

## Piano attuativo per la realizzazione degli interventi previsti nell'ambito del "parco centrale" di Cisanello in Pisa



**Comune di Pisa**

R.u.p. Arch. Gabriele Berti

Direzione Urbanistica

Servizio S.I.T.



**Provincia di Pisa**

Dott. Arch. Dario Franchini

**Consulenti esterni**

Ing. Raffaele Boccaccini – progettazione architettonica

Dott. Marcello Ghigliotti – studio geologico

*Progetto vincitore del concorso per la Nuova Sede della Provincia: Arch. Antonio Draghi*



**IL DIRIGENTE**  
**Arch. GABRIELE BERTI**

## Relazione tecnica sulle previsioni del piano attuativo



28 agosto 2005



## 2. obiettivi e contenuti del piano attuativo “Parco Centrale di Cisanello”

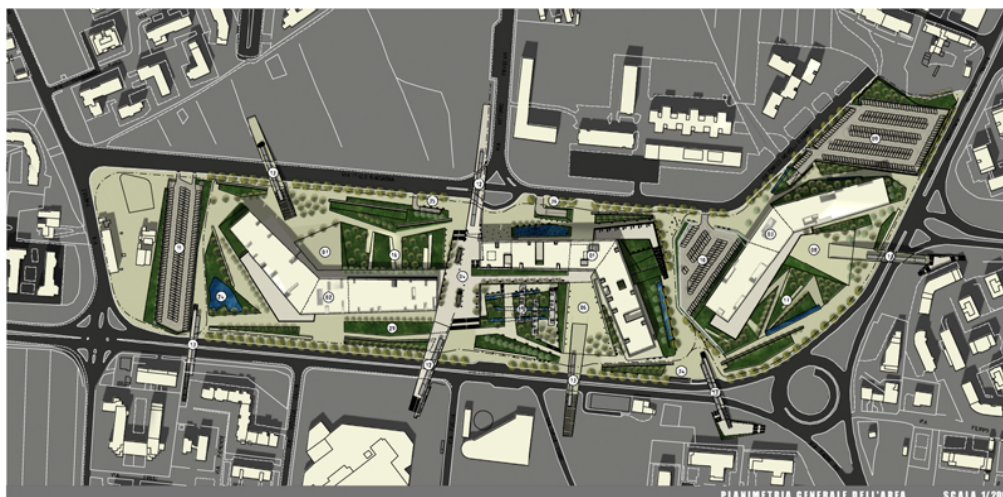


fig. 2: planimetria generale del progetto vincitore del concorso internazionale di progettazione per la nuova sede della Provincia di Pisa nel “parco centrale” di Cisanello.

L'area centrale del quartiere Cisanello, cuore naturale di un insediamento che ormai conta più di 30.000 residenti, è stata oggetto di un recente concorso di progettazione a livello internazionale finalizzato a disegnare un centro di servizi prevalentemente pubblici in grado di qualificare l'intera Pisa Est.

In particolare il concorso prevedeva l'insediamento nell'area della nuova sede della Provincia, di uffici comunali, di una biblioteca e del Palazzo di Giustizia, oltre a servizi privati in quota marginale.

A seguito della revisione del progetto vincitore del concorso di progettazione, riscontrate alcune mutate esigenze del Comune e l'opportunità di modificare l'occupazione dell'area da parte degli edifici è stata redatta una ipotesi di piano attuativo che rispetta il dimensionamento previsto dal R.U., gli obiettivi e i vincoli da esso imposto e gli esiti del citato concorso.

L'ipotesi di piano attuativo non modifica in senso sostanziale alcuna delle prescrizioni urbanistiche e pertanto viene proposto in applicazione della normativa vigente.

Si ipotizza di dividere l'area in 5 unità minime di intervento (UMI), così individuate (rif. elaborati grafici)

### **UMI 1 – Area commerciale e direzionale**

Area di proprietà della Provincia di Pisa (soc. Immobiliare Provincia 2001) destinata ad edifici per servizi privati ed uffici per complessivi 4000 mq di superficie lorda utile.

### **UMI 2 – Nuova Sede**

Area di proprietà della Provincia di Pisa (soc. Immobiliare Provincia 2001) e del Comune (questo ultimo per 2750 mq circa) destinata ad ospitare la nuova sede della Provincia, uno spazio pubblico centrale di collegamento nord-sud e le relative opere di attraversamento di via di Cisanello. La capacità edificatoria di tale UMI è fissata in 22.500 mq di SLU.

### **UMI 3 – Uffici Comunali**

Area di proprietà del Comune di Pisa e della soc. FINCOSIT, destinata ad ospitare un complesso edilizio contenente uffici comunali e servizi privati per complessivi 11.000 per la parte pubblica e 1000 mq di superfici private. Questa UMI comprende anche il parcheggio di testata ovest del parco centrale di Cisanello, con una capacità di circa 480 posti auto.

### **UMI 4 – Palazzo di Giustizia**

Area di proprietà della Provincia di Pisa destinata ad ospitare il nuovo Palazzo di Giustizia ovvero altri uffici pubblici, per complessivi 16.000 mq di SLU.

