

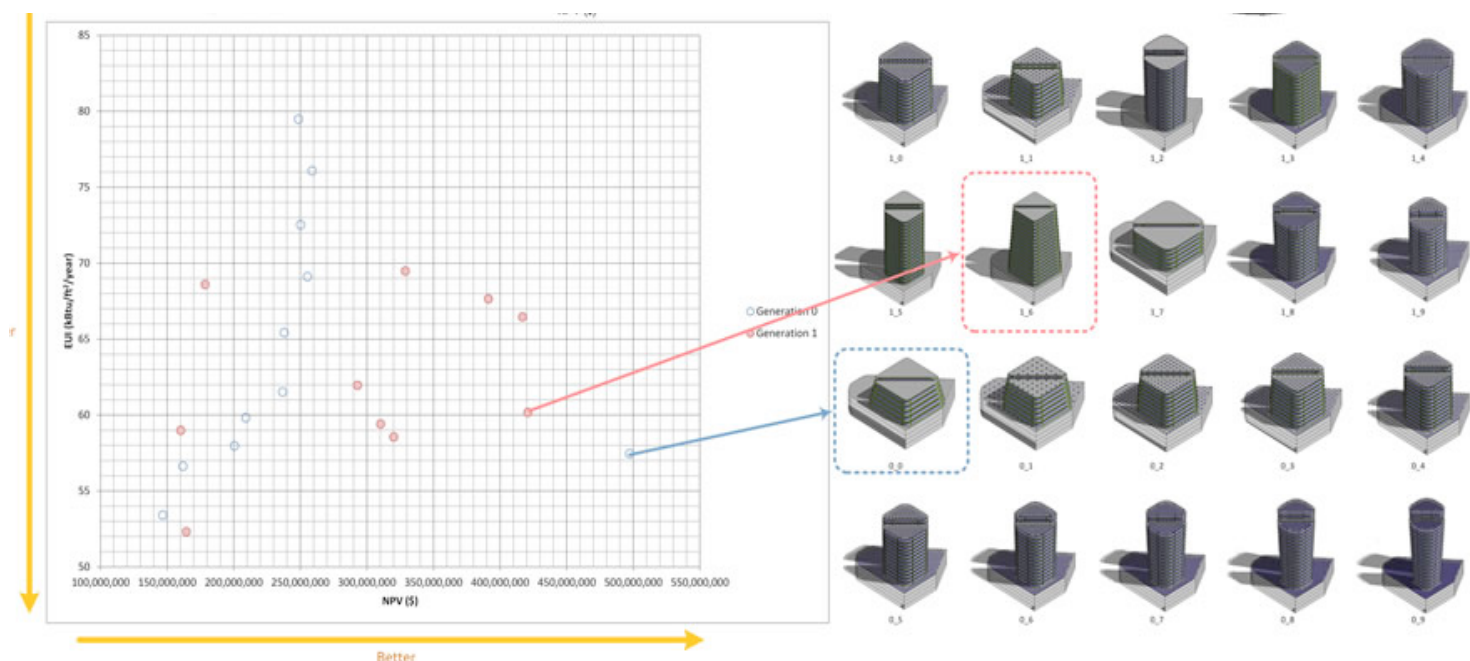
Computational Materiality in the Early Stage Design for Sustainable Architectures

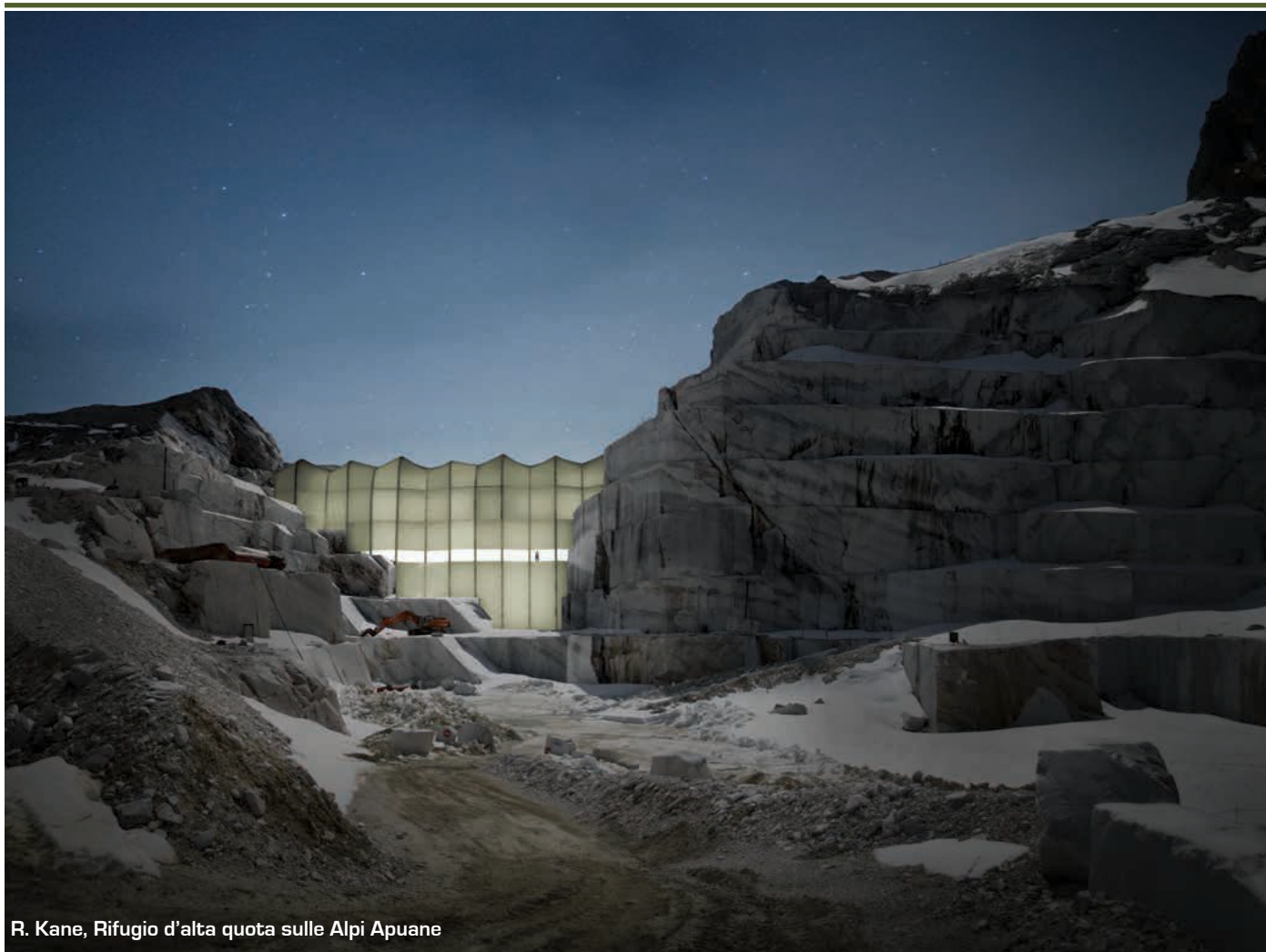
Architetture in Contesti Estremi per Turismo Sostenibile

