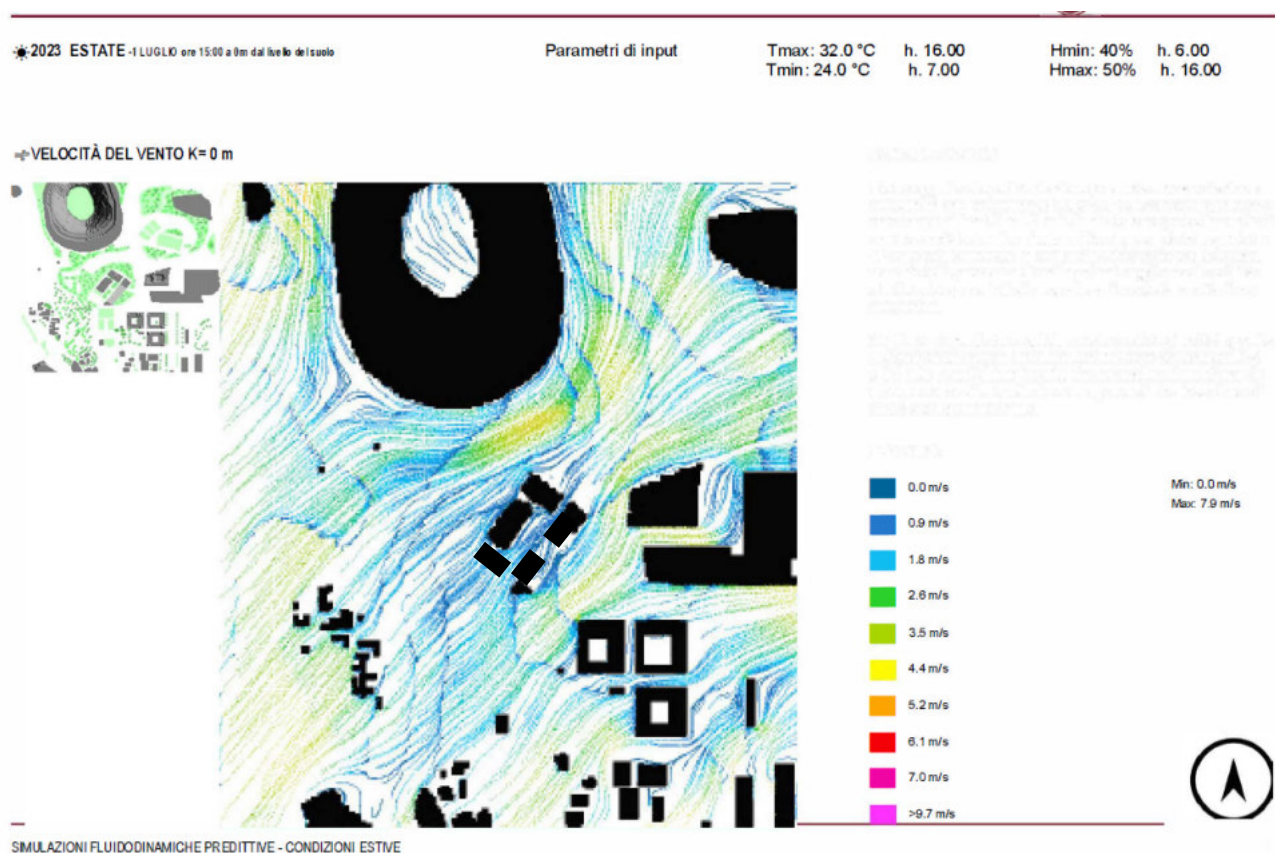


Figura 44. Condizioni estive – Ventilazione

Situazione Estiva – Umidità

L'area oggetto di sperimentazione presenta una Umidità Rel-ativa pari al 43.4% nelle condizioni estive ove sono presenti spazi aperti, permeabili e con presenza di masse arboree e arbustive che favoriscono l' evapotraspirazione.

Il tessuto limitrofo si presenta pressoché omogeneo, con valori compresi tra 41.3 e 41.9%, ciò dovuto principalmente a una conformazione di suolo spesso impermeabile e fortemente sigillata. Valori di UR% ridotti sono presenti invece negli spazi aperti con assenza di masse arboree (area FS Tiburtina).

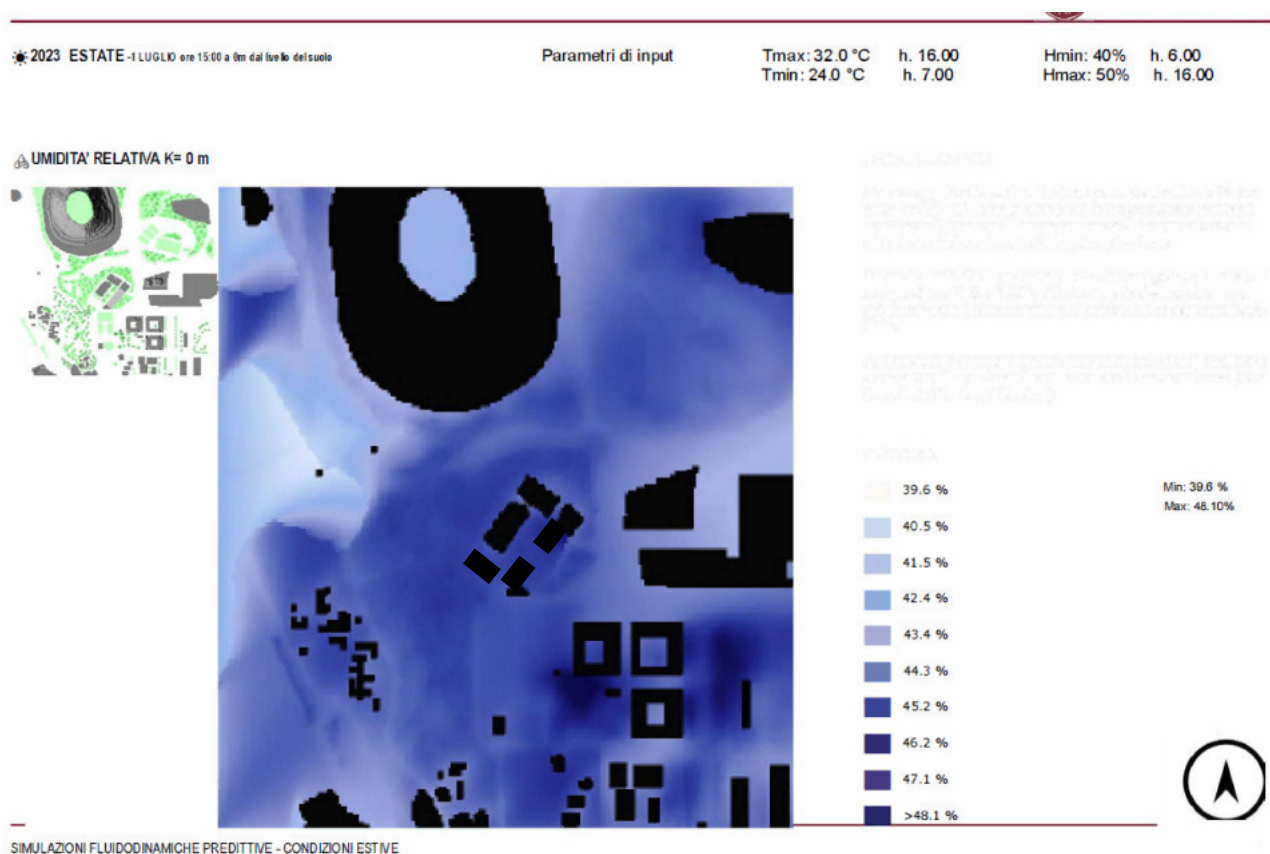


Figura 45. Condizioni estive – Umidità

Situazione Estiva – Temperatura Media Radiante

La composizione delle superfici che determinano l'area oggetto di sperimentazione, costituite principalmente da asfalto drenante ad alto coefficiente di albedo, cemento drenante, masselli autobloccanti inerbiti, spazi verdi e permeabili, presentano una Temperatura Media Radiante pari a 44.3°C.

Il piano di riforestazione con specie arboree e arbustive autoc-tone e native del comparto romano introdotto per l'area buffer a margine con il futuro stadio, nonché l'adozione di idonee specie per gli spazi antistanti gli edifici in questione, determina una riduzione della TMR nell'ordine di 10°C rispetto le ordinarie condizioni.

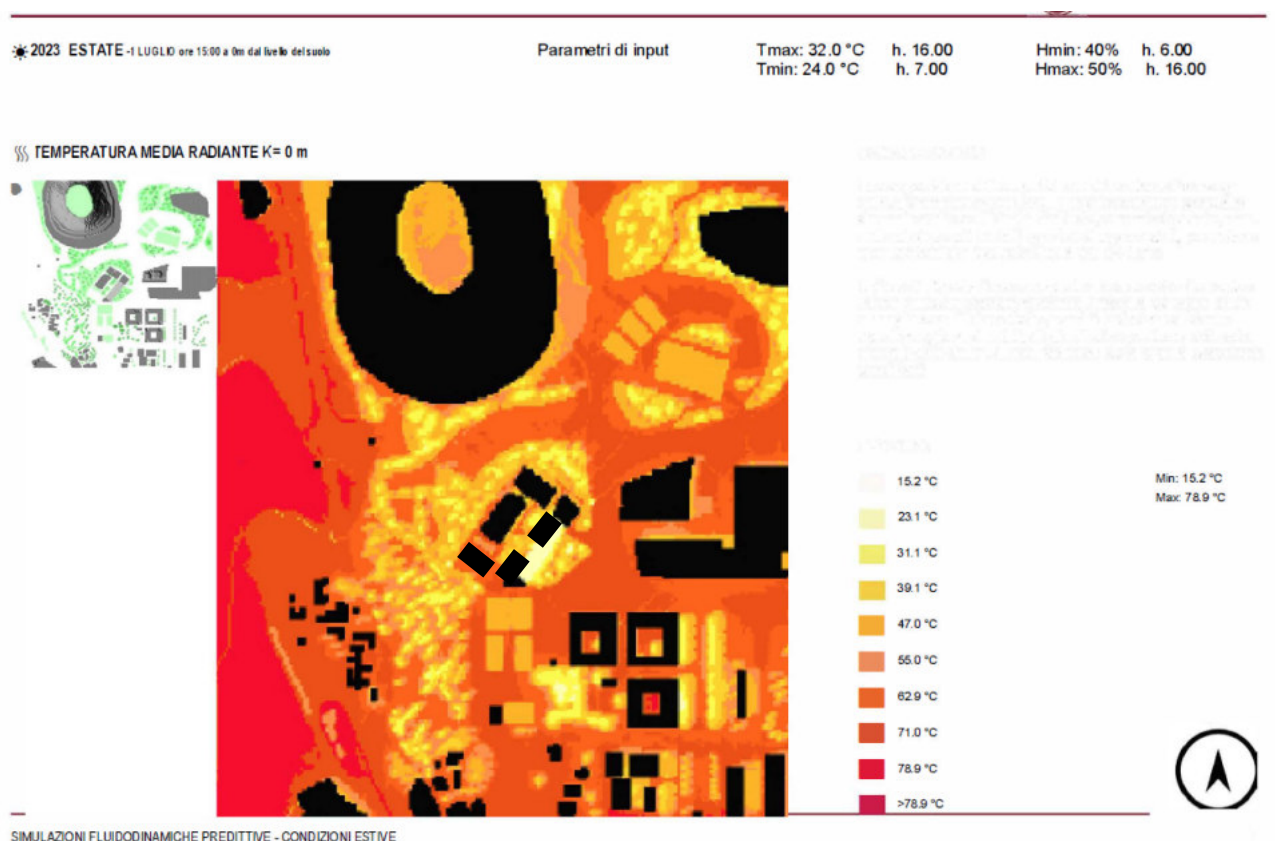


Figura 46. Condizioni estive – Temperatura Media Radiante

Situazione Estiva – PMV

Il PMV, voto medio previsto all'interno dell'area oggetto di sperimentazione, definita come adattamento empirico alla sensazione umana di comfort termico, definisce un punteggio complessivamente compreso tra + 0.1 (situazione di benessere in condizioni estive - ove sono presenti spazi aperti con presenza di masse arboree e arbustive caducifoglie e sempreverdi) e + 1.2 (leggermente caldo - in corrispondenza delle sedi viarie e degli spazi interstiziali gli edifici).

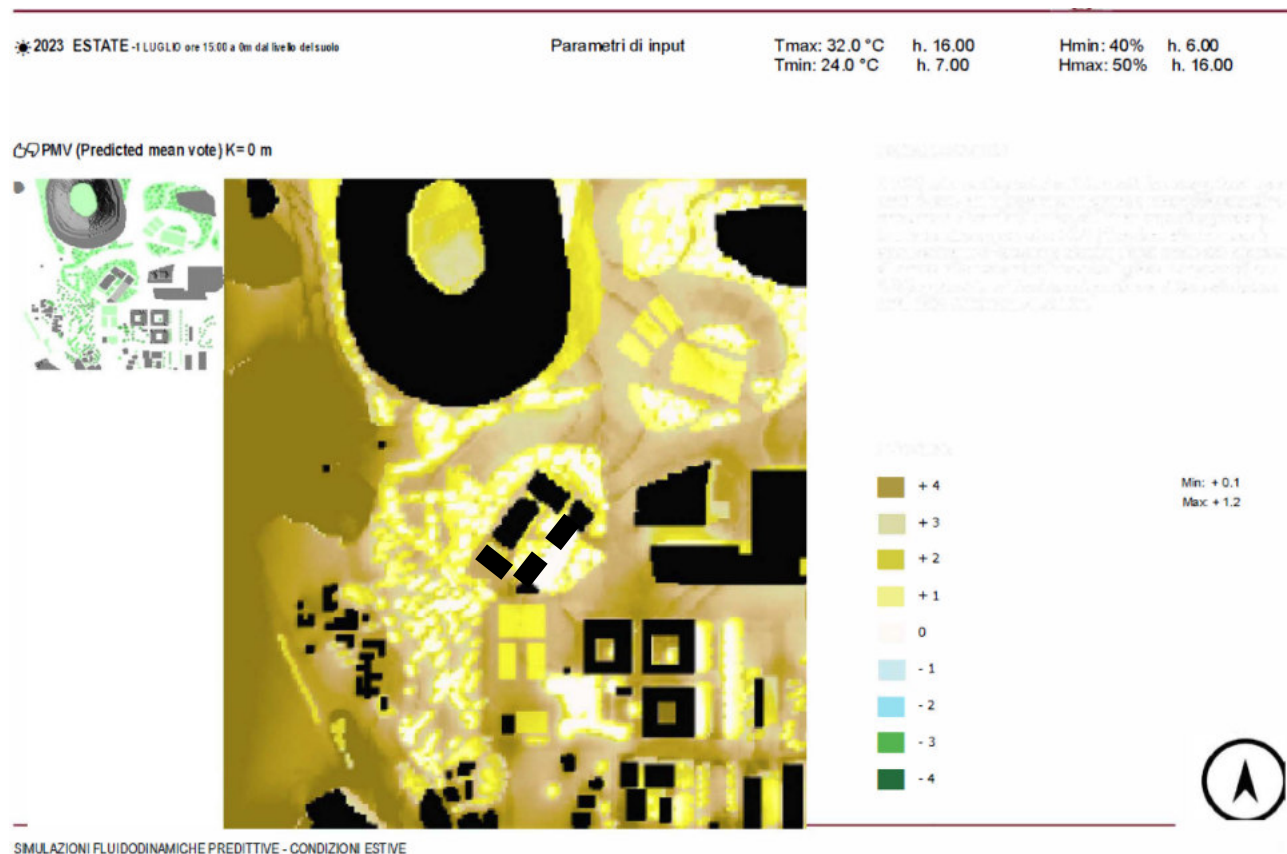


Figura 47. Condizioni estive – PMV

Situazione Estiva – PPD

La percentuale prevista di persone insoddisfatte delle condizioni di comfort registrate nel PPD, all'interno della proposta di progetto, definisce una situazione variegata, in termini di benessere percepito, in funzione del punto di rilevazione.

Gli spazi oggetto di intervento, basati su soluzioni di riforestazione e di dispositivi tecnologici ambientali asseverabili alle Nature Based Solution, permettono una riduzione media delle persone insoddisfatte del microcomfort ambientale locale pari al 40% rispetto le ordinarie condizioni.

Gli spazi adibiti a sedi viarie, nonché gli spazi interstiziali gli edifici, permettono una rilevazione percentuale media pari al 68%.

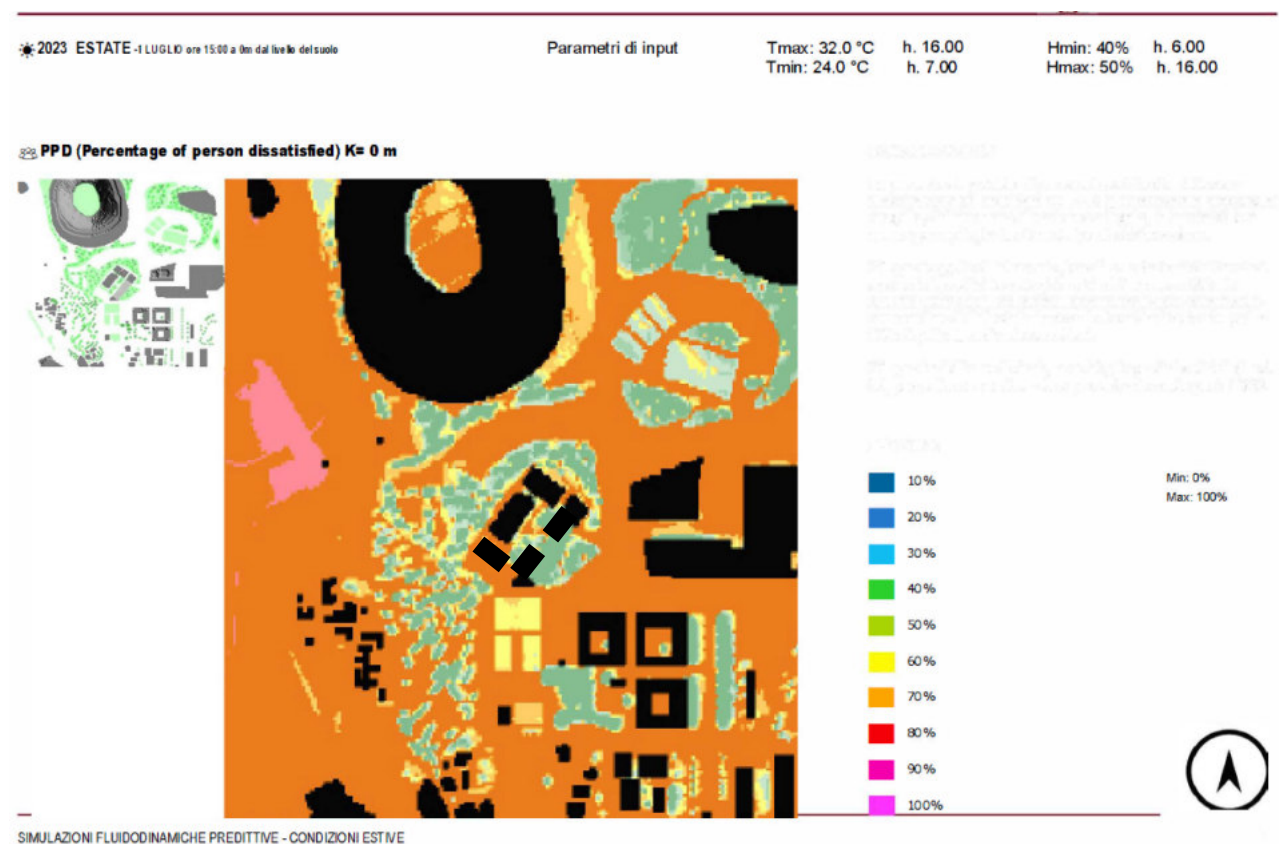


Figura 48. Condizioni estive – PPD

Situazione Estiva – PET

L'indice di comfort PET derivato dal modello di bilancio termico umano combina parametri meteorologici e termo fisiologici (abbigliamento e attività umane), utilizzato in questo caso per misurare il comfort termico di un individuo di 30 anni in un determinato ambiente di riferimento.

L'area oggetto di progetto definisce un indice PET compreso tra 30.6 °C, ove sono presenti, secondo la definizione del piano di riforestazione urbana, le masse arboree e arbustive che costituiscono tali spazi, e 36.9 °C, in corrispondenza delle sedi viarie e degli spazi di corte degli edifici in questione.

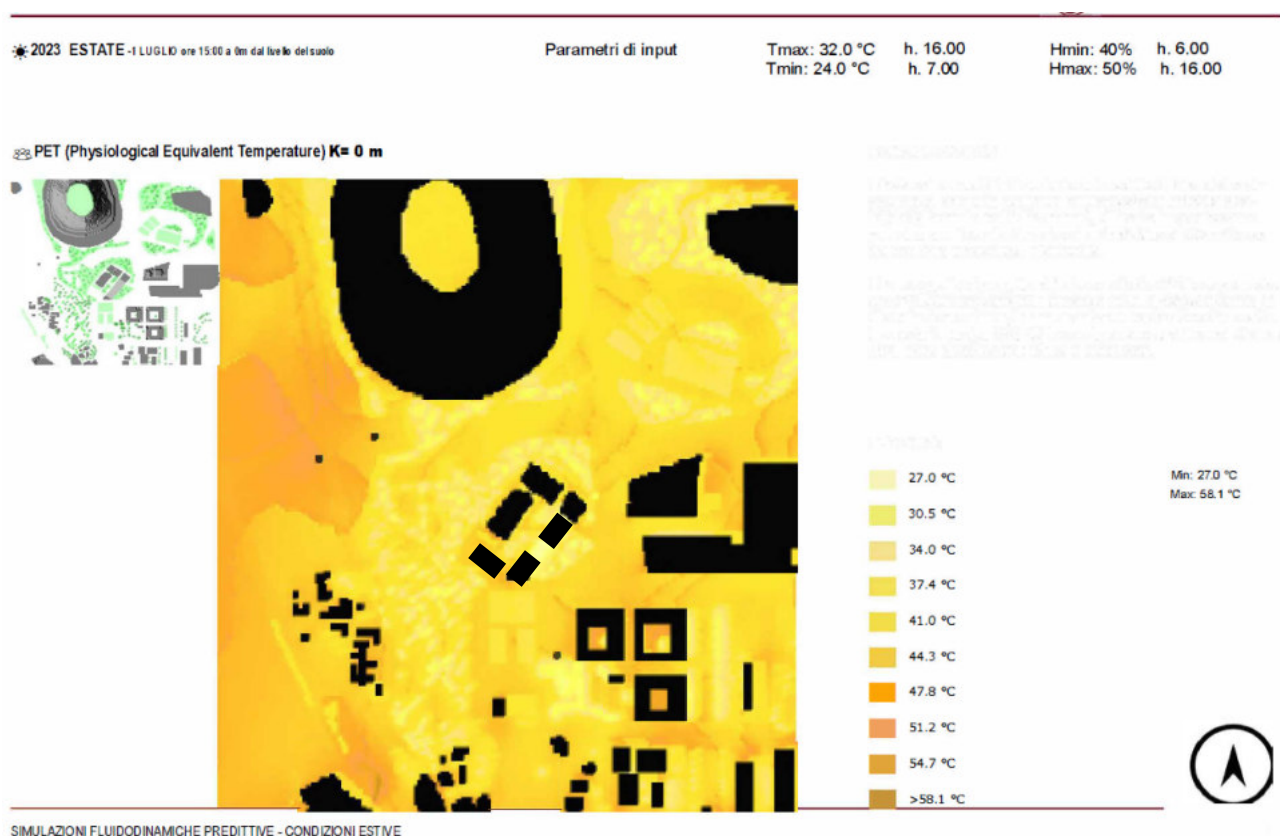


Figura 49. Condizioni estive – PET

Situazione Invernale – Temperatura

La temperatura media invernale registrata nell'area oggetto rigenerazione urbana risulta essere, nelle condizioni invernali predittive, pari a 9.9 °C in corrispondenza della corte principale. La presenza delle masse arboree caduche e sempreverdi mitiga l'incremento di temperatura registrato nelle aree circostanti, nell'ordine di 1.0 °C di differenza, rispetto al punto più freddo evinto dalle simulazioni.

Si denota altresì una omogeneità della temperatura in corrispon-denza di spazi verdi permeabili, ridefiniti secondo applicazione di soluzioni tecnologico-ambientali, costituiti principalmente da masse erbacee e arbustive.



Figura 50. Condizioni invernali – Temperatura

Situazione Invernale – Ventilazione

L'area oggetto di sperimentazione presenta una ventilazione prevalente con provenienza NORD-EST, con punti di rilevazione compresi tra 1.5 e 2.1 m/s. In modo omogeneo la ventilazione in condizioni invernali risulta uniforme, con picchi superiori a 5.1 m/s verificatesi per la conformazione geologica dell'area, nonché della presenza di un importante agglomerato edilizio che favorisce una indiretta canalizzazione della ventilazione prevalente.

Negli spazi aperti che costituiscono le corti degli edifici oggetto di sperimentazione si rileva una ventilazione costante tra 0.7 e 0.9 m/s, quest'ultima favorita da una scelta mirata di specie arboree e arbustive caduche e sempreverdi che incentivano il micro-comfort ambientale.

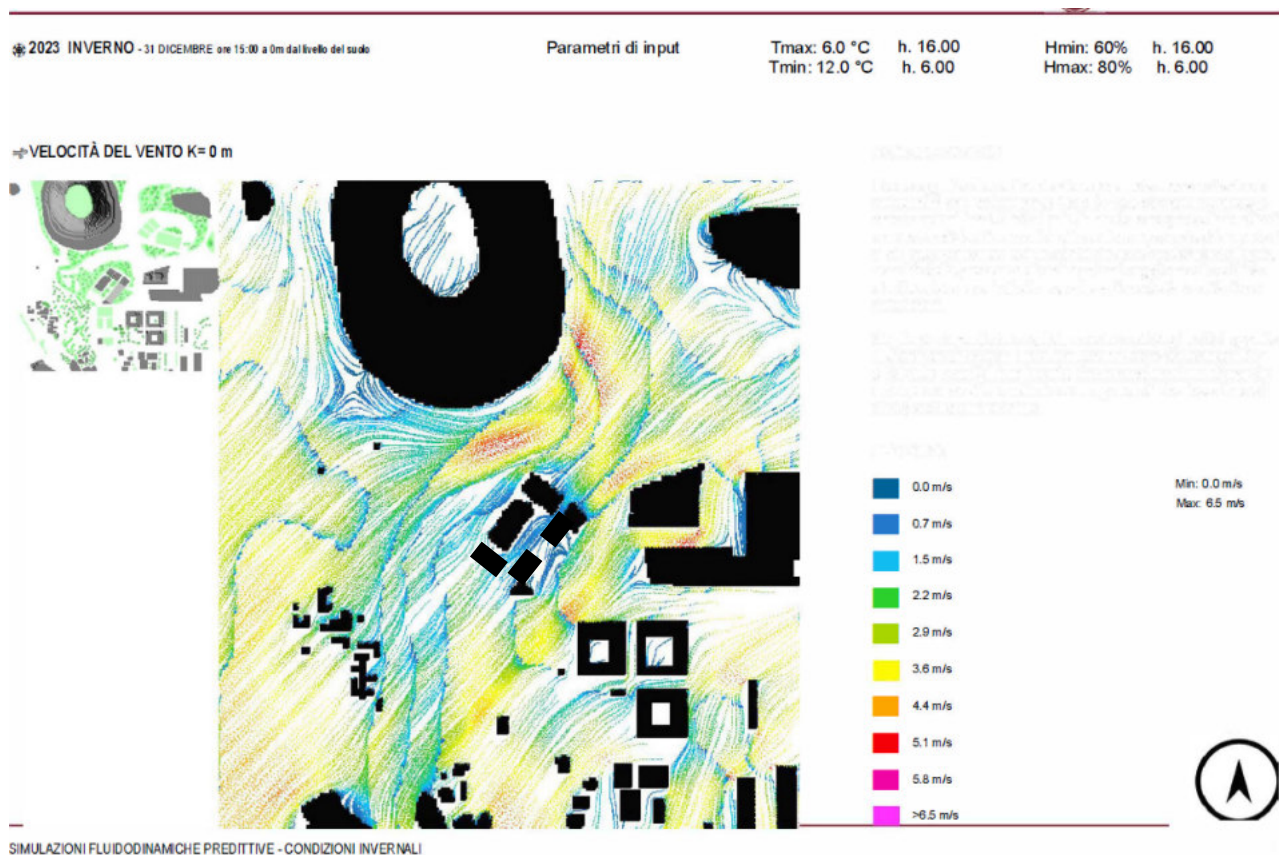


Figura 51. Condizioni invernali – Ventilazione

Situazione Invernale – Umidità

Complessivamente l'area oggetto di rigenerazione urbana presenta una Umidità Relativa, nelle condizioni invernali predittive, ridotta rispetto le condizioni odierne e complessivamente omogenea in tutto il contesto urbanistico analizzato, con una percentuale media pari a 75.6 %. Si riscontra altresì una riduzione dell'Umidità Relativa nelle aree sottovento (spazi di corte degli edifici esistenti e del futuro stadio).

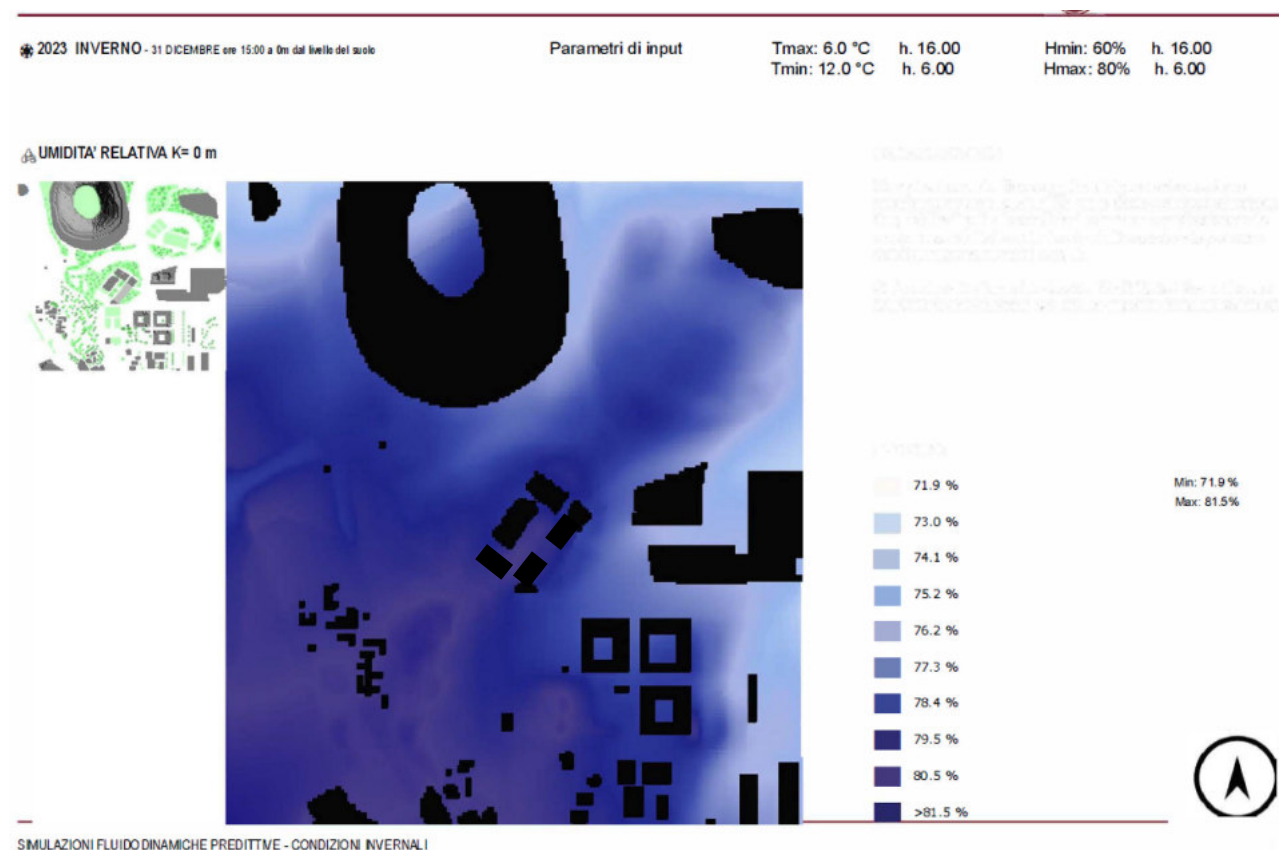


Figura 52. Condizioni invernali – Umidità

Situazione Invernale – Temperatura Media Radiante

La composizione delle superfici che determinano l' area oggetto di sperimentazione, costituite principalmente da asfalto drenante ad alto coefficiente di albedo, cemento drenante, mas-selli autobloccanti inerbiti, spazi verdi e permeabili, presentano una Temperatura Media Radiante, in condizioni invernali, pari a 11.3°C. Il sedime ferroviario che costituisce la stazione di Tiburtina, composto principalmente da pietrisco, traverse in calcestruzzo e binari in acciaio, presenta una Temperatura Media Radiante pari a 35.3 °C.