### **UMI 5 – Parcheggio scambiatore**

Area di proprietà varie destinata ad ospitare il parcheggio di testata est del parco centrale di Cisanello, con una capacità di circa 310 posti auto, e piccole strutture per esercizi pubblici e uffici per complessivi 500 mq si SLU.

Per ciascuna UMI si provvede a localizzare il volume costruito in una o più zone di concentrazione volumetrica (ZCV).

Complessivamente l'ipotesi di intervento rispetta il dimensionamento previsto dalle norme per la SLU e le aree destinate a servizi privati non superano gli 8.000 mq previsti. Infine l'intervento rispetta gli obiettivi di piano strutturale e quelle di regolamento urbanistico in relazione all'ubicazione delle aree di parcheggio e ai collegamenti nord-sud con soluzioni di continuità su via Bargagna e via di Cisanello.

### 3. dimensionamento proposto nel piano attuativo

A seguito di quanto sopra esposto si può ipotizzare il seguente quadro di pianificazione complessiva dell'area.

*tabella riassuntiva dei dati relativi agli interventi edilizi previsti*

intervento	funzioni	Superficie l.u. (mq)	Sup. coperta max.(mq) Sf (mq)	h.max (m)
UMI 1	ZCV11 – Edifici per uffici e commercio	4.000	2.000 11.450	10,50
UMI2	ZCV21 Edificio nuova sede della Provincia di Pisa e biblioteca di Cisanello	22.500	15.888 40.450	18,50
UMI3	ZCV31 - Edificio per uffici del Comune di Pisa, direzionale e commerciale privato	11.000 1000	4.920 18.600	10,50
UMI4	ZCV41 Nuovo palazzo di Giustizia	16.000	2.660 11.500	20,50
UMI 5	ZCV51 servizi parcheggio scambiatore	500	500 14200	4,50
totale		55.000		

### 4. Elementi tipologici e tecnologici della Nuova Sede della Provincia di Pisa

La seguente relazione è un estratto della relazione tecnica presentata dal vincitore del concorso di progettazione per la nuova sede della Provincia, Arch. Antonio Draghi.

#### **Aspetti tipologici ed architettonici**

Per descrivere i caratteri funzionali e più significativi del progetto di nuova sede, riprendiamo affermazioni e concetti espressi nella relazione della prima fase, per confermarli.

«La nuova sede della Provincia di Pisa non sarà più un palazzo affacciato sulla omonima piazza ma una moderna macchina per lavorare utilmente e piacevolmente, raccogliere e fornire informazioni, prendere decisioni e stabilire regole al servizio dei cittadini e delle loro comunità di base.»

«Quello che si è deciso di adottare è un disegno aperto e trasparente: aperte e accoglienti le forme; aperti, permeabili e trasparenti gli edifici, con un continuo richiamo fra interno ed esterno ed una ricercata, quasi ossessiva, contaminazione fra i caratteri del primo e i caratteri del secondo.

Anche in questo modo, forse soprattutto in questo modo, il nostro progetto ha cercato di significare quello spirito nuovo di servizio che lo stesso bando chiedeva come caratterizzazione della nuova sede ... ampi atrii di accesso per mostrare accoglienza, nessuna chiusura non necessaria che possa essere intesa dai cittadini come segno di separatezza delle proprie istituzioni, nessuna rigidità o gerarchia spaziale che possano richiamare al cittadino un senso di alterità della burocrazia.»

In sintesi i principali caratteri che abbiamo voluto conferire all'edificio, sono i seguenti:

- quelli propri di un polo urbano, polo che la nuova sede deve poter costituire anche da sola e col primo pezzo di parco, come luogo di forti e molteplici attrazioni e di aggregazione;
- la modularità e la sostanziale regolarità strutturale, al cui disegno corrisponde quello della rete impiantistica, in funzione di un sistema costruttivo facilitato; la modularità in funzione della migliore distribuzione dei settori e dei vari comparti lavorativi;
- la porosità, che rompe la monotonia degli spazi di lavoro, con la contaminazione già richiamata fra interno ed esterno, ottenuta mediante le serre trasversali e quei più piccoli pozzi di luce e di aria, che abbiamo chiamato «pulsioni», che punteggiano qua e là l'edificio;
- la gradevolezza dei luoghi di lavoro, con locali che non siano i soliti uffici in batteria, ma ambienti diversi affacciati verso l'esterno o sulle serre o sulle pulsioni (box-window), privilegiando gli spazi per il lavoro collegiale e la rete di relazioni interpersonali, alla quale sono in primo luogo affidate l'efficacia della struttura gerarchica e l'efficienza della macchina amministrativa e alla quale è subordinata e strumentale la rete informatica e di gestione e archiviazione dei dati. In ognuno dei cinque settori, pur con diverse caratterizzazioni o particolari dotazioni legate alle specificità funzionali, è stata comunque rispettata la gerarchia dei ruoli e delle responsabilità, anche per l'aspetto rappresentativo;
- la flessibilità, ossia la facile riorganizzazione degli spazi di lavoro, che è innanzitutto garantita dalla vetrata continua su ogni lato dell'edificio e dal particolare tipo di pacchetto solaio-pavimento, massima variabilità dunque in ciascun piano di ogni modulo intorno al proprio nucleo centrale comprendente le scale, l'ascensore, i servizi igienici, i locali tecnici e i cavedi;
- il controllo dell'efficienza energetica e funzionale in ogni suo aspetto, per avere un cosiddetto «edificio intelligente», cioè gestito con il più alto grado di intelligenza applicata.

