

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile



TESI DI LAUREA II LIVELLO

**ARCHITETTURA SOSTENIBILE E COSTRUZIONE MODULARE
LA NUOVA FRONTIERA DELL'INGEGNERIA**

**SUSTAINABLE ARCHITECTURE AND MODULAR CONSTRUCTION
THE NEW FRONTIER OF ENGINEERING**

RELATORI

Prof. Ing. Pierre Latteur

Prof. Ing. Paolo Piantanida

CANDIDATO

Luca Manuel Minerva

Anno Accademico 2021/2022

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile



TESI DI LAUREA II LIVELLO

**ARCHITETTURA SOSTENIBILE E COSTRUZIONE MODULARE
LA NUOVA FRONTIERA DELL'INGEGNERIA**

**SUSTAINABLE ARCHITECTURE AND MODULAR CONSTRUCTION
THE NEW FRONTIER OF ENGINEERING**

RELATORI

Prof. Ing. Pierre Latteur

Prof. Ing. Paolo Piantanida

CANDIDATO

Luca Manuel Minerva

Anno Accademico 2021/2022

a mio FRATELLO, a mia MADRE, a mio PADRE,

fondamenta e pilastri della mia vita,

sempre con me in questo lungo viaggio

ABSTRACT

In luoghi abbandonati noi costruiremo con mattoni nuovi. Vi sono mani e macchine e argilla per nuovi mattoni e calce per nuova calcina. Dove i mattoni son caduti costruiremo con pietra nuova, dove le travi son marcite costruiremo con nuovo legname, dove parole non son pronunciate costruiremo con nuovo linguaggio. C'è un lavoro comune, una Chiesa per tutti, e un compito per ciascuno: ognuno al suo lavoro.

-Thomas Stearns Eliot-

Costruire è una cosa grande ed è innanzitutto avere uno scopo e dividerlo insieme ad altri. Costruire è partecipare alla creazione, in cui ognuno fa un pezzo. Costruire è quindi lavorare. Ogni pezzo, ogni lavoro, ogni momento di cui la costruzione è fatta, è perché c'è bisogno di quella cosa ed è perché resti. Si costruisce qualcosa, ma attraverso quella cosa si costruisce anche sé stessi. Si diventa grandi. L'uomo costruisce e nel farlo edifica sé stesso.

L'Europa è un mosaico di paesaggi che riflettono il modello evolutivo dei cambiamenti che l'uomo ha subito nel passato. I cambiamenti continuano anche oggi a modificare il nostro paesaggio e l'ambiente, lasciando ampie e spesso irreversibili tracce nell'utilizzo del territorio. L'Europa ha la più alta percentuale di territorio utilizzata per insediamenti abitativi, sistemi di produzione e infrastrutture. Spesso emergono richieste contrastanti in relazione all'utilizzo del territorio, che richiedono decisioni che comporteranno difficili compromessi. Il territorio è una risorsa finita: il modo in cui viene utilizzato costituisce una delle principali ragioni del cambiamento ambientale, con conseguenze significative sulla qualità della vita e sugli ecosistemi. La maggior parte degli edifici esistenti nel mondo consuma grandi quantitativi di energia ed è costruita con dei materiali inquinanti che degradano l'ambiente con notevoli ripercussioni sulla salute dell'uomo.

L'Edilizia Sostenibile nasce proprio dalla necessità di rispettare lo stretto rapporto che c'è tra uomo, edificio e ambiente, riducendo il più possibile l'impatto delle costruzioni sulla salute delle persone e sull'ambiente, utilizzando materiali non nocivi e riducendo al minimo l'impiego di risorse che non possono essere rinnovate. Può quindi essere considerata anche un approccio culturale, il cui concetto è riassumibile nel "costruire e vivere sano" al fine di tutelare il benessere e la salvaguardia del nostro ecosistema.

Questo lavoro si pone dunque l'obiettivo di essere occasione per immergersi nella grande eterna sfida, quella dell'uomo costruttore, rendendo tutti partecipi della sua evoluzione. Un'avventura da sempre caratterizzata dai traguardi raggiunti con i nuovi materiali e dal progredire delle conoscenze scientifiche, oggi trasformata più che mai dalle tecnologie digitali come quelle della metodologia BIM. Dentro ad ogni opera vivono le grandi sfide, i limiti, gli imprevisti, i successi e gli insuccessi.

In equilibrio tra arte e tecnica, tra intuito e rigore scientifico.

ABSTRACT

In abandoned places we will build with new bricks. There are hands and machines and clay for new bricks and lime for new mortar. Where the bricks have fallen, we will build with new stone, where the beams are rotten, we will build with new timber, where words are not spoken, we will build with new language. There is a common work, a Church for all, and a task for each: each to his work.

-Thomas Stearns Eliot-

Building is a great thing and it is first of all having a purpose and sharing it with others. Building is participating in creation, in which everyone makes a piece. Building is therefore working. Every piece, every job, every moment that construction is made of, is because you need that thing and it's because you stay. You build something, but through that thing you also build yourself. You become great. Man builds and in doing so builds himself.

Europe is a patchwork of landscapes that reflect the evolutionary pattern of man's past changes. The changes continue today to change our landscape and the environment, leaving large and often irreversible traces in the use of the territory. Europe has the highest percentage of land used for housing, production systems and infrastructure. Often conflicting demands arise in relation to land use, which requires decisions that will entail difficult compromises. Land is a finite resource: the way it is used is one of the main reasons for environmental change, with significant consequences on the quality of life and ecosystems. Most of the buildings in the world consume large amounts of energy and are built with polluting materials that degrade the environment with significant repercussions on human health.

Sustainable Building comes from the need to respect the close relationship between man, building and environment, reducing as much as possible the impact of buildings on the health of people and the environment, using non-harmful materials and minimising the use of resources that cannot be renewed. It can therefore also be considered a cultural approach, the concept of which can be summarized in "building and living healthy" in order to protect the well-being and protection of our ecosystem.

This work therefore aims to be an opportunity to immerse oneself in the great eternal challenge, that of the builder man, making everyone participate in his evolution. An adventure that has always been characterized by the goals achieved with new materials and the progress of scientific knowledge, today more than ever transformed by digital technologies such as those of the BIM methodology. Inside each work live the great challenges, the limits, the unexpected, the successes and the failures.

In balance between art and technique, between intuition and scientific rigor.

INDICE

PREMESSA	1
CAPITOLO 1	
OSTINAZIONE URBANA: LA POLITICA COSTRUTTIVA	5
1.1 L'evoluzione del mondo costruito	8
1.2 L'antropizzazione del paesaggio naturale	11
1.3 Global Status Report	16
CAPITOLO 2	
CONSUMO DI SUOLO: DINAMICHE TERRITORIALI	21
2.1 Il consumo di suolo in Italia	24
2.2 Il consumo di suolo in Europa	28
2.3 La frammentazione del paesaggio	33
CAPITOLO 3	
RESILIENZA: EDILIZIA SOSTENIBILE	39
3.1 Esigenze di una società che cambia	42
3.2 L'edificio modulare	46
3.3 OPod Tube Housing	49
CAPITOLO 4	
MODULARITÀ: INGEGNERIZZAZIONE DEL PREFABBRICATO	54
4.1 Stato di progetto	57
4.2 Tavole di progetto	60
4.3 Modelli di analisi	60

CONCLUSIONI	130
A Urbanismo Tattico	130
B Densificazione abitativa	131
C Green Building	133
D Edilizia modulare	134
BIBLIOGRAFIA	136

INDICE DELLE FIGURE

CAPITOLO 1

OSTINAZIONE URBANA: LA POLITICA COSTRUTTIVA

1.1	Cementificazione del territorio nazionale negli ultimi dieci anni	12
1.2	Evoluzione di Superficie Agricola Utilizzata e andamento demografico	14
1.3	Quota globale di energia ed emissioni finali del settore edilizio	16
1.4	Consumo energetico del settore edilizio globale per tipo di combustibile	17
1.5	Andamento dell'indice di decarbonizzazione per edifici e costruzioni	17
1.6	Investimenti in edilizia e in efficienza energetica	18
1.7	Economia circolare dei materiali da costruzione	20

CAPITOLO 2

CONSUMO DI SUOLO: DINAMICHE TERRITORIALI

2.1	Consumo di suolo in Italia nel 2018	26
2.2	Sviluppo normativo italiano su consumo di suolo e rigenerazione urbana	28
2.3	Copertura del suolo in Europa	29
2.4	Consumo di suolo in Europa nel 2018	31
2.5	Copertura e destinazione d'uso del suolo in Italia	32
2.6	Indice di frammentazione del paesaggio italiano nel 2018	35
2.7	Scenari di consumo di suolo in Italia	37

CAPITOLO 3

RESILIENZA: EDILIZIA SOSTENIBILE

3.1	Progetto di crescita annuale dell'attività di edilizia residenziale nel 2020	43
3.2	Posti di lavoro creati per milione di dollari di investimento	45
3.3	Densità di popolazione in Europa nel 2020	52

PREMESSA

Nonostante il tenero amore che nutro per il mio Paese, non ho mai saputo essere un grande patriota né un nazionalista. E ben presto è nata in me una diffidenza verso i confini e un amore profondo, spesso appassionato, per quei beni umani che per loro natura stanno al di là dei confini. Col passare degli anni mi sono sentito ineluttabilmente spinto ad apprezzare maggiormente ciò che unisce uomini e nazioni piuttosto che ciò che li divide.

-Hermann Hesse-

È sempre interessante capire quali sono le ragioni che spingono una persona a decidere di andare a vivere all'estero. Ed è un tema, quello dello spostamento, che ha affascinato i pensatori di ogni epoca. I latini, a tal proposito, parlavano di *commutatio loci*, rappresentando il fallimento esistenziale di chi, espatriando, sperava di incontrare migliore sorte altrove. In contrasto con la saggezza dei latini però, i benefici che questa scelta può offrire sono i più disparati. Uno su tutti: la possibilità di cambiare vita e capire meglio chi si è veramente. Queste esperienze aiutano senz'altro a sentirsi sempre più forti e sicuri, permettendo di affrontare tutte le situazioni più o meno problematiche che si presenteranno in futuro. In questi diciotto mesi gli imprevisti non sono stati pochi ma alla fine si impara a rialzarsi più forti di prima e sempre a testa alta.

Trasferirsi da soli in un Paese straniero comporta sacrifici e spirito di adattamento. Ma la scoperta di nuove abitudini e nuove culture è proprio ciò che serve per affrontare qualsiasi tipo di situazione nella vita con una mente più aperta e flessibile. Migliorare i propri processi di *problem solving* significa acquisire un maggior senso di autonomia: essere in grado di reagire alle varie sfide della vita e non sentirsi sopraffatti da esse; esercitare potere sulle

decisioni che riguardano sé stessi e non sentirsi inermi rispetto alle scelte importanti sono fattori fondamentali per il senso di indipendenza di una persona.

Abbandonare il proprio contesto abituale permette di assumere una distanza critica anche nei confronti di sé stessi, e solo guardando la propria vita dall'esterno si riescono a scorgere tutti quegli elementi che la stanno intossicando. Siamo abituati a considerare la stabilità un valore, segno evidente dell'avere idee chiare, e il cambiamento una debolezza, come se le fisiologiche insicurezze e la confusione fossero una vergogna da nascondere. Questo modo di pensare rende più difficile il raggiungimento della soddisfazione personale. Quello di cui abbiamo bisogno è una buona dose di coraggio per liberarci di opinioni e pregiudizi non necessari e poter vivere in modo autentico. L'autenticità non è una condizione innata, ma è il risultato di un percorso fatto di rotture, contraddizioni e cambiamenti in cui si è chiamati a ridisegnare continuamente il proprio ruolo sociale.

È come se tutti i giorni indossassimo una maschera che rappresenta il nostro essere, che rimuoviamo quando andiamo via, ma che ad ogni ritorno è esattamente dove l'avevamo lasciata, e non possiamo fare altro che indossarla di nuovo, anche se non sarebbe più compito nostro farlo. Certo, non è semplice abbracciare il cambiamento. Perché la mente umana ha paura dell'ignoto, e per definizione abbandonare il proprio Paese significa buttarsi nell'ignoto. Non basta cambiare le proprie coordinate perché tutti i nostri problemi trovino automaticamente una soluzione, ma trasferirsi all'estero può rappresentare quel momento di rottura radicale di cui si ha bisogno per capire cosa non sta funzionando, dove poter migliorare, a cosa sia meglio rinunciare.

Al giorno d'oggi, in cui tantissimi giovani si laureano e il mercato del lavoro è sempre più saturo, la differenza, più che il titolo di studio, la fanno le esperienze che ognuno di noi vive nel corso degli anni. L'Erasmus, quindi, è qualcosa a cui tutti dovrebbero guardare con interesse. A maggior ragione se il percorso prevede la "Doppia Laurea": nel mio caso Laurea Magistrale in Ingegneria Edile al Politecnico di Torino (Italia) e Laurea Magistrale in Ingegneria Civile all'*École Polytechnique de Louvain* (Belgio). Ottenere un doppio titolo suona

ancora “fuori dal coro” perché per i più pare essere solo l’ennesimo “pezzo di carta” da incorniciare.

In realtà credo che un’esperienza di questo tipo possa ampliare gli orizzonti, sia personali che professionali. Certo non è tutto facile, c’è da lavorare parecchio e la fatica è tanta ma le soddisfazioni sicuramente non tarderanno ad arrivare. Ci sono state e continuano ad esistere molte discussioni su quale sia la migliore tra ingegneria civile e ingegneria edile. A prescindere da tutti i dibattiti, il punto è che, per molti versi, entrambe le carriere sono state molto determinanti per il rapido progresso della nostra società. Il campo dell’ingegneria civile è uno dei rami più antichi dell’ingegneria; è una disciplina che si occupa di progettazione, costruzione e manutenzione dell’ambiente fisico e naturale includendo le grandi opere pubbliche. L’ingegneria edile ha a che fare con l’applicazione delle conoscenze tecniche e scientifiche alla costruzione di infrastrutture. Gli accademici e il curriculum di questi due rami dell’ingegneria sono in qualche modo simili e talvolta vengono utilizzati nello stesso contesto. Bisogna avere vero talento per ottenere successo in una carriera come ingegnere civile o delle costruzioni. Perseguire una carriera nell’edilizia o nell’ingegneria civile è di solito molto gratificante. E allora perché non unire le due professionalità, distinte ma complementari, in un unico percorso di studi?

Cosa riserva il futuro alla professione ingegneristica? La pressione del tempo associata a un aumento del carico di lavoro e una comunicazione internazionale sempre più semplice e immediata, stanno cambiando le competenze richieste per i progettisti che assumeranno sempre più il ruolo di project manager per affrontare maggiori compiti di coordinamento. Avere una mentalità sempre più interdisciplinare al fine di accorciare il divario tra i diversi Paesi del mondo.

L’impatto del Coronavirus ha evidenziato quanto siano vitali le *soft skills* come flessibilità e adattabilità per gli ingegneri, ma queste capacità saranno necessarie anche una volta terminata la pandemia. La capacità di adattarsi rapidamente alle nuove circostanze rimarrà importante anche una volta terminata, perché il ritmo con il quale avviene il cambiamento sta crescendo nel mondo del lavoro e aumenterà ulteriormente negli anni a venire.

È la partita fra innovazione e tradizionalismo il terreno che definirà il futuro dell'edilizia. Essa dovrà rispondere alle domande tumultuose della società e dell'economia dell'era post-Covid, in un mondo che non vuole stare fermo. Nuovi canoni abitativi, lavorativi e infrastrutturali si vanno rapidamente definendo. Le tecnologie per accelerare ci sono già, altre ne nascono ogni giorno: bisogna eliminare le barriere culturali, politiche, normative che le frenano. L'edilizia può essere il motore della ripresa economica, convergendo su alcuni concetti chiave come la sostenibilità ambientale e sociale e l'innovazione tecnologica. A questo si aggiunge inoltre, che nessuno più pensa all'edificio come solo e semplice involucro, perché l'evoluzione ci porta a vederlo come un "sistema", in cui i diversi impianti evolvono e si integrano, per fornire agli utenti condizioni di vita ottimali e sostenibili. In questo contesto sarà la sinergia tra le varie tecnologie a fare da traino.

L'unica certezza è che in un mondo limitato uno sviluppo illimitato è impossibile. A questi ritmi, con il progressivo consumo delle risorse disponibili, entro il 2030 necessiteremo di una seconda Terra, che non esiste. È necessario quindi tracciare la strada su due binari paralleli. Da una parte bisogna operare con intelligenti e significativi interventi di riqualificazione sul patrimonio esistente, cercando di migliorare per quanto possibile il consumo energetico rispetto al mostro energivoro che rappresenta oggi la maggior parte dell'edilizia degli ultimi decenni. Dall'altro bisogna stabilire delle leggi chiare, precise e soprattutto condivise sulle nuove costruzioni, con relativi protocolli che indichino la strada da seguire per realizzare abitazioni realmente efficienti e strutture a consumo quasi zero.

Non c'è dubbio che il salto culturale che questa scelta impone in alcune parti del Paese e del settore è radicale, e quindi c'è bisogno di convincere le persone, i tecnici, le amministrazioni locali non solo di questa nuova prospettiva, ma anche delle conseguenze che ciò comporterebbe, e cioè maggiore formazione e più competenza per produrre risultati in termini di risparmio energetico.

C'è bisogno di investire tantissimo in formazione. Ed è questa la strada che forse ancora si sta sottovalutando, e c'è bisogno che questo tipo di esperienze si diffondano in tutto il Paese.

CAPITOLO 1

OSTINAZIONE URBANA LA POLITICA COSTRUTTIVA

Se dite agli adulti: «Ho visto una bella casa di mattoni rosa, con gerani alle finestre e colombi sul tetto...», loro non riescono a immaginarsi la casa. Dovete dire: «Ho visto una casa di centomila franchi». Allora esclamano subito: «Oh, che bella!»

-Antoine de Saint-Exupéry-

In tempi recenti gli storici economici hanno iniziato a prestare maggiore attenzione all'edilizia ovviando così ad una situazione paradossale, vale a dire la presenza di un settore dall'evidentissimo rilievo economico che era stato ben poco studiato se non sbrigativamente liquidato¹ al tempo della profonda crisi economica del nostro Paese.

Studiare in modo approfondito il settore edilizio offre in effetti, non solo l'opportunità di creare occasioni di contatto con altre discipline, ma rappresenta in primo luogo un modo per arricchire la storia economica in diverse direzioni. Si pensi anzitutto alla storia delle attività produttive, dominata, per quanto riguarda l'età preindustriale, dagli studi sul settore tessile e sulla lavorazione dei metalli, con gli inevitabili effetti distorsivi che ne sono derivati.

Al di là del mero dato quantitativo, lo studio di questo settore di attività è in grado di chiarire molto bene le logiche operative del "mercante imprenditore"². Al tempo stesso, va

¹ JEAN-FRANÇOIS CHAUVARD – LUCA MOCARELLI, *Città e Storia*, anno IV, n. 1, pp. 65-88, Università Roma Tre-CROMA, 2009

² MANUEL VAQUERO PIÑEIRO, *L'università dei Fornaciai e la produzione di laterizi a Roma tra la fine del '500 e la metà del '700*, in *Roma moderna e contemporanea*, vol. 4, n. 2, pp. 471-494, REGESTA IMPERII, 1996

sottolineato come proprio il controllo dell'approvvigionamento, se non della produzione, dei materiali da costruzione abbia rappresentato una componente fondamentale nella costruzione delle fortune dei grandi appaltatori di opere edilizie. Se si passa poi a considerare l'età contemporanea, non si può fare a meno di evidenziare come i cambiamenti di scala prodotti dall'industrializzazione anche per quanto riguarda i materiali da costruzione e la presenza di innovazioni epocali nel settore, come il cemento armato e la prefabbricazione, abbiano portato all'affermarsi di realtà multinazionali di successo.

Lo studio del rapporto tra il settore delle costruzioni e i cicli economici ha acquisito piena legittimità nel campo della storia delle città e dell'economia. Questa evoluzione è recente, ed autorizza le riflessioni di lavori che hanno contribuito a ricordare quanto questo ambito di ricerca sia stato a lungo trascurato sia dagli storici dell'architettura³, più preoccupati delle realizzazioni concrete che delle condizioni della loro messa in opera, sia da quelli dell'economia, inclini ad accordare un primato allo studio degli scambi commerciali, dell'agricoltura o della proto-industria e che, di fatto, hanno avuto la tendenza ad interpretare in termini negativi il legame tra investimento nelle costruzioni e sviluppo economico.

Gli storici concordano su un punto: all'origine dell'immobilizzo di capitali nel mattone vi è un accumulo impressionante di ricchezze generate dalla lunga fase di prosperità dell'economia del Paese. Nondimeno, la periodica assenza di coincidenza tra periodo di dinamismo economico e sviluppo edilizio ha indotto taluni ad esprimere riserve su questa correlazione.

Di certo, gli acquisti di proprietà fondiaria e immobiliari avevano luogo già nel Medioevo, ma nei tempi floridi dei commerci essi erano il segno tangibile di una ricchezza acquisita sui mari e nelle fiere ed un investimento sicuro per premunirsi contro i rischi di imprese lontane. In età moderna la natura della proprietà fondiaria è mutata, diventando la componente essenziale dei patrimoni, a diversi livelli secondo le famiglie. Nell'arco di due

³ ALBERTO GROHMANN, *L'edilizia e la città. Storiografia e fonti*, in *L'edilizia prima della rivoluzione industriale secc. XIII-XVIII, Atti*, pp. 109-136, Istituto Storia Economica Datini, 2005

o tre generazioni, il mercante si è trasformato in possidente⁴. Se la marginalizzazione delle attività commerciali e industriali da parte delle grandi dinastie mercantili a vantaggio di investimenti più sicuri, in particolare fondiari, risulta indiscutibile, la cronologia e le modalità che caratterizzarono il processo richiedono tuttavia di essere meglio precisate. È necessario ribadire un aspetto all'apparenza scontato: l'edilizia non era condizionata dallo sviluppo delle attività commerciali, ma dall'economia della rendita nel suo insieme. Nelle fasi di espansione urbana, i capitali impiegati nella costruzione degli edifici potevano generare grandi profitti grazie soprattutto alla pressione demografica.

Quando il territorio urbano non poté più espandersi, l'investimento nel mattone fu rivolto all'acquisto di immobili già esistenti ma rimase comunque redditizio. Se l'edilizia può legittimamente apparire, a seconda dei casi, come un segno di prosperità o come conseguenza di un cambio d'orientamento negli investimenti, è proprio perché il settore era soggetto ad una serie di congiunture che obbedivano ognuna a tempistiche differenti. Nessuna di loro, presa isolatamente, costituiva una chiave esplicativa sufficiente.

Il dinamismo del settore edilizio dipendeva anche dalla diversità degli attori in gioco. Più i potenziali committenti – istituzioni ecclesiastiche, ospedali, uffici pubblici, confraternite, principi, nobili, mercanti – erano coinvolti nelle operazioni di lottizzazione, più la ricchezza era ripartita tra numerose persone accomunate dall'emulazione, e più le condizioni di un ritmo costruttivo sostenuto erano presenti. Bisogna, infine, ricordare il ruolo decisivo giocato dalle autorità pubbliche nel definire quadri giuridici propizi alle espropriazioni e all'edilizia, nel praticare una politica fiscale più o meno favorevole ai proprietari e nell'esercitare forme di tutela sull'organizzazione del lavoro.

L'elenco dei fattori che influivano sul settore potrebbe allungarsi ulteriormente, ma la sfida è soprattutto quella di comprendere la loro gerarchia ed il loro evolvere nel tempo. In questa direzione, lo storico Aleksander Panjek propone un'analisi globale dell'andamento edilizio mostrando l'interazione e l'eventuale correlazione tra lo sviluppo commerciale, la macchina legislativa, la pianificazione pubblica dei lavori infrastrutturali, la forte crescita demografica

⁴ FREDERIC CHAPIN LANE, *I mercanti di Venezia*, pp. 3-121, Giulio Einaudi editore, 1996

e l'impulso rappresentato, in un'economia prettamente mercantile, da investimenti immobiliari finalizzati a ottenere credito ed avere accesso ai capitali delle compagnie assicurative⁵.

L'insieme di questi fattori componeva un sistema che giocava ora a favore, ora a spese del dinamismo del settore. L'ambizione a tenere insieme tutti i fili e proporre una interpretazione globale nel lungo periodo consente di sfuggire alla cecità a cui lo studio di un singolo cantiere può condurre, autorizzando paragoni con altre realtà.

1.1 L'EVOLUZIONE DEL MONDO COSTRUITO

Se c'è una cosa che la storia dell'evoluzione ci ha insegnato è che la vita non ti permette di ostacolarla. La vita si libera, si espande in nuovi territori e abbatte tutte le barriere dolorosamente, magari, pericolosamente, ma... Tutto qui.

-Jeff Goldblum-

Secondo Vitruvio «*pietra, terra, laterizio, calce, sabbia, alcuni pigmenti e piombo*» sono i materiali base della costruzione⁶. Nel susseguirsi dei secoli, architetti e progettisti hanno aggiunto nuovi materiali per la costruzione dando vita ad edifici sempre più complessi sia dal punto di vista architettonico che estetico e decorativo. Dalle piramidi egizie costruite con semplici blocchi di granito, la storia dei materiali da costruzione ha subito un'evoluzione in continua espansione che spesso si traduce in una scelta stilistica ed in una costante ricerca che ascolta i bisogni dell'uomo, la cultura e i consumi della società.

La casa, intesa come immobile abitativo, nei secoli ha subito infinite variazioni sia dal punto di vista sociologico sia architettonico e strutturale. Fin dalla notte dei tempi, la ricerca prima

⁵ ALEKSANDER PANJEK, *Edilizia e sviluppo. La città e porto franco di Trieste nel Settecento*, in *L'edilizia prima della rivoluzione industriale secc. XIII-XVIII, Atti*, pp. 723-735, Istituto Storia Economica Datini, 2005

⁶ «*In tutte queste cose che si hanno da fare devesi avere per scopo la solidità, l'utilità, e la bellezza*». Così Marco Vitruvio Pollione scriveva nel suo *De Architectura*, testo e fondamento teorico dell'architettura d'Occidente, a proposito di qualsiasi costruzione il cui intento fosse quello di sopravvivere alla storia

e la costruzione poi, di un'abitazione era un'attività essenziale per l'uomo; la casa era però interpretata in maniera molto diversa dal modo in cui viene concepita oggi⁷.

L'architettura è un'arte che trova le sue origini nel Medioevo ed è fatta da uomini con lo scopo di disporre individui nello spazio non solo reale, ma anche mentale e ha l'obiettivo di sviluppare e far crescere nell'interiorità dell'essere umano una piena consapevolezza di sé. Al centro di questa grande arte troviamo un concetto molto importante e degno di significato: la parola "abitare" rappresenta un'espressione che riesce a coniugare esperienza fisica, visiva e tattile, dove il suo significato si è tramutato nel corso degli anni.

La storia del costruito nasce con l'aggregazione dell'uomo in tribù. Nel Paleolitico Superiore l'uomo iniziò a progettare i primi villaggi costituiti da capanne di legno e pelle di animale. Nel Neolitico, a causa di condizioni ambientali sfavorevoli quali il freddo e le piogge frequenti, si ebbero le prime abitazioni in legno con tetto. Fino ad arrivare a costruzioni più complesse nell'Età del Bronzo quando i primi lavori di carpenteria diedero vita alle palafitte. I materiali da costruzione iniziarono quindi ad evolversi e variare; si diffusero le prime architetture in materiali lapidei per la costruzione di edifici e mura.

In età classica grazie alle nuove tecniche di costruzione si ebbero le prime costruzioni complesse: templi, ville e luoghi della vita pubblica cittadina. Si posero le basi degli stili dell'architettura templare delle civiltà del Mediterraneo: dorico, ionico e corinzio.

Centinaia di anni dopo, i Romani si scoprirono veri e propri costruttori competenti e coscienziosi: furono i primi, infatti, a chiedersi se un terreno fosse adatto o meno a sopportare il peso di un edificio e così cominciarono ad analizzarlo, a solidificarlo e poi a edificare sviluppando tecniche di lavorazione dei materiali che diedero vita al calcestruzzo romano, un materiale da costruzione considerato uno dei più resistenti grazie alla sua composizione unica. Inoltre si diffusero nuovi materiali da costruzione e vennero implementate le tecniche di lavorazione dei materiali già esistenti: il mattone divenne lo standard per la costruzione, mentre la pietra un rivestimento per abbellire le strutture più

⁷ RENATO GUIDI – ROBERTO SANTORI, *La storia dei materiali da costruzione dalle piramidi al Dubai Al Mamzar*, Bioedil Progetti, ottobre 2017

importanti. Nel Medioevo l'arte dei costruttori gotici rispolverò l'utilizzo della pietra che venne utilizzata per le opere più prestigiose come chiese e castelli. In questo stesso periodo il vetro iniziò a diffondersi come materiale per l'abbellimento di edifici.

In età rinascimentale l'utilizzo della pietra venne accantonato per dare spazio all'utilizzo del laterizio che dominò la scena dei materiali da costruzione fino al XIX secolo. Spopolò l'uso dell'intonaco sia come rinforzo che come elemento estetico per dare continuità alle linee della superficie. Si scopre il senso di accoglienza e ospitalità che portò ad una trasformazione delle abitazioni che seguiva questa influenza artistica andando alla ricerca del bello. Fu la Rivoluzione Industriale della seconda metà dell'Ottocento a portare grande innovazione nei materiali da costruzione. Cemento armato, ferro e acciaio posero le basi degli edifici moderni. Questo periodo vide una enorme crescita della richiesta di alloggi che si trasformò, purtroppo, nella prima speculazione edilizia della storia.

Nell'ottobre del 1965 nasce il SAIE, il Salone Internazionale dell'Industrializzazione Edilizia. L'esperienza e la parabola di questa manifestazione sono state decisive per la cultura del settore, sotto moltissimi aspetti⁸. Migliaia di ingegneri ed architetti, geometri e periti, imprenditori ed artigiani, oltre che a fiumane di studenti, si sono acculturati e aggiornati sulle novità normative e tecnologiche e sono cresciuti nella consapevolezza del proprio ruolo e nello sviluppo di una cultura complessa e multidisciplinare di primaria importanza, in un momento di massima espansione di piani ed investimenti presenti nel nostro Paese.

L'avvento dei Personal Computer ha consentito a progettisti e tecnici di velocizzare il calcolo, la definizione grafica dei progetti in ambiente CAD, fino allo sviluppo di software più sofisticati per la rappresentazione in 3D e in Realtà Virtuale e quando internet e le tecnologie digitali si sono rese disponibili a supporto di questo settore esse hanno consentito un grande progresso della progettazione, la pianificazione e la programmazione delle opere. Oggi la sfida del BIM rappresenta l'approdo di questo percorso. La specializzazione di ogni singolo edificio lo ha sempre più allontanato dal suo archetipo originario, del quale non è

⁸ GIUSEPPE STAGNITTO, *Evoluzione scientifica e costruzioni. Storia dei metodi scientifici applicati all'architettura e all'ingegneria*, C.L.U., 2005

più parente. L'edificio è una somma di sistemi, ciascuno dei quali diventa sempre più sofisticato, ma chiuso in sé stesso. L'intelligenza è tutta nei sottosistemi tecnologici, e non pervade il sistema nel suo complesso⁹. La varietà dei materiali da costruzione oggi è talmente ampia da permettere ai progettisti di spingere sempre più in alto l'asticella architettonica. Dall'architettura High-tech con i suoi cementi mangia-smog e le strutture autoportanti, passando per gli esempi di bioedilizia caratterizzati da case autosufficienti grazie alle tecnologie che sfruttano le risorse rinnovabili, i più innovativi sistemi antisismici, fino a giungere alle nuove tendenze in fatto di materiali da costruzione come il cemento traslucido, il cemento osmotico e addirittura il cartone riciclato, i materiali da costruzione danno un nuovo impulso agli universi progettuali.

1.2 L'ANTROPIZZAZIONE DEL PAESAGGIO NATURALE

Molte sono le cose straordinarie, eppure nulla di più straordinario dell'uomo esiste; questo anche oltre il grigio mare con tempestoso vento avanza, sotto ondate rumoreggianti procedendo, e tra le dee la più alta, la Terra indistruttibile, instancabile egli logora calcando aratri di anno in anno, trattandola con specie equina.

-Sofocle-

Il paesaggio italiano è oggi al centro di un acceso dibattito, volto a considerare il problema della sua salvaguardia in relazione a una sua precisa valorizzazione, nella consapevolezza che tutela e sviluppo di un territorio sono condizioni indispensabili per progettare un futuro¹⁰. In pochi decenni, soprattutto a partire dal Secondo Dopoguerra, abbiamo assistito a un'imponente e progressiva trasformazione del territorio, caratterizzata da un'intensa ricostruzione e urbanizzazione che ha accompagnato in modo disordinato una tardiva rivoluzione industriale, fino a raggiungere tassi di cementificazione del territorio ben lontani dai valori limite stabiliti a livello nazionale.

⁹ MARIO BUTERA, *L'edilizia che si evolve*, in *QualEnergia*, anno XII, n. 4, Bimestrale Legambiente, novembre 2014

¹⁰ ANDREA DALL'ASTA – MASSIMO VENTURI FERRIOLO, *Il paesaggio tradito. Sguardi su un territorio compromesso*, in *Biennale del Paesaggio-Reggio Emilia*, Galleria San Fedele di Milano, 2006

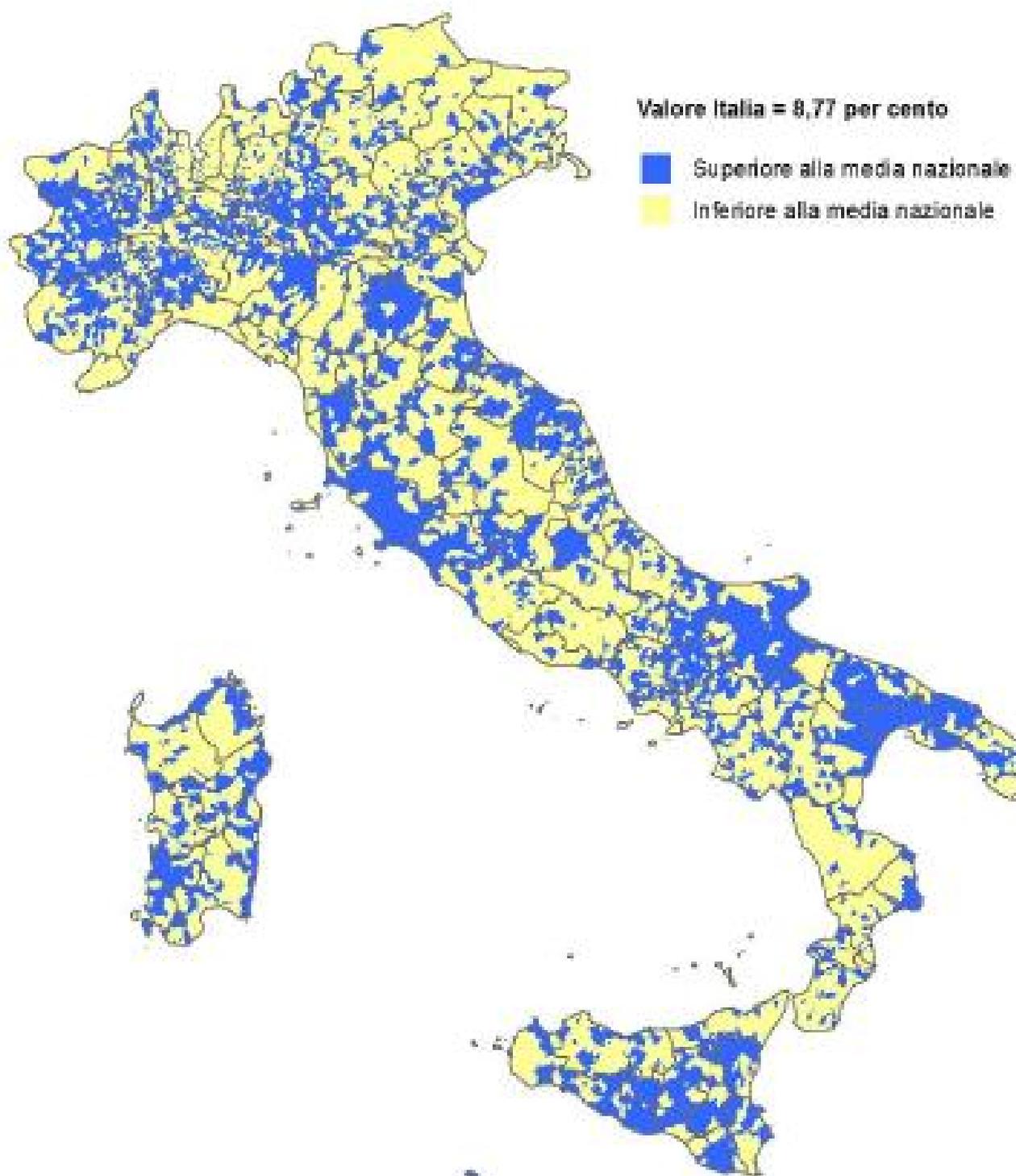


Figura 1: Cementificazione del territorio nazionale negli ultimi dieci anni (2001 – 2011) {ISTAT 2012}

Più del 55% del territorio italiano presenta una permeabilità del suolo pari a zero

Sebbene in altri paesi europei – Danimarca, Lussemburgo, Finlandia, Svezia, Norvegia – lo sviluppo economico sociale abbia tentato altre strade per difendere la qualità dell'ambiente, in Italia è arrivata troppo tardi la presa di coscienza della necessità di un'integrazione tra politiche di tutela e di salvaguardia e politiche di sviluppo. Anzi, spesso, in tali paesi, più è aumentato lo sviluppo, più l'ambiente è stato tutelato e le città salvaguardate.

In Italia, l'incertezza della pianificazione territoriale e una pressoché totale insensibilità nei confronti del paesaggio nei suoi aspetti ecologici, estetici, storici e sociali, hanno dato origine a un caos insediativo che non ha risparmiato scempi ambientali, costruzioni senza qualità architettoniche, sterminate periferie sviluppatesi a macchia d'olio e prive di infrastrutture, la cementificazione dei litorali. Si è permesso lo sviluppo di un'edilizia senza regole.

L'uomo costruisce, abita e costruisce. Non conosce sosta. Crea e caratterizza la sua dimora, perfezionandola sempre di più: un'occupazione in continuo movimento. Nessun luogo può essere fisso; segna lo spazio che riempie. Crea luoghi caratterizzati dalla contemporanea presenza di presente e passato. Una relazione millenaria fonda l'estetica diffusa di un paesaggio, modellato dall'arte che proietta la temporanea esistenza umana oltre il passaggio del tempo. Senza memoria non c'è prospettiva di vita¹¹.

Il paesaggio si trasforma nel corso del tempo. Prima che l'uomo comparisse sulla Terra, il suo aspetto dipendeva esclusivamente dalle forze naturali come la formazione delle montagne, le erosioni, i terremoti.

I primi segni della presenza dell'uomo sul pianeta furono sentieri e ponti, utilizzati per spostarsi da un luogo all'altro a caccia di cibo, per sfuggire alle minacce animali o comunque per cercare delle migliori condizioni di vita. Tutto questo permise all'uomo di entrare in contatto con altre genti.

Quando l'uomo è diventato sedentario e ha iniziato a coltivare i campi ha anche iniziato a lasciare tracce sempre più evidenti della sua presenza nel paesaggio: imparò a controllare le acque dei fiumi costruendo dighe, canali, chiuse. Ciò rese i terreni più fertili e portò allo

¹¹ MARC AUGÉ, *Rovine e macerie. Il senso del tempo*, Bollati Boringhieri, 2004

sviluppo dell'agricoltura. Nel corso degli anni, per avere sempre più terreni ad uso agricolo, si è abbattuto boschi, irrigato terreni poco fertili, bonificato terreni paludosi.

L'invenzione della macchina a vapore e la grande disponibilità di risorse minerarie ed energetiche quali il ferro e il carbone portarono nel '700 alla Rivoluzione Industriale con la nascita di fabbriche che attiravano migliaia di lavoratori che lasciarono le campagne, sempre più spopolate, per trasferirsi in città. Furono scavati giacimenti minerari e costruiti impianti per la lavorazione dei metalli. Furono costruite le ferrovie che permettevano di rendere più rapidi ed economici i trasporti delle persone e delle merci.

Di conseguenza, l'uomo modifica il paesaggio per adattarlo alle proprie esigenze. Taglia i boschi per ricavarne legname e per coltivare il suolo; crea strade e gallerie che perforano le montagne; costruisce città e porti sul mare; crea laghi artificiali per produrre energia elettrica: trasforma l'ambiente per vivere meglio.