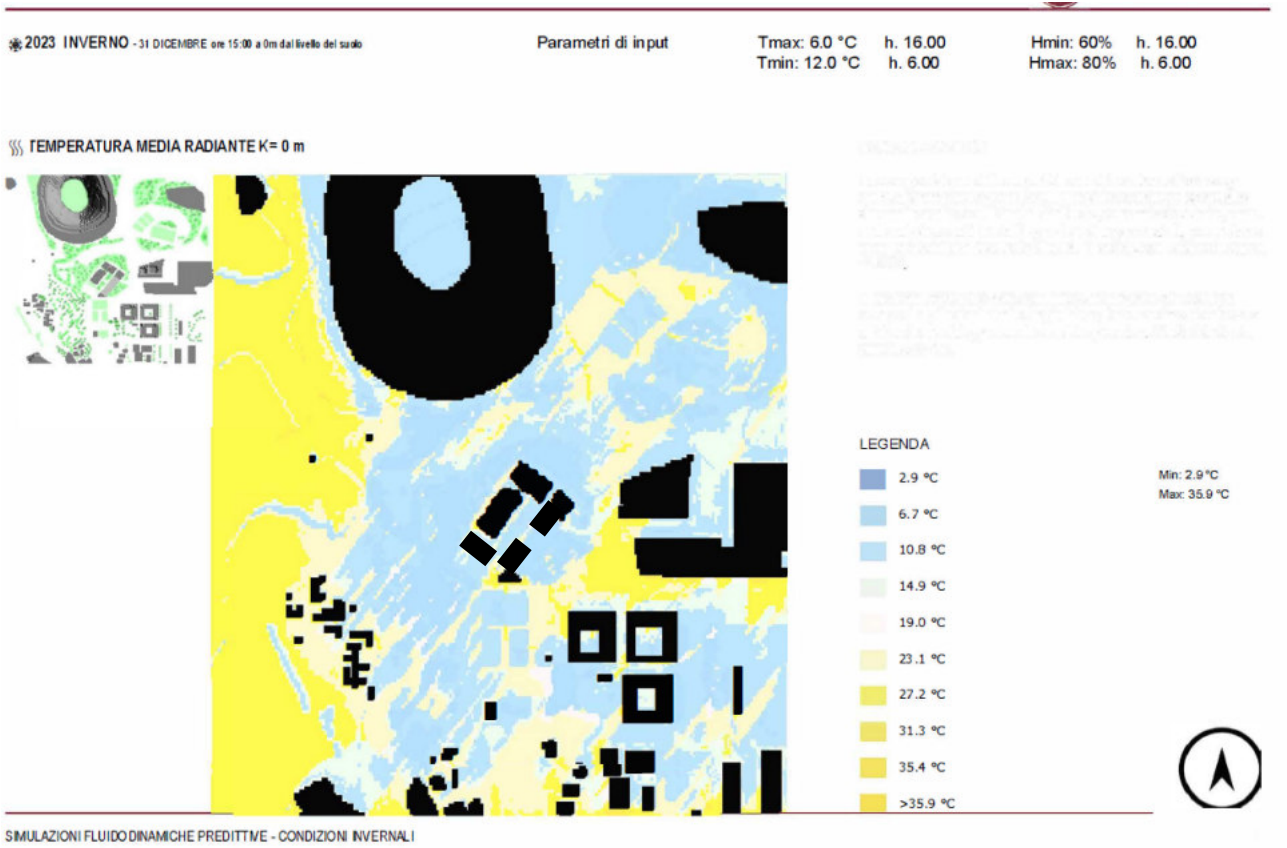


Figura 53. Condizioni invernali – Temperatura Media Radiante

Situazione Invernale – PMV

Il PMV, voto medio previsto all'interno dell'area oggetto di sperimentazione, definito come adattamento empirico alla sensazione umana di comfort termico, mostra un punteggio complessivamente compreso tra - 0.2 (situazione di benessere in condizioni invernali - ove sono presenti spazi aperti con pre-senza di masse arboree e arbustive caducifoglie e sempreverdi) e - 1.5 (leggermente freddo - in corrispondenza delle sedi viarie e degli spazi interstiziali gli edifici).

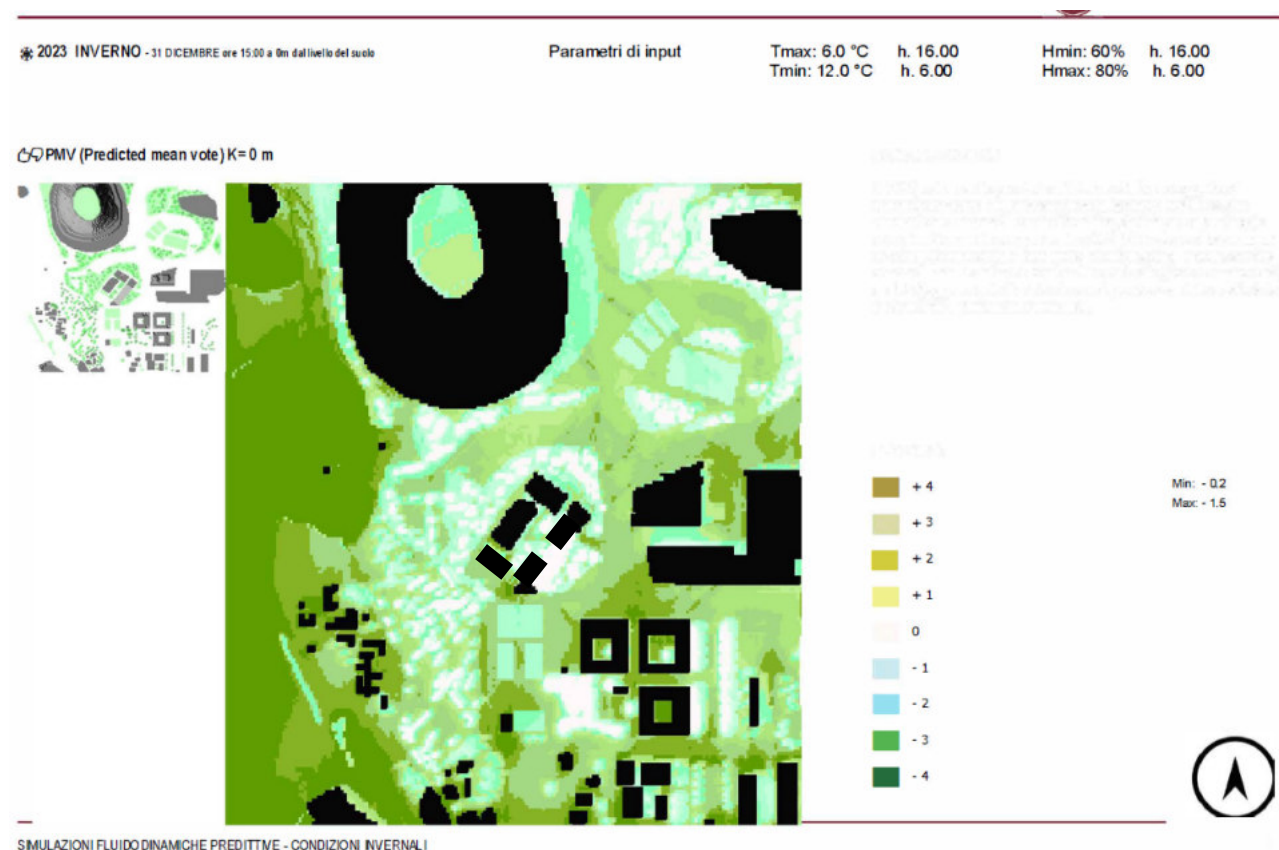


Figura 54. Condizioni invernali – PMV

Situazione Invernale – PPD

La percentuale prevista di persone insoddisfatte delle condizioni di comfort registrate nel PMV, all'interno dell'area oggetto del Masterplan, nelle condizioni invernali predittive, indica un netto miglioramento rispetto alla situazione odierna.

Nello specifico tale percentuale presenta un range medio compreso tra 42 e 68 %; negli spazi aperti ove sono presenti masse arboree e arbustive autoctone e resilienti del luogo, tale valore risulta essere compreso tra 38 e 61 %.

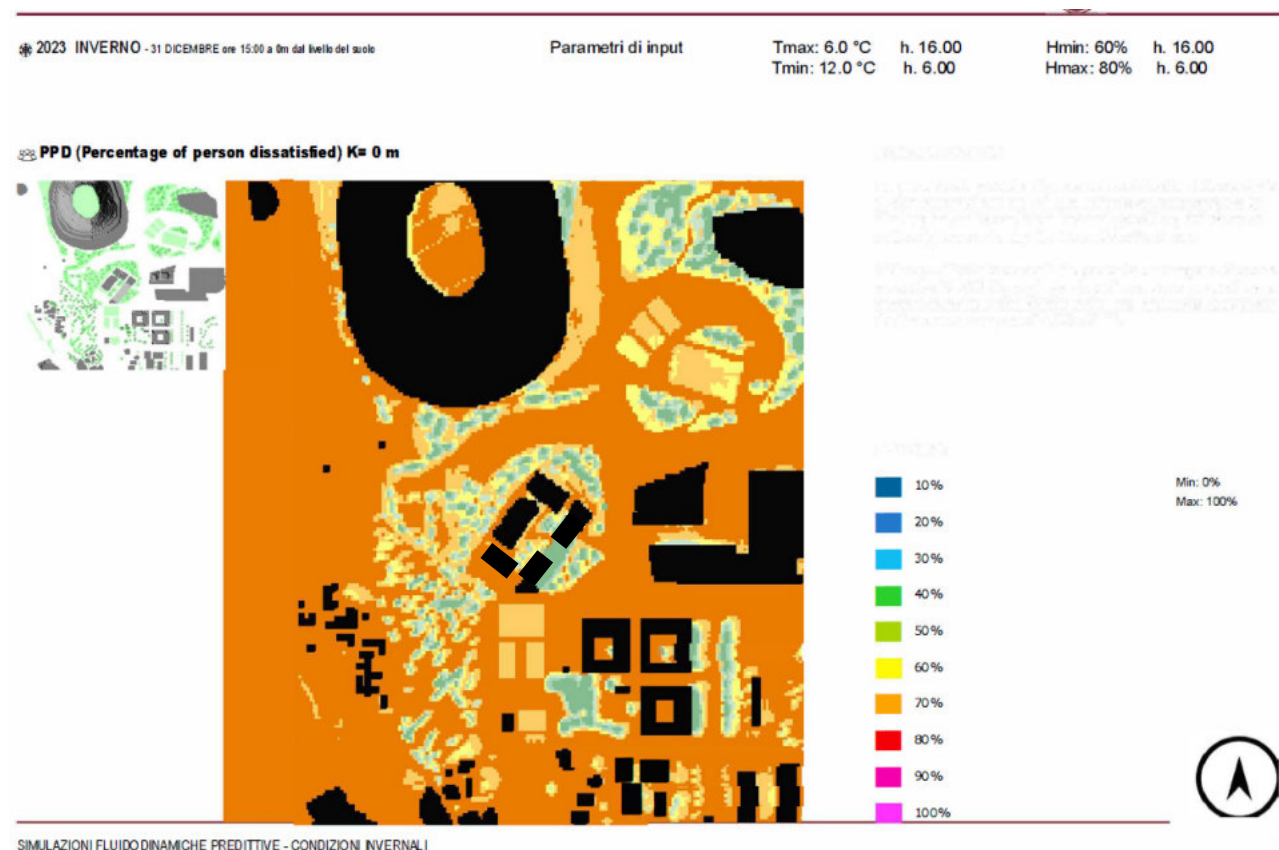


Figura 55. Condizioni invernali – PPD

Situazione Invernale – PET

L'indice di comfort PET derivato dal modello di bilancio termico umano, che combina parametri meteorologici e termofisiologici (abbigliamento e attività umane), è utilizzato in questo caso per misurare il comfort termico di un individuo di 30 anni in un determinato ambiente di riferimento.

L'area oggetto di progetto definisce un indice PET compreso tra 14.6 °C, ove sono presenti spazi aperti, vegetati e permeabili, e 21.9 °C, in corrispondenza delle sedi viarie e degli spazi di corte degli edifici in questione.

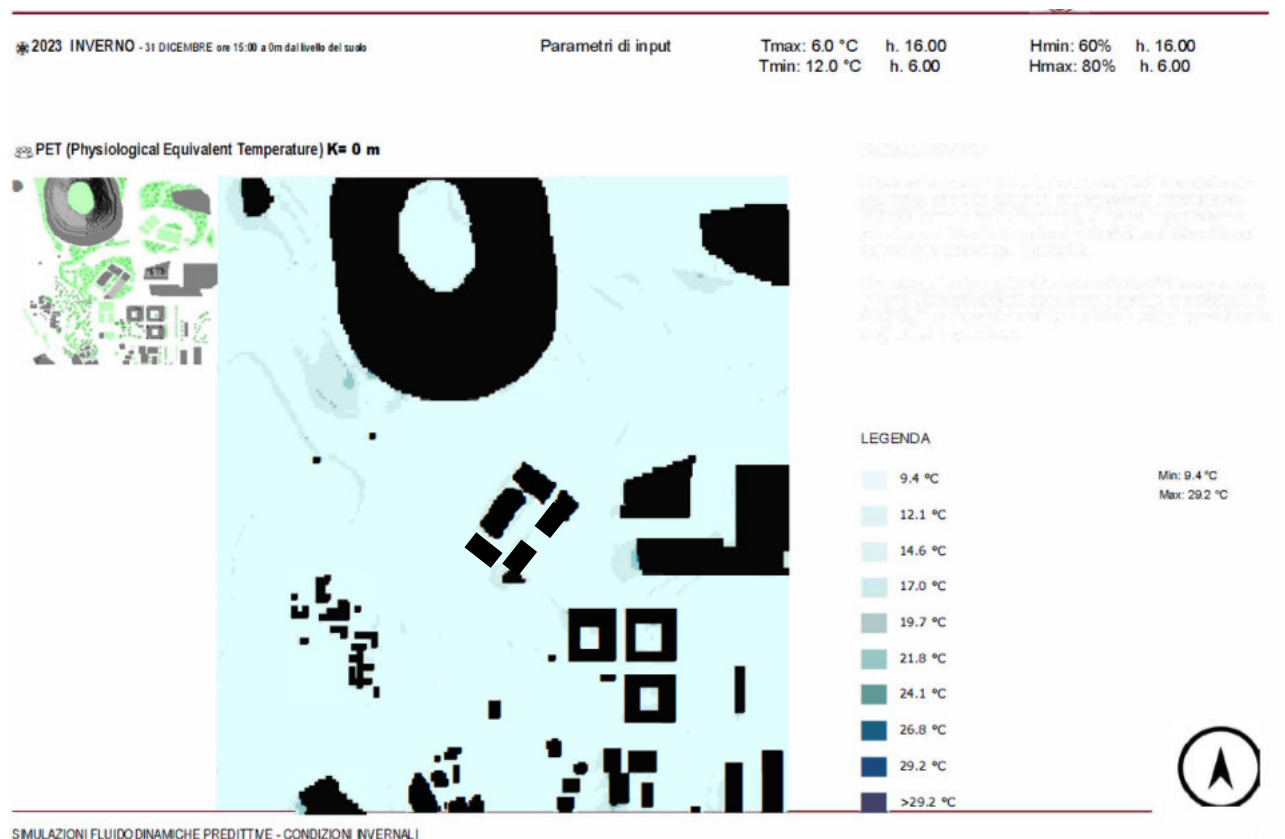


Figura 56. Condizioni invernali – PET

6.4 Studio dell'andamento stagionale del soleggiamento/ombreggiamento

La copertura, che presenta una superficie utile di 2760 mq, è stata progettata non solo per ospitare un sistema fotovoltaico che potrà sopperire a gran parte, se non al totale, del fabbisogno energetico dell'edificio, ma anche come dispositivo bioclimatico, consentendo una naturale schermatura dei fronti sud/sudest/sud ovest. Come si evince dalle analisi del soleggiamento sul modello tridimensionale, nelle ore più svantaggiate in estate, l'ombra portata dalla copertura garantisce una schermatura importante sulle facciate maggiormente esposte alla radiazione solare diretta, in sinergia con il sistema vegetato caratterizzato da pareti verdi verticali perimetrali la volumetria dell'atrio e piantumazioni nelle aree verdi di pertinenza.

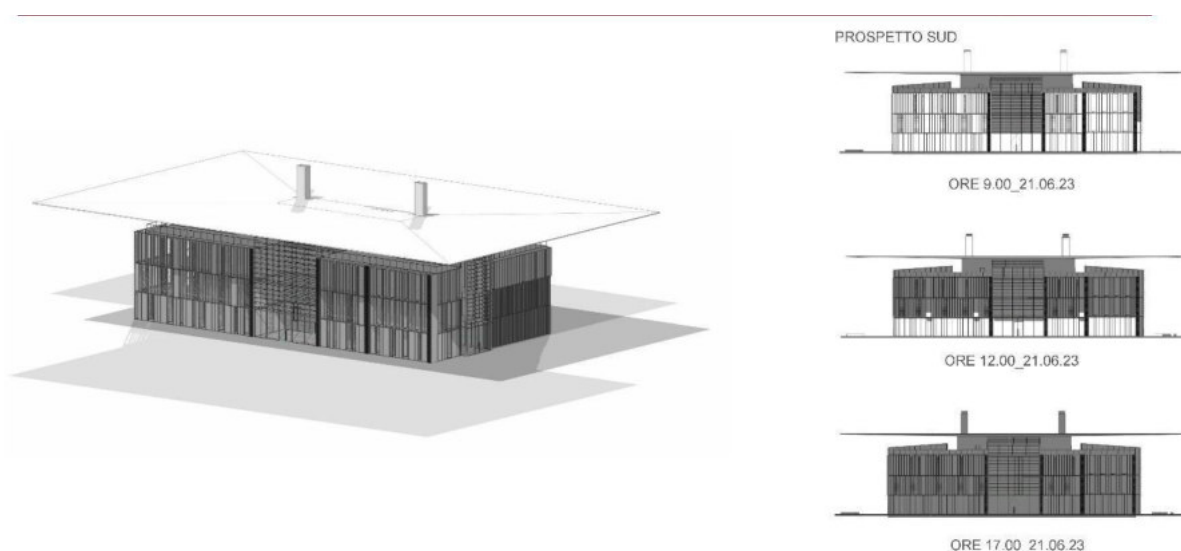


Figura 57. Soleggiamento/ombreggiamento simulazione al solstizio d'estate

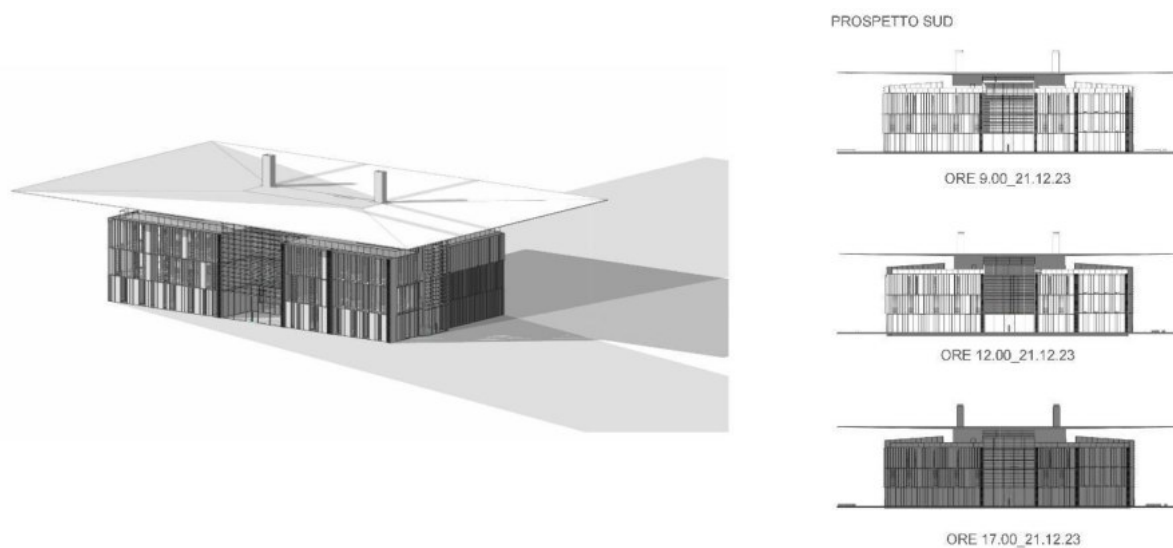


Figura 58. Soleggiamento/ombreggiamento simulazione al solstizio d'inverno

6.5 Quadro dei dispositivi adottati e la loro messa a sistema

L'approccio alla progettazione dell'intervento è ispirato ai principi della sostenibilità ambientale e dell'efficienza energetica. La ricerca delle soluzioni messe in atto prende le mosse da un'attenta analisi delle specificità locali in termini climatici e microclimatici.

L'analisi climatica iniziale ha fornito numerosi spunti progettuali che si sono tradotti in un complesso sistema di strategie ambientali declinate in estive, invernali ed annuali, per ambienti interni ed esterni.

6.5.1 Quadro dei dispositivi passivi

L'intervento ha previsto l'inserimento di soluzioni che sfruttano le caratteristiche climatico-ambientali del sito, introducendo diversi dispositivi passivi che sono integrati nelle facciate seguendo una dimensione modulare variabile tra 0,5 e 1 metro ed un'altezza interpiano di 4,60 m (per l'articolazione dei moduli si rimanda alla Relazione punto 4). Le soluzioni passive previste sono così articolate:

- Sistemi tecnologici vetrati in facciata: vetri termocromici, basso emissivi selettivi a controllo solare;
- Sistemi tecnologici opachi/semi-trasparenti in facciata: parete ventilata; muri di trombe; pannelli PCM;
- Sistemi tecnologici schermanti in facciata: schermature solari;
- Sistema morfologico-spaziale in facciata: atrio bioclimatico;
- Sistema morfo-tecnologico in copertura: lama di copertura;
- Sistemi morfo-tecnologici integrati per la ventilazione naturale: labirinto d'aria, torri di ventilazione, lamelle di ventilazione in facciata.
- Sistemi di verde: parete vegetata interna
- Sistemi test: pannelli pop-up/demo site;

Sistemi tecnologici vetrati in facciata:

vetri termocromici: dispositivi pluristratificati composti da layer termocromici e layer protettivi e di rivestimento che, nell'ambito della famiglia dei cromogenici, variano le caratteristiche fisico chimiche in funzione della temperatura superficiale cui è esposto il vetro, passando da uno stato altamente trasmittente (trasparente) a uno parzialmente riflettente (traslucido) in maniera reversibile. Questi pannelli costituiscono un sistema dinamico di schermatura della radiazione solare prevalentemente nella condizione estiva, consentendo una riduzione dei fenomeni di surriscaldamento degli ambienti esposti a sud.

vetri basso emissivi selettivi a controllo solare: dispositivi pluristratificati che hanno la caratteristica di riflettere verso l'interno parte della radiazione, riducendo notevolmente la dispersione termica e regolando l'illuminazione interna degli ambienti, con un controllo solare in relazione all'angolo di incidenza.

Sistemi tecnologici opachi/semi-trasparenti in facciata:

parete ventilata (nord/ovest e nord/est): sistema di rivestimento adottato nelle facciate nord-est e nord-ovest caratterizzato da una struttura portante in alluminio e un rivestimento modulare in pannelli di cotto e con relativa intercapedine d'aria per consentire l'effetto camino.

muri trombe: sistemi solari passivi a guadagno indiretto che, in condizione invernale, sfruttano le caratteristiche di inerzia termica di una massa muraria per l'accumulo del calore e successivo rilascio in ambiente interno, giovando al guadagno termico passivo dell'edificio. Nel progetto il dispositivo è integrato in facciata quale pannello modulare attivabile in condizione invernale nelle facciate orientate a sud-ovest e sud-est e opportunamente disattivato con sistemi di schermatura in condizione estiva.

pannelli in PCM: pannelli semitrasparenti in Phase Change Material termoregolanti quali elementi di immagazzinamento di energia termica nei periodi invernali, che contribuiscono alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica in ambiente. In estate tali celle saranno opportunamente integrate con un sistema di schermate, consentendo passivamente di disattivare il dispositivo.

Sistemi tecnologici schermanti in facciata:

schermature solari: dispositivi in legno posizionati all'interno della doppia pelle a protezione dei moduli vetrati.

Sistema morfologico-spaziale in facciata:

atrio bioclimatico: l'atrio lineare vetrato a tutt'altezza è inserito quale elemento continuo che funge da accesso principale all'edificio, in posizione centrale nel prospetto sud-ovest. Il corpo funge da elemento bioclimatico intercluso che d'inverno, sfruttando l'effetto serra, contribuisce all'accumulo passivo di calore e d'estate (quasi completamente aperto con sistemi di lamelle vetrate orientabili e opportunamente schermate grazie alla presenza della lama di copertura e del sistema a verde che caratterizza lo spazio antistante) garantisce un ampio 'lavaggio' d'aria tramite l'innescò di ampi fenomeni di cross-ventilation, fornendo durante l'intero anno un importante contributo in termini di illuminazione naturale degli spazi di connettivo dell'edificio. L'involucro dell'atrio è costituito da lamelle in vetro selettivo a controllo solare completamente apribili per garantire la cross-ventilation sopra menzionata.

Sistema morfo-tecnologico in copertura:

lama di copertura: la copertura, pensata come un elemento leggero con un opportuno oggetto sui quattro lati dell'edificio, è progettata per consentire d'estate una schermatura alla radiazione solare incidente.

Sistemi morfo-tecnologici integrati per la ventilazione naturale:

Condotti interrati: Il sistema di ventilazione ipotizzato prevede l'utilizzo di condotti interrati per il pretrattamento dell'aria di rinnovo da immettere negli ambienti confinati. La portata di ventilazione, compatibilmente con le esigenze impiantistiche, dovrebbe essere idealmente variabile in funzione del tasso di ricambio desiderato nelle diverse stagioni dell'anno.

Nel periodo invernale al fine di ridurre le dispersioni termiche e conseguentemente i fabbisogni energetici dell'edificio, il tasso di ricambio sarà limitato al valore minimo necessario per assicurare un adeguato livello nella qualità dell'aria interna. Parte di questo ricambio sarà fornito attraverso i sistemi solari passivi. Nel periodo estivo, viceversa, sarà

opportuno massimizzare la portata di ricambio al fine di ottenere un più efficace controllo termico degli ambienti interni.

Labirinto d'aria: Nel progetto è stato ipotizzato un sistema di scambio con il terreno conformato come una piastra interrata. "Lago d'aria". La stessa sarebbe realizzata in corrispondenza del solaio controterra, ricavando un'intercapedine ventilata nella quale far passare l'aria di rinnovo da immettere negli alloggi. Tale soluzione richiederebbe particolare attenzione nelle misure preventive per il controllo del gas radon eventualmente presente nel sottosuolo, attraverso un'accurata sigillatura dell'intercapedine nel contatto con il terreno. Dal punto di vista termico, data la particolare configurazione, il sistema risente maggiormente della temperatura esterna e di quella dell'edificio rispetto ai condotti interrati.

Torri di ventilazione: La distribuzione dell'aria trattata nei condotti interrati e l'espulsione di quella viziata dagli ambienti dell'edificio avverrà attraverso un sistema di torri di ventilazione. Si è ipotizzata la presenza di due torri di ventilazione. Nell'arco dell'anno le portate d'aria che attraverseranno tali torri saranno variabili secondo i parametri già descritti per il sistema dei condotti interrati. Nelle diverse condizioni sarebbe comunque preferibile mantenere velocità relativamente basse, in modo da limitare la potenza dei sistemi meccanici ausiliari. Nella tabella viene proposto un primo dimensionamento che consentirebbe di mantenere velocità comprese fra 0,25 e 1,41 m/s nelle sezioni di massima portata. Le dimensioni in tabella sono pertanto quelle massime, che potrebbero essere ridotte per non avere velocità eccessivamente basse nelle sezioni con minore portata (a sezione costante si arriverebbe a 0,04 m/s).

lamelle di ventilazione in facciata: condotti di ventilazione predisposti in facciata e che alimentano il sistema complesso di ventilazione naturale, caratterizzati da lamelle in legno in facciata.

Sistemi di verde:

parete vegetata interna: sistema modulare a tutta altezza che fornisce un miglioramento del micro-comfort ambientale ed acustico, riduce l'inquinamento indoor, e favorisce il well being, ospitando specie tipiche della vegetazione dei contesti rupestri romani.

Sistemi test:

pannelli pop-up/demo site (porzionati in facciata): una porzione della facciata sud est è stata strutturata per ospitare pannellature rimovibili con dispositivi e/o materiali innovativi facilmente montabili e smontabili. Questa facciata è strutturata come una facciata test in cui potranno essere installati e monitorati nel tempo i risultati delle ricerche realizzate e prototipate nello stesso Tecnopolo.

Gli involucri rispettano le prescrizioni di trasmittanza superiori rispetto a quanto prescritto nei requisiti CAM. (Per ulteriori dettagli si fa riferimento alla Relazione punto 9 e punto 11).

6.5.2 Quadro dei dispositivi attivi

Tutti i sistemi impiantistici sono stati concepiti come un sistema integrato di misure, dispositivi e soluzioni volti nel loro insieme a soddisfare tutti gli ambiti di azione per ottenere il massimo risparmio energetico nell'edificio, mirando con grande attenzione a:

- a. ridurre i fabbisogni energetici
- b. produrre l'energia necessaria da fonti rinnovabili
- c. impiegare soluzioni e componenti di grande efficienza.

Per ottenere tale risultato si è operata una suddivisione in sottosistemi in grado di integrarsi organicamente tra loro.

In particolare, per quanto concerne il punto a. sono scelti involucri performanti; ciò, unitamente allo sfruttamento del clima, del terreno e della specifica configurazione dell'edificio per ottenere un sistema di ventilazione ibrido (ma con un impiego minimo di componenti energivori).

Relativamente ai punti b. e c., qui trattati, si è operata la seguente distinzione:

- Sottosistema dei dispositivi relativi alla generazione di energia elettrica prevalentemente da fotovoltaico. I pannelli fotovoltaici integrati sono di ultima generazione al silicio disposti in copertura su una superficie di 2000 mq a cui sono stati aggiunti sistemi innovativi di FV organico DSSC, integrati in facciata. (Per ulteriori dettagli si fa riferimento alla Relazione punto 11.1)
- Sottosistema dei dispositivi relativi alla generazione di riscaldamento dell'acqua sanitaria prevalentemente da geotermia. (Per ulteriori dettagli si fa riferimento alla Relazione punto 11.3)
- Sistemi ad idrogeno. (Per ulteriori dettagli si fa riferimento alla Relazione punto 11.4)
- Sistemi di recupero e riutilizzo delle acque. (Per ulteriori dettagli si fa riferimento alla Relazione punto 8 e 11.5)

6.6 Comportamento bioclimatico energetico

La morfologia e l'integrazione dei diversi sistemi passivi ed attivi sopra descritti vanno a definire un edificio che risponde appieno alle esigenze di *Zero-Energy* e verosimilmente anche di *Net-Positive Energy Building*.

Il funzionamento del complesso di dispositivi è regolato in base ai requisiti ambientali interni e carichi termici nei diversi momenti dell'anno.

6.6.1 Comportamento invernale

Durante il periodo di riscaldamento l'aria prelevata dall'esterno è preriscaldata negli spazi interrati prima di giungere all'unità di trattamento insieme a quella proveniente dall'atrio bioclimatico. Qui è presente una batteria di scambio (alimentata da una pompa di calore in copertura) che se necessario la riscalda ulteriormente prima di essere inviata agli ambienti interni. L'estrazione avviene poi per mezzo dei camini di ventilazione, sulla cima dei quali sono installati degli estrattori a vento.

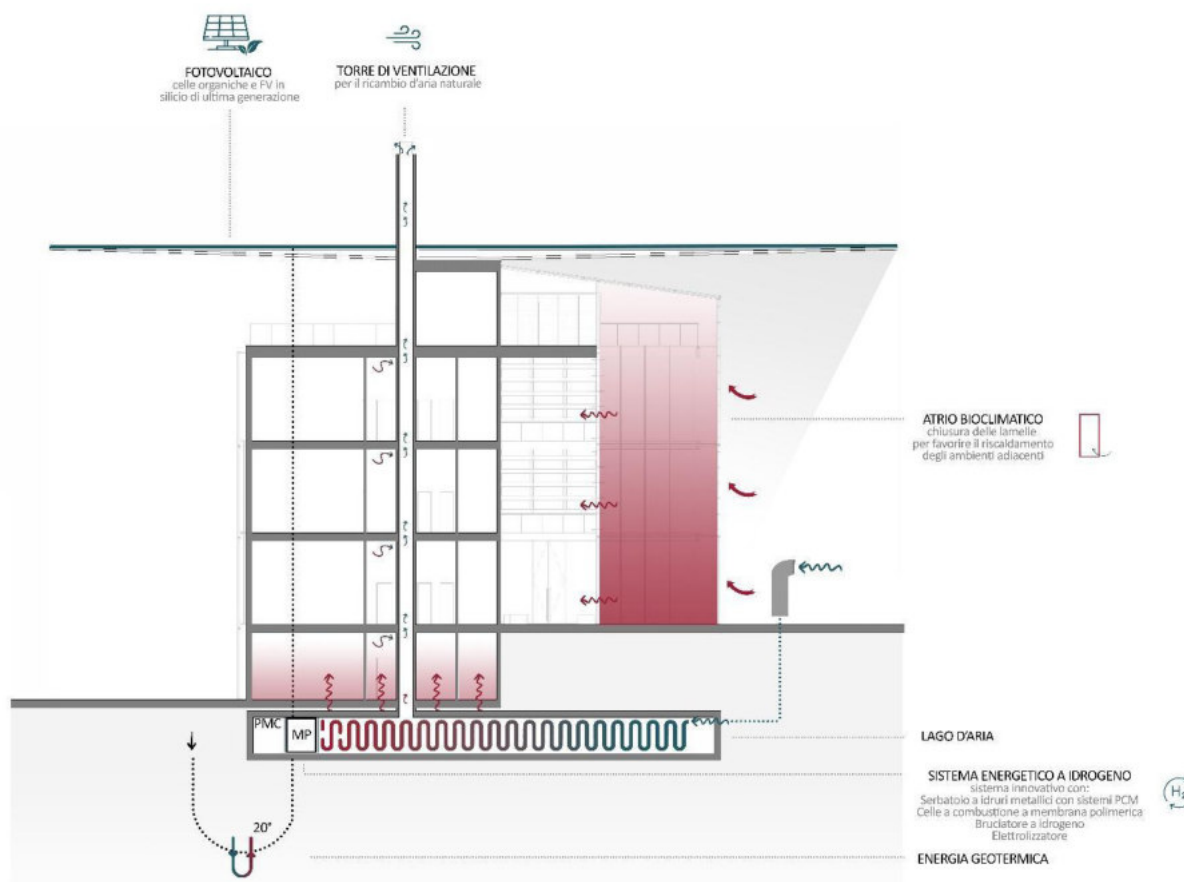


Figura 59. Sezione trasversale comportamento invernale.

La presenza di atrio/serre solari favorisce la captazione solare in inverno, contribuendo al riscaldamento dell'edificio in modo passivo, ovvero senza utilizzo di impianti. L'atrio bioclimatico, nello specifico, permette di migliorare il comfort termo-igrometrico dell'edificio, integrato con sistemi di verde verticale come descritti nella Relazione punto 5.

La circolazione dei freddi venti invernali provenienti da Nord e dei caldi venti estivi provenienti da Sud è ottimizzata grazie alla sopraelevazione delle coperture. Queste, rialzate di 3 mt rispetto alla sommità dell'ultimo piano degli edifici, permettono ai venti di non fermare il proprio flusso ostacolati dagli edifici, ma di 'scavalcarli' con effetti positivi dal punto di vista bioclimatico.