L'edificio è formato da due ali collegate da una sorta di «ponte di comando», servito da un proprio ascensore che attraversa verticalmente lo scenario del portale, ad ospitare gli spazi di lavoro e di rappresentanza della Presidenza e della Giunta, e gli altri quattro settori collocati due per ala, dove le zone di archivio sono concentrate nelle testate.

Il settore Socio Culturale occupa i due piani inferiori dell'ala occidentale, direttamente collegato con la biblioteca.

Sotto il portale, al livello del primo piano, si trova il grande atrio dal quale si accede agli uffici con gli sportelli aperti al pubblico. A piano terra, al di sotto dell'atrio aperto, è collocato quello di ingresso degli impiegati. Soprattutto grazie all'utilizzo di due livelli distinti, in questo settore

centrale convergeranno gli ingressi del pubblico e dei dipendenti, l'ingresso al sistema della sale pubbliche, settore assolutamente indipendente per gli usi serali con la caffetteria e uno dei principali passaggi di attraversamento pedonale fra le zone nord e sud del quartiere. Ciò assicurerà che lo slargo coperto del portale e gli spiazzi, antistante e retrostante, acquisiranno il più importante dei caratteri propri di una piazza, la frequentazione di tante persone. Quella che si potrà chiamare Piazza della Provincia, malgrado non sia uno spazio conchiuso, sarà sicuramente una piazza viva e, in qualche sera d'estate, grazie alla sua configurazione, è immaginabile che possa ospitare qualche spettacolo all'aperto.

Nelle due appendici di questo corpo principale di quattro piani fuori terra sono state collocate, con sviluppo solo a piano terra, da un lato la biblioteca, strettamente interconnessa con il parco, dall'altro, l'auditorium e le altre sale pubbliche, compresa la Sala del Consiglio, con una vasta hall a doppia altezza che può ospitare delle mostre estemporanee, e la grande caffetteria. A queste due appendici, spazialmente interpretabili come dilatazione dell'ancoraggio a terra della nuova sede e di fatto duplicatrici degli spazi pubblici scoperti, è affidato il compito di ospitare le attività culturali e le manifestazioni pubbliche, non solo quelle promosse dalla Provincia. Il settore dell'auditorium e quello della biblioteca sono stati dunque particolarmente valorizzati proprio perché a questi spazi è affidato un ruolo fondamentale nel formare la nuova immagine della istituzione provinciale di Pisa. Anche la zona d'accesso alla Biblioteca, articolata su due livelli e in parte coperta dallo sbalzo di testata del corpo principale, ha tutte le caratteristiche per diventare un luogo frequentato. In questo settore sono stati pensati anche dei locali commerciali.

L'assetto distributivo interno è ben illustrato e descritto nelle tavole grafiche con le piante di ciascun piano e gli schemi assonometrici delle funzioni e dei percorsi; riteniamo inopportuno, in questa relazione, insistere oltre con una descrizione letteraria più meticolosa e di dettaglio.

## **Aspetti tecnologici ed impiantistici**

- *Il sistema pneumatico facciate-solaio*

Abbiamo già messo in evidenza alcuni dei vantaggi del doppio involucro vetrato - illuminazione a tutta parete, edificio più leggero sia come peso reale che come percezione visiva - di contro agli svantaggi cui sopperire, principalmente l'alto valore di trasmittanza.

Per ottimizzarne il funzionamento come «facciata interattiva», oltre all'effetto camino normalmente utilizzato per ottenere un flusso d'aria che lambisca la vetrata esposta, abbiamo pensato di introdurre le serre passanti come polmoni ausiliari di interscambio climatico e di mettere in comunicazione le due intercapedini delle pareti contrapposte attraverso i piani orizzontali dei solai, ma non attraverso il vano di controsoffitto bensì attraverso i canali continui del solaio strutturale. Prendendo in considerazione un tipo di trave a canale, già disponibile sul mercato della prefabbricazione, abbiamo messo a punto un sistema che consentisse da un lato questo

interscambio d'aria su flussi orizzontali, dall'altro di utilizzarne le cavità per la rete elettrica e informatica potendovi accedere in ogni zona e in ogni punto senza bisogno di un ulteriore vano sottopavimento, cioè senza installare un pavimento sopraelevato a questo scopo. Nel nostro progetto i pannelli del pavimento verranno posati su un piano tecnico di sottofondo in griglia di alluminio, posato e fissato sulle doppie costole del solaio a canali, sezionato in quadroni removibili come i pannelli di pavimento a loro volta ancorati e fissati su di esso. Questo piano tecnico sarà, fino alla messa in opera delle finiture ultimative, pavimento compreso, il piano di camminamento di cantiere; gli installatori apriranno volta per volta i pannelli grigliati nel settore interessato lavorando piano per piano al crescere della struttura e dei solai.