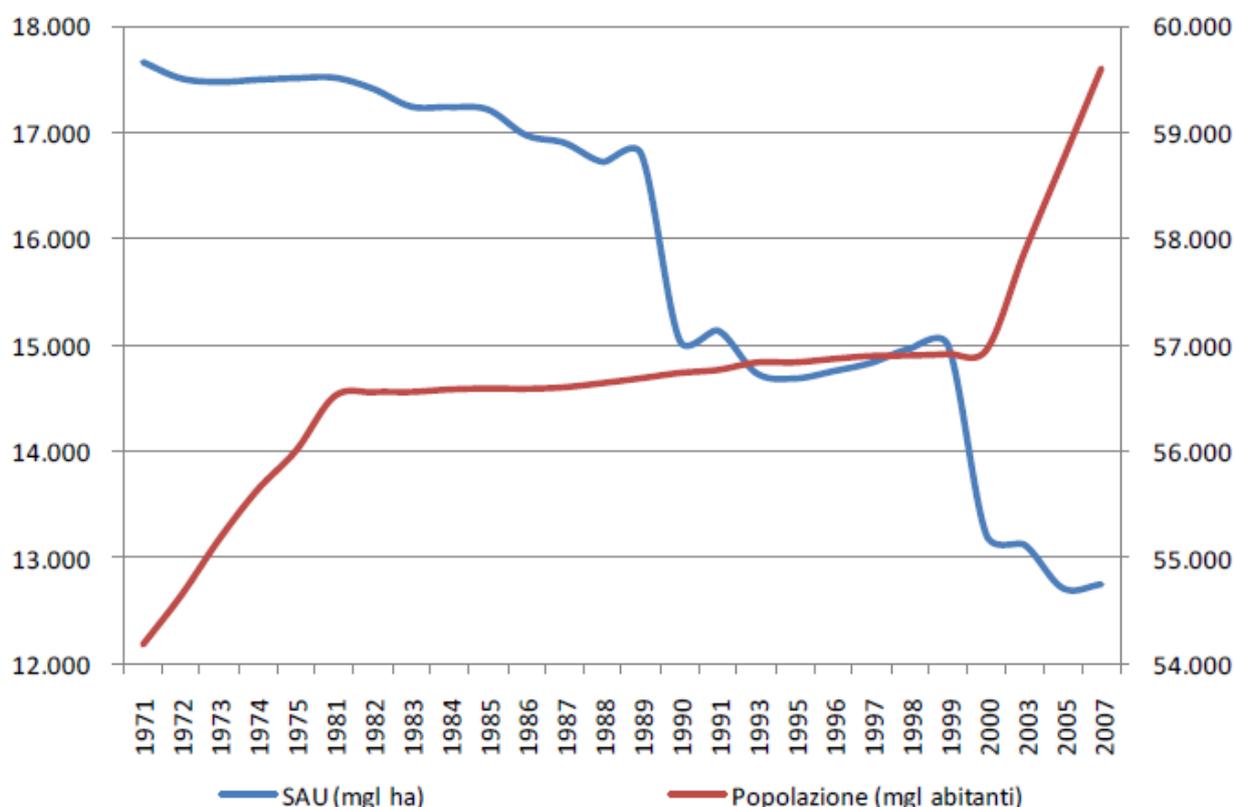


Figura 2: Evoluzione di Superficie Agricola Utilizzata e andamento demografico {INEA-ISTAT}

Il gap tra domanda e disponibilità di risorse naturali è ormai diventato incolmabile

I paesaggi sono quindi costruzioni complesse della vita umana. Esprimono la sua essenza qualitativa: osserviamo ciò che abbiamo fatto nel bene e nel male con le connesse modificazioni socioculturali. L'uomo è sì un "costruttore", ma lo è attraverso un progetto che il più delle volte viene a mancare: quello del mondo umano. Denunciare uno stato di fatto e una realtà purtroppo operante, significa anche proporre soluzioni, aprire un dibattito sulle possibilità di recuperare un rapporto perduto con il paesaggio, per salvare il patrimonio materiale e spirituale della nostra società.

La Convenzione Europea del Paesaggio¹² riconosce agli abitanti di un determinato luogo un ruolo attivo per ogni decisione collegata alla trasformazione dei paesaggi, per offrire loro l'occasione d'identificarsi con i territori dove vivono e lavorano, per dare loro la possibilità d'immedesimarsi con l'ambito complessivo della propria vita nella totalità etica dei suoi caratteri, con la sua storia, con le sue tradizioni, soprattutto con la sua cultura.

Forse, oggi, si costruiscono meno mostri di cemento, in compenso gli interventi edilizi appaiono più diffusi e pervasivi. Non ultimo, si assiste al parallelo e progressivo abbandono di quell'edilizia del passato che aveva caratterizzato da secoli il paesaggio italiano. La presa di coscienza della trasformazione del paesaggio italiano non può quindi limitarsi a una semplice denuncia, ma dovrebbe fare riflettere sui modi con cui una società può avviare modelli di gestione che sappiano promuovere azioni di tutela ambientale e di responsabilità sociale con una seria politica di sviluppo.

Affrontare la tematica del paesaggio, vuole dire educare ogni cittadino al rispetto e alla valorizzazione del territorio in quanto bene collettivo. Il paesaggio non può essere strumentalizzato. Il cittadino è chiamato a percepire il valore identitario del paesaggio quale luogo in cui progetta la propria storia. Si tratta di promuovere una reale cultura dell'ambiente. L'uomo crea lo spazio e in qualche modo ne riflette l'immagine. Occorre imparare ad abitare la terra, saperla custodire, averne cura.

¹² La Convenzione è il primo trattato internazionale esclusivamente dedicato al paesaggio europeo nel suo insieme. Riconosce in egual misura i paesaggi considerati eccezionali, i paesaggi del quotidiano e i paesaggi degradati

1.3 GLOBAL STATUS REPORT

I nostri contemporanei si mobilitano più facilmente per il futuro della loro pensione che per quello del pianeta, quando il pianeta è già entrato nella fase della pensione e si appresta – scossa dal global warming e dalle pandemie – a perdere tutti i suoi beni faticosamente accumulati nel corso dei millenni.

-Fabrizio Caramagna-

Il settore edile è la fonte del 38% del totale di emissioni di CO₂ legate all'energia.

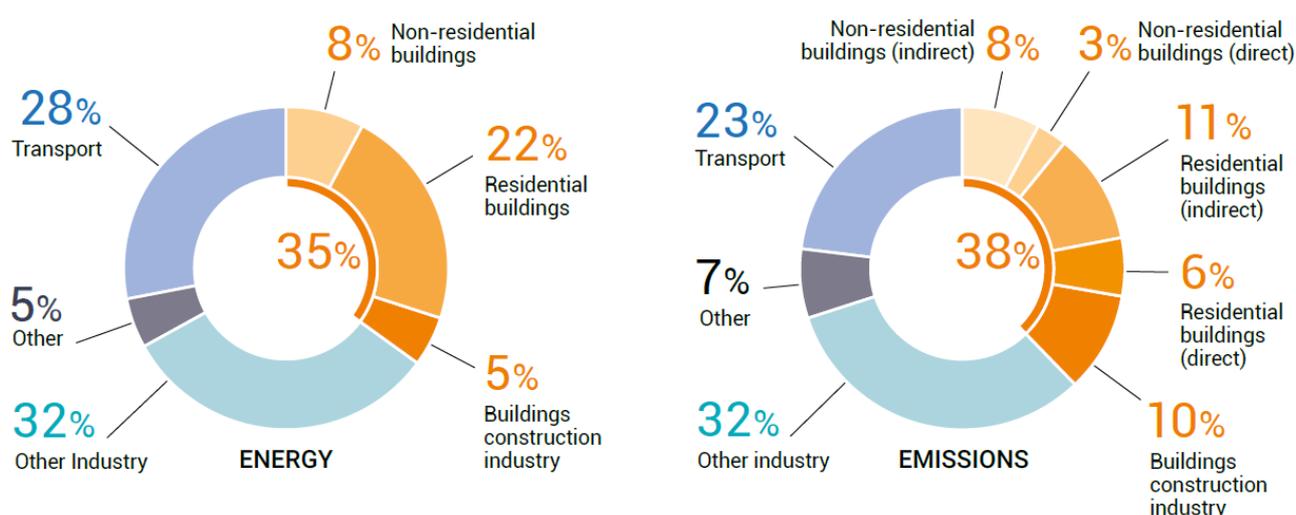


Figura 3: Quota globale di energia ed emissioni finali del settore edilizio {IEA-2020d}

Quello delle costruzioni rappresenta il comparto più energivoro e inquinante dell'economia mondiale

Secondo il nuovo rapporto dell'ONU¹³, le emissioni derivanti dal funzionamento degli edifici hanno raggiunto il livello più alto mai toccato finora. Mentre il consumo globale di energia degli edifici è rimasto costante anno dopo anno, le emissioni di CO₂ legate all'energia sono aumentate a 9.95 gigatonnellate nel 2019. L'aumento è dovuto allo spostamento dall'uso diretto di carbone, petrolio e biomasse tradizionali verso l'elettricità, che aveva un contenuto di CO₂ più elevato a causa dell'elevata percentuale di combustibili fossili utilizzati nella generazione energetica.

¹³ PROGRAMMA AMBIENTALE DELLE NAZIONI UNITE, *Rapporto sullo Stato Globale degli Edifici e delle Costruzioni: Verso un Settore degli Edifici e delle Costruzioni a emissioni Zero, Efficienti e Resilienti*, Alleanza Globale per gli Edifici e le Costruzioni, 2020

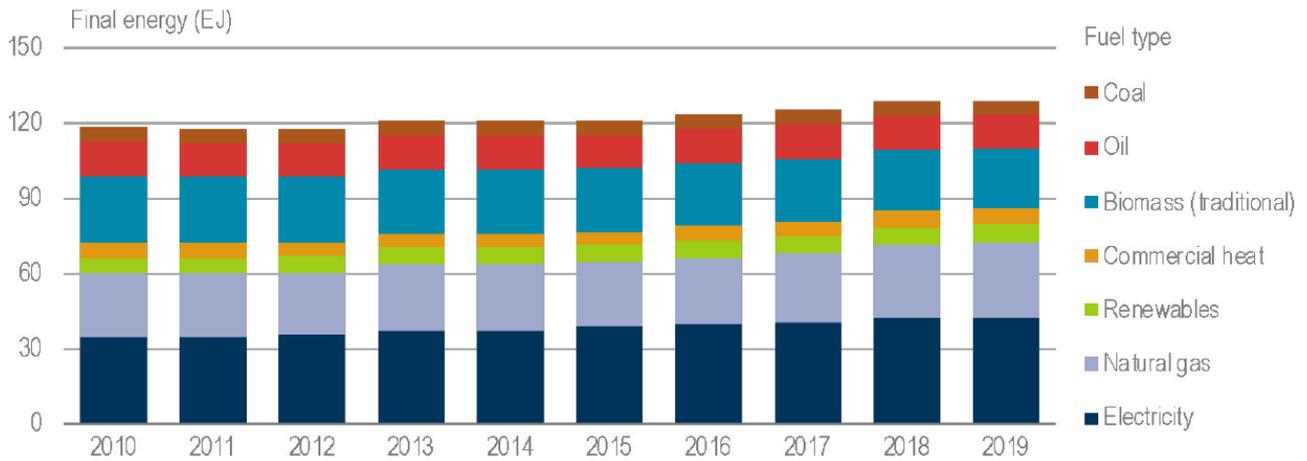


Figura 4: Consumo energetico del settore edilizio globale per tipo di combustibile (IEA-2020d)

Nell'ultimo decennio il consumo di combustibili non rinnovabili è aumentato invece di diminuire

Ciò sottolinea l'importanza di una strategia mirata per ridurre in modo aggressivo la domanda di energia nell'ambiente costruito, decarbonizzando – e quindi riducendo il rapporto carbonio-idrogeno nelle fonti energetiche – il settore energetico e implementando strategie sui materiali che riducano le emissioni di carbonio durante tutto il ciclo di vita dell'edificio. Per ottenere un patrimonio edilizio a zero emissioni di carbonio entro il 2050, l'Agenzia Internazionale dell'Energia stima che le emissioni dirette di CO₂ degli edifici dovranno, entro il 2030, diminuire del 50% e le emissioni indirette del settore edile del 60%.

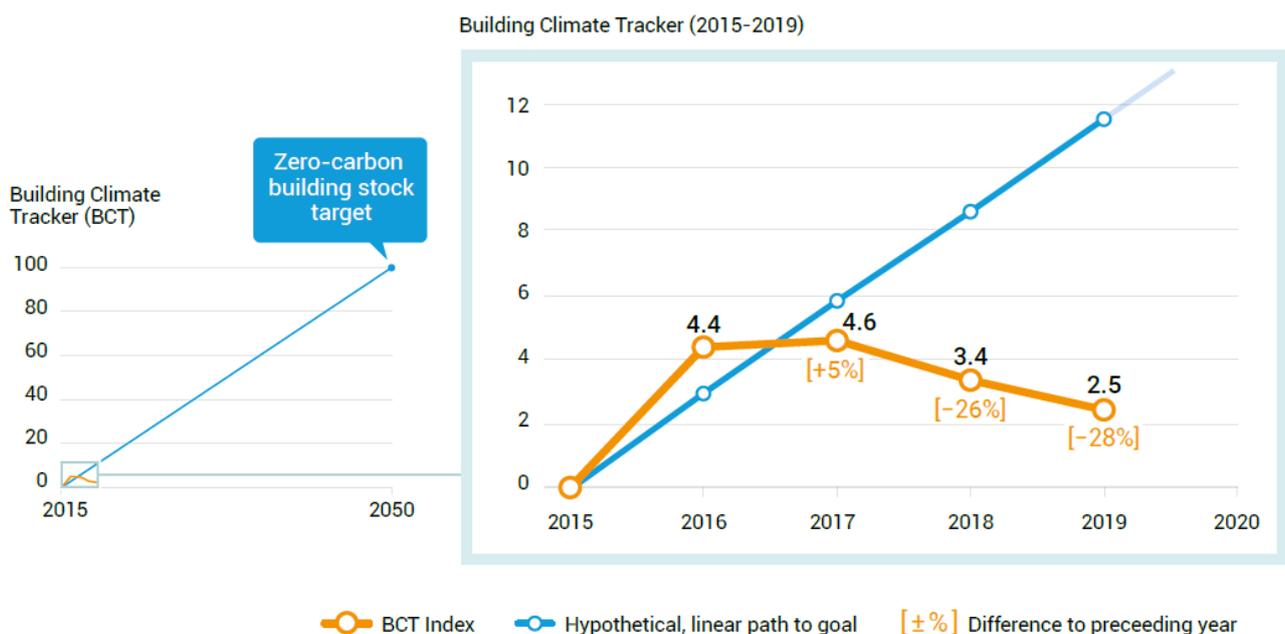


Figura 5: Andamento dell'indice di decarbonizzazione per edifici e costruzioni (IEA-2020d)

Il trend di decarbonizzazione si sta allontanando sempre di più da quello previsto dall'Agenda Globale 2030

I governi potrebbero aiutare a raggiungere questi risultati includendo sistematicamente misure di decarbonizzazione degli edifici nei programmi di recupero, aumentando i tassi di ristrutturazione, incanalando gli investimenti in edifici a basse emissioni di carbonio, fornendo così posti di lavoro e aumentando il valore degli immobili.

Molti Paesi non hanno ancora presentato il proprio piano di Contributi Nazionali Determinati per contribuire a mantenere la crescita della temperatura globale entro i 2 gradi Celsius. Purtroppo il settore edile manca di specifiche politiche di mitigazione nonostante la sua importanza a livello globale. Oggi, più edifici che mai vengono costruiti utilizzando codici edilizi e standard di certificazione sostenibili. Tuttavia, questi devono essere rafforzati e ampliati per raggiungere l'obiettivo zero emissioni in tutto il settore.

Nel 2019, la spesa per edifici a basso consumo energetico è aumentata per la prima volta in tre anni, con un aumento dell'efficienza energetica degli edifici nei mercati globali fino a 152 miliardi di dollari nel 2019, il 3% in più rispetto all'anno precedente¹⁴. Gli investitori, quindi, dovrebbero rivalutare tutti gli investimenti immobiliari attraverso una lente di efficienza energetica e riduzione della CO₂.

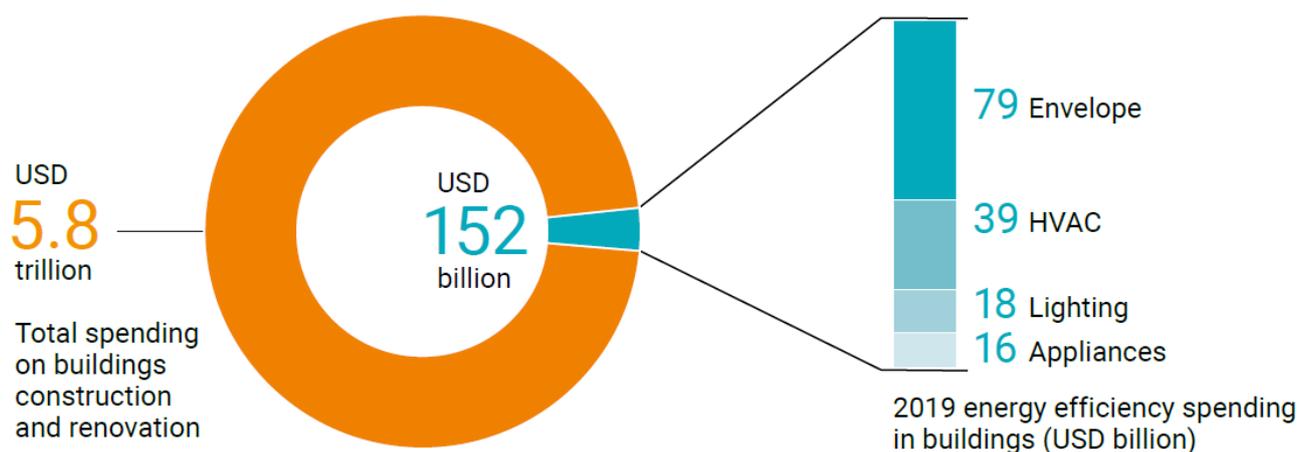


Figura 6: Investimenti in edilizia e in efficienza energetica {IEA-2019b}

La spesa per l'efficienza energetica equivale solamente allo 0.003% della spesa totale nel settore edile

In questi ultimi due anni, la crisi sanitaria globale si è aggiunta alla crisi immobiliare, destabilizzando ulteriormente il mondo intero. In effetti, poiché molte persone in tutto il

¹⁴ CLAUDIO GERINO, *Onu: le emissioni di CO₂ legate agli edifici sono da record*, in *La Repubblica*, anno 27, n. 49, GEDI Gruppo Editoriale, dicembre 2020

mondo sono costrette a trascorrere una quantità crescente di tempo in ambienti chiusi, edifici ben ventilati ed efficienti dal punto di vista energetico sono fondamentali per la salute pubblica, la qualità dell'aria e la ripresa economica.

Il rallentamento della costruzione globale avrà un effetto a catena sullo sviluppo edilizio sostenibile, ma offrirà anche un momento per i governi e le organizzazioni private per ripristinare e riallineare gli impegni a livelli più elevati di sostenibilità in futuro. I programmi di stimolo per il settore dell'edilizia e delle costruzioni sono uno strumento collaudato per rispondere alle crisi economiche, poiché creano posti di lavoro, stimolano l'attività economica e attivano le catene del valore locali.

Usciti del tutto da questa situazione di emergenza, sarà il momento della svolta: in primo luogo perché verranno adottate riforme economiche di ripresa per ricostruire le nostre economie offrendo così un'opportunità unica per includere una ristrutturazione profonda degli edifici e standard di prestazione per gli edifici di nuova costruzione; in secondo luogo, perché in vista dei nuovi piani di Contributi Nazionali Determinati si avrà l'opportunità di rafforzare e includere misure più esplicite nell'intero settore edile.

È tempo quindi che i governi, insieme alle organizzazioni pubbliche e private, intraprendano valutazioni dei loro contributi alle emissioni di carbonio e sviluppino strategie dettagliate da cui partire per supportare la transizione verso un patrimonio edilizio globale sostenibile, a zero emissioni nette di carbonio.

Per tutti gli altri attori lungo la catena del valore, significa adottare concetti sull'economia circolare per ridurre la domanda di materiali da costruzione e ridurre il carbonio incorporato e adottare soluzioni in grado di migliorare la resilienza degli edifici.

Un ambiente costruito circolare si basa su un modello economico emergente che copre sia le tecniche che i modelli di business per mantenere i materiali e le risorse in uso il più a lungo possibile, e idealmente per sempre, in un ciclo di uso esteso, riutilizzo e riciclaggio dove il potenziale dei materiali è enorme. Lo sviluppo e l'implementazione di nuove tecnologie sono necessari per ridurre la domanda di materiali da costruzione e consentire la loro circolarità e il contributo alla resilienza.

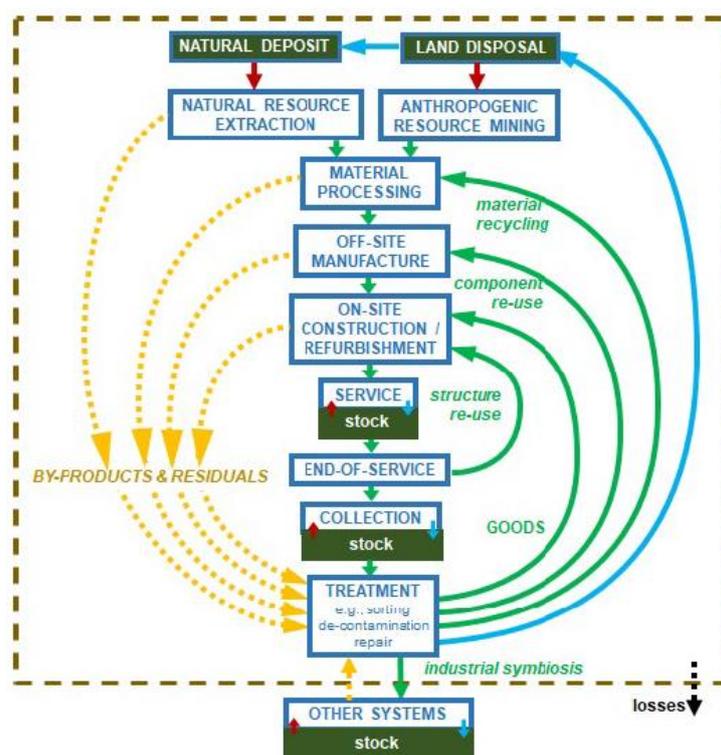


Figura 7: Economia circolare dei materiali da costruzione {IEA-2020d}

Sfruttare il più possibile le risorse a disposizione a partire da processi di condivisione e riciclo dei materiali

Solo per citarne alcune troviamo pannelli solari di nuova generazione ma anche soluzioni innovative per aumentare il potenziale delle strutture offshore per l'eolico o materiali alternativi per sostituire il tradizionale calcestruzzo nelle costruzioni. E ancora pompe di calore e sistemi geotermici, motori ad altissima efficienza per l'industria 4.0 e tecnologie avanzate per aumentare la circolarità delle materie plastiche. Molto ricca è anche la sezione che raccoglie i progetti destinati ad aumentare le prestazioni energetiche degli edifici, dove spicca l'utilizzo diffuso dei sensori intelligenti e quello degli strumenti digitali nei processi di progettazione e di ingegnerizzazione¹⁵. Tutto ciò presuppone il considerare principi di salute nello sviluppo di nuovi edifici e nella ristrutturazione di quelli esistenti per salvaguardare la comunità. Solo allora ci allineeremo completamente con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile; solo allora raggiungeremo un settore edilizio a emissioni zero, efficiente e resiliente, assicurando che i nostri mezzi di sussistenza siano protetti ora e in futuro.

¹⁵ GIANNI RUSCONI, *Ecco le tecnologie che ridurranno le emissioni di CO₂ in Europa*, in *Il Sole 24 ORE*, anno 156, n. 294, Gruppo 24 ORE, ottobre 2020

CAPITOLO 2

CONSUMO DI SUOLO DINAMICHE TERRITORIALI

L'uomo è l'unica creatura che consuma senza produrre. Egli non dà latte, non fa uova, è troppo debole per tirare l'aratro, non può correre abbastanza velocemente per prendere conigli. E tuttavia è il re di tutti gli animali.

-George Orwell-

Le politiche di consumo e continua crescita del secolo scorso hanno causato l'impoverimento del paesaggio, riducendone il valore e privatizzandolo. Oggi è quindi di vitale importanza pensare ad un uso del suolo sostenibile attraverso il riutilizzo delle aree dismesse¹. Una strategia che sta prendendo piede nei territori europei è quella dell'innesto architettonico in luoghi interstiziali del tessuto consolidato delle città.

L'obiettivo è di limitare l'espansione verso l'esterno dei centri abitati saturando i luoghi in disuso attraverso metodi compositivi contemporanei. È necessario quindi valorizzare i luoghi abbandonati e i vuoti urbani della città risolvendone i problemi.

Per riappropriarsi di sé, il territorio ha bisogno di un percorso interdisciplinare ed integrato di rigenerazione, funzionale allo sviluppo futuro dell'area. Molti dei tentativi effettuati sono falliti a causa della complessità delle problematiche da affrontare. L'alternativa al fallimento è un cambio di prospettiva². Sono tanti i modi in cui si potrebbe affrontare la transizione

¹ LUCA GAMBINI, *Rovine urbane: un progetto di recupero per la chiesa abbandonata di San Nicolò di San Felice a Bologna*, Tesi di Laurea Magistrale, Università di Bologna, 2017

² ILARIA GUIDALOTTI, *Ostinazione urbana. Esperienze, indirizzi e strumenti per i processi di rigenerazione urbana integrata*, Tesi di Laurea Magistrale, Università di Bologna, 2017

dalla recente crisi economica. Uno di questi è la capacità di cercare con convinzione una logica sartoriale e non stancarsi di esplorare insieme a mercato, operatori e istituzioni delle vie possibili per il rinnovamento urbano.

La tutela del patrimonio ambientale, del paesaggio e il riconoscimento del valore del capitale naturale sono compiti e temi a cui richiama l'Europa, ancor più fondamentali per noi alla luce delle particolari condizioni di fragilità e di criticità climatiche del nostro Paese. Particolarmente accentuato è il consumo di suolo nelle zone periurbane e urbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, con un aumento della densità del costruito a scapito delle aree agricole e naturali, unitamente alla criticità delle aree nell'intorno del sistema infrastrutturale, più frammentate e oggetto di interventi di artificializzazione a causa della loro maggiore accessibilità.

Il consumo di suolo, il degrado del territorio e la perdita delle funzioni dei nostri ecosistemi continuano ad un ritmo non sostenibile, mentre il rallentamento progressivo delle nuove coperture artificiali degli anni passati, ascrivibile prevalentemente alla crisi economica, si è fermato. In alcune aree del Paese, si consolida, al contrario, un'inversione di tendenza, con una ripresa della trasformazione ancora a scapito del suolo naturale, a causa dell'assenza di interventi normativi efficaci o in attesa della loro attuazione e della definizione di un quadro di indirizzo omogeneo a livello nazionale.

L'iniziativa delle Regioni e delle Amministrazioni Locali sembra essere riuscita marginalmente, per ora, e solo in alcune parti del territorio, ad arginare l'aumento delle aree artificiali, rendendo evidente l'inerzia del fenomeno e il fatto che gli strumenti attuali non abbiano mostrato ancora l'auspicata efficacia nel governo del consumo di suolo. Ciò rappresenta un grave *vulnus* in vista dell'auspicata ripresa economica, che non dovrà assolutamente accompagnarsi a una ripresa della artificializzazione del suolo naturale, che i fragili territori nazionali non possono più permettersi³. Un consistente contenimento del consumo di suolo, per raggiungere presto l'obiettivo europeo del suo azzeramento, è la

³ MICHELE MUNAFÒ, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, in *Report SNPA 08/19*, Isprambiente, 2019

premesse per garantire una ripresa sostenibile dei nostri territori attraverso la promozione del capitale naturale e del paesaggio, la riqualificazione e la rigenerazione urbana e l'edilizia di qualità, oltre al riuso delle aree contaminate o dismesse.

Le possibilità di arrivare finalmente ad una conclusione positiva di questo percorso sono incardinate ad almeno due contenuti: il primo, in termini di principio, riguarda il riconoscimento dei valori ambientali e paesistici del suolo, quale bene comune e risorsa non rinnovabile, che esplica funzioni e produce servizi ecosistemici; il secondo è dato dalla scelta di rivalutare gli oneri urbanistici come contributo indispensabile allo sviluppo, destinandone i proventi alla realizzazione di dotazioni e servizi di interesse generale necessari alla qualità e alla vivibilità urbana, ma anche prevedendone l'utilizzo a supporto degli interventi di riuso e di rigenerazione del costruito, di tutela e riqualificazione dell'ambiente e del paesaggio, nonché degli interventi volti a favorire l'insediamento delle attività agricole in ambito urbano⁴.

Le strategie praticate in altri Paesi dimostrano come un'azione efficace di contenimento dei processi di urbanizzazione richieda un approccio integrato, capace di combinare forme di controllo e di regolazione degli usi del suolo con politiche di disincentivazione, mitigazione, compensazione e monitoraggio degli impatti generati dalle trasformazioni.

La possibilità di rendere praticabili e sostenibili interventi di recupero e riqualificazione, urbanistica e socio economica di quelle parti di città che richiedono una diffusa riorganizzazione dell'assetto urbano, costituisce, infatti, la condizione necessaria per garantire la praticabilità di una concreta ed efficace strategia di limitazione al consumo dei suoli liberi. Occorrerebbe semplificare le procedure laddove fossero troppo complicate, agire sulla flessibilità delle modalità attuative e soprattutto sulla riduzione dei tempi per gli interventi all'interno della città esistente. Una linea d'azione che non vuol dire ovviamente deregolamentare strumenti e dispositivi normativi della pianificazione, ma che significa garantire condizioni operative certe e chiare nelle procedure di bonifica ambientale, dare

⁴ CAMERA DEI DEPUTATI, *Disegno di Legge n. 2039. Norme in materia di valorizzazione delle aree agricole e di contenimento del consumo di suolo*, XVII Legislatura, febbraio 2014

certezza ai tempi di approvazione e attuazione degli interventi, favorire, laddove compatibile con i contesti urbani, una maggiore flessibilità nelle trasformazioni d'uso e nel recupero della città esistente.

2.1 IL CONSUMO DI SUOLO IN ITALIA

La nostra tendenza è di interessarci a qualcosa che cresce nel giardino, non nella nuda terra in sé stessa. Ma se vuoi avere un buon raccolto, la cosa più importante è rendere il terreno fertile e coltivarlo bene.

-Shunryu Suzuki-

Visti i suoi tempi estremamente lunghi di formazione, si può ritenere che il suolo sia una risorsa limitata sostanzialmente non rinnovabile. Per tali ragioni e per il suo valore intrinseco, il suolo naturale deve essere tutelato e preservato per le generazioni future⁵.

Le funzioni ecologiche che un suolo di buona qualità è in grado di assicurare, garantiscono, oltre al loro valore intrinseco, anche un valore economico e sociale attraverso la fornitura di diversi servizi ecosistemici necessari al sostentamento biologico e sociale dell'uomo, come la produzione di biomassa e materie prime, la regolazione dei cicli idrologico e biogeochimico, la conservazione dell'archivio storico-archeologico del paesaggio.

Sarebbe utile riuscire a misurare la qualità di questi valori attuando valutazioni monetarie che possono sicuramente aiutare ad alimentare l'attenzione sulle risorse naturali, attraverso una considerazione articolata dei valori in gioco, monetari e non, ma che non devono portare a ridurre il valore della Natura a un unico criterio, che non tenga conto della sostanza politica delle scelte.

Infatti, se la monetizzazione ha in sé delle buone ragioni come, ad esempio, la capacità di mostrare il valore di una risorsa con un codice a tutti noto, rischia di alimentare un perverso e incancellabile retro-pensiero secondo il quale, in fondo, ogni risorsa è una merce con un

⁵ CONSIGLIO DEL PARLAMENTO EUROPEO, *Decisione N. 1386/2013/UE su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020. Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta*, Parlamento Europeo, VIII Legislatura, novembre 2013

prezzo e, quindi, con un possibile mercato di scambio che non può tenere in conto il vero valore e il concetto di incommensurabilità della Natura⁶.

Utilizzando le parole di George Monbiot⁷, l'aspettativa che si possa difendere il mondo vivente applicando la stessa mentalità che lo sta distruggendo è alquanto illusoria. Idee come quella che la natura esista per servire l'uomo, che il suo valore stia nei benefici strumentali che è possibile trarne, che questo valore possa essere misurato in moneta contante e che ciò che non può essere misurato non ha importanza, si sono dimostrate letali per il resto della vita sulla Terra⁸.

Il consumo di suolo, quindi, è un processo associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, limitata e non rinnovabile, dovuta all'occupazione di una superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale con una copertura artificiale. È un fenomeno legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali ed è prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici, fabbricati e insediamenti, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio.

Le attività di monitoraggio del territorio in termini di uso, copertura e consumo di suolo nel nostro Paese, assicurate dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, permettono di avere un quadro aggiornato annualmente dell'evoluzione dei fenomeni di consumo di suolo, delle dinamiche di trasformazione del territorio e della crescita urbana. Tale Sistema istituisce i Livelli Essenziali delle Prestazioni Tecniche Ambientali, che costituiscono il livello minimo omogeneo su tutto il territorio nazionale delle attività che il Sistema Nazionale è tenuto a garantire.

⁶ PAOLO PILERI, *100 parole per salvare il suolo. Piccolo dizionario urbanistico-italiano*, Altreconomia, 2018

⁷ Giornalista, accademico, saggista, ambientalista e attivista politico britannico

⁸ ALDO FEMIA – GEORGE MONBIOT, *Price Less, la Natura non è Capitale*, in *XX Rapporto Sbilanciamoci! Come usare la spesa pubblica per i diritti, la pace, l'ambiente*, Sbilanciamoci!, 2019

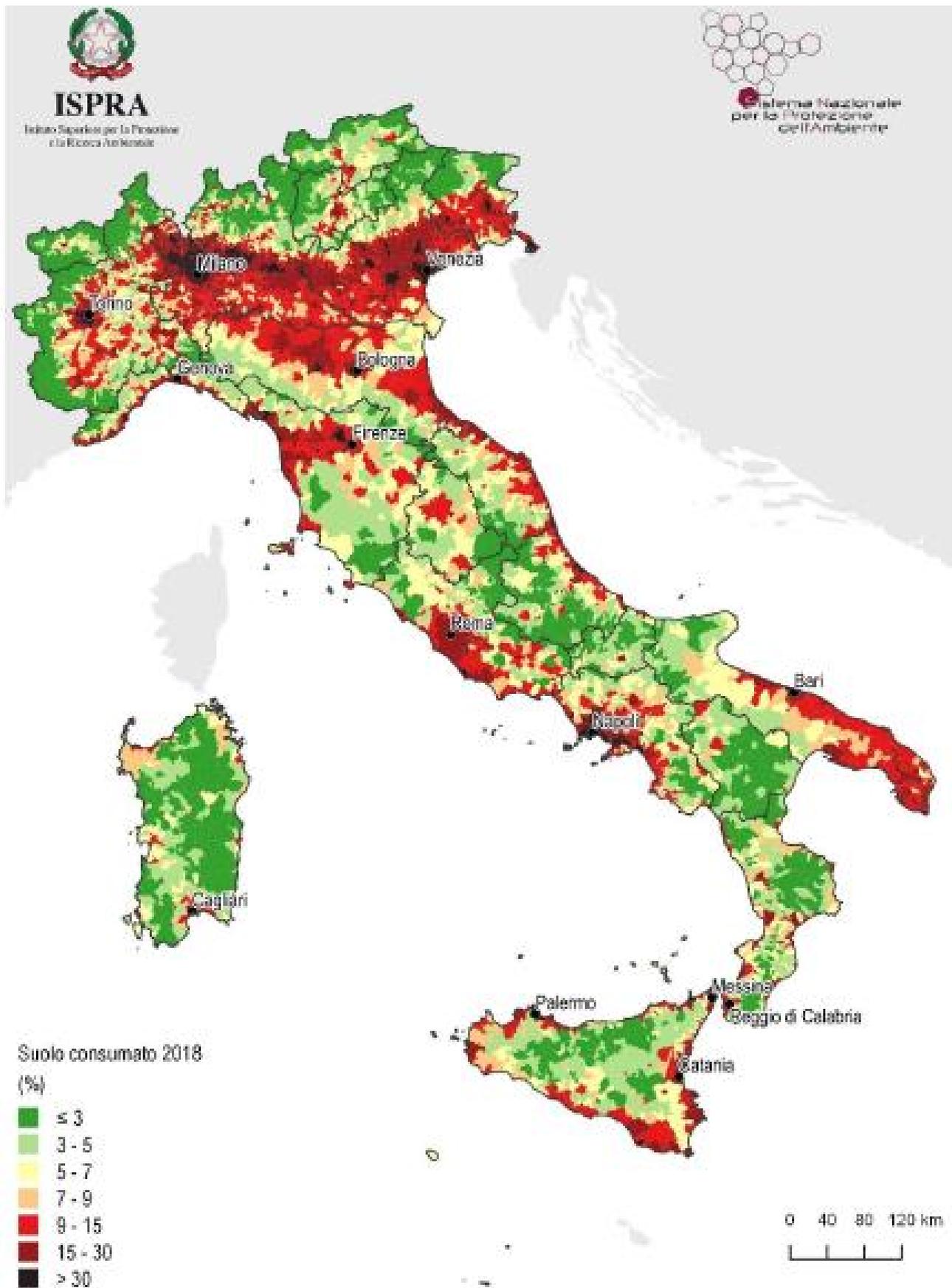


Figura 1: Consumo di suolo in Italia nel 2018 {ISPRA-SNPA}

Più del 60% del consumo di suolo va ad impattare su aree agricole coltivate

A livello nazionale si sta sviluppando il Piano strategico *Space Economy*⁹ per consentire all'Italia di trasformare il settore spaziale in uno dei motori propulsori della nuova crescita del Paese, attraverso l'integrazione delle politiche di sviluppo dei territori con la politica spaziale. Moltissime le applicazioni che possono essere abilitate da tale piattaforma, come l'Infrastruttura Operativa Nazionale per il monitoraggio dell'ambiente a supporto del Sistema Nazionale con alcuni servizi operativi relativi al monitoraggio del territorio e delle principali risorse ambientali, quali gestione della resilienza dell'ambiente costruito, sorveglianza marittima, *nowcasting*¹⁰, agricoltura di precisione e suoi impatti sul territorio e sul suolo.

Nel 2015, l'Agenda Globale per lo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite definiva gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e indicava, tra gli altri, alcuni target di particolare interesse per il territorio e per il suolo, da integrare nei programmi nazionali a breve e medio termine e da raggiungere entro il 2030. A livello nazionale lo strumento per la messa a sistema dell'attuazione dell'Agenda 2030 è rappresentato dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile. Si configura, anche alla luce dei cambiamenti intervenuti a seguito della crisi economico-finanziaria degli ultimi anni, come lo strumento principale per la creazione di un nuovo modello economico circolare, a basse emissioni di CO₂, resiliente ai cambiamenti climatici, ai cambiamenti nell'utilizzo del suolo e agli altri cambiamenti globali causa di crisi locali.

Per il raggiungimento di questo obiettivo sono evidentemente necessari atti normativi efficaci che possano indirizzare le politiche di governo e le azioni di trasformazione del territorio verso un rapido contenimento del consumo di suolo agricolo o naturale. La prima proposta di legge per la limitazione del consumo di suolo risale al 2012 quando l'allora Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali presentò il Rapporto "Costruire il futuro: difendere l'agricoltura dalla cementificazione"¹¹. Con i disegni di legge proposti

⁹ Iniziativa promossa dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri per la definizione della politica nazionale nel settore spaziale in collaborazione con la Cabina di Regia Spazio

¹⁰ Previsione meteo marina a breve termine

¹¹ MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI, *Rapporto – Costruire il futuro: difendere l'agricoltura dalla cementificazione*, Parlamento Italiano, XVI Legislatura, luglio 2012

successivamente però, rimanevano disattese molte aspettative legate alle esigenze di rilancio dell'attività edilizia verso una strategia di riqualificazione dell'esistente, così come quelle di rigenerazione di tessuti urbani finalizzata al miglioramento della qualità della vita dei cittadini, al miglioramento dell'ambiente e del paesaggio urbano e suburbano, al recupero di funzioni ecosistemiche e all'adattamento ai cambiamenti climatici.

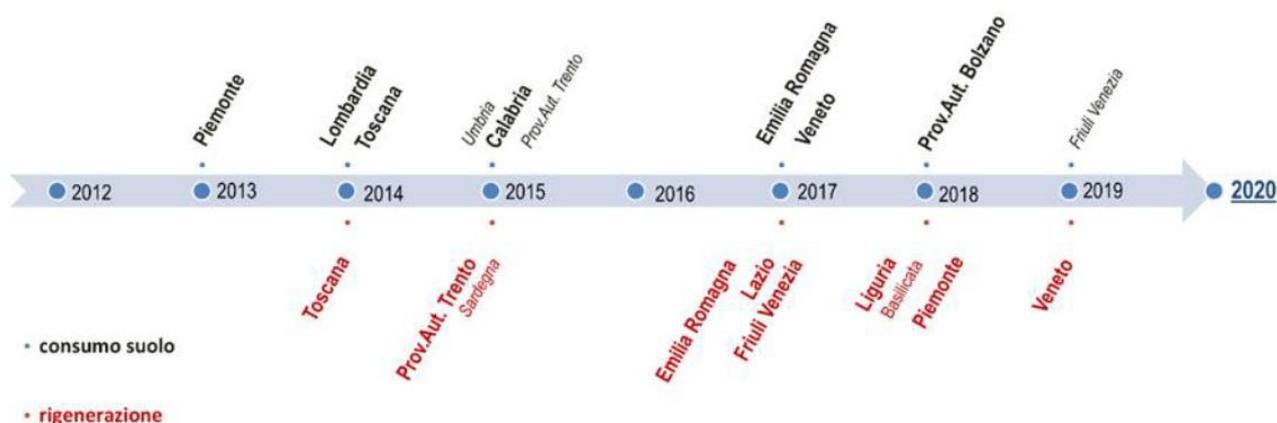


Figura 2: Sviluppo normativo italiano su consumo di suolo e rigenerazione urbana {ISPRA-ANCE}

Dal 2013 le regioni italiane si stanno muovendo autonomamente per normare le attività ambientali

Purtroppo, manca ancora oggi nel nostro Paese, una legge fondamentale per la tutela dell'ambiente, del territorio e del paesaggio italiano, indispensabile anche per assicurare un futuro adeguato ai cittadini di oggi e di domani, in un'ottica di sviluppo sostenibile dell'uso del suolo e di aumento della resilienza delle aree urbane di fronte a vecchie e nuove sfide, dovute sia alla nota fragilità del nostro territorio, sia alla necessità di adattamento ai cambiamenti climatici in atto.