L'uso di energia geotermica a bassa entalpia, prevista nel progetto, sfrutta le potenzialità del terreno e delle falde idriche a profondità inferiori a 200 m, e apporterà benefici in termini energetici in quanto fonte rinnovabile sfruttabile per il riscaldamento e il raffrescamento di edifici e la produzione di acqua calda sanitaria. Le condizioni geologiche e idrogeologiche presenti, evidenziano la fattibilità di un sistema di geoscambio *closed loop* attraverso l'installazione di sonde verticali, oppure un diretto utilizzo della risorsa geotermica attraverso un sistema di *open loop*, per diretta captazione dalle acque di falda.

6.6.2 Comportamento estivo

In estate, l'aria prelevata dall'esterno effettua un percorso uguale rispetto a quello invernale, anche se la batteria provvede in questo caso un raffreddamento dell'aria. Fa l'eccezione l'atrio, che viene escluso dal circuito e ventilato indipendentemente grazie all'apertura quasi a totale smaterializzazione dell'involucro sud. Per la circolazione dei venti caldi estivi provenienti da Sud, si ha come in inverno, una ottimizzazione grazie alla sopraelevazione di 3 mt delle coperture.

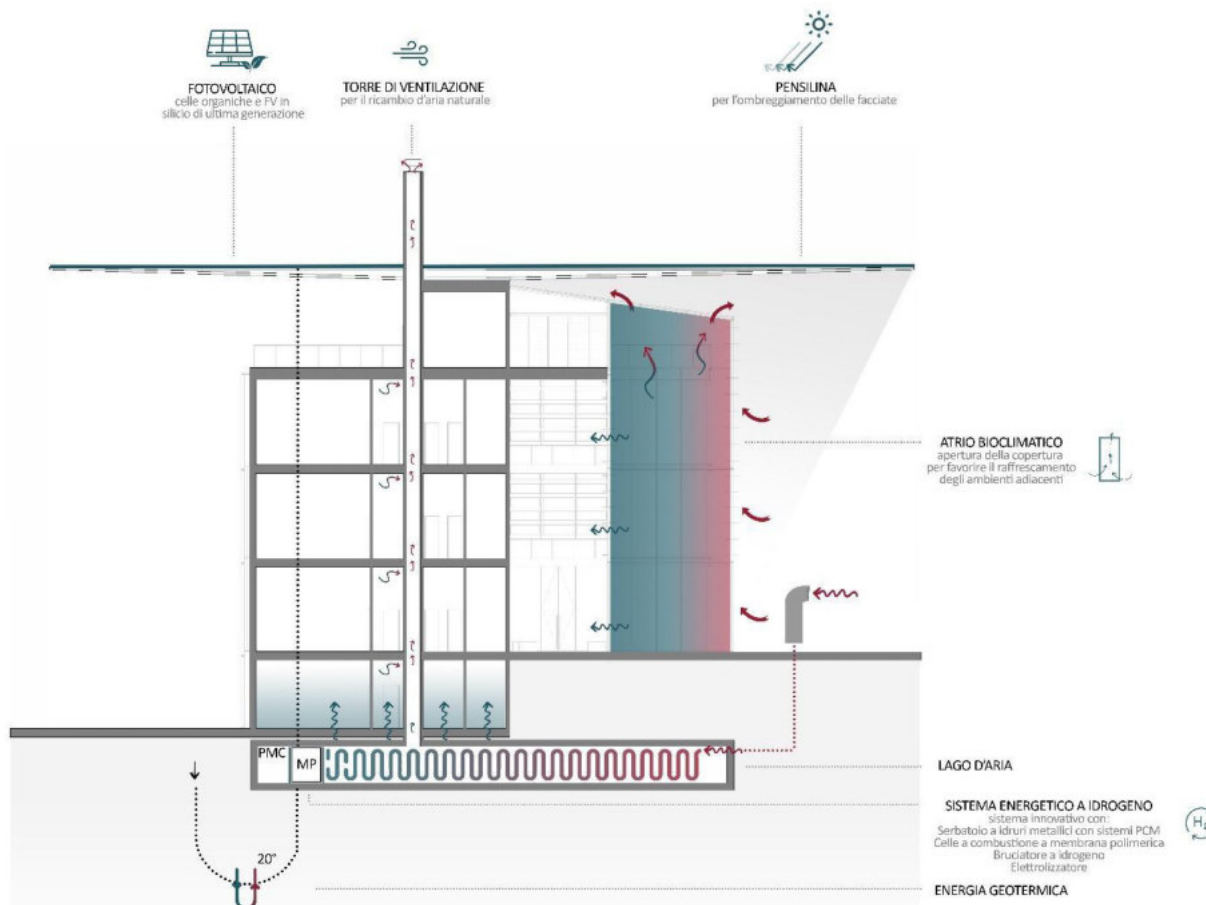


Figura 60. Sezione trasversale comportamento estivo

L'uso di energia geotermica a bassa entalpia consente di ottenere benefici anche in estate grazie alla cessione del calore al terreno e allo sfruttamento della bassa temperatura del sottosuolo stesso per raffrescare gli ambienti, consentendo quindi un interessante abbattimento delle emissioni di CO₂, che contribuisce all'obiettivo di rendere l'edificio NZEB.

6.7 Bilancio dell'efficienza del funzionamento sistemico dei dispositivi adottati

La strategia energetica ipotizza una stima dei fabbisogni energetici e analizza i possibili scenari di approvvigionamento e i modelli di gestione del sito e/o delle singole strutture.

I driver strategici di progetto, in base ai quali sono stati individuati i possibili scenari di approvvigionamento energetico, mirano a due obiettivi principali:

- la massima sostenibilità ambientale
- la massima flessibilità nella gestione energetica del Sito.

Di seguito viene riportata una stima del fabbisogno energetico dell'edificio progettato, da cui si evince come l'edificio possa essere classificato come NZEB, con la potenzialità di divenire un Net-Positive Energy Building.

In particolare, la superficie di copertura ospiterà 2000 mq di pannelli fotovoltaici che andranno a coprire la totalità dei fabbisogni elettrici dell'edificio, producendo un surplus che andrà ad alimentare l'attivazione sistema ad idrogeno e del sistema geotermico, e a coprire le esigenze del sistema di recupero idrico. L'energia totale a disposizione, stimata in una fase preliminare di massima, come pari a circa 432.000 KWh/anno, è previsto che vada a coprire il consumo elettrico annuo stimato in circa 150.000 KWh/anno e il consumo di riscaldamento stimato in circa 135.000 KWh/anno. Per ulteriori approfondimenti sugli aspetti energetici si rimanda alla Relazione 11. Criteri di progettazione degli impianti.

Sorgente:	Superficie a disposizione	2000 m ²	
	coefficienti di riempimento	0,9	
	rendimento pannelli	0,2	ATTENZIONE, dato di Targa!!
- Fotovoltaico			
Dimensionamento:	Potenza a disposizione	360 kW _p	ATTENZIONE, dato di Targa!!
	Energia annuale a Roma	1200 kWh/anno x kW _p	
	Energia giornaliera media a Roma	3,28767123	
- Superficie esposta			
- Rendimento pannelli			
- Esposizione @ Roma			
Source:	Energia totale a disposizione	432000 kWh/anno	
	Energia giornaliera totale a disp	1183,562 kWh/die	
	Consumi elettrici	50 kWh/m ² / anno	
- Photovoltaics	Consumi di riscaldamento	45 kWh/m ² / anno	
Sizing:	Consumo elettrico totale	150000 kWh/anno	
	Consumo totale x il riscaldamento	135000 kWh/anno	
	Consumo medio giornaliero elett	410,9589 kWh/die	
- Exposed Surface	Consumo medio giornaliero Terr	369,863 kWh/die	
- Solar Panel efficiency			
- Sun exposition @ Rome			

Risultato:

- Superficie esposta adeguata per le esigenze di Zero-Energy, verosimilmente anche di Net-Positive Energy Building

Result:

- Exposed Surface adequate for Zero-Energy and probably also for the Net-Positive Scenarios

Figura 61. Calcolo preliminare di massima dei fabbisogni energetici

7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITA' DEI MATERIALI

7.1 Premessa metodologica

Rispetto alle scelte progettuali relative ai materiali da costruzione, in coerenza con i criteri di progettazione architettonica (di cui al capitolo 4) e con il carattere sperimentale dell'edificio, il progetto dell'edificio del Lotto 1° del Rome Technopole Headquarter fa riferimento ad un set di criteri base in ottica di bio- ed eco-compatibilità e di circolarità, orientati a ridurre al minimo il consumo di materie prime, i consumi energetici e le emissioni correlate, le emissioni indoor, la produzione di rifiuti a breve e lungo termine, che sono stati definiti mettendo a sistema le migliori pratiche in ottica di uso efficiente, sostenibile e circolare dei materiali.

I criteri sono di seguito riportati:

- Adozione di soluzioni tecnologiche e dimensionamento dei componenti volta all'uso efficiente dei materiali e alla prevenzione dei rifiuti da costruzione
- Adozione di materiali/componenti con contenuto di riciclato
- Selezione di materiali bio- ed eco-compatibili (preferibilmente da risorse rinnovabili)
- Selezione di materiali locali (raggio di distanza di 300 Km dal sito)
- Verifica degli impatti ambientali complessivi dei materiali identificati per l'intervento (mediante calcolo dell'embodied energy/CO2)
- Individuazione soluzioni progettuali e tecnologiche necessarie alla disassemblabilità degli elementi tecnici per facilitare la manutenzione e la trasformazione dell'edificio a zero rifiuti, con il recupero di componenti e materiali
- Previsione di quantitativi e tipologie di rifiuti da costruzione che si produrranno nell'intervento e individuazione dei più opportuni scenari di recupero e dei potenziali impianti di trattamento
- Redazione Piano di Gestione dei Rifiuti di Cantiere con le necessarie indicazioni per permettere il massimo recupero di componenti e materiali in fase di costruzione
- Previsione riutilizzo terre e rocce da scavo in sito per rinterri, riempimenti e modellazioni.

Tali principi verranno applicati in linea con le prescrizioni del DM 256/2022 sui Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia, mirando a superare le soglie minime di contenuto di riciclato e di disassemblabilità previste, al fine di garantire un uso efficiente e circolare dei materiali da costruzione.

7.2 Caratteristiche del sistema costruttivo-tecnologico e dei materiali

I materiali principali previsti dal progetto sono: il legno PresLam e il calcestruzzo per le strutture portanti, l'acciaio per il telaio di supporto della doppia facciata, alluminio e vetro per gli infissi, moduli in cotto con elevato contenuto di riciclato alternati a pannelli in X-LAM per le porzioni opache dell'involucro, isolanti termici in materiali naturali, a basso impatto ambientale e elevato contenuto di riciclato. Sono, inoltre, previsti moduli integrati nella facciata in vetro termocromico, in PCM, in fotovoltaico, con Muro di Trombe e con materiali sperimentali.

Il ricorso al sistema costruttivo in legno Pres-lam, con tamponature in legno X-LAM isolate a cappotto con materiali a base lignea, conferisce un ruolo strategico ai materiali rinnovabili all'interno dell'edificio, assicurando un basso livello di embodied energy ed embodied carbon. Le certificazioni ambientali dei prodotti, previste anche dal DM 256/2022 sui Criteri Ambientali Minimi, ne assicurano la qualità bio-ecologica.

L'adozione del sistema costruttivo Pres-lam, con tamponature in legno X-LAM, facciata ventilata e doppia pelle in vetro, garantisce che nell'insieme l'edificio sia concepito per un facile disassemblaggio dei componenti a fine vita. Ad esempio: le partizioni verticali interne saranno in gran parte flessibili e mobili, e pertanto facilmente decostruibili; i solai in legno saranno completati con massetti realizzati con pannelli in cls prefabbricato (C.A.V.) in modo da garantirne la futura disassemblabilità. Il sistema costruttivo ad umido in cls è stato infatti adottato nel progetto limitatamente al livello delle fondazioni, al piano interrato e al nucleo centrale dei collegamenti verticali. Anche per queste parti dell'edificio, il progetto da un lato prevede un elevato contenuto di aggregati riciclati nel cls per abbatterne gli impatti ambientali, dall'altro mira a garantire una demolizione selettiva ed un efficace recupero dei componenti in calcestruzzo a fine vita ai fini di un riciclaggio di qualità.

Per favorire la disassemblabilità, in particolare, e la recuperabilità dei materiali a fine vita utile e nelle fasi di manutenzione, il progetto adotta:

- un assetto distributivo interno adattabile e allestimenti flessibili (pareti divisorie mobili)
- componenti di dimensioni e peso compatibili con i mezzi di movimentazione
- strati costruttivi come livelli indipendenti per consentire lo smontaggio in parallelo
- un numero di materiali limitato
- materiali atossici e riciclabili
- sistemi di fissaggio meccanici reversibili
- impianti scomponibili
- cavedi impiantistici totalmente ispezionabili e accessibili.

Il progetto prevede, così, che almeno il 90% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, esclusi gli impianti, sia sottoponibile, a fine vita, a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, superando la soglia del 70% prevista dal criterio.

In particolare, dalle stime preliminari effettuate utilizzando il modello BIM dell'edificio, l'adozione del sistema costruttivo Pres-lam, con tamponature in legno X-LAM, unitamente all'involucro in curtain wall, permette di raggiungere un livello pari a circa il 50% in peso sul peso totale dell'edificio di componenti edilizi facilmente smontabili poiché assemblati a secco e con connessioni reversibili (cfr. capitoli 9. Criteri di progettazione rispetto alle prescrizioni dei C.A.M.; 10. Criteri di progettazione delle strutture). Per il resto, come richiamato, il calcestruzzo potrà essere oggetto di demolizione e avvio a riciclaggio in idonei impianti di recupero di rifiuti inerti da demolizione.

In questo modo il progetto si allinea con, e su diversi criteri va oltre, le previsioni del DM 256/2022 sui Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia, e in particolare a quanto richiesto dai seguenti criteri appartenenti al capitolo "SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE".

7.2.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)

Si ricorrerà per le seguenti tipologie di componenti a materiali dalle emissioni estremamente contenute (al di sotto del limite previsto dai CAM):

- a. pitture e vernici per interni;
- b. pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura organica), incluso le resine liquide;
- c. adesivi e sigillanti;
- d. rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);
- e. pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);
- f. controsoffitti;
- g. schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.

7.2.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

Il progetto prevede l'utilizzo di calcestruzzo nella realizzazione delle fondazioni, delle strutture portanti e tamponature del piano interrato e del livello interrato corrispondente al lago d'aria, nonché del nucleo distributivo centrale (contenente i servizi e i collegamenti verticali). Dato l'obiettivo generale del progetto di ridurre al minimo il consumo di materie prime non rinnovabili, soprattutto mediante l'adozione del sistema strutturale/costruttivo in Pres-lam, in tutto l'edificio (ad esclusione di basamento e nucleo centrale) si prevede di elevare la percentuale di riciclato nel calcestruzzo attestandosi al massimo ammesso dalle Norme Tecniche Costruzioni (Tab. 11.2.III del par. 11.2.9.2 del D.M. 17.01.2018), in base alle diverse classi di resistenza previste dal progetto.

La percentuale di aggregati riciclati, provenienti da demolizione da solo calcestruzzo, può raggiungere una quantità media, tra il 20 e il 30% in peso, nei calcestruzzi strutturali, arrivando ad un valore massimo del 60% in peso nelle componenti a maggiore volumetria e a minore resistenza meccanica, come da Tabella che segue:

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo $\geq 90\%$, UNI EN 933-11:2009)	$\leq C20/25$	fino al 60%
	$\leq C30/37$	$\leq 30\%$
	$\leq C45/55$	$\leq 20\%$
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Tabella 11. Percentuali di impiego di materiali riciclati

7.2.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo impiegati nel progetto dovranno essere prodotti con un contenuto di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Si prevede il ricorso a questo tipo di prodotto in particolare per le pavimentazioni, in masselli autobloccanti drenanti, previste per gli spazi esterni del Rome Technopole Headquarter.

Qualora si ricorra anche a blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato, ad esempio per le pareti dei locali tecnici nel piano interrato, questi saranno prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

7.2.4 Acciaio

Il progetto prevede un telaio di sostegno della facciata in curtain wall, che non contribuisce alla funzione portante dell'edificio, realizzato in profilati in acciaio che dovranno assicurare un contenuto minimo di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

L'acciaio delle connessioni e dei cavi di pretensionamento del sistema costruttivo in Pres-Lam, con funzione strutturale, sarà prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%.
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

7.2.5 Laterizi

I componenti in laterizio (pannelli in cotto da adottare faccia vista nell'involucro verticale) avranno un contenuto di materie riciclate ovvero di sottoprodotti (sul secco) pari al 7,5% in peso. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 5% sul peso del prodotto.

Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Non è previsto l'uso di laterizi per muratura e solai, per i quali sarebbe invece previsto un contenuto di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 15% sul peso del prodotto, oppure qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, una percentuale di almeno il 10% sul peso del prodotto.

7.2.6 Prodotti legnosi

Tutti i prodotti legnosi utilizzati nel progetto, ed in particolare la struttura portante in Pres-Lam e le pavimentazioni in legno, devono provenire da foreste gestite in maniera sostenibile.

7.2.7 Isolanti termici e acustici

Per il materiale isolante sarà necessario garantire la marcatura CE ovvero un contenuto minimo di riciclato in base alla natura del materiale ovvero la marcatura FSC se a matrice lignea. Per coerenza con le scelte operate sulla struttura, si prediligono isolanti in materiale naturale a matrice lignea, che possano essere utilizzati in sistemi di facciata ventilata e che garantiscano, quindi, una certificazione per la reazione al fuoco in Euroclasse B-s1-d0.

Gli isolanti naturali a matrice lignea, da scegliere in via definitiva nei successivi livelli di progettazione, con esclusione di eventuali rivestimenti, carpenterie metalliche e altri possibili accessori presenti nei prodotti finiti, rispetteranno i seguenti requisiti:

- possedere la marcatura CE, grazie all'applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o grazie ad un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) e apporre la marcatura CE. La marcatura CE prevede la dichiarazione delle caratteristiche essenziali riferite al Requisito di base 6 "risparmio energetico e ritenzione del calore". In questi casi il produttore indica nella DoP, la conduttività termica con valori di λ_D (o resistenza termica RD). Per i prodotti pre-accoppiati o i kit è possibile fare riferimento alla DoP dei singoli materiali isolanti termici presenti o alla DoP del sistema nel suo complesso. Nel caso di marcatura CE tramite un ETA, nel periodo transitorio in cui un ETA sia in fase di rilascio oppure la pubblicazione dei relativi riferimenti dell'EAD per un ETA già rilasciato non sia ancora avvenuta sulla GUUE, il materiale ovvero componente può essere utilizzato purché il fabbricante produca formale comunicazione del TAB (Technical Assessment Body) che attesti lo stato di procedura in corso per il rilascio dell'ETA e la prestazione determinata per quanto attiene alla sopracitata conduttività termica (o resistenza termica).
- non sono aggiunte sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente preoccupanti candidate all'autorizzazione (Substances of Very High Concern-SVHC), secondo il regolamento REACH (Regolamento (CE) n. 1907/2006), in concentrazione superiore allo 0,1 % (peso/peso). Sono fatte salve le eventuali specifiche autorizzazioni all'uso previste dallo stesso Regolamento per le sostanze inserite nell'Allegato XIV e specifiche restrizioni previste nell'Allegato XVII del Regolamento.
- se costituiti da fibra di cellulosa, devono contenere l'80% minimo di materiale riciclato ovvero recuperato o di sottoprodotti ivi indicate, misurate sul peso, come somma delle tre frazioni.

7.2.8 Tramezzature, contropareti perimetrali e controsoffitti

Le tramezzature, le contropareti perimetrali e i controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, hanno un contenuto di almeno il 10% (5% in caso di prodotti a base gesso) in peso di materiale recuperato, ovvero riciclato, ovvero di sottoprodotti. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

I materiali di origine legnosa, impiegati per realizzare le partizioni flessibili mediante sistemi di pareti modulari apribili risponderanno ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi".

7.2.9 Pavimenti

7.2.9.1 Pavimentazioni dure

Per gli ambienti seguenti le pavimentazioni saranno dure, in legno certificato FSC (parquet di tipo industriale, costituito da scarti di lavorazione):

- Laboratori e incubatori
- Aule didattiche
- Uffici amministrativi
- Spazi comuni
- Spazi connettivi.

Per le pavimentazioni in legno si fa riferimento al criterio “2.5.6-Prodotti legnosi”.

Per gli spazi di servizio, si ipotizza l’uso di pavimentazioni in piastrelle di ceramica.

Le piastrelle di ceramica devono essere conformi ai criteri inclusi nella Decisione 2009/607/CE, che stabilisce i criteri ecologici per l’assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica alle coperture dure, e s.m.i.

7.2.10 Tubazioni in PVC e Polipropilene

Le tubazioni in PVC e polipropilene da impiegare, dovranno assicurare un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate ed è verificata secondo quanto previsto al paragrafo “2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione-indicazioni alla stazione appaltante”.

7.2.11 Pitture e vernici

Il progetto prevede l’utilizzo di pitture e vernici che rispondano ad uno o più dei seguenti requisiti (la stazione appaltante deciderà, in base ai propri obiettivi ambientali e in base alla destinazione d’uso dell’edificio):

a) hanno il marchio di qualità ecologica Ecolabel UE;

b) non contengono alcun additivo a base di cadmio, piombo, cromo esavalente, mercurio, arsenico o selenio che determini una concentrazione superiore allo 0,010 % in peso, per ciascun metallo sulla vernice secca.

c) non contengono sostanze ovvero miscele classificate come pericolose per l’ambiente acquatico di categoria 1 e 2 con i seguenti codici: H400, H410, H411 ai sensi del regolamento (CE) n.1272/2008 (CLP) e s.m.i. *(tale criterio va utilizzato, qualora ritenuto opportuno dalla stazione appaltante).*

8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI DI GESTIONE ECOLOGICA DELLE ACQUE

I criteri di progettazione dei caratteri di gestione ecologica delle acque delineati nel presente paragrafo promuovono strategie rispondenti agli obiettivi specifici in merito agli aspetti energetici e bioclimatici per la realizzazione del Rome Technopole, progetto innovativo e fortemente integrato di sistemi bioclimatici passivi, sistemi energetici attivi e sistemi ecologici. Gli obiettivi delineati sono:

- produzione di energia elettrica ed energia termica al 100% da fonti rinnovabili;
- riduzione delle emissioni di CO₂ al 100%;
- risparmio della risorsa idrica di almeno il 60%.

A partire dagli obiettivi, le macro-strategie di intervento, dal punto di vista degli aspetti più strettamente legati alla gestione ecologica delle acque, si articolano nel:

- risparmio idrico e miglioramento del processo di circolarità delle risorse idriche in ottemperanza a quanto prescritto all'interno dei Criteri Minimi Ambientali di cui al D.M. 23 giugno 2022 n. 256, GURI 183 del 6 agosto 2022;
- utilizzo di fonti di produzione di energia elettrica al 100% da fonti rinnovabili e riduzione delle emissioni di CO₂ per le componenti impiantistiche correlate alle varie fasi operative degli impianti idrici-sanitari all'interno dell'edificio e negli spazi intermedi ed esterni pertinenziali al lotto di intervento secondo quanto riportato nel nuovo Piano Energetico Regionale (PER) del Lazio emanato nel dicembre 2021 dalla Direzione Regionale Infrastrutture e Mobilità, approvato in Giunta;
- riduzione delle emissioni di CO₂ legate al prelievo della risorsa idrica dall'acquedotto comunale o dalla rete idrica pubblica e alla re-immissione delle acque nel ciclo idrico integrato.

Le strategie delineate portano all'individuazione di una serie di sotto-strategie di carattere operativo con le relative soluzioni tecnologiche e impiantistiche, alla scala dell'edificio e alla scala territoriale-urbanistica, che guidano il progetto dei caratteri di gestione ecologica delle acque nel Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del progetto del 1° lotto del Rome Technopole.

Le sotto-strategie e le soluzioni tecnologiche e impiantistiche, proposte per il Rome Technopole consistono in:

- *sistemi separati di gestione, raccolta, stoccaggio, depurazione, recupero e riuso delle risorse idriche:*
 - installazione di un impianto di recupero e riuso delle acque meteoriche per attività che non richiedano una qualità delle acque che rispetti i criteri di potabilità e per il reintegro della riserva idrica dell'impianto di prevenzione incendi, secondo quanto prescritto dal Criterio 2.3.5.1. del D.M. 23 giugno 2022 n. 256, GURI 183 del 6 agosto 2022;
 - installazione di un impianto di recupero e riutilizzo delle acque grigie che garantisca la raccolta e il trattamento per il successivo impiego per usi "secondari" delle acque provenienti dagli altri apparecchi idrici di bagno (ad esclusione dei WC) e cucina; il processo di recupero e riutilizzo delle acque grigie è costituito dal trattamento biologico e dalla filtrazione dell'acqua di cui è previsto lo stoccaggio in un apposito serbatoio per acque chiare; l'acqua, depurata e libera da qualunque carica batterica, può essere riutilizzata per il risciacquo dei WC, le pulizie domestiche e l'irrigazione. Tale impianto non può essere

utilizzato per trattare e recuperare acqua organicamente inquinate (come le acque provenienti dagli scarichi delle cucine), acque contenenti cloro, acidi, medicinali, prodotti chimici, colori per tinteggiatura, sostanze e coloranti, acque di scarico lavastoviglie e lavatrici, acque provenienti da bagni di fango, acque provenienti dal lavaggio di indumenti nella doccia/vasca da bagno/lavandino, acqua di acquari. L'installazione dell'impianto può avvenire indoor con serbatoi fuori terra in locale tecnico e in abbinamento all'impianto di raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche utilizzando la cisterna di quest'ultimo per lo stoccaggio dell'acqua chiarificata.

- realizzazione di un impianto a circuito aperto con coppia di pozzi freatici, per l'estrazione e la reimmissione di acqua da/in falda (da indagine idrografica e idrogeologica, i pozzi censiti e consultabili sul sito Ispra Ambiente mostrano come la portata, misurata in pozzo, all'interno dell'acquifero di pertinenza sia dell'ordine di 1-10 l/s. Il livello piezometrico della falda viene individuato tra i 15 e i 20 m s.l.m. con valori di temperatura dell'acqua T_{acqua} , misurata in pozzo, compresi tra 14.9 e 16.3°C, in prossimità dell'area di studio | per ulteriori dettagli e riferimenti si veda par. 2.4 "inquadramento idrografico e idrogeologico") per il soddisfacimento del fabbisogno idrico, laddove ci sia necessità di integrare le riserve idriche immesse nell'edificio. Il quantitativo di acqua prelevato attraverso drenaggi della falda da opere sotterranee deve essere limitato, tenendo conto che l'alimentazione naturale delle acque ne risulta influenzata. L'abbassamento temporaneo è tollerato a condizione che le riserve si possano riformare in tempi ragionevoli, ossia che la falda torni costantemente al suo livello piezometrico naturale. Tale intervento è soggetto ad autorizzazione alla perforazione e concessione di prelievo acque pubbliche ed è subordinato alle concessioni di derivazione la cui competenza, nel caso specifico della Regione Lazio e del progetto del Rome Technopole, è delegata alla Città metropolitana di Roma Capitale con il "Regolamento di disciplina dei procedimenti di autorizzazione alla ricerca di acque sotterranee, di licenze di attingimento di acque superficiali e di concessione di piccola derivazione di acqua pubblica di competenza provinciale" Adottato con delibera del Consiglio Provinciale: n. 27 del 25 luglio 2011;

- *sistemi e tecniche di drenaggio urbano sostenibile e green-blue infrastructures, secondo i criteri progettuali indicati nel documento di "Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici" redatto dal Comune di Bologna nell'aprile 2022 e che, dal punto di vista delle piantumazioni da impiegare e del tipo di vegetazione da inserire, seguono quanto precedentemente definite all'interno del paragrafo 6. della presente relazione "Criteri di progettazione ambientale e dei caratteri biofisici":*

- Box alberati filtranti: consistenti in piccoli sistemi di biofiltrazione, permettono la rimozione delle sostanze inquinanti presenti nelle acque piovane, filtrandole prima del rilascio nel sistema fognario, in un sistema di ritenzione o nel sottosuolo;
- Canali vegetati (bioswales): si presentano come fossati lineari aperti, poco profondi, dalla forma trapezoidale o parabolica che fungono principalmente da mezzo filtrante e rimozione degli inquinanti mediante la captazione del flusso di acqua piovana;
- Giardini della pioggia (raingardens) e Aree di bio-ritenzione vegetata: aree finalizzate alla raccolta e al trattamento delle acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti mediante filtrazione e rimozione degli agenti inquinanti; questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua raccolta;
- Pavimentazioni permeabili: realizzate con superfici drenanti garantiscono il deflusso superficiale dell'acqua meteorica che permea nel terreno attraverso elementi modulari, in

modo da permettere l'infiltrazione delle acque di dilavamento e, al tempo stesso, ridurre la subsidenza e mitigare l'effetto isola di calore;

- *sistemi di micro-irrigazione delle aree verdi e delle pareti verdi verticali:*
 - installazione di un impianto di micro-irrigazione a goccia automatico comandato da centralina, secondo quanto prescritto dal Criterio 2.3.5.2. del D.M. 23 giugno 2022 n. 256, GURI 183 del 6 agosto 2022 con riferimento al D.M. 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde";
- *sistemi di controllo e monitoraggio delle performance dell'impianto idrico-sanitario tramite Water Management System:*
 - inserimento di dispositivi volti al monitoraggio dei consumi attraverso l'installazione di sistemi wireless;
 - inserimento di sistemi elettronici di rilevamento delle perdite per rilevare problematiche e consumi dell'impianto idrico, in particolare di eventuali perdite nelle tubazioni;
- *sistemi di riduzione del flusso e controllo della portata e della temperatura dell'acqua secondo quanto prescritto dal Criterio 2.3.9. del D.M. 23 giugno 2022 n. 256, GURI 183 del 6 agosto 2022 con riferimento alle norme UNI EN 816 e UNI EN 15091:*
 - installazione di Limitatori di Flusso e Rompigetto nei lavabi e nelle eventuali docce presenti in laboratori e incubatori e negli spazi di servizio;
 - inserimento di rubinetti Elettronici, Monocomando, Termostatici e con Temporizzatore nei lavabi e nelle eventuali docce presenti in laboratori e incubatori e negli spazi di servizio;
 - installazione Cassette WC a Doppio Pulsante negli spazi di servizio.

L'effetto congiunto delle strategie e delle soluzioni progettuali legate ai caratteri di gestione ecologica delle acque può sicuramente portare ad una riduzione dei consumi idrici superiore al 60%, fissato negli obiettivi di progetto specifici.

9. CRITERI DI PROGETTAZIONE RISPETTO ALLE PRESCRIZIONI DEI C.A.M.

9.1 Premessa

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) di cui al Decreto MITE 23 giugno 2022 n. 256, recante “Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi”, ai sensi e per gli effetti dell'art. 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, si applicano a tutti gli interventi edilizi di lavori disciplinati dal Codice dei contratti pubblici (D. Lgs. 50/2016), fatta salva l'applicazione di norme più restrittive derivanti da vincoli, piani e regolamenti (ad esempio, vincoli paesaggistici, culturali, idrogeologici, piani paesistici, piani e regolamenti comunali, ecc.). I CAM si applicano pertanto pienamente al Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) della nuova costruzione del Rome Technopole Headquarter nell'area di Pietralata a Roma (1° lotto).

Dato che i CAM, al punto 1.3.3, prevedono “una “Relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione CAM”, [...] in cui il progettista indica, per ogni criterio, le scelte progettuali inerenti le modalità di applicazione, integrazione di materiali, componenti e tecnologie adottati, l'elenco degli elaborati grafici, schemi, tabelle di calcolo, elenchi ecc. nei quali sia evidenziato lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam e che evidenzia il rispetto dei criteri”, e – al medesimo punto - prevedono che la Relazione sia impostata già in fase di PFTE (“Il progettista indica, già a partire dal progetto di fattibilità tecnico-economica, i requisiti dei prodotti da costruzione in conformità alle specifiche tecniche contenute nel presente documento e indicare, inoltre, i mezzi di prova che l'appaltatore dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori”), la presente Relazione è strutturata come previsto nel punto 2.2 “Clausole contrattuali” relative ai “Criteri per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi”, del DM 256/2022, e in particolare al punto 2.2.1 “Relazione CAM”, e pertanto per ogni criterio ambientale minimo di cui al DM 256/2022:

- descrive le scelte progettuali che garantiscono la conformità al criterio;
- indica gli elaborati progettuali in cui sono rinvenibili i riferimenti ai requisiti relativi al rispetto dei criteri ambientali minimi;
- dettaglia i requisiti dei materiali e dei prodotti da costruzione in conformità ai criteri ambientali minimi contenuti nel presente documento e indica i mezzi di prova che l'esecutore dei lavori dovrà presentare alla direzione lavori.

Nella Relazione, inoltre, si dà evidenza del contesto progettuale e delle motivazioni tecniche che hanno portato all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione dei criteri ambientali minimi, in base a ragioni tecniche specifiche citate di volta in volta: alla mancanza di pertinenza di alcuni criteri; al fatto che alcuni prodotti o materiali da costruzione non sono previsti dal progetto; a particolari condizioni del sito che impediscono la piena applicazione di uno o più criteri ambientali minimi; alla presenza particolari destinazioni d'uso, quali locali tecnici o di servizio, per le quali non sono congruenti le specifiche relative alla qualità ambientale interna e alla prestazione energetica.

Data la natura degli interventi, che investono la nuova costruzione dell'edificio del Lotto 1° dei Rome Technopole Headquarters, il presente capitolo si articola nelle seguenti specifiche tecniche, in ottemperanza a quanto riportato dal DM 23 giugno 2022 n. 256:

1. specifiche tecniche progettuali di **livello territoriale-urbanistico**;
2. specifiche tecniche progettuali per gli **edifici**;
3. specifiche tecniche per i **prodotti da costruzione**;
4. specifiche tecniche progettuali relative al **cantiere**.

Si richiamano di seguito i criteri pertinenti e l'indicazione delle motivazioni di esclusione degli altri criteri, e le relative modalità di verifica. L'attività di verifica descrive le informazioni, i metodi e la documentazione attestante la conformità di ciascun criterio ambientale.

Si specifica che la numerazione dei criteri segue quella del DM 256/2022.

Allo stato attuale, il presente capitolo riporta quindi la struttura che la Relazione CAM, come documento autonomo, dovrà assumere come elaborato autonomo all'interno del PFTE.

9.2 Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico

La verifica dei criteri contenuti in questo capitolo avviene evidenziando nella Relazione CAM:

- lo stato *ante operam*,
- gli interventi previsti,
- i conseguenti risultati raggiungibili e
- lo stato *post operam*

integrando eventualmente la verifica dei singoli criteri come previsto dal DM 256/2022.