Oltre a permettere un consistente miglioramento degli effetti di raffrescamento e/o riscaldamento indotti da questo sistema separato di circolazione d'aria nei solai e nelle intercapedini delle facciate sulla climatizzazione bilanciata dell'aria d'ambiente, questo tipo di «pacchetto solaio-pavimento» permette di conseguire abbattimenti notevoli proprio nei costi di costruzione, soprattutto in virtù della eliminazione di quel telaio di sostegno proprio di un pavimento flottante, che per reggere i carichi accidentali previsti sarebbe molto più costoso, e per la riduzione dello strato strutturale dei pannelli di pavimento installabili con questo sistema.

Possiamo dire, sulla base di stime effettuate con buona approssimazione, che il risparmio conseguente all'utilizzo di questo «pacchetto» per quasi tutta la estensione dei solai pavimentati (restano esclusi gli assi centrali), può arrivare a bilanciare il maggior costo di costruzione della parete vetrata a doppia pelle rispetto ad una parete esterna più tradizionale e a vetratura ridotta.

Certamente questo sistema pavimentale assicurerà un alto grado di flessibilità nella riconfigurazioni periodiche degli ambienti di lavoro, dando però una prestazione in più che consiste nella portata uniforme in ciascun punto della superficie di pavimento a carichi uniformemente distribuiti e a carichi concentrati.

- *Il garage sotterraneo*

Nella previsione di aree di parcheggio al servizio della sede, la committenza indica la necessità si dotare l'area di una zona di sosta all'aperto e di realizzare un'area protetta per la sosta privata per ca. 200 auto. Nelle tabelle di dimensionamento previsionale delle superfici si accenna però solo alla necessità di ricoverare circa 20 auto di servizio, particolarmente quelle della presidenza e delle guardie provinciali, imputando a questa funzione un superficie di 500 mq.

Il nostro progetto propone di realizzare un garage sotterraneo ad un piano su tutto il sedime del corpo principale, con una superficie in grado di ospitare ca. 230 veicoli, servito da tre rampe, una di solo accesso, una di sola uscita e una doppia di entrata e uscita particolarmente dedicata agli usi istituzionali e di servizio, un settore centrale riservato proprio alle auto di servizio e dell'utenza istituzionale e con un percorso interno di circolazione unidirezionale.



Pur costituendo un elemento di costo da considerare aggiuntivo a quello che andrà in comparazione con la stima iniziale che non lo comprendeva, riteniamo che questa dotazione sia da considerarsi necessaria per diversi motivi: innanzitutto per consentire ricovero protetto alla sosta prolungata delle auto dei dipendenti, per mantenere libera e a verde una quantità maggiore di aree scoperte, per elevare il suo valore di mercato in caso di eventuale dismissione con vendita come palazzo per uffici e incrementare così considerevolmente il valore patrimoniale dell'immobile.

- *La galleria tecnologica*

Nel nostro progetto suggeriamo di dotare l'edificio di una sorta di galleria tecnologica sotterranea, ben accessibile e percorribile, che corra lungo tutta la spina centrale per ospitare le canalizzazioni principali di servizio all'edificio e dalle quali si dipartono le mandate e alle quali arrivino le calate e gli scarichi attraverso ciascuno dei cavedi verticali posti nei nuclei di ogni modulo.

Una tale dotazione, oltre a conferire totale accessibilità alla rete nella sua completezza, a partire dai condotti primi e principali, senza interferenze con l'efficienza funzionale, compresa quella del garage, intende prefigurarne l'adozione anche sotto gli altri due grandi edifici previsti nell'area e porsi come modello in ogni espansione significativa della città contemporanea, con una rete ipogea di strutture siffatte a galleria.

Questa galleria, oltre a facilitare il monitoraggio e la manutenzione, consente di affrontare qualunque ipotesi di evoluzione anche repentina dei sistemi di alimentazione, di trasmissione e di evacuazione, e di adattare e ammodernare anche radicalmente la rete senza condizionare sensibilmente la funzionalità dell'edificio e delle aree contermini.

Il maggior costo di una tale struttura di sottoservizio può dunque essere ampiamente ripagato dalla riduzione dei costi di manutenzione e dalla riduzione drastica dei costi di mancata o ridotta funzionalità.

- *Impianto di cogenerazione*

Quella di adottare la cogenerazione come sistema di produzione di energia è una opzione che avevamo già espresso con chiarezza nel progetto della prima fase.

Certamente impiantare un'unica centrale per un complesso di edifici di più di 250.000 mc. darebbe al sistema una economia di scala nel rapporto fra maggior costo d'impianto e costi di gestione dai valori molto più interessanti per ciascuna delle tre utenze, Provincia, Comune, Tribunale.