GUIDA ESERCITAZIONE 03

ENVIRONMENTAL MASS OPTONEERING

Prof. Giuseppe Ridolfi, PhD





R. Kane, Rifugio d'alta quota sulle Alpi Apuane

ENVIRONMENTAL MASS OPTIONEERING | Ottimizzazione Ambientale di Massima | CREDIT #03

Passo Focolaccia. Rifugio alpino in una cava

geographic coordinates: 44°06'04.45" N 10°12'59.48" E

stazione climatica: Monte Cimone

"Our work is about exploring alternative worlds as a means to understand our own world in new ways...through real travel to extraordinary and alien landscapes, exploring the specters of nature and technology and the way they're becoming indistinguishable."

-Liam Young, *Tomorrow's Thoughts Today*

1_Cosa fare

Il presente esercizio conclude le attività finalizzate alla redazione del *Rapporto di Comfort Ambientale* in cui, oltre alla individuazione del sito, alla specificazione del profilo climatico (*Profilo del Luogo*) e delle specifiche prestazionali di tipo ambientale e funzionale (*Programma Edilizio*), si richiede l'elaborazione e il confronto di alcune alternative volumetriche allo scopo di evidenziare le strategie progettuali più efficaci dal punto di vista energetico e, più in generale, di quello ambientale.

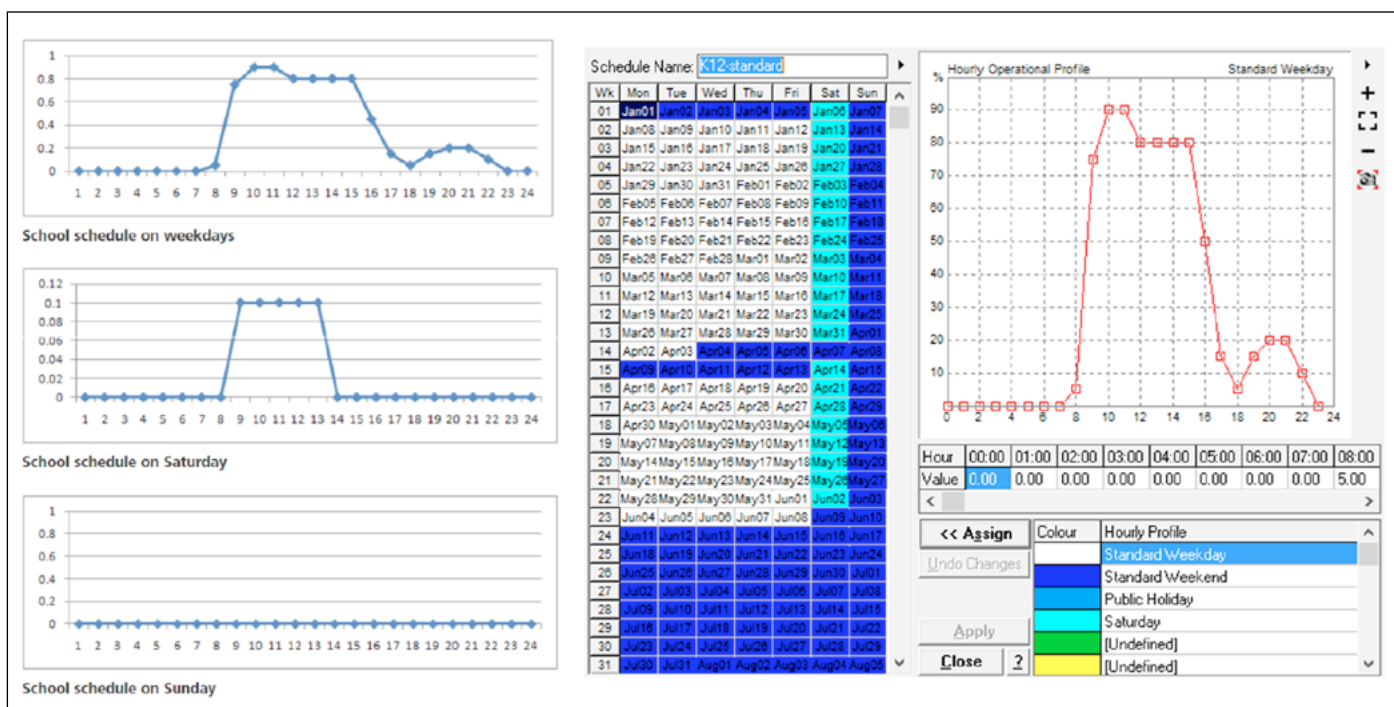
Scopo dell'esercitazione è quello di sviluppare consapevolezza circa l'influenza della determinante morfologica delle architetture sulle prestazioni energetiche e sulla qualità ambientale. Coerentemente con la filosofia progettuale del corso, tale consapevolezza e l'evidenza delle soluzioni più efficaci dovranno realizzarsi attraverso una chiara formalizzazione/ comunicazione dei processi decisionali, delle variabili considerate e dei risultati ottenuti. In tal senso l'esercitazione richiede l'impiego delle procedure computazionali attraverso cui estrarre e quantificare i "dati" dei fenomeni da trattare, calcolare e confrontare valori, visualizzare/materializzare i risultati.