2.2 IL CONSUMO DI SUOLO IN EUROPA

La terra come comunità è il principio base dell'ecologia, ma che essa sia qualcosa da amare e rispettare è un'estensione di natura etica. Che la terra produca cultura è un fatto noto da tempo, ma ultimamente troppo spesso dimenticato.

-Aldo Leopold-

Il paesaggio dell'Europa sta cambiando. Le città e le loro infrastrutture si stanno espandendo su terreni agricoli produttivi, frammentando ulteriormente il paesaggio e

interessando la fauna selvatica e gli ecosistemi. La domanda quindi nasce spontanea: perché non riciclare il territorio già occupato dalle città e dalle infrastrutture urbane, invece di utilizzare nuovi terreni agricoli?

Un'attenta analisi condotta sui risultati del monitoraggio del programma *Copernicus*¹² relativo ai cambiamenti recenti della copertura del suolo a livello europeo, fa emergere due tendenze degne di nota. In primo luogo, le città e le infrastrutture di cemento continuano a espandersi con un tasso di crescita delle superfici artificiali che si attesta attorno ai 711 chilometri quadrati all'anno tra il 2012 e il 2018¹³.

In secondo luogo, le perdite maggiori si sono registrate nei terreni agricoli, principalmente a causa dell'espansione urbana e dell'arretramento dell'agricoltura. L'area dei terreni coltivabili, dei pascoli e delle praterie naturali andati perduti era quasi equivalente all'aumento delle superfici artificiali. Inoltre, poiché le città europee sono state costruite per la maggior parte su terreni fertili, e ne sono circondate, le aree che vengono occupate e ricoperte da superfici artificiali sono spesso terreni agricoli produttivi.

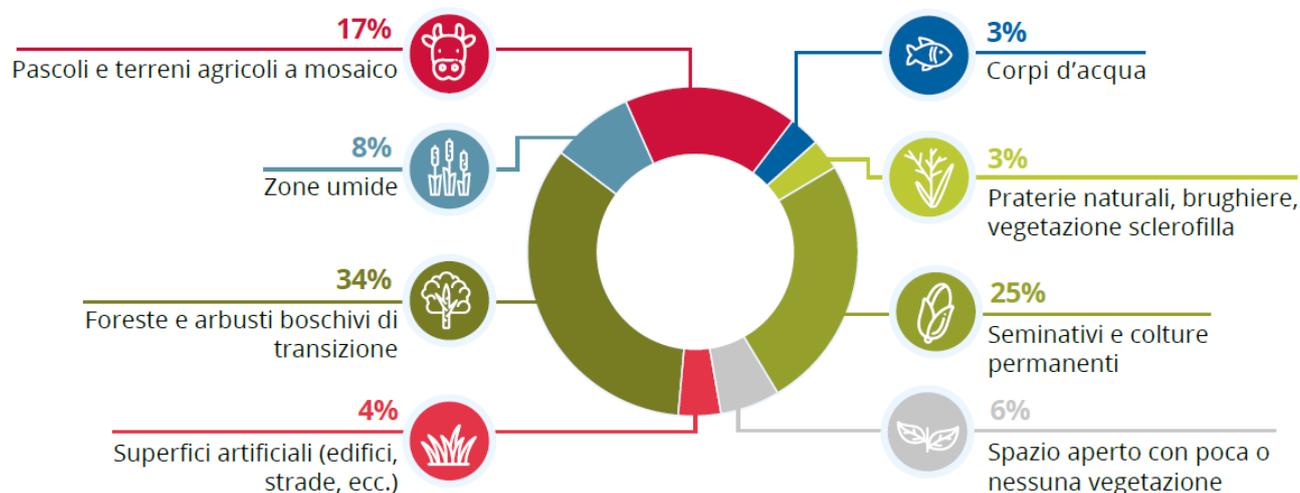


Figura 3: Copertura del suolo in Europa (EEA Segnali 2019)

L'artificializzazione del suolo implica inevitabilmente la scomparsa della copertura naturale del paesaggio

¹² Programma di monitoraggio CORINE promosso dalla Commissione Europea all'interno dell'iniziativa *Land Cover*

¹³ HANS BRUYNINCKX, *Suolo e territorio in Europa. Si può arrestare l'espansione delle città e del cemento?*, in *EEA SEGNALI 2019*, Agenzia Europea dell'Ambiente, 2019

Sotto molti aspetti, l'espansione delle aree urbane e le estensioni delle loro infrastrutture vanno di pari passo con il numero crescente di vantaggi socioeconomici di cui la popolazione europea ha potuto godere negli ultimi decenni. Si prevede che la popolazione urbana dell'Europa continuerà a crescere, aumentando di ulteriori 30 milioni di persone entro il 2050.

Sarà necessario costruire altre abitazioni e infrastrutture per poter accogliere la crescente popolazione europea, sia quella urbana sia quella complessiva. Le strade e le ferrovie collegano le persone e le aree urbane e rurali, ma spesso costituiscono vere e proprie barriere alla dispersione della fauna selvatica e delle piante. Espandendosi nel paesaggio, le aree urbane e le loro infrastrutture di supporto frammentano gli habitat in spazi più piccoli.

Come molte altre questioni inerenti la politica ambientale, anche la frammentazione del paesaggio pone un dilemma. Da un lato, l'espansione delle reti di trasporto frammenta il paesaggio e comporta ulteriori pressioni sugli ecosistemi, anche in termini di inquinamento. Dall'altro lato, le reti di trasporto offrono anche opportunità economiche alle comunità rurali, spesso fortemente dipendenti dall'agricoltura e colpite dal fenomeno dell'abbandono dei terreni agricoli.

Si prevede che nei prossimi 20 o 30 anni una quota rilevante dei terreni agricoli di varie parti d'Europa sarà abbandonata. In Europa l'urbanizzazione, l'incremento demografico e un'economia in crescita, da un lato, e l'abbandono dei terreni agricoli, dall'altro, hanno fatto sì che un maggior numero di persone abbia ora a disposizione uno spazio più limitato in cui vivere e su cui contare.

Mentre alcune aree subiscono lo spopolamento e il declino delle attività agricole ed economiche, altre aree – sia urbane sia rurali – sono sottoposte a un utilizzo sempre più intensivo.

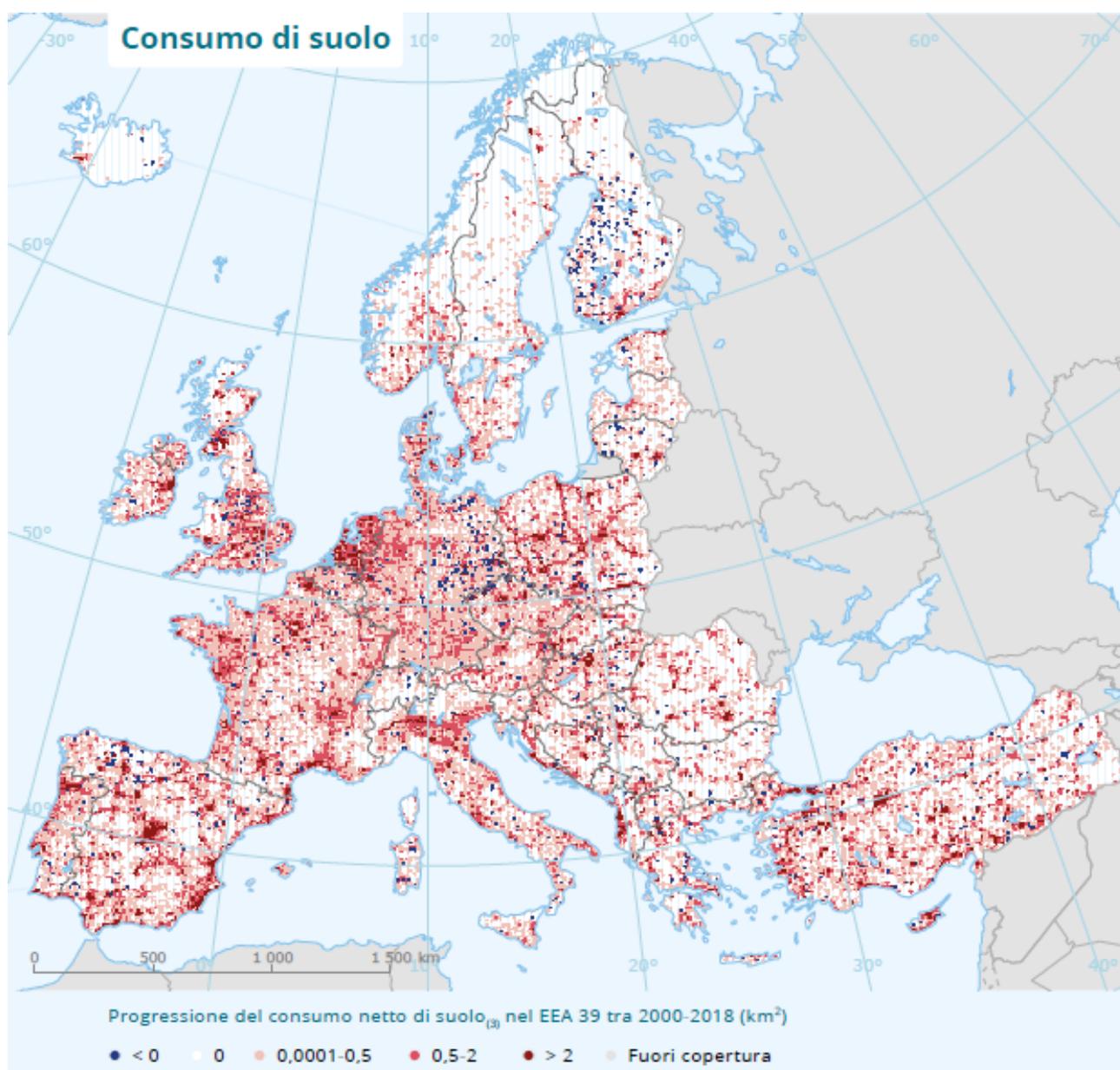


Figura 4: Consumo di suolo in Europa nel 2018 {EEA Segnali 2019}

La velocità media del consumo di suolo a livello europeo si attesta intorno ai 7 metri quadrati al secondo

L'uso intensivo del territorio può influenzare fortemente e in vario modo il suolo e le sue funzioni, ad esempio sotto forma di impermeabilizzazione, erosione, compattazione e contaminazione.

Quando è impermeabilizzato¹⁴ il suolo perde, tra l'altro, la capacità di assorbire e trattenere l'acqua e di produrre cibo. L'utilizzo di macchinari pesanti può modificarne la struttura e renderlo più compatto, riducendo le quantità di aria e acqua presenti nelle porzioni di suolo

¹⁴ Ossia coperto da edifici, asfalto o cemento

dove le radici delle piante assorbono l'acqua e i nutrienti e dove gli animali e i microorganismi del suolo decompongono la materia organica. I suoli impermeabilizzati o fortemente compattati assorbono meno acqua piovana, con conseguente aumento del dilavamento superficiale, dell'erosione del suolo e del rischio di alluvioni¹⁵.

Considerato che il territorio e il suolo sono risorse preziose ma anche limitate, l'unica opzione praticabile consiste nel prevenirne il degrado e nell'utilizzarle in modo sostenibile. L'Unione Europea mira a conseguire l'obiettivo di un consumo netto di suolo pari a zero entro il 2050 in conformità degli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Un modo semplice per limitare l'espansione delle aree urbane consiste nell'utilizzare meglio gli spazi urbani esistenti. Oggi il riuso dei terreni rappresenta soltanto una piccola parte¹⁶ dei nuovi sviluppi, mentre il consumo di suolo continua a costituire un problema.

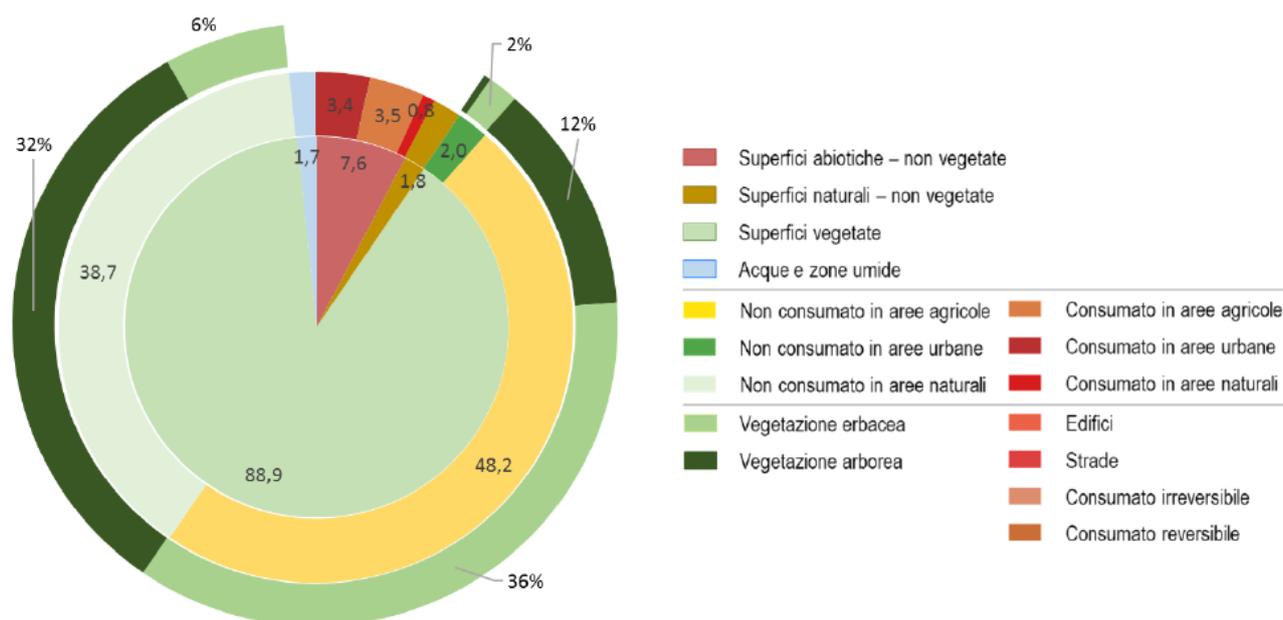


Figura 5: Copertura e destinazione d'uso del suolo in Italia {ISPRA}

Circa il 45% del suolo consumato si presenta in condizioni irreversibili

Agli esperti di pianificazione territoriale – e in particolare agli urbanisti – in ambito europeo spetta un ruolo decisivo per limitare l'espansione urbana; a tal fine dovranno progettare

¹⁵ DAVID RUSSEL, *Intervista – Il suolo: un tesoro vivente sotto i nostri piedi*, Agenzia Europea dell'Ambiente, dicembre 2019

¹⁶ L'agenzia Europea dell'Ambiente riporta al 13% il tasso di riutilizzo di terreni pre-insediati per le nuove costruzioni

città compatte ma verdi, dotate di importanti spazi ricreativi raggiungibili a piedi o di sistemi di mobilità concepiti per ridurre le distanze e i tempi di percorrenza, e ancora un'estesa rete di infrastrutture verdi che colleghi tutte le aree naturali dell'intero continente. Alla luce di quanto appena detto, si può asserire che il terreno non è soltanto un'entità spaziale o territoriale. È la comunità nel suo complesso che usa la terra e se ne prende cura.

In tale contesto, la terra e le sue risorse poste sopra e sotto il suolo sono beni comuni. Quando noi tutti utilizziamo il terreno e dipendiamo dalle sue risorse, ai fini di una gestione sostenibile è necessario che i proprietari, i legislatori e gli utenti ad ogni livello – da quello locale a quello globale – collaborino tra loro.

Nella nostra vita quotidiana la dicotomia terreno/territorio può assumere contemporaneamente molti significati. Può riferirsi a uno spazio sulla superficie della massa terrestre del nostro pianeta. Può indicare anche il suolo, le rocce, la sabbia o i corsi d'acqua sulla superficie terrestre e i suoi strati superiori. In taluni casi può comprendere tutti i minerali e altre risorse come le acque freatiche, il petrolio e le pietre preziose presenti nelle profondità di un'area. Può esprimere persino un legame culturale con lo stile di vita rurale o con la natura.

Nonostante gli sforzi compiuti a livello globale ed europeo, la complessità della governance del suolo e del territorio fa sì che manchino tuttora quasi completamente obiettivi vincolanti, incentivi e misure per la tutela delle risorse del suolo e del territorio. Nondimeno, in vari ambiti della società si stanno sviluppando numerose iniziative volte a migliorare la gestione del suolo e del territorio. In conclusione, abbiamo tutti il dovere di prenderci cura del suolo e del territorio, di cui siamo tutti responsabili in quanto utilizzatori, proprietari, legislatori, gestori e consumatori.

2.3 LA FRAMMENTAZIONE DEL PAESAGGIO

Pensiamo solo in frammenti, perciò le nostre idee sono giuste dal punto di vista umano, ma spesso sbagliate dal punto di vista dell'universo.

-Franz Fischer-

I fenomeni di espansione urbana, attuati secondo forme più o meno sostenibili, sono i principali responsabili della frammentazione territoriale che genera una progressiva riduzione della superficie degli ambienti naturali e seminaturali e un aumento del loro isolamento, trasformando porzioni di territorio di grandi dimensioni in zone di minor estensione e più isolate. Gli effetti di riduzione della connettività ecologica che ne derivano influenzano negativamente la resilienza e la capacità degli habitat di fornire servizi ecosistemici provocando effetti talvolta dannosi per la qualità e il valore del paesaggio. Una funzionante connettività ecologica permette all'ecosistema di continuare a fornire i servizi di cui noi beneficiamo ogni giorno. La presenza di infrastrutture umane che letteralmente frammentano gli habitat naturali, le legislazioni diverse di stati confinanti e la bassa consapevolezza ambientale possono causare barriere insormontabili alla connettività ecologica e alle specie di fauna selvatica ad alto movimento, creando anche spiacevoli condizioni di potenziale conflitto con l'uomo. Queste tematiche sono di forte attualità in Europa, continente in cui il progresso umano ha letteralmente frammentato l'ambiente naturale in piccole porzioni disconnesse tra loro.

La discontinuità spaziale degli ecosistemi è, quindi, una delle cause principali per la perdita locale di specie animali, specialmente se in cima alla catena alimentare ed ecologica, come i grandi mammiferi predatori. Questo comporta una progressiva e consistente diminuzione della qualità degli habitat con ripercussioni ecologiche e salutari anche sulla specie umana stessa. La limitazione della frammentazione del territorio e del paesaggio costituisce uno degli elementi chiave per proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale del nostro Paese e pertanto deve rientrare tra gli aspetti da considerare nella pianificazione territoriale e paesaggistica ai diversi livelli territoriali. Analizzando l'indice di frammentazione del paesaggio, e cioè il rapporto tra la somma totale dei perimetri dei poligoni delle aree costruite e la loro superficie, quasi il 39% del territorio nazionale risulta nel 2018 classificato in zone a elevata e molto elevata frammentazione con un incremento rispetto al 2012 pari al 2.5%. Un terzo del territorio nazionale risulta classificato a media frammentazione¹⁷.

¹⁷ MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, *Primo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia*, Parlamento Italiano, XVII Legislatura, maggio 2017

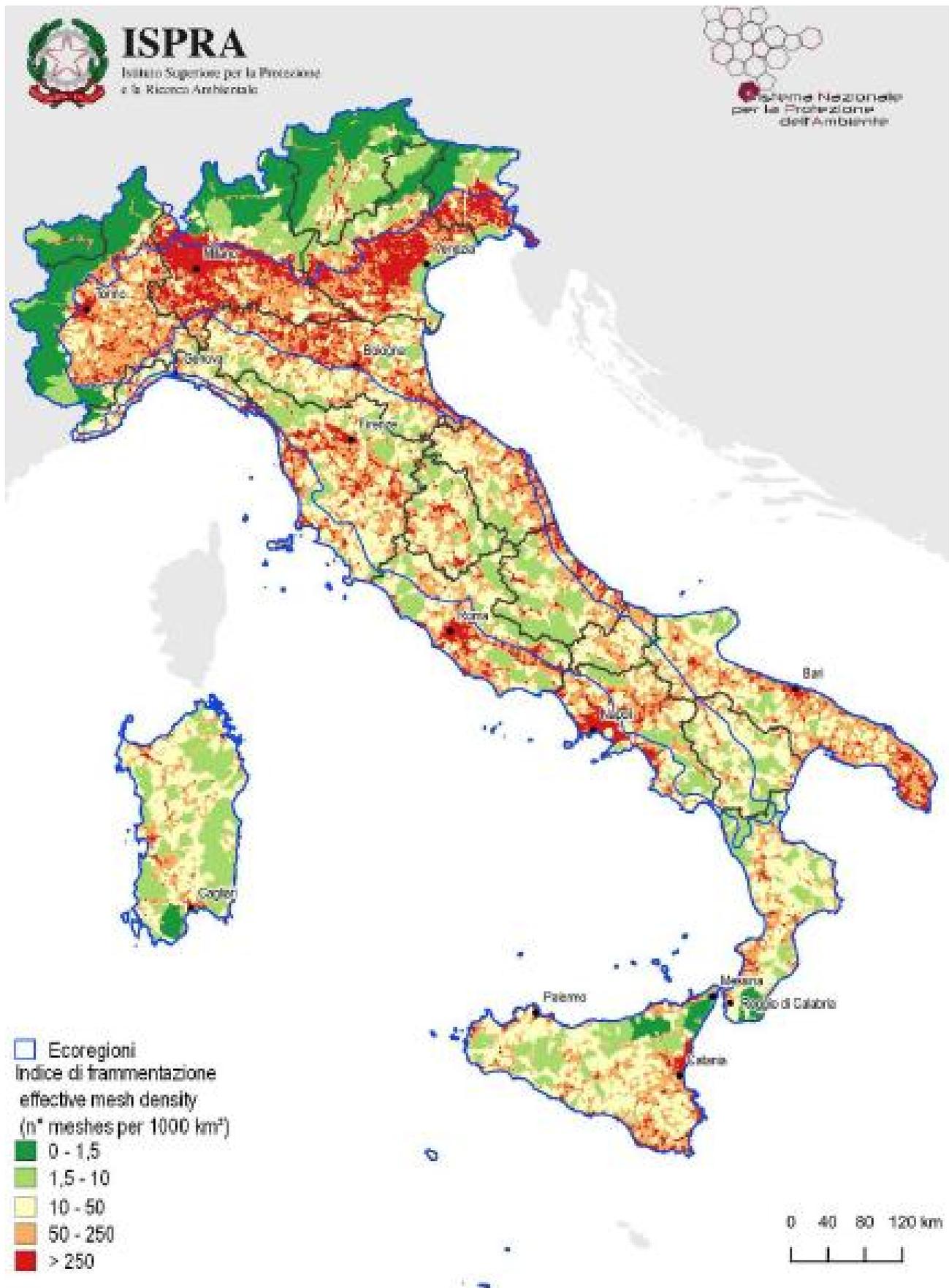


Figura 6: Indice di frammentazione del paesaggio italiano nel 2018 {ISPRA-SNPA}

Solamente i territori della catena alpina presentano una frammentazione del territorio molto bassa

La stretta corrispondenza tra frammentazione e urbanizzazione emerge chiaramente dall'analisi della frammentazione rispetto ai diversi gradi di densità di copertura artificiale. In Italia, il 77% delle aree artificiali risulta classificato a frammentazione molto elevata. Tuttavia, si osserva che, nonostante il basso grado di densità di copertura artificiale, l'ambito agricolo naturale risulta coperto solo per un terzo da territorio poco frammentato.

Nell'ambito dell'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite e dei relativi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile sono state definite alcune soglie di densità del costruito da considerare per la classificazione delle aree urbane, suburbane e rurali.

Al fine di analizzare i contesti in cui è avvenuto il consumo di suolo, sono stati messi in relazione i cambiamenti bioclimatici avvenuti tra 2012 e il 2018 e le classi di densità definite dall'Agenda Globale. A livello nazionale, circa il 58% di cambiamenti sono avvenuti in aree a media o bassa densità di suolo consumato, a cui si aggiunge un ulteriore 10% in aree molto dense. Il 32% dei cambiamenti, invece, è avvenuto in contesto prevalentemente agricolo o naturale¹⁸.

Dall'analisi emerge, pertanto, che le aree urbane a bassa densità sono evidentemente più esposte al consumo di suolo, probabilmente a causa della predisposizione in questi territori alla saturazione di spazi liberi interclusi nelle aree già artificializzate.

Una valutazione condotta dall'Istituto ISPRA¹⁹ degli scenari di trasformazione del territorio italiano, nel caso in cui la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale anche nei prossimi anni, porta a stimare il nuovo consumo di suolo in 1'461 chilometri quadrati tra il 2019 e il 2050.

Un valore ben lontano dagli obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030 che, sulla base delle attuali previsioni demografiche, imporrebbero, per raggiungere i risultati sperati, un saldo negativo del consumo di suolo con la conseguente creazione di nuovo suolo naturale.

¹⁸ SIMONE PESARESI, *Bioclima d'Italia: Applicazione del sistema di classificazione bioclimatica mondiale*, in *Journal of Maps*, pp. 538-553, Taylor & Francis, 2014

¹⁹ Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

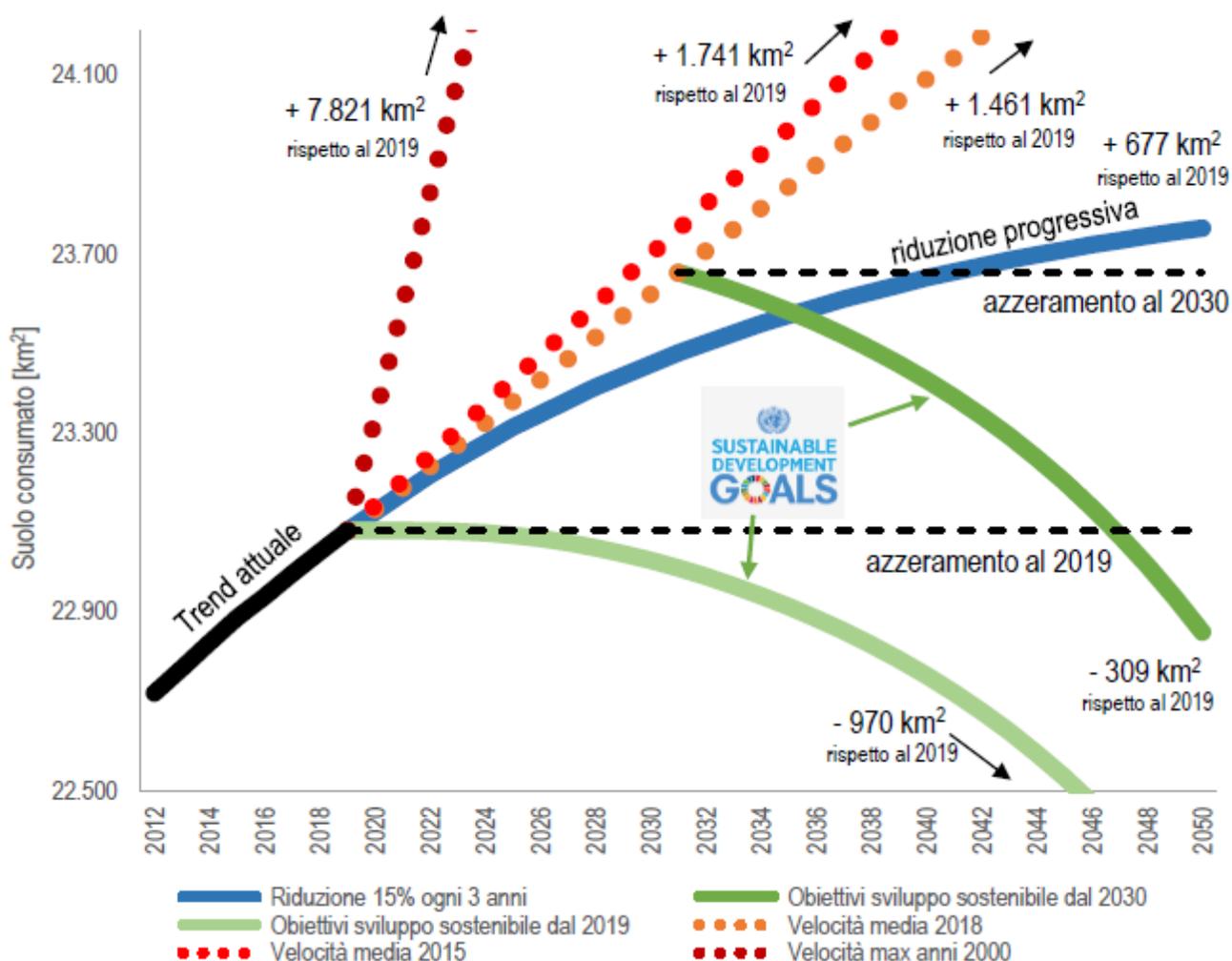


Figura 7: Scenari di consumo di suolo in Italia {ISPRA}

Visto il trend attuale, gli obiettivi stabiliti dall'Agenda Globale 2030 restano sempre più lontani

In considerazione del quadro disomogeneo delle norme regionali e delle urgenti necessità di tutela del suolo, si ritiene fondamentale che sia approvato presto un testo che possa garantire il raggiungimento degli obiettivi comunitari e internazionali e che definisca da subito un significativo obiettivo di riduzione sia per la componente permanente, sia per quella reversibile.

Tali obiettivi sono fondamentali per l'Italia, alla luce delle particolari condizioni di fragilità e di criticità del nostro territorio, rendendo urgente la definizione e l'attuazione di politiche, norme e azioni di radicale contenimento del consumo di suolo e la revisione delle previsioni degli strumenti urbanistici esistenti, spesso sovradimensionate rispetto alla domanda reale

e alla capacità di carico dei territori²⁰. L'obiettivo nazionale è necessario per inquadrare e orientare le possibilità di trasformazione e di sviluppo del territorio e per garantire l'adeguamento, in tempi non troppo lunghi, degli strumenti urbanistici e l'adozione di tecniche di ripristino e di recupero del suolo.

A livello europeo si è spesso fatto ricorso in campo ambientale all'emanazione di "strategie tematiche" rese vincolanti da specifiche Direttive e finalizzate a stabilire misure di cooperazione e linee di indirizzo rivolte agli Stati membri e alle autorità locali.

L'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo netto, ovvero il bilancio alla pari tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali dovuto a interventi di recupero, demolizione, rinaturalizzazione, deve essere visto anche come un motore di rigenerazione e ridisegno del tessuto urbano e come un'opportunità per la riqualificazione edilizia, urbana e territoriale, che deve essere raggiunto attraverso la contemporanea messa in opera di tutte le azioni possibili per mettersi in linea con gli obiettivi dell'Europa e delle Nazioni Unite.

Le definizioni dovrebbero essere adeguate dal punto di vista tecnico-scientifico per rendere possibile un monitoraggio in linea con gli strumenti e con gli obiettivi globali, comunitari e nazionali, assicurando univocità e omogeneità sull'intero territorio nazionale e coerenza con le attività di monitoraggio del territorio previste a livello comunitario e nazionale a cui si è fatto riferimento.

²⁰ CONSIGLIO DEL PARLAMENTO EUROPEO, *Comunicazione N. 2002/0179/DEF verso una strategia tematica per la protezione del suolo*, Parlamento Europeo, V Legislatura, 2002

CAPITOLO 3

RESILIENZA

EDILIZIA SOSTENIBILE

Se è vero che non siamo in grado di controllare le maree del cambiamento, possiamo però imparare a costruire imbarcazioni migliori; a progettare o ridisegnare organizzazioni, istituzioni e sistemi capaci di assorbire meglio gli sconvolgimenti, di operare sotto una più ampia varietà di condizioni e di passare con maggiore fluidità da una situazione all'altra.

-Andrew Zolli-

La scelta del tema “Progettare resiliente” si presenta come scelta obbligata in conseguenza del crescente dibattito a livello nazionale e internazionale sugli effetti, già evidenti, determinati dai cambiamenti climatici sull’ambiente costruito e da quelli sociali ed economici, non secondari, che caratterizzano significativamente l’inizio del nuovo millennio. Un tema indispensabile su cui perimetrare la posizione della progettazione tecnologica¹.

In tal senso, la resilienza viene assunta come condizione trasversale ai diversi ambiti e scale del progetto, assimilabile alla capacità di un sistema – insediativo, edilizio, funzionale/dimensionale, ambientale, tecnologico – di conservare nel tempo le proprie caratteristiche qualitative e prestazionali di assorbire i cambiamenti e di reagire a essi con adattamento e capacità reattiva.

Certamente l’approccio esigenziale, di governo della dimensione processuale del progetto, così come una visione sistemica e multiscalare, sono gli elementi di maggiore significatività

¹ MARIA TERESA LUCARELLI – ELENA MUSSINELLI – LAURA DAGLIO, *Progettare Resiliente*, Maggioli Editore, 2018

disciplinare sulla resilienza per la capacità intrinseca di sviluppare e applicare conoscenze, metodi e tecniche necessari a configurare forme e livelli resilienti, efficaci e misurabili. D'altra parte la fragilità e la vulnerabilità delle aree urbanizzate richiedono l'adozione di strategie rivolte, oltre che alla costruzione di appropriate politiche di intervento, soprattutto alla messa a punto di metodologie, protocolli e azioni che consentano di far fronte alla obsolescenza tecnica e funzionale dell'edificato, fortemente legata al contesto di riferimento, con la previsione di interventi a basso impatto, flessibili, come richiede il concetto stesso della resilienza, in grado di sviluppare comportamenti adattivi alle sollecitazioni.

La prima fase predittiva, *ex ante*, è determinante per individuare i caratteri e i requisiti della resilienza, passando attraverso l'analisi preventiva dei rischi e la loro mitigazione, riuscendo ad individuare le opportune metodologie di intervento che consentano di agire sul rafforzamento del carattere dinamico ed evolutivo dei sistemi ambientali, edilizi e urbani, consolidando la loro capacità di affrontare alterazioni e cambiamenti, in osservanza di specifiche normative e standard di legge.

La lettura *ex post*, invece, si definisce quale momento di identificazione degli interventi necessari a ripristinare lo stato di funzionalità e fruibilità dell'ambiente costruito, puntando alla capacità di adattamento generato non dall'emergenza, ma dal necessario rinnovamento, previsionale e resiliente, in grado di mantenere la funzionalità del sistema e la sua riconoscibilità².

Nonostante la continua e difficilmente controllabile evoluzione tecnologica in questo campo, le strategie adottabili per assorbire una sollecitazione senza pregiudicare le funzionalità caratteristiche di un materiale, sono essenzialmente due. La prima presuppone di dotarsi di una riserva di risorse, da mobilitare per rispondere alla sollecitazione critica. Così, l'altezza e la robustezza dell'argine, o lo spessore delle mura del castello, vengono dimensionati ben oltre quanto richiesto per rispondere alle condizioni ordinarie.

² CRAWFORD STANLEY HOLLING – LANCE GUNDERSON, *Resilienza e cicli adattativi*, in *Panarchia: Capire le trasformazioni nei sistemi umani e naturali*, pp. 25-62, Island Press, 2002

Al contrario, la seconda strategia, quella resiliente, non punta a contrastare l'azione avversa, ma ad attenuarne gli effetti distruttivi, accettando modificazioni anche rilevanti degli equilibri statici. Offre quindi al fiume la possibilità di esondare allagando aree dove la piena produce danni non catastrofici, oppure, invece di erigere ciclopici bastioni massicci, costruisce solo due sottili paramenti murari paralleli riempiendo lo spazio intermedio di materiale capace di assorbire l'energia del proiettile, accettando danni sullo strato esterno della cinta difensiva, evitando comunque il collasso della struttura.

“Piegarsi ma non spezzarsi” è la tipica risposta offerta alla sollecitazione dagli organismi biologici, la cui capacità adattiva ha sempre esercitato sull'uomo un'attrazione irresistibile e fornito ispirazione per lo sviluppo della tecnica.

Questo quadro operativo rende necessario riconfigurare l'ambiente costruito urbano e le sue architetture alle varie scale di intervento, in modo più rispondente alle nuove e molteplici necessità della società contemporanea. È nel ruolo sociale storicamente ricoperto dall'architettura che può essere individuato un legame, rivisitando il tradizionale ruolo del progettista, mediatore tra le istanze della collettività e gli interessi dei gruppi di utenza. Questa figura deve tenere insieme due necessità indissolubili: accogliere le indicazioni provenienti dagli utenti finali e rendere attuabili, concrete e convenienti in campo progettuale, tecnologico, economico e ambientale le soluzioni adottate.

A questo deve accompagnarsi l'adeguata formazione dei tecnici relativamente alle molteplici modalità di governo dei cicli iterativi alla base della collaborazione. Le discipline tecnologiche del progetto possono contribuire a formare progettisti pronti a gestire le qualità abitative in processi di co-progettazione, inglobando il concetto di *smartness*³ e il ruolo abilitante che il progetto deve avere.

Il cliente, da semplice fruitore che ha il ruolo di esprimere le proprie esigenze, attraverso un progetto open source può assumere anche compiti nei processi realizzativi, condizionando i legami tra componenti urbane, individui e comunità che possono agire sulla capacità

³ La qualità di essere intelligenti, o in grado di pensare rapidamente e in modo intelligente in situazioni difficili

adattiva degli spazi e delle persone. In questo nuovo processo, il “progettista abilitatore” può operare avvalendosi di sistemi di raccolta e analisi delle variabili in gioco e gestire la molteplicità dei dati.

In questo modo la progettazione partecipata incontra le logiche della collaborazione e il progettista non solo può configurare le categorie di opere preferibili ma può farlo in relazione a molteplici scenari, integrando azioni partecipate, più veloci, flessibili e adattabili rispetto agli strumenti di programmazione convenzionali, per assicurare un coinvolgimento attivo della comunità in tempo reale.

Il “progettista abilitatore”, che diventa componente del gruppo di progettazione partecipata al fianco del “facilitatore”, mette il progetto al centro del processo collaborativo, grazie alla capacità di visione proattiva che per suo statuto disciplinare l’Area Tecnologica possiede e promuove.

3.1 ESIGENZE DI UNA SOCIETÀ CHE CAMBIA

Si sente la necessità assoluta di muoversi. E soprattutto di muoversi in una direzione particolare.

Una doppia necessità: muoversi e sapere in che direzione.

-David Herbert Lawrence-

Il cambiamento repentino della società, le politiche di sviluppo e le nuove esperienze abitative. Sono questi i temi principali affrontati nell’incontro “Un nuovo modo di abitare. Le città, le associazioni e il *social housing*. Esperienze alla prova” organizzato dall’Associazione Nazionale Costruttori Edili e tenutosi nell’agosto del 2019 a Rimini.

Il punto di partenza che ci si è posti è stato osservare, valutare e capire il cambiamento epocale che sta vivendo la nostra società, affinché possano essere date risposte concrete alle nuove esigenze abitative. Negli ultimi tempi fattori di forte impatto sociale, quali ad esempio l’aumento dell’immigrazione, la crisi economica e la sostenibilità ambientale, hanno inciso inevitabilmente sul nostro modo di abitare e sui luoghi dell’abitazione.

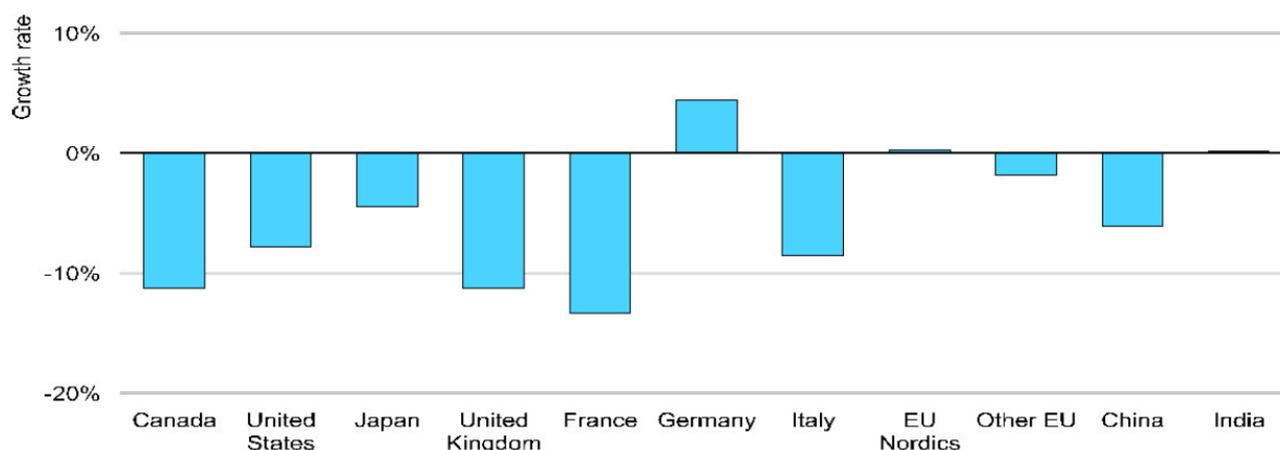


Figura 1: Progetto di crescita annuale dell'attività di edilizia residenziale nel 2020 {IEA-2020b}

Nell'ultimo anno solo la Germania si è dedicata incisivamente ad interventi di nuova edilizia residenziale

In questo senso esperienza piuttosto recente in Italia è quella del *Social Housing*⁴, intesa non come esperienza abitativa di bassa qualità, ma come una valida e concreta opportunità alla vita cittadina.