9.2.1 Inserimento naturalistico e paesaggistico

Il progetto si prepone di allestire il verde esterno mediante impiego di specie tipiche delle comunità che potenzialmente si sviluppano nell'area romana, promuovendo la conservazione degli ecosistemi presenti. In particolare, si prevede la messa a dimora di alberi e arbusti caratteristici della serie di vegetazione dell'area metropolitana di Roma, garantendo la conservazione degli ecosistemi presenti nell'area romana, con la relativa vegetazione costituita da arbusteti, cespuglieti e prati in evoluzione. Tali sistemi, ricadenti in un'area complessiva di 2950 mq, sono integrati, nell'area di progetto, nel rispetto dei piani e dei programmi locali vigenti, degli equilibri ecologici e dell'identità paesaggistica. Il progetto è coerente e conforme ai criteri previsti dal decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde". In particolare, si evidenzia il perseguimento delle direttive Europee nell'ambito della nuova strategia forestale UE 2030, al fine di migliorare la qualità e la quantità del patrimonio forestale come pietra miliare per la soluzione al problema dei cambiamenti climatici e alla perdita della biodiversità. Il piano prevede la piantumazione di oltre 3 miliardi di alberi entro il 2030 con l'obiettivo di incremento della copertura forestale europea, l'incremento della resilienza e delle funzioni ecologiche e di biodiversità.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI della presente Relazione.

9.2.2 Permeabilità della superficie territoriale

Il progetto di nuova costruzione del Lotto 1° del Rome Technopole Headquarter prevede una superficie territoriale di circa 3.000 mq (Lotto 1°) più circa 1.000 mq di area a parcheggio, e un'area a verde di pertinenza di circa 500 mq, per un totale di circa 4.500 mq. Di questi, 1.127 mq corrispondono alla superficie occupata dall'edificio. Per il resto, le aree esterne (circa 2.500 mq) si affiancano a circa 1.000 mq di parcheggio. Nelle aree esterne, circa 800 mq sono dedicati ad aree verdi, ed il resto è realizzato con superfici esterne pavimentate ad uso pedonale. Queste ultime sono trattate con pavimentazioni semi-permeabili in masselli autobloccanti drenanti posti in opera a fughe larghe e inerbite (coefficiente di deflusso pari a 0,4). Lo stesso vale per l'area a parcheggio, in cui si prevede l'uso di una pavimentazione drenante e filtrante inerbita. Il progetto prevede quindi una superficie permeabile complessiva (comprendendo i percorsi pedonali, i marciapiedi, i parcheggi, la piazza, le aiuole e aree a verde) pari a circa mq 3.500, ovvero circa al 78% del sedime totale di intervento, una superficie maggiore del 60% previsto da normativa. Per superficie permeabile si intendono tutti gli elementi edilizi e non che presentano un coefficiente di deflusso inferiore a 0,50.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI della presente Relazione.

9.2.3 Riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

Acquisite le indicazioni previste dal Regolamento Capitolino del verde pubblico e privato e del paesaggio urbano di Roma Capitale, il progetto garantisce:

- g) una superficie da destinare a verde superiore al 60% della superficie permeabile individuata al criterio "Permeabilità della superficie territoriale";
- h) che le aree di verde pubblico sono progettate in conformità al decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde";
- i) la valutazione dello stato quali-quantitativo del verde già presente mediante indagini sul posto da demandare a relazioni specifiche ad hoc;
- j) l'impiego di masse arboree e arbustive performanti e ad alta capacità di mitigazione ambientale (assorbimento polveri sottili, inquinanti gassosi) idonee per l'hinterland romano;
- k) l'adozione di pavimentazioni stradali carrabili, a parcheggio o di stazione drenanti, altamente performanti, con alto contenuto di materiale riciclato e con indice SRI (*Solar Reflectance Index*, indice di riflessione solare) di almeno 29;
- l) l'ombreggiamento, per almeno il 10% delle superfici a parcheggio o di stationamento veicoli di cui almeno il 10% dell'area lorda costituita da copertura verde, con un perimetro di cintura verde non inferiore a 1 mt e la predisposizione di stalli per ciclomotori, moto, rastrelliere per biciclette, rapportate al numero potenziale dei fruitori. Nello specifico si prepone un intervento di perimetrazione del parcheggio di mq 1010 mediante vegetazione erbacea proponendo l'impianto di masse arboree o arbustive in vaso in previsione della futura espansione edilizia della sede del Rome Technopole. La pavimentazione dell'area destinata a parcheggio si propone di essere realizzata in masselli inerbiti drenanti autobloccanti con recupero, gestione e trattamento delle acque meteoriche in loco. Tale sistema, definito "park-green", contribuisce alla riduzione del fenomeno di isola di calore urbano, migliorando contestualmente il microcomfort locale. Le specie selezionate per

l'inerbimento e le alberature contribuiranno alla protezione dell'entomofauna, con particolare riferimento agli impollinatori.

- m) che per la grande superficie di copertura, una lama sospesa con fotovoltaico integrato, dell'edificio, il materiale adottato (rivestimento metallico bianco ad alta riflettanza, ad esclusione delle superfici utilizzate per installare pannelli fotovoltaici e collettori solari) garantisca un indice SRI di almeno 76, dato che la pendenza è minore del 15%.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI della presente Relazione.

9.2.4 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo

Considerate le condizioni del sito, il progetto garantisce le seguenti soluzioni per la riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo:

- c) la realizzazione di impianto di depurazione delle acque di prima pioggia, (per acque di prima pioggia si intendono i primi 5 mm di ogni evento di pioggia indipendente, uniformemente distribuiti sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche) provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento in aree opportunamente dedicate e rispondenti ai criteri geologici e morfologici del luogo;
- d) la realizzazione di interventi atti a garantire un corretto deflusso delle acque superficiali dalle superfici impermeabilizzate anche ai fini della minimizzazione degli effetti di eventi meteorologici eccezionali mediante sistemi di depurazione di tipo naturale come un *rain garden* in grado di gestire le acque provenienti dalla copertura dell'edificio e *bioswales* progettate ai margini delle sedi viarie principali.

Tra i sistemi e tecniche di drenaggio urbano sostenibile e green-blue infrastructures a cui il progetto intende ricorrere si trovano:

- Box alberati filtranti: consistenti in piccoli sistemi di biofiltrazione, permettono la rimozione delle sostanze inquinanti presenti nelle acque piovane, filtrandole prima del rilascio nel sistema fognario, in un sistema di ritenzione o nel sottosuolo;
- Canali vegetati (bioswales): si presentano come fossati lineari aperti, poco profondi, dalla forma trapezoidale o parabolica che fungono principalmente da mezzo filtrante e rimozione degli inquinanti mediante la captazione del flusso di acqua piovana;
- Giardini della pioggia (raingardens) e Aree di bio-ritenzione vegetata: aree finalizzate alla raccolta e al trattamento delle acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti mediante filtrazione e rimozione degli agenti inquinanti; questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua raccolta;
- Pavimentazioni permeabili: realizzate con superfici drenanti, garantiscono il deflusso superficiale dell'acqua meteorica che permea nel terreno attraverso elementi modulari, per permettere l'infiltrazione delle acque di dilavamento e, al tempo stesso, ridurre la subsidenza e mitigare l'effetto isola di calore.

In materia di riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo, il progetto, in parallelo rispetto a quanto previsto dai criteri di progettazione dell'impianto termico e nel rispetto delle indagini geologiche condotte sull'area, prevede inoltre la realizzazione di un impianto a circuito aperto con coppia di pozzi freatici, per l'estrazione e la reimmissione di acqua da/in falda (da indagine idrografica e idrogeologica, i pozzi censiti e consultabili sul sito Ispra Ambiente

mostrano come la portata, misurata in pozzo, all'interno dell'acquifero di pertinenza sia dell'ordine di 1-10 l/s. Il livello piezometrico della falda viene individuato tra i 15 e i 20 m s.l.m. con valori di temperatura dell'acqua Tacqua, misurata in pozzo, compresi tra 14.9 e 16.3°C, in prossimità dell'area di studio | per ulteriori dettagli e riferimenti si veda par. 2.4 "inquadramento idrografico e idrogeologico") per il soddisfacimento del fabbisogno idrico, laddove ci sia necessità di integrare le riserve idriche immesse nell'edificio. Il quantitativo di acqua prelevato attraverso drenaggi della falda da opere sotterranee deve essere limitato, tenendo conto che l'alimentazione naturale delle acque ne risulta influenzata. L'abbassamento temporaneo è tollerato a condizione che le riserve si possano riformare in tempi ragionevoli, ossia che la falda torni costantemente al suo livello piezometrico naturale. Tale intervento è inoltre soggetto ad autorizzazione alla perforazione e concessione di prelievo acque pubbliche ed è subordinato alle concessioni di derivazione la cui competenza, nel caso specifico della Regione Lazio e del progetto del Rome Technopole, è delegata alla Città metropolitana di Roma Capitale con il "Regolamento di disciplina dei procedimenti di autorizzazione alla ricerca di acque sotterranee, di licenze di attingimento di acque superficiali e di concessione di piccola derivazione di acqua pubblica di competenza provinciale" Adottato con delibera del Consiglio Provinciale: n. 27 del 25 luglio 2011.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI e nel capitolo 8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI DI GESTIONE ECOLOGICA DELLE ACQUE della presente Relazione.

9.2.5 Infrastrutturazione primaria

Il progetto, in base alle dimensioni, alla tipologia di funzioni insediate e al numero previsto di abitanti o utenti, prevede quanto indicato di seguito per i diversi ambiti di intervento

9.2.6 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche

Si prevede la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche; la stessa può essere effettuata tramite sistemi di drenaggio lineare (prodotti secondo la norma UNI EN 1433) o sistemi di drenaggio puntuale (prodotti secondo la norma UNI EN 124). Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento (marciapiedi, aree e strade pedonali o ciclabili, giardini, ecc.) possono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo o per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici. Le acque invece provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento (strade carrabili, parcheggi) saranno preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, quali, ad esempio, vasche di fitodepurazione con specie ad alto assorbimento di inquinanti, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche.

Oltre alla realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche, il progetto prevede inoltre l'installazione di un impianto di recupero e riutilizzo della componente grigia delle acque reflue, che garantisca la raccolta e il trattamento per il successivo impiego per usi "secondari" delle acque provenienti dagli altri apparecchi idrici dei bagni (ad esclusione dei WC) e delle cucine.

Il processo di recupero e riutilizzo delle acque grigie è costituito dal trattamento biologico e dalla filtrazione dell'acqua di cui è previsto lo stoccaggio in un apposito serbatoio per acque chiare; l'acqua, depurata e libera da qualunque carica batterica, può essere riutilizzata per il risciacquo dei WC, le pulizie domestiche e l'irrigazione. Tale impianto non può essere utilizzato per trattare e

recuperare acqua organicamente inquinate (come le acque provenienti dagli scarichi delle cucine), acque contenenti cloro, acidi, medicinali, prodotti chimici, colori per tinteggiatura, sostanze e coloranti, acque di scarico lavastoviglie e lavatrici, acque provenienti da bagni di fango, acque provenienti dal lavaggio di indumenti nella doccia/vasca da bagno/lavandino, acqua di acquari. L'installazione dell'impianto può avvenire indoor con serbatoi fuori terra in locale tecnico e in abbinamento all'impianto di raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche utilizzando la cisterna di quest'ultimo per lo stoccaggio dell'acqua chiarificata.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI e nel capitolo 8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI DI GESTIONE ECOLOGICA DELLE ACQUE della presente Relazione.

9.2.7 Rete di irrigazione delle aree a verde pubblico

Per l'irrigazione del verde pubblico si applica quanto previsto nei CAM emanati con decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde".

Per quanto concerne l'irrigazione del verde pubblico si applica quanto previsto nei CAM emanati con decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde". Si prevede pertanto l'installazione di un sistema di irrigazione con adduzione proveniente dalla gestione, riciclo e riuso delle acque meteoriche recuperate in appositi serbatoi interrati. Suddetto impianto risulterà di supporto alla gestione e alla manutenzione del verde nelle stagioni particolarmente avverse. Compatibilmente con gli esiti delle indagini geologiche, si prevede la realizzazione di un pozzo per il supporto all'irrigazione degli spazi verdi.

In materia di riduzione di irrigazione delle aree a verde pubblico, il progetto prevede inoltre la realizzazione di sistemi di micro-irrigazione delle aree verdi e delle pareti verdi verticali attraverso l'installazione di un impianto di micro-irrigazione a goccia automatico comandato da centralina, secondo quanto prescritto dal presente Criterio e con riferimento al D.M. 10 marzo 2020 n. 63 "Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde".

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI e nel capitolo 8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI DI GESTIONE ECOLOGICA DELLE ACQUE della presente Relazione.

9.2.8 Aree attrezzate per la raccolta differenziata dei rifiuti

I sistemi di raccolta differenziata dei rifiuti sono ancora da considerare e implementare nelle fasi successive dell'iter di progettazione. Tuttavia, il progetto intende promuovere la riduzione, il riuso e il riciclo dei rifiuti e pertanto prevederà nell'edificio e negli spazi aperti di pertinenza, dei dispositivi ed una segnaletica appositamente volti a facilitare e stimolare una corretta raccolta differenziata dei rifiuti provenienti dagli uffici, dalle aule, dai laboratori, nonché dagli spazi pubblici interni ed esterni. Si potrà valutare, nelle fasi successive dell'iter di progettazione, il ricorso ad un sistema di raccolta pneumatica dei rifiuti interno all'edificio, per ottimizzare la raccolta.

9.2.9 Impianto di illuminazione pubblica

I criteri di progettazione degli impianti di illuminazione pubblica, che non sono stati ancora oggetto di progettazione in questa fase, dovranno rispondere a quelli contenuti nel documento di CAM “Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”, approvati con decreto ministeriale 27 settembre 2017, e pubblicati sulla gazzetta ufficiale n. 244 del 18 ottobre 2017.

9.2.10 Sottoservizi per infrastrutture tecnologiche

Nella progettazione dei sottoservizi per infrastrutture tecnologiche, che non sono stati ancora oggetto di progettazione in questa fase, verranno previste apposite canalizzazioni interrato in cui concentrare tutte le reti tecnologiche, per una migliore gestione dello spazio nel sottosuolo. Il dimensionamento terrà conto di futuri ampliamenti delle reti.

9.2.11 Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile

Il progetto prevede per i Rome Technopole Headquarters l’integrazione con un piano di mobilità sostenibile per l’utilizzo della Sede con il quale incentivare la mobilità elettrica e il car-sharing.

Il lotto è ubicato a meno di 800 m dalla stazione Quintiliani della metropolitana B e a poco meno di 2.000 m dalla Stazione Tiburtina.

Nelle aree esterne è prevista la realizzazione di 500 posti auto, comprensive di aree riservate alla ricarica di auto e veicoli elettrici e aree riservate al car-sharing. Il piano di mobilità da attuare per facilitare e aumentare l’accessibilità del sito dovrebbe includere l’istituzione di un servizio di navetta a trazione elettrica che colleghi il Campus del Tecnopolo di Roma, con la linea metropolitana e l’alta velocità della stazione Tiburtina.

9.2.12 Approvvigionamento energetico

Trattandosi di un’area di nuova edificazione, nonché di un progetto sperimentale incentrato sull’integrazione di diversi sistemi di produzione e stoccaggio di energia in sito, il fabbisogno energetico complessivo dell’edificio sarà soddisfatto mediante la produzione di energia elettrica ed energia termica al 100% da fonti rinnovabili, basata sull’uso integrato di impianto fotovoltaico e impianto geotermico a bassa entalpia. Ciò potrà contribuire alla riduzione delle emissioni di CO₂ al 100% e all’obiettivo di rendere l’edificio NZEB.

Le condizioni geologiche e idrogeologiche presenti evidenziano infatti la fattibilità di un sistema di geoscambio *closed loop* attraverso l’installazione di sonde verticali, oppure un diretto utilizzo della risorsa geotermica attraverso un sistema di *open loop*, per diretta captazione dalle acque di falda.

Il progetto, con la realizzazione di una copertura di oltre 2.600 mq da destinare in gran parte ad un impianto fotovoltaico, rappresenta un’importante opportunità di attivazione di una Comunità Energetica Rinnovabile sull’area di Pietralata, attualmente in corso di valutazione.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI della presente Relazione.

9.2.13 Rapporto sullo stato dell'ambiente

Trattandosi di un'area oggetto di nuova edificazione, è prevista la produzione di un Rapporto sullo stato dell'ambiente che descriva lo stato ante operam delle diverse componenti ambientali del sito di intervento (suolo, flora, fauna ecc.), completo dei dati di rilievo, anche fotografico, delle modificazioni indotte dal progetto e del programma di interventi di miglioramento e compensazione ambientale da realizzare nel sito di intervento. Il Rapporto sullo stato dell'ambiente verrà redatto da un professionista abilitato e iscritto in albi o registri professionali, esperti nelle componenti ambientali qui richiamate, in conformità con quanto previsto dalle leggi e dai regolamenti in vigore.

Ad oggi è già stato rilevato – mediante sopralluoghi in sito da parte del team di progetto - che, in riferimento alla richiesta della conservazione degli habitat presenti all'interno del sito di progetto, non è necessaria alcuna azione di conservazione. Al contrario le superfici verdi, che saranno pari al 45% della superficie totale, saranno rappresentative degli ecosistemi e quindi degli habitat potenzialmente presenti nell'area urbana di Roma. In questo senso rappresenteranno delle importanti “*stepping stone*” all'interno della rete ecologica. La scelta delle specie ricadrà principalmente su specie arboree e arbustive, con una copertura arborea che supererà il 50% e una copertura arbustiva di almeno il 30%. Questa scelta rappresenterà anche una strategia per limitare al massimo il consumo idrico, riducendo al minimo la scelta di specie erbacee che possono avere necessità idriche maggiori. In tale direzione la realizzazione di un giardino di pioggia assicurerà un'efficace depurazione delle acque di prima pioggia e delle acque meteoriche che avranno raccolto l'acqua proveniente da superfici scolanti potenzialmente inquinate.

- **Biodiversità e infrastrutture verdi**

La commissione Europea definisce le infrastrutture verdi “una rete strategicamente pianificata di aree naturali e seminaturali con altre caratteristiche ambientali, progettata e gestita per fornire un'ampia gamma di servizi ecosistemici come la purificazione dell'acqua, la qualità dell'aria, lo spazio per il tempo libero e la mitigazione e l'adattamento al clima. Questa rete di spazi verdi (terra) e blu (acqua) può migliorare le condizioni ambientali e quindi la salute e la qualità della vita dei cittadini. Inoltre, sostiene un'economia verde, crea opportunità di lavoro e migliora la biodiversità. La rete Natura 2000 costituisce la spina dorsale dell'infrastruttura verde dell'UE.”

Questa definizione, sviluppata nell'ambito della Strategia Europea per la Biodiversità, allarga molto il concetto che generalmente si ha di infrastruttura verde in architettura che potrebbe essere riassunto come segue: una *nature-based solution* progettata per incrementare la biodiversità di un'area e quindi potenziare le funzioni ecologiche e i servizi ecosistemici ad esse connessi.

Tra gli esempi delle tipologie di infrastrutture Verdi, la commissione europea specifica che gli “Spazi verdi urbani ben progettati (parchi, giardini, tetti verdi, orti...) possono contribuire a proteggere la biodiversità, aiutando allo stesso tempo ad affrontare il cambiamento climatico, a mantenere le città fresche, a ridurre i rischi di alluvione e a migliorare la salute e il benessere dei residenti urbani.”

La sede del Rome Technopole integrerà quindi importanti esempi di spazi verdi urbani, che saranno progettati per proteggere la biodiversità romana e, al contempo, utilizzare i servizi ecosistemici che gli spazi verdi possono fornire, migliorando le condizioni ambientali esterne ed interne agli edifici.

- **Le scelte floristiche**

Privilegiare fortemente l'uso della flora autoctona nelle sistemazioni a verde esterne. Utilizzare una flora mista per i muri verdi interni. Ovvero, prediligere la flora autoctona di tipo mediterraneo per le esposizioni soleggiate ed eventualmente far ricorso alla flora alloctona solo per quelle aree interne laddove le limitate condizioni di irradiazione luminosa o le temperature non permettano la sopravvivenza di specie autoctone. Prediligere piante che resistano allo stress idrico o che necessitino di un apporto idrico ridotto, sia per i muri verdi interni agli edifici che per le aree verdi esterne. Completare gli allestimenti esterni con dei pannelli esplicativi del ruolo ecosistemico delle specie scelte e, soprattutto, della stagionalità della flora mediterranea. In particolare, sarà necessario spiegare ai fruitori del luogo che in ambiente mediterraneo la flora è normalmente caratterizzata dalla dominanza floristica e cenologica della forma biologica terofitica (specie annuali). Le terofite completano il loro ciclo vitale nel periodo primaverile e disseccano durante l'estate dopo la disseminazione. Quindi è assolutamente normale che nelle aiuole siano presenti piante erbacee secche o morentiche, che dovranno (o potranno) essere lasciate in tali condizioni dai servizi di manutenzione, poiché il rinnovo della flora terofitica avviene grazie ai semi che vengono prodotti dalle piante e che costituiranno quella banca semi del suolo che darà vita alla nuova copertura vegetale dell'aiuola nella successiva stagione favorevole (primavera). Questa scelta permetterà di risparmiare molta acqua, risorsa preziosa che sarebbe bene non utilizzare laddove non sia necessario, specialmente nel contesto dell'Urbe, caratterizzato da consumi pro-capite altissimi e perdite della rete idrica superiori al 40%.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 5. CRITERI DI PROGETTAZIONE AMBIENTALE E DEI CARATTERI BIOFISICI della presente Relazione.

9.2.14 Risparmio idrico

Il progetto garantisce e prevede:

- risparmio della risorsa idrica di almeno il 60%, anche mediante, all'interno dell'edificio:
 - sistemi di controllo e monitoraggio delle performance dell'impianto idrico-sanitario tramite Water Management System:
 - inserimento di dispositivi volti al monitoraggio dei consumi attraverso l'installazione di sistemi wireless;
 - inserimento di sistemi elettronici di rilevamento delle perdite per rilevare problematiche e consumi dell'impianto idrico, in particolare di eventuali perdite nelle tubazioni;
 - sistemi di riduzione del flusso e controllo della portata e della temperatura dell'acqua secondo quanto prescritto dal Criterio 2.3.9. del D.M. 23 giugno 2022 n. 256, GURI 183 del 6 agosto 2022 con riferimento alle norme UNI EN 816 e UNI EN 15091:
 - installazione di Limitatori di Flusso e Rompigetto nei lavabi e nelle eventuali docce presenti in laboratori e incubatori e negli spazi di servizio;
 - inserimento di rubinetti Elettronici, Monocomando, Termostatici e con Temporizzatore nei lavabi e nelle eventuali docce presenti in laboratori e incubatori e negli spazi di servizio;
 - installazione Cassette WC a Doppio Pulsante negli spazi di servizio.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 8. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI DI GESTIONE ECOLOGICA DELLE ACQUE della presente Relazione.

9.3 Specifiche tecniche progettuali per gli edifici

9.3.1 Diagnosi energetica

Criterio non pertinente trattandosi di intervento di nuova costruzione.

9.3.2 Prestazione energetica

Fermo restando quanto previsto all'allegato 1 del decreto interministeriale 26 giugno 2015 «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici» e le definizioni ivi contenute e fatte salve le norme o regolamenti locali (ad esempio i regolamenti regionali, ed i regolamenti urbanistici e edilizi comunali), qualora più restrittivi, il progetto garantirà adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni tramite la verifica che il numero di ore di occupazione del locale, in cui la differenza in valore assoluto tra la temperatura operante (in assenza di impianto di raffrescamento) e la temperatura di riferimento è inferiore a 4°C, risulti superiore all'85% delle ore di occupazione del locale tra il 20 giugno e il 21 settembre.

La Relazione CAM includerà la relazione tecnica di cui al decreto interministeriale 26 giugno 2015 dianzi citato e la relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione CAM, nella quale sia evidenziato lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI della presente Relazione.

9.3.3 Impianti di illuminazione per interni

Gli aspetti illuminotecnici saranno oggetto delle successive fasi di sviluppo del progetto.

Fermo restando quanto previsto dal decreto interministeriale 26 giugno 2015 «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici», il progetto, trattandosi di intervento di nuova costruzione, dovrà prevedere impianti d'illuminazione conformi alla norma UNI EN 12464-1, con le seguenti caratteristiche:

a. dotati di sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione in grado di effettuare accensione, spegnimento e dimmerizzazione in modo automatico su base oraria e sulla base degli eventuali apporti luminosi naturali. La regolazione di tali sistemi si basa su principi di rilevazione dello stato di occupazione delle aree, livello di illuminamento medio esistente e fascia oraria. Tali requisiti sono garantiti in tutti gli ambienti;

b. dotati di lampade a LED con una durata minima di 50.000 (cinquantamila) ore.

Per le specifiche tecniche, si rimanda agli elaborati e alle relazioni del progetto illuminotecnico, da sviluppare nelle fasi successive dell'iter di progettazione.

9.3.4 Ispezionabilità e manutenzione degli impianti di riscaldamento e condizionamento

Il presente Criterio troverà riscontro nel progetto architettonico e impiantistico negli sviluppi successivi a livello esecutivo. Tuttavia, il progetto già allo stato attuale prevede la presenza di 7 locali tecnici al piano interrato per circa 400 mq, garantendo un facile e adeguato accesso ai sistemi impiantistici tradizionali e sperimentali che l'edificio andrà ad ospitare. Di seguito si riportano le indicazioni di legge e le prescrizioni contenute nel presente criterio, di cui si dovrà tenere conto negli sviluppi futuri del progetto, in particolare a livello esecutivo.

Fermo restando quanto previsto dal decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 7 marzo 2012, i locali tecnici destinati ad alloggiare apparecchiature e macchine devono essere adeguati ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso, tenendo conto di quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni del 5 ottobre 2006 e del 7 febbraio 2013.

Il progetto individua anche i locali tecnici destinati ad alloggiare esclusivamente apparecchiature e macchine, indicando gli spazi minimi obbligatori, così come richiesto dai costruttori nei manuali di uso e manutenzione, i punti di accesso ai fini manutentivi lungo tutti i percorsi dei circuiti degli impianti tecnologici, qualunque sia il fluido veicolato all'interno degli stessi.

Per tutti gli impianti aeraulici sarà prevista una ispezione tecnica iniziale, da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.

Indicazioni per la stazione appaltante

Si evidenzia che, in fase di esecuzione dei lavori, sarà verificato che l'impresa che effettua le operazioni di installazione e manutenzione degli impianti di condizionamento, sia in possesso della certificazione F-gas, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 16 novembre 2018 n. 146 «Regolamento di esecuzione del regolamento (UE) n. 517/2014 sui gas fluorurati a effetto serra e che abroga il regolamento (CE) n. 842/2006».

9.3.5 Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria

Fermo restando il rispetto dei requisiti di aerazione diretta in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone anche per intervalli temporali ridotti, il progetto garantisce l'adeguata qualità dell'aria interna in tutti i locali abitabili tramite la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica. Facendo riferimento a quanto riportato nel capitolo 11.3 Criteri di progettazione dell'impianto termico, le portate di aria esterna di rinnovo o di estrazione adottate sono desunte dalla normativa vigente (UNI 10339 – Prospetto III).

I valori indicati, siano essi riferiti al numero di persone, alla superficie in pianta o al volume degli ambienti, sono da considerare quali valori minimi di riferimento.

	[m ³ /h/pers.]	[Vol/h]
Aule didattiche, aule riunioni, aula magna spazio per studio	25,2	
Uffici amministrativi e incubatore	40	
Aula magna, spazio per conferenze	21,6	
Laboratori	36	
Spazi connettivi	40	0,5 (mandata)
Servizi igienici		8÷10 (estrazione)

Tabella 12. Riepilogo delle portate di aria esterna di rinnovo o di estrazione per ogni tipologia di spazio

L'impianto di immissione dell'aria in ambiente dovrà essere realizzato in maniera tale da garantire che il flusso immesso si misceli convenientemente in tutto il volume convenzionalmente occupato.

I terminali di immissione o di ripresa dell'aria dovranno essere collocati ad una distanza adeguata dai luoghi di normale permanenza delle persone in modo da evitare situazione di disagio localizzato. Inoltre, le velocità di attraversamento del terminale di diffusione o di ripresa dell'aria dovranno essere sufficientemente basse, al fine di garantire la necessaria silenziosità di funzionamento.

La velocità dell'aria non sarà mai superiore a 0,15 m/s, all'interno del volume convenzionalmente occupato, nell'ottica di garantire il giusto equilibrio termo-igrometrico degli occupanti.

La qualità dell'aria in ambiente, oltre dal giusto ricambio, sarà garantita da un adeguato grado di filtrazione.

La presa d'aria esterna sarà collocata in posizione idonea a garantire il migliore rinnovo possibile, lontano da fonti inquinanti (traffico, canne fumarie, scarichi) o da elementi di impianti quali torri evaporative o torri di raffreddamento.

Il progetto garantisce quindi il rispetto dei requisiti di benessere termico e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione, grazie anche alla combinazione di sistemi attivi e passivi.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI (sotto capitolo 11.3 Criteri di progettazione dell'impianto termico) della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.3.6 Benessere termico

Il progetto garantisce il benessere termico e la qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti) oltre che di verifica di assenza di discomfort locale.

In particolare, ai fini del raggiungimento del benessere termico, di seguito si elencano i parametri generali di progetto da utilizzare come base di calcolo per la determinazione dei carichi termici e frigoriferi ambientali, come riportato nel capitolo 11.2 Criteri di progettazione dell'impianto termico.

	Inverno		Estate		
	Tbs [°C]	UR [%]	Tbs [°C]	deltaT [°C]	UR [%]
Roma	0	60	34	11	55
Aule didattiche, aula magna, aule riunioni, spazio comune per studio	20	50	26		50
Uffici amministrativi e incubatore	20	50	26		50
Servizi igienici	20	non contr.	non contr.		non contr.
Laboratori	20	50	26		50
Spazi connettivi	20	50	26		50

Tabella 13. Parametri generali di progetto per il calcolo dei carichi termici invernali ed estivi

Le tolleranze ammesse alle grandezze termo-igrometriche degli ambienti interni sono:

- temperatura $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- umidità relativa $\pm 5\%$

Le grandezze esposte sono atte ad assicurare il benessere termo-igrometrico nelle seguenti ipotesi:

- a. gli occupanti devono trovarsi in regime termo-igrometrico di equilibrio con le condizioni ambiente (periodo di permanenza maggiore di 15 minuti);
- b. le condizioni di benessere sono funzione dell'attività metabolica e del grado di resistenza del vestiario degli occupanti tipici (UNI 10339 - Prospetto VII) dell'attività svolta;

- c. la temperatura media radiante delle pareti è compresa entro un intervallo di ± 4 °C rispetto al valore di progetto assunto per la temperatura a bulbo secco; inoltre non devono sussistere particolari asimmetrie tra le temperature radianti di superfici piane orientate in senso opposto.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI (sotto capitolo 11.3 Criteri di progettazione dell'impianto termico) della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.3.7 Illuminazione naturale

Il progetto prevede l'uso integrato di diversi dispositivi passivi, atti a garantire ottimali livelli di illuminazione naturale negli ambienti del Rome Technopole, oltre che il comfort degli utenti e la riduzione dei consumi energetici per illuminazione, riscaldamento e raffrescamento:

- Sistemi tecnologici vetrati in facciata: doppia pelle vetrata, con vetri termocromici e basso emissivi selettivi a controllo solare, distribuiti a seconda delle esposizioni;
- Sistemi tecnologici opachi/semi-trasparenti in facciata: parete ventilata; muri di trombe; pannelli PCM;
- Sistemi tecnologici schermanti in facciata: schermature solari;
- Sistema morfologico-spaziale in facciata: atrio bioclimatico;
- Sistema morfo-tecnologico in copertura: lama di copertura;
- Sistemi morfo-tecnologici integrati per la ventilazione naturale: labirinto d'aria, torri di ventilazione, lamelle di ventilazione in facciata;
- Sistemi di verde: parete vegetata interna;
- Sistemi test: pannelli pop-up/demo site.

Tra questi, la doppia pelle vetrata sui fronti sud-est, sud-ovest e nord-est sarà utile in particolare a garantire un'ottimale illuminazione naturale degli ambienti, controllata mediante schermature solari e le tipologie di vetri summenzionate.

Ciò consentirà di garantire un illuminamento da luce naturale di almeno 300 lux, verificato almeno nel 50% dei punti di misura all'interno dei diversi ambienti, e di 100 lux, verificato almeno nel 95% dei punti di misura (livello minimo), per almeno la metà delle ore di luce diurna.

Per il calcolo e la verifica dei parametri indicati si applicherà la norma UNI EN 17037. In particolare, il fattore medio di luce diurna verrà calcolato tramite la UNI EN 15193-1.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOCLIMATICI ED ENERGETICI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi e verrà verificato con previste modalità di calcolo relative al fattore medio di luce diurna e ai livelli di illuminamento nei successivi sviluppi della progettazione.

9.3.8 Dispositivi di ombreggiamento

Il controllo dell'immissione di radiazione solare diretta negli ambienti interni sarà garantito mediante diversi sistemi passivi di schermatura integrati nell'involucro edilizio trasparente verticale e nella copertura (cfr. criterio 2.4.7), atti ad assicurare un controllo ottimale in particolare sui fronti sud-est, sud-ovest e nord-est.

In particolare, la copertura, pensata come una grande lama orizzontale con un ampio aggetto sui quattro lati dell'edificio, è progettata per consentire d'estate una schermatura alla radiazione solare incidente sui suddetti fronti. Nelle ore più svantaggiate in estate, l'ombra portata dalla copertura garantisce una schermatura importante sulle facciate maggiormente esposte alla radiazione solare diretta, in sinergia le alberature presenti nelle aree verdi di pertinenza attorno all'edificio e con il sistema di schermatura, costituito da lamelle mobili in legno, che verrà ospitato nell'intercapedine presente tra i due strati della doppia pelle vetrata. Inoltre, nelle parti dell'involucro vetrato non schermate dalla copertura e dal sistema a lamelle, il soddisfacimento del requisito verrà raggiunto anche attraverso le specifiche caratteristiche della sola componente vetrata (vetri termocromici e basso emissivi selettivi a controllo solare, distribuiti a seconda delle esposizioni). Le superfici trasparenti dei sistemi di captazione solare, ed in particolare dell'atrio bioclimatico, saranno apribili.