2_ Come fare

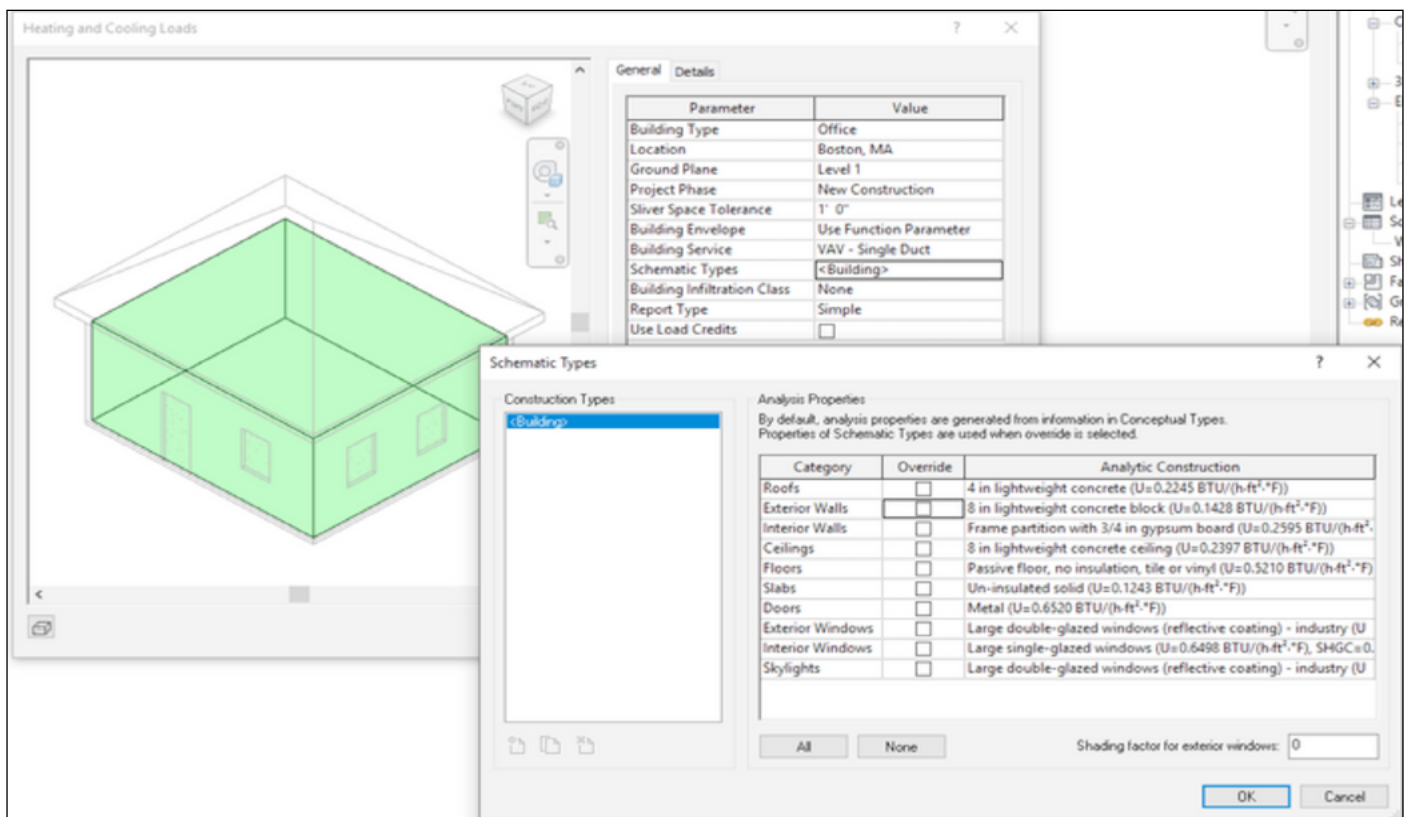
Per svolgere l'esercitazione, si richiede che gli studenti, singolarmente o in piccoli gruppi, elaborino una serie di alternative progettuali a livello di massa concettuale (LOD 200) escludendo quindi variazioni di tipo tecnologico e conducendo valutazioni e confronti energetico/ambientali da cui indicare le soluzioni e le strategie più efficaci.

Si suggerisce la seguente procedura:

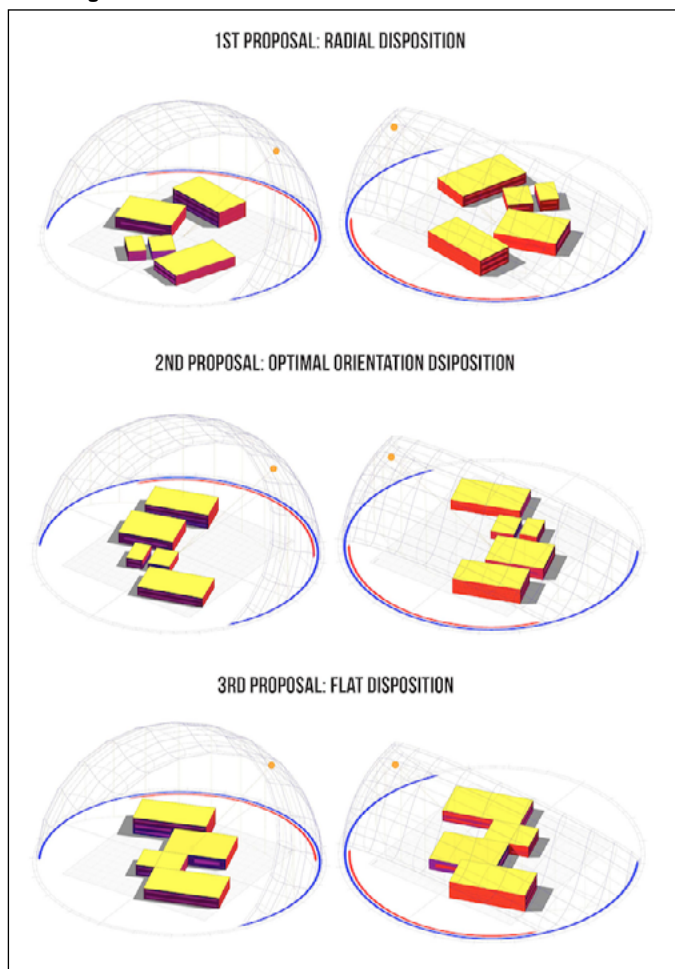
1. Georeferenziare l'edificio e individuare la stazione climatica con caratteristiche di similarità al sito di progetto come ad esempio la prossimità territoriale, l'altitudine.
2. Indicare la destinazione d'uso dell'edificio e il programma di occupazione degli spazi. Quest'ultima variabile viene definita in automatico dai software di simulazione energetica e può quindi essere estratta e visualizzata dalle apposite sezioni del software impiegato. Eventualmente e qualora l'occupazione di default non risponda alle esigenze può essere opportunamente modificato. In ogni caso non modificare più questi valori nel corso dell'analisi delle alternative.



Programma di occupazione degli spazi



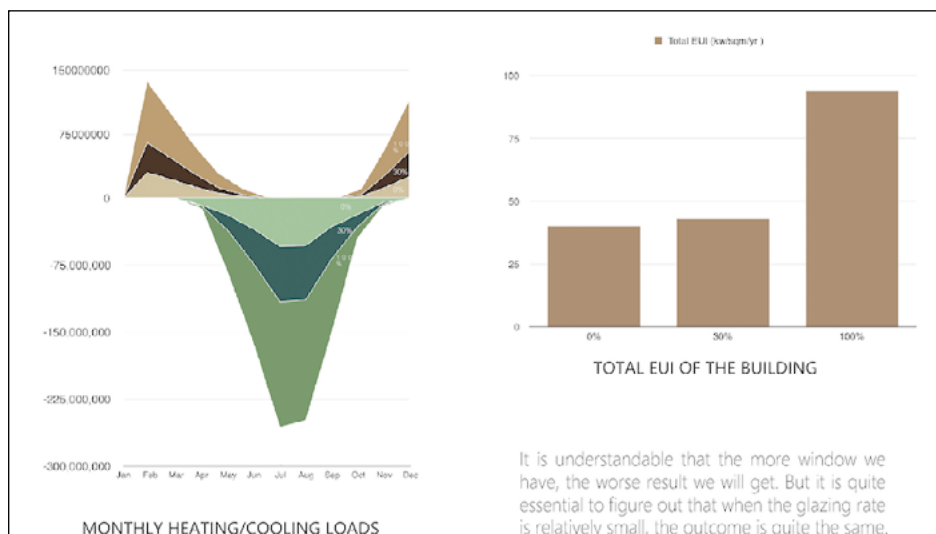
Tecnologiche d'involucro di default in Autodesk Revit



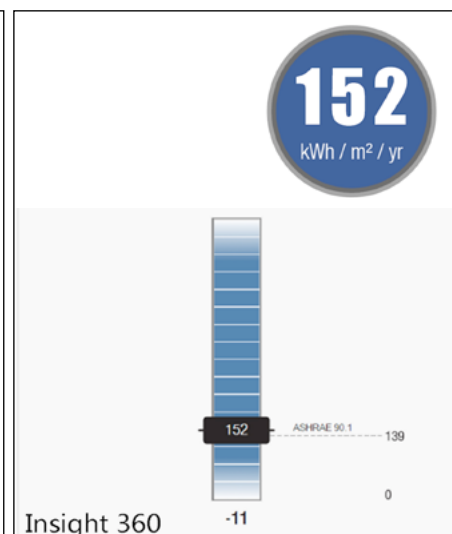
Studio di masse concettuali alternative

- Indicare le caratteristiche tecnologiche di riferimento dell'edificio e mantenerle inalterate per tutte le soluzioni alternative. Tali caratteristiche vengono assegnate di default in relazione alla destinazione funzionale assegnata al punto precedente conformemente alla normativa prescelta. Le specifiche tecnologiche possono quindi essere estratte e visualizzate dalle apposite sezioni del programma impiegato. Allo scopo di mantenere l'analisi in un ambito strettamente passivo è indispensabile escludere qualsiasi apporto energetico dovuto a tecnologie rinnovabili come ad esempio pannelli fotovoltaici, pannelli solari, turbine eoliche,...
- Definire i blocchi edilizi omogenei sulla base dei risultati derivanti dal programma edilizio e dai requisiti ambientali degli utenti. In tal senso i blocchi edilizi possono scaturire da operazioni di clustering funzionale e/o ambientale raggruppando le attività che presentano affinità e/o continuità con altre attività incluse quelle da svolgere all'esterno (rapporto con l'esterno per ingressi, carico scarico/merci, attività ricreative all'aperto) ovvero quelle che richiedono le medesime prestazioni ambientali (termiche, illuminazione, acustiche, vista,...).
- Modellare la soluzione architettonica assemblando o includendo i blocchi edilizi prima definiti