In tempi di Coronavirus, l'aver vissuto per settimane intere chiusi in casa senza possibilità di evasione di alcun genere, ha fatto nascere nella popolazione nuovi bisogni e nuove ispirazioni domestiche che inevitabilmente si riflettono in un nuovo modo di pensare agli spazi. Stanno nascendo quindi nuovi stili di vita e modelli di abitare che si vorrebbe adottare nella vita di tutti i giorni, ma anche e soprattutto ripensare e riorganizzare le mura domestiche per renderle ospitali ad una nuova routine. Riprende vita la "casa", sempre meno abituata a viverci. Il suo valore riemerge, la sua importanza rifiorisce. Emerge il rapporto tra la concezione dell'abitare e quella del benessere psicofisico. Risulta rilevante la necessità di quanto sia importante progettare un ambiente in cui sentirsi appagati, a proprio agio e in connessione con la propria interiorità.

Dai risultati di un sondaggio pubblicato dalla piattaforma online di settore *Houzz*⁵, è emerso che il 62% degli utenti ha dichiarato di voler apportare migliorie alla propria abitazione,

⁴ Collocandosi a metà tra l'edilizia popolare e le proprietà private vendute o affittate a prezzo di mercato, il suo obiettivo principale è quello di fornire alloggi con buoni o ottimi standard di qualità, a canone calmierato, che non superi il 25/30% dello stipendio. Inoltre, il *social housing* è caratterizzato da progetti di tipo sociale che hanno lo scopo di far nascere comunità e sviluppare l'integrazione, come ad esempio l'utilizzo di spazi e servizi comuni tra gli abitanti

⁵ Comunità online di architettura, design, progettazione del paesaggio e miglioramento della casa

dopo averne scoperti limiti, ma anche potenzialità. Il vivere così tanto la casa, 24 ore su 24, 7 giorni su 7, ha portato la consapevolezza nel 35% degli intervistati di aver sottovalutato alcuni spazi che, se curati e ripensati sotto un nuovo punto di vista, possono diventare angoli di relax. Il 27% dei partecipanti, invece, si è accorto di non aver sfruttato al meglio gli spazi a disposizione. C'è anche un 14% della popolazione che ha deciso di lasciare spazio a un nuovo mobilio. Infine, un 12% ammette di aver sempre vissuto la casa come un dormitorio e ora, invece, ha scoperto il piacere di abitare spazi domestici che vorrebbe adattare secondo i propri gusti e la propria personalità⁶.

Da una visione globale dei risultati, oltre al desiderio di poter godere di spazi esterni, considerati una vera e propria stanza in più, è mancato uno spazio per l'*home office*, uno spazio personale accogliente e pratico, dove poter lavorare con concentrazione e tranquillità. La maggior parte della popolazione oggi non farebbe neanche più a meno del privilegio di uno spazio all'aperto, che si tratti di un giardino, di una terrazza o anche solo di un piccolo balconcino.

Si sta diffondendo sempre più l'idea di vivere in una casa moderna, dove ogni componente della famiglia possa godere di una stanza privata, garantendo così privacy, un bisogno molto sentito durante questi ultimi mesi, pensando la casa attraverso spazi flessibili e modulabili, adattabili ad ogni esigenza.

La parola chiave è dunque multifunzionalità: ambienti riconfigurabili non solo a seconda delle esigenze, ma anche in base all'ora della giornata. Gli spazi si dilateranno e si trasformeranno, assumendo sempre finalità diverse.

L'obiettivo sarà sempre più quello di creare continuità con le aree adiacenti, dando così vita a zone giorno interno-esterno, camere da letto con patio privato. Verrà sfruttato al massimo ogni singolo spazio prima poco considerato, che si tratti di ripostigli, tetti, sottoscala o disimpegni.

⁶ MARIA COMOTTI, *La casa motore della ripresa*, in *ambientecucina*, anno 44, n. 257, New Business Media, luglio-agosto 2020

Molto utilizzato nelle case meno recenti, il corridoio, spesso colpevole della distribuzione disfunzionale dello spazio all'interno delle abitazioni, verrà eliminato per riallocare la metratura delle anticamere in modo più intelligente. Tutti metri guadagnati che permettono di trasformare gli ambienti, rendendoli più piacevoli da abitare. Che sia solo una scrivania dedicata, una stanza tutta per sé, o un angolo ricavato in seguito al ripensamento di uno spazio, l'*home office* entrerà ormai di diritto in tutte le case. Spazi dunque non solo meglio attrezzati per il lavoro da remoto, ma pensati e arredati appositamente come una postazione da lavoro a tutti gli effetti.

Questo processo di enorme cambiamento ed innovazione deve dunque portare i moderni costruttori a pensare alla loro attività non più solo come strumento di vendita e profitto, ma una vera e propria risposta alle necessità e ai bisogni dei cittadini.

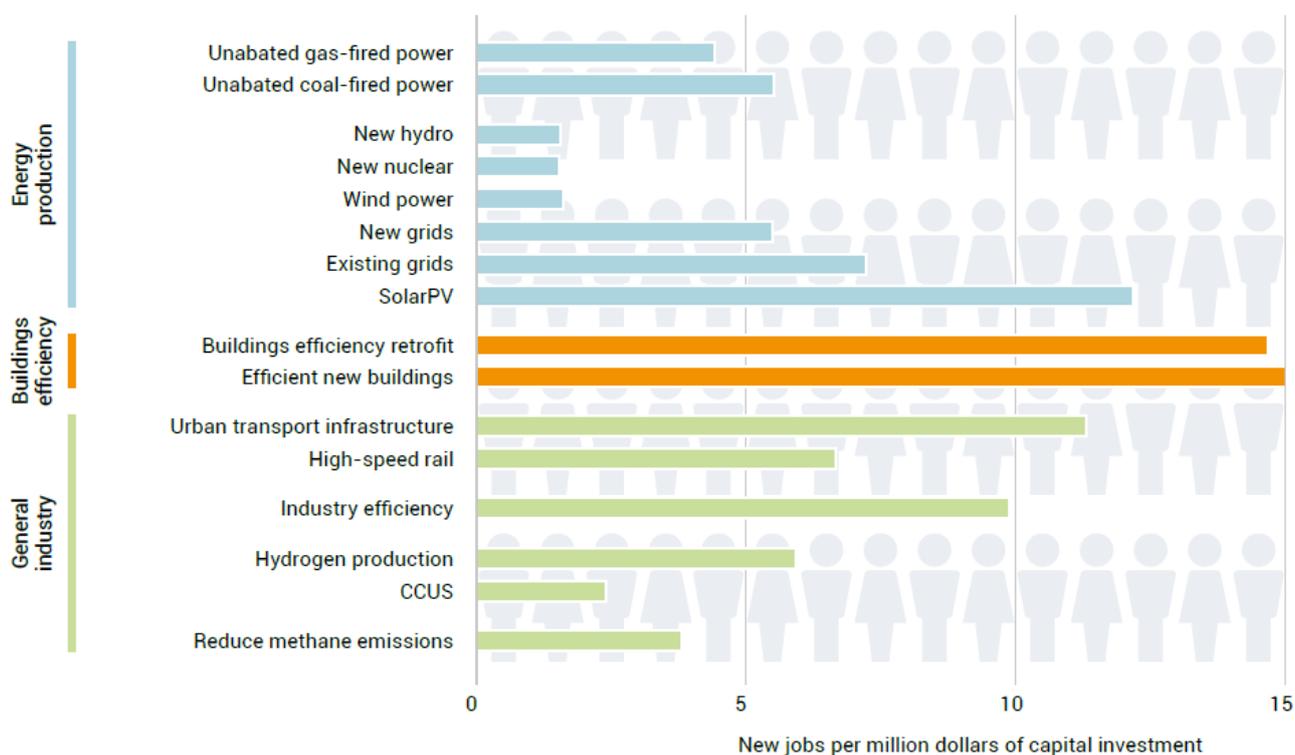


Figura 2: Posti di lavoro creati per milione di dollari di investimento {IEA-2020g}

Quello della riqualifica energetica degli edifici esistenti è stato il settore più proficuo dell'ultimo anno

Nel concordare sulla necessità di una rigenerazione urbana che tenga in considerazione anche il cambiamento che stiamo vivendo, è evidente la necessità di pensare ad un nuovo sistema normativo che consenta e renda attuabili con più facilità le nuove esperienze

abitative. Risulta quindi fondamentale il confronto, anche con le istituzioni, affinché si possa meglio comprendere quanto stia realmente accadendo nella nostra società⁷.

Il confronto è quindi il punto di partenza per capire quale sia la direzione da prendere. Concepire gli spazi del vivere quotidiano, avendo la consapevolezza che gli stessi possono condizionare ed influenzare pensieri, emozioni e, quindi, il comportamento degli individui, con il loro modo di approcciarsi agli eventi in continuo mutamento. Dunque, il dovere morale di ognuno di noi è quello di affidarsi a persone preparate che abbiano l'accortezza di pensare piani, programmi, progetti e soluzioni interne che influenzino in maniera funzionale la prospettiva individuale di ognuno, verso un'ottica orientata al benessere. Progettare consapevolmente, significa, non solo utilizzare in modo formale ed opportuno i giusti canoni architettonici e le corrette associazioni di design. Significa costruire un luogo stimolante, appagante, creativo, flessibile ai cambiamenti che non possa dare luogo a sentimenti di costrizione. Perché, riportando le parole di Le Corbusier, «una Casa è l'epidermide del corpo umano».

3.2 L'EDIFICIO MODULARE

Inventare è ripetere qualcosa che a sua volta ripete qualcosa che è stato ripetuto in qualche parte sconosciuta della realtà.

-Miguel Ángel Arcas-

I cambiamenti sociali si ripercuotono anche nel mondo delle costruzioni. In una sola vita il bisogno di spazio varia velocemente. Famiglie che si allargano, figli che crescono. Un tessuto sociale vario e diversificato.

Negli anni Cinquanta, le famiglie richiedevano appartamenti comprendenti da due a quattro camere da letto, mentre oggi molte persone abitano sole. Il mercato immobiliare non si è ancora adeguato alle esigenze dei cittadini. Sono poche le soluzioni abitative vicine alle

⁷ EUGENIO ANDREATTA, *Comunicato stampa – Osservare e capire il cambiamento per rispondere alle nuove esigenze abitative*, Rimini meeting, agosto 2019

necessità di quella fascia della popolazione, in costante aumento, composta da single, coppie, studenti, giovani o anche anziani rimasti soli.

Il modello edilizio tradizionale del XXI secolo sta inesorabilmente cambiando. Una tipica evoluzione per un proprietario immobiliare medio, sebbene ogni percorso in questo senso sia diverso, inizia di solito con una “casa basica”, cui segue un salto di qualità, con un’abitazione più ampia per tutta la famiglia, fino a un nuovo ridimensionamento o a una diversificazione della proprietà, una volta che i figli trovano la loro sistemazione.

La risposta più che scontata sembra essere una casa che cresca e cambi nel tempo, un edificio modulare capace di adattarsi alle diverse situazioni. Un modello edilizio modulare, quindi, il quale preveda una casa prefabbricata o pre-assemblata invece che costruita in situ con pratiche di costruzione profondamente diverse rispetto a quelle del mondo occidentale: di solito si considera un modulo base che si può integrare con altri moduli od anche semplificare, in fase di progettazione o successivamente, a seconda delle necessità.

Le case modulari sono l’emblema della “rivoluzione” sostenibile che ha coinvolto il settore edile. Una “casa-oggetto” si contrappone radicalmente alla casa tradizionale: può essere prodotta in serie, viene fabbricata in un luogo diverso rispetto a quello di giacenza e può spostarsi. Al contrario, la “casa-costruzione” riprende il modello della casa tradizionale: pur essendo concepita con un nuovo sistema produttivo, non rinuncia alla ricchezza spaziale ed espressiva di un’abitazione classica. La peculiarità delle case modulari risiede proprio nel riuscire ad inglobare questi due aspetti.

Le case modulari non sono abitazioni mobili, poiché presentano solide fondazioni; più semplicemente, la costruzione modulare avviene prima dello spostamento in loco. Una volta conclusa la progettazione e realizzato il prefabbricato, quest’ultimo viene infatti trasportato e installato in situ. È necessario che queste strutture siano realizzate da maestranze, architetti e ingegneri professionisti in termini di qualifiche ed esperienza sul campo.

Ingegneria, architettura, design, grafica e comunicazione s'intrecciano in un progetto multidisciplinare. Una scelta alternativa che cerca di rispondere all'eterogeneità di bisogni,

in modo flessibile e facilmente adattabile: una casa che cresce con noi. In questo modello, il progetto viene visto come un contenitore dinamico, capace di completarsi nel tempo in base al reale venduto, con limitato investimento iniziale strutturato in moduli semplici.

Una nuova tipologia abitativa che prevede un nuovo modo di costruire sostenibile con cantiere umido e secco, ampliando o riducendo lo spazio a seconda delle necessità. Si tratta anche però di un nuovo modello per il mercato immobiliare, oltre ad un nuovo modello di acquisto, perché l'investimento iniziale corrisponde alle esigenze e alle disponibilità economiche del momento.

Uno dei vantaggi più citati dalle aziende edilizie specializzate in prefabbricati è che una casa modulare è decisamente più personalizzabile e segue iter costruttivi più sicuri in ambienti altamente controllati. La costruzione modulare è più veloce, meno costosa, consente elevati livelli di controllo della qualità e riduce significativamente i rifiuti e il trasporto di componenti su gomma: il tempo complessivo di realizzazione si riduce infatti del 35% rispetto una casa tradizionale⁸.

Grazie proprio alla loro modularità, gli ambienti possono essere combinati in modi diversi, a seconda del proprio stile e delle proprie esigenze. La modularità, inoltre, consente di ampliare la casa nel corso nel tempo. Le differenti finiture e le innovative tecniche di costruzione rendono questi edifici appropriati per essere inseriti in qualunque contesto, quindi campagna, montagna, mare ma anche città. Il fatto che la realizzazione sia piuttosto veloce, insieme con la possibilità di accrescimento dovuta alla componente modulare e al risparmio energetico che consentono, sono i punti di forza di questi modelli. Un progetto, insomma, che potrà portare avanti un modo nuovo di vivere la casa, più intimo ed accogliente.

La costruzione modulare prefabbricata è un approccio edilizio che ha dimostrato di poter contribuire a ridurre l'impatto ambientale nelle costruzioni e contemporaneamente aumentare l'efficienza energetica e la sostenibilità complessiva della struttura.

⁸ RENATO RIZZI, *Bildung-Building*, in *DOMUS*, n. 1002, EditorialeDomus, maggio 2016

Durante un normale cantiere si calcola che si possa arrivare a generare fino a 8000 chili di rifiuti mentre il riciclaggio sta diventando una pratica sempre più diffusa nella costruzione di case modulari dove è frequente il riutilizzo di materiale residuo di altri progetti.

La modularità sembra quindi la scelta più sensata per non pesare troppo sull'ambiente e per costruire case e complessi abitativi sostenibili e ben integrati con l'ambiente circostante. Siamo decisamente in una nuova era per i prefabbricati, dove la digitalizzazione e le possibilità offerte dall'innovazione tecnologica consentono di produrre soluzioni costruttive di ultima generazione e orientate al basso impatto ambientale.

Attualmente il 45% di costruzioni di questo tipo si concentra nei Paesi Scandinavi, seguiti dal 15% del Giappone e dal 10% della Germania⁹. Per far sì che questa potenzialità si rifletta su un mercato di riferimento è necessario un maggiore investimento, in termini di ricerca tecnologica e di know-how industriale.

C'è ancora molta strada da percorrere sul fronte dei materiali e soprattutto su quello della progettazione digitale e della logistica. Molto dipenderà infine dal supporto, a livello di strategie economiche e di regolamentazione tecnica, che arriverà dai singoli Stati. Resta comunque da abbattere la barriera culturale che rappresenta l'ostacolo più temibile, quello che vede nell'accezione del termine "prefabbricato" una qualità bassa e un qualcosa di provvisorio, non rifinito, di passaggio. Superati gli ostacoli tecnici e tecnologici è forse questo il vero problema ancora da risolvere.

3.3 OPOD TUBE HOUSING

Dobbiamo vivere in piccolo in città, perché non possiamo permetterci lo spazio, tuttavia, ciò non significa che dobbiamo vivere in un ambiente squallido o disumano come appartamenti frazionati o gabbie. Un pozzo, un piccolo spazio progettato può ancora essere una casa abbastanza ospitale, molto calda, molto accogliente.

-James Law-

⁹ ERIKA SEGHETTI, *Prefabbricazione e modularità, è il futuro dell'edilizia?*, Teknoring Wolters Kluwer, settembre 2019

Negli ultimi anni Hong Kong sta vivendo una delle peggiori crisi immobiliari del mondo a causa di un improvviso aumento della popolazione, da cui scaturisce una forte domanda di alloggi. I prezzi delle proprietà immobiliari sono però alle stelle, i terreni sui quali edificare sono sempre più scarsi e gli spazi disponibili sono davvero limitati a causa della selvaggia speculazione urbanistica che ha investito gran parte dei paesi dell'est Asiatico dagli anni 2000 ad oggi¹⁰.

Per questo la maggior parte della popolazione meno abbiente vive in affitto in appartamenti da pochi metri quadrati e in condizioni igienico sanitarie precarie. A testimonianza di questo, nel 2021 il *Demographia International Housing Affordability Survey* ha classificato Hong Kong come il mercato immobiliare meno abbordabile al mondo.

Per sopperire al problema della carenza di appartamenti e di spazi in cui costruirli, l'architetto James Law, fondatore e CEO della *James Law Cybertecture*, ha ideato un prototipo di micro-abitazioni a basso costo da inserire tra gli spazi vuoti degli edifici cittadini. Il progetto, *OPod Tube Housing*, prende il nome da veri e propri tubi in cemento utilizzati per le condotte di grandi infrastrutture idriche, ciascuno di diametro 2.5 metri, trasformati in case da 9.29 metri quadrati.

«Mi è venuta l'idea alla base dell'OPod quando ero in un cantiere edile, sono entrato in un tubo e sono rimasto sorpreso da quanto fossero grandi. Ho pensato: non sarebbe davvero un'ottima idea utilizzare questi tubi di cemento per creare delle "microarchitetture" a costi molto bassi, e anche abbastanza interessanti per i giovani di Hong Kong?»¹¹

L'idea che Law ritiene vincente è che, sfruttando tubi già prodotti in serie per altri scopi, gli *OPod* siano potenzialmente economici, ben progettati e, poiché in calcestruzzo, molto resistenti e con buone proprietà isolanti e di tenuta al fuoco. Dato che ogni unità pesa circa 20 tonnellate e può essere sollevata facilmente con gru di medie dimensioni, l'architetto immagina che queste strutture tubolari possano essere impilate l'una sull'altra fino a quattro

¹⁰ WENDELL COX – HUGH PAVLETICH, *16ª Indagine Annuale sulla Convenienza Abitativa Internazionale*, Istituto Demographia, Performance Urban Planning, 2020

¹¹ JAMES LAW, *Cybertecture*, Oro Editions, 2011

volte senza la necessità di supporti aggiuntivi, creando così edifici modulari e dando vita ad una nuova idea di comunità interdipendente.

Il prototipo, costruito sotto un ponte a Kwun Tong, rende bene l'idea di quello che secondo l'architetto Law potrebbe essere il concept avveniristico e funzionale del suo progetto. All'interno del grande tubo in cemento sono presenti tutte le strutture per vivere, cucinare e fare il bagno.

Un pannello frontale vetrato all'ingresso della "capsula" funge da porta e finestra, sbloccabile tramite smartphone, indispensabile oramai in tempi dove la tecnologia ci governa ogni giorno. Le pareti interne sono imbiancate a calce, diminuendo l'estetica industriale, mentre è presente un pavimento in legno piatto per livellare la base e facilitare quindi il movimento dell'occupante. All'interno c'è spazio per una panca, trasformata all'occorrenza in un letto, un mini frigo e un forno a microonde, un binario per appendere i vestiti, un supporto per posizionare una valigia e un condizionatore; inoltre è presente una stanza separata per il bagno, dotato di doccia e toilette.

Law ha impiegato anche alcuni trucchi di illuminazione per rendere l'interno meno angusto con punti luce puntati verso l'alto e nella concavità per snellire le pareti. Potrebbe a primo impatto sembrare una gabbia ma il progetto punta ad ottimizzare gli spazi per rendere più confortevole e meno claustrofobica la permanenza all'interno della struttura. I costi di produzione di un *OPod* si attestano intorno ai 15'500 dollari, un costo di molto inferiore rispetto ad un immobile nel centro di Hong Kong, dove un singolo posto auto può arrivare a costare 760'000 dollari.

A tutti gli effetti questo progetto rientra in quello che molti considerano il futuro delle abitazioni: le *Tiny House*, case di piccolissima dimensione ma dotate di ogni comodità. Da movimento sociale nato negli USA verso gli anni Settanta¹², il fenomeno delle case in miniatura si trasforma ben presto in una vera esigenza, soprattutto in quei paesi

¹² Il *Small House Movement* è un movimento architettonico e sociale che sostiene il ridimensionamento degli spazi abitativi, la loro semplificazione ed essenzialmente il "vivere con meno"

caratterizzati da un incessante incremento della popolazione e degli immobili e, di conseguenza dalla mancanza di spazio.

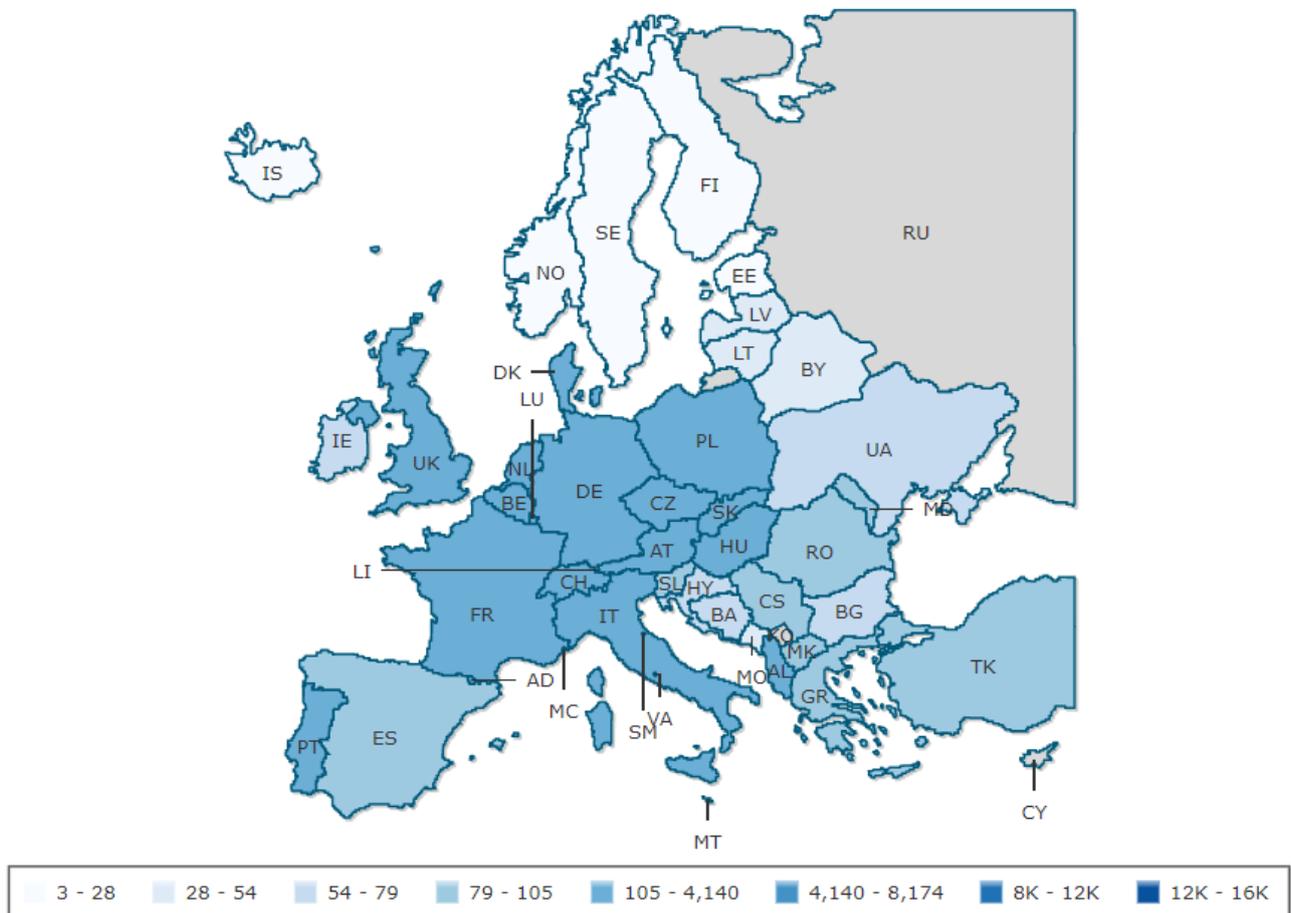


Figura 3: Densità di popolazione in Europa nel 2020 {CIA World Factbook}

Tra il 1960 e il 2015 si registra una crescita complessiva della popolazione europea di 101.7 milioni di abitanti

Grazie alle dimensioni ridotte, e al fabbisogno energetico molto limitato, le *tiny house* costituiscono senza dubbio una soluzione abitativa poco costosa ed eco sostenibile. Quando inoltre queste micro abitazioni sono mobili, hanno il vantaggio di poter essere spostate agevolmente e hanno un impatto limitato sull'ambiente e sulla comunità.

Progettare una *tiny house*, col passare del tempo, diventa una sfida avvincente ed il loro tipo di design incrementa una tendenza tanto da assumere le sembianze di un fenomeno architettonico di notevole importanza. Se è vero che i piccoli spazi impongono molti limiti alla progettazione, allo stesso tempo è anche vero che offrono interessanti opportunità. Ogni centimetro è fondamentale e quindi si dovrà ragionare su come poterlo sfruttare, trovando

soluzioni architettoniche che massimizzino lo spazio, giocando con la luce, l'arredamento, i materiali e i colori.

Tornando all'intuizione di James Law, il fine ultimo di questa nuova frontiera progettuale non è soltanto una riqualificazione architettonica e immobiliare del territorio ma anche e soprattutto un progetto di edilizia sociale per *«aiutare questi giovani, nutrirli, proteggerli, permettere loro un dignitoso passo avanti nella vita. Abbiamo bisogno di essere innovativi in termini di come progettiamo e costruiamo le nostre città. Solo così le persone potranno avere un ambiente migliore, un ambiente più accessibile. E penso che questo porti a una nuova generazione di architettura»*.

CAPITOLO 4

MODULARITÀ INGEGNERIZZAZIONE DEL PREFABBRICATO

L'architettura non è un prodotto di materiali e di funzioni — né, per incidenza, di condizioni sociali — ma dello spirito mutevole di epoche mutevoli. È lo spirito di un'epoca che pervade la sua vita sociale, la sua religione, la sua scienza, la sua arte.

-Nikolaus Pevsner-

Fino a qualche anno fa, il binomio edilizia e sostenibilità, suonava quasi come stonato, mentre oggi, la situazione è decisamente cambiata, grazie anche alla maggiore attenzione prestata verso le tematiche di efficienza energetica ed impatto ambientale. I passi da gigante dell'edilizia sostenibile stanno contribuendo quindi a creare soluzioni sempre più innovative. Stiamo parlando dell'emblema che sta guidando la rivoluzione sostenibile, e che ha coinvolto di riflesso tutto il settore edile ed il suo indotto. Queste particolari case, prefabbricate, contribuiscono a diminuire l'impatto ambientale aumentando parallelamente l'efficienza energetica nonché la sostenibilità della casa stessa¹.

L'idea di modularità e prefabbricazione ha origini molto antiche. Nell'edilizia del passato le progettazioni complesse erano riservate a pochi edifici, prevalentemente di culto e potere. L'edilizia "comune" era invece costituita di combinazioni di materiali e tecniche differenti, prettamente empiriche, che venivano tramandate tra generazioni e predisponavano le regole, di dimensione e proporzione, da rispettare per la costruzione.

¹ ALESSIA NOCIARO, *Modularità e Prefabbricazione. Cenni storici ed evoluzione dei sistemi*, MoDoM, febbraio 2017

Il pensiero di modularità è stato, implicitamente, fin da subito alla base delle tecniche di costruzione, basate su stili di vita, disponibilità dei materiali e conoscenze empiriche. Il concetto di prefabbricazione ha invece seguito un percorso più lento poiché l'idea di creare edifici con tecniche di assemblaggio e materiali prefabbricati necessitava di progettazione, conoscenze e produzione di elementi che, salvo eccezioni, non sono stati disponibili fino alla prima metà del XIX secolo. La sperimentazione del concetto di edificio prefabbricato sul campo è infatti avvenuto solo grazie alla meccanizzazione del cantiere, la disponibilità di macchinari adeguati al sollevamento e trasporto e alle prime aziende per la produzione dei materiali unite all'evoluzione tecnologica nel settore delle costruzioni civili e industriali.

Mentre in Europa avanzava la Rivoluzione Industriale, l'Oriente conosceva l'epoca della colonizzazione. La necessità di urbanizzare grandi città in breve tempo nelle Indie e in tutte le colonie ha infatti spinto gli impresari edili inglesi a produrre componenti in serie che venivano velocemente assemblati in cantiere². Nulla a che vedere con le attuali case prefabbricate in legno altamente personalizzate, ma il concetto di produzione era pressoché identico: componenti di case prodotti in industrie specializzate che venivano poi assemblate sul luogo in cui sarebbe sorto l'edificio.

A cavallo tra l'Ottocento e il Novecento lo sviluppo degli Stati Uniti d'America e la loro corsa verso Ovest portò alla necessità di avere case pronte da costruire e, così come era accaduto nel secolo precedente nelle Indie, proliferarono aziende specializzate nella realizzazione di veri e propri kit di montaggio per case prefabbricate. Conosciuto in tutto il mondo per le sue strutture visionarie, negli anni '10 anche il famoso architetto Frank Lloyd Wright aveva ideato una casa componibile realizzata sulla base di moduli standardizzati. I materiali pregiati e gli elevati costi di produzione fecero sì che la sua *Assembled House* non venne mai realizzata, ma le teorie di Wright aprirono la strada ad un nuovo concetto di casa prefabbricata: non più un edificio da costruire in fretta e furia per necessità, ma case di prestigio costruite secondo procedure standard per ottimizzare i processi ed aumentarne la qualità.

² THOMAS KÄLIN, *Case prefabbricate: una storia lunga 400 anni*, BAUTRUST, febbraio 2021

Pianificare economicamente la costruzione della propria casa prefabbricata è uno dei primi passi da compiere per verificarne in concreto la fattibilità: se è vero che esse permettono un controllo pressoché totale della spesa, sino all'ultimo centesimo, è vero anche che l'impresa di costruzioni, gli adempimenti tecnici vari, gli oneri comunali, gli allacciamenti e qualche imprevisto che ci può sempre essere, devono essere tenuti in debito conto per non eccedere nei costi e sforare quanto preventivato.

Concentrandoci ora sull'iter burocratico³ necessario alla costruzione di una struttura prefabbricata, sembrerebbe meno fitto rispetto a quello di un'abitazione tradizionale. In realtà, le cose non stanno così, anzi: costruire una casa prefabbricata non si differenzia molto dalla costruzione di un'abitazione in muratura tradizionale. Realizzare un'abitazione mediante prefabbricazione non è un espediente per aggirare i vincoli legislativi previsti in materia costruttiva. Le pratiche da gestire sono le stesse, così come le autorizzazioni, le concessioni edilizie e l'edificabilità del terreno.

Si tratta di una struttura abitativa a tutti gli effetti, soggetta ai regolamenti per la realizzazione di strutture abitative, intese in senso classico, anche considerando il fatto che essendo montata su fondazioni in cemento armato, essa diventa una vera e propria struttura permanente con durata pari alle abitazioni tradizionali in muratura.

Come avviene per le costruzioni convenzionali, anche il progetto relativo alla realizzazione di una casa prefabbricata deve essere avviato e seguito da un tecnico abilitato – come un ingegnere, un architetto o un geometra – in veste di direttore dei lavori e responsabile del cantiere. Successivamente, a lui si dovranno affiancare ulteriori figure professionali che si occuperanno di tutte le fasi che riguardano il progetto.

Le case prefabbricate rappresentano oggi una soluzione costruttiva moderna e affidabile, una valida alternativa ai tradizionali sistemi in muratura. Non a caso, il relativo mercato sta conoscendo una lenta ma continua crescita. I vantaggi in termini di costi e spese sono considerevoli. Sono costruzioni altamente performanti, che rispettano gli ultimi dettami in

³ MAURA CORRADO, *Case prefabbricate: quali autorizzazioni servono?*, *la legge per tutti*, settembre 2016

materia di risparmio energetico, sicurezza, isolamento, e che possono essere personalizzate in ogni dettaglio, ma mantengono ancora il concetto chiave della loro invenzione: la facilità e velocità di costruire una casa confortevole ed accogliente.

Ringrazio il Prof. Pierre Latteur e il Prof. Paolo Piantanida per l'attenta supervisione e l'importante contributo dato alla progettazione.

Ringrazio la Prof.ssa Ilaria Butera, la Prof.ssa Emilia Maria Garda e la Prof.ssa Yvette Pelsler per la disponibilità e il tempo dedicato.

4.1 STATO DI PROGETTO

In ogni campo della progettazione è necessario riuscire a prevedere le opere del futuro e sforzarsi di comprendere a quali innovazioni saranno assoggettate; è opportuno esplorare ogni possibilità aprendo la visione progettuale al suo futuro quantico.

-Patrizia Boi-

Il progetto nasce dall'esigenza ormai largamente diffusa di unire comfort, benessere ed eco-sostenibilità in un corpo abitativo intelligente degno di essere vissuto. L'auspicio è quello di rispondere ai diversi problemi e interrogativi dell'edilizia classica che con ritardi quasi proverbiali nei lavori e l'aumento vertiginoso dei costi provocato da ciascuna variante in corso d'opera, sembra stia quasi per "ammettere la sua sconfitta".

Il sistema costruttivo scelto è quello a secco, basato sull'assemblaggio agevole, stabile e sicuro di elementi prefabbricati in acciaio, seguendo un metodo semplice ed efficace per progettare tutte le componenti dell'edificio e programmarne l'impiego in cantiere come "mattoni" prodotti in fabbrica secondo elevati standard di manifattura e controllo. In questo modo è possibile diminuire la quantità di materiale di scarto, aumentare la rapidità esecutiva e garantire un misurabile vantaggio economico nella costruzione.

I materiali calcolati e utilizzati con criteri modulari consentono una precisa e ottimizzata programmazione delle spese, con una decisa riduzione degli sprechi, mentre la leggerezza

delle strutture garantisce l'abbassamento dei costi relativi a fondazioni, volumi di scavo e getto. Al contenimento e alla corretta previsione dell'impegno finanziario contribuiscono, com'è evidente, anche la brevità e la prevedibilità dei tempi di costruzione.

La struttura in acciaio è duttile, in grado di fronteggiare eventuali scosse sismiche con efficacia multipla rispetto ai materiali più rigidi come il cemento e la muratura, per di più consentendo maggior facilità di ripristino delle parti se danneggiate. La costruzione realizzata a secco garantisce inoltre una grande resistenza passiva in caso d'incendio e la manifattura industriale di tutti gli elementi presuppone maggiori controlli e assicura superiore affidabilità per ogni singolo componente dell'edificio.

Per il progetto è stata scelta una platea di fondazione in calcestruzzo con successivo annegamento dei tirafondi di ancoraggio. Fondazioni continue così sviluppate garantiscono il corretto assorbimento dei carichi trasmessi dalla struttura sovrastante e l'efficace distribuzione al suolo. La struttura perimetrale di elementi modulari è sorretta da un telaio in acciaio strutturale mentre il solaio è in travi di legno lamellare abbinato a un tavolato di elevata qualità. La copertura è piana per aumentare gli spazi a disposizione.

Grazie al sistema costruttivo del cappotto esterno con i suoi correnti metallici, i rivestimenti sono all'insegna della personalizzazione e della flessibilità. Come anche i serramenti integrati nell'aspetto complessivo dell'edificio: robusti, sicuri e capaci di garantire il corretto isolamento termico. Grazie alla struttura in acciaio, porte e finestre si aprono su pareti non limitate da vincoli strutturali.

La distribuzione planimetrica, implementata in una prima soluzione progettuale, ha il compito di condensare tutti gli ambienti rendendo in questo modo l'unità abitativa un concept replicabile e di facile realizzazione. Gli spazi sono stati ripensati in modo da garantire meno postazioni rendendo gli ambienti diffusi e non più centralizzati.

Il progetto descrive quindi una "mini-casa" di poche decine di metri quadrati ma sfruttati al massimo. La luce all'interno è massimizzata grazie alle ampie vetrate. Gli ambienti sono caratterizzati da un design minimale, senza però rinunciare alle comodità di tutti i giorni.

L'unità è in grado di ospitare agevolmente due persone, incontrando così le esigenze di una società in continua evoluzione.

Al piano terra troviamo un ampio spazio aperto centrale che funge da cucina a pianta aperta, sala da pranzo e soggiorno, e la zona bagno in un ambiente indipendente. Al primo piano una camera da letto provvista di zona studio. Pensili a muro, scaffali e persiane integrate nelle pareti sono solo alcune delle soluzioni salvaspazio pensate per questo progetto. La copertura è adibita a spazio verde privato.

Tutti gli impianti sono convogliati nella parte posteriore dell'abitazione e sul tetto sono installati dei pannelli fotovoltaici deputati al fabbisogno energetico dell'unità. Isolamento termoacustico elevato, impianti di riscaldamento e condizionamento ottimizzati e integrati alla perfezione nella struttura, garantiscono ambienti salubri e liberi dall'umidità. L'illuminazione interna prevede luci a led con maggiore durata e minore spesa. La temperatura interna è regolata da un impianto a biomasse solide e la diffusione negli ambienti è assicurata mediante sistemi a pavimento. Un impianto di ventilazione controllata riduce il fabbisogno energetico per il riscaldamento e assicura il ricambio d'aria costante, in vista di un maggiore e ottimale comfort abitativo. Un sistema di automazione elettrica completa il progetto regalando praticità ed efficienza.

Il progetto, nella sua interezza, risulta modulare nelle materie ma non nella concezione, consentendo così la realizzazione di case autentiche, su misura dei desideri espressi dal committente. Il concept modulare e la tecnica del prefabbricato non limitano le possibilità di personalizzazione e sviluppo del progetto secondo le effettive e puntuali necessità, o i gusti, del committente. Ogni costruzione è diversa e risponde alle esigenze, alla storia, allo stile scelto, e nell'aspetto finale risulta, in tutto e per tutto, una casa tradizionale.

Per quanto non espressamente sopra riportato si rimanda alle allegate "TAVOLE DI PROGETTO" costituenti parte integrante del presente lavoro.

4.2 TAVOLE DI PROGETTO

La frase più bella che ricordo nella mia vita l'ha detta un bambino quando parlava di un disegno: "Che cos'è un disegno? È un'idea con intorno una linea". È bellissimo, questa è tutta la mia vita.

-Bruno Bozzetto-

La progettazione e la redazione delle tavole tecniche sono state condotte utilizzando la suite dell'azienda Autodesk, in particolare il software Autodesk Revit che consente la progettazione con elementi di modellazione parametrica e di disegno. La modellazione BIM permette un approccio più vicino alla realtà percepita, avvicinandosi sempre di più alla concretezza. Da una visione generale d'insieme, nell'approfondire lo studio, si passa alla vista di dettaglio puntando l'attenzione sulle soluzioni progettuali adottate.

4.3 MODELLI DI ANALISI

Il vero genio risiede nella capacità di valutazione di informazioni incerte, pericolose e conflittuali.