Nei successivi livelli di progettazione si verificherà puntualmente che le schermature solari possiedano un valore del fattore di trasmissione solare totale accoppiato al tipo di vetro della superficie vetrata protetta inferiore o uguale a 0,35 come definito dalla norma UNI EN 14501.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOCLIMATICI ED ENERGETICI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.3.9 Tenuta all'aria

Il progetto dell'involucro edilizio prevede per le parti trasparenti una doppia pelle con struttura a montanti e traversi in acciaio e infissi in alluminio con vetri doppi basso emissivi selettivi a controllo solare, mentre per le parti opache una facciata ventilata composta da tamponatura in legno X-LAM, isolata a cappotto, intercapedine e struttura di sostegno metallica per lo strato di rivestimento composto di elementi modulari in cotto.

Il progetto dell'involucro, così impostato e finalizzato ad un'ottimizzazione prestazionale molto elevata dell'involucro, ai successivi livelli di progettazione prevederà tutte le necessarie verifiche fisico tecniche atte ad assicurare un livello di tenuta all'aria dell'involucro che garantisca:

- a. Il mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti preservandoli da fughe di calore;
- b. L'assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale nei pacchetti coibenti, nodi di giunzione tra sistema serramento e struttura, tra sistema impiantistico e struttura e nelle connessioni delle strutture stesse.
- c. Il mantenimento della salute e durabilità delle strutture evitando la formazione di condensa interstiziale con conseguente ristagno di umidità nelle connessioni delle strutture stesse.
- d. Il corretto funzionamento della ventilazione meccanica controllata, mantenendo inalterato il volume interno per una corretta azione di mandata e di ripresa dell'aria.

I valori n50 da rispettare, verificati secondo norma UNI EN ISO 9972, sono i seguenti per le nuove costruzioni:

- n50: < 2 – valore minimo
- n50: < 1 – valore premiante.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI (sotto capitolo 11.3 Criteri di progettazione dell'impianto termico) e nel capitolo 6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOCLIMATICI ED ENERGETICI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.3.10 Inquinamento elettromagnetico negli ambienti interni

Il presente Criterio troverà riscontro negli sviluppi successivi del progetto con riferimento a quanto previsto nel capitolo 11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI (sotto capitolo 11.2 Criteri di progettazione dell'impianto elettrico). In particolare, il progetto dell'impianto elettrico verrà prodotto tenendo conto delle seguenti prescrizioni.

Relativamente agli ambienti interni, il progetto prevede una ridotta esposizione a campi magnetici a bassa frequenza (ELF) indotti da quadri elettrici, montanti, dorsali di conduttori ecc., attraverso l'adozione dei seguenti accorgimenti progettuali:

- a. il quadro generale, i contatori e le colonne montanti sono collocati all'esterno e non in adiacenza a locali;
- b. la posa degli impianti elettrici è effettuata secondo lo schema a "stella" o ad "albero" o a "liscia di pesce", mantenendo i conduttori di un circuito il più possibile vicini l'uno all'altro;
- c. la posa dei cavi elettrici è effettuata in modo che i conduttori di ritorno siano affiancati alle fasi di andata e alla minima distanza possibile.

Viene altresì ridotta l'esposizione indoor a campi elettromagnetici ad alta frequenza (RF) generato dai sistemi wi-fi, posizionando gli "access-point" ad altezze superiori a quella delle persone e possibilmente non in corrispondenza di aree caratterizzate da elevata frequentazione o permanenza.

Valgono inoltre le disposizioni vigenti in merito alla protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici all'interno degli edifici adibiti a permanenze di persone non inferiori a quattro ore giornaliere.

9.3.11 Prestazioni e comfort acustici

Il presente Criterio troverà riscontro negli sviluppi successivi del progetto mediante una relazione specialistica redatta da tecnico abilitato, che vada a dimostrare quanto segue.

Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 dovranno corrispondere almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma. Gli ambienti interni dovranno rispettare i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367.

9.3.12 Radon

Nel progetto è previsto un sistema di scambio di calore con il terreno, denominato "Lago d'aria", conformato come una piastra interrata da realizzare in corrispondenza del solaio contro terra, in un'intercapedine ventilata. Tale soluzione verrà sviluppata con attenzione alle necessarie misure volte a ridurre la concentrazione di gas radon, ad esempio attraverso un'accurata sigillatura dell'intercapedine nei lati a contatto con il terreno.

In generale, la combinazione delle soluzioni attive e passive per la ventilazione previste dal progetto contribuiranno a garantire un valore medio annuo della concentrazione di radon inferiore a 200 Bq/m³.

Nei successivi livelli di progettazione dovrà essere previsto un sistema di misurazione con le modalità di cui all'allegato II sezione I del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, effettuato da servizi di dosimetria riconosciuti ai sensi dell'articolo 155 del medesimo decreto, secondo le modalità indicate nell'allegato II, che rilasciano una relazione tecnica con i contenuti previsti dall'allegato II del medesimo decreto.

Le strategie, compresi i metodi e gli strumenti, rispetteranno quanto stabilito dal Piano nazionale d'azione per il radon, di cui all'articolo 10 comma 1 del decreto dianzi citato.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI (sotto capitolo 11.2 Criteri di progettazione dell'impianto termico) e nel capitolo 6. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOCLIMATICI ED ENERGETICI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.3.13 Piano di manutenzione dell'opera

Nello sviluppo del piano preliminare di manutenzione dell'opera nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico-economica si dovrà garantire che il piano comprenda la verifica dei livelli prestazionali (qualitativi e quantitativi) in riferimento alle prestazioni ambientali di cui ai criteri CAM, come per esempio la verifica della prestazione tecnica relativa all'isolamento o all'impermeabilizzazione, ecc.

Il piano comprenderà anche un programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna all'edificio, che specifichi i parametri da misurare in base al contesto ambientale in cui si trova l'edificio.

Dovrà inoltre essere prevista da parte del progettista l'archiviazione della documentazione tecnica riguardante l'edificio. Tale documentazione dovrà essere accessibile al gestore dell'edificio in modo da ottimizzarne la gestione e gli interventi di manutenzione.

I documenti da archiviare sono:

- Relazione generale;
- Relazioni specialistiche;
- Elaborati grafici;
- Elaborati grafici dell'edificio "come costruito" e relativa documentazione fotografica, inerenti sia alla parte architettonica che agli impianti tecnologici;

- Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, suddiviso in:
 - Manuale d'uso;
 - Manuale di manutenzione;
 - Programma di manutenzione;
- Piano di gestione e irrigazione delle aree verdi;
- Piano di fine vita in cui sia presente l'elenco di tutti i materiali, componenti edilizi e degli elementi prefabbricati che possono essere in seguito riutilizzati o riciclati.

Sarà prevista l'archiviazione della documentazione tecnica riguardante l'edificio anche nella sua rappresentazione BIM, garantendo adeguata interoperabilità in linea con i formati digitali IFC (Industry Foundation Classes) necessari allo scambio dei dati e delle informazioni relative alla rappresentazione digitale del fabbricato.

Il progettista dovrà quindi indicare – con riferimento ai successivi sviluppi della progettazione - il livello dei LOD del modello BIM rispetto ai 7 gradi proposti: A-B-C-D-E-F-G, così come identificati della norma UNI 11337-4, e rispetto alle componenti tipologiche relative al patrimonio informativo: Architettonico, Strutturale ed Impiantistico.

9.3.14 Disassemblaggio e fine vita

L'adozione del sistema costruttivo Pres-lam, con tamponature in legno X-LAM, facciata ventilata e doppia pelle in vetro, garantisce che nell'insieme l'edificio sia concepito per un facile disassemblaggio dei componenti a fine vita. Ad esempio, i solai in legno saranno completati con massetti realizzati con pannelli in cls prefabbricato (C.A.V.) in modo da garantirne la futura disassemblabilità. Il sistema costruttivo ad umido in cls è stato infatti adottato nel progetto limitatamente al livello delle fondazioni, al piano interrato e al nucleo centrale dei collegamenti verticali.

Il progetto prevede, così, che almeno il 90% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, esclusi gli impianti, sia sottoponibile, a fine vita, a disassemblaggio o demolizione selettiva (decostruzione) per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, superando la soglia del 70% prevista dal criterio.

In particolare, dalle stime preliminari effettuate utilizzando il modello BIM dell'edificio, l'adozione del sistema costruttivo Pres-lam, con tamponature in legno X-LAM, unitamente all'involucro in curtain wall, permette di raggiungere un livello pari a circa il 50% in peso sul peso totale dell'edificio di componenti edilizi facilmente smontabili poiché assemblati a secco e con connessioni reversibili (cfr. capitoli 9. Criteri di progettazione rispetto alle prescrizioni dei C.A.M.; 10. Criteri di progettazione delle strutture). Per il resto, come richiamato, il calcestruzzo potrà essere oggetto di demolizione e avvio a riciclaggio in idonei impianti di recupero di rifiuti inerti da demolizione.

Nelle fasi successive di sviluppo del progetto, il progettista incaricato dovrà redigere il piano per il disassemblaggio e la demolizione selettiva, sulla base della norma ISO 20887 *“Sustainability in buildings and civil engineering works- Design for disassembly and adaptability — Principles, requirements and guidance”*, o della UNI/PdR 75 *“Decostruzione selettiva - Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare”* o sulla base delle eventuali informazioni sul disassemblaggio di uno o più componenti, fornite con le EPD conformi alla UNI EN 15804, allegando le schede tecniche o la documentazione tecnica del fabbricante dei

componenti e degli elementi prefabbricati che sono recuperabili e riciclabili. La terminologia relativa alle parti dell'edificio dovrà essere coerente con le definizioni della norma UNI 8290-1.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITA' DEI MATERIALI e 10. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione

Si specifica in premessa che con riferimento al contenuto di riciclato nei prodotti, valgono le seguenti modalità di attestazione, ai fini della verifica da parte della stazione appaltante.

Il contenuto di materia riciclata ovvero recuperata ovvero di sottoprodotti è dimostrato tramite una delle seguenti opzioni, producendo il relativo certificato nel quale sia chiaramente riportato il numero dello stesso, il valore percentuale richiesto, il nome del prodotto certificato, le date di rilascio e di scadenza:

1. una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, quali ad esempio lo schema internazionale EPD® o EPDIItaly®, con indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti, specificandone la metodologia di calcolo;
2. certificazione "ReMade in Italy®" con indicazione in etichetta della percentuale di materiale riciclato ovvero di sottoprodotto;
3. marchio "Plastica seconda vita" con indicazione della percentuale di materiale riciclato sul certificato.
4. per i prodotti in PVC, una certificazione di prodotto basata sui criteri 4.1 "Use of recycled PVC" e 4.2 "Use of PVC by-product", del marchio VinylPlus Product Label, con attestato della specifica fornitura;
5. una certificazione di prodotto, basata sulla tracciabilità dei materiali e sul bilancio di massa, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità, con l'indicazione della percentuale di materiale riciclato ovvero recuperato ovvero di sottoprodotti.
6. una certificazione di prodotto, rilasciata da un Organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientri nel campo di applicazione di tale prassi. Per quanto riguarda i materiali plastici, questi possono anche derivare da biomassa, conforme alla norma tecnica UNI EN 16640. Le plastiche a base biologica consentite sono quelle la cui materia prima sia derivante da una attività di recupero o sia un sottoprodotto generato da altri processi produttivi. Sono fatte salve le asserzioni ambientali auto-dichiarate, conformi alla norma UNI EN ISO 14021, validate da un organismo di valutazione della conformità, in corso di validità alla data di entrata in vigore del presente documento e fino alla scadenza della convalida stessa.

9.4.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)

Le categorie di materiali elencate di seguito, qualora previste dal progetto in base agli sviluppi successivi a livello esecutivo, dovranno rispettare le prescrizioni sui limiti di emissione esposti nella successiva tabella:

- a. pitture e vernici per interni;
- b. pavimentazioni (sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazioni di vernici, resine o altre sostanze di natura organica), incluso le resine liquide;
- c. adesivi e sigillanti;
- d. rivestimenti interni (escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi);
- e. pannelli di finitura interni (comprensivi di eventuali isolanti a vista);
- f. controsoffitti;
- g. schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.

Limite di emissione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a 28 giorni	
Benzene Tricloroetilene (trielina) di-2-etilesilftalato (DEHP) Dibutilftalato (DBP)	1 (per ogni sostanza)
COV totali	1500
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
1,4-diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossietanolo	<1500
Stirene	<350

Tabella 14. Prescrizioni sui limiti di esposizione massima a 28 gg.

La determinazione delle emissioni avviene in conformità alla norma UNI EN 16516 o UNI EN ISO 16000-9. Per qualunque metodo di prova o norma da utilizzare, si applicano i seguenti minimi fattori di carico considerando 0,5 ricambi d'aria per ora (a parità di ricambi d'aria, sono ammessi fattori di carico superiori):

1,0 m^2/m^3 per le pareti

0,4 m^2/m^3 per pavimenti o soffitto

0,05 m^2/m^3 per piccole superfici, ad esempio porte;

0,07 m²/m³ per le finestre;

0,007 m²/m³ per superfici molto limitate, per esempio sigillanti.

Per le pitture e le vernici, il periodo di pre-condizionamento, prima dell'inserimento in camera di emissione, è di 3 giorni.

Per dimostrare la conformità sull'emissione di DBP e DEHP sono ammessi metodi alternativi di campionamento ed analisi (materiali con contenuti di DBP e DEHP inferiori a 1 mg/kg, limite di rilevabilità strumentale, sono considerati conformi al requisito di emissione a 28 giorni. Il contenuto di DBP e DEHP su prodotti liquidi o in pasta è determinato dopo il periodo di indurimento o essiccazione a 20±10°C, come da scheda tecnica del prodotto).

La dimostrazione del rispetto di questo criterio può avvenire tramite la presentazione di rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati e accompagnati da un documento che faccia esplicito riferimento alla conformità rispetto al presente criterio. In alternativa possono essere scelti prodotti dotati di una etichetta o certificazione tra le seguenti:

- AgBB (Germania)
- Blue Angel nelle specifiche: RAL UZ 113/120/128/132 (Germania)
- Eco INSTITUT-Label (Germania)
- EMI CODE EC1/EC1+ (GEV) (Germania)
- Indoor Air Comfort di Eurofins (Belgio)
- Indoor Air Comfort Gold di Eurofins (Belgio)
- M1 Emission Classification of Building Materials (Finlandia)
- CATAS quality award (CQA) CAM edilizia (Italia)
- CATAS quality award Plus (CQA) CAM edilizia Plus (Italia)
- Cosmob Qualitas Praemium - INDOOR HI-QUALITY Standard (Italia)
- Cosmob Qualitas Praemium - INDOOR HI-QUALITY Plus (Italia).

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITA' DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.2 Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati

In base al presente criterio, i calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati devono avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Tale percentuale è calcolata come rapporto tra il peso secco delle materie riciclate, recuperate e dei sottoprodotti e il peso del calcestruzzo al netto dell'acqua (acqua efficace e acqua di assorbimento). Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto, va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Il progetto prevede l'utilizzo di calcestruzzo nella realizzazione delle fondazioni, delle strutture portanti e tamponature del piano interrato e del livello interrato corrispondente al lago d'aria, nonché del nucleo distributivo centrale (contenente i servizi e i collegamenti verticali). Dato

l'obiettivo generale del progetto di ridurre al minimo il consumo di materie prime non rinnovabili, soprattutto mediante l'adozione del sistema strutturale/costruttivo in Pres-lam, in tutto l'edificio (ad esclusione di basamento e nucleo centrale) si prevede di elevare la percentuale di riciclato nel calcestruzzo attestandosi al massimo ammesso dalle Norme Tecniche Costruzioni (Tab. 11.2.III del par. 11.2.9.2 del D.M. 17.01.2018), in base alle diverse classi di resistenza previste dal progetto.

La percentuale di aggregati riciclati, provenienti da demolizione da solo calcestruzzo, può raggiungere una quantità media, tra il 20 e il 30% in peso, nei calcestruzzi strutturali, arrivando ad un valore massimo del 60% in peso nelle componenti a maggiore volumetria e a minore resistenza meccanica, come da Tabella che segue:

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo $\geq 90\%$, UNI EN 933-11:2009)	$\leq C20/25$	fino al 60%
	$\leq C30/37$	$\leq 30\%$
	$\leq C45/55$	$\leq 20\%$
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Tabella 15. Percentuali di impiego di materiali riciclati.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.3 Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibrocompresso

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo impiegati nel progetto dovranno essere prodotti con un contenuto di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Si prevede il ricorso a questo tipo di prodotto in particolare per le pavimentazioni, in masselli autobloccanti drenanti, previste per gli spazi esterni del Rome Technopole Headquarter.

Qualora si ricorra anche a blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato, ad esempio per le pareti dei locali tecnici nel piano interrato, questi saranno prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.4 Acciaio

Il progetto prevede un telaio di sostegno della facciata in curtain wall, che non contribuisce alla funzione portante dell'edificio, realizzato in profilati in acciaio che dovranno assicurare un contenuto minimo di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

L'acciaio delle connessioni e dei cavi di pretensionamento del sistema costruttivo in Pres-Lam, con funzione strutturale, sarà prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%.
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Con il termine “acciaio da forno elettrico legato” si intendono gli “acciai inossidabili” e gli “altri acciai legati” ai sensi della norma tecnica UNI EN 10020, e gli “acciai alto legati da EAF” ai sensi del Regolamento delegato (UE) 2019/331 della Commissione. Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.5 Laterizi

I componenti in laterizio (pannelli in cotto da adottare faccia vista nell'involucro verticale) avranno un contenuto di materie riciclate ovvero di sottoprodotti (sul secco) pari al 7,5% in peso. Qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, la percentuale è di almeno il 5% sul peso del prodotto.

Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

Non è previsto l'uso di laterizi per muratura e solai, per i quali sarebbe invece previsto un contenuto di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti (sul secco) di almeno il 15% sul peso del prodotto, oppure qualora i laterizi contengano solo materia riciclata ovvero recuperata, una percentuale di almeno il 10% sul peso del prodotto.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.6 Prodotti legnosi

Tutti i prodotti legnosi utilizzati nel progetto, ed in particolare la struttura portante in Pres-Lam e le pavimentazioni in legno, devono provenire da foreste gestite in maniera sostenibile come indicato nel punto “a” della verifica (ovvero essere dotati di una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità che garantisca il controllo della «catena di custodia», quale quella del Forest Stewardship Council® (FSC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC) se costituiti da materie prime vergini, o rispettare le percentuali di riciclato come indicato nel punto “b” della verifica se costituiti prevalentemente da materie prime seconde (ovvero essere dotati di una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità che attesti almeno il 70% di materiale riciclato, quali: “FSC® Riciclato” (“FSC® Recycled”) che attesta il 100% di contenuto di materiale riciclato, oppure “FSC® Misto” (“FSC® Mix”) con indicazione della percentuale di riciclato con il simbolo del Ciclo di Moebius all’interno dell’etichetta stessa o l’etichetta Riciclato PEFC che attesta almeno il 70% di contenuto di materiale riciclato).

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.7 Isolanti termici ed acustici

Per il materiale isolante sarà necessario garantire la marcatura CE ovvero un contenuto minimo di riciclato in base alla natura del materiale ovvero la marcatura FSC se a matrice lignea.

Per coerenza con le scelte operate sulla struttura, si prediligono isolanti in materiale naturale a matrice lignea, che possano essere utilizzati in sistemi di facciata ventilata e che garantiscano, quindi, una certificazione per la reazione al fuoco in Euroclasse B-s1-d0.

Gli isolanti naturali a matrice lignea, da scegliere in via definitiva nei successivi livelli di progettazione, con esclusione di eventuali rivestimenti, carpenterie metalliche e altri possibili accessori presenti nei prodotti finiti, rispetteranno i seguenti requisiti:

- possedere la marcatura CE, grazie all’applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante o grazie ad un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) e apporre la marcatura CE. La marcatura CE prevede la dichiarazione delle caratteristiche essenziali riferite al Requisito di base 6 “risparmio energetico e ritenzione del calore”. In questi casi il produttore indica nella DoP, la conduttività termica con valori di λ_D dichiarati λ_D (o resistenza termica R_D). Per i prodotti pre-accoppiati o i kit è possibile fare riferimento alla DoP dei singoli materiali isolanti termici presenti o alla DoP del sistema nel suo complesso. Nel caso di marcatura CE tramite un ETA, nel periodo transitorio in cui un ETA sia in fase di rilascio oppure la pubblicazione dei relativi riferimenti dell’EAD per un ETA già rilasciato non sia ancora avvenuta sulla GUUE, il materiale ovvero componente può essere utilizzato purché il fabbricante produca formale comunicazione del TAB (Technical Assessment Body) che attesti lo stato di procedura in corso per il rilascio dell’ETA e la prestazione determinata per quanto attiene alla sopracitata conduttività termica (o resistenza termica).
- non sono aggiunte sostanze incluse nell’elenco di sostanze estremamente preoccupanti candidate all’autorizzazione (Substances of Very High Concern-SVHC), secondo il

regolamento REACH (Regolamento (CE) n. 1907/2006), in concentrazione superiore allo 0,1 % (peso/peso). Sono fatte salve le eventuali specifiche autorizzazioni all'uso previste dallo stesso Regolamento per le sostanze inserite nell'Allegato XIV e specifiche restrizioni previste nell'Allegato XVII del Regolamento.

- se costituiti da fibra di cellulosa, devono contenere l'80% minimo di materiale riciclato ovvero recuperato o di sottoprodotti ivi indicate, misurate sul peso, come somma delle tre frazioni.

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.8 Tramezzature, contropareti perimetrali e controsoffitti

Le tramezzature, le contropareti perimetrali e i controsoffitti, realizzati con sistemi a secco, hanno un contenuto di almeno il 10% (5% in caso di prodotti a base gesso) in peso di materiale recuperato, ovvero riciclato, ovvero di sottoprodotti. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

I materiali di origine legnosa, impiegati per realizzare le partizioni flessibili mediante sistemi di pareti modulari apribili risponderanno ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi".

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.9 Murature in pietrame e miste

Criterio non pertinente perché il prodotto da costruzione non è previsto dal progetto.

9.4.10 Pavimenti

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITÀ DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.10.1 Pavimentazioni dure

Per gli ambienti seguenti le pavimentazioni saranno dure in legno (parquet di tipo industriale, costituito da scarti di lavorazione):

- Laboratori e incubatori
- Aule didattiche
- Uffici amministrativi
- Spazi comuni
- Spazi connettivi.

Per le pavimentazioni in legno si fa riferimento al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi".

Per gli spazi di servizio, si ipotizza l'uso di pavimentazioni in piastrelle di ceramica.

Le piastrelle di ceramica devono essere conformi almeno ai seguenti criteri inclusi nella Decisione 2009/607/CE, che stabilisce i criteri ecologici per l'assegnazione del marchio comunitario di qualità ecologica alle coperture dure, e s.m.i:

1. Estrazione delle materie prime

2.2. Limitazione della presenza di alcune sostanze negli additivi (solo piastrelle smaltate), quali metalli pesanti come piombo, cadmio e antimonio

4.2. Consumo e uso di acqua

4.3. Emissioni nell'aria (solo per i parametri Particolato e Fluoruri)

4.4. Emissioni nell'acqua

5.2. Recupero dei rifiuti

6.1. Rilascio di sostanze pericolose (solo piastrelle vetrificate)

Le piastrelle di ceramica dovranno essere conformi ai criteri inclusi della Decisione 2021/476 che stabilisce i criteri per l'assegnazione del marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE) ai prodotti per coperture dure.

9.4.10.2 Pavimenti resilienti

Criterio non pertinente perché il prodotto da costruzione non è previsto dal progetto.

9.4.11 Serramenti ed oscuranti in PVC

Criterio non pertinente perché il prodotto da costruzione non è previsto dal progetto.

9.4.12 Tubazioni in PVC e Polipropilene

Le tubazioni in PVC e polipropilene sono prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate ed è verificata secondo quanto previsto al paragrafo "2.5-Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione-indicazioni alla stazione appaltante".

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITA' DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.4.13 Pitture e vernici

Il progetto prevede l'utilizzo di pitture e vernici che rispondono ad uno o più dei seguenti requisiti (la stazione appaltante deciderà, in base ai propri obiettivi ambientali ed in base alla destinazione d'uso dell'edificio):

a) recano il marchio di qualità ecologica Ecolabel UE;

b) non contengono alcun additivo a base di cadmio, piombo, cromo esavalente, mercurio, arsenico o selenio che determini una concentrazione superiore allo 0,010 % in peso, per ciascun metallo sulla vernice secca.

c) non contengono sostanze ovvero miscele classificate come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1 e 2 con i seguenti codici: H400, H410, H411 ai sensi del regolamento (CE) n.1272/2008 (CLP) e s.m.i. (*tale criterio va utilizzato, qualora ritenuto opportuno dalla stazione appaltante*).

Il presente Criterio trova riscontro nel capitolo 7. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI CARATTERI BIOECOLOGICI E DI CIRCOLARITA' DEI MATERIALI della Relazione generale per la Conferenza dei Servizi.

9.5 Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere

I criteri contenuti in questo capitolo sono obbligatori in base a quanto previsto dall'art 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50. Sono costituiti da criteri progettuali per l'organizzazione e gestione sostenibile del cantiere, che dovranno essere integrati nel progetto di cantiere e nel capitolato speciale d'appalto del progetto esecutivo.

La verifica dei criteri contenuti in questo capitolo avverrà quindi nei successivi livelli di progettazione tramite la Relazione CAM, nella quale sia evidenziato lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam.

A questo stadio dell'iter di progettazione del PFTE, le prescrizioni dei seguenti criteri vengono considerate come criteri per lo sviluppo successivo del progetto.

9.5.1 Prestazioni ambientali del cantiere

Le attività di preparazione e conduzione del cantiere prevederanno le seguenti azioni:

a) individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione.

b) definizione delle misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storicoculturali presenti nell'area del cantiere quali la recinzione e protezione degli ambiti interessati da fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone. Qualora l'area di cantiere ricada in siti tutelati ai sensi delle norme del piano paesistico si applicano le misure previste;

c) rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);

~~d) protezione delle specie arboree e arbustive autoctone. Gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti,~~

~~cavi elettrici etc.; [punto non pertinente non essendo presenti nell'area di intervento specie arboree e arbustive autoctone e significative]~~

~~e) disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (è garantita almeno una fascia di rispetto di dieci metri); [punto non pertinente non essendo presenti nell'area di intervento specie arboree e arbustive autoctone e significative]~~

f) definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda ecc.);

g) fermo restando l'elaborazione di una valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", definizione di misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc, e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;

h) definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate, tenendo conto delle "fasi minime impiegabili": fase III A minimo a decorrere da gennaio 2022. Fase IV minimo a decorrere dal gennaio 2024 e la V dal gennaio 2026 (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040);

i) definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;

j) definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;

k) definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;

l) definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;

m) definizione delle misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;

~~n) misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo; [punto non pertinente non essendo presenti nell'area di intervento manufatti edilizi da demolire]~~

o) misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc.) individuando le aree da adibire a deposito temporaneo, gli spazi opportunamente attrezzati (con idonei cassonetti/contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata etc.).

9.5.2 Demolizione selettiva, recupero e riciclo

Criterio non pertinente, trattandosi di intervento di nuova costruzione.

9.5.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno

Fermo restando la gestione delle terre e rocce da scavo in conformità al decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017 n. 120, nel caso in cui il progetto includa movimenti di terra (scavi, splateamenti o altri interventi sul suolo esistente), il progetto prevede la rimozione e l'accantonamento⁹ del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde.

Per primo strato del terreno si intende sia l'orizzonte "O" (organico) del profilo pedologico sia l'orizzonte "A" (attivo), entrambi ricchi di materiale organico e di minerali che è necessario salvaguardare e utilizzare per le opere a verde.

Nel caso in cui il profilo pedologico del suolo non sia noto, il progetto include un'analisi pedologica che determini l'altezza dello strato da accantonare (O e A) per il successivo riutilizzo. Il suolo rimosso dovrà essere accantonato in cantiere separatamente dalla matrice inorganica che invece è utilizzabile per rinterri o altri movimenti di terra, in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche ed essere riutilizzato nelle aree a verde nuove o da riqualificare.

9.5.4 Rinterri e riempimenti

Per i rinterri, il progetto prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno di cui al precedente criterio "2.6.3-Conservazione dello strato superficiale del terreno", proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, ovvero materiale riciclato, che siano conformi ai parametri della norma UNI 11531-1.

Per i riempimenti con miscele betonabili (ossia miscele fluide, a bassa resistenza controllata, facilmente removibili, auto costipanti e trasportate con betoniera), è utilizzato almeno il 70% di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242 e con caratteristiche prestazionali rispondenti all'aggregato riciclato di Tipo B come riportato al prospetto 4 della UNI 11104.

Per i riempimenti con miscele legate con leganti idraulici, di cui alla norma UNI EN 14227-1, è utilizzato almeno il 30% in peso di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242.

N.b.: Si segnala infine che nella fase successiva di affidamento dell'appalto integrato di progettazione esecutiva e lavori, la stazione appaltante potrà adottare il gruppo di criteri numero **4. CRITERI PER L'AFFIDAMENTO CONGIUNTO DI PROGETTAZIONE E LAVORI PER INTERVENTI EDILIZI**, e in particolare i criteri premianti seguenti:

4.3.1 Metodologie di ottimizzazione delle soluzioni progettuali per la sostenibilità (LCA e LCC)

4.3.2 Valutazione dei rischi non finanziari o ESG (Environment, Social, Governance)

4.3.3 Prestazione energetica migliorativa

4.3.4 Materiali Rinnovabili

4.3.5 Selezione di pavimentazioni in gres porcellanato

4.3.6 Sistema di automazione, controllo e monitoraggio dell'edificio

4.3.7 Protocollo di misura e verifica dei risparmi energetici

4.3.8 Fine vita degli impianti.

10. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE

In linea con gli obiettivi prestazionali e multifunzionali del complesso di Rome Technopole, che ospiterà aule per la didattica, laboratori così come aree comuni, uffici, lo schema strutturale dovrà rispettare i concetti di flessibilità e modularità.

A tale fine, la struttura verrà realizzata in legno lamellare con tecnologia innovativa **Pres-Lam** (Legno Lamellare Precompresso), sia nella configurazione di telai sia di setti post-tesi singoli e/o accoppiati.

Tale tecnologia, come meglio descritto nelle sezioni seguenti, è in grado di assicurare delle ottime prestazioni dal punto di vista strutturale, con minimo ingombro in pianta al fine di garantire massima flessibilità nell'organizzazione e ri-organizzazione degli spazi. Inoltre, la realizzazione con materiali lignei, permette una più facile prefabbricazione, trasporto e assemblaggio, riducendo i tempi di realizzazione.

Il solaio delle aree a luce medio-elevata verrà realizzato con tecnologia TCC (Timber Concrete Composite) caratterizzato da una struttura mista costituita da travetti in legno lamellare e una soletta di calcestruzzo armato collaborante. Nelle zone dei corridoi, il solaio verrà realizzato con pannelli in X-Lam o CLT e soletta collaborante (Figura 63).

La struttura portante verrà realizzata con telai in legno lamellare per i carichi verticali e sismici, con l'ausilio di setti in legno lamellare post-teso (Pres-Lam) per irrigidire la struttura e fornire adeguata resistenza alle azioni sismiche di progetto.

I setti saranno dotati di barre di post tensione non aderenti atte a migliorarne la risposta strutturale contro le azioni sismiche. Per coprire le ampie luci (fino a 10m) alcune travi dei telai saranno equipaggiate con cavi di post-tensione devianti.

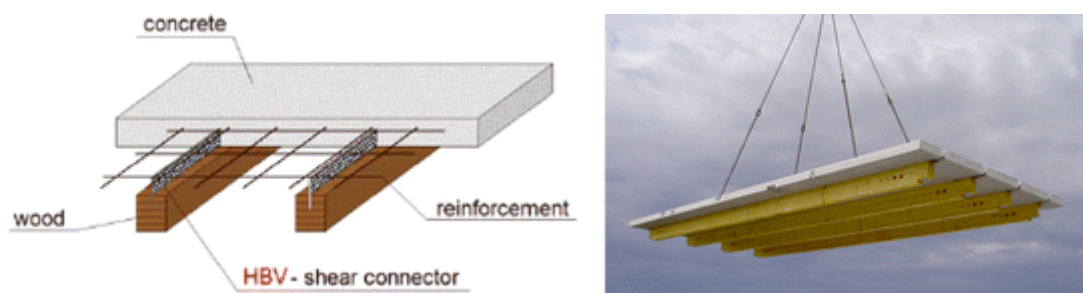


Figura 62. Esempio di solaio TCC (Timber Concrete Composite) con soletta collaborante (immagine da Lukaszewska et al. 2008)

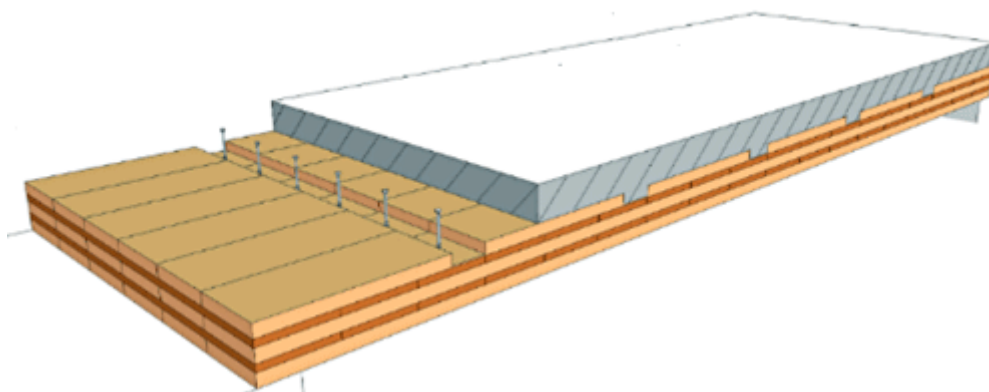


Figura 63. Esempio di solaio CLT con soletta collaborante (CLT-C)

La struttura sarà costituita da 3 corpi, separati dall'atrio bioclimatico (Figura). Tutti i corpi sono considerati indipendenti e relativamente alla risposta sismica. Dettagli costruttivi adeguati (appoggio con scorrimento) a mantenere il disaccoppiamento dovranno essere utilizzati per le passarelle di collegamento tra i corpi stessi.