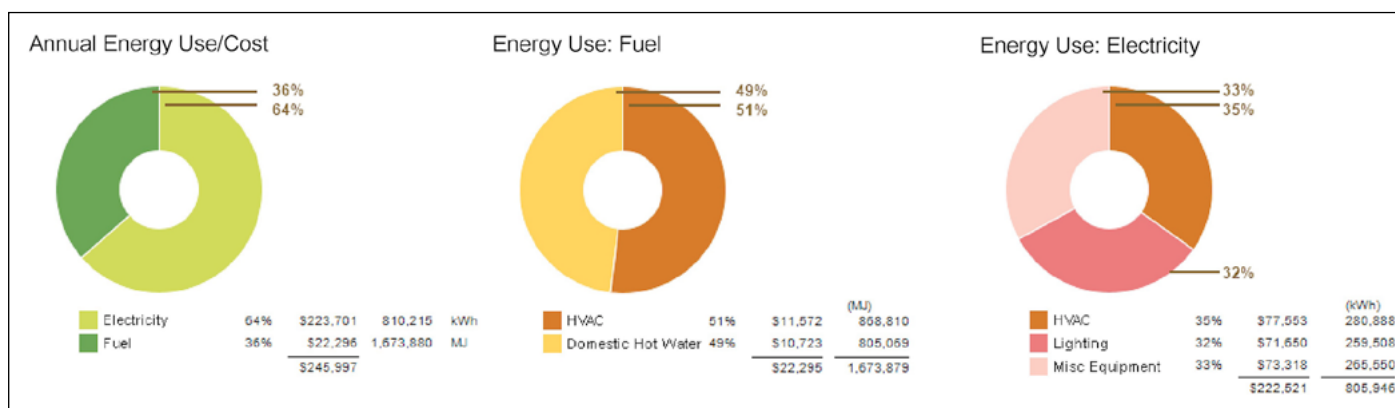
6. Calcolare alcuni fattori di forma come – per esempio – il rapporto tra superficie totale dell'involucro edilizio e volume; superficie totale dell'involucro edilizio e superficie utile; volume e superficie utile
7. Definire e indicare i rapporti di finestratura adottati. E' auspicabile valutare alternative con differenti percentuali di finestrature per differenti esposizioni
8. Calcolare il valore totale di EUI - Annual Energy Use Intensity in KWh/mq/anno e confrontarlo con alcuni benchmark di riferimento.
9. Analizzare il consumo energetico annuo imputabile al riscaldamento e al raffrescamento allo scopo di descrivere il profilo energetico dell'edificio ovvero se prevalentemente da riscaldare o prevalentemente da raffrescare e confrontare tali risultati con quanto emerso nelle precedenti esercitazioni relative alla definizione del *Rapporto Climatico* (Psychrometric Chart Anlysis - Outdoor comfort e Standard Universal Thermal Climate Index)
10. Analizzare le principali componenti del consumo energetico annuo allo scopo di precisare meglio il profilo energetico dell'edificio. Le suddette componenti di consumo annuo da esaminare sono: combustibile per riscaldamento, combustibile per acqua calda, elettricità per condizionamento, elettricità per illuminazione, elettricità per apparecchiature. In questa



Analisi alternative di differenti rapporti di finestratura



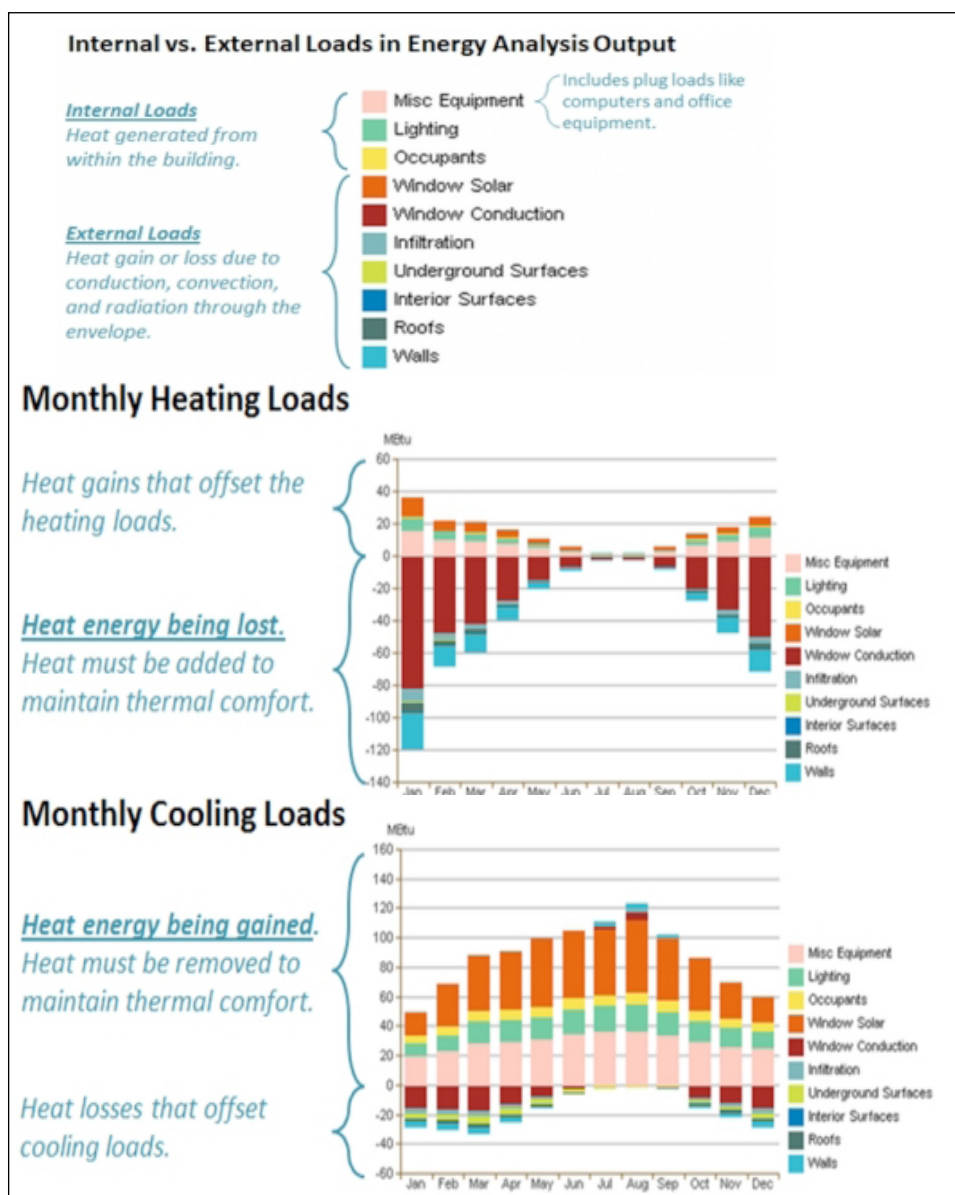
Annual Energy Unit Intensity - Benchmarking