Adottando la tri-cogenerazione, per ora, per la sola sede della Provincia, si può contare comunque su una economia di gestione rilevante, anche dimensionando le macchine in modo da non superare la soglia oltre la quale il calore prodotto va ad essere in eccedenza rispetto alla quantità necessaria e utilizzabile.

Certamente la cogenerazione consente il più alto grado di sicurezza contro i black-out ed evita la adozione di gruppi autogeni per le emergenze e il salvataggio dei server.

(v. Approfondimenti nella Parte B della Relazione)

- *Il fotovoltaico e il recupero dell'acqua piovana*

Nel progetto della prima fase avevamo introdotto con chiarezza la necessità di adottare il sistema fotovoltaico più come fatto simbolico di ricorso alla prima forma di energia pulita che come fonte ausiliaria di potenza elettrica.

Si diceva nella predente relazione:

«Se ne propone un uso discreto, certamente utile ma non di «potenza», però altamente simbolico in relazione al ruolo moderno della istituzione nella promozione di tecnologie innovative a sostegno di uno sviluppo ecosostenibile.»

Si potrebbe dire che oltre alla captazione più ampia possibile di luce naturale attraverso la vetratura totale, quello dell'assorbimento di energia luminosa anche per trasformarla in elettricità è uno dei modi più significativi di trarre dalla natura energia rinnovabile e costituisce la prima forma di «contaminazione» benefica dei caratteri esterni su un edificio.

Nell'approfondire il progetto si è deciso di proporre la installazione di un sistema di pannelli fotovoltaici sulla copertura del ponte mediano fra le due ali del corpo principale con una superficie utile di assorbimento (ca.400 mq.) in grado di dare 50 Kw di picco di potenza.

Un tale impianto è in grado di alimentare con la metà dell'energia prodotta 10 auto elettriche, veicoli di cui l'Ente Provincia potrebbe dotarsi (ma potrebbero essere anche scooter o furgoncini), in modo da garantire a ciascuno di essi una percorribilità di 8.500 Km/anno e immettere in rete la restante parte di energia.

Data la opportunità di usufruire di finanziamenti statali ed europei per la quasi totalità del costo dell'impianto (80 %), un tale sistema consente di produrre per un tempo indefinito e con bassi costi manutentivi un non trascurabile risparmio energetico e, combinato con l'adozione delle macchine elettriche, di avere un significativo effetto di riduzione dall'inquinamento atmosferico, sottolineando comunque l'alto valore culturale e promozionale di una tale scelta.

A proposito di fotovoltaico si può dire che, oltre alla possibilità di estendere in ogni momento l'impianto in copertura a esposizione ottimale, cioè con pannelli orientati e inclinati, anche sui settori di facciata meglio esposti potrebbero essere allestiti dei pannelli semitrasparenti a cellule con lo stesso modulo delle vetrate; qualora l'evoluzione e la diffusione della tecnologia consentisse di avere costi d' impianto più ridotti, questa opportunità potrebbe essere sfruttata in qualunque momento.

Il nostro progetto suggerisce di adottare anche un altro tipo di impianto: quello del recupero e dell'utilizzo dell'acqua piovana dalla copertura e dalle aree lastricate di pertinenza.

L'acqua recuperata potrà essere raccolta nella vasca prevista in copertura della centrale tecnologica interrata (allacciata anche alla rete dell'acquedotto) ed essere utilizzata per garantire la riserva prescritta dalle misure preventive antincendio, per alimentare gli scarichi dei WC, per annaffiare le piante delle serre, per irrigare le aree a verde e, da ultimo, per irrorare la copertura dell'edificio principale onde ottenere, al rilevarsi di particolari picchi di insolazione estiva, un benefico effetto di raffrescamento naturale.

I più che preoccupanti orizzonti che si profilano per quanto riguarda il ciclo dell'acqua impongono certamente programmi e scelte di ben più ampio respiro in termini di non dispersione, depurazione, riutilizzo e risparmio. Quello che noi proponiamo è un tipo di impianto che consideriamo però obbligato in un edificio nuovo di tali dimensioni, tanto più perché pubblico, di alto grado di esemplarità e, in ogni caso, dai non trascurabili risparmi d'acqua di rete e risparmi economici nel tempo.

### **Aspetti strutturali**

- *Il sistema fondazionale*

Già si era consapevoli fin dalla prima fase che fosse necessario adottare la palificazione per fondare l'edificio. Questa necessità è stata confermata dalla relazione geologica, successivamente pervenutaci, avvalorata dal parere del geologo e da quella del geotecnico.

La tecnologia dei pali è ampiamente disponibile e diffusa; certamente comporta costi aggiuntivi non indifferenti, ma è inevitabile data la natura dei terreni. Ed è un costo che non poteva essere considerato nelle valutazioni parametriche di superficie utile che hanno portato alla stima indicata nel Dpp- Linee Guida allegato al bando.