-Winston Churchill-

L'interoperabilità offerta dal software di modellazione digitale utilizzato permette l'implementazione di modelli di analisi per lo studio e la verifica dell'intero progetto. A questo proposito, sono stati approfonditi gli aspetti indispensabili per completare questo lavoro:

- Analisi strutturale del telaio in acciaio – software SCIA, Nemetschek Group
- Piano di manutenzione delle strutture portanti – software ManTus, ACCA Software
- Analisi complessiva dei costi – software PriMus, ACCA Software
- Livello di impronta ecologica dell'unità abitativa – criteri di classificazione ITACA
- Attestato di prestazione energetica – software DOCET, Agenzia Nazionale ENEA



POLITECNICO DI TORINO

a.a. 2021 - 2022

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

TESI DI LAUREA II LIVELLO

ARCHITETTURA SOSTENIBILE E COSTRUZIONE MODULARE
LA NUOVA FRONTIERA DELL'INGEGNERIA

RELATORI

Prof. Ing. Pierre LATTEUR
Prof. Ing. Paolo PIANTANIDA

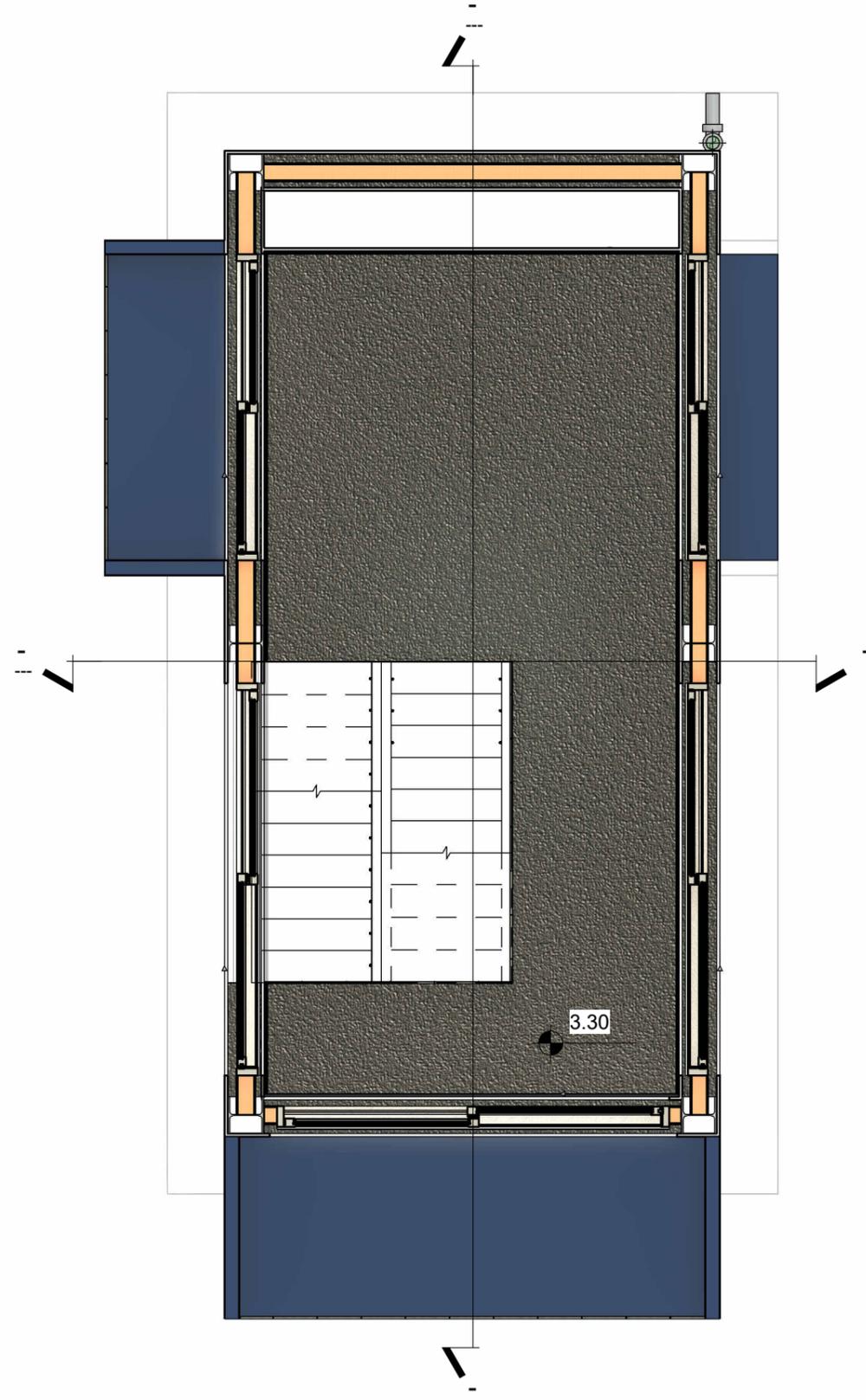
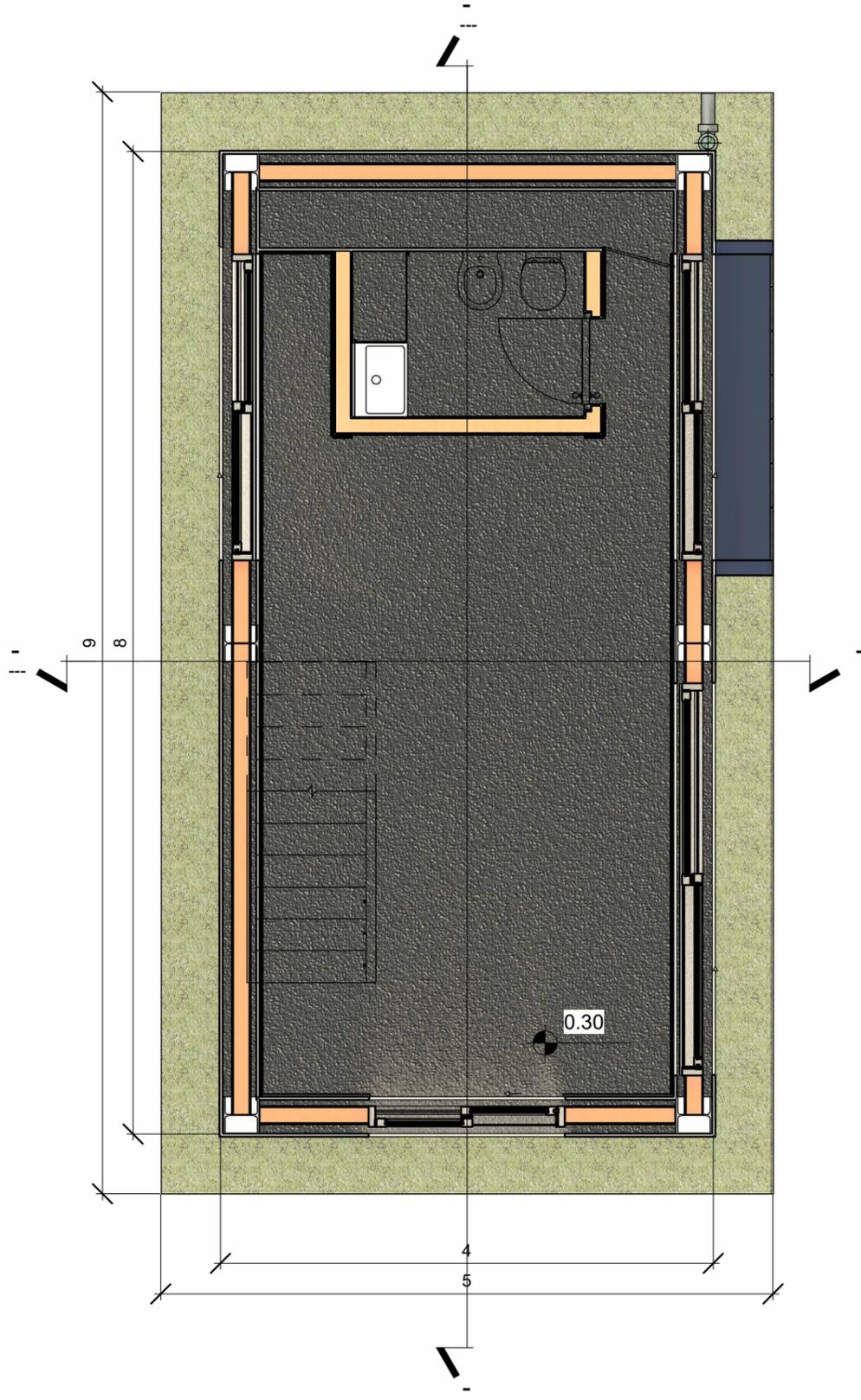
CANDIDATO

Luca Manuel MINERVA

TAVOLA N. 01

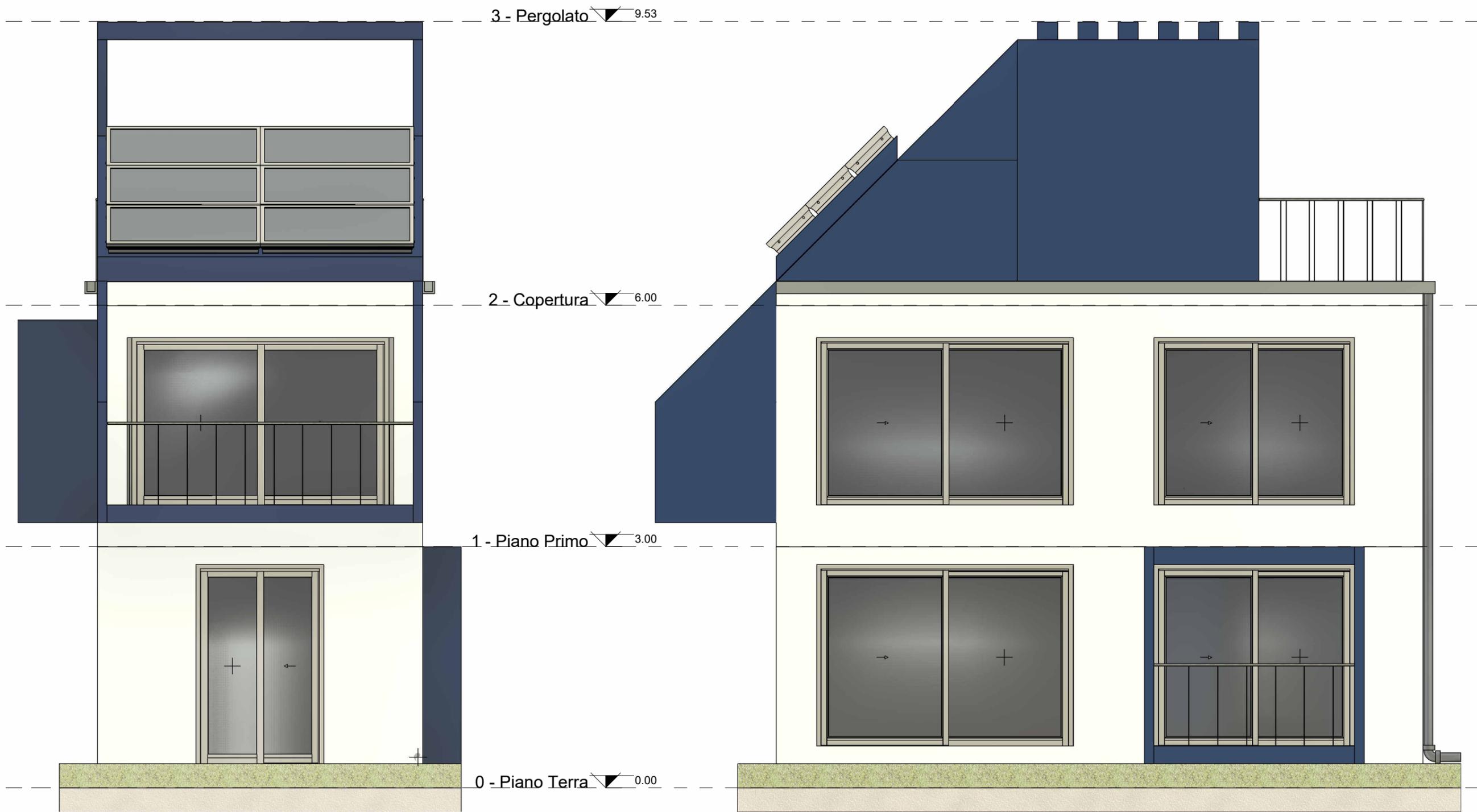
STATO DI PROGETTO
PLANIMETRIA GENERALE
SCALA 1:50 [m]

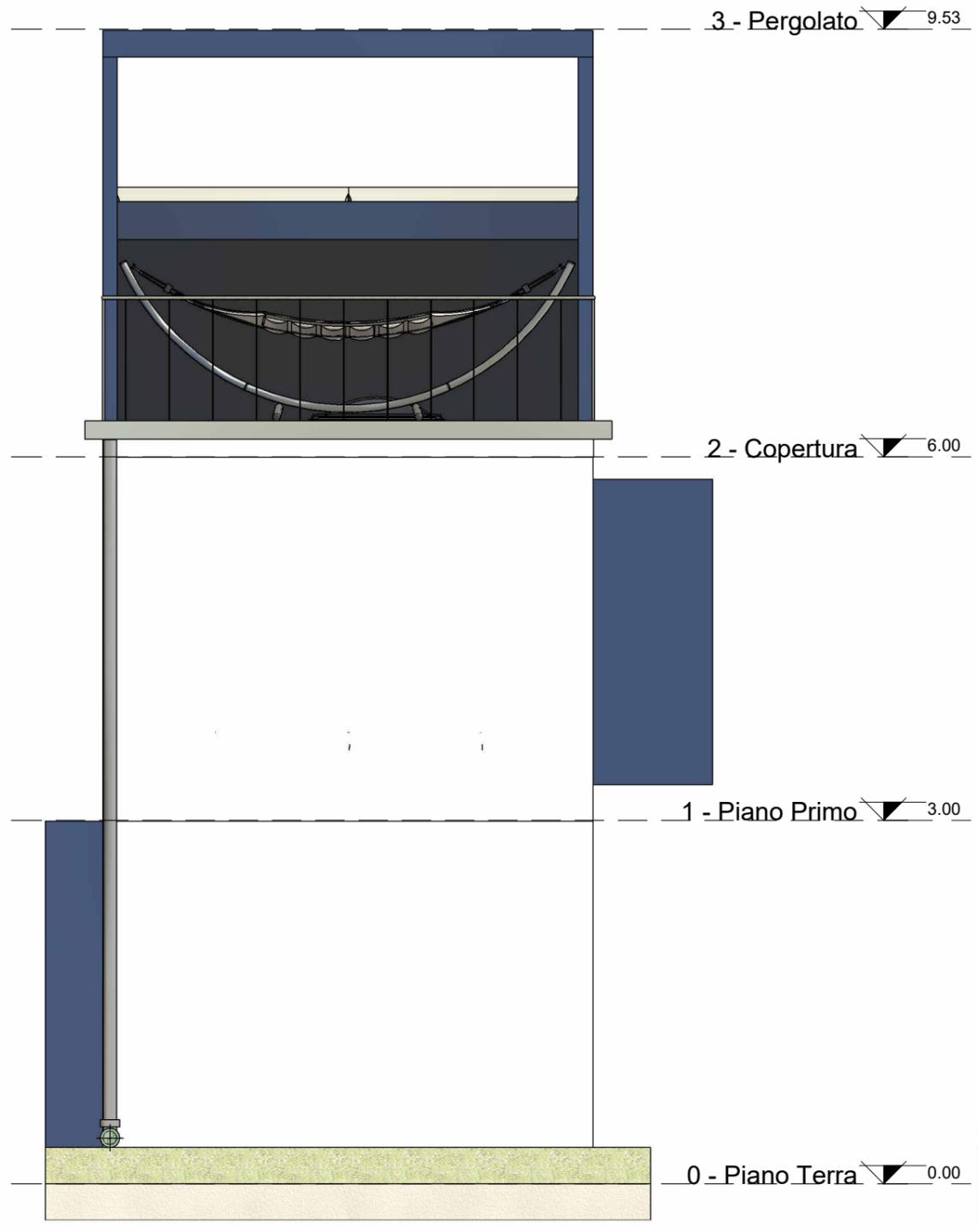


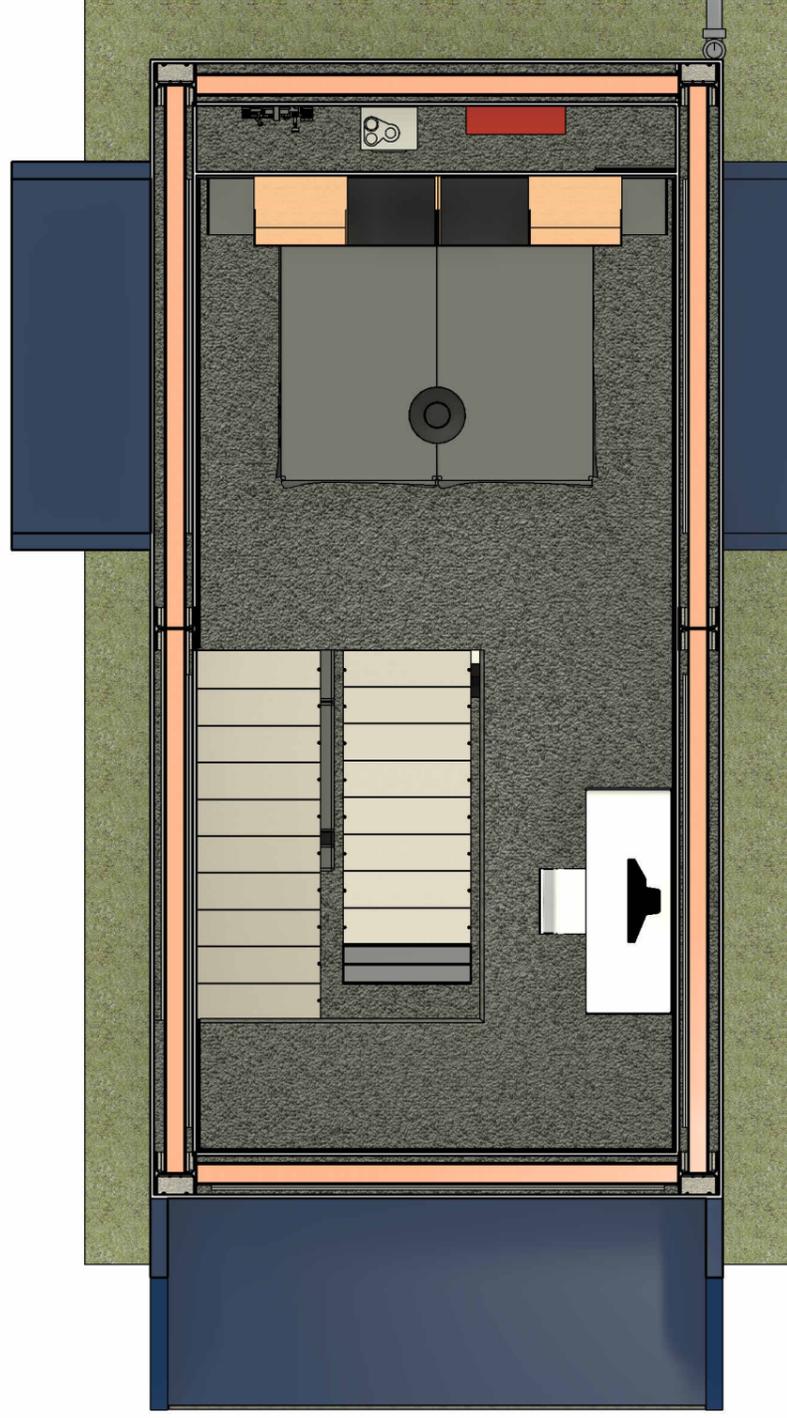


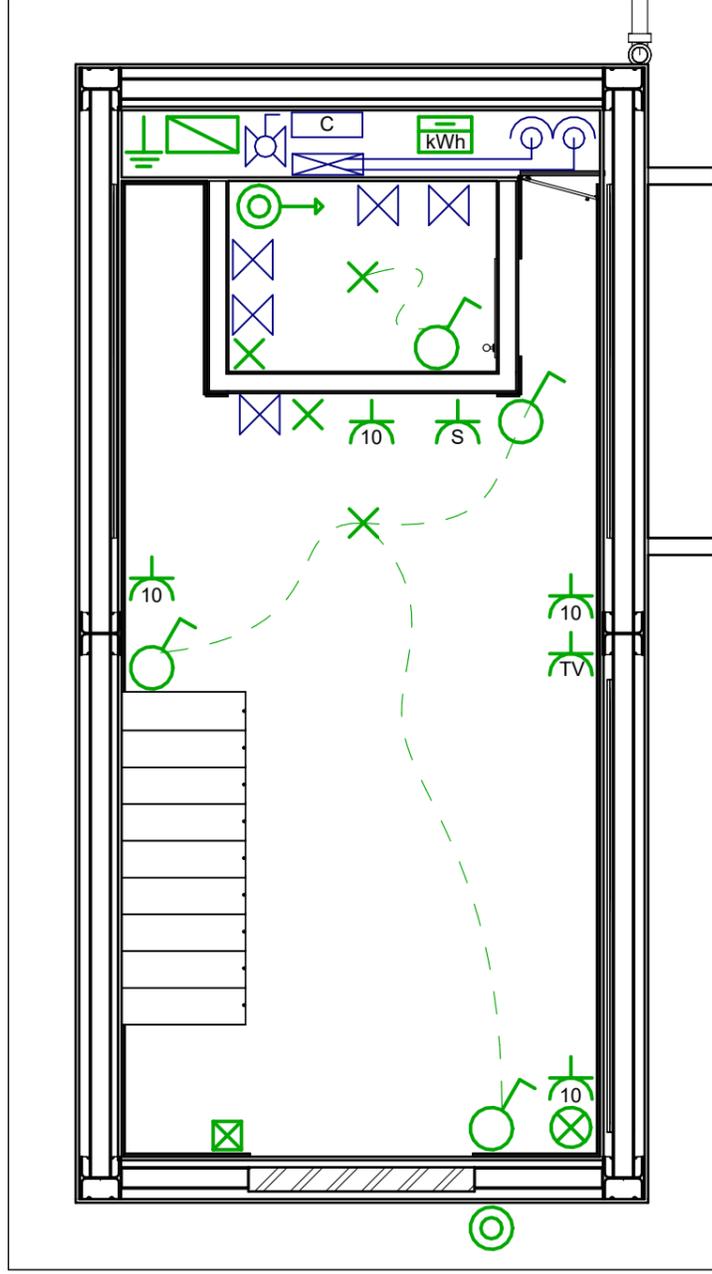






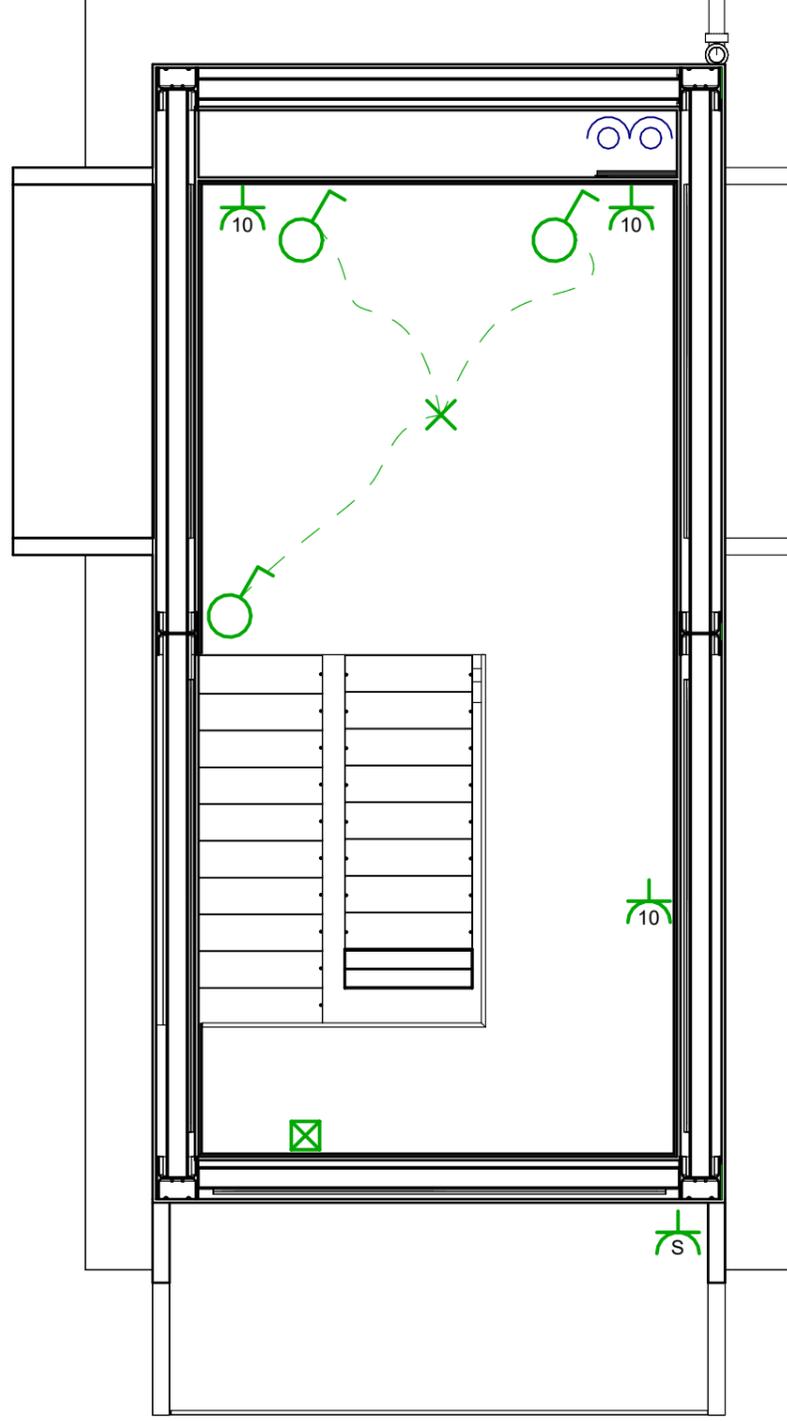




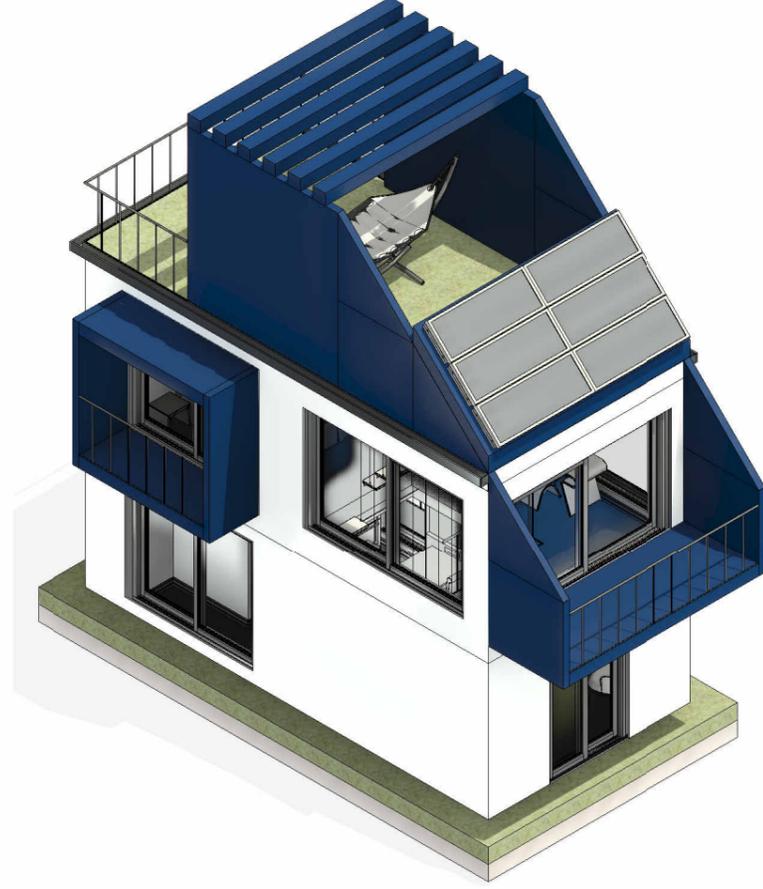
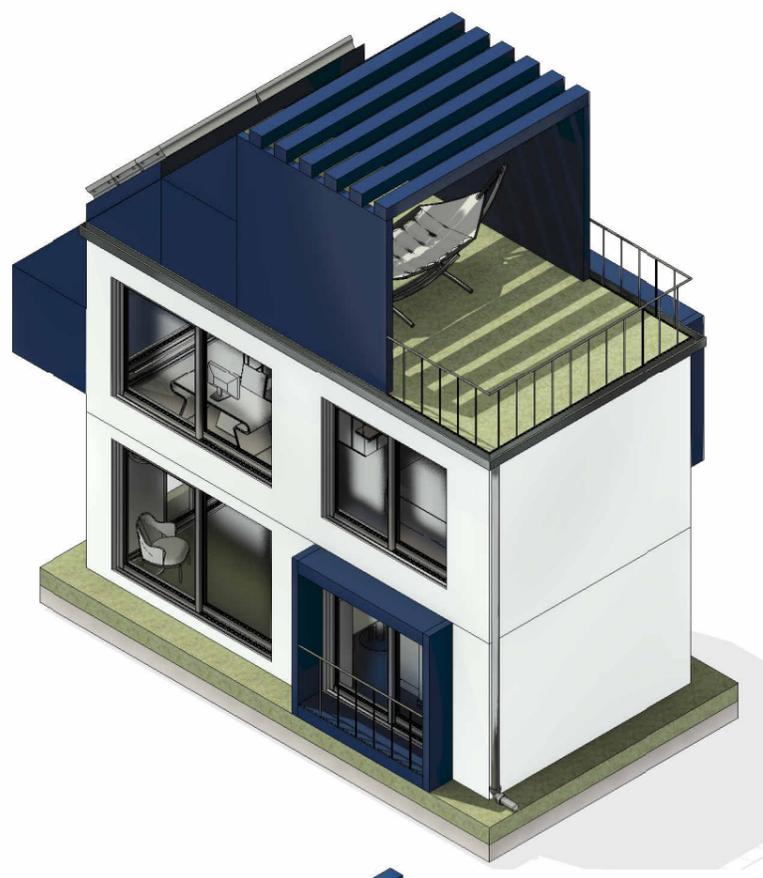
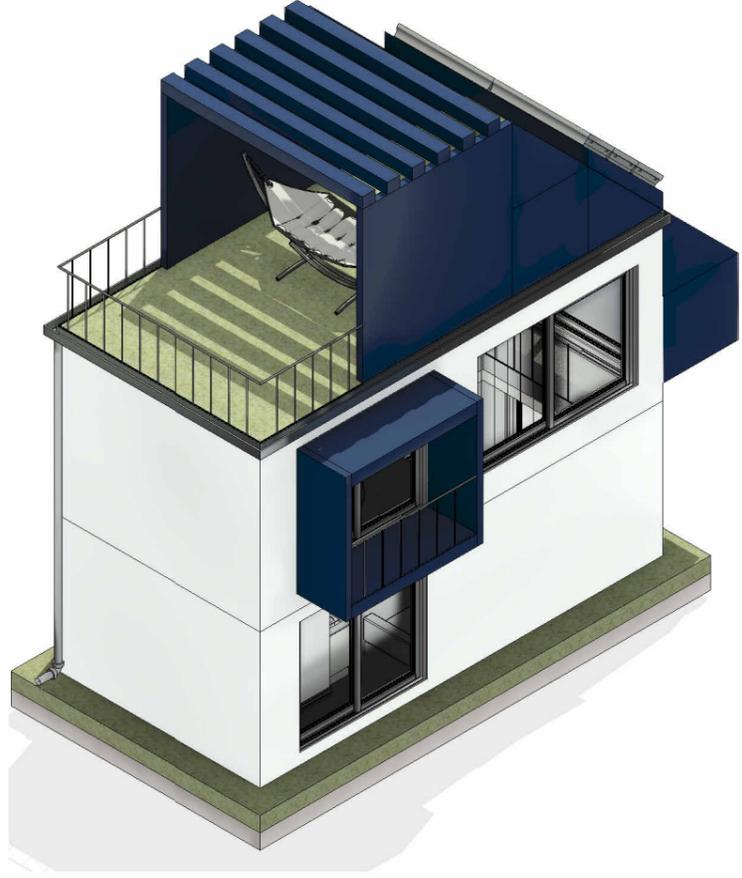
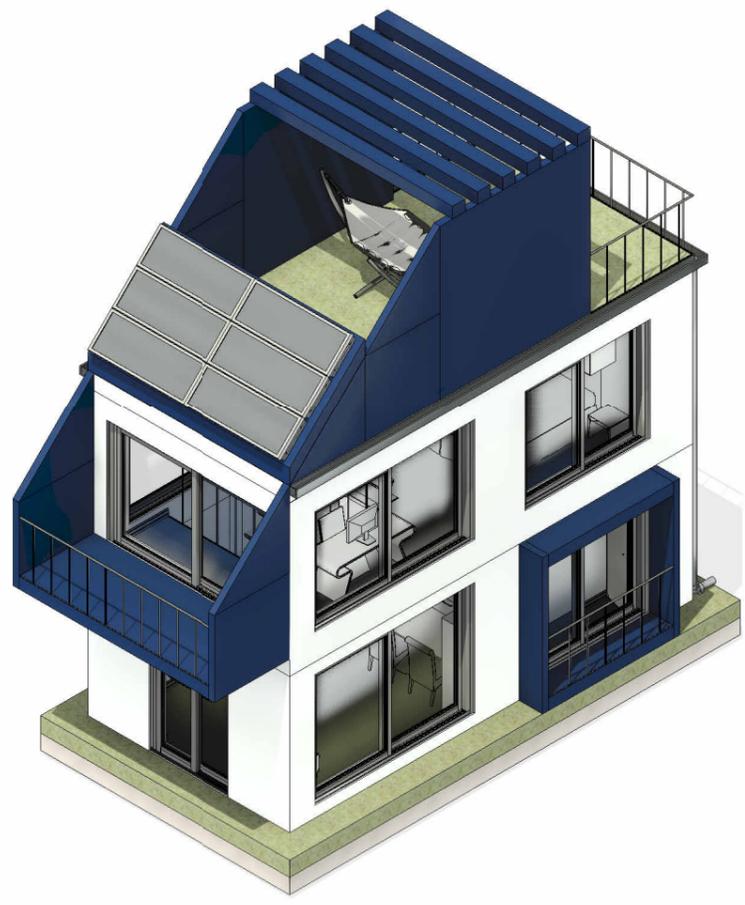


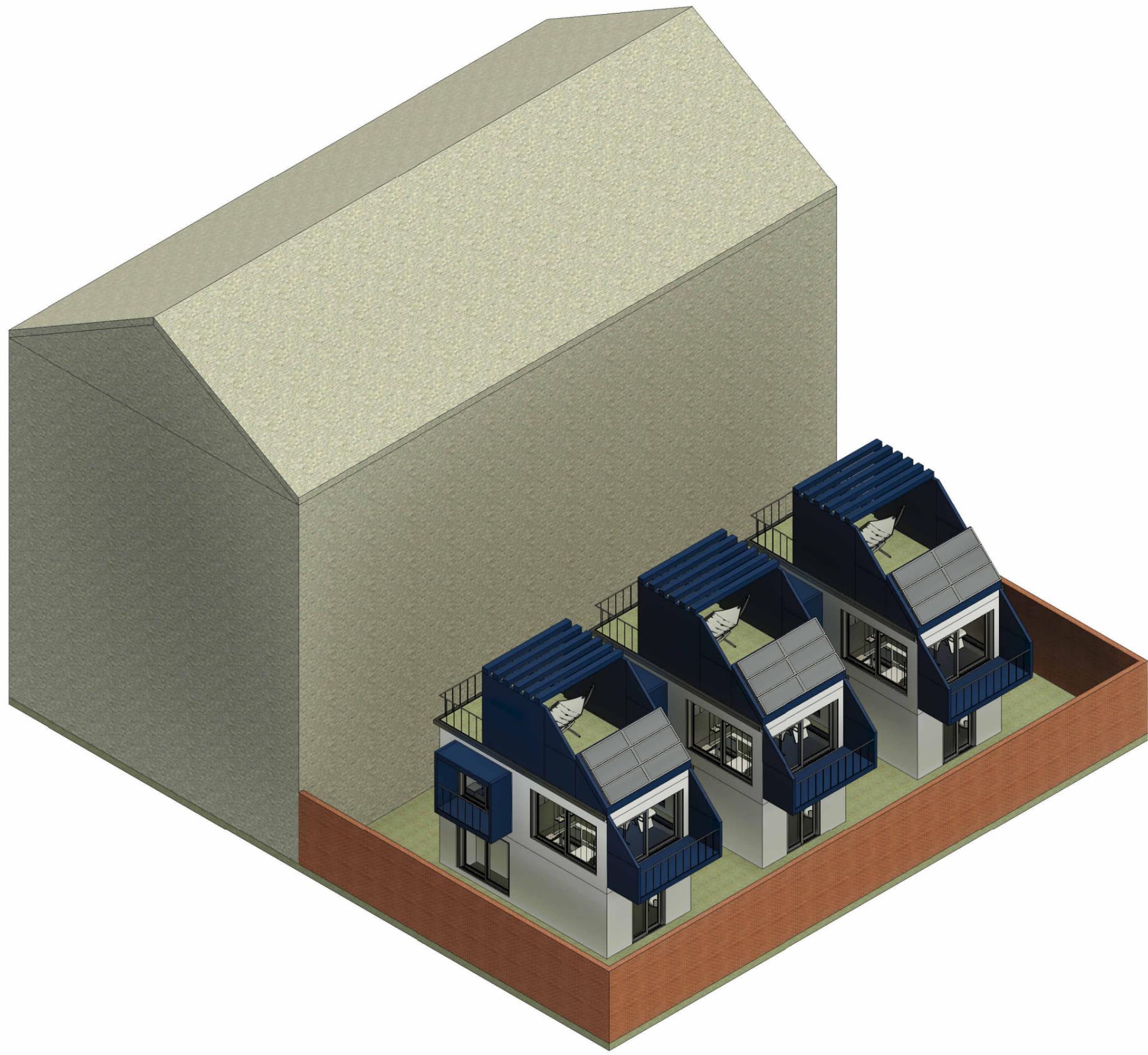
IMPIANTO ELETTRICO

IMPIANTO IDRICO

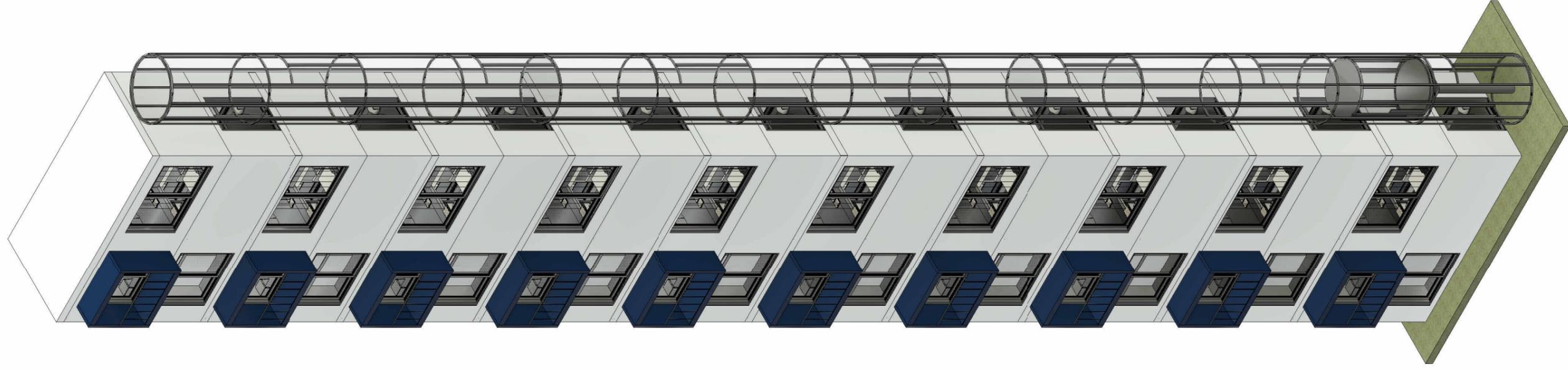












Project Structural steel frame

1. Table of contents

1. Table of contents	1
2. Project	1
3. BIM structure	1
4. Setup manager	2
5. Cross-sections	2
6. Materials	4
7. ShearConnectors	4
8. Load cases	4
9. Combinations	4
10. Point force in node	4
11. Line force	4
12. Members	5
13. SCIA model	5
14. EC-EN 1993 Steel check ULS	6
15. EC-EN 1993 Steel Check SLS	6
16. 3D stress	6
17. 3D displacement	7
18. Results analysis	7

2. Project

Licence name	Ecople Polytechnique Louvain
Project	Structural steel frame
Description	Analysis of loads and deformations
Author	Luca Manuel Minerva
Date	03. 10. 2021
Structure	General XYZ
No. of nodes :	18
No. of beams :	20
No. of slabs :	0
No. of solids :	0
No. of used profiles :	2
No. of load cases :	2
No. of used materials :	1
Acceleration of gravity [m/s ²]	9,810
National code	EC - EN

3. BIM structure



4. Setup manager

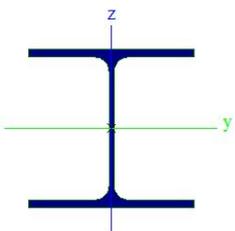
Psi factors

Load	Psi0	Psi1	Psi2
CategoryA	0.7	0.5	0.3
CategoryB	0.7	0.5	0.3
CategoryC	0.7	0.7	0.6
CategoryD	0.7	0.7	0.6
CategoryE	1	0.9	0.8
CategoryF	0.7	0.7	0.6
CategoryG	0.7	0.5	0.3
CategoryH	0	0	0
Snow	0.5	0.2	0
Wind	0.6	0.2	0
Temperature	0.6	0.5	0
Construction loads	1	0	0.2

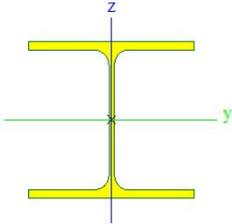
Load combination factors

Permanent action - unfavorable	1,35
Permanent action - favorable	1,00
Leading variable action	1,50
Accompanying variable action	1,50
Reduction factor ksi	0,85
Permanent action - unfavorable	1,00
Permanent action - favorable	1,00
Leading variable action	1,30
Accompanying variable action	1,30

5. Cross-sections

CS2		
Type	HEA300	
Formcode	1 - I section	
Shape type	Thin-walled	
Item material	S 355	
Fabrication	rolled	
Colour		
Flexural buckling y-y, Flexural buckling z-z	b	c
A [m²]	1,1300e-02	
A _y [m²], A _z [m²]	8,1300e-03	2,6502e-03
A _L [m²/m], A _D [m²/m]	1,7200e+00	1,7164e+00
C _{y,UCS} [mm], C _{z,UCS} [mm]	150	145
α [deg]	0,00	
I _y [m⁴], I _z [m⁴]	1,8300e-04	6,3100e-05
i _y [mm], i _z [mm]	127	75
W _{el,y} [m³], W _{el,z} [m³]	1,2600e-03	4,2100e-04
W _{pl,y} [m³], W _{pl,z} [m³]	1,3833e-03	6,4167e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,92e+05	4,92e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,28e+05	2,28e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m⁴], I _w [m⁶]	8,5200e-07	1,1998e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Picture		
CS3		
Type	HEA200	
Formcode	1 - I section	
Shape type	Thin-walled	