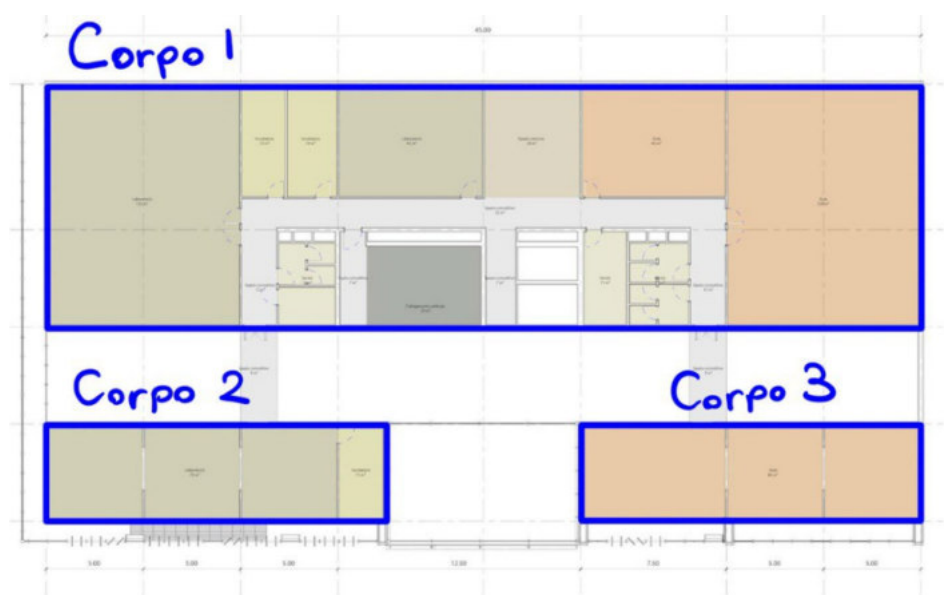


Figura 64. Suddivisione in corpi della struttura

Il complesso presenta una imponente struttura di copertura a sbalzo, la cui realizzazione dovrà essere studiata approfonditamente. In fase concettuale, la copertura consisterà in una struttura strallata, con tiranti ad arpa connessi a due strutture-piloni in acciaio (antenne estensione dei corpi scala-centrali) utilizzati per sostenere trave reticolare in legno lamellare con connessioni a piastre rivettate.

10.1 Tecnologia Pres-Lam

Ispirandosi al successo dei più recenti sistemi innovativi sviluppati per il cemento armato prefabbricato, e frutto di un'estesa campagna di ricerca e sviluppo pluriennale intrapresa presso l'Università di Canterbury a Christchurch in Nuova Zelanda sin dal 2004 da un team di ricercatori sotto la guida dei proff. Stefano Pampanin, Alessandro Palermo ed Andy Buchanan, il sistema costruttivo Pres-Lam (Legno Lamellare Precompresso) si propone come una soluzione dalle notevoli potenzialità in grado di garantire la realizzazione di edifici multipiano di grande luce open space in legno lamellare dalle prestazioni strutturali e antisismiche analoghe se non superiori a quelle di tradizionali soluzioni in cemento armato o acciaio.

Come confermato dalle applicazioni in situ realizzate in Nuova Zelanda, Giappone, Stati Uniti, si aprono dunque affascinanti prospettive per un maggior utilizzo (a costi competitivi) del materiale legno nell'edilizia multipiano, in grado di fornire eguale prestazioni e comfort di soluzioni tradizionali e con l'ulteriore vantaggio, peculiare del materiale legno, in termini di eco-sostenibilità'.

La tecnologia Pres-Lam si basa sulla possibilità di connettere elementi strutturali prefabbricati in legno lamellare (Glulam, LVL o Xlam) tramite tecniche di precompressione (o meglio post-tensione effettuata in opera) tipiche del calcestruzzo armato, sia per soluzioni a telaio che a setti (Figura e Figura).

I cavi/trefoli o le barre di post-tensione sono lasciati non-aderenti (scorrevoli) in modo da agire come richiamo elastico dell'intero sistema quando e se soggetto all'evento sismico. Il meccanismo sismo-resistente è dunque basato su un moto di rocking o "dondolamento" relativo all'interfaccia della connessione trave-colonna, setto-fondazione, pilastro-fondazione, pannello-pannello, senza che ciò comporti alcun danneggiamento negli elementi strutturali stessi. Ai cavi di post-tensione sono poi aggiunti elementi dissipativi costituiti per esempio da semplici barre di acciaio ordinario o soluzioni similari, che agiscono come ammortizzatori durante l'azione sismica e come tipica armatura lenta, cui dunque è affidata rigidezza e resistenza del sistema, in condizioni statiche.

La possibilità di combinare, in fase di progettazione, la quantità relativa e percentuali di armatura di cavi di post-tensione ed armatura lenta, consente di ottenere una soluzione "ibrida" particolarmente efficace da un punto di vista strutturale sia per statica che per sismica.

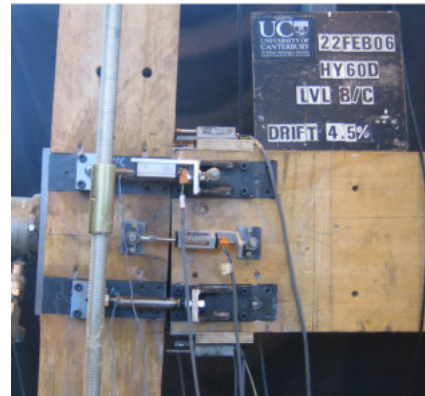
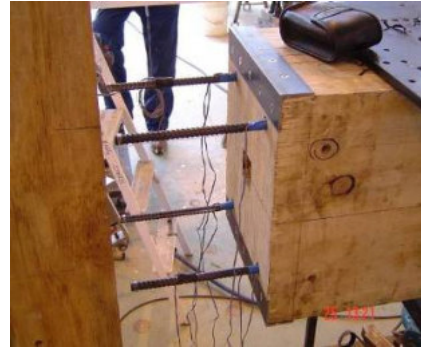
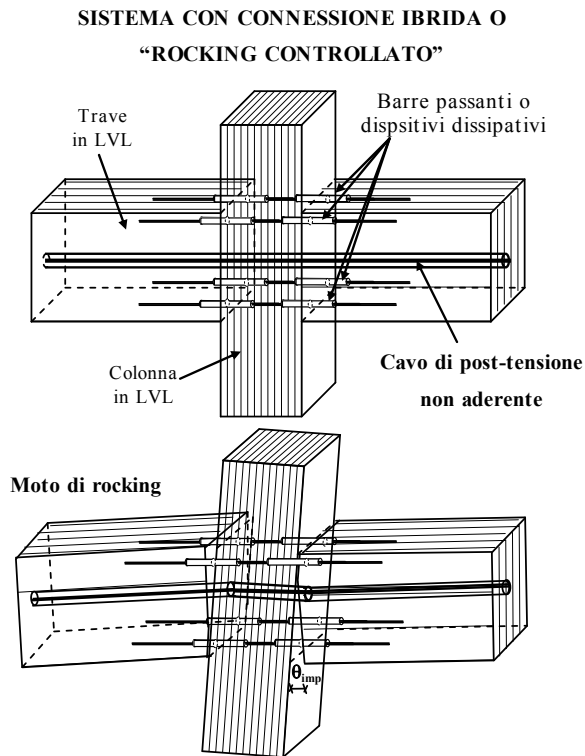


Figura 65. Schema di connessione trave colonna in sistemi a telaio Pres-Lam. Soluzione con armatura lenta interna (iniettata con resina epossidica) o dissipatori esterni ("Plug&Play", fusibili montabili e sostituibili) – (Palermo et al., 2005 Pampanin et al. 2006)

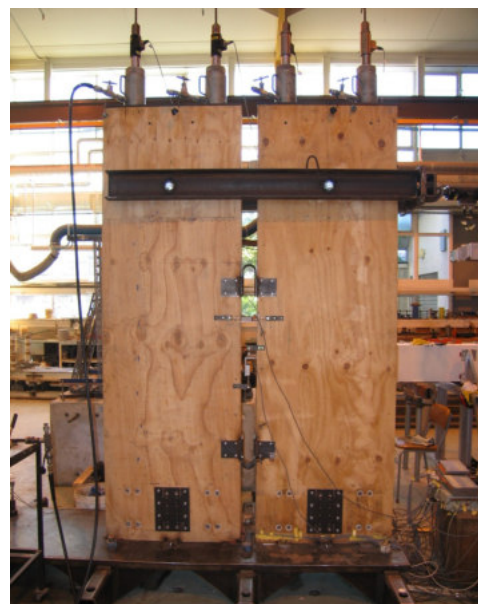
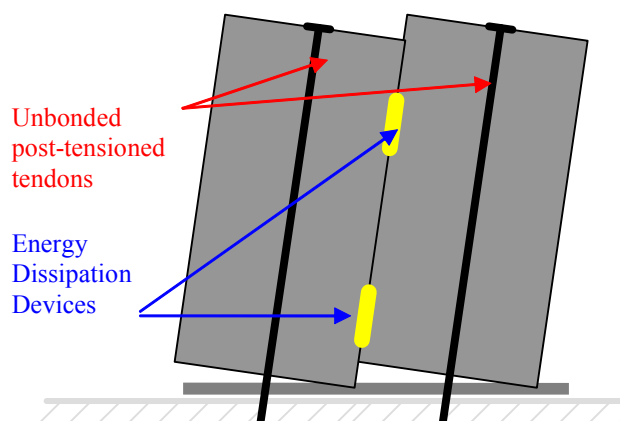


Figura 66. Schema e implementazione di sistema a muri/setti post-tesi verticalmente e accoppiati con dissipatori a U (UFP – Pampanin et al 2006, Palermo et al., 2007)

Le principali peculiarità della tecnologia Pres-Lam possono essere riassunte di seguito:

Elevate prestazioni antisismiche

Grazie al meccanismo di rocking controllato, nel caso di costruzioni in zona sismica, l'unico elemento sacrificale di una connessione a "duttilità concentrata" Pres-Lam è dunque rappresentato da tali dispositivi dissipativi, che, nel caso di soluzione esterna (in gergo "Plug&Play") possono essere facilmente sostituiti, se necessario, dopo un evento sismico. Il livello di danneggiamento degli elementi strutturali è dunque pressoché nullo anche dopo un terremoto di progetto (periodo di ritorno di 475 anni per un edificio ordinario con classe d'uso II o 975 anni per edificio con classe d'uso III) per il quale si prevede tipicamente un livello di danno moderato-alto allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana (SLV, secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni, 2018).

Flessibilità nella progettazione

Un ulteriore e chiaro vantaggio derivante dall'utilizzo della precompressione, così come per il calcestruzzo armato, è dato dalla possibilità di raggiungere luci maggiori con travi di minor spessore, consentendo dunque di disporre di spazi open-space e altezze interne maggiori, con elevata flessibilità nella distribuzione ed uso degli spazi interni.

La possibilità di combinare, in fase di progettazione, la quantità relativa di cavi di post-tensione ed armatura lenta, consente di ottenere una soluzione "ibrida" particolarmente efficace da un punto di vista strutturale, con caratteristiche di velocità di montaggio e controllo di qualità tipiche di una struttura in calcestruzzo armato prefabbricata in azienda. Il peso ridotto del legno (circa un quarto o un quinto di quello del calcestruzzo armato per esempio), consente inoltre di costruire in sito, sollevare e assemblare velocemente grandi porzioni di edificio già prefabbricate senza problemi di tolleranze, nonchè ridurre in modo significativo i carichi su fondazioni, con evidente risparmio in termini di costi e di tempi sia per il costruttore che per il committente stesso.

Velocità di realizzazione, riduzione di tempi e costi

Trattandosi di un sistema costruttivo prefabbricato, la tecnologia Pres-Lam presenta tutti i vantaggi tipici del calcestruzzo e dell'acciaio quali controllo della qualità in stabilimento e velocità di montaggio riducendo i tempi in cantiere. Data poi la leggerezza degli elementi strutturali in legno, si ha facilità di trasporto, possibilità di pre-assemblare a terra interi telai o setti e sollevarli in opera, riducendo i tempi in cantiere, con evidente risparmio in termini di costi e di tempi sia per il costruttore che per il committente stesso.

Smontaggio, ricollocazione e cambio di destinazione d'uso – sostenibilità nella progettazione

Grazie alla post-tensione e ai collegamenti prefabbricati è possibile puntare su maglie larghe e open-space, dando quindi la possibilità di riconfigurare gli spazi interni con partizioni – setti removibili e non – strutturali in previsione di un cambio di destinazione d'uso nell'arco della vita utile della struttura. Potremmo dunque parlare di una **sostenibilità in fase di progettazione** non solo legata all'utilizzo di materiali quali il legno o di tecnologie eco-sostenibili e meno energivore, ma anche in termini di possibilità di riconfigurare gli spazi e dunque riutilizzare nel tempo la stessa struttura (da residenziale a uffici a commerciale riconfigurare gli spazi e dunque riutilizzare nel

tempo la stessa struttura (da residenziale a uffici a commerciale etc.) allungandone la vita utile. Ne deriva ovviamente un valore aggiunto importante all'edificio stesso.

Recenti studi del gruppo di ricerca del Prof. Stefano Pampanin hanno inoltre sottolineato come soluzioni resilienti a basso danneggiamento sismico comportano una tangibile miglioramento in termini di sostenibilità quando si consideri un'analisi di ciclo di vita (Life Cycle Analysis, LCA). Tenendo conto infatti, in zone sismiche, della probabilità di avvenimento di un evento sismico "di progetto" e quindi di un danneggiamento accettato "da norma", una soluzione a basso danneggiamento con tecnologia in Pres-Lam comporterebbe sostanziali miglioramenti in termini di riparabilità e dunque significativi risparmi in termini di dispendio di energia diretta ed emissioni di CO₂ associate alla riparazione dell'edificio.

Resistenza al fuoco

Nonostante il comune pregiudizio nei confronti delle costruzioni in legno, tale tipologia strutturale basata su elementi di legno di dimensioni importanti (massive timber), può garantire una notevole sicurezza in termini di resistenza al fuoco, come comprovato da prove sperimentali al fuoco realizzate in Nuova Zelanda, nonché la realizzazione di un Laboratorio per il Fuoco proprio con la tecnologia Pres-Lam (Tsukuba Science City, Giappone) e facilmente calcolabile con standard normativi quali l'Eurocode 5.

Durabilità

Gli edifici in legno possono avere durata illimitata a patto di proteggerli accuratamente dall'attacco di funghi, dagli insetti e dal fuoco. Un buon progetto può garantire la protezione contro tutti questi agenti, senza l'impiego di alcun trattamento chimico per il legno impiegato nelle parti strutturali dell'edificio. Alla base della corretta progettazione sta il fatto che il legno deve rimanere asciutto, non essere quindi a contatto con l'acqua e deve essere adeguatamente dimensionato per resistere al fuoco.

10.2 Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo per le fondazioni	C28/35
Calcestruzzo armato per soletta del solaio	C35/45
Legno lamellare per telai e travetti del solaio	GL32h
Legno lamellare per setti e nucleo	GL32c
Acciaio per carpenteria metallica e profilati	S355

10.3 Analisi dei carichi

- SOLAIO DI INTERPIANO TCC:

p.p. Solaio composito in legno lamellare e soletta collaborante = 210 kg/mq

Permanenti portati = 200 kg/mq

= 410 kg/mq

Accidentale (Cat E1 Biblioteche) = 600 kg/mq

- SOLAIO DI COPERTURA TCC:

p.p. Solaio composito in legno lamellare e soletta collaborante = 210 kg/mq

Permanenti portati = 200 kg/mq

= 410 kg/mq

Accidentale (Copertura praticabile) = 400 kg/mq

- SOLAIO DI INTERPIANO CLT-C:

p.p. Solaio composito in legno lamellare e soletta collaborante = 375 kg/mq

Permanenti portati = 200 kg/mq

= 575 kg/mq

Accidentale (Cat E1 Biblioteche) = 600 kg/mq

- SOLAIO DI COPERTURA CLT-C:

p.p. Solaio composito in legno lamellare e soletta collaborante = 375 kg/mq

Permanenti portati = 200 kg/mq

= 575 kg/mq

Accidentale (Copertura praticabile) = 400 kg/mq

- TAMPONATURE:

Tamponature esterne = 400 kg/ml

10.4 Considerazioni sulla scelta del tipo di fondazioni

Le fondazioni saranno costituite da un sistema misto di fondazioni superficiali (piastra-platea nervata) sotto ai telai e fondazioni profonde (pali) sotto ai sistemi a muro e nuclei vano scala.

Adeguati accorgimenti dovranno essere realizzati per poter garantire un corretto ancoraggio delle barre di post-tensione verticale appartenenti ai setti e al nucleo.

10.5 Azioni sismiche

I parametri dell'azione sismica sono qui riportati e ottenuti dalla relazione geotecnica:

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
Operatività	45	0.053	2.518	0.268
Danno	75	0.066	2.203	0.280
Salvaguardia Vita	712	0.140	2.610	0.302
Prevenzione Collasso	1462	0.173	2.598	0.312

Tabella 16. Riepilogo parametri azione sismica sulla scelta del tipo di fondazioni

Sono state adottate le seguenti assunzioni di progetto:

Vita Nominale Opera:	VN = 50 anni
Classe d'uso:	III
Coefficiente d'uso:	CU = 1.5
Periodo di riferimento azione sismica:	VR = VN * CU = 75 anni
Classificazione terreno:	Cat. B
Categoria topografica:	T1
Amplificazione topografica:	ST = 1.0
Zona sismica:	2B
Tipologia strutturale:	Struttura a telaio e setti più piani e più campate

Spettri di risposta:

Gli spettri di risposta da utilizzare nelle successive fasi di progettazione saranno relativi ai seguenti SL:

SLO – Stato Limite di Operatività

SLD – Stato Limite di Danno

SLV – Stato Limite di salvaguardia della Vita

10.6 Proposta schema strutturale

Basandosi sulle assunzioni sopra enunciate, si è proceduti ad un pre-dimensionamento degli elementi strutturali.

L'orditura dei solai, e la disposizione in pianta delle diverse tipologie, sono riportate in Figura 2. Uno schema della geometria dei solai è riportato in Figura 67.

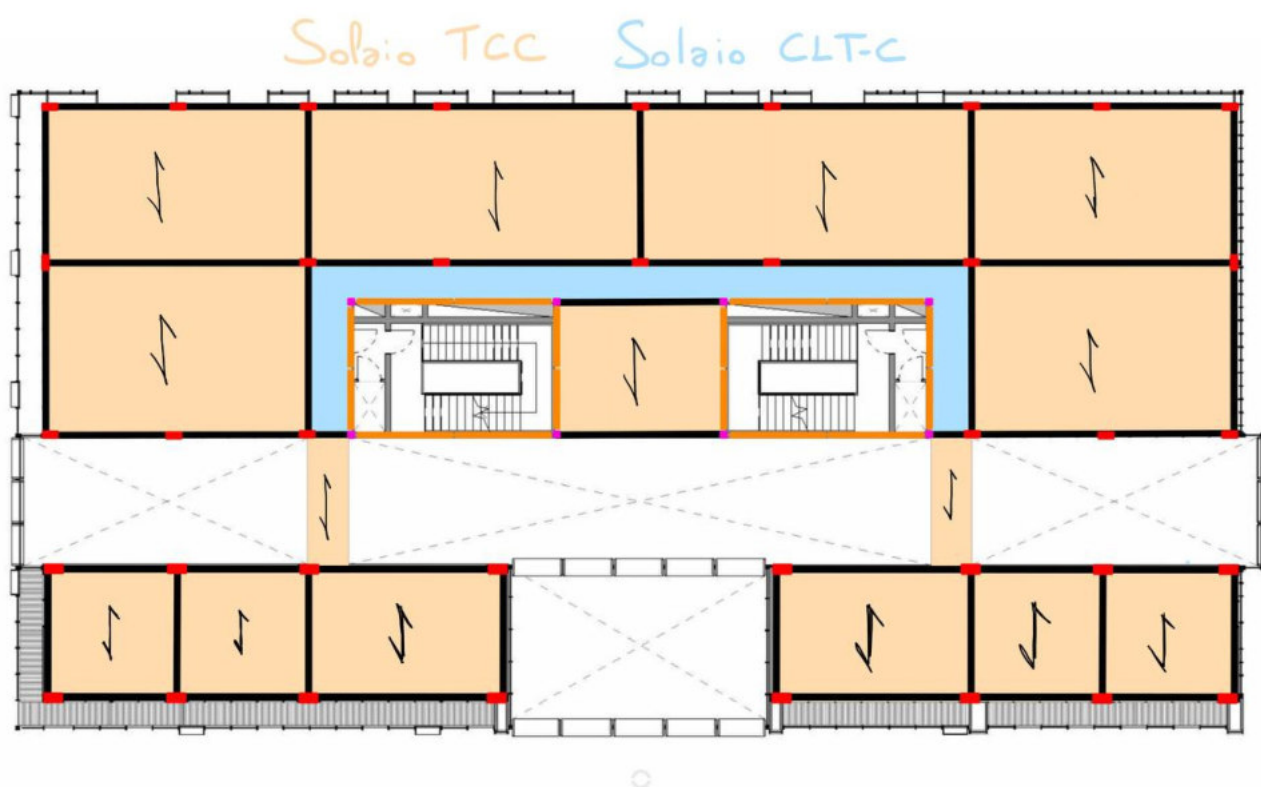


Figura 27. Orditura e tipologia dei solai

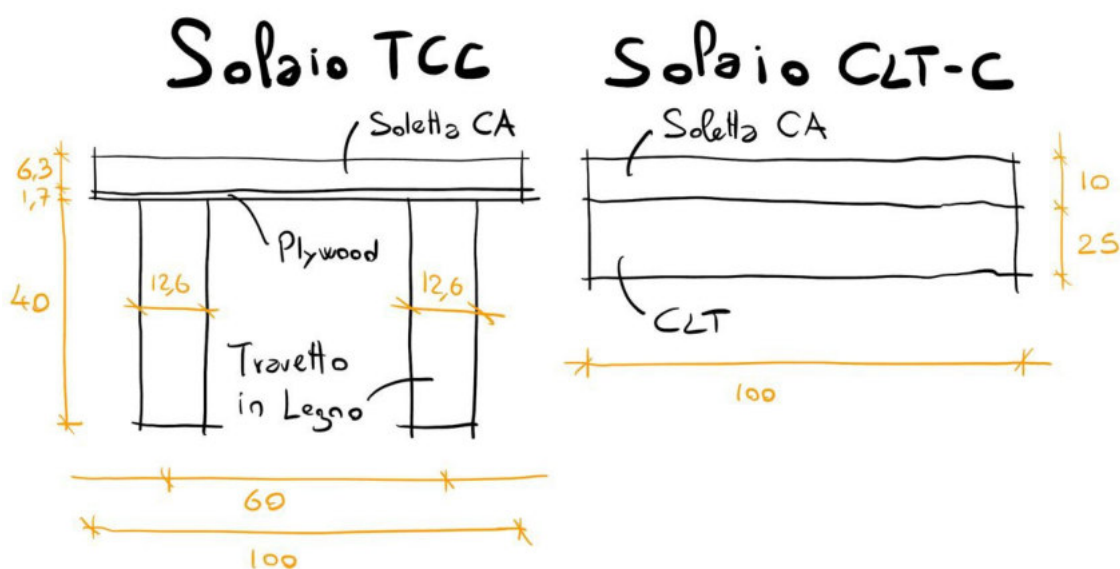


Figura 68. Geometria del solaio TCC (Timber Concrete Composite, sinistra) e del solaio CLT-C (a destra), misure in cm

In linea con gli obiettivi prestazionali e l'intento di realizzare una soluzione-edificio (scheletro ed elementi di chiusura) resiliente a basso-danneggiamento sismico, la progettazione sismica dovrà seguire un controllo accurato degli spostamenti laterali (drift) per limitare il danneggiamento degli elementi strutturali ed in particolare degli elementi non strutturali.

A tale scopo si ritiene utile seguire un approccio Displacement-based Design (Priestley et al., 1998-2017), mutuato e controllato con un approccio di progettazione alle forze “corretto” (iterato sulla rigidezza iniziale) CFBD (Corrected Forced-Based Design, Sporn and Pampanin, 2015).

Nello specifico, in questa fase la dimensione di setti e telai è stata determinata con il fine di limitare lo spostamento interpiano massimo (drift) legata dell’azione sismica al di sotto del 0.5%, limite convenzionale di controllo del danno per gli elementi non strutturali, in corrispondenza delle azioni di progetto allo stato limite SLV (Salvaguardia della Vita Umana). Si noti che tipicamente tale valore 0.5% viene considerato come limite da rispettare per una intensità dell’evento sismico molto inferiore (SLD, Stato Limite di Danno). La scelta progettuale va nella direzione dichiarata di realizzare una struttura a basso-danneggiamento sismico, in grado di sostenere danni relativamente limitati e più facilmente riparabili anche a fronte di un evento sismico “di progetto” (con probabilità di superamento del 10% per Classe d’uso II, o 5% per Classe d’uso III, in 50 anni di Vita Utile della struttura)

Per i setti si sono adottate, come meglio illustrato successivamente, due configurazioni con setti singoli post-tesi verticalmente (con primaria funzione di resistenza sismica) o setti accoppiati in una configurazione a core (nuclei corpo scala) con duplice funzione sismica e statica (carichi da gravità). La dimensione e la disposizione dei setti singoli e core-nucleo corpo scala è riportata in 69 e Figura .

La dimensione e la disposizione dei pilastri è riportata in Figura 69.

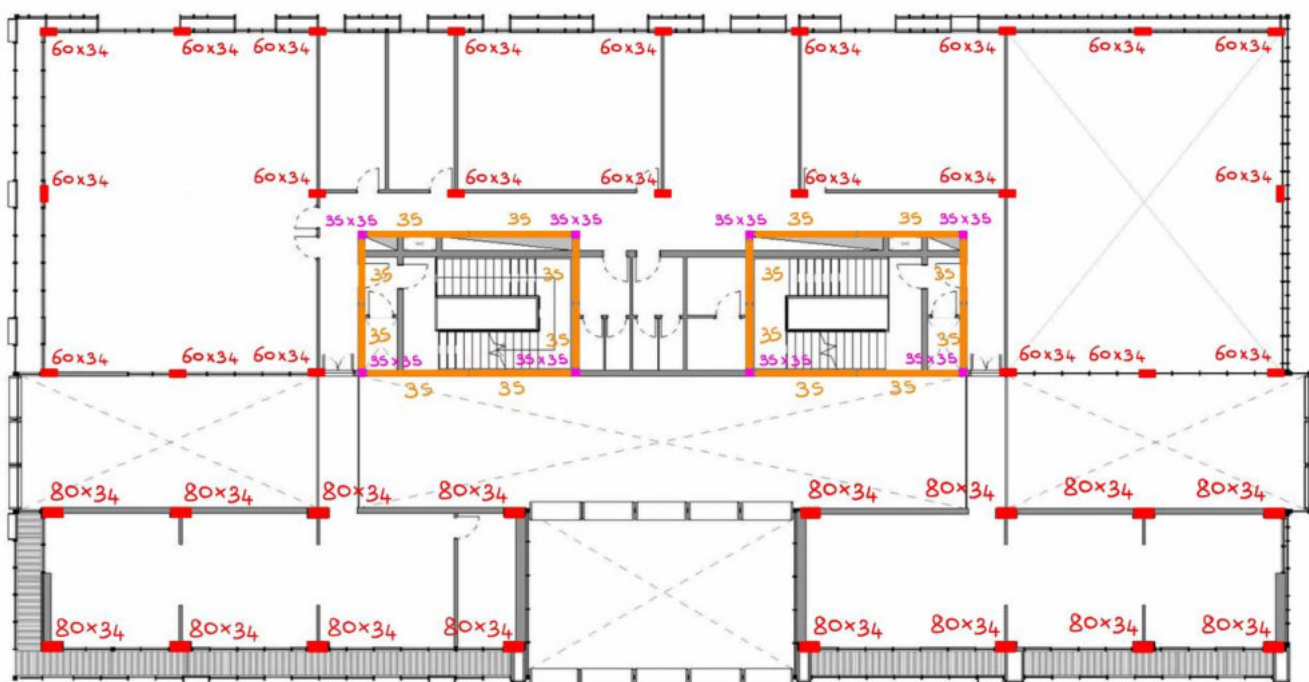


Figura 69. Disposizione in pianta dei pilastri e corpi scala in CLT in pianta e sezione degli elementi

La dimensione delle travi è stata determinata in questa prima fase progettuale con assunzioni semplificate con considerazioni relativamente agli stati limite ultimi (SLU) e stati limite di esercizio (SLE). La capacità degli elementi strutturali è stata ridotta in conformità con quanto riportato in normativa NTC2018 e Circolare esplicativa 2019 tenendo conto del deterioramento ed effetto

viscoso del legno ipotizzando una classe di servizio 2, con carichi di lunga durata per edifici in legno lamellare. I coefficienti sono riportati di seguito:

Parametri	Valore	Fonte [NTC2018]
k_{mod}	0.7	Tab. 4.4.IV
γ_m	1.45	Tab. 4.4.III
X_k	0.67	Assunto
k_{def}	0.8	Tab. 4.4.V

Tabella 17. Coefficienti di carico per edifici in legno lamellare

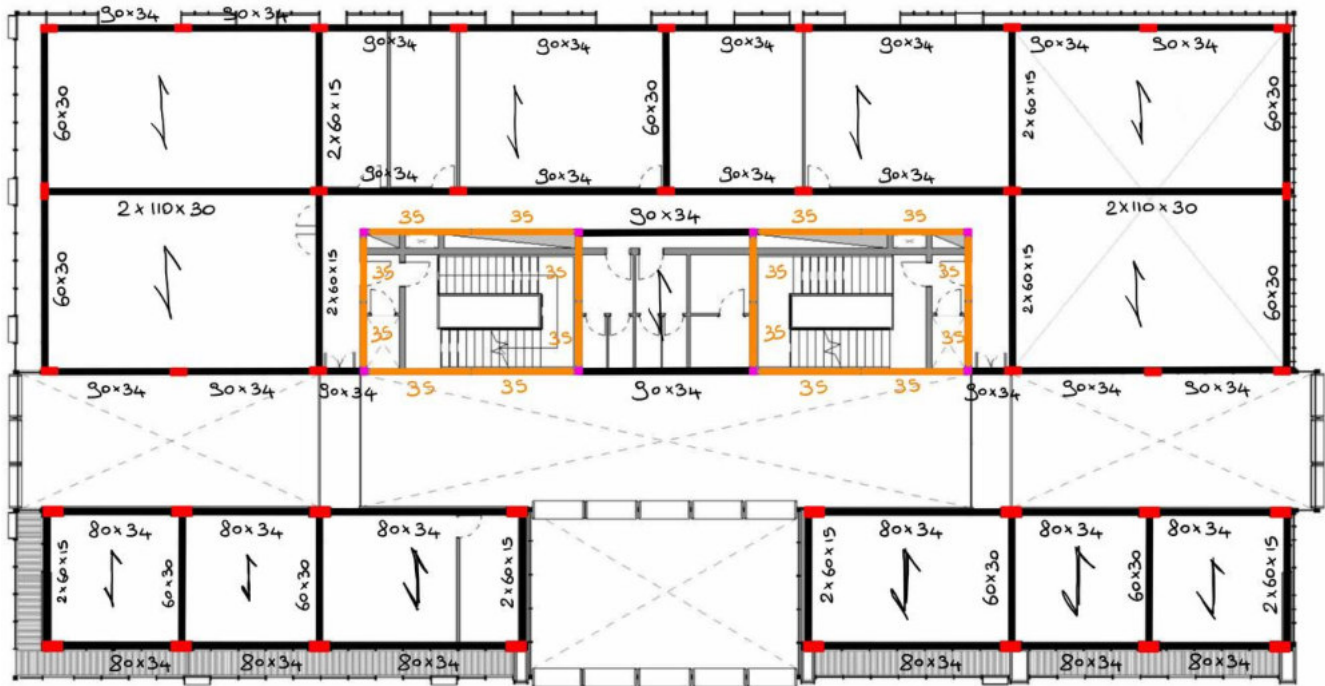


Figura 70. Orditura dei solai, schemi travi e loro sezioni

Per il calcolo dei momenti sollecitanti gravitazionali è stato adottato, in via semplificata in questa prima fase, uno schema statico di semplice appoggio. La dimensione e la disposizione delle travi sono riportare in Figura . Le sezioni delle travi e dei pilastri sono riportate in Figura . Il predimensionamento non tiene conto di eventuali cavi di post-tensione (esempio in Figura). In Figura è riportato un dettaglio costruttivo per il nodo trave-colonna.

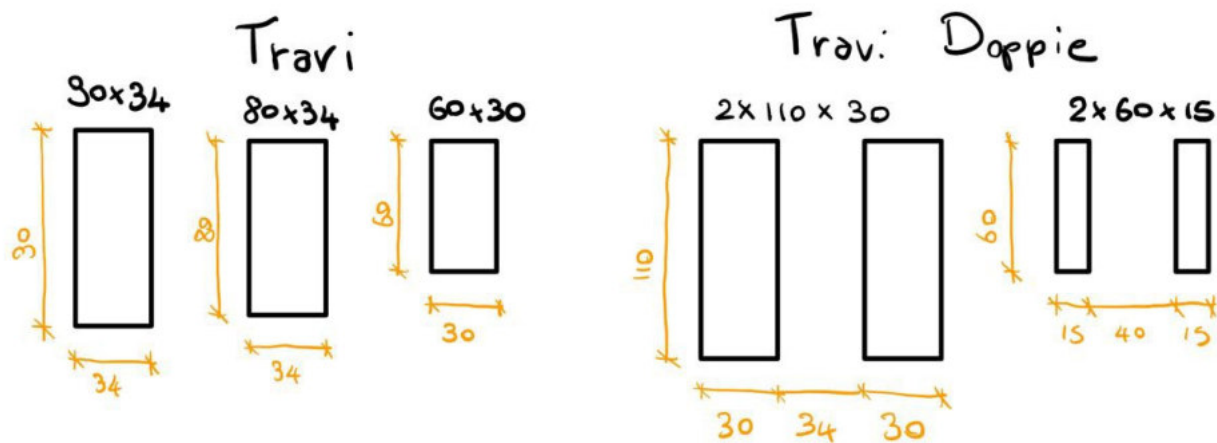


Figura 71. Sezioni di travi, unità in cm

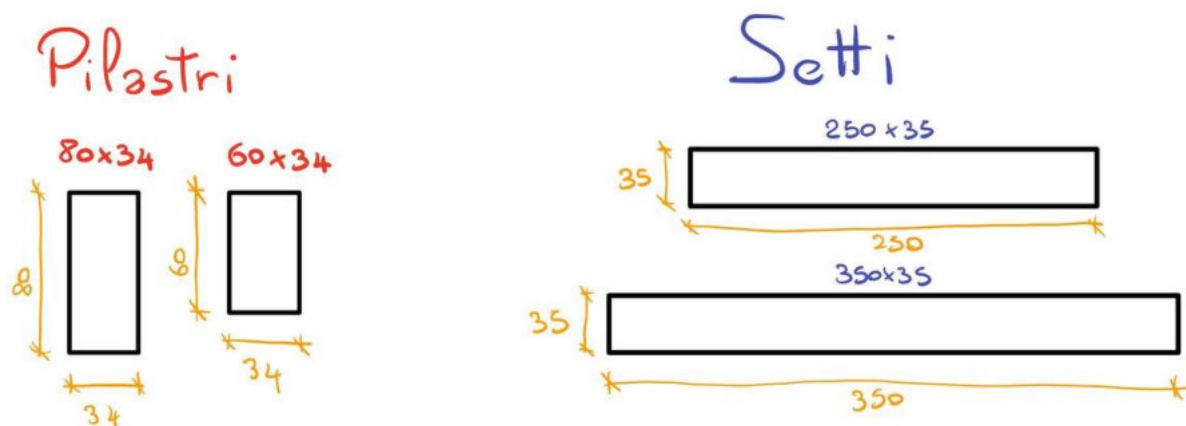


Figura 72. Sezioni di Pilastri (rosso) e setti (blu), unità in cm.