Visualizzazione dei consumi energetici annuali in Revit

analisi molto spesso il combustibile è stimato in MJ mentre l'elettricità in KWh. Il rapporto di conversione per omogeneizzare i dati è $1 \text{ KWh} = 3.6 \text{ MJ}$. Per una più consapevole valutazione va inoltre tenuto conto che, al di là dei sistemi impiantistici più o meno efficienti, il costo dell'energia elettrica è molto più alto del combustibile per riscaldamento. In tal senso si suggerisce di applicare i costi unitari (debitamente acquisiti da fonti specializzate) per le differenti fonti energetiche. Alcuni software come Revit rendono possibile i due modi alternativi di calcolo (costo vs energia).

11. Analizzare e descrivere i contributi negativi e positivi (carichi energetici/thermal load) più rilevanti nel comportamento energetico dell'edificio come ad esempio: il carico degli occupanti, dell'illuminazione, dell'involucro, delle superfici vetrate, delle infiltrazioni. Questo tipo di analisi è svolta in maniera differente dai diversi software. Per esempio Revit visualizza i dati come in figura che possono creare confusione nel lettore potendo essere scambiati per consumi assoluti. In realtà, stanno a indicare la quantità di energia che si aggiunge o viene sottratta nel bilancio energetico dell'edificio per gli apporti "passivi" presenti nell'edificio: migliorativi in termini di risparmio energetico quando sono positivi in inverno (Heating Loads) e negativi in estate (Cooling Loads); peggiorativi nella situazione inversa.



Visualizzazione dei carichi energetici mensili (fonte Autodesk)

Un altro aspetto non immediatamente percepibile è dovuto al fatto che tali carichi differiscono nel medesimo mese quando compaiono nei due grafici Heating Loads e Cooling Loads. La ragione di questa differenza risiede nel fatto che questo tipo di analisi deriva dall'ingegneria impiantistica che nella progettazione dei sistemi riscaldanti e refrigeranti dimensionano gli impianti nelle condizioni più severe. Ciò significa che per il dimensionamento invernale vengono prese in considerazione le ore più fredde cioè notturne e per l'estate quelle pomeridiane determinando la diversità di valori mensili nei differenti carichi. Sebbene in altri software l'analisi e la visualizzazione possono avvenire in maniera differente, queste indicazioni sono comunque utili per percepire con immediatezza su quali componenti intervenire per conseguire un maggior risparmio energetico come ad esempio l'aumento delle finestrazioni da cui può derivare un guadagno termico invernale ma dar luogo a un sovraccarico estivo oltre le soglie del comfort.