Project Structural steel frame

Item material	S 355	
Fabrication	rolled	
Colour		
Flexural buckling y-y, Flexural buckling z-z	b	c
A [m ²]	5,3800e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,8781e-03	1,3287e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1400e+00	1,1360e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	100	95
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,6900e-05	1,3400e-05
i _y [mm], i _z [mm]	83	50
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,8900e-04	1,3400e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,2917e-04	2,0375e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,53e+05	1,53e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,24e+04	7,24e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,1000e-07	1,0800e-07
β _y [mm], β _z [mm]	0	
Picture		

Explanations of symbols	
Formcode	h - Height b - Flange width t - Flange thickness s - Web thickness r - Radius at flange root r1 - Radius at flange toe a - Flange slope W - Internal bolt distance wm - Unit warping at flange toe
A	Area
A _y	Shear Area in principal y-direction
A _z	Shear Area in principal z-direction
A _L	Circumference per unit length
A _D	Drying surface per unit length
c _{y,UCS}	Centroid coordinate in Y-direction of Input axis system
c _{z,UCS}	Centroid coordinate in Z-direction of Input axis system
I _{y,LCS}	Second moment of area about the YLCS axis
I _{z,LCS}	Second moment of area about the ZLCS axis
I _{yz,LCS}	Product moment of area in the LCS system
α	Rotation angle of the principal axis system
I _y	Second moment of area about the principal y-axis
I _z	Second moment of area about the principal z-axis
i _y	Radius of gyration about the principal y-axis

Explanations of symbols	
i _z	Radius of gyration about the principal z-axis
W _{el,y}	Elastic section modulus about the principal y-axis
W _{el,z}	Elastic section modulus about the principal z-axis
W _{pl,y}	Plastic section modulus about the principal y-axis
W _{pl,z}	Plastic section modulus about the principal z-axis
M _{pl,y,+}	Plastic moment about the principal y-axis for a positive My moment
M _{pl,y,-}	Plastic moment about the principal y-axis for a negative My moment
M _{pl,z,+}	Plastic moment about the principal z-axis for a positive Mz moment
M _{pl,z,-}	Plastic moment about the principal z-axis for a negative Mz moment
d _y	Shear center coordinate in principal y-direction measured from the centroid
d _z	Shear center coordinate in principal z-direction measured from the centroid
I _t	Torsional constant
I _w	Warping constant
β _y	Mono-symmetry constant about the principal y-axis
β _z	Mono-symmetry constant about the principal z-axis

6. Materials

Steel EC3

Name	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Lower limit [mm]	Upper limit [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Colour
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 355	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	355,0	490,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	335,0	470,0	

7. ShearConnectors

Name	Type	Diameter/width [mm]	Nominal height [mm]	In-situ height [mm]	Material
SC1	Stud	25	100	95	S 355

8. Load cases

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
LC1	Self weight	Permanent Self weight	LG1	-Z
LC2	Analysis	Permanent Standard	LG1	

9. Combinations

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
SLS-Char (auto)1		EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight	1,00
ULS-Set B (auto)		EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - Self weight LC2 - Analysis	1,00 1,00
SLS-Char (auto)		EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight LC2 - Analysis	1,00 1,00

10. Point force in node

Name	Node	Load case	System	Dir	Type	Value - F [kN]
F1	N14	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-10,50
F2	N17	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-10,50
F3	N18	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-10,50
F4	N15	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-10,50
F5	N16	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-19,50
F6	N13	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-19,50

11. Line force

Name	Member	Type	Dir	Value - P ₁	Pos x ₁	Coor	Orig	Ecc ey [m]
				[kN/m]	Pos x ₂			
	Load case	System	Distribution	Value - P ₂ [kN/m]				
LF1	B13	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF2	B12	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF3	B11	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF4	B10	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF5	B20	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF6	B19	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF7	B18	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000

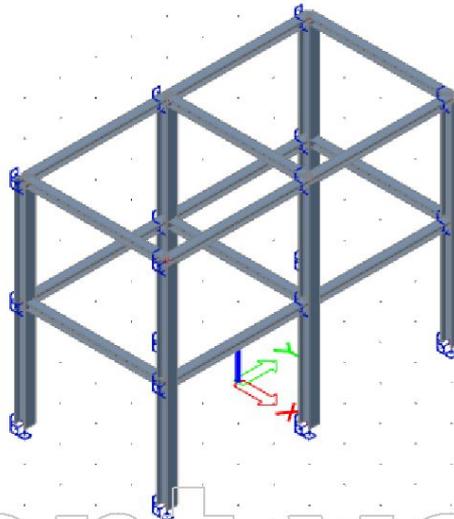
Project Structural steel frame

Name	Member	Type	Dir	Value - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coor	Orig	Ecc ey [m]
	Load case	System	Distribution	Value - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Ecc ez [m]
LF8	B17	Force	Z	-3,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF9	B9	Force	Z	-3,50	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF10	B16	Force	Z	-3,50	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF11	B14	Force	Z	-3,50	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF12	B7	Force	Z	-3,50	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF13	B8	Force	Z	-6,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000
LF14	B15	Force	Z	-6,00	0.000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1.000	Length		0,000

12. Members

Name	Cross-section	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B1	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N1	N13	column (100)
B2	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N3	N16	column (100)
B3	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N5	N18	column (100)
B4	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N7	N17	column (100)
B5	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N9	N14	column (100)
B6	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N11	N15	column (100)
B7	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N17	N18	beam (80)
B8	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N16	N13	beam (80)
B9	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N14	N15	beam (80)
B10	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N18	N13	beam (80)
B11	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N17	N16	beam (80)
B12	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N13	N15	beam (80)
B13	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N16	N14	beam (80)
B14	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N8	N6	beam (80)
B15	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N4	N2	beam (80)
B16	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N10	N12	beam (80)
B17	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N6	N2	beam (80)
B18	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N2	N12	beam (80)
B19	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N8	N4	beam (80)
B20	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N4	N10	beam (80)

13. SCIA model



14. EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
 Load case: LC2
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Global
 Selection: All

Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]
B8	0,000	LC2	CS3 - HEA200	S 355	0,05	0,05	0,00

15. EC-EN 1993 Steel Check SLS

Linear calculation
 Load case: LC1
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Global
 Selection: All

Limit setting

Name	dx [m]	L _{def,y} [m] L _{def,z} [m]	Total load y [1/xx] Total load z [1/xx]	Variable load y [1/xx] Variable load z [1/xx]	Lim. u _{y,max} [mm] Lim. u _{z,max} [mm]	Lim. u _{y,var} [mm] Lim. u _{z,var} [mm]
B7	0,000	4,000 4,000	1/200 1/200	1/360 1/360	20,0 20,0	11,1 11,1

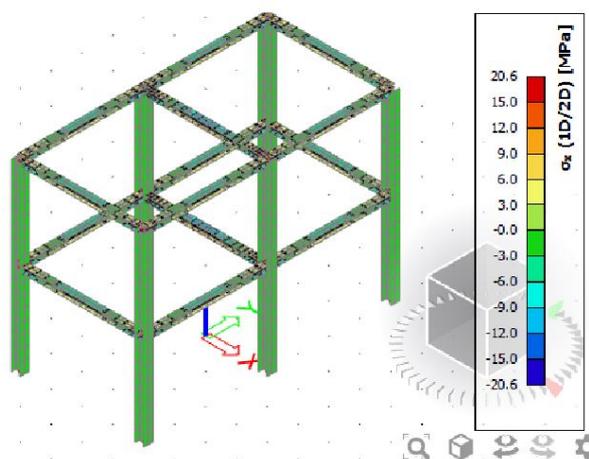
16. 3D stress

Linear calculation
 Load case: LC2
 Selection: All
 Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
 Basic magnitudes

Results on 1D member

Extreme 1D: Global

Name	dx [m]	Fibre	Case	σ _x [MPa]	T _{xy} [MPa]	T _{xz} [MPa]	T _{tor} [MPa]
B8	0,000	1	LC2	-20,6	0,0	0,0	0,0
B8	0,000	13	LC2	20,6	0,0	0,0	0,0

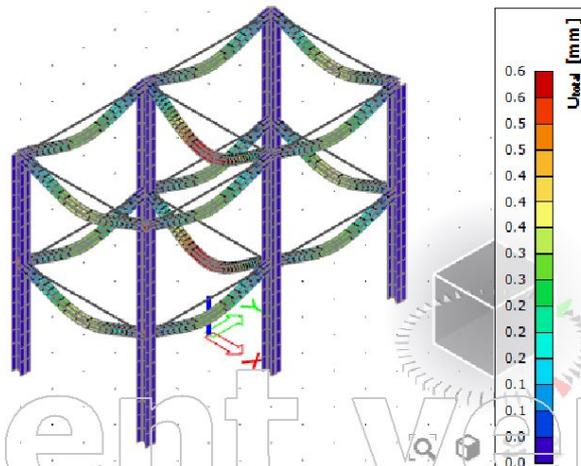


17. 3D displacement

Linear calculation
 Load case: LC2
 Selection: All
 Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element

Results on 1D member:
 Extreme 1D: Global

Name	dx [m]	Fibre	Case	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]	U _{total} [mm]
B1	0,000	1	LC2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B8	2,000-	1	LC2	0,0	0,0	-0,6	0,0	0,0	0,0	0,6



18. Results analysis

Up to this point we have used the software for the calculation of the deformations of the structural elements inserted in the calculation model. Let us now analyze the results obtained to verify that the structure and therefore the calculated deformations respect the constraints imposed by the construction legislation.

As for the preservation of the appearance and functionality of the work, the long-term arrows of the beams, calculated under the quasi permanent condition of the loads, should not exceed the limit of 1/250 of the span.

We therefore consider the beam where we have the maximum value of the calculated deformation:

Beam length = 3.4 m

Imposed limit = $3.4/250 \text{ m} = 0.0136 \text{ m} = 13.6 \text{ mm}$

Calculated deformation = 0.6 mm

Since the calculated deformation is much smaller than that imposed by the standard, this verification is satisfied.

With regard to the integrity of the partition walls and bearing walls, the arrows of the beams, calculated under the quasi permanent condition of the loads, should not exceed the limit of 1/500 of the span.

We therefore consider the beam where we have the maximum value of the calculated deformation:

Beam length = 3.4 m

Imposed limit = $3.4/500 \text{ m} = 0.0068 \text{ m} = 6.8 \text{ mm}$

Calculated deformation = 0.6 mm

Since the calculated deformation is much smaller than that imposed by the standard, this verification is satisfied.

From the results we can also deduce that the design was carried out maintaining results largely in favor of safety, corroborating the thesis of the effectiveness of prefabricated structures.

1. Table of contents

1. Table of contents	8
2. Project	8
3. BIM structure	8
4. Setup manager	9
5. Cross-sections	9
6. Materials	11
7. ShearConnectors	11
8. Load cases	11
9. Combinations	11
10. Point force in node	12
11. Line force	12
12. Members	16
13. SCIA model	19
14. EC-EN 1993 Steel check ULS	20
15. EC-EN 1993 Steel Check SLS	20
16. 3D stress	20
17. 3D displacement	21
18. Results analysis	21

2. Project

Licence name	Ecole Polytechnique Louvain
Project	Tower structural steel frame
Description	Analysis of loads and deformations
Author	Luca Manuel Minerva
Date	04. 12. 2021
Structure	General XYZ
No. of nodes :	126
No. of beams :	200
No. of slabs :	0
No. of solids :	0
No. of used profiles :	5
No. of load cases :	2
No. of used materials :	1
Acceleration of gravity [m/s ²]	9,810
National code	EC - EN

3. BIM structure



4. Setup manager

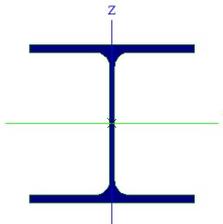
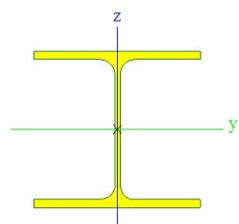
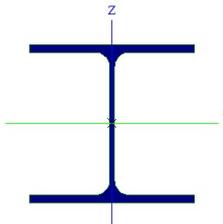
Psi factors

Load	Psi0	Psi1	Psi2
CategoryA	0,7	0,5	0,3
CategoryB	0,7	0,5	0,3
CategoryC	0,7	0,7	0,6
CategoryD	0,7	0,7	0,6
CategoryE	1	0,9	0,8
CategoryF	0,7	0,7	0,6
CategoryG	0,7	0,5	0,3
CategoryH	0	0	0
Snow	0,5	0,2	0
Wind	0,6	0,2	0
Temperature	0,6	0,5	0
Construction loads	1	0	0,2

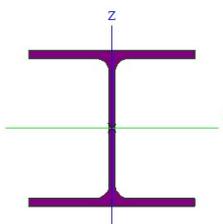
Load combination factors

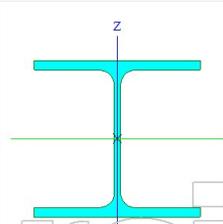
Permanent action - unfavorable	1,35
Permanent action - favorable	1,00
Leading variable action	1,50
Accompanying variable action	1,50
Reduction factor ksi	0,85
Permanent action - unfavorable	1,00
Permanent action - favorable	1,00
Leading variable action	1,30
Accompanying variable action	1,30

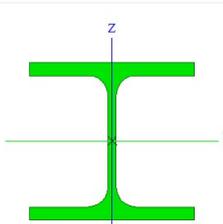
5. Cross-sections

CS2			CS4		
Type	HEA300		Item material	S 355	
Formcode	1 - I section		Fabrication	rolled	
Shape type	Thin-walled		Colour	rolled	
Item material	S 355		Flexural buckling y-y,	b	c
Fabrication	rolled		Flexural buckling z-z		
Colour	■		A [m ²]	5,3800e-03	
Flexural buckling y-y,	b	c	A _y [m ²], A _z [m ²]	3,8781e-03 1,3287e-03	
Flexural buckling z-z			A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1400e+00 1,1360e+00	
A [m ²]	1,1300e-02		c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	100 95	
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,1300e-03 2,6502e-03		α [deg]	0,00	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7200e+00 1,7164e+00		I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,6900e-05 1,3400e-05	
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	150 145		i _y [mm], i _z [mm]	83 50	
α [deg]	0,00		W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,8900e-04 1,3400e-04	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8300e-04 6,3100e-05		W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,2917e-04 2,0375e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	127 75		M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,53e+05 1,53e+05	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2600e-03 4,2100e-04		M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,24e+04 7,24e+04	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,3833e-03 6,4167e-04		d _y [mm], d _z [mm]	0 0	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,92e+05 4,92e+05		I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,1000e-07 1,0800e-07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,28e+05 2,28e+05		β _y [mm], β _z [mm]	0 0	
d _y [mm], d _z [mm]	0 0		Picture		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,5200e-07 1,1998e-06				
β _y [mm], β _z [mm]	0 0				
Picture					
CS3			CS4		
Type	HEA200		Type	HEA180	
Formcode	1 - I section		Formcode	1 - I section	
Shape type	Thin-walled		Shape type	Thin-walled	
Item material	S 355		Item material	S 355	
Fabrication	rolled		Fabrication	rolled	
Colour	■		Colour	■	
Flexural buckling y-y,	b	c	Flexural buckling y-y,	b	c

Project Tower structural steel frame

Flexural buckling z-z		
A [m ²]	4,5300e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2772e-03	1,0992e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,0200e+00	1,0241e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	90	86
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5100e-05	9,2500e-06
i _y [mm], i _z [mm]	74	45
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,9400e-04	1,0300e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,2500e-04	1,5667e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,15e+05	1,15e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,56e+04	5,56e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,4800e-07	6,0211e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Picture		

CS6		
Type	HEA160	
Formcode	1 - I section	
Shape type	Thin-walled	
Item material	S 355	
Fabrication	rolled	
Colour		
Flexural buckling y-y,	b	c
Flexural buckling z-z		
A [m ²]	3,8800e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,8071e-03	9,8390e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,0600e-01	9,0613e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	80	76
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,6700e-05	6,1600e-06
i _y [mm], i _z [mm]	66	40
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,2000e-04	7,7000e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,4500e-04	1,1750e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8,71e+04	8,71e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	4,18e+04	4,18e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,2200e-07	3,1410e-08
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Picture		

CS5		
Type	HEA100	
Formcode	1 - I section	
Shape type	Thin-walled	
Item material	S 355	
Fabrication	rolled	
Colour		
Flexural buckling y-y,	b	c
Flexural buckling z-z		
A [m ²]	2,1200e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,6076e-03	5,3156e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,6100e-01	5,6130e-01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	50	48
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,4900e-06	1,3400e-06
i _y [mm], i _z [mm]	41	25
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,2800e-05	2,6800e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,2917e-05	4,1125e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,95e+04	2,95e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,46e+04	1,46e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,2400e-08	2,5813e-09
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Picture		

Explanations of symbols	
Formcode	h - Height
	b - Flange width
	t - Flange thickness
	s - Web thickness
	r - Radius at flange root
	r1 - Radius at flange toe
	a - Flange slope
	W - Internal bolt distance
	wm - Unit warping at flange toe

Explanations of symbols	
A	Area
A _y	Shear Area in principal y-direction
A _z	Shear Area in principal z-direction
A _L	Circumference per unit length
A _D	Drying surface per unit length
c _{y,ucs}	Centroid coordinate in Y-direction of Input axis system
c _{z,ucs}	Centroid coordinate in Z-direction of Input axis system

Explanations of symbols	
$I_{y,LCS}$	Second moment of area about the YLCS axis
$I_{z,LCS}$	Second moment of area about the ZLCS axis
$I_{yz,LCS}$	Product moment of area in the LCS system
α	Rotation angle of the principal axis system
I_y	Second moment of area about the principal y-axis
I_z	Second moment of area about the principal z-axis
i_y	Radius of gyration about the principal y-axis
i_z	Radius of gyration about the principal z-axis
$W_{el,y}$	Elastic section modulus about the principal y-axis
$W_{el,z}$	Elastic section modulus about the principal z-axis
$W_{pl,y}$	Plastic section modulus about the principal y-axis
$W_{pl,z}$	Plastic section modulus about the principal z-axis
$M_{pl,y,+}$	Plastic moment about the principal y-axis for a positive M_y moment
$M_{pl,y,-}$	Plastic moment about the principal y-axis for a negative M_y moment

Explanations of symbols	
$M_{pl,z,+}$	Plastic moment about the principal z-axis for a positive M_z moment
$M_{pl,z,-}$	Plastic moment about the principal z-axis for a negative M_z moment
d_y	Shear center coordinate in principal y-direction measured from the centroid
d_z	Shear center coordinate in principal z-direction measured from the centroid
I_t	Torsional constant
I_w	Warping constant
β_y	Mono-symmetry constant about the principal y-axis
β_z	Mono-symmetry constant about the principal z-axis

6. Materials

Steel EC3

Name	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Lower limit [mm]	Upper limit [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Colour
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 355	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	355,0	490,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	335,0	470,0	

7. ShearConnectors

Name	Type	Diameter/width [mm]	Nominal height [mm]	In-situ height [mm]	Material
SC1	Stud	25	100	95	S 355

8. Load cases

Name	Description	Action type	Load group	Direction
	Spec	Load type		
LC1	Self weight	Permanent Self weight	LG1	-Z
LC2	Analysis	Permanent Standard	LG1	

9. Combinations

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
SLS-Char (auto)1		EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight	1,00
ULS-Set B (auto)		EN-ULS (STR/GEO) Set B	LC1 - Self weight	1,00
			LC2 - Analysis	1,00
SLS-Char (auto)		EN-SLS Characteristic	LC1 - Self weight	1,00
			LC2 - Analysis	1,00

10. Point force in node

Name	Node	Load case	System	Dir	Type	Value - F [kN]
F7	N31	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-195,00
F8	N32	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-105,00
F9	N33	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-105,00
F10	N34	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-195,00
F11	N35	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-105,00
F12	N36	LC2 - Analysis	GCS	Z	Force	-105,00

11. Line force

Name	Member	Type	Dir	Value - P ₁	Pos x ₁	Coor	Orig	Ecc ey
		Load case		System	Distribution	Value - P ₂		Pos x ₂
LF1	B13	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF2	B12	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF3	B11	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF4	B10	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF5	B20	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF6	B19	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF7	B18	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF8	B17	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF9	B9	Force	Z	-35,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF10	B16	Force	Z	-35,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF11	B14	Force	Z	-35,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF12	B7	Force	Z	-35,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF13	B8	Force	Z	-60,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF14	B15	Force	Z	-60,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF15	B27	Force	Z	-3,50	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF16	B28	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF17	B29	Force	Z	-3,50	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF18	B30	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF19	B31	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF20	B32	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF21	B33	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF22	B34	Force	Z	-3,50	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF23	B35	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF24	B36	Force	Z	-3,50	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF25	B37	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000
		LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length	0,000
LF26	B38	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000

Project Tower structural steel frame

Name	Member	Type	Dir	Value - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coor	Orig	Ecc ey [m]
	Load case	System	Distribution	Value - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Ecc ez [m]
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF27	B39	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF28	B40	Force	Z	-3,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF29	B47	Force	Z	-31,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF30	B48	Force	Z	-54,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF31	B49	Force	Z	-31,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF32	B50	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF33	B51	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF34	B52	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF35	B53	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF36	B54	Force	Z	-31,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF37	B55	Force	Z	-54,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF38	B56	Force	Z	-31,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF39	B57	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF40	B58	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF41	B59	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF42	B60	Force	Z	-27,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF43	B67	Force	Z	-28,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF44	B68	Force	Z	-48,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF45	B69	Force	Z	-28,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF46	B70	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF47	B71	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF48	B72	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF49	B73	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF50	B74	Force	Z	-28,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF51	B75	Force	Z	-48,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF52	B76	Force	Z	-28,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF53	B77	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF54	B78	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF55	B79	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF56	B80	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF57	B87	Force	Z	-24,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF58	B88	Force	Z	-42,00	0,000	Rela	From start	0,000

Project Tower structural steel frame

Name	Member	Type	Dir	Value - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coor	Orig	Ecc ey [m]
	Load case	System	Distribution	Value - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Ecc ez [m]
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF59	B89	Force	Z	-24,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF60	B90	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF61	B91	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF62	B92	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF63	B93	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF64	B94	Force	Z	-24,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF65	B95	Force	Z	-42,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF66	B96	Force	Z	-24,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF67	B97	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF68	B98	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF69	B99	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF70	B100	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF71	B107	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF72	B108	Force	Z	-36,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF73	B109	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF74	B110	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF75	B111	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF76	B112	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF77	B113	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF78	B114	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF79	B115	Force	Z	-36,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF80	B116	Force	Z	-21,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF81	B117	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF82	B118	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF83	B119	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF84	B120	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF85	B127	Force	Z	-17,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF86	B128	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF87	B129	Force	Z	-17,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF88	B130	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF89	B131	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF90	B132	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000

Project Tower structural steel frame

Name	Member	Type	Dir	Value - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coor	Orig	Ecc ey [m]
	Load case	System	Distribution	Value - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Ecc ez [m]
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF91	B133	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF92	B134	Force	Z	-17,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF93	B135	Force	Z	-30,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF94	B136	Force	Z	-17,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF95	B137	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF96	B138	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF97	B139	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF98	B140	Force	Z	-15,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF99	B147	Force	Z	-14,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF100	B148	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF101	B149	Force	Z	-14,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF102	B150	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF103	B151	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF104	B152	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF105	B153	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF106	B154	Force	Z	-14,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF107	B155	Force	Z	-24,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF108	B156	Force	Z	-14,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF109	B157	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF110	B158	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF111	B159	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF112	B160	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF113	B167	Force	Z	-10,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF114	B168	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF115	B169	Force	Z	-10,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF116	B170	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF117	B171	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF118	B172	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF119	B173	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF120	B174	Force	Z	-10,50	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF121	B175	Force	Z	-18,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF122	B176	Force	Z	-10,50	0,000	Rela	From start	0,000

Project Tower structural steel frame

Name	Member	Type	Dir	Value - P ₁ [kN/m]	Pos x ₁	Coor	Orig	Ecc ey [m]
	Load case	System	Distribution	Value - P ₂ [kN/m]	Pos x ₂	Loc		Ecc ez [m]
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF123	B177	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF124	B178	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF125	B179	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF126	B180	Force	Z	-9,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF127	B187	Force	Z	-7,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF128	B188	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF129	B189	Force	Z	-7,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF130	B190	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF131	B191	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF132	B192	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF133	B193	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF134	B194	Force	Z	-7,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF135	B195	Force	Z	-12,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF136	B196	Force	Z	-7,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF137	B197	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF138	B198	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF139	B199	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000
LF140	B200	Force	Z	-6,00	0,000	Rela	From start	0,000
	LC2 - Analysis	LCS	Uniform		1,000	Length		0,000

12. Members

Name	Cross-section	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B1	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N1	N13	column (100)
B2	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N3	N16	column (100)
B3	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N5	N18	column (100)
B4	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N7	N17	column (100)
B5	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N9	N14	column (100)
B6	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N11	N15	column (100)
B7	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N17	N18	beam (80)
B8	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N16	N13	beam (80)
B9	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N14	N15	beam (80)
B10	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N18	N13	beam (80)
B11	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N17	N16	beam (80)
B12	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N13	N15	beam (80)
B13	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N16	N14	beam (80)
B14	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N8	N6	beam (80)
B15	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N4	N2	beam (80)
B16	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N10	N12	beam (80)
B17	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N6	N2	beam (80)
B18	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N2	N12	beam (80)
B19	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N8	N4	beam (80)
B20	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N4	N10	beam (80)
B21	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N127	N31	column (100)

Project Tower structural steel frame

Name	Cross-section	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B22	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N130	N34	column (100)
B23	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N132	N36	column (100)
B24	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N131	N35	column (100)
B25	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N128	N32	column (100)
B26	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N129	N33	column (100)
B27	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N35	N36	beam (80)
B28	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N34	N31	beam (80)
B29	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N32	N33	beam (80)
B30	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N36	N31	beam (80)
B31	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N35	N34	beam (80)
B32	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N31	N33	beam (80)
B33	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N34	N32	beam (80)
B34	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N26	N24	beam (80)
B35	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N22	N20	beam (80)
B36	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N28	N30	beam (80)
B37	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N24	N20	beam (80)
B38	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N20	N30	beam (80)
B39	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N26	N22	beam (80)
B40	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N22	N28	beam (80)
B41	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N13	N43	column (100)
B42	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N16	N46	column (100)
B43	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N18	N48	column (100)
B44	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N17	N47	column (100)
B45	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N14	N44	column (100)
B46	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N15	N45	column (100)
B47	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N47	N48	beam (80)
B48	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N46	N43	beam (80)
B49	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N44	N45	beam (80)
B50	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N48	N43	beam (80)
B51	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N47	N46	beam (80)
B52	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N43	N45	beam (80)
B53	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N46	N44	beam (80)
B54	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N40	N39	beam (80)
B55	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N38	N37	beam (80)
B56	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N41	N42	beam (80)
B57	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N39	N37	beam (80)
B58	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N37	N42	beam (80)
B59	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N40	N38	beam (80)
B60	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N38	N41	beam (80)
B61	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N43	N55	column (100)
B62	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N46	N58	column (100)
B63	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N48	N60	column (100)
B64	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N47	N59	column (100)
B65	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N44	N56	column (100)
B66	CS2 - HEA300	S 355	6,000	N45	N57	column (100)
B67	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N59	N60	beam (80)
B68	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N58	N55	beam (80)
B69	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N56	N57	beam (80)
B70	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N60	N55	beam (80)
B71	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N59	N58	beam (80)
B72	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N55	N57	beam (80)
B73	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N58	N56	beam (80)
B74	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N52	N51	beam (80)
B75	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N50	N49	beam (80)
B76	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N53	N54	beam (80)
B77	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N51	N49	beam (80)
B78	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N49	N54	beam (80)
B79	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N52	N50	beam (80)
B80	CS3 - HEA200	S 355	4,000	N50	N53	beam (80)
B81	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N55	N67	column (100)
B82	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N58	N70	column (100)
B83	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N60	N72	column (100)
B84	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N59	N71	column (100)
B85	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N56	N68	column (100)
B86	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N57	N69	column (100)
B87	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N71	N72	beam (80)

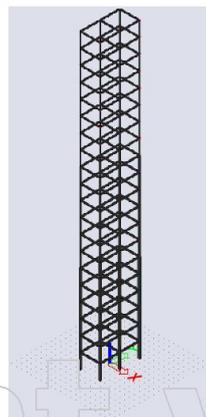
Project Tower structural steel frame

Name	Cross-section	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B88	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N70	N67	beam (80)
B89	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N68	N69	beam (80)
B90	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N72	N67	beam (80)
B91	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N71	N70	beam (80)
B92	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N67	N69	beam (80)
B93	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N70	N68	beam (80)
B94	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N64	N63	beam (80)
B95	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N62	N61	beam (80)
B96	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N65	N66	beam (80)
B97	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N63	N61	beam (80)
B98	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N61	N66	beam (80)
B99	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N64	N62	beam (80)
B100	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N62	N65	beam (80)
B101	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N67	N79	column (100)
B102	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N70	N82	column (100)
B103	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N72	N84	column (100)
B104	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N71	N83	column (100)
B105	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N68	N80	column (100)
B106	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N69	N81	column (100)
B107	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N83	N84	beam (80)
B108	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N82	N79	beam (80)
B109	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N80	N81	beam (80)
B110	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N84	N79	beam (80)
B111	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N83	N82	beam (80)
B112	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N79	N81	beam (80)
B113	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N82	N80	beam (80)
B114	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N76	N75	beam (80)
B115	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N74	N73	beam (80)
B116	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N77	N/8	beam (80)
B117	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N75	N73	beam (80)
B118	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N73	N78	beam (80)
B119	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N76	N74	beam (80)
B120	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N74	N77	beam (80)
B121	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N79	N91	column (100)
B122	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N82	N94	column (100)
B123	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N84	N96	column (100)
B124	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N83	N95	column (100)
B125	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N80	N92	column (100)
B126	CS3 - HEA200	S 355	6,000	N81	N93	column (100)
B127	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N95	N96	beam (80)
B128	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N94	N91	beam (80)
B129	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N92	N93	beam (80)
B130	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N96	N91	beam (80)
B131	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N95	N94	beam (80)
B132	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N91	N93	beam (80)
B133	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N94	N92	beam (80)
B134	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N88	N87	beam (80)
B135	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N86	N85	beam (80)
B136	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N89	N90	beam (80)
B137	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N87	N85	beam (80)
B138	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N85	N90	beam (80)
B139	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N88	N86	beam (80)
B140	CS4 - HEA180	S 355	4,000	N86	N89	beam (80)
B141	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N91	N103	column (100)
B142	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N94	N106	column (100)
B143	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N96	N108	column (100)
B144	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N95	N107	column (100)
B145	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N92	N104	column (100)
B146	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N93	N105	column (100)
B147	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N107	N108	beam (80)
B148	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N106	N103	beam (80)
B149	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N104	N105	beam (80)
B150	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N108	N103	beam (80)
B151	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N107	N106	beam (80)
B152	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N103	N105	beam (80)
B153	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N106	N104	beam (80)

Project Tower structural steel frame

Name	Cross-section	Material	Length [m]	Beg. node	End node	Type
B154	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N100	N99	beam (80)
B155	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N98	N97	beam (80)
B156	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N101	N102	beam (80)
B157	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N99	N97	beam (80)
B158	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N97	N102	beam (80)
B159	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N100	N98	beam (80)
B160	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N98	N101	beam (80)
B161	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N103	N115	column (100)
B162	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N106	N118	column (100)
B163	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N108	N120	column (100)
B164	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N107	N119	column (100)
B165	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N104	N116	column (100)
B166	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N105	N117	column (100)
B167	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N119	N120	beam (80)
B168	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N118	N115	beam (80)
B169	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N116	N117	beam (80)
B170	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N120	N115	beam (80)
B171	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N119	N118	beam (80)
B172	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N115	N117	beam (80)
B173	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N118	N116	beam (80)
B174	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N112	N111	beam (80)
B175	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N110	N109	beam (80)
B176	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N113	N114	beam (80)
B177	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N111	N109	beam (80)
B178	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N109	N114	beam (80)
B179	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N112	N110	beam (80)
B180	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N110	N113	beam (80)
B181	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N115	N127	column (100)
B182	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N118	N130	column (100)
B183	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N120	N132	column (100)
B184	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N119	N131	column (100)
B185	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N116	N128	column (100)
B186	CS5 - HEA100	S 355	6,000	N117	N129	column (100)
B187	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N131	N132	beam (80)
B188	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N130	N127	beam (80)
B189	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N128	N129	beam (80)
B190	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N132	N127	beam (80)
B191	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N131	N130	beam (80)
B192	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N127	N129	beam (80)
B193	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N130	N128	beam (80)
B194	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N124	N123	beam (80)
B195	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N122	N121	beam (80)
B196	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N125	N126	beam (80)
B197	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N123	N121	beam (80)
B198	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N121	N126	beam (80)
B199	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N124	N122	beam (80)
B200	CS6 - HEA160	S 355	4,000	N122	N125	beam (80)

13. SCIA model



14. EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
 Load case: LC2
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Global
 Selection: All
Overall Unity Check

Name	dx [m]	Case	Cross-section	Material	UC _{Overall} [-]	UC _{Sec} [-]	UC _{Stab} [-]
B8	0,000	LC2	CS3 - HEA200	S 355	0,53	0,53	0,00

15. EC-EN 1993 Steel Check SLS

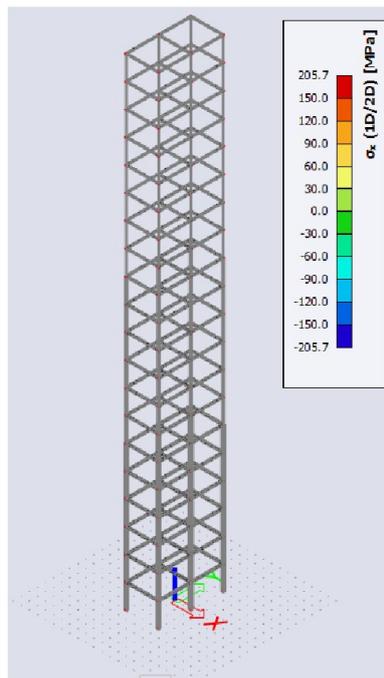
Linear calculation
 Load case: LC1
 Coordinate system: Principal
 Extreme 1D: Global
 Selection: All
Error E-C01: This load case was not calculated.
Nothing in selection to display.

E/W/N	Present on members
E-C01	all

16. 3D stress

Linear calculation
 Load case: LC2
 Selection: All
 Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element
 Basic magnitudes
Results on 1D member
 Extreme 1D: Global

Name	dx [m]	Fibre	Case	σ_x [MPa]	T_{xy} [MPa]	T_{xz} [MPa]	T_{tor} [MPa]
B8	0,000	1	LC2	-205,7	0,0	0,0	0,0
B8	0,000	13	LC2	205,7	0,0	0,0	0,0

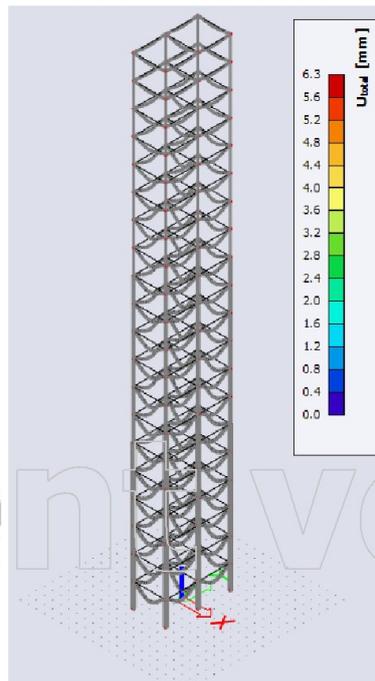


17. 3D displacement

Linear calculation
 Load case: LC2
 Selection: All
 Location: In nodes avg. on macro. System: LCS mesh element

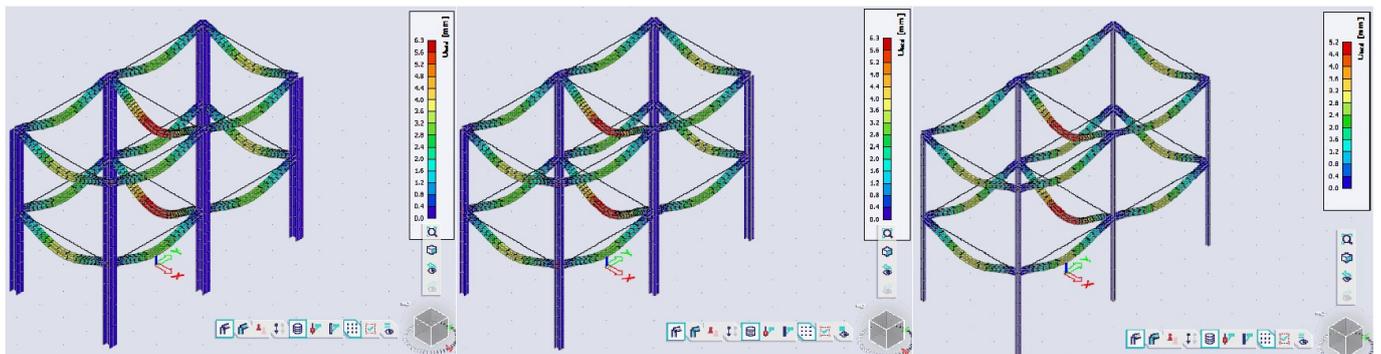
Results on 1D member:
 Extreme 1D: Global

Name	dx [m]	Fibre	Case	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]	U _{total} [mm]
B1	0,000	1	LC2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B8	2,000-	13	LC2	0,0	0,0	-6,3	0,0	0,0	0,0	6,3



18. Results analysis

In this second analysis, we studied the structural behavior of a tower building obtained by employing ten housing modules, appropriately choosing the steel profiles according to the loads and stresses considered. Logically, the more you level up in the structural skeleton, the lighter the structure becomes. The following image shows the three levels where the structural elements change, namely in the lower part of the structure (first three levels), in the central part (following three levels) and finally in the terminal part of the tower (last four levels).



Therefore, with the help of the normative considerations made for the previous structural analysis on the complete two-story module, we can draw some important considerations on the structural behavior of the tower. The following table summarizes the main information on the profiles used and the results obtained depending on the loads considered:

CENTRAL BEAM LENGHT [mm]		IMPOSED LIMIT 1/250 [mm]		IMPOSED LIMIT 1/500 [mm]	
3400		13,6		6,8	
BUILDING SECTOR	LEVEL	COLUMN	BEAM	MAX DISPLACEMENT [mm]	CHECK
BOTTOM	FROM 1 TO 3	HEA 300	HEA 200	6,3	OK
CENTER	FROM 4 TO 6	HEA 200	HEA 180	6,3	OK
TOP	FROM 7 TO 10	HEA 100	HEA 160	5,2	OK

As we can see, with the chosen configuration, deformations close to the limit ones are reached but in any case within the limits set by the regulations. So we can assert that even for this tower building, the structural characteristics are optimal.

Student version

Student version

PIANO DI MANUTENZIONE

**PROGRAMMA DI
MANUTENZIONE**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

OGGETTO: Progetto di Tesi Magistrale Minerva Luca Manuel

COMMITTENTE: École polytechnique de Louvain, Politecnico di Torino

22/10/2021, Louvain La Neuve

IL TECNICO

(Luca Manuel Minerva)

Conformità ai criteri ambientali minimi

Il piano di manutenzione è conforme ai "**Criteri Ambientali Minimi**" (**CAM**), contenuti nell'Allegato del D.M. Ambiente dell'11 ottobre 2017.

Per ogni elemento manutenibile sono individuati i requisiti e i controlli necessari a preservare nel tempo le prestazioni ambientali dell'opera, obiettivo innovativo che si aggiunge a quelli già previsti per legge (conservazione della funzionalità, dell'efficienza, del valore economico e delle caratteristiche di qualità).

I livelli prestazionali dei CAM prevedono caratteristiche superiori a quelle prescritte dalle leggi nazionali e regionali vigenti, sono finalizzati alla riduzione dei consumi di energia e risorse naturali, e mirano al contenimento delle emissioni inquinanti.

Gli interventi manutentivi individuati prevedono l'utilizzo di materiali atossici, riciclati e rigenerabili, per la salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e per la mitigazione degli impatti climalteranti.

Le prestazioni ambientali contenute nel seguente documento si riferiscono sia alle specifiche tecniche di base che a quelle premianti contenute nei CAM, tenendo conto anche del monitoraggio e del controllo della qualità dell'aria interna dell'opera.

Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna

Un programma dettagliato di monitoraggio sarà definito da personale qualificato dopo lo start-up dell'impianto.

Nel piano di manutenzione sono previsti tutti gli interventi necessari ad eliminare o contenere l'inquinamento dell'aria indoor, adattabili e modificabili in itinere, a seconda di esigenze specifiche sopravvenute dopo la fase di avvio dell'impianto.

Le varie sorgenti di inquinamento dell'aria degli ambienti indoor devono essere monitorate tenendo conto dei relativi contaminanti (Composti Organici Volatili - COV, Radon, batteri, virus, acari, allergeni, ecc.) per assicurarsi che i limiti indicati dalle normative vigenti siano rispettati o, in caso contrario, adottare tempestivamente gli interventi necessari al ripristino di condizioni di sicurezza.

SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Classe Requisiti:

01 - Strutture portanti

01.01 - Opere di fondazioni superficiali

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.01	Opere di fondazioni superficiali		
01.01.R02	Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità <i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</i> • Livello minimo della prestazione: <i>Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</i> • Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</i>		
01.01.01.C02	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i>	Verifica	quando occorre

01.02 - Strutture in elevazione in acciaio

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.02	Strutture in elevazione in acciaio		
01.02.R03	Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità <i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità</i> • Livello minimo della prestazione: <i>Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.</i> • Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</i>		
01.02.02.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i>	Controllo	quando occorre
01.02.01.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i>	Controllo	quando occorre

01.02.R04	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livello minimo della prestazione: <i>Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</i> • Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</i> 		
01.02.02.C03	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p><i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i></p>	Verifica	quando occorre
01.02.01.C03	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p><i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i></p>	Verifica	quando occorre

01.03 - Unioni

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.03	Unioni		
01.03.R03	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livello minimo della prestazione: <i>Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</i> • Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</i> 		
01.03.02.C02	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p><i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i></p>	Verifica	quando occorre
01.03.01.C02	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p><i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i></p>	Verifica	quando occorre

Di stabilità

01 - Strutture portanti

01.01 - Opere di fondazioni superficiali

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.01	Opere di fondazioni superficiali		
01.01.R01	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p><i>Le opere di fondazioni superficiali dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livello minimo della prestazione: <i>Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.</i> • Riferimenti normativi: <i>Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI 8290-2; UNI EN 196-1; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992 1/2; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999; UNI EN 1994; UNI EN 1994 1/2; UNI EN 1995; UNI EN 384; UNI EN 1504-8.</i> 		
01.01.01.C01	<p>Controllo: Controllo struttura</p> <p><i>Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).</i></p>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

01.02 - Strutture in elevazione in acciaio

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.02	Strutture in elevazione in acciaio		
01.02.R02	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p><i>Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livello minimo della prestazione: <i>Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare al D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018.</i> • Riferimenti normativi: <i>Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI 8290-2; UNI EN 384; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999.</i> 		
01.02.02.C01	<p>Controllo: Controllo di deformazioni e/o spostamenti</p> <p><i>Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i></p>	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.02.01.C01	<p>Controllo: Controllo di deformazioni e/o spostamenti</p> <p><i>Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i></p>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

01.03 - Unioni

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.03	Unioni		
01.03.R02	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p><i>Gli elementi utilizzati per realizzare unioni diverse devono garantire resistenza meccanica alle sollecitazioni ad essi trasmessi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livello minimo della prestazione: <i>I materiali utilizzati per le unioni devono soddisfare i requisiti indicati dalla norme vigenti.</i> • Riferimenti normativi: <i>Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN 1382; UNI EN 1383; UNI EN 15048-1; UNI EN 20898.</i> 		
01.03.02.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.</i></p> <p><i>Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.</i></p>	Revisione	ogni anno
01.03.01.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.</i></p> <p><i>Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.</i></p>	Revisione	ogni anno

Classe Requisiti:

Durabilità tecnologica

01 - Strutture portanti

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.03	Unioni		
01.03.R01	<p>Requisito: Resistenza alla corrosione</p> <p><i>Gli elementi di unione utilizzati non devono decadere in processi di corrosione.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livello minimo della prestazione: <i>I materiali utilizzati per le unioni devono soddisfare i requisiti indicati dalla norme vigenti.</i> • Riferimenti normativi: <i>D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN 15048-1; UNI EN 20898.</i> 		
01.03.02.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.</i></p> <p><i>Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.</i></p>	Revisione	ogni anno
01.03.01.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.</i></p> <p><i>Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.</i></p>	Revisione	ogni anno

Protezione dagli agenti chimici ed organici

01 - Strutture portanti

01.02 - Strutture in elevazione in acciaio

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.02	Strutture in elevazione in acciaio		
01.02.R01	<p>Requisito: Resistenza agli agenti aggressivi</p> <p><i>Le strutture di elevazione non debbono subire dissoluzioni o disgregazioni e mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Livello minimo della prestazione: <i>Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia. In particolare al D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018.</i> • Riferimenti normativi: <i>D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI 7699; UNI 8290-2; UNI 9944; UNI 10322.</i> 		
01.02.02.C01	<p>Controllo: Controllo di deformazioni e/o spostamenti</p> <p><i>Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i></p>	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.02.01.C01	<p>Controllo: Controllo di deformazioni e/o spostamenti</p> <p><i>Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i></p>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

01 - Strutture portanti

01.01 - Opere di fondazioni superficiali

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.01.01	Platee in c.a.		
01.01.01.C02	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p><i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) <i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</i> • Anomalie riscontrabili: 1) <i>Impiego di materiali non durevoli.</i> • Ditte specializzate: <i>Tecnici di livello superiore.</i> 	Verifica	quando occorre
01.01.01.C01	<p>Controllo: Controllo struttura</p> <p><i>Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) <i>Resistenza meccanica.</i> • Anomalie riscontrabili: 1) <i>Cedimenti; 2) Distacchi murari; 3) Fessurazioni; 4) Lesioni; 5) Non perpendicolarità del fabbricato; 6) Penetrazione di umidità; 7) Deformazioni e spostamenti.</i> • Ditte specializzate: <i>Tecnici di livello superiore.</i> 	Controllo a vista	ogni 12 mesi

01.02 - Strutture in elevazione in acciaio

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.02.01	Pilastri		
01.02.01.C02	<p>Controllo: Controllo del grado di riciclabilità</p> <p><i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) <i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.</i> • Anomalie riscontrabili: 1) <i>Basso grado di riciclabilità.</i> • Ditte specializzate: <i>Tecnici di livello superiore.</i> 	Controllo	quando occorre
01.02.01.C03	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p><i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) <i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</i> • Anomalie riscontrabili: 1) <i>Impiego di materiali non durevoli.</i> • Ditte specializzate: <i>Tecnici di livello superiore.</i> 	Verifica	quando occorre
01.02.01.C01	<p>Controllo: Controllo di deformazioni e/o spostamenti</p> <p><i>Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) <i>Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza meccanica.</i> • Anomalie riscontrabili: 1) <i>Corrosione; 2) Deformazioni e spostamenti.</i> • Ditte specializzate: <i>Tecnici di livello superiore.</i> 	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.02.02	Travi		
01.02.02.C02	<p>Controllo: Controllo del grado di riciclabilità</p>	Controllo	quando occorre

	<p>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità. • Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilità. • Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore. 		
01.02.02.C03	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità. • Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli. • Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore. 	Verifica	quando occorre
01.02.02.C01	<p>Controllo: Controllo di deformazioni e/o spostamenti</p> <p>Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza meccanica. • Anomalie riscontrabili: 1) Corrosione; 2) Deformazioni e spostamenti. • Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore. 	Controllo a vista	ogni 12 mesi

01.03 - Unioni

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.03.01	Collegamenti con piastre di fondazione		
01.03.01.C02	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità. • Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli. • Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore. 	Verifica	quando occorre
01.03.01.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.</p> <p>Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) Resistenza alla corrosione; 2) Resistenza meccanica. • Anomalie riscontrabili: 1) Allentamento; 2) Corrosione; 3) Cricca; 4) Interruzione; 5) Rifollamento; 6) Strappamento; 7) Tranciamento. • Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore. 	Revisione	ogni anno
01.03.02	Collegamenti con flangia (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante)		
01.03.02.C02	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità. • Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli. • Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore. 	Verifica	quando occorre

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.03.02.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Controllo degli elementi di giunzione tra parti e verifica della giusta tenuta di serraggio.</i></p> <p><i>Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Requisiti da verificare: 1) <i>Resistenza alla corrosione</i>; 2) <i>Resistenza meccanica</i>. • Anomalie riscontrabili: 1) <i>Allentamento</i>; 2) <i>Corrosione</i>; 3) <i>Cricca</i>; 4) <i>Interruzione</i>; 5) <i>Rifollamento</i>; 6) <i>Rottura</i>; 7) <i>Strappamento</i>; 8) <i>Tranciamento</i>. • Ditte specializzate: <i>Tecnici di livello superiore</i>. 	Revisione	ogni anno

SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

01 - Strutture portanti

01.01 - Opere di fondazioni superficiali

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
01.01.01	Platee in c.a.	
01.01.01.I01	<p>Intervento: Interventi sulle strutture</p> <p><i>In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.</i></p> <p>• Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></p>	quando occorre

01.02 - Strutture in elevazione in acciaio

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
01.02.01	Pilastr	
01.02.01.I01	<p>Intervento: Interventi sulle strutture</p> <p><i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i></p> <p>• Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></p>	a guasto
01.02.02	Travi	
01.02.02.I01	<p>Intervento: Interventi sulle strutture</p> <p><i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i></p> <p>• Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></p>	a guasto

01.03 - Unioni

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
01.03.01	Collegamenti con piastre di fondazione	
01.03.01.I01	<p>Intervento: Ripristino</p> <p><i>Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche. Rimozione di saldature difettose e realizzazione di nuove.</i></p> <p>• Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></p>	quando occorre
01.03.02	Collegamenti con flangia (trave/pilastro passante - pilastro/trave passante)	
01.03.02.I01	<p>Intervento: Ripristino</p> <p><i>Ripristino delle tenute di serraggio tra elementi. Sostituzione di eventuali elementi corrosi o degradati con altri di analoghe caratteristiche. Rimozione di saldature difettose e realizzazione di nuove.</i></p> <p>• Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></p>	quando occorre

Louvain la Neuve, Torino
Belgio, Italia

pag. 1

COMPUTO METRICO

OGGETTO: Computo metrico estimativo: intera costruzione, arredi esclusi
Progetto Tesi di Laurea Magistrale
Minerva Luca Manuel

COMMITTENTE: École Polytechnique de Louvain, Politecnico di Torino

Louvain La Neuve, 21/10/2021

IL TECNICO

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							
	<u>LAVORI A MISURA</u>							
1 01.A01.A05. 020	Esecuzione di scotico dello strato superficiale del terreno, con adeguati mezzi meccanici, per profondità fino a 30 cm, compreso l'asportazione di cespugli e sterpaglie esistenti e sistemazione entro l'area del cantiere Anche in presenza di alberi diradati e con fusto del diametro massimo di 10 cm		9,00	5,000	0,300	13,50		
	SOMMANO m ³					13,50	6,16	83,16
2 01.A01.A10. 010	Scavo generale, di sbancamento o splateamento a sezione aperta, in terreni sciolti o compatti, fino a 4 m di profondità, eseguito con mezzi meccanici, esclusa la roccia da mina ma ... ezzi, trasporto e sistemazione entro l'area del cantiere Anche in presenza di acqua fino ad un battente massimo di 20 cm		9,00	5,000	0,300	13,50		
	SOMMANO m ³					13,50	3,89	52,52
3 01.A01.B87. 020	Reinterro degli scavi in genere, con le materie di scavo precedentemente estratte e depositate nell'ambito del cantiere, compreso carico, trasporto, scarico, costipazione e regolarizzazione Eseguito con mezzo meccanico					3,72		
	SOMMANO m ³					3,72	8,03	29,87
4 01.P26.A60. 010	Trasporto e scarico di materiale di scavo, demolizione e/o rifiuto ad impianto di trattamento autorizzato, esclusi i relativi oneri e tributi se dovuti. In impianto di trattamento autorizzato, fino alla distanza di 5 km					9,78		
	SOMMANO m ³					9,78	1,69	16,53
5 01.A04.B15. 010	Calcestruzzo per uso non strutturale confezionato a dosaggio con cemento tipo 32,5 R in centrale di betonaggio, diametro massimo nominale dell'aggregato 30 mm, fornito in cantiere. ... il getto, la vibrazione, il ponteggio, la cassaforma ed il ferro d'armatura; conteggiati a parte. Eseguito con 150 kg/m ³		9,00	5,000	0,020	0,90		
	SOMMANO m ³					0,90	67,89	61,10
6 01.A04.H00. 005	Casserature per strutture in cemento armato, semplice o precompresso, a sezione ridotta quali solette, traversi etc., compreso il puntellamento ed il disarmo misurando esclusivamente lo sviluppo delle parti a contatto dei getti In legname di qualunque forma		28,00		0,300	8,40		
	SOMMANO m ²					8,40	46,45	390,18
7 01.A50.B20. 025	Calcestruzzo a prestazione garantita in accordo alla UNI EN 206 per plinti con altezza < 1.5 m, platee di fondazione e muri di spessore < 80 cm, cordoli, pali, travi rovesce, parat ... x aggregati 32 mm, Cl 0.4. Fornitura a piè d'opera, escluso ogni altro onere. Classe di resistenza a compressione C35/45		9,00	5,000	0,300	13,50		
	SOMMANO m ³					13,50	108,31	1'462,19
8 01.A04.C30. 005	Getto in opera di calcestruzzo cementizio preconfezionato eseguito con pompa compreso il nolo della stessa In strutture di fondazione Pulizia Platea		9,00 9,00	5,000 5,000	0,020 0,300	0,90 13,50		
	A RIPORTARE					14,40		2'095,55

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO					14,40		2'095,55
	SOMMANO m ³					14,40	20,95	301,68
9 01.A04.F70. 010	Rete metallica elettrosaldata in acciaio B450A e B450C per armature di calcestruzzo cementizio, lavorata e tagliata a misura, posta in opera In tondino da 4 a 12 mm di diametro		9,00	5,000	6,170	277,65		
	SOMMANO kg					277,65	1,37	380,38
10 01.A04.E00. 005	Vibratura mediante vibratore ad immersione, compreso il compenso per la maggiore quantità di materiale impiegato, noleggio vibratore e consumo energia elettrica o combustibile Di calcestruzzo cementizio armato		9,00	5,000	0,300	13,50		
	SOMMANO m ³					13,50	8,98	121,23
11 01.A18.A10. 010	Carpenteria per grandi orditure o industrializzata, capriate, tralicci, pilastri e simili,compresa coloritura ad una ripresa di antiruggine, escluse le sole opere murarie In ferro in profilati normali e lavorazione chiodata o bullonata							
	Pilastri	6,00	6,00		88,300	3'178,80		
	Travi	6,00	3,70		42,300	939,06		
	Travi	8,00	3,85		42,300	1'302,84		
	SOMMANO kg					5'420,70	2,59	14'039,61
12 01.A18.A20. 005	Posa in opera di carpenterie in ferro,per grandi orditure, tralicci, capriate, pilastri e simili In profilati normali con lavorazione saldata, chiodata o bullonata							
	Pilastri	6,00	6,00		88,300	3'178,80		
	Travi	6,00	3,70		42,300	939,06		
	Travi	8,00	3,85		42,300	1'302,84		
	SOMMANO kg					5'420,70	2,84	15'394,79
13 03.A05.B01. 005	Realizzazione di vespaio aerato costituito da un getto di calcestruzzo magro dello spessore minimo di 10 cm a supporto di casseri a perdere di forma quadrata (con funzione di isola ... caldaia di sottofondo in cls Rbk 250 fino a 10 cm di spessore, rete elettrosaldata maglia 10x10 cm: Altezza cassero 5 cm		9,00	5,000		45,00		
	SOMMANO m ²					45,00	117,55	5'289,75
14 01.A17.A71. 010	Fornitura e posa in opera di pannelli strutturali in legno multistrato XLAM in tavole di legno di abete (Picea abies, Abies alba) o di larice (Larix decidua) a 3, 5 e 7 strati incr ... in legno ed essere in possesso dell'attestato di qualificazione. a 5 strati, in legno di abete (Picea abies, Abies alba)							
	Piano terra	31,46			0,130	4,09		
	Primo piano	23,77			0,130	3,09		
	Copertura	31,26			0,130	4,06		
	SOMMANO m ³					11,24	1'221,42	13'728,76
15 01.A17.A74. 005	Fornitura e posa in opera di parete ventilata composta da una struttura 4,5x14,5 cm in abete, rivestimento esterno in OSB , telo antivento, listellatura con passo 40 cm in abete e ... ti, nessuna opera esclusa; esclusa la fornitura e la posa di materiale isolante della finitura interna spessore OSB 1 cm							
	Piano terra					49,80		
	Primo piano					48,59		
	SOMMANO m ²					98,39	136,00	13'381,04
16 03.A02.I03.0	Tramezzi leggeri. Parete divisoria in lastra di gesso rinforzato con fibra di vetro e con bordi ad incastro maschio - femmina da avvitare su entrambi i lati							
	A RIPORTARE							64'732,79

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							64'732,79
05	alla struttura portante ... li angoli e delle teste delle viti, in modo da ottenere una superficie pronta per la finitura. Lastra di spessore 2,5 cm Piano terra Primo piano					10,23 10,23		
	SOMMANO m ²					20,46	72,19	1'477,01
17 03.A02.F04. 005	Tramezzo in blocchi cassero di conglomerato di legno - cemento, densità 500 kg/m ³ , con giunti ad incastro orizzontali e verticali, ad eliminazione completa di ponti termici, isolanti termo-acustici e igrotermico, resistenti al fuoco (classe rei 180) Con blocchi da 20 cm di spessore					11,76		
	SOMMANO m ²					11,76	82,77	973,38
18 01.A17.A80. 010	Provvista e posa in opera di falso telaio (controtelaio) per il fissaggio dei serramenti alla muratura, in legno di abete (Picea abies, Abies Alba), compresa la ferramenta occorren ... la d'arte. Larghezza oltre 10 cm e spessore 2 cm. MISURATO AL METRO LINEARE (sullo sviluppo effettivo del falso telaio). Piano terra Primo piano Copertura					38,12 50,00 4,86		
	SOMMANO m					92,98	10,76	1'000,46
19 03.A05.A03. 005	Esecuzione di sottofondo a secco di sabbia per per pavimenti in legno e sistema di riscaldamento radiante a pavimento, composto da: massetto in sabbia e cemento per il passaggio de ... ed ogni onere per l'esecuzione a regola d'arte, esclusa la fornitura e posa dei pannelli radianti e del pavimento. ... Piano terra Primo piano					31,46 23,77		
	SOMMANO m ²					55,23	63,49	3'506,55
20 03.P13.C03.0 15	Sistema radiante a pavimento a secco, costituito da lamelle termoconduttrici in alluminio e tubi flessibili in polietilene reticolato alta densità con barriera antiossigeno, montat ... cia isolante di bordo e foglio in polietilene per protezione del pannello dall'umidità. Interasse di posa dei tubi 30 cm Piano terra Primo piano					31,46 23,77		
	SOMMANO m ²					55,23	31,19	1'722,62
21 03.A12.C03. 005	Posa in opera di sistema a pavimento radiante a secco: stesura della cornice perimetrale, posa, accoppiamento e taglio dei pannelli isolanti sagomati, posa delle lamelle termoconduttrici e fissaggio della tubazione nelle lamelle Aumento sui prezzi dell'art. 03.P13.C.03 (percentuale del 25 %)	1722,62				0,250 430,66		
	SOMMANO €					430,66	1,00	430,66
22 03.P07.D02. 005	Tavelle faccia a vista in pasta molle - tipo a mano - composte da impasti pregiati di argille selezionate senza l'utilizzo di pigmenti, coloranti o additivi, per rivestimento di pa ... 4; rispondenti alla direttiva europea 89/106/CE (radon) ed alla Raccomandazione Euratom n. 143/90 Dimensioni: 250x120 mm Piano terra Primo piano					31,46 23,77		
	SOMMANO m ²					55,23	68,82	3'800,93
23 03.A06.B02.	Terracotta. Posa in opera di tavelle tipo a pasta molle (non estruso) posate a vista, secondo le indicazioni del Progettista e D.L. con malta di calce							
	A RIPORTARE							77'644,40

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							77'644,40
005	idraulica naturale a basso co ... ntuali opere provvisionali Incollate con composto a base di caseina, sabbia quarzosa, farina di marmo, calce e cellulosa Piano terra Primo piano					31,46 23,77		
	SOMMANO m ²					55,23	67,43	3'724,16
24 01.A17.C40. 015	Tramezzi, bussole, parapetti e simili di qualunque forma e dimensione, con intelaiatura dello spessore di circa mm 40 e specchiatura di circa mm 30, comprese le ferramenta, le serrature e la imprimitura ad olio In abete (Picea abies, Abies alba) operati su due facce Aggetti decorativi					77,83		
	SOMMANO m ²					77,83	348,74	27'142,43
25 01.A17.C50. 005	Posa in opera di tramezzi, bussole, parapetti e simili, comprese le opere accessorie In legname di qualsiasi natura Aggetti decorativi					77,83		
	SOMMANO m ²					77,83	51,83	4'033,93
26 01.A20.E47. 040	Esecuzione di finitura protettiva e/o decorativa trasparente o colorata, ottenuta mediante applicazione a spruzzo, rullo o pennello di vernici a base di bioessido di titanio, con pr ... arsi a parte. Pittura colorata per interni o esterni, applicazione a due riprese su: superfici intonacate o in laterizi. Piano terra Primo piano Aggetti decorativi					64,21 27,72 77,83		
	SOMMANO m ²					169,76	8,73	1'482,00
27 01.A17.B40. 106	Porte interne, di qualunque forma, dimensione e numero di battenti, montate su chianbrane o telarone con specchiature piene o a vetri, con modanatura anche di riporto, compresa la ... ue chiavi e l'imprimitura ad olio (esclusi i vetri). In abete (Picea abies, Abies alba) dello spessore inferiore a mm 60					2,73		
	SOMMANO m ²					2,73	247,19	674,83
28 01.A17.B70. 005	Posa in opera di porte interne semplici o tamburate, a pannelli od a vetri, di qualunque forma, dimensione e numero di battenti, per qualsiasi spessore, montate su chianbrane o telarone In qualsiasi tipo di legname					2,73		
	SOMMANO m ²					2,73	44,56	121,65
29 01.A18.B00. 075	Fornitura e posa in opera di serramenti metallici esterni, completi di telaio in profilati a taglio termico e vetro montato tipo camera basso emissivo, per finestre, e portefinestr ... to l'impiego di una vetrata di cui al codice 01.P20.B04.025] In alluminio, ad ante, aventi superficie superiore a m ² 3,5 Piano terra Piano terra Piano terra Primo piano Primo piano					4,80 7,23 11,30 18,82 9,80		
	SOMMANO m ²	2,00 3,00 2,00	1,60 2,50 2,50	3,000 2,260 2,260 1,960 1,960		51,95	433,13	22'501,10
30 01.A18.B00. 065	Fornitura e posa in opera di serramenti metallici esterni, completi di telaio in profilati a taglio termico e vetro montato tipo camera basso emissivo, per finestre, e portefinestr ... to l'impiego di una vetrata di cui al codice 01.P20.B04.025] In alluminio, ad ante, aventi superficie inferiore a m ² 2,0 Copertura					1,34		
	A RIPORTARE					1,34		137'324,50

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO					1,34		137'324,50
	SOMMANO m ²					1,34	466,54	625,16
31 03.A03.B01. 005	Controsoffitti. Soffitto in aderenza costituito da orditura metallica semplice e rivestita da lastre in fibra di gesso fissate alla struttura con ganci metallici regolabili Pannello di spessore 1 cm Piano terra Primo piano					23,66 30,10		
	SOMMANO m ²					53,76	46,68	2'509,52
32 01.A18.B45. 005	Esecuzione di cancellate, inferriate, ringhiere, corrimani e simili in acciaio inossidabile del tipo AISI 304 a finitura satinata grana 300/500 In elementi tondi, quadri, piatti o profilati con disegni a linee curve o ad intreccio Piano terra Primo piano Copertura		2,50 10,91 8,13	1,000 1,000 1,000	8,500 8,500 8,500	21,25 92,74 69,11		
	SOMMANO kg					183,10	17,94	3'284,81
33 01.A40.A20. 020	Scale Gradino a parete - Fornitura e posa in opera di gradino a parete in acciaio inox prelaborato. Compresi ancoranti di qualsiasi tipo (n.4 o 6 in funzione del supporto) sigillature, riprese e quanto altro a dare il lavoro finito. Piano terra Primo piano					10,00 10,00		
	SOMMANO cad					20,00	218,54	4'370,80
34 01.P07.B48.0 05	Provvista di zoccolino battiscopa in gres ceramico fine porcellanato, ottenuto da impasto di argille nobili, di tipo omogeneo a tutto spessore, privo di trattamento superficiale, i ... i fisici e chimici, con bordi arrotondati o a squadra, compresi i pezzi speciali (angoli e spigoli) Nel formato cm 10x20 Piano terra Primo piano					21,72 22,48		
	SOMMANO m					44,20	9,49	419,46
35 01.A12.B60. 005	Posa in opera di zoccolino battiscopa levigati e lucidati dello spessore cm 1 altezza da cm 6 a 10, compreso la sigillatura dell'intonaco sul bordo superiore Per una lunghezza di almeno m 2 Piano terra Primo piano					21,72 22,48		
	SOMMANO m					44,20	6,89	304,54
36 03.A09.A02. 010	Fornitura e posa in opera di copertura a verde pensile secondo norma UNI 11235 su solaio isolato, costituita da Sistema tecnologico multistrato composto da: -foglio antiradice in c ... bstrato non superiore a 390 kg/m ² ; capacità di accumulo idrico del sistema a 20 cm di substrato non inferiore a 85 l/m ² .					30,36		
	SOMMANO m ²					30,36	102,14	3'100,97
37 20.A27.A10. 005	Formazione di prato, compresa la regolarizzazione del piano di semina con livellamento sminuzzamento e rastrellatura della terra, provvista delle sementi e semina, carico e trasporto ad impianto di trattamento autorizzato degli eventuali materiali di risulta Con preparazione manuale del terreno					12,40		
	SOMMANO m ²					12,40	2,16	26,78
38 09.P04.A15.	Fornitura e messa in opera di prodotti per la biofertilizzazione e micorrizazione: biofertilizzazione diffusa delle superfici a prato con la							
	A RIPORTARE							151'966,54

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							151'966,54
005	distribuzione diretta di inoculi a base di funghi ecto-endomicorrizi e batteri p.g.p. (plant growth promoting) della rizosfera (0,3 kg di prodotto per m ²)					42,76		
	SOMMANO m ²					42,76	0,18	7,70
39 03.P14.A08. 005	Moduli fotovoltaici ad alta efficienza, celle di silicio monocristallino o con tecnologia HIT, tensione massima di sistema 1000 V, scatola di connessione IP 65 completa di diodi di ... rnice in alluminio anodizzato, certificazione IEC 61215, efficienza del modulo > 16% Potenza di picco da 180 Wp a 315 Wp	6,00			315,000	1'890,00		
	SOMMANO Wp					1'890,00	2,09	3'950,10
40 03.A13.A01. 005	Posa in opera di moduli fotovoltaici a struttura rigida in silicio cristallino o amorfo, su struttura di sostegno modulare costituita da profilati in alluminio o acciaio, incluso c ... o altra attrezzatura per il trasporto su copertura Su coperture piane o su terreno, superficie installata fino a 100 m ²	6,00	1,91	0,633		7,25		
	SOMMANO m ²					7,25	82,93	601,24
41 N.P.1	Fornitura e posa in opera di canali di gronda in lamiera zincata preverniciata. Spessore mm 10/10, sviluppo cm 50. Per ogni metro.					19,85		
	SOMMANO m					19,85	35,03	695,35
42 01.A19.A20. 015	Provvista e posa in opera di tubi pluviali, in lamiera di ferro zincato del n. 28, graffiati, compreso ogni accessorio per il fissaggio Del diametro di cm 10					6,08		
	SOMMANO m					6,08	21,45	130,42
43 01.A19.B20. 005	Ripassamento di doccioni di gronda e tubi pluviali, comprese tutte le provviste occorrenti per nuove cicogne, staffe o chioderia, le saldature complete (mano d'opera e provviste), ... l prezzo e' riferito al m di gronda o di pluviale, escludendo i tratti nuovi: Per tratti di almeno 15 metri di lunghezza Gronda Pluviali					19,85 6,08		
	SOMMANO m					25,93	25,91	671,85
44 01.A28.C70. 005	Provvista e posa di numero civico regolamentare In marmo bianco di cm 14x11x2 con due perni per ancoraggio al muro o su cancellata, ed incisione e verniciatura in nero di lettere e numeri dell'altezza di cm 10					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	53,61	53,61
45 06.A20.N01. 010	F.O. Fornitura in opera di nuovo estintore d'incendio portatile o carrellato, omologato in base alla normativa vigente esclusa eventuale fornitura in opera del supporto. Per ogni tipologia, è indicata la capacità estinguente minima richiesta. F.O. di Estintore a Co2 kg 5 113BC					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	121,93	121,93
46 N.P.2	Realizzazione rete generale luce (SG & U incluse). Quota di allacciamento e distribuzione verticale della rete					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	750,00	750,00
	A RIPORTARE							158'948,74

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO							158'948,74
47 N.P.3	Realizzazione di rete di distribuzione. Quota di distribuzione orizzontale della rete fino alle cassette di derivazione					46,09		
	SOMMANO m2					46,09	50,00	2'304,50
48 06.A09.B01. 005	F.O. Fornitura in opera di centralino in materiale isolante, autoestinguente, grado di protezione minimo IP 40, con portella di qualsiasi tipo (cieca, trasparente o fume), guida DI ... tura dell'intonaco ed ogni accessorio per la posa in opera. F.O. di centralino da incasso PVC IP40 con portella 4 moduli					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	40,42	40,42
49 N.P.4	Realizzazione di impianto videocitofonico completo di pulsantiera esterna e terminali interni. A due fili schermato con alte prestazioni, con la possibilità di interloquire con citofoni tra condomini. Fino ad un massimo di 25 utenze.					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	440,00	440,00
50 N.P.5	Fornitura e posa punti luce (SG & U incluse). Punto luce normale sottotraccia in tubi di plastica, compresa scatola di derivazione, interruttore ecc.					13,00		
	SOMMANO cad					13,00	57,00	741,00
51 N.P.6	Fornitura e posa punti luce (SG & U incluse). Presa di corrente bipolare sottotraccia in tubo di plastica, compreso ogni materiale e opera muraria, fori, cassette di derivazione ecc.					12,00		
	SOMMANO cad					12,00	31,93	383,16
52 N.P.7	Impianto antintrusione antifurto a protezione volumetrica di due ambienti e a protezione periferica di accesso di rilievo di tre punti. Il tutto con allarme sonoro con visualizzazione ottica. L'architettura dell'impianto è a logica modulare con componentistica a ricambio garantito.					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	2'796,37	2'796,37
53 N.P.8	Campanello elettrico per portoncino di ingresso costituito da suoneria, cassetta di derivazione, pulsante in plastica, eseguito sottotraccia in tubo di plastica ecc.					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	48,80	48,80
54 06.A19.A02. 005	F.O. Fornitura in opera di centrali a microprocessore per rilevazione fumi di tipo convenzionale con analisi linee ad assorbimento, display lcd per segnalazione zona di allarme con ... ntatori F.O. di cle antinc, conv. >= 12 zone espandibili , con aliment. >= 1,8 A 24V, display, tastiera, memoria eventi.					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	567,47	567,47
55 06.A19.B01. 030	F.O. Fornitura in opera di rivelatori di gas esplosivi (metano, etano, propano, butano, etc.) completi di centralina con dispositivo di analisi e sirena resettabilecampo di tempera ... bar corrente di riscaldamento 0,14 F.O. di sensore catalitico gas esplos. antideflagrante certificato cesi per aree atex					1,00		
	A RIPORTARE					1,00		166'270,46

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	DIMENSIONI				Quantità	IMPORTI	
		par.ug.	lung.	larg.	H/peso		unitario	TOTALE
	RIPORTO					1,00		166'270,46
	SOMMANO cad					1,00	514,35	514,35
56 N.P.9	Assistenze murarie alla posa degli impianti					8'586,07		
	SOMMANO €					8'586,07	0,10	858,61
57 11.A01.A10. 030	Posa in opera, mediante saldatura elettrica di testa, di condotte in acciaio, di cui all'art. 11.P01.A24 del presente prezzo, posate secondo le livellette prestabilite e le presc ... a di quanto necessario per i collaudi ed ogni altro onere occorrente per dare il lavoro compiuto a regola d'arte. DN 300					2,60		
	SOMMANO m					2,60	20,14	52,36
58 05.A01.A01. 010	Caldaje. Fornitura in opera di caldaia murale a condensazione di qualunque tipo, forma e dimensione completa di tutti gli accessori per garantire il corretto funzionamento, con acc ... di caldaia murale a condensazione per riscaldamento e acqua calda sanitaria istantanea, potenza al focolare fino a 25 kW					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	1'878,22	1'878,22
59 N.P.10	Realizzazione rete generale acqua (SG & U inclusi). Quota di distribuzione verticale della rete di scarico					14,63		
	SOMMANO m2					14,63	25,00	365,75
60 N.P.11	Realizzazione di punto acqua (SG & U inclusi). Quota di distribuzione orizzontale della rete di scarico e/o adduzione, fino al punto di posa dell'apparecchio					6,00		
	SOMMANO cad					6,00	210,00	1'260,00
61 N.P.12	Fornitura e posa apparecchi (SG & U inclusi). Cassetta per wc a zaino, compresa placca e canotto					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	115,00	115,00
62 N.P.13	Fornitura e posa apparecchi (SG & U inclusi). Vaso bianco sospeso con scarico a parete, compreso di struttura di fissaggio e sedile in plastica					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	536,00	536,00
63 N.P.14	Fornitura e posa apparecchi (SG & U inclusi). Piatto doccia in ceramica, completo di gruppo ad incasso composto da due rubinetti di manovra, braccio doccia cromato e doccia a getto fisso snodato con sistema anticalcare 50x80 cm					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	382,00	382,00
64 N.P.15	Fornitura e posa apparecchi (SG & U inclusi). Lavabo in porcellana vetrificata su mensola in ghisa smaltata, 70x55, compresa rubinetteria					1,00		
	SOMMANO cad					1,00	420,00	420,00
	A RIPORTARE							172'652,75

DESCRIZIONE	IMPORTO
<u>QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI</u>	
a1) Importo per l'esecuzione delle Lavorazioni (comprensivo dell'importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza) A misura A corpo In economia	173'515,10
Sommano	173'515,10
a2) Importo per l'attuazione dei Piani di Sicurezza (NON soggetti a Ribasso d'asta) A misura A corpo In economia	3'470,30
Sommano	3'470,30
b) Somme a disposizione della stazione appaltante per: b1) Lavori in economia, previsti in progetto, ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura b2) Rilievi accertamenti e indagini b3) Allacciamenti a pubblici servizi b4) Imprevisti	8'849,27
b5) Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi b6) Accantonamento per aumento dei prezzi dei materiali b7) Spese di carattere strumentale e per l'assicurazione dei dipendenti della PA incaricati della progettazione, spese tecniche relative a: progettazione, alle necessarie attività preliminari e di supporto, nonché al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori ed al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, assistenza giornaliera e contabilità	14'158,83
b8) Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione b9) Eventuali spese per commissioni giudicatrici e per appalti con offerta economicamente più vantaggiosa (art. 77 comma 10 D.lgs. 50/2016)	1'238,90
b10) Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche b11) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	38'936,79
b12) Spese per attività di programmazione, valutazione preventiva dei progetti, di predisposizione e controllo delle procedure di gara, di esecuzione dei contratti pubblici, di RUP, di direzione dei lavori e di collaudo tecnico amministrativo e statico (art. 113 comma 2 D.lgs. 50/2016) b13) Oneri per la redazione del progetto di fattibilità (art. 183 comma 2 D.lgs. 50/2016) b14) Costi per l'elaborazione del consuntivo scientifico previsto per i beni del patrimonio culturale (art. 102 comma 9 D.lgs. 50/2016)	63'183,79
b15) IVA ed eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge	236'698,89
Sommano	236'698,89
TOTALE	236'698,89

15181.0001 - Progetto Tesi Laurea Magistrale Minerva LucaManuel

nome progetto

PUNTEGGIO GLOBALE: 3,12

Punteggio	P. Pesato	AREA / CATEGORIA / CRITERIO	Indicatore
2,96	0,30	SELEZIONE DEL SITO	
2,96	2,96	A. Qualità della localizzazione	
2,96	2,96	A.1 Selezione del sito	
3,00	1,02	A.1.5 Riutilizzo del territorio	3,00
0,56	0,13	A.1.6 Accessibilità al trasporto pubblico	4,45
5,00	1,15	A.1.8 Mix funzionale dell'area	220,00
3,33	0,67	A.1.10 Adiacenza ad infrastrutture	50,00
3,14	2,83	QUALITÀ DELL'EDIFICIO	
2,12	1,00	B. Consumo di risorse	
-1,00	-0,30	B.1 Energia primaria non rinnovabile richiesta durante il ciclo di vita	
-1,00	-0,50	B.1.2 Energia primaria per il riscaldamento	120,97
-1,00	-0,50	B.1.5 Energia primaria per acqua calda sanitaria	13,10
2,80	0,28	B.3 Energia da fonti rinnovabili	
5,00	2,50	B.3.2 Energia rinnovabile per usi termici	60,00
0,61	0,30	B.3.3 Energia prodotta nel sito per usi elettrici	112,12
3,57	0,89	B.4 Materiali eco-compatibili	
2,62	0,47	B.4.6 Materiali riciclati/recuperati	26,19
1,99	0,36	B.4.7 Materiali da fonti rinnovabili	19,89
5,00	0,90	B.4.8 Materiali locali	100,00
5,00	0,90	B.4.9 Materiali locali per finiture	100,00
4,00	0,40	B.4.10 Materiali riciclabili e smontabili	5,00
3,00	0,54	B.4.11 Materiali certificati	15,00
4,02	0,60	B.5 Acqua potabile	
5,00	3,20	B.5.1 Acqua potabile per irrigazione	219,37
2,28	0,82	B.5.2 Acqua potabile per usi indoor	22,83
3,21	0,64	B.6 Prestazioni dell'involucro	
5,00	2,90	B.6.2 Energia netta per il raffrescamento	10,67

Punteggio	P. Pesato	AREA / CATEGORIA / CRITERIO	Indicatore
0,75	0,31	B.6.3 Trasmittanza termica dell'involucro edilizio	95,02
3,70	0,78	C. Carichi ambientali	
5,00	1,50	C.1 Emissioni di CO2 equivalente	
5,00	5,00	C.1.2 Emissioni previste in fase operativa	1,11
5,00	0,75	C.3 Rifiuti solidi	
5,00	5,00	C.3.2 Rifiuti solidi prodotti in fase operativa	1,00
2,39	0,83	C.4 Acque reflue	
1,52	1,08	C.4.1 Acque grigie inviate in fognatura	30,44
4,50	1,31	C.4.3 Permeabilità del suolo	90,00
3,07	0,61	C.6 Impatto sull'ambiente circostante	
3,07	3,07	C.6.8 Effetto isola di calore	61,45
3,90	0,82	D. Qualità ambientale indoor	
2,00	0,40	D.2 Ventilazione	
2,00	2,00	D.2.5 Ventilazione e qualità dell'aria	2,00
3,00	0,75	D.3 Benessere termoigrometrico	
3,00	3,00	D.3.2 Temperatura dell'aria nel periodo estivo	3,00
5,00	1,00	D.4 Benessere visivo	
5,00	5,00	D.4.1 Illuminazione naturale	78,59
5,00	1,25	D.5 Benessere acustico	
5,00	5,00	D.5.6 Qualità acustica dell'edificio	5,00
5,00	0,50	D.6 Inquinamento elettromagnetico	
5,00	5,00	D.6.1 Campi magnetici a frequenza industriale (50Hertz)	5,00
5,00	0,55	E. Qualità del servizio	
5,00	1,25	E.2 Funzionalità ed efficienza	
5,00	5,00	E.2.4 Qualità del sistema di trasmissione dati	5,00
5,00	1,25	E.3 Controllabilità degli impianti	
5,00	5,00	E.3.6 Impianti domotici	15,00
5,00	2,50	E.6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa	
5,00	3,35	E.6.1 Mantenimento delle prestazioni dell'involucro edilizio	100,00
5,00	1,65	E.6.5 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	5,00

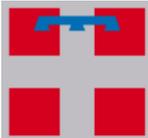
15181.0001 - TOWER Tesi Laurea Magistrale Minerva LucaManuel

nome progetto

PUNTEGGIO GLOBALE: 3,76

Punteggio	P. Pesato	AREA / CATEGORIA / CRITERIO	Indicatore
2,96	0,30	SELEZIONE DEL SITO	
2,96	2,96	A. Qualità della localizzazione	
2,96	2,96	A.1 Selezione del sito	
3,00	1,02	A.1.5 Riutilizzo del territorio	3,00
0,56	0,13	A.1.6 Accessibilità al trasporto pubblico	4,45
5,00	1,15	A.1.8 Mix funzionale dell'area	220,00
3,33	0,67	A.1.10 Adiacenza ad infrastrutture	50,00
3,84	3,46	QUALITÀ DELL'EDIFICIO	
5,00	0,25	A. Qualità del sito	
5,00	5,00	A.3 Progettazione dell'area	
5,00	1,35	A.3.3 Aree esterne di uso comune attrezzate	5,00
5,00	3,65	A.3.4 Supporto all'uso di biciclette	45,45
3,51	1,58	B. Consumo di risorse	
3,98	1,19	B.1 Energia primaria non rinnovabile richiesta durante il ciclo di vita	
3,62	1,81	B.1.2 Energia primaria per il riscaldamento	45,64
4,33	2,17	B.1.5 Energia primaria per acqua calda sanitaria	5,10
3,25	0,32	B.3 Energia da fonti rinnovabili	
5,00	2,50	B.3.2 Energia rinnovabile per usi termici	60,00
1,50	0,75	B.3.3 Energia prodotta nel sito per usi elettrici	129,94
3,05	0,76	B.4 Materiali eco-compatibili	
1,50	0,27	B.4.6 Materiali riciclati/recuperati	15,02
0,20	0,04	B.4.7 Materiali da fonti rinnovabili	1,99
5,00	0,90	B.4.8 Materiali locali	100,00
5,00	0,90	B.4.9 Materiali locali per finiture	100,00
4,00	0,40	B.4.10 Materiali riciclabili e smontabili	5,00
3,00	0,54	B.4.11 Materiali certificati	15,00
3,95	0,59	B.5 Acqua potabile	
5,00	3,20	B.5.1 Acqua potabile per irrigazione	219,37
2,08	0,75	B.5.2 Acqua potabile per usi indoor	20,76
3,21	0,64	B.6 Prestazioni dell'involucro	
5,00	2,90	B.6.2 Energia netta per il raffrescamento	27,67