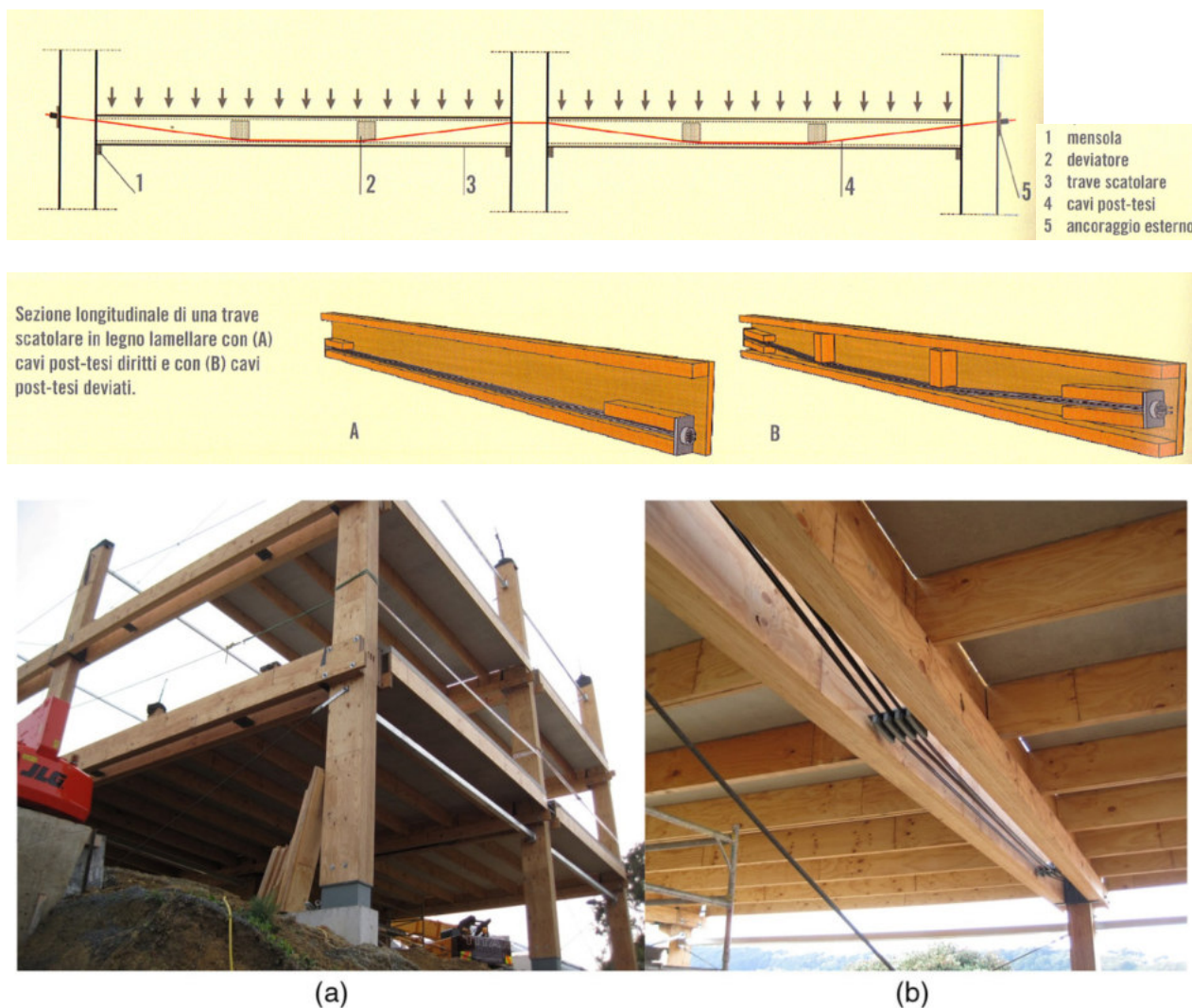


Figura 73. Concetto (sopra e centro) ed esempio pratico (sotto, a e b)) di dettagli costruttivi dei telai in Pres-Lam con cavi di post-tensione deviati esterni ed estradossali con deviatori a pettine Edificio Massey University, Wellington, Nuova Zelanda, (Granello et al. 2017)

I sistemi sismoresistenti principali per il corpo 1 (principale) sono costituiti da due nuclei vano scala in Pres-Lam (materiale X-Lam o CLT), combinati con due setti post-tesi in direzione trasversale per ridurre gli effetti torsionali legati alla presenza dei nuclei. In direzione longitudinale sistemi strutturali a telaio progettati primariamente per carichi da gravità contribuiranno – come sistemi secondari - in campo elastico alla rigidezza (post-snervamento) del sistema.

Per i corpi 2 e 3, il sistema sismoresistente è composto da telai post-tesi in direzione longitudinale con cavi deviati e due setti in legno disposti perimetralmente in direzione trasversale. Uno schema con i sistemi sismoresistenti a telaio con cavi deviati (“parabolici”) per meglio sostenere i carichi da gravità è riportato in Figura . In Figura è riportato un dettaglio costruttivo per il nodo trave-colonna per uno dei telai post-tesi sismoresistenti. In Figura sono riportati dettagli costruttivi per un setto il legno.

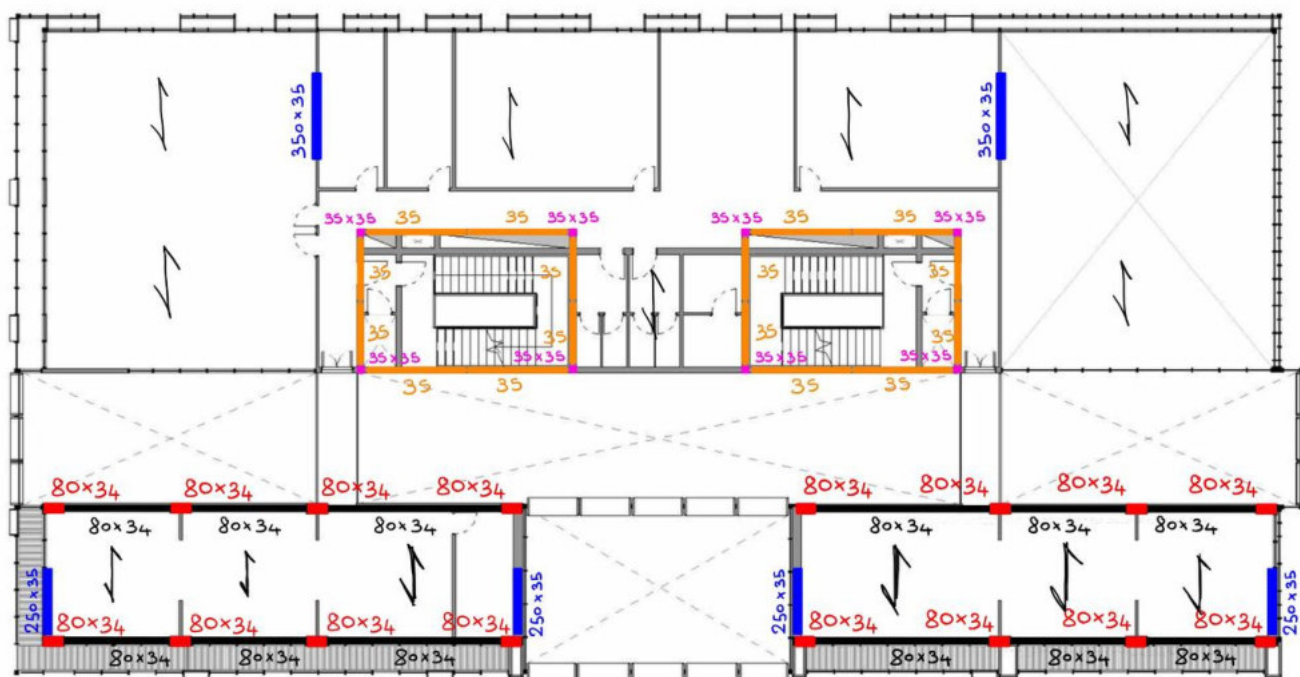


Figura 74. Disposizione in pianta dei sistemi sismo-resistenti principali

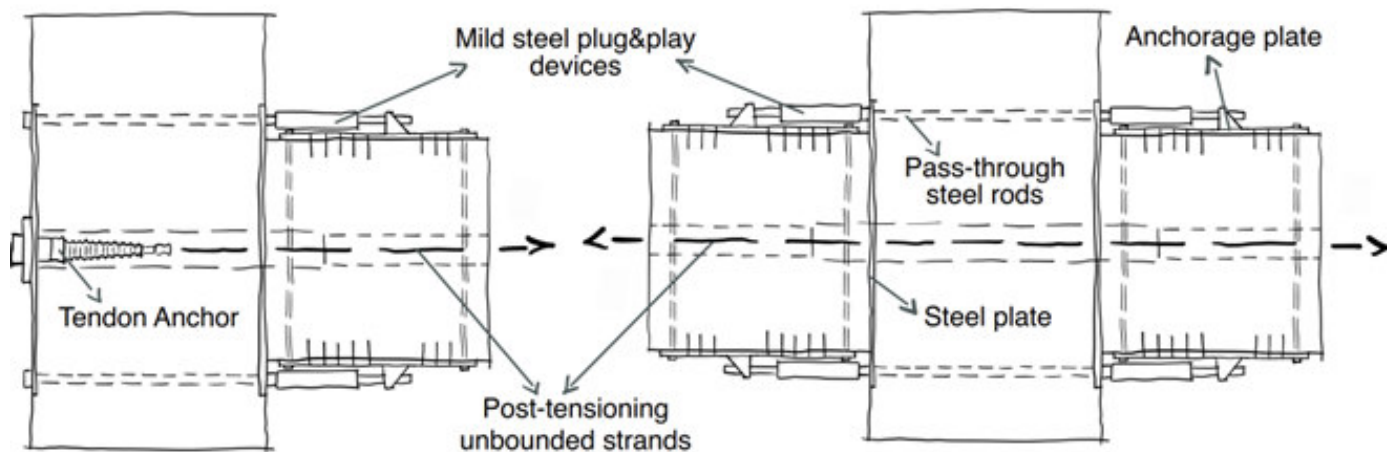


Figura 75. Esempio di connessione nodo trave-colonna in Pres-Lam con post-tensione e dissipatori sostituibili "Plug&Play"

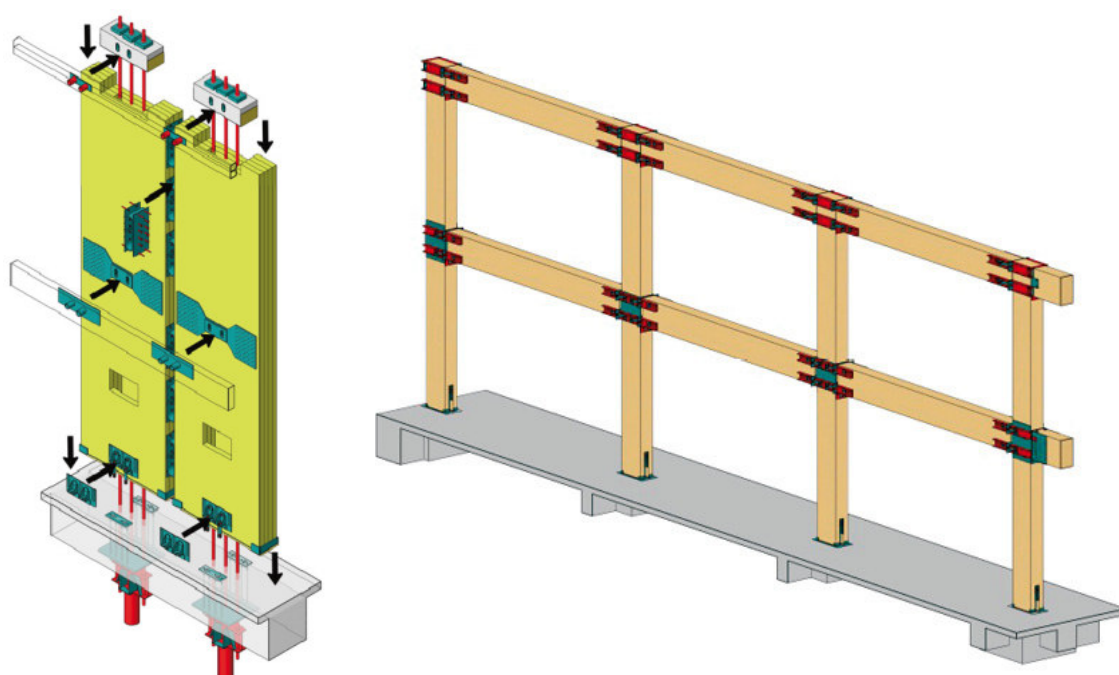


Figura 76. Schemi esemplificativi di dettagli costruttivi per setti in Pres-Lam post-tesi verticalmente con dissipatori a terra e trave sandwich di collegamento con solaio-diagramma (a sinistra) e per telaio in Pres-Lam con post-tensione orizzontale e dissipatori esterni Plug&Play (a destra). Soluzioni adottate ed implementate nell'edificio Trimble, Christchurch in Nuova Zelanda (Brown et al., 2012)

In sintesi si riporta di seguito in Figura uno schema riassuntivo complessivo dello schema strutturale.

Pilastri Travi Setti Singoli Tubolari Acciaio Core in CLT Trefoli:

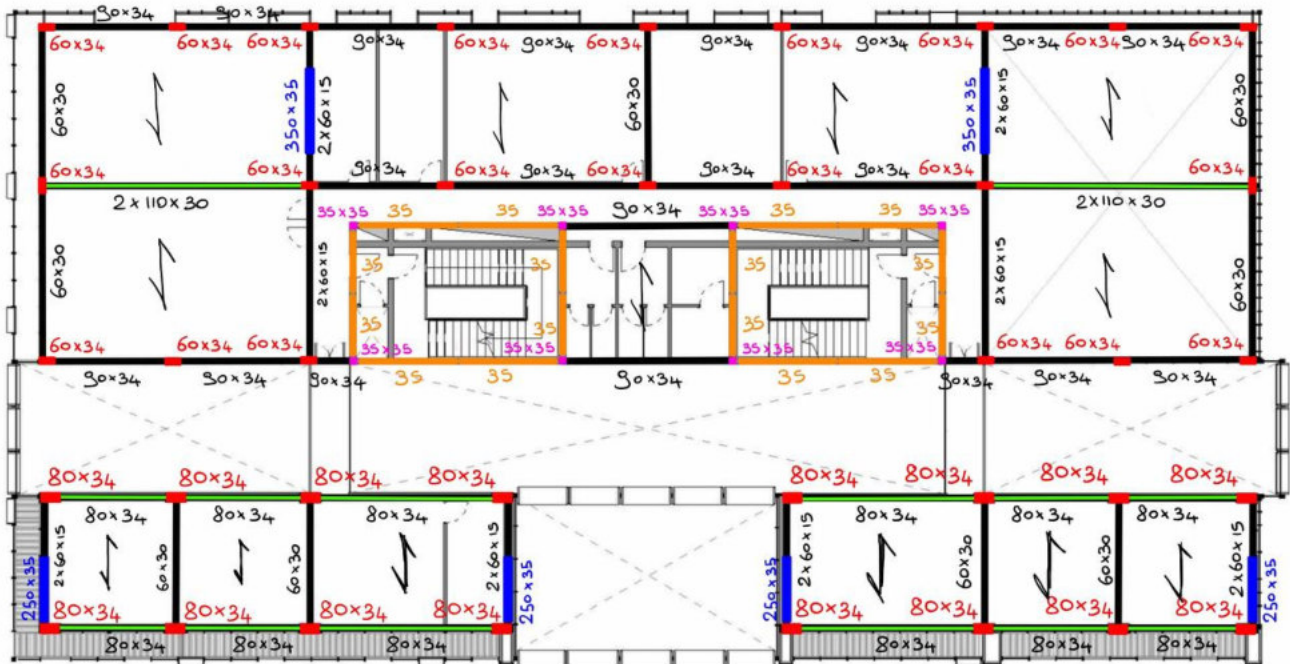


Figura 77. Schema strutturale complessivo ipotizzato per la struttura

I nuclei del corpo scala in Pres-Lam sono composti da pannelli in X-Lam o CLT post-tesi verticalmente ed accoppiati da UFP (U-shape Flexural Plate, Skinner & Kelly 1972). In corrispondenza degli spigoli, sono presenti colonne in acciaio di dimensioni di 35x35cm che fungono da pivot per disaccoppiare l'effetto nelle due direzioni dei muri accoppiati. Essi stessi sono accoppiati con i setti in CLT tramite UFP. Si riportano esempi di dettagli costruttivi del nucleo in CLT in Figura , Figura , Figura .

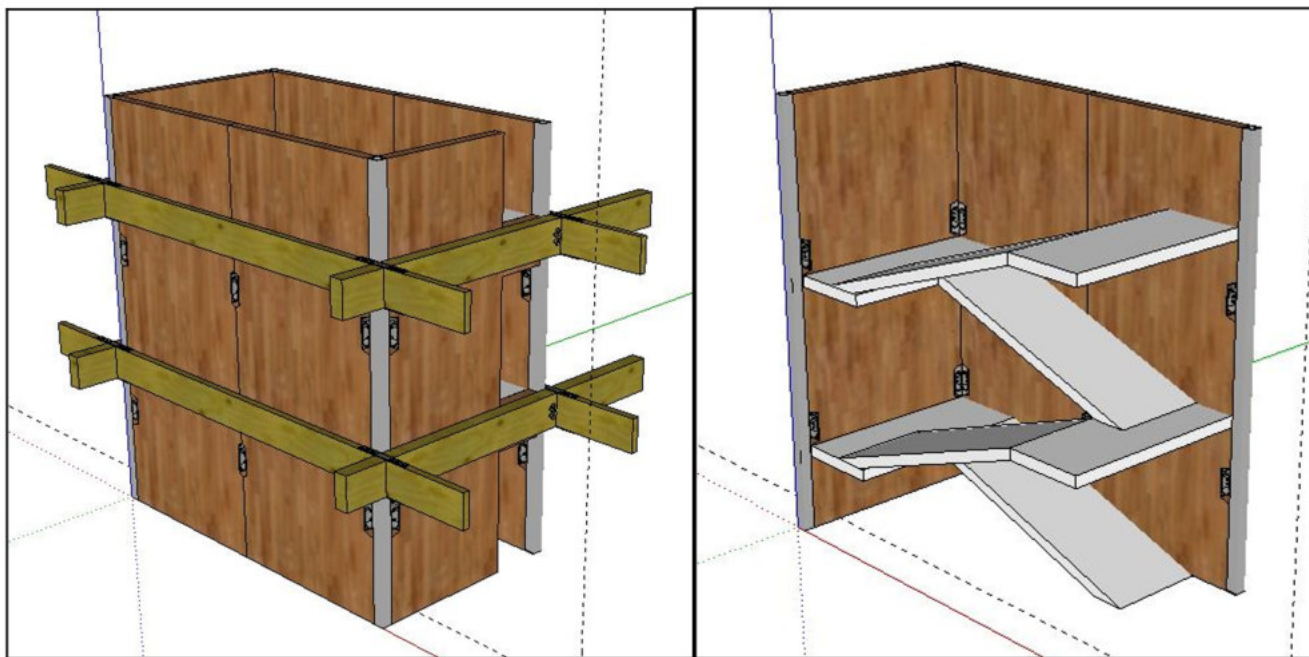


Figura 78. Schema tridimensionale dei nuclei del corpo scala in Pres-Lam con pannelli in X-Lam o CLT accoppiati e post-tesi verticalmente (Dunbar et al. 2013)

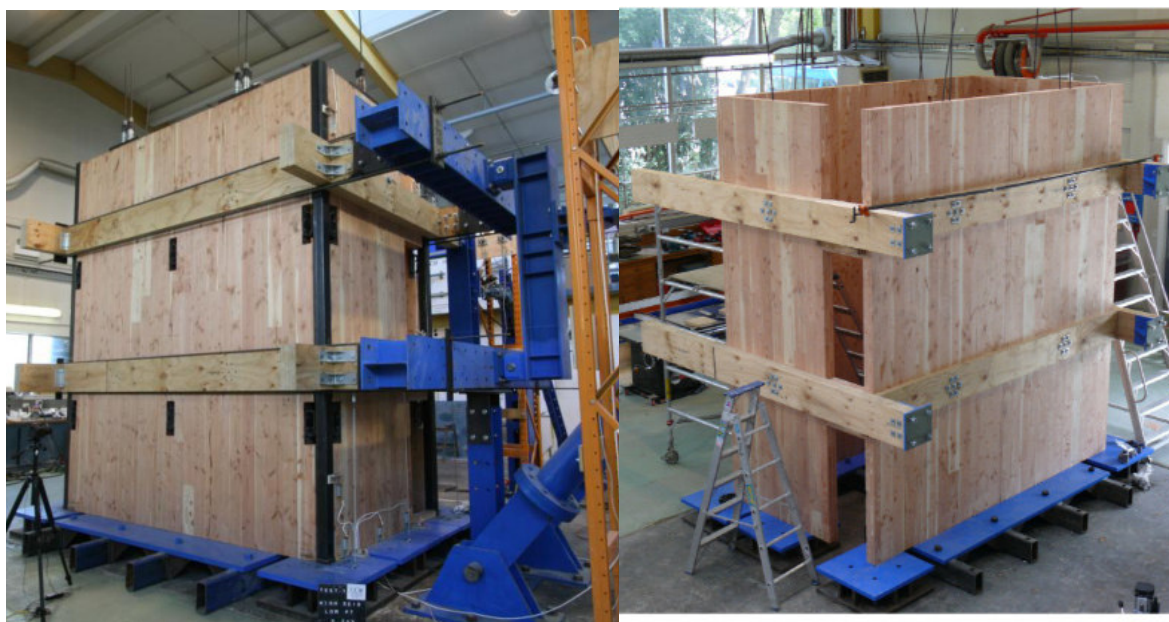


Figura 79. Nuclei corpo scala in Pres-Lam con pannelli in X-Lam o CLT post-tesi verticalmente testati con prove quasi-statiche cicliche presso l'Università di Canterbury, Christchurch, Nuova Zelanda

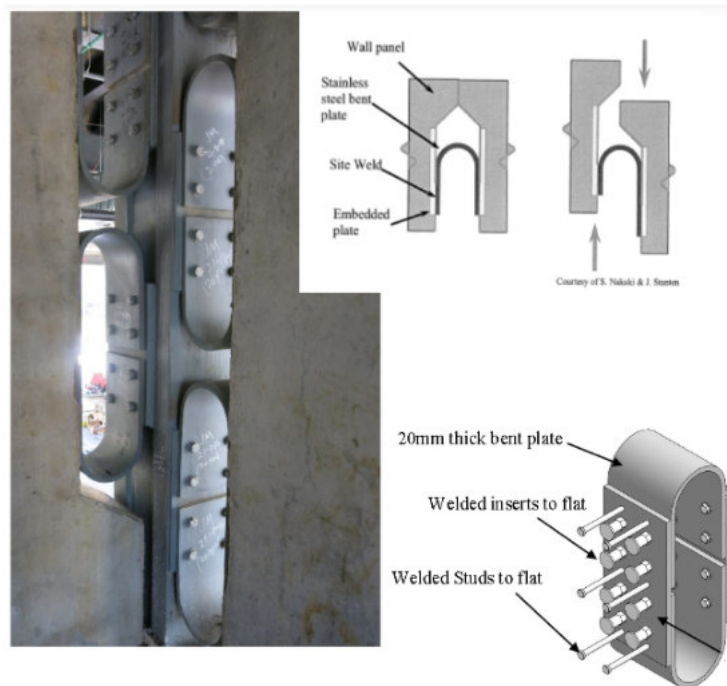


Figura 80. Dettaglio costruttivo di un elemento-Pivot in acciaio con dissipatori a rullo accoppianti UFP (U-shape Flexural Plates) realizzato per la biblioteca Turanga a Christchurch, NZ (Shannon et al. 2020)

10.7 Sistema portante della copertura

La struttura di copertura si avvarrà di uno schema strallato asimmetrico con tiranti-cavi ad arpa collegati a due piloni in acciaio di sommità – in corrispondenza dei nuclei del corpo scala – a sostenere una struttura a mensola (o meglio trave su più appoggi elastici) la struttura-soletta principale di copertura realizzata con travi reticolari in legno lamellare con profilo rastremato (schema concettuale in Figura e Figura .

Vista la particolarità della copertura, caratterizzata da grande aggetto, tale struttura dovrà essere studiata con molta attenzione al suo comportamento e ai dettagli costruttivi sia per carichi gravitazionali sia per le azioni del vento (incluso effetto vela e sollevamento) a breve e lungo termine.



Figura 81. Possibile soluzione strallata per la copertura



Figura 82. Esempio di travi reticolari del centro congressi Carterton Event Centre (Nuova Zelanda)

10.8 Normative di riferimento

- D.M. del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni'"
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni'» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- CNR-DT 206-R1/2018 - Istruzioni per la progettazione verifica e collaudo di strutture a base di legno;
- CNR-DT 207-R1/2018 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni;
- EN 1995, Eurocodice 5 - Design of timber structures (opere in legno strutturale);
- EN 1998, Eurocodice 8 - Design of structures for earthquake resistance (progettazione sismica).

11. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

11.1 Criteri di progettazione dell'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica

Al di sopra della grande copertura sollevata dall'edificio è collocato un impianto fotovoltaico realizzato con moduli FV di ultima generazione, caratterizzati da una elevata efficienza, in grado di coprire una rilevante quantità del fabbisogno energetico dell'edificio.

Considerando il perimetro dell'area occupata dai moduli FV più ristretto rispetto i bordi della copertura (in maniera tale da evitare che l'impianto FV produca un impatto visivo andando ad alterare il disegno architettonico e la morfologia della copertura sollevata), si fa riferimento ad un'area di circa 1000 mq di superficie fotovoltaica. I pannelli saranno posati in opera con un angolo di tilt molto basso o nullo, in maniera tale da minimizzare, ancora, l'impatto visivo.

I moduli FV previsti saranno caratterizzati da una efficienza pari almeno al 22,2% e da una potenza di picco di almeno 420 W. Il riferimento tipologico assunto è il modulo esistente "Sunpower – Maxeon 5 AC" (caratterizzato da dimensioni pari a mm 1017 x 1835). Pertanto, i moduli effettivamente selezionati dovranno avere caratteristiche di potenza ed efficienza analoghe o superiori.

In riferimento alla specifica località di Pietralata (lat. 41°54'54", long. 12°32'04"), l'impianto risulta in grado di produrre la specifica quantità energetica illustrata attraverso la seguente simulazione:

11.1.1 Calcolo della Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale nella località di riferimento

Media quindicennale 2006÷2020

Dati di input:

- Località: Quartiere Pietralata (Roma)
- Latitudine: 41°54'54"; longitudine: 12°32'04"
- Azimut: n.a. (si ipotizza nel calcolo una giacitura orizzontale, priva quindi di angolo di tilt)
- Inclinazione rispetto al piano orizzontale: 0°
- Modello per il calcolo della frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale: UNI 8477/1
- Unità di misura: kWh/m²
- Calcolo per tutti i mesi

Risultato:

Mese	Ostacolo	Rggmm su sup.orizz.	
Gennaio	assente	1.74	kWh/mq
Febbraio	assente	2.65	kWh/mq
Marzo	assente	3.76	kWh/mq
Aprile	assente	5.22	kWh/mq
Maggio	assente	6.22	kWh/mq
Giugno	assente	7.08	kWh/mq

Luglio	assente	7.25	kWh/mq
Agosto	assente	6.34	kWh/mq
Settembre	assente	4.56	kWh/mq
Ottobre	assente	3.07	kWh/mq
Novembre	assente	1.92	kWh/mq
Dicembre	assente	1.57	kWh/mq

Tabella 18. Radiazione globale annua sulla superficie orizzontale: **1567 kWh/mq** (anno convenzionale di 365.25 giorni)

11.1.2 Calcolo dell'energia elettrica prodotta dall'impianto FV

L'energia prodotta dal sistema può essere sinteticamente ricavata ponendo:

$$E_{PV} = PR \times h_{MOD} \times A_{PV} \times S$$

Dove:

PR è il coefficiente di prestazione (*Performace ratio*) calcolato come il prodotto di

$$h_{BOS} \times K_{PV}$$

dove h_{BOS} è l'efficienza della componentistica non fotovoltaica del sistema e dipendente dalle perdite energetiche dovute ai cablaggi ed all'inverter; mentre K_{PV} rappresenta un valore di riduzione che tiene conto di particolari fenomeni come il surriscaldamento dei pannelli, depositi di polvere sui moduli, perdite nei circuiti, ecc. Si assume **PR** = 0,8;

h_{MOD} rappresenta l'efficienza nominale del singolo modulo: 22,2%

A_{PV} è l'area complessiva di captazione del sistema: **998,4 mq** (**535** moduli del tipo di riferimento)

S rappresenta la radiazione solare incidente sulla superficie dei moduli (kW/mq) espressa su base oraria, giornaliera, mensile o annuale a secondo del tipo di valutazione (assunta nel calcolo quella annuale, pari a 1567 kWh/mq).

Si avrà pertanto:

$$E_{PV} = 0,8 \times 0,222 \times 998,4 \times 1567 = \mathbf{277.853,92 \text{ kWh/anno}}$$

11.1.3 Calcolo della potenza elettrica di riferimento in rapporto alla normativa vigente

In riferimento alle richieste poste a livello normativo, l'impianto dovrà assicurare una potenza di picco, misurata in kW, pari a $P = K \times S$, dove "K" è uno specifico parametro pari a 0,05 per gli edifici di nuova costruzione e "S" è la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio (rif. D.Lgs dell'8 novembre 2021 n.199). Per gli edifici pubblici gli obblighi percentuali di produzione energetica sono elevati del 10% (D.Lgs n.199, allegato III, art.2, comma 5).

Pertanto, nel caso in oggetto, si avrà:

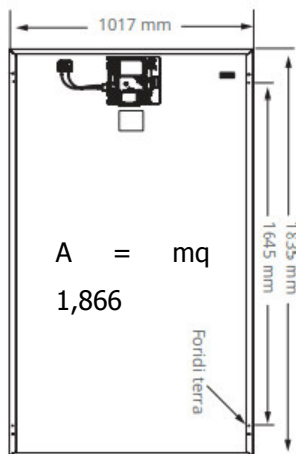
$$P = 0,05 \times 1127 \text{ mq} = 56,35 \text{ kW}$$

Per incremento 10% : $56,35 \times 1,1 = \mathbf{61,985 \text{ kW}}$

Per l'impianto di progetto si avrà:



Dati potenza CC				
	SPR-MAX5-420- E3-AC	SPR-MAX5-415- E3-AC	SPR-MAX5-410- E3-AC	SPR-MAX5-400- E3-AC
Potenza nominale ¹¹ (Pnom)	420 W	415 W	410 W	400 W
Tol. potenza	+5/0%	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Efficienza modulo	22,2%	22,2%	22,0%	21,5%
Coeff. temp. (potenza)	-0,29%/°C			
Tol. ombra	Inseguimento del punto di max. potenza a livello di modulo integrato			



Dato di base: Potenza nominale di picco (Wp) del modulo FV definita in condizioni STC: 420 W

Facendo riferimento alle condizioni in STC, per le quali i moduli previsti forniscono una potenza massima di 420 Wp/modulo, la potenza nominale complessiva dell'impianto può essere così valutata:

$$61.985 / 420 = 147,58$$

Occorreranno pertanto min. n.148 moduli del tipo in riferimento

Figura 83. Esempio dimensionale di modulo fotovoltaico

L'impianto di progetto, dimensionato su un numero di moduli pari a 535, soddisfa pertanto ampiamente e con rilevante eccesso, la richiesta normativa.

11.2 Criteri di progettazione dell'impianto termico

11.2.1 Temperatura, umidità relativa e qualità dell'aria: dati di progetto

Nell'ottica di garantire livelli di benessere per gli occupanti contenendo al contempo i consumi energetici, gli impianti di climatizzazione oggetto della presente relazione devono essere progettati facendo riferimento alle condizioni di seguito esposte².

L'impianto dovrà garantire in presenza delle corrispondenti grandezze esterne di progetto le indicazioni di progetto riguardanti l'ambiente interno ed in particolare le condizioni termiche, igrometriche e di qualità dell'aria specifiche per le attività svolte.

Resta inteso che le caratteristiche termiche ed igrometriche, di qualità e movimento dell'aria si riferiscono unicamente al volume convenzionale occupato dalle persone nei locali trattati.

Condizioni termiche ed igrometriche

Di seguito si elencano i parametri generali di progetto da utilizzare come base di calcolo per la determinazione dei carichi termici e frigoriferi ambientali.

	Inverno		Estate		
	Tbs [°C]	UR [%]	Tbs [°C]	deltaT [°C]	UR [%]
Roma	0	60	34	11	55
Aule didattiche, aula magna, aule riunioni, spazio comune per studio	20	50	26		50
Uffici amministrativi e incubatore	20	50	26		50
Servizi igienici	20	non contr.	non contr.		non contr.
Laboratori	20	50	26		50
Spazi connettivi	20	50	26		50

Tabella 19. Parametri generali di progetto per il calcolo dei carichi termici e frigoriferi ambientali

² UNI 10339: Impianti aeraulici a fini di benessere

Le tolleranze ammesse alle grandezze termoigrometriche degli ambienti interni sono:

- temperatura $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- umidità relativa $\pm 5\%$

Le grandezze esposte sono atte ad assicurare il benessere termoigrometrico nelle seguenti ipotesi:

- gli occupanti devono trovarsi in regime termoigrometrico di equilibrio con le condizioni ambiente (periodo di permanenza maggiore di 15 minuti);
 - le condizioni di benessere sono funzione dell'attività metabolica e del grado di resistenza del vestiario degli occupanti tipici³ dell'attività svolta;
 - la temperatura media radiante delle pareti è compresa entro un intervallo di $\pm 4^{\circ}\text{C}$ rispetto al valore di progetto assunto per la temperatura a bulbo secco; inoltre non devono sussistere particolari asimmetrie tra le temperature radianti di superfici piane orientate in senso opposto.
- g.