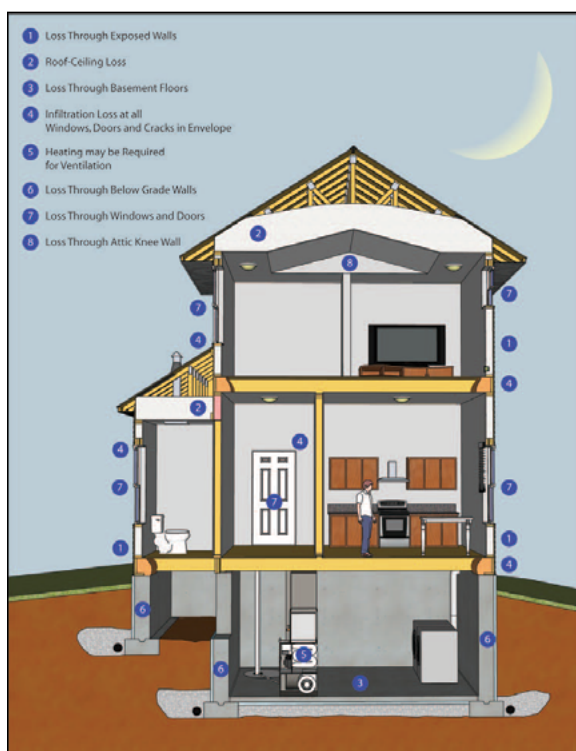


Figure 5. Heat Loss Locations

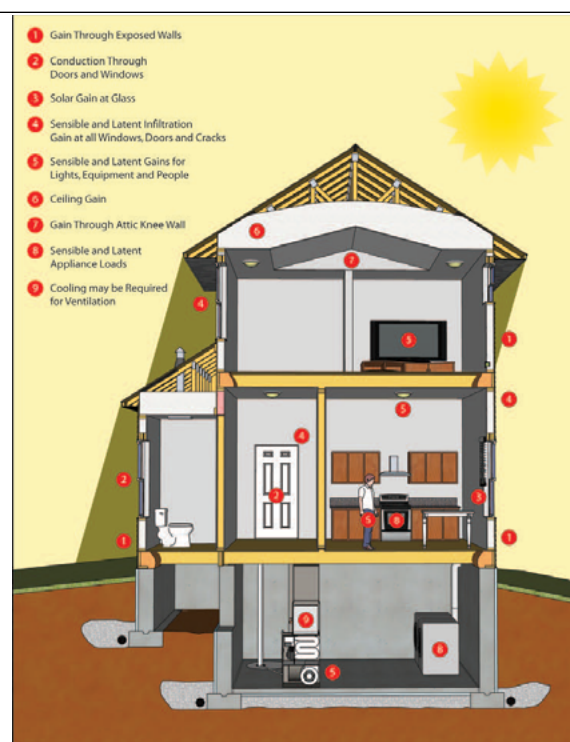
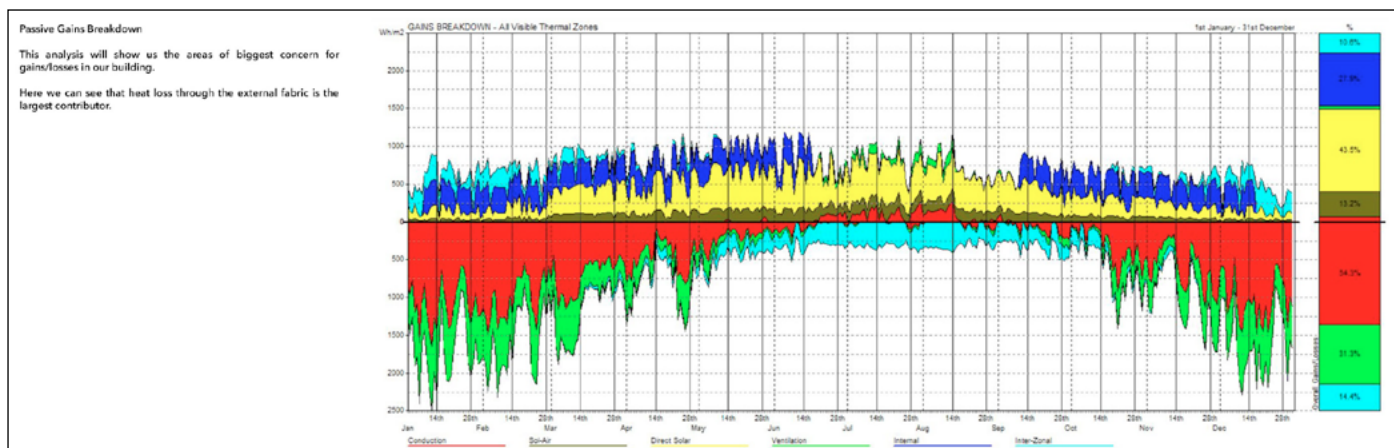
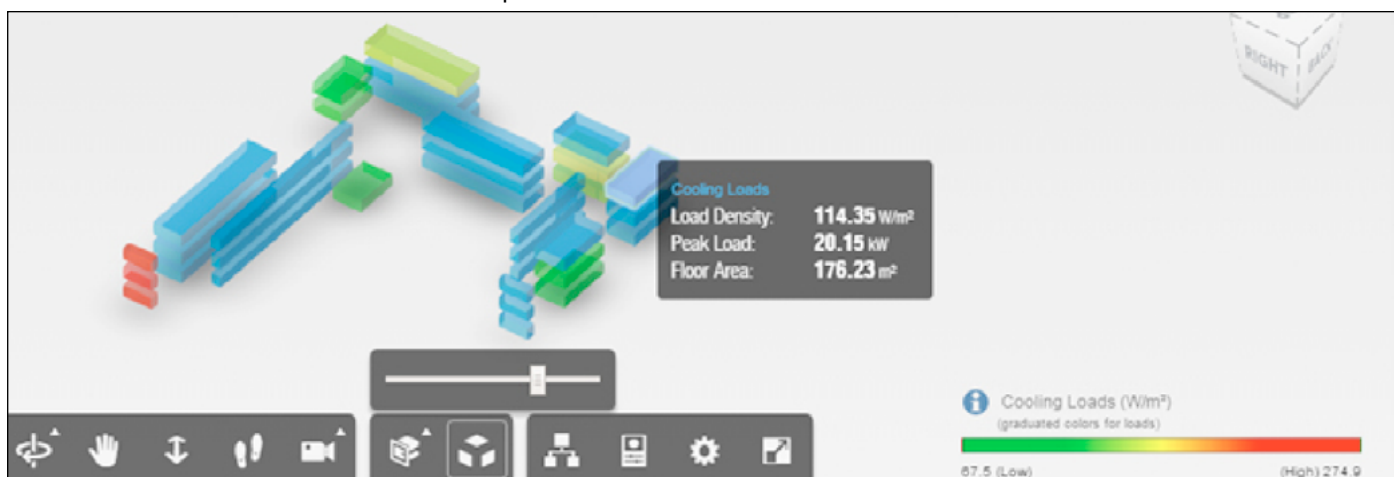