Punteggio	P. Pesato	AREA / CATEGORIA / CRITERIO	Indicatore
0,75	0,31	B.6.3 Trasmittanza termica dell'involucro edilizio	95,02
3,67	0,73	C. Carichi ambientali	
5,00	1,50	C.1 Emissioni di CO2 equivalente	
5,00	5,00	C.1.2 Emissioni previste in fase operativa	0,04
5,00	0,75	C.3 Rifiuti solidi	
5,00	5,00	C.3.2 Rifiuti solidi prodotti in fase operativa	1,00
2,29	0,80	C.4 Acque reflue	
1,38	0,98	C.4.1 Acque grigie inviate in fognatura	27,67
4,50	1,31	C.4.3 Permeabilità del suolo	90,00
3,07	0,61	C.6 Impatto sull'ambiente circostante	
3,07	3,07	C.6.8 Effetto isola di calore	61,45
3,90	0,78	D. Qualità ambientale indoor	
2,00	0,40	D.2 Ventilazione	
2,00	2,00	D.2.5 Ventilazione e qualità dell'aria	2,00
3,00	0,75	D.3 Benessere termoigrometrico	
3,00	3,00	D.3.2 Temperatura dell'aria nel periodo estivo	3,00
5,00	1,00	D.4 Benessere visivo	
5,00	5,00	D.4.1 Illuminazione naturale	78,59
5,00	1,25	D.5 Benessere acustico	
5,00	5,00	D.5.6 Qualità acustica dell'edificio	5,00
5,00	0,50	D.6 Inquinamento elettromagnetico	
5,00	5,00	D.6.1 Campi magnetici a frequenza industriale (50Hertz)	5,00
5,00	0,50	E. Qualità del servizio	
5,00	1,25	E.2 Funzionalità ed efficienza	
5,00	5,00	E.2.4 Qualità del sistema di trasmissione dati	5,00
5,00	1,25	E.3 Controllabilità degli impianti	
5,00	5,00	E.3.6 Impianti domotici	15,00
5,00	2,50	E.6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa	
5,00	3,35	E.6.1 Mantenimento delle prestazioni dell'involucro edilizio	100,00
5,00	1,65	E.6.5 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	5,00



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL:

2031



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- Residenziale
 Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: E.1

Oggetto dell'attestato

- Intero edificio
 Unità immobiliare
 Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- Nuova costruzione
 Passaggio di proprietà
 Locazione
 Ristrutturazione importante
 Riqualificazione energetica
 Altro: _____

Dati identificativi



Regione: Piemonte
 Comune: Torino
 Indirizzo: Corso Duca degli Abruzzi Civ. 24
 Piano: 1
 Interno:
 Coordinate GIS: Lat. 45,062611 Long. 7,662359

Zona climatica: E
 Anno di costruzione: 2021
 Superficie utile riscaldata (m²): 55
 Superficie utile raffrescata (m²): 55
 Volume lordo riscaldato (m³): 144
 Volume lordo raffrescato (m³): 144

Comune catastale		Torino				Sezione		Foglio		Particella	
Subalterni	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	
Altri subalterni											

Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale
 Ventilazione meccanica
 Illuminazione
 Climatizzazione estiva
 Prod. Acqua calda sanitaria
 Trasporto di persone o cose

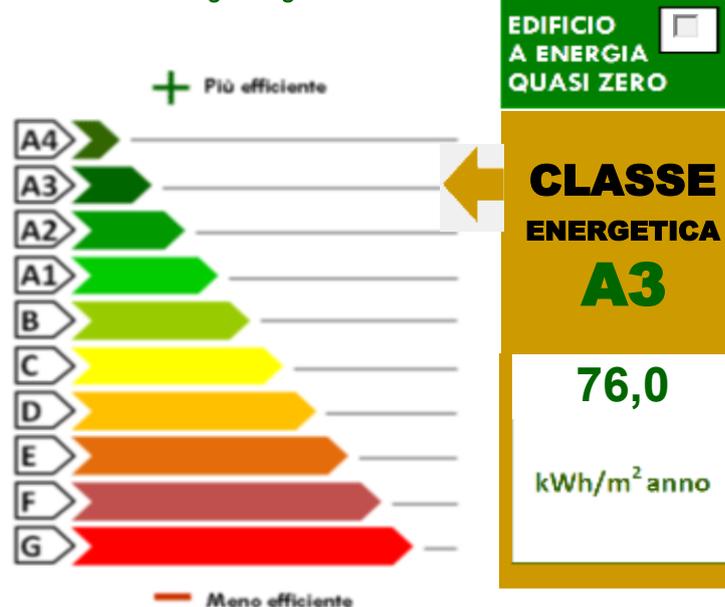
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

Prestazione energetica del fabbricato



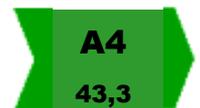
Prestazione energetica globale



Riferimenti

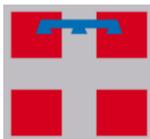
Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi:



Se esistenti:





ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL: 2031



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un suo standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE		Quantità annua consumata in uso standard (u.m.)		Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	385	kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} kWh/m ² anno <u>76,0</u>
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		Sm ³	
<input type="checkbox"/>	GPL		Sm ³	
<input type="checkbox"/>	Carbone		kg	
<input type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile		kg	
<input checked="" type="checkbox"/>	Biomasse solide	3530	kg	Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} kWh/m ² anno <u>262,6</u>
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		kg	
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		kg	
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	610	kWh	
<input type="checkbox"/>	Solare termico		kWh	
<input type="checkbox"/>	Eolico			Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno <u>18,8</u>
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		kWh	
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento			
<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)			

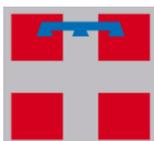
RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP _{gl,nren} kWh/m ² anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
R _{EN1}		NO			0 0,0 kWh/m ² anno
R _{EN2}		NO			
R _{EN3}		NO			
R _{EN4}					
R _{EN5}					
R _{EN6}					



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL 2031



ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

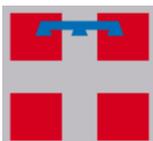
Energia esportata	72,8	kWh/anno	Vettore energetico:	Radiazione solare
-------------------	------	----------	---------------------	-------------------

ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

V - Volume riscaldato	144	m ³
S - Superficie disperdente	208	m ²
Rapporto S/V	1,45	
EP _{H,nd}	175,4	kWh/m ² anno
A _{sol,est} /A _{sup utile}	0,106	-
Y _{IE}	0,13	W/m ² K

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza nominale kW	Efficienza media stagionale		EP _{ren}	EP _{nren}
Climatizzazione invernale				Biomasse		0,62	η _H	221,8	59,7
	-	-	-	-	-				
Climatizzazione estiva				En. Elettrica		0,00	η _C	4,1	3,2
	-	-	-	-	-				
Prod. Acqua calda sanitaria				Biomasse		0,40	η _W	36,6	13,1
Impianti combinati							η _{HW}		
Produzione da fonti rinnovabili	Fotovoltaico			Rad. Solare		0,10	η _{FV}	9,7	0,0
					η _{ST}				
Ventilazione meccanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Illuminazione	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trasporto di persone o cose									
	-	-	-	-	-	-	-	-	-



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL: 2031

APE
2015

INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

--

SOGGETTO CERTIFICATORE

 Ente/Organismo pubblico Tecnico abilitato Organismo/Società

Nome e Cognome / Denominazione	Luca Manuel	Minerva	
Indirizzo	Via Dante di Nanni, 104		
E-mail	s269618@studenti.polito.it		
Telefono	3288330073		
Titolo	Luca Manuel		
Ordine/iscrizione	Laureando Magistrale		
Dichiarazione di indipendenza	Il sottoscritto certificatore, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale ed ai sensi dell'art.3 del DPR 16 aprile 2013, n.75, al fine di poter svolgere con indipendenza e imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore per il sistema edificio/impianto DICHIARA l'assenza di conflitto di interessi, tra l'altro espressa attraverso il non coinvolgimento diretto o indiretto con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati, nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente, e di non essere nè coniuge, nè parente fino al quarto grado del proprietario, ai sensi del comma b), art. 3 del DPR 16 aprile 2013, n.75.		
Informazioni aggiuntive			

SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilievo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE?

 Si No

SOFTWARE UTILIZZATO

Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale?

 Si No

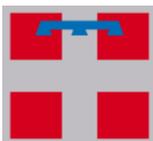
Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato?

 Si No

Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013.

Data emissione 22/10/2021

Firma e timbro del tecnico o firma digitale _____



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL: 2031



LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione** e la **classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione **"raccomandazioni"** (pag.2).

PRIMA PAGINA

Informazioni generali: tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.

Prestazione energetica globale (EPgl,nren) : fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).

Prestazione energetica del fabbricato: indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del confort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice da un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizzata osserva il seguente criterio:



I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle Linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.

Edificio a energia quasi zero: edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE a questa categoria.

Riferimenti: raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

SECONDA PAGINA

Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati: la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di fonte energetica utilizzata.

Raccomandazioni: di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

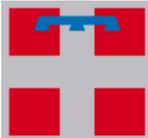
RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO/UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei Codici

Codice	TIPO DI INTERVENTO
REN 1	FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO
REN 2	FABBRICATO - INVOLUCRO TRASPARENTE
REN 3	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - INVERNO
REN 4	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - ESTATE
REN 5	ALTRI IMPIANTI
REN 6	FONTI RINNOVABILI

TERZA PAGINA

La terza pagina riporta la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia.

Riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL:

2031



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- Residenziale
 Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: E.1

Oggetto dell'attestato

- Intero edificio
 Unità immobiliare
 Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- Nuova costruzione
 Passaggio di proprietà
 Locazione
 Ristrutturazione importante
 Riqualificazione energetica
 Altro: _____

Dati identificativi



Regione: Piemonte
 Comune: Torino
 Indirizzo: Corso Duca degli Abruzzi Civ. 24
 Piano: 1
 Interno:
 Coordinate GIS: Lat. 45,062611 Long. 7,662359

Zona climatica: E
 Anno di costruzione: 2021
 Superficie utile riscaldata (m²): 200
 Superficie utile raffrescata (m²): 200
 Volume lordo riscaldato (m³): 144
 Volume lordo raffrescato (m³): 144

Comune catastale		Torino				Sezione		Foglio		Particella	
Subalterni	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	
Altri subalterni											

Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale
 Ventilazione meccanica
 Illuminazione
 Climatizzazione estiva
 Prod. Acqua calda sanitaria
 Trasporto di persone o cose

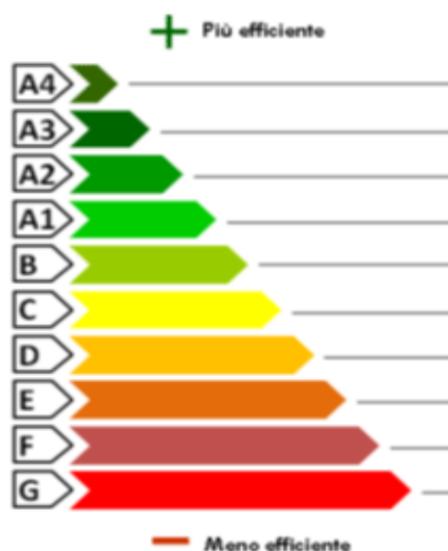
PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto del rendimento degli impianti presenti.

Prestazione energetica del fabbricato

INVERNO	ESTATE

Prestazione energetica globale



EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO

CLASSE ENERGETICA
A4

25,3

kWh/m² anno

Riferimenti

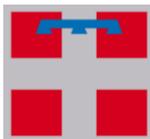
Gli immobili simili avrebbero in media la seguente classificazione:

Se nuovi:

A4
20,7

Se esistenti:

A4
25,3



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL: 2031



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un suo standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia

FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE		Quantità annua consumata in uso standard (u.m.)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} kWh/m ² anno <u>25,3</u>
<input type="checkbox"/>	Gas naturale	Sm ³	
<input type="checkbox"/>	GPL	Sm ³	
<input type="checkbox"/>	Carbone	kg	
<input type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile	kg	
<input checked="" type="checkbox"/>	Biomasse solide	5187 kg	Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} kWh/m ² anno <u>114,6</u>
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide	kg	
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose	kg	
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	7545 kWh	
<input type="checkbox"/>	Solare termico	kWh	
<input type="checkbox"/>	Eolico		Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno <u>6,3</u>
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento	kWh	
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)		

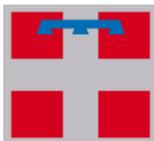
RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP _{gl,nren} kWh/m ² anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
R _{EN1}		NO			0 0,0 kWh/m ² anno
R _{EN2}		NO			
R _{EN3}		NO			
R _{EN4}					
R _{EN5}					
R _{EN6}					



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL 2031



ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI

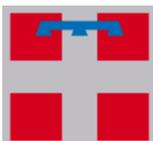
Energia esportata	4877,3	kWh/anno	Vettore energetico:	Radiazione solare
-------------------	--------	----------	---------------------	-------------------

ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO

V - Volume riscaldato	144	m ³
S - Superficie disperdente	208	m ²
Rapporto S/V	1,45	
EP _{H,nd}	66,2	kWh/m ² anno
A _{sol,est} /A _{sup utile}	0,016	-
Y _{IE}	0,13	W/m ² K

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza nominale kW	Efficienza media stagionale		EP _{ren}	EP _{nren}
Climatizzazione invernale				Biomasse		0,64	η _H	82,6	20,2
	-	-	-	-	-				
Climatizzazione estiva				En. Elettrica		1,08	η _C	8,3	0,0
	-	-	-	-	-				
Prod. Acqua calda sanitaria				Biomasse		0,50	η _W	23,7	5,1
Impianti combinati							η _{HW}		
Produzione da fonti rinnovabili	Fotovoltaico			Rad. Solare		0,10	η _{FV}	13,3	0,0
					η _{ST}				
Ventilazione meccanica	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Illuminazione	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trasporto di persone o cose									
	-	-	-	-	-	-	-	-	-



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL: 2031

APE
2015

INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti.

--

SOGGETTO CERTIFICATORE

 Ente/Organismo pubblico Tecnico abilitato Organismo/Società

Nome e Cognome / Denominazione	Luca Manuel	Minerva	
Indirizzo	Via Dante di Nanni, 104		
E-mail	s269618@studenti.polito.it		
Telefono	3288330073		
Titolo	Luca Manuel		
Ordine/iscrizione	Laureando Magistrale		
Dichiarazione di indipendenza	Il sottoscritto certificatore, consapevole delle responsabilità assunte ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale ed ai sensi dell'art.3 del DPR 16 aprile 2013, n.75, al fine di poter svolgere con indipendenza e imparzialità di giudizio l'attività di Soggetto Certificatore per il sistema edificio/impianto DICHIARA l'assenza di conflitto di interessi, tra l'altro espressa attraverso il non coinvolgimento diretto o indiretto con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati, nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente, e di non essere nè coniuge, nè parente fino al quarto grado del proprietario, ai sensi del comma b), art. 3 del DPR 16 aprile 2013, n.75.		
Informazioni aggiuntive			

SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO

E' stato eseguito almeno un sopralluogo/rilievo sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE?

 Si No

SOFTWARE UTILIZZATO

Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dei risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento nazionale?

 Si No

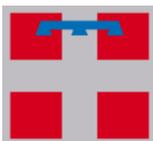
Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato?

 Si No

Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013.

Data emissione 07/12/2021

Firma e timbro del tecnico o firma digitale _____



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

57062000-269618

VALIDO FINO AL: 2031



LEGENDA E NOTE PER LA COMPILAZIONE

Il presente documento attesta la **prestazione** e la **classe energetica** dell'edificio o dell'unità immobiliare, ovvero la quantità di energia necessaria ad assicurare il comfort attraverso i diversi servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in condizioni convenzionali d'uso. Al fine di individuare le potenzialità di miglioramento della prestazione energetica, l'attestato riporta informazioni specifiche sulle prestazioni energetiche del fabbricato e degli impianti. Viene altresì indicata la classe energetica più elevata raggiungibile in caso di realizzazione delle misure migliorative consigliate, così come descritte nella sezione **"raccomandazioni"** (pag.2).

PRIMA PAGINA

Informazioni generali: tra le informazioni generali è riportata la motivazione alla base della redazione dell'APE. Nell'ambito del periodo di validità, ciò non preclude l'uso dell'APE stesso per i fini di legge, anche se differenti da quelli ivi indicati.

Prestazione energetica globale (EPgl,nren) : fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile relativa a tutti i servizi erogati dai sistemi tecnici presenti, in base al quale è identificata la classe di prestazione dell'edificio in una scala da A4 (edificio più efficiente) a G (edificio meno efficiente).

Prestazione energetica del fabbricato: indice qualitativo del fabbisogno di energia necessario per il soddisfacimento del confort interno, indipendente dalla tipologia e dal rendimento degli impianti presenti. Tale indice da un'indicazione di come l'edificio, d'estate e d'inverno, isola termicamente gli ambienti interni rispetto all'ambiente esterno. La scala di valutazione qualitativa utilizzata osserva il seguente criterio:



I valori di soglia per la definizione del livello di qualità, suddivisi per tipo di indicatore, sono riportati nelle Linee guida per l'attestazione energetica degli edifici di cui al decreto previsto dall'articolo 6, comma 12 del d.lgs. 192/2005.

Edificio a energia quasi zero: edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e del decreto ministeriale sui requisiti minimi previsto dall'articolo 4, comma 1 del d.lgs. 192/2005. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema (in situ). Una spunta sull'apposito spazio adiacente alla scala di classificazione indica l'appartenenza dell'edificio oggetto dell'APE a questa categoria.

Riferimenti: raffronto con l'indice di prestazione globale non rinnovabile di un edificio simile ma dotato dei requisiti minimi degli edifici nuovi, nonché con la media degli indici di prestazione degli edifici esistenti simili, ovvero contraddistinti da stessa tipologia d'uso, tipologia costruttiva, zona climatica, dimensioni ed esposizione di quello oggetto dell'attestato.

SECONDA PAGINA

Prestazioni energetiche degli impianti e consumi stimati: la sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile dell'immobile oggetto di attestazione. Tali indici informano sulla percentuale di energia rinnovabile utilizzata dall'immobile rispetto al totale. La sezione riporta infine una stima del quantitativo di energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard, suddivisi per tipologia di fonte energetica utilizzata.

Raccomandazioni: di seguito si riporta la tabella che classifica le tipologie di intervento raccomandate per la riqualificazione energetica e la ristrutturazione importante.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE EDIFICIO/UNITA' IMMOBILIARE - Tabella dei Codici

Codice	TIPO DI INTERVENTO
REN 1	FABBRICATO - INVOLUCRO OPACO
REN 2	FABBRICATO - INVOLUCRO TRASPARENTE
REN 3	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - INVERNO
REN 4	IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE - ESTATE
REN 5	ALTRI IMPIANTI
REN 6	FONTI RINNOVABILI

TERZA PAGINA

La terza pagina riporta la quantità di energia prodotta in situ ed esportata annualmente, nonché la sua tipologia.

Riporta infine, suddivise in due sezioni relative rispettivamente al fabbricato e agli impianti, i dati di maggior dettaglio alla base del calcolo.

CONCLUSIONI

L'ingegneria non è semplicemente conoscere e sapere il fatto proprio, come una enciclopedia ambulante; l'ingegneria non è pura analisi; l'ingegneria non è il mero possesso della capacità di ottenere eleganti soluzioni a inesistenti problemi ingegneristici; l'ingegneria è il praticare l'arte dell'applicazione organizzata dei cambiamenti tecnologici. L'ingegneria opera nell'interfaccia tra la scienza e la società.

-Gordon Stanley Brown-

A. URBANISMO TATTICO

Le politiche pubbliche e in particolare la pianificazione territoriale hanno visto anni in cui l'unico decisore era l'architetto-urbanista che con la sua idea di piano o di progetto calava dall'alto un intervento per modificare una porzione di città, uno spazio pubblico o una strada senza consultare i cittadini e gli abitanti del luogo. L'Urbanismo Tattico ha invece il compito di sanare questo divario, creando occasioni di scambio tra *city user* e *city maker*: intervenire sullo spazio pubblico grazie al coinvolgimento della cittadinanza, utilizzando interventi temporanei e a basso costo.

Per i semplici cittadini, questo processo aperto e iterativo rappresenta un modo immediato per riappropriarsi e riprogettare parte dello spazio pubblico, destinandolo alle persone, togliendolo al degrado, all'abbandono: una vera dimostrazione della necessità di cambiamento. Per le associazioni del territorio rappresenta una modalità per mostrare l'efficacia e i risultati di alcuni interventi ottenendo così un consenso da parte degli organi decisionali e dalla società civile. Per gli amministratori pubblici e il governo locale è invece un modo per sviluppare buone pratiche in tempi brevi e con un risparmio economico importante.

L'Urbanismo Tattico può essere quindi una soluzione per creare nuovi spazi, aiutando la progettazione di nuovi interventi nella fase preliminare oppure rigenerando alcuni spazi che col tempo hanno perso forme e funzioni. Il principio sotteso è quello di sviluppare una serie di interventi in grado di innescare un processo di moltiplicazione degli effetti.

L'innovazione tecnologica, i cambiamenti climatici uniti alla crisi mondiale che ha investito le economie dell'ultimo decennio del XXI secolo, e considerando anche la crisi sanitaria della pandemia mondiale, hanno definitivamente messo in crisi il vecchio modello di abitare e attraversare la propria città, il vivere complesso e collettivo, con tutte le articolazioni, opportunità e attività connesse. Il ripensamento dello spazio pubblico è diventato quindi cruciale e strategico per la riprogettazione virtuosa delle nostre metropoli.

Agire su tutto quello che oggi nelle nostre città è costituito da lotti vuoti, *brown field*, fronti commerciali inutilizzati, strade sovradimensionate, sottopassi, parcheggi di superficie: testare nuove idee in tempo reale. Certo, le criticità esistono. Il tema del posto auto per esempio o il problema del rumore laddove si creassero assembramenti. Riportando le parole dell'architetto e urbanista Matteo Donde' «*in Italia si fanno i progetti ma si raccontano poco. Invece raccontare una visione di città differente è fondamentale*». È necessario riflettere su come sia possibile inserire la sperimentazione temporanea all'interno degli strumenti di pianificazione tradizionale, per sviluppare una disciplina urbanistica che possa essere maggiormente flessibile, dinamica e capace di adattarsi ai contesti differenti.

Il dramma che stiamo vivendo, a causa della crisi globale e, non ultima, della pandemia, rende ancor più necessario considerare le nostre città come laboratori di esperienza e di creatività, portatrici di nuova cultura umanistica, di nuovi valori per costruire una società migliore che si prenda cura dell'ambiente come del prossimo più fragile: per poter ricostruire dalle macerie e sopravvivere come *homo sapiens* urbano negli anni a venire.

B. DENSIFICAZIONE ABITATIVA

Le città e i paesi crescono. Le persone hanno sempre più bisogno di abitazioni. Ma le zone edificabili non sono infinite. La soluzione quindi sta nella densificazione edilizia, ossia

nello sviluppo centripeto degli insediamenti: bloccare l'ulteriore espansione del costruito con un fermo a costruire in terreni non ancora urbanizzati; occupare le aree interne alla città ancora libere e realizzare nuovi quartieri progettando insediamenti compatti; aumentare l'occupazione del suolo con una maggiore densità del costruito.

Densificare è oggi per l'urbanistica l'indispensabile terapia per fermare questa disastrosa dilatazione dell'abitato nel territorio, con villaggi prossimi ai grandi centri stravolti da un'espansione oltre misura. Significa, rispetto alle attuali normative di Piano Regolatore, aumentare le altezze degli edifici e permettere una maggiore compattezza dell'edificato. Significa realizzare edifici in terreni ancora liberi oppure resi liberi con la demolizione di edifici esistenti. Significa costruire quartieri in aree già urbanizzate e provviste di servizi, di trasporti pubblici. Un esercizio non sempre facile purtroppo.

Le idee possono essere molteplici, ma il principio resta lo stesso: utilizzare spazi già occupati per crearne di nuovi e più funzionali: un primo suggerimento può essere quello di costruire una nuova abitazione su di un tetto piano rivalutando l'edificio esistente e aumentandone il valore. Oppure aggiungere ad un complesso edilizio nuove costruzioni, preservandone la stabilità strutturale. O ancora, trasformare strutture in disuso, come fienili o case cantoniere, in abitazioni.

La moderna passività di chi gestisce i processi edilizi delle nostre città ha condotto a quell'anarchia formale e povertà spaziale che caratterizza le aree urbane costruite negli ultimi decenni. È ora di avvalersi dei nuovi concetti delle leggi sulla pianificazione del territorio per riprogettare la città. Il che significa dover decidere – valutando l'esistente, qualità, bellezze, brutture, manchevolezze – quali quartieri proteggere, quali aree lasciare a verde o dove crearne delle nuove, quale area urbana occorre qualificare nel densificare, dove realizzare delle piazze e dei percorsi pedonali, e in quali luoghi è possibile e opportuno creare dei quartieri *ex novo*.

Ripensare l'esistente, aprirsi alle novità per una riprogettazione consapevole della città: è solo dalla collaborazione tra architetti, sovrintendenti delle belle arti e settore edile che la

densità abitativa può diventare sostenibile e può nascere una relazione tra attività costruttiva e cultura.

C. GREEN BUILDING

Il *Green Building* si pone come nuova frontiera del costruire, che nasce dalla reinterpretazione di una pratica antica: una strategia di riciclo dello spazio urbano e l'immissione di corpi architettonici nuovi in edifici e strutture preesistenti. L'organismo "parassita" si distingue dall'ospite sia in termini di forma che di spazio, ma rimane ad esso legato da uno stato di necessità, come la condivisione degli impianti.

I materiali utilizzati nella costruzione sono uno degli elementi fondamentali nella valutazione di sostenibilità di un edificio. Oggi la normalità nell'ambito delle costruzioni si esprime attraverso il concetto di edifici sostenibili ossia progetti dove, risparmio energetico, qualità dei materiali e degli ambienti interni sono pilastri portanti. Che siano nuove costruzioni o opere di ristrutturazione, l'obiettivo è la sostenibilità ambientale e il benessere di chi li abita. I materiali costruttivi devono essere innovativi, sostenibili e salubri. Ed in più circolari, ovvero costituiti da materiali il più possibile riciclati come ingredienti di produzione e completamente riciclabili a fine ciclo.

Il trend in questo ambito vede la perfetta unione tra tradizione, con il ritorno all'utilizzo di materiali naturali e l'innovazione tecnologica, con lo sviluppo di nuovi materiali a impatto zero. La progettazione e la costruzione di edifici *green* comporta quindi l'utilizzo di materiali certificati e un investimento economico che sarà ripagato nel tempo dato che gli immobili progettati secondo i criteri di sostenibilità vedranno aumentare il loro valore economico. Il mondo delle costruzioni e del costruito, in Italia come nel resto del mondo, deve rigenerarsi per contribuire in modo concreto al raggiungimento dei traguardi di sostenibilità prefissati e i *rating system* energetico ambientali dell'edilizia rappresentano concretamente una parte della risposta a tale esigenza.

Il sistema edilizio ha un grandissimo impatto dal punto di vista ambientale ed anche sulla salute degli individui. Per questo motivo è necessario attivare il prima possibile azioni

concrete e strategie misurabili se si vogliono raggiungere gli importanti obiettivi di decarbonizzazione imposti dall'Europa, mettendo al centro l'edificio e i quartieri come ecosistema. Proprio per questo non può mancare il tassello della finanza, settore che si sta sempre più avvicinando come *driver* agli aspetti dell'edilizia sostenibile e del corretto investimento che garantisce un minor rischio di credito. Analizzando i dati percentuali del consumo energetico e delle emissioni di gas serra, è stata lanciata l'iniziativa di una *Renovation Wave* europea, per rafforzare norme, standard e informazioni sulle prestazioni energetiche, con l'obiettivo almeno di raddoppiare i tassi di rinnovamento nei prossimi dieci anni. Un obiettivo ambizioso che richiede ingenti risorse finanziarie.

Lo sviluppo urbanistico delle città, in una fase storica in cui è indispensabile far convergere ogni sforzo per rispondere alle grandi questioni climatiche, è intrinsecamente connesso alla qualità dell'edificato in termini di performance energetiche. Per consolidare questa tendenza dobbiamo intervenire su due diversi piani, con misure che riguardano il nuovo e il vecchio edificato: da un lato, l'obbligo per le nuove costruzioni di essere *carbon neutral*, dall'altro, gli incentivi statali per lo sviluppo ambientale del comparto edilizio esistente.

Questo impegno avrà conseguenze su formazione, lavoro e quindi benessere sociale e finanziario dei cittadini tutti e soprattutto dei giovani. È il momento di essere concreti per abbracciare con consapevolezza la sfida epocale che il pianeta e la salute pubblica ci impongono.

D. EDILIZIA MODULARE

L'edilizia modulare dimostra che il settore delle costruzioni e la tutela dell'ambiente possono trovare un punto d'incontro. Gli enormi progressi fatti nell'ambito dell'edilizia hanno portato a ripensare il metodo di costruzione tradizionale con uno nuovo e meno dispendioso: l'edilizia modulare prefabbricata che, negli ultimi anni, ha dimostrato come sia possibile ridurre l'impatto ambientale delle costruzioni, aumentando, contemporaneamente, la loro efficienza energetica e la sostenibilità della struttura. I nuovi metodi di progettazione e costruzione prevedono l'utilizzo di materiali sostenibili di facile manutenzione che non danneggiano l'ambiente.

Appare quindi chiara la direzione che sta prendendo l'edilizia sostenibile, che giorno dopo giorno si avvicina sempre più allo standard della casa prefabbricata.

Appurato e premesso che le case modulari sono ben lontane dall'essere "ripari di fortuna", i vantaggi concreti offerti da questa innovativa tipologia di costruzioni sono molteplici. Controllare lo spreco, mediante una produzione in fabbrica delle costruzioni, è di vitale importanza per ottimizzare la produzione ed i suoi costi. Basti pensare che in tali fabbriche può essere realizzato praticamente di tutto, pareti, solai, strutture lignee, portando ad un risparmio totale che può arrivare oltre il 50%. Gli edifici modulari, vengono progettati sin dalle prime fasi, in un'ottica di risparmio energetico, analizzando ogni singolo aspetto che potrebbe portare ad eventuali sprechi, e studiando soluzioni per garantire alla costruzione una sorta di indipendenza energetica. Il vantaggio dell'utilizzo di materiali innovativi non si concretizza solamente nella costruzione: gli isolamenti previsti per le costruzioni, realizzati anch'essi in fabbrica, sono realizzati con materiali riciclati, contribuendo ad un minore impatto ambientale e ad una ulteriore riduzione dei costi. Nella vecchia concezione di casa, questa veniva costruita, e solo successivamente le persone vi entravano al suo interno, cominciando a viverla. Nelle case modulari invece, queste vengono costruite attorno alle esigenze dei suoi futuri abitanti.

Ad oggi, il numero di edifici modulari, è ancora piuttosto contenuto. La sostenibilità continua ad essere un qualcosa riservato a pochi volenterosi, ma i segnali che il mercato sta restituendo sono realmente positivi. Le imprese che offrono possibilità in tal senso quindi, sono sempre più numerose, grazie all'interesse crescente dell'opinione pubblica in merito alle tematiche della sostenibilità e del risparmio energetico.

Se volessimo fare una previsione di mercato, si potrebbe dire che oramai è pronto per accogliere queste costruzioni innovative, che in alcune situazioni sono anche non ordinarie in termini di design, rispetto alle abitazioni a cui si è abituati. Le potenzialità, la libertà che riescono a garantire nella scelta di ogni componente, e la capacità di adattarsi alle esigenze di ogni utente, sono tutti aspetti che stanno rendendo la casa modulare, con ogni probabilità, il futuro dell'edilizia sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

CAPITOLO 1

JEAN-FRANÇOIS CHAUVARD – LUCA MOCARELLI, *Città e Storia*, anno IV, n. 1, pp. 65-88, Università Roma Tre-CROMA, 2009

MANUEL VAQUERO PIÑEIRO, *L'università dei Fornaciaci e la produzione di laterizi a Roma tra la fine del '500 e la metà del '700*, in *Roma moderna e contemporanea*, vol. 4, n. 2, pp. 471-494, REGESTA IMPERII, 1996

ALBERTO GROHMANN, *L'edilizia e la città. Storiografia e fonti*, in *L'edilizia prima della rivoluzione industriale secc. XIII-XVIII, Atti*, pp. 109-136, Istituto Storia Economica Datini, 2005

FREDERIC CHAPIN LANE, *I mercanti di Venezia*, pp. 3-121, Giulio Einaudi editore, 1996

ALEKSANDER PANJEK, *Edilizia e sviluppo. La città e porto franco di Trieste nel Settecento*, in *L'edilizia prima della rivoluzione industriale secc. XIII-XVIII, Atti*, pp. 723-735, Istituto Storia Economica Datini, 2005

RENATO GUIDI – ROBERTO SANTORI, *La storia dei materiali da costruzione dalle piramidi al Dubai Al Mamzar*, Bioedil Progetti, ottobre 2017

GIUSEPPE STAGNITTO, *Evoluzione scientifica e costruzioni. Storia dei metodi scientifici applicati all'architettura e all'ingegneria*, C.L.U., 2005

MARIO BUTERA, *L'edilizia che si evolve*, in *QualEnergia*, anno XII, n. 4, Bimestrale Legambiente, novembre 2014

ANDREA DALL'ASTA – MASSIMO VENTURI FERRIOLO, *Il paesaggio tradito. Sguardi su un territorio compromesso*, in *Biennale del Paesaggio-Reggio Emilia*, Galleria San Fedele di Milano, 2006

MARC AUGÉ, *Rovine e macerie. Il senso del tempo*, Bollati Boringhieri, 2004

PROGRAMMA AMBIENTALE DELLE NAZIONI UNITE, *Rapporto sullo Stato Globale degli Edifici e delle Costruzioni: Verso un Settore degli Edifici e delle Costruzioni a emissioni Zero, Efficienti e Resilienti*, Alleanza Globale per gli Edifici e le Costruzioni, 2020

CLAUDIO GERINO, *Onu: le emissioni di CO₂ legate agli edifici sono da record*, in *La Repubblica*, anno 27, n. 49, GEDI Gruppo Editoriale, dicembre 2020

GIANNI RUSCONI, *Ecco le tecnologie che ridurranno le emissioni di CO₂ in Europa*, in *Il Sole 24 ORE*, anno 156, n. 294, Gruppo 24 ORE, ottobre 2020

CAPITOLO 2

LUCA GAMBINI, *Rovine urbane: un progetto di recupero per la chiesa abbandonata di San Nicolò di San Felice a Bologna*, Tesi di Laurea Magistrale, Università di Bologna, 2017

ILARIA GUIDALOTTI, *Ostinazione urbana. Esperienze, indirizzi e strumenti per i processi di rigenerazione urbana integrata*, Tesi di Laurea Magistrale, Università di Bologna, 2017

MICHELE MUNAFÒ, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, in *Report SNPA 08/19*, Isprambiente, 2019

CAMERA DEI DEPUTATI, *Disegno di Legge n. 2039. Norme in materia di valorizzazione delle aree agricole e di contenimento del consumo di suolo*, Parlamento Italiano, XVII Legislatura, febbraio 2014

CONSIGLIO DEL PARLAMENTO EUROPEO, *Decisione N. 1386/2013/UE su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020. Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta*, Parlamento Europeo, VIII Legislatura, novembre 2013

PAOLO PILERI, *100 parole per salvare il suolo. Piccolo dizionario urbanistico-italiano*, Altreconomia, 2018

ALDO FEMIA – GEORGE MONBIOT, *Price Less, la Natura non è Capitale*, in *XX Rapporto Sbilanciamoci! Come usare la spesa pubblica per i diritti, la pace, l'ambiente*, Sbilanciamoci!, 2019

MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI, *Rapporto – Costruire il futuro: difendere l'agricoltura dalla cementificazione*, Parlamento Italiano, XVI Legislatura, luglio 2012

HANS BRUYNINCKX, *Suolo e territorio in Europa. Si può arrestare l'espansione delle città e del cemento?*, in *EEA SEGNALI 2019*, Agenzia Europea dell'Ambiente, 2019

DAVID RUSSEL, *Intervista – Il suolo: un tesoro vivente sotto i nostri piedi*, Agenzia Europea dell'Ambiente, dicembre 2019

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, *Primo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia*, Parlamento Italiano, XVII Legislatura, maggio 2017

SIMONE PESARESI, *Bioclima d'Italia: Applicazione del sistema di classificazione bioclimatica mondiale*, in *Journal of Maps*, pp. 538-553, Taylor & Francis, 2014

CONSIGLIO DEL PARLAMENTO EUROPEO, *Comunicazione N. 2002/0179/DEF verso una strategia tematica per la protezione del suolo*, Parlamento Europeo, V Legislatura, 2002

CAPITOLO 3

MARIA TERESA LUCARELLI – ELENA MUSSINELLI – LAURA DAGLIO, *Progettare Resiliente*, Maggioli Editore, 2018

CRAWFORD STANLEY HOLLING – LANCE GUNDERSON, *Resilienza e cicli adattativi*, in *Panarchia: Capire le trasformazioni nei sistemi umani e naturali*, pp. 25-62, Island Press, 2002

MARIA COMOTTI, *La casa motore della ripresa*, in *ambientecucina*, anno 44, n. 257, New Business Media, luglio-agosto 2020

EUGENIO ANDREATTA, *Comunicato stampa – Osservare e capire il cambiamento per rispondere alle nuove esigenze abitative*, Rimini meeting, agosto 2019

RENATO RIZZI, *Bildung-Building*, in *DOMUS*, n. 1002, EditorialeDomus, maggio 2016

ERIKA SEGHETTI, *Prefabbricazione e modularità, è il futuro dell'edilizia?*, Teknoring Wolters Kluwer, settembre 2019

WENDELL COX – HUGH PAVLETICH, *16ª Indagine Annuale sulla Convenienza Abitativa Internazionale*, Istituto Demographia, Performance Urban Planning, 2020

JAMES LAW, *Cybertecture*, Oro Editions, 2011

CAPITOLO 4

ALESSIA NOCIARO, *Modularità e Prefabbricazione. Cenni storici ed evoluzione dei sistemi*, MoDoM, febbraio 2017

THOMAS KÄLIN, *Case prefabbricate: una storia lunga 400 anni*, BAUTRUST, febbraio 2021

MAURA CORRADO, *Case prefabbricate: quali autorizzazioni servono?*, laleggepertutti, settembre 2016

Tante cose ho imparato da voi uomini...

Ho imparato che tutti quanti vogliono vivere sulla cima della montagna, senza sapere che la vera felicità sta nel come questa montagna è stata scalata. Ho imparato che quando un bambino appena nato stringe con il suo piccolo pugno, per prima volta, il dito del padre, lo racchiude per sempre. Ho imparato che un uomo ha diritto a guardarne un altro dall'alto solo per aiutarlo ad alzarsi. Sono tante le cose che ho potuto apprendere da voi, ma in verità a molto non avrebbero a servire, perché quando mi metterete dentro quella borsa, infelicemente starò morendo. Di' sempre ciò che senti e fai ciò che pensi. Se sapessi che oggi sarà l'ultimo giorno in cui ti vedrò dormire, ti abbraccerei forte e pregherei il Signore affinché possa essere il guardiano della tua anima. Se sapessi che questa è l'ultima volta che ti vedo uscire dalla porta, ti abbraccerei, ti bacerei, e ti richiamerei per dartene ancora. Se sapessi che questa è l'ultima volta che ascolterò la tua voce, registrerei ogni tua parola per poter riascoltarla una ed un'altra volta all'infinito. Se sapessi che questi sono gli ultimi minuti in cui ti vedo ti direi "ti amo" senza assumere, sciocamente, che lo sai di già. Sempre c'è un domani e la vita ci dà un'altra opportunità per fare bene le cose, ma se sbaglio e oggi è tutto ciò che mi resta, mi piacerebbe dirti che ti voglio bene, e che mai ti dimenticherò. Il domani non è assicurato a nessuno, giovane o vecchio. Oggi può essere l'ultimo giorno che vedi coloro che ami. Perciò non aspettare più, fallo oggi, perché se il domani non dovesse mai arrivare, sicuramente lamenterai il giorno che non hai preso tempo per un sorriso, un abbraccio, un bacio, e che sarai stato troppo occupato per concedere un ultimo desiderio. Mantieni coloro che ami vicini a te, dì loro all'orecchio quanto ne hai bisogno, amali e trattali bene, prenditi tempo per dirgli "mi dispiace", "perdonami", "per piacere", "grazie", e tutte le parole d'amore che conosci. Nessuno ti ricorderà per i tuoi pensieri segreti. Chiedi al Signore la forza e la saggezza per saperli esprimere; e dimostra ai tuoi amici quanto t'importano.

-Gabriel García Márquez-

Alla mia famiglia, ai miei amici, ai miei professori di università e a tutti quelli che hanno incrociato la loro vita con la mia lasciandomi qualcosa di buono. Grazie per esserci stati sempre, in ogni istante. Grazie per avermi sempre incoraggiato a non mollare mai e a guardare avanti a testa alta per arrivare fino a questo momento.

Grazie per aver reso questo traguardo davvero speciale!

AD MAIORA SEMPER