11.2.2 Qualità e movimento dell'aria

Le portate di aria esterna di rinnovo o di estrazione adottate sono desunte dalla normativa vigente⁴. I valori indicati, siano essi riferiti al numero di persone, alla superficie in pianta o al volume degli ambienti, sono da considerare quali valori minimi di riferimento.

	[m ³ /h/pers.]	[Vol/h]
Aule didattiche, aule riunioni, aula magna spazio per studio	25,2	
Uffici amministrativi e incubatore	40	
Aula magna, spazio per conferenze	21,6	
Laboratori	36	
Spazi connettivi	40	0,5 (mandata)
Servizi igienici		8÷10 (estrazione)

Tabella 20. Portate di aria esterna di rinnovo o di estrazione per tipologia di spazio

³ UNI 10339 - Prospetto VII

⁴ UNI 10339 – Prospetto III

L'impianto di immissione dell'aria in ambiente dovrà essere realizzato in maniera tale da garantire che il flusso immesso si misceli convenientemente in tutto il volume convenzionalmente occupato.

I terminali di immissione o di ripresa dell'aria dovranno essere collocati ad una distanza adeguata dai luoghi di normale permanenza delle persone in modo da evitare situazione di disagio localizzato. Inoltre, le velocità di attraversamento del terminale di diffusione o di ripresa dell'aria dovranno essere sufficientemente basse, al fine di garantire la necessaria silenziosità di funzionamento.

La velocità dell'aria non sarà mai superiore a 0,15 m/s, all'interno del volume convenzionalmente occupato, nell'ottica di garantire il giusto equilibrio termoigrometrico degli occupanti.

La qualità dell'aria in ambiente, oltre dal giusto ricambio, sarà garantita da un adeguato grado di filtrazione.

La presa d'aria esterna sarà collocata in posizione idonea a garantire il migliore rinnovo possibile, lontano da fonti inquinanti (traffico, canne fumarie, scarichi) o da elementi di impianti quali torri evaporative o torri di raffreddamento.

Carichi termici invernali

La potenza termica massima richiesta è data dalla somma dei seguenti contributi:

- carico dovuto all'involucro edilizio (trasmissioni);
- carico dovuto al trattamento dell'aria esterna;
- carico per potenze dissipate per dispersioni delle reti di distribuzione e per pompaggio.

I carichi termici massimi invernali dovranno essere calcolati in base alla metodologia indicata dalle norme UNI richiamate dal DL 192/05 e ss.m.ii., con particolare riferimento al D.P.R. 412/93, adottando le temperature di riferimento riportate in precedenza.

Ai fini del dimensionamento della centrale termica saranno trascurati i seguenti apporti "gratuiti", agendo in questa maniera a vantaggio della sicurezza dei calcoli:

- carico dovuto all'involucro edilizio (irraggiamento);
- carico dovuto alle persone;
- carico dovuto all'illuminazione;
- carico dovuto alle apparecchiature interne ai locali.

Carichi termici estivi

La potenza frigorifera massima richiesta è data dalla somma dei seguenti contributi:

- carico dovuto all'involucro edilizio (trasmissioni ed irraggiamento);
- carico dovuto alle persone;
- carico dovuto all'illuminazione;
- carico dovuto alle apparecchiature interne ai locali;
- carico dovuto al trattamento dell'aria esterna;
- carico per potenze dissipate per ventilazione e pompaggio.

Il calcolo dei carichi frigoriferi dovuti all'involucro edilizio sarà effettuato mediante la metodologia TFM delle funzioni di trasferimento o mediante metodo dei fattori di accumulo.

Ai fini della valutazione dei carichi interni dovranno essere considerati i valori unitari riassunti nella tabella seguente.

Carichi interni	
Carico per illuminazione artificiale	20 [W/m ²]
Carico per apparecchiature generiche	50 [W/m ²]
Carico per postazione di lavoro	300 [W/(postazione con PC)]
Carico metabolico sensibile	70 [W/persona]
Carico metabolico latente	60 [W/persona]

Tabella 21. Sintesi carichi interni per valore unitario

Inoltre:

- il carico dovuto alle persone sarà valutato in relazione al massimo affollamento contemporaneo previsto.
- i carichi dovuti all'illuminazione saranno cautelativamente valutati applicando a tutte le superfici degli ambienti direttamente climatizzati, la potenza media di riferimento, ed ipotizzando una percentuale globale di accensione, in contemporanea con il massimo irraggiamento solare, pari al 80 % (sono ovviamente esclusi gli ambienti posti in estrazione come i bagni).
- il carico dovuto alle apparecchiature interne sarà valutato applicando, a tutte le superfici adibite ad ufficio, la potenza di progetto senza coefficienti di contemporaneità e considerando un carico per ogni postazione dotata di personal computer pari al valore indicato in tabella.

- il carico dovuto all'aria esterna sarà valutato trascurando l'apporto dei recuperatori di calore, installati nelle unità di trattamento aria, per tener conto in via cautelativa della possibilità di guasto.

11.2.3 Descrizione degli impianti

Il complesso edilizio in oggetto sarà dotato di una centrale termofrigorifera per la produzione dell'acqua calda e dell'acqua refrigerata necessarie all'alimentazione degli impianti di climatizzazione dei vari ambienti che compongono il complesso in oggetto.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla distribuzione dell'aria primaria, con l'intento di evitare ingombri eccessivi dei canali e l'evidenza delle unità di trattamento aria.

Per questo motivo si potrà scegliere di frazionare la portata d'aria primaria in diverse macchine e di utilizzare recuperatori di calore per la ventilazione delle zone ad elevato affollamento. La distribuzione che ne risulterà sarà quindi minimamente invasiva e facilmente contenibile all'interno dei controsoffitti che verranno installati.

Inoltre, si dovrà cercare di operare la minima differenziazione possibile delle apparecchiature (recuperatori di calore, ventilconvettori, diffusori lineari), al fine di limitare i costi di manutenzione.

Sono previste essenzialmente le seguenti tipologie di impianto:

- le aule didattiche, aule riunioni, aula magna, lo spazio per studio, l'aula magna, lo spazio per esposizioni e conferenze i laboratori e gli spazi connettivi saranno dotati di impianto di climatizzazione estiva e invernale;
- i servizi igienici saranno ventilati con opportuni sistemi di espulsione aria.

Centrale termofrigorifera

La produzione dell'acqua calda e temperata per le esigenze di climatizzazione invernale degli ambienti sarà assicurata da pompe di calore geotermiche condensate ad acqua ad inversione di ciclo. Ove l'impianto geotermico non riuscisse a soddisfare interamente la richiesta di energia termica, si avrà un'integrazione con pompe di calore condensate ad aria.

L'architettura della centrale dovrà essere caratterizzata da una estrema semplicità, volta a facilitare le operazioni di gestione e manutenzione.

Impianto geotermico

Negli ultimi anni, l'Unione Europea ha aumentato la richiesta di produzione e utilizzo delle energie rinnovabili. Lo sviluppo di un polo culturale nel settore Nord-orientale della città di Roma può beneficiare di un sistema di produzione di energia termica alimentato in parte o totalmente dalla risorsa rinnovabile termica (energia dell'ambiente, in questo caso energia geotermica) affiancate da un'architettura all'avanguardia che unisca l'aspetto paesaggistico a quello propriamente funzionale.

In questo contesto, l'utilizzo dell'energia termica dal suolo per il riscaldamento e il raffrescamento della struttura può certamente essere un vantaggio in termini di emissioni e costi, definendo, insieme ad altri impianti basati sull'uso di energie rinnovabili, un edificio dal minimo impatto ambientale. Un impianto geotermico a bassa entalpia è costituito da un sistema di scambio termico con il suolo, da una pompa di calore e dai terminali dell'impianto di climatizzazione dell'edificio. La pompa di calore è un macchinario in grado di trasferire energia termica da una sorgente a bassa temperatura ad una a temperatura più elevata. Nella stagione invernale, il calore viene trasferito dal terreno verso l'impianto di riscaldamento dell'edificio, mentre in estate il ciclo si inverte per il raffrescamento.

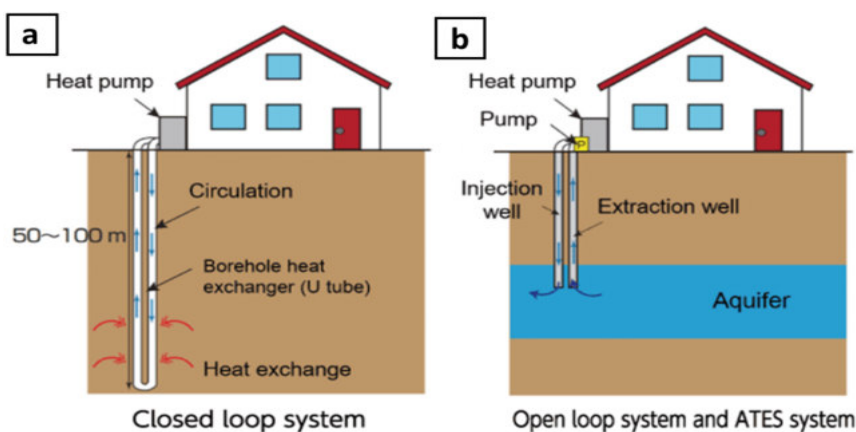
Esistono varie tipologie di impianti con i quali viene effettuato lo scambio termico suolo- edificio:

- impianti a circuito chiuso (*closed loop*), in cui lo scambio termico avviene tramite la circolazione di un fluido termovettore in un circuito idraulico di tubi interrati. Gli impianti a circuito chiuso possono comprendere sonde geotermiche orizzontali, sonde geotermiche verticali e pali (fondazioni) geotermici (Figura 84a).
- impianti a circuito aperto (*open loop*), in cui una coppia di pozzi (prelievo e reiniezione) scambia calore con l'acqua di falda che viene successivamente scartata o reiniettata nella falda di prelievo. (Figura 84b).

La zona sede del Rome Technopole presenta caratteristiche geologiche e idrogeologiche molto favorevoli allo sviluppo di un impianto che possa comprendere un utilizzo del suolo nei primi 100 m di profondità. Il terreno è caratterizzato dalla presenza di una successione vulcanica e clastica eterogenea che si traduce in un acquifero multifalda, localmente dislocato dalla tettonica, avente la profondità della falda a circa 25-30m dal piano campagna.

La falda presenta delle temperature ottimali tra i 14.9 e i 16.3°C, e una conducibilità elettrica compresa tra 500 e 2000 mS/cm. Indagini precedenti in zona (perforazioni) per lo sviluppo di un impianto geotermico in una scuola media nella zona di Pietralata, hanno messo in evidenza la presenza profonda di litologie ghiaioso-sabbiose sature.

Queste si presentano come condizioni ideali per lo sviluppo di un impianto geotermico a bassa entalpia. La litologia come tale non è particolarmente conduttiva, ma la saturazione del terreno permette una buona conducibilità media, valutata a 1.6 W/(mK).



In funzione delle tecnologie che verranno introdotte in fase di realizzazione, potrebbe essere o meno necessario realizzare un impianto a circolazione aperta, il quale necessiterebbe della captazione idrica e della immissione di fluidi nel sottosuolo. A tal fine si evidenzia come in prossimità dell'area di studio non siano presenti

attività primarie o secondarie che necessitino della captazione idrica per fini di coltivazione o potabili. L'area di studio è infatti circondata da un denso tessuto urbano. Inoltre, la prossimità dell'area di studio con il fiume Aniene, nota la direzione del flusso sotterraneo (La Vigna & Mazza, 2015), fa intendere come l'immissione di acqua nel sottosuolo non vada in alcun modo ad alterare il naturale deflusso idrico.

Ciononostante, è necessario affiancare all'opera ingegneristica s.s., un sistema di monitoraggio delle acque in entrata e in uscita, al fine di assicurarne il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche.

11.2.4 Impianti proposti e impatto ambientale

Le condizioni geologiche e idrogeologiche presenti, evidenziano la fattibilità di un sistema di geoscambio *closed loop* attraverso l'installazione di sonde verticali, oppure un diretto utilizzo della risorsa geotermica attraverso un sistema di *open loop*, per diretta captazione dalle acque di falda.

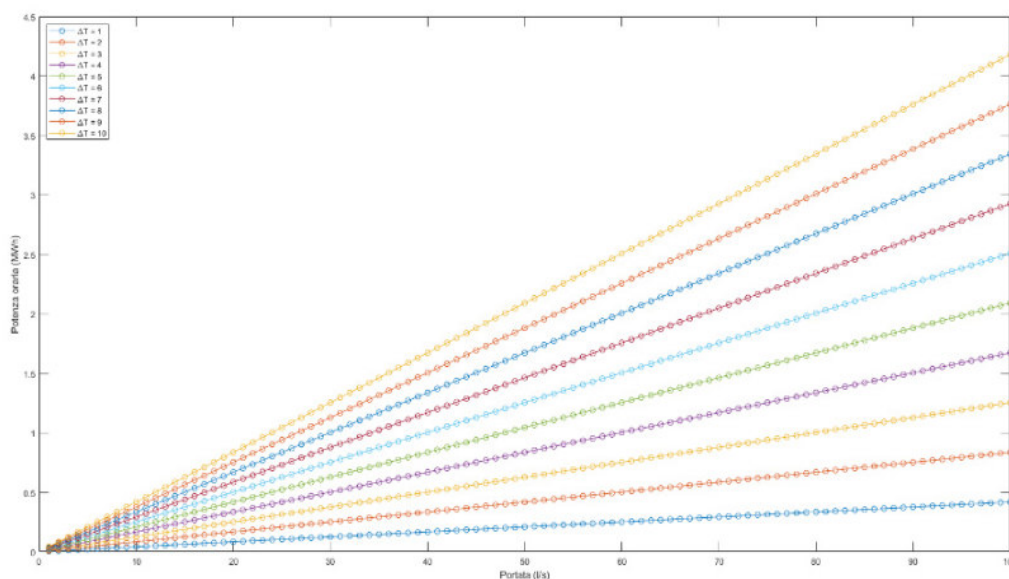
Impianto a circuito chiuso (*closed loop*)

Date le particolari condizioni favorevoli di conducibilità del suolo, e data l'estrema versatilità dell'impianto, si potrebbe operare un sistema composto di una pompa di calore, collegata ad un sistema a U di tubature in polietilene, all'interno delle quali è presente un fluido termovettore. Le tubature vengono installate all'interno di una perforazione di diametro solitamente pari a 15 cm e con lunghezze che possono variare tra i 50 ed i 400 m. I fluidi termovettori possono aumentare il costo dell'impianto; tuttavia, lo stesso risulta essere molto sicuro, efficiente e non soggetto a corrosione o precipitazione di composti nelle tubature. Tutto ciò si traduce in un risparmio economico a lungo termine.

Impianto a circuito aperto (*open loop*)

L'impianto a circuito aperto utilizza direttamente l'acqua di falda per la produzione di calore. In questo caso, si andrebbe a sfruttare l'acquifero presente all'interno della Formazione del Fosso della Crescenza. L'acqua di falda utilizzata dall'impianto geotermico verrebbe poi reimpressa totalmente all'interno del terreno, eliminando la possibilità di depauperamento della risorsa idrica stessa. Questo impianto sarebbe più efficiente in termini energetici e abbatterebbe di molto i costi iniziali rispetto ad un sistema di tipo *closed loop*. L'area di sviluppo del Tecnopolo necessiterebbe di sistema di monitoraggio costante delle condizioni della falda (indagini geognostiche, idrogeologiche, geochimiche e batteriologiche). Inoltre, l'utilizzo diretto della falda richiede una modellazione numerica continua attraverso software come MODFLOW o FEFLOW per lo sfruttamento della risorsa a lungo termine.

Per il fabbisogno energetico del Rome Technopole (135 MWh/anno, 370 kWh/giorno) è stata stimata l'energia prodotta in funzione della portata di emungimento dei pozzi geotermici, per vari *drop* di temperatura relativi al rilascio di calore nel sistema (ΔT tra temperatura fluido in emungimento e temperatura fluido in immissione nella falda, Figura 85), attraverso l'equazione di Fourier del calore. Considerando una variazione di 10 °C, infatti, la portata da emungere, tale da soddisfare il bisogno energetico dell'edificio sarebbe di circa 6 l/s.



Entrambi gli impianti sono molto versatili e richiedono uno sviluppo prevalentemente verticale dell'impiantistica. Tuttavia, la richiesta di calore (fabbisogno termico giornaliero) del Tecnopolo, precedentemente calcolato a 135 MWh/anno, mette alla luce la miglior versatilità di un impianto geotermico a circuito aperto, con diretto utilizzo della risorsa idrica sotterranea; più efficiente nello scambio termico. Le altre tipologie di impianti citati precedentemente (pali geotermici e l'impianto orizzontale, rispettivamente) non sono stati proposti per difficile attuazione nell'area di indagine e per una minor efficienza di scambio termico.

11.2.5 Consumi, produzione e benefici

Considerando che per l'edificio del tecnopolo sono necessari circa 135 MWh/anno, sarebbe da effettuare uno studio geologico ed ingegneristico di dettaglio per comprendere le caratteristiche dell'acquifero sfruttabile e il numero di pompe di calore necessarie al fabbisogno energetico dell'edificio. Ove l'impianto geotermico non riuscisse a soddisfare interamente la richiesta di energia termica, si potrebbe considerare l'idea di realizzare un sistema ibrido tra fonti rinnovabili e tradizionali, oppure un impianto ibrido tra due fonti energetiche rinnovabili (il fotovoltaico e la geotermia).

I benefici dell'impianto di teleriscaldamento sarebbero ben evidenti in termini di emissioni di CO₂ in atmosfera rispetto agli impianti alimentati da combustibili fossili, e attuerebbero un risparmio sui consumi a lungo termine: il costo di gestione degli impianti geotermici è circa il 50% rispetto ai costi di gestione di impianti alimentati con il gas metano. In assenza di agevolazioni ed incentivi i tempi di rientro del maggior investimento iniziale variano da un minimo di 6 anni ad un massimo di 12 anni. L'impianto geotermico necessita di rari interventi sulla pompa di calore dilazionati nel tempo rispetto alle normali caldaie, e quindi abbatterebbe anche i costi relativi al personale tecnico. Benefici estetici sono il bassissimo impatto ambientale e acustico, in quanto le sonde sono interrate e le pompe di calore sono molto silenziose.

11.3 Criteri di progettazione dell'impianto all'idrogeno

Il progetto in questione è volto alla realizzazione di un impianto all'avanguardia per la produzione di idrogeno verde, destinato a fornire energia elettrica pulita e sostenibile a servizio dell'edificio del ROME TECHNOPOLE. Questo impianto rappresenta un passo significativo verso la riduzione dell'impatto ambientale delle attività del ROME TECHNOPOLE, posizionandolo all'avanguardia della sostenibilità energetica e dell'utilizzo di fonti rinnovabili.

11.3.1 Scelta della Tecnologia

Il progetto dell'impianto è attualmente in fase di sviluppo e si sta valutando l'utilizzo di tecnologie a celle a combustibile e di elettrolisi a ossido solido (SOC) o a membrana a scambio protonico (PEM), a seconda delle specifiche esigenze del progetto e delle condizioni locali. Tuttavia, nel caso in cui non siano disponibili soluzioni *All-in-one* sul mercato, è possibile considerare una diversificazione delle tecnologie utilizzate per la produzione, lo stoccaggio e l'utilizzo dell'idrogeno, includendo anche altre tipologie oltre alle suddette SOC e PEM. Per quanto riguarda il sistema di stoccaggio dell'idrogeno, si stanno esaminando le opzioni dei serbatoi ad alta pressione e dei serbatoi criogenici. Inoltre, viene presa in considerazione la possibilità di impiegare sistemi di stoccaggio solidi, come i materiali di assorbimento dell'idrogeno.

Elettrolizzatori e Celle a Combustibile a Ossido Solido (SOC) e/o soluzione All-in-One Reversibile

Le celle a combustibile a ossido solido (SOC) offrono la possibilità di funzionare sia come celle a combustibile, convertendo l'idrogeno in elettricità e calore, sia come elettrolizzatori, producendo idrogeno mediante l'uso di elettricità. Le caratteristiche principali della tecnologia SOC reversibile includono:

- **Efficienza Elevata:** Le celle SOC sono note per l'efficienza di conversione dell'idrogeno in elettricità e viceversa.
- **Generazione di Calore:** Nella modalità di produzione di elettricità, le celle SOC producono calore utile, che può essere sfruttato per applicazioni di riscaldamento o di processo.
- **Flessibilità di Utilizzo:** La capacità di operare in modalità reversibile rende le celle SOC adatte a una varietà di applicazioni, come il bilanciamento della rete elettrica, lo stoccaggio dell'energia e l'idrogeno verde.

Elettrolizzatori e Celle a Combustibile a Membrana a Scambio Protonico (PEM) e/o soluzione All-in-One Reversibile

L'elettrolisi a membrana a scambio protonico (PEM) può essere utilizzata in modo reversibile per convertire l'elettricità in idrogeno durante la produzione e, successivamente, per convertire l'idrogeno in elettricità durante l'utilizzo. Le caratteristiche principali della tecnologia PEM reversibile includono:

- **Risposta Rapida:** Le celle PEM sono in grado di fornire idrogeno o elettricità in modo rapido, il che le rende adatte per applicazioni che richiedono una risposta veloce alle variazioni della domanda.
- **Compattezza:** Le celle PEM tendono ad essere più compatte rispetto ad alcune altre tecnologie, il che le rende adatte a spazi limitati.

- **Risparmio Energetico:** La capacità di convertire l'elettricità in idrogeno e viceversa può essere sfruttata per ottimizzare l'uso delle energie rinnovabili e per bilanciare la rete elettrica.

Metodi di Stoccaggio dell'Idrogeno

Lo stoccaggio dell'idrogeno è un aspetto cruciale per la sua integrazione efficace come risorsa energetica. Esistono diverse metodologie per immagazzinare l'idrogeno in modo sicuro ed efficiente.

- **Serbatoi ad alta pressione:** Questo metodo comporta la compressione dell'idrogeno in serbatoi progettati per sopportare elevate pressioni. È efficace per conservare grandi quantità di idrogeno in spazi relativamente ridotti.
- **Serbatoi criogenici:** Qui, l'idrogeno viene raffreddato a temperature molto basse fino a diventare liquido, dopodiché viene conservato in serbatoi isolati termicamente. È utile per immagazzinare grandi quantità di idrogeno in uno spazio limitato, ma richiede un sistema di raffreddamento costante.
- **Sistemi di stoccaggio solidi:** Questa tecnologia coinvolge l'adsorbimento dell'idrogeno da parte di materiali porosi appositamente progettati. Questi materiali possono rilasciare l'idrogeno quando richiesto, offrendo un metodo di stoccaggio più sicuro e versatile rispetto ai serbatoi convenzionali.

11.3.2 Studio di fattibilità

Lo studio di fattibilità in essere si propone di definire le linee guida tecniche e operative per la progettazione di un impianto che soddisfi gli obiettivi del progetto in termini di efficienza energetica, sicurezza e sostenibilità.

In particolare, sono state definite tre fasi operative:

- **Fase 1 - Raccolta Dati**

Obiettivo: Analisi del contesto d'uso funzionale alla definizione degli obiettivi strategici e dei relativi requisiti tecnici del sistema

1. Interviste agli stakeholder per identificare gli obiettivi strategici del sistema
2. Raccolta di informazioni sul contesto energetico di utilizzo
3. Identificazione delle esigenze energetiche negli ambiti di applicazione specifici
4. Definizione dei requisiti tecnici del sistema declinati sui casi d'uso definiti
- 5.

- **Fase 2 - Definizione Configurazioni**

Obiettivo: Definizione delle configurazioni Hardware e Software del sistema

1. Definizione delle caratteristiche dei principali componenti Hardware (es. n. fuel cell, elettrolizzatori, capacità dei tank, etc.)
2. Personalizzazione degli algoritmi Software e identificazione di nuove funzionalità specifiche sui casi d'uso identificati
3. Definizione delle potenziali configurazioni del sistema integrato

- Fase 3 - Stima Economica

Obiettivo: Stima dei costi di realizzazione delle potenziali configurazioni del sistema definite nella fase precedente

1. Revisione budget disponibile per lo sviluppo del sistema
2. Stima dei costi dei componenti Hardware (es. acquisto di fuel cell, elettrolizzatori, tank, etc.) e di integrazione e installazione del sistema
3. Stima dei costi Software e di configurazione del sistema
4. Valutazione di eventuali costi operativi e di manutenzione
5. Analisi comparativa delle configurazioni ed identificazione della soluzione ottimale in termini di costo e prestazioni
6. Definizione preliminare delle tempistiche di realizzazione e di installazione del sistema

11.4.3. Normative e Certificazioni

Questa sezione include le normative attualmente in fase di studio, sia a livello nazionale che internazionale, che vengono prese in considerazione durante la progettazione dell'impianto ad idrogeno. Si esaminano le leggi italiane, le direttive europee e altri regolamenti pertinenti che devono essere rispettati durante tutte le fasi, dalla progettazione alla costruzione e all'operazione dell'impianto. Inoltre, vengono fornite informazioni sulle certificazioni e le autorizzazioni necessarie per conformarsi alle normative vigenti, nonché sulle valutazioni di sicurezza ambientale e sulle pratiche di manutenzione essenziali per garantire la sicurezza dell'impianto nel tempo.

Normative Nazionali

- DPR (Decreto del Presidente della Repubblica) 551/99: Questo decreto stabilisce le norme sulla sicurezza degli impianti sotto pressione, inclusi quelli che gestiscono idrogeno, in Italia.
- D.M. (Decreto Ministeriale) 329/04: Questo decreto definisce i requisiti di sicurezza per la progettazione, costruzione e gestione degli impianti che trattano idrogeno.
- Normativa ADR/RID: Le normative europee ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route) e RID (Règlement concernant le transport international ferroviarie des marchandises dangereuses) definiscono i requisiti per il trasporto di merci pericolose, inclusi carichi di idrogeno.

Normative Europee

- ATEX (Atmosphere Explosible): Le direttive ATEX dell'Unione Europea definiscono requisiti per la sicurezza in ambienti potenzialmente esplosivi, inclusi quelli in cui si gestisce l'idrogeno.
- Pressure Equipment Directive (PED): La PED regola l'uso sicuro delle apparecchiature sotto pressione, inclusi i serbatoi di idrogeno, nell'Unione Europea.
- ISO 14687: Questa norma internazionale stabilisce specifiche sulla purezza dell'idrogeno come gas di processo e può essere applicata in Europa.

Certificazioni Necessarie

- Certificazione CE: La marcatura CE è richiesta per dimostrare la conformità dell'impianto alle direttive europee, come la PED e l'ATEX.
- Certificazione ISO 16111: Questa certificazione attesta la conformità agli standard di sicurezza per gli impianti di produzione di idrogeno.
- Certificazione ISO 14687: Questa certificazione verifica la purezza dell'idrogeno prodotto, garantendo che soddisfi gli standard specificati.
- Certificazione di Conformità ATEX: Se l'impianto opererà in un ambiente potenzialmente esplosivo, sarà necessaria una certificazione di conformità ATEX per garantire che sia sicuro.

11.4 Criteri di progettazione dell'impianto idrico

11.4.1. Dati di progetto

L'impianto idrico sanitario al servizio del complesso edilizio dovrà avere una configurazione semplice, commisurata alla complessità e alla dimensione degli edifici serviti. L'adduzione di acqua potabile avverrà mediante allaccio alla rete pubblica, senza sistemi di pressurizzazione, nel medesimo punto di adduzione attualmente presente. Lo scarico delle acque meteoriche e delle acque nere avviene per gravità verso il sistema fognario comunale, senza sistemi di pressurizzazione, nel medesimo punto di scarico attualmente presente.

11.4.2 Dimensionamento rete idrica di adduzione acqua fredda e calda sanitaria

L'impianto di distribuzione acqua fredda/calda sanitaria è stato dimensionato seguendo le vigenti norme UNI in vigore con particolare riferimento alla UNI 9182 – “Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione”. Il dimensionamento di una distribuzione d'acqua deve necessariamente partire dalla conoscenza della Portata Massima Contemporanea, cioè del valore massimo della portata contemporaneamente disponibile per tutte le utenze servite durante tutta la durata del periodo di punta. Il calcolo della Portata Massima Contemporanea è basato sul concetto di “Unità di carico” (Uc). L'Unità di carico è un valore convenzionale che rappresenta la portata di un rubinetto erogatore e che tiene conto di diversi fattori caratterizzanti il punto di erogazione, tra cui:

- portata reale;
- caratteristiche dimensionali;
- caratteristiche funzionali;
- frequenza d'uso.

Apparecchi sanitari	Acqua Fredda	Acqua Calda	Acqua Fredda + Calda
	Uc	Uc	Uc
Lavabo	0,75	0,75	1,00
Doccia	1,50	1,50	2,00
Vaso con cassetta	3,00	-	3,00
Lavello di cucina	1,50	1,50	2,00
Lavastoviglie	2,00		2,00

Tabella 22. Portata massima per unità di carico – Apparecchi sanitari

Ogni locale adibito a bagno risulta singolarmente intercettabile dal punto di vista delle reti idrauliche sanitarie di alimentazione; la distribuzione interna è realizzata mediante un sistema di collettori derivati dalla dorsale di distribuzione acqua fredda.

La distribuzione dell'acqua fredda sanitaria avverrà tramite tubazioni termicamente isolate passanti nel massetto del pavimento (così come indicato negli elaborati grafici) sino ad alimentare le singole utenze.

11.4.3 Impianto di produzione di acqua calda sanitaria

La preparazione di acqua calda sanitaria sarà effettuata localmente attraverso scaldacqua elettrici a resistenza o a pompa di calore.

In particolare:

- per i servizi igienici delle aule e del bookshop saranno previsti scaldacqua a resistenza da 30 litri, essendo il consumo di tali servizi molto basso;
- per i servizi igienici della mensa saranno previsti scaldacqua a resistenza da 30 litri, essendo il consumo di tali servizi molto basso;
- per i servizi igienici ad uso pubblico del bar sarà previsto uno scaldacqua a resistenza da 30 litri, essendo il consumo di tali servizi molto basso;
- per i servizi igienici ad uso del personale del bar sarà previsto uno scaldacqua a resistenza da 30 litri, essendo il consumo di tali servizi molto basso;
- per i servizi igienici della cucina saranno previsti due scaldacqua a pompa di calore da 110 litri;
- per le attività della cucina sarà previsto uno scaldacqua a pompa di calore da 110 litri.

Ciò consentirà una notevole semplificazione dell'impianto, evitando la rete di ricircolo.

11.4.4 Sistema di scarico delle acque usate

L'edificio sarà dotato di un impianto di raccolta e smaltimento delle acque reflue.

Il dimensionamento della rete di scarico dipende, in primo luogo, dalla portata massima delle acque usate da smaltire. Tale portata viene determinata con il metodo delle Unità di Scarico (**US**) come riportato nella norma EN 12056. A tal fine si assegna, ad ogni apparecchio collegato alla rete di scarico, uno specifico valore di US, funzione del tipo di apparecchio. I valori di US assegnati sono riportati nella tabella seguente:

Apparecchi sanitari	US
Lavabo	2
Doccia	2
Vaso con cassetta	10
Lavello di cucina	4
Lavastoviglie	4

Tabella 23. Portata massima per unità di scarico – Apparecchi sanitari

Il dimensionamento dei vari tratti della rete di scarico si esegue correlando i diametri alle portate effettive, precedentemente determinate. Tuttavia, al fine di evitare possibili intasamenti delle reti, si preferisce adottare i seguenti diametri minimi:

- Collegamento bidet-diramazione: DN 40
- Collegamento lavabo-diramazione: DN 40
- Collegamento doccia-diramazione: DN 40
- Collegamento WC-diramazione: DN 110
- Diametro minimo colonna di scarico: DN 110
- Collegamento pileta a pavimento-diramazione: DN 40

Al fine di evitare fenomeni di separazione delle sostanze solide trascinate si preferisce evitare velocità inferiori a 0.6 m/s, realizzando pendenze minime non inferiori all'1%.

Nei collegamenti tra le varie tubazioni si preferisce evitare raccordi a 90° e, anche nei collegamenti tra colonne e collettori orizzontali, si utilizzano preferibilmente raccordi con angoli non superiori ai 67° al fine di contenere i rumori.

Per la separazione degli oli e dei grassi provenienti dalla cucina, a valle degli scarichi della cucina stessa e prima del collegamento alla rete fognaria, è prevista l'installazione di un pozzetto disoleatore. Sulla base del numero di pasti che la cucina può offrire il pozzetto è stato dimensionato per 30 abitanti equivalenti.

11.4.5. Dimensionamento dei pluviali secondo UNI EN 12056

Il dimensionamento della portata dei pluviali si esegue applicando la formula di Wyly Eaton:

$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_i^{2,667} \cdot f^{1,667}$$

- Q_{RWP} è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);
- k_b è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);
- d_i è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);
- f è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

Il dimensionamento è effettuato scegliendo opportunamente il diametro delle condotte, verificando quindi che le portate teoriche defluibili con le pendenze assegnate e riempimento al 70% ($h/d=0,7$) siano superiori alle portate di pioggia calcolate. I diametri e le pendenze sono indicati sulle tavole di progetto. Nel prospetto C. 1 tratto dall'appendice A della norma UNI EN 12056 parte 3 sono riportate le capacità di scarico calcolate mediante la formula di Colebrook-White, utilizzando un coefficiente di scabrezza effettiva $k_o=1,0$ mm ed un coefficiente di viscosità $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$ m²/s.

L'intensità di precipitazione è stata assunta pari a 0,04 l/(s x mq).

prospetto C.1

Valori di scarico con grado di riempimento del 70% ($h/d=0,7$)

Pendenza	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
i	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v	Q_{max}	v
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9,0	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55,0	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90,0	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

Q_{max} = Portata massima ammessa (l/s).
 v = Velocità (m/s).

Tabella 24. Valori di scarico con grado di riempimento del 70%

Con il sistema di calcolo sopra illustrato ed esemplificato sono stati dimensionati tutti i rami della rete di acque meteoriche in oggetto, i diametri e le pendenze risultanti sono stati riportati sulle tavole di progetto a cui si rimanda. Sono previsti due sistemi di raccolta delle acque meteoriche per l'irrigazione delle aree esterne. Tali sistemi, viste le aree di raccolta, saranno dotati ognuno di

un serbatoio di accumulo da 3500 litri; i serbatoi saranno collocati in posizione interrata nelle immediate prossimità dei due edifici. Sarà inoltre presente un sistema di pressurizzazione per l'alimentazione della rete ad esso collegata. Completano il sistema i necessari sistemi di filtraggio, di troppo pieno e di reintegro dalla rete in caso di livello insufficiente.