Figure 6. Heat Gain Locations

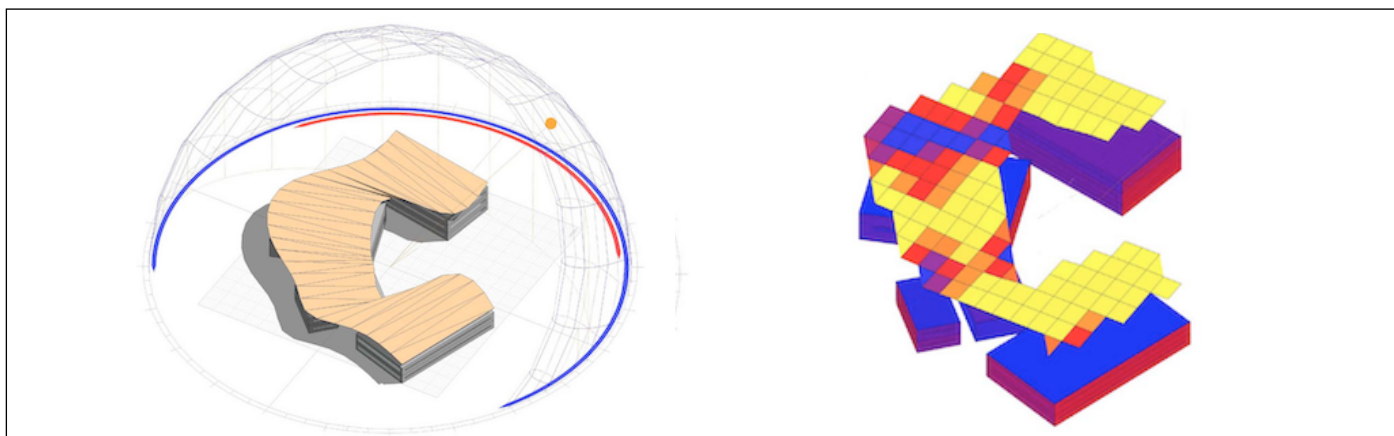


Visualizzazione dei carichi energetici orari

12. Individuare le condizioni energetiche delle diverse parti dell'edificio allo scopo di riorganizzare la volumetria edilizia per collocare i blocchi edilizi in maniera più compatibile con le indicazioni ottenute (es.: collocare i blocchi edilizi che richiedono temperature inferiori nelle zone evidenziate come più fredde e viceversa). In tale riorganizzazione si tenga anche conto dei risultati scaturiti nel Rapporto Climatico e del Sito e più precisamente nell'analisi della Rosa dei venti, degli ombreggiamenti presenti,...
13. Selezionare i grafici più significativi e descrivere sinteticamente, anche con il ricorso a ideogrammi e schemi, i risultati ottenuti e le strategie emergenti applicabili per le successive fasi progettuali
14. Ripetere le sequenze dal punto 5. in maniera da ottenere differenti alternative da confrontare. Tali alternative, oltre a una differente articolazione morfologica da realizzarsi senza alterare le superfici funzionali totali, dovrebbe contemplare l'orientamento, i rapporti delle superfici finestrate, l'introduzione di sommari elementi di schermatura fisse o stagionali,...Allo scopo di mantenere il confronto in un ambito puramente passivo. In questa fase non è ammissibile l'introduzione di modifiche alle proprietà tecnologiche dell'edificio.
15. Ripetere le sequenze dal punto 5. collocando la massa architettonica nel sito indicato, nella precedente esercitazione (*Site Layering Evaluation*), come maggiormente idoneo ovvero in altri siti alternativi. Per questa simulazione è necessario controllare che le masse circostanti



Visualizzazione dei consumi energetici nei singoli blocchi termici dell'edificio



Visualizzazione dell'irraggiamento solare

l'edificio svolgano un effettiva influenza sull'irraggiamento solare e l'impatto dei venti.

16. Concludere l'analisi comparativa predisponendo un rapporto di sintesi integrato da schemi e ideogrammi allo scopo di evidenziare le relazioni (positive e negative) che intercorrono tra determinante geometrico/volumetrica e prestazioni energetiche.

3_ Cosa produrre

I risultati dell'esercitazione dovranno essere formalizzati in due tavole UNI A1 verticale da discutere in classe per la valutazione.

Le due tavole dovranno contenere le elaborazioni indicate nel precedente paragrafo avendo cura di organizzare con chiarezza il processo di analisi, i risultati ottenuti e le relative considerazioni circa gli aspetti negativi e positivi di ogni alternativa esaminata.

Coerentemente non sarà quindi necessario pervenire all'individuazione della soluzione migliore.

L'obiettivo è invece di presentare in maniera sistematica le osservazioni condotte, le ipotesi circa le relazioni che intercorrono tra la morfologia architettonica e i comportamenti energetici dell'edificio. La loro presentazione dovrà essere svolta selezionando per ciascuna soluzione esaminata i grafici più significativi delle simulazioni energetiche con integrazioni di commenti e ideogrammi schematici in modo da garantire

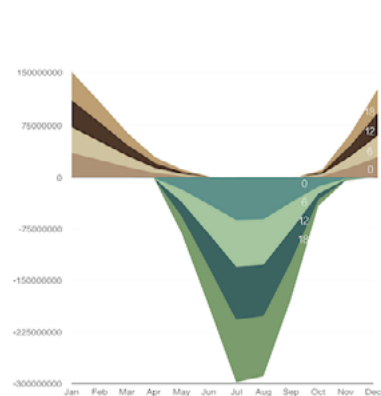
una loro lettura sintetica.

La parte finale degli elaborati dovrà essere dedicata a sintetizzare le conclusioni in forma di strategie progettuali con cui informare i successivi livelli di sviluppo.

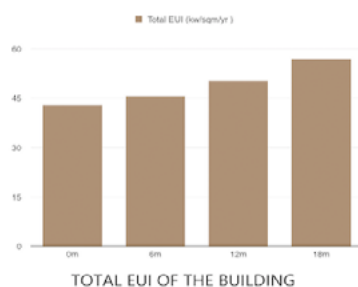
La chiarezza con cui verrà presentata la metodologia di analisi rappresenterà uno degli aspetti della valutazione di profitto della esercitazione.

NOTA: La risoluzione dei file dovrà essere tale da garantire la trasmissione on-line salvaguardano qualità e leggibilità nella stampa.

1) Width of Courtyard

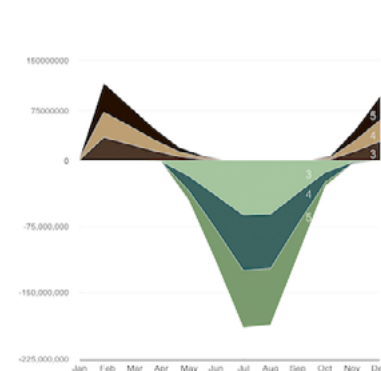


MONTHLY HEATING/COOLING LOADS



As we can see from this result that courtyard is not a good choice for buildings, as it increases the surface area, thus increasing energy consumption. But we doubt whether the influence of ventilation is considered correctly in ECOTECT in this calculation procedure.

2) Height of Levels



MONTHLY HEATING/COOLING LOADS



The height of each floor has a small impact on buildings. Higher storey height performs a bit better in summer but worse in winter, resulting a worse result of the energy consumption for a whole year.

Confronto alternative progettuali

link utili

_ Modeling Climate

www.mailab.biz/wp-content/uploads/LECTURES/LECT03_Modeling_Climate_Sun_Wind&Metrics.pdf

_ Strategy Guideline: Accurate Heating and Cooling Load Calculations

<https://www.nrel.gov/docs/fy11osti/51603.pdf>

_ Interpreting Revit Energy Analysis Results

<https://www.youtube.com/watch?v=IpiGd-7Bf11c>

_ Thermal Loads

<https://sustainabilityworkshop.autodesk.com/buildings/thermal-loads>