Un modello di edificio non molto alto ed esteso è già prescritto dalle stesse norme di Prg. Nel nostro progetto la accentuazione di questi caratteri e la scelta di alleggerirne per quanto possibile i pesi (vetrata, peso proprio del solaio), tende a facilitare l'opera di palificazione dato il reticolo ampio e regolare dei punti di carico, e di contenere, nel numero e nei diametri, le dimensioni degli stessi pali da realizzare in opera.

Riteniamo comunque necessaria prima della progettazione definitiva una più estesa campagna di sondaggi sul sedime previsto dell'edificio e, ovviamente, un più approfondito esame multidisciplinare della questione.

Così come della natura stratigrafica del terreno, come si è detto, nel disegno del sistema fondazionale bisogna considerare anche la presenza di una falda freatica, piuttosto prossima alla superficie, falda che genera pressione su tutta la superficie del piano d'appoggio.

La presenza della falda freatica obbliga a disporre un solaio dimensionato in modo tale da contrastare tale pressione sulla faccia inferiore, ancorandolo alle travi di collegamento dei pali di

fondazione .Gli sforzi che verranno trasferiti da questa piastra ai pali saranno compensati dal peso dell'edificio e dall'attrito fra terreno e pali.

Per la esecuzione di questa piastra si dovranno impiegare sistemi di abbassamento del livello freatico di tipo Well Point o simili. Una volta eseguita la piastra debitamente ancorata alle teste dei pali, si potrà ridurre la necessità di impiego degli aghi e delle pompe in funzione del comportamento a trazione dei pali e dell'avanzamento della vasca formata dai muri perimetrali del sotterraneo.

Questo procedimento varrà in primo luogo per la realizzazione del cunicolo tecnologico di spina e poi per la intera superficie del piano interrato.

Si realizzeranno tre tipi di pali, di diametro diverso in funzione dei carichi da sopportare, prevedendo una profondità massima di 25-30 metri:

- pali da 650 mm. di diametro, per un carico di 201 t., in corrispondenza delle linee perimetrali dell'edificio, delle zone della biblioteca e dell'auditorium e sotto la vasca della centrale tecnologica;
- pali da 850 mm. di diametro per un carico di 285 t. in corrispondenza della doppia spina longitudinale dell'edificio principale;
- pali da 1000 mm. di diametro per un carico di 323 t. in corrispondenza dei pochi nodi particolarmente caricati.

Ad impedire le infiltrazioni si disporranno sistemi di impermeabilizzazione, guaine sulla faccia esterna e addittivanti nella massa del calcestruzzo. Come misura complementare si disporrà un massetto di 12 cm. di spessore con una interposta guaina a bolli con funzione di drenaggio, accorgimento che garantisce da problemi di infiltrazione o di umidità sulla finitura del pavimento del garage sotterraneo.

- *Tipologia del telaio strutturale in elevazione*

La struttura in elevazione sarà costituita da un telaio formato da pilastri in c.a. e da travi in acciaio (di tipo BOYD), sopra le quali si disporranno gli elementi prefabbricati e pretensionati del solaio a canale (di tipo TWIN), già in parte descritto.

Non formandosi un solaio di compressione è necessario adottare un sistema che eviti la non perfetta complanarietà fra canale e canale, facendo in modo che ciascun elemento interagisca con quelli contigui; a tal fine è stato progettato un giunto fra le travi che una volta andato in presa risponderà perfettamente al requisito di interazione citato.

I canali del solaio permetteranno il passaggio delle reti impiantistiche, accessibili dall'alto, con totale flessibilità dislocativa. I canali, che avranno anche delle forature trasversali, saranno disposti con l'asse perpendicolare all'asse dell'edificio, lungo il quale correranno in doppio strato i condotti di piano alimentati dalle adduzioni verticali che salgono in ogni modulo dal cunicolo tecnologico sotterraneo.

I fori predisposti nelle travi BOYD permettono il passaggio delle installazioni che verranno poste sotto i controsoffitti, come l'illuminazione d'ambiente e la climatizzazione.

I carichi considerati nel calcolo sono quelli indicati nelle Linee Guida: Uffici 600 KG/m<sup>2</sup>; Archivi 1500 KG/m<sup>2</sup>.

Per la copertura della biblioteca si adotterà la medesima soluzione appoggiando il telaio di travi metalliche direttamente sopra i muri perimetrali e sui pilastri.

Nel caso dell'auditorium, date le grandi luci, si è optato per una soluzione di travi trasversali prefabbricate a interasse di 2,55 metri (7,65 /3) che appoggiano su due alte travi, pure prefabbricate in c.a., poste longitudinalmente sui lati lunghi della sala.

Fra le travi secondarie si collocheranno delle solette di c.a. (s =cm.5) con funzione di cassatura a perdere nella formazione del solaio di compressione della copertura.

- *Struttura a ponte sul portale e testata a sbalzo*

Per la struttura del ponte sul portale è stata progettata una grande trave a cassone appoggiata agli estremi e al centro sul pilastro formato dal nucleo dell'ascensore e del cavedio. Da questa trave escono a sbalzo due ali poste al livello superiore del cassone, costituite da travi post-tese.

Le travi del solaio inferiore appoggiano da un lato sul piano inferiore della trave a cassone mediante delle mensole e, dall'altro, sono sospese da tiranti rigidi agganciati alle ali del solaio superiore.

La struttura a sbalzo nella testata dell'ala occidentale sarà simile a quella qui descritta per il ponte centrale. Il nucleo delle scale e dell'ascensore reggerà al livello della copertura un solaio di travi a sbalzo post-tese al quale saranno sospesi i solai sottostanti, con mensole sui pilastri del nucleo centrale verso l'interno e tiranti all'altro estremo.

Nel caso del ponte, una volta costruito il nucleo centrale verticale e le pareti della grande porta si procederà a costruire il cassone postensionato da cavi posti in direzione longitudinale, e il solaio superiore sempre postensionato con i cavi in direzione trasversale; nel caso della testata a sbalzo sarà il solaio ad essere postensionato in entrambe le direzioni e si potranno montare i telai di solaio del quarto e del terzo livello a terra e poi portarli alla quota corrispondente fissandoli alle mensole e ai tiranti rigidi.

### **Accessibilità e percorsi pubblici**

Della accessibilità veicolare si è già detto parlando del garage interrato e accennando al parcheggio di superficie.

Per quanto attiene all'accessibilità pedonale e ciclabile all'area, l'adozione del modello dei ponti pedonali sugli assi stradali è in linea con la scelta di collocare e mantenere alla quota del primo piano e non a quella del piano di campagna, il livello base dell'intero complesso. Tale scelta

deriva altresì dal presupposto di non creare, per i problemi che ciò comporterebbe, i sottopassi in galleria degli assi stradali di via Cisanello e di via Bargagna indicati nelle previsioni del RU. per dare continuità di percorso nord-sud alla circolazione pedonale del quartiere.

I ponti pedonali sono dunque essenziali per garantire sin dalla prima fase il collegamento diretto fra le zone a sud e a nord del quartiere. Non sono però indispensabili in sé per il funzionamento dell'edificio e per la sua accessibilità; potrebbero essere pensati provvisori passaggi pedonali semaforizzati, ciò che comunque creerebbe problemi per l'intenso traffico di via Cisanello, e che rischierebbero di diventare definitivi. Nel nostro progetto ne suggeriamo tre, due su via Cisanello, una su via Bargagna. Rinviando la realizzazione degli altri potrebbe esserne realizzato in un primo tempo almeno uno, quello indirizzato da sud verso la piazza e il portale della Provincia per servire utilmente allo scavalco della strada a più intenso traffico dei pedoni provenienti da sud, dal quartiere e dalla fermata degli autobus provenienti dal centro città.

I ponti pedonali sono strutture che consentono il passaggio distinto e in sicurezza di chi va a piedi; ma se la progettazione si limitasse ad assolvere solo questo scopo si avrebbe l'effetto, ben misurabile in molte città e in molte aree metropolitane del mondo di avere delle strutture di facile degrado, poco attrattive, alla fine poco utilizzate o inservibili. Noi abbiamo pensato ad una architettura urbana in sé, gradevole per chi la attraversa da sopra, notevole per chi ci passa sotto, identificativa di un luogo quasi più di un edificio. La possibilità di occupare con dei piccoli spazi commerciali i vani della stessa trave a cassone (edicola, piccolo bar, informazioni turistiche), consente di immaginare una struttura attrattiva, vissuta e controllata.

I costi di un tale sistema a passerelle sarebbero sicuramente inferiori a quelli necessari per mettere in sottopasso via Cisanello e via Bargagna; ma sono i problemi che indurrebbe la costruzione in galleria alla circolazione automobilistica di tutta la città e per un tempo molto lungo a sconsigliare una tale scelta e a far optare per i ponti pedonali. Anche un ponte pedonale, con rampe da una parte e dall'altra e una campata aerea è un'opera complessa e potrebbe produrre comunque problemi alla circolazione, seppure per un tempo molto più limitato. Nella progettazione del ponte pedonale che illustriamo in una delle tavole grafiche, abbiamo posto la massima attenzione a questa questione, immaginando una struttura e un procedimento costruttivo, che, una volta realizzate le due testate e formati così i piloni d'appoggio, consentisse il montaggio della campata centrale in breve tempo, di notte e con modesti disagi alla circolazione.

La struttura portante della passerella tipo si organizza infatti intorno ad una spina dorsale di travi Vierendeel a formare un telaio a cassone a sviluppo longitudinale.

Le travi Vierendeel si appoggeranno sui nuclei dei piloni, da un lato e dall'altro della strada, con luci che possono variare fra i 40 e i 50 metri. La larghezza totale del ponte, da tre a sei metri, si ottiene mediante sbalzi su entrambi i lati del cassone con mensole di sezione variabile sopra le quali si appoggia una soletta sottile prefabbricata che serve da cassero per un solaio di c.a.

Sotto il livello del passaggio pedonale, lungo l'asse della trave Vierendeel, correranno le installazioni di servizio della passerella.

I nuclei degli appoggi potranno tenere incorporata da una parte e dall'altra una porzione delle travi Vierendeel onde ridurre la lunghezza degli elementi da sollevare e montare con le gru. Montata la trave principale si potranno imbullonare gli elementi a mensola collocarvi la soletta e completare l'opera agendo da sopra la trave.

In questo modo il montaggio del tratto centrale della Vierendeel si realizzerà con il minimo disagio alla viabilità.

- *Eliminazione delle barriere architettoniche*

Ad ogni livello e in ogni settore non vi sono barriere architettoniche. Anche i ponti pedonali saranno dotati di elevatori; la pendenza della platea dell'auditorium è tale da essere ben accessibile al disabile in carrozzella.

- Sicurezza

Nel progetto si è certamente tenuto conto del complesso di misure atte a garantire sicurezza per ogni emergenza in particolare prevedendo le misure antincendio: compartimentazioni; vie d'esodo e uscite di emergenza ben distribuite; porte tagliafuoco; rivelatori di fumo e spegnimenti automatici; naspi; riserva d'acqua; interrimento e isolamento della C.T.

Una particolare attenzione è stata posta alla accessibilità dei veicoli di ogni tipo di servizio di sicurezza, che potranno accostare l'edificio in ogni punto ma in particolare nel suo settore centrale da via Bargagna.

### **Sistema del verde pubblico e pertinenziale**

Siamo convinti che, oltre che sui caratteri innovativi del modello edilizio, è sul rapporto esterno-interno che si gioca il successo dell'operazione e, dunque sull'area a parco.

Confermando l'impostazione iniziale pensiamo ad un parco tematico costituito da zone a verde dai caratteri e dalle vocazioni diverse. Ma soprattutto per quanto attiene il settore della Provincia, una consistente parte degli spazi scoperti corrisponde alla piazza che si viene a formare sulla copertura lastricata della biblioteca, alla piazza che conduce all'atrio centrale, alla terrazza che si forma sulla copertura dell'auditorium, delle altre sale e della caffetteria, e ciò in virtù della scelta di costituire in sopraelevazione il livello base di tutti gli spazi di relazione.

Sarà dunque un insieme molto diversificato di spazi ben relazionati e distribuiti su due livelli a formare un insieme volutamente eterotopico, dove l'elemento vegetale naturale, utilizzato densamente lungo i bordi dell'area, a far da barriera ambientale in uno con i terrapieni e i dispositivi frangirumore, arriva a formar zone d'ombra densamente alberate per la sosta, fino a

corredare di piante gli spiazzi pavimentati, e arrivando a contaminare beneficamente l'interno degli edifici, nei pozzi di luce, nelle serre, nelle pulsioni.

Un parco tematico dai molteplici punti di vista capace di incuriosire, di attrarre, di far sostare e riposare il corpo e la mente, di far passeggiare fra natura e artificialità, similmente che nei giardini rinascimentali, favorendo la riflessione e la lettura, oppure lo svago e il gioco.

La scelta delle specie arboree, arbustive, cespugliose punterà a raggruppare in ogni zona essenze di diversa origine e di diverse caratteristiche e risponderà a criteri tanto funzionali (climatici, dimensionali, di ombreggiamento) quanto estetici (ornamentali, cromatici).

Nell'area antistante la biblioteca si è pensato di creare uno spazio molto colorato e di grande ricchezza percettiva, con un arredo adeguato a formare una zona per la lettura all'aria aperta, con parterres, alberi e pergole. A giardino saranno i due pozzi di luce all'interno della biblioteca stessa (con esemplari di *figus beniamina*) mentre sulla copertura verranno ospitate in vasche bordate alcune specie di palme (*Phoenix reclinata*) o di tamarindo (*Tamarix parviflora*).

Lo stesso parcheggio di superficie sarà ombreggiato da numerosi alberi.

Al completamento del programma edilizio nell'intero isolato il parco potrà essere molto più attrattivo, con un percorso anulare di passeggio pedonale e una distinta pista ciclabile, entrambi ombreggiati lungo tutto il perimetro dell'isolato, e con una maggior ricchezza di percorsi di attraversamento.

Se le serre a doppio affaccio sezionano il corpo principale accompagnando e scandendo lo stesso ritmo dei moduli funzionali assumono il compito di introdurre i caratteri dell' «esterno» nel corpo stesso dell'edificio, le pulsioni, più piccoli condensatori di luce e di aria, consentono più puntuali momenti di effimero e di naturalezza nella orditura funzionale di ogni singolo modulo, puntiformi trasgressioni del rigore artificiale della fabbrica.

Ricordiamo che in un clima temperato come quello di Pisa il calore accumulato anche nei mesi freddi sarà sufficiente per mantenere il ciclo vitale delle piante selezionate per questi spazi e che, utilizzando il circuito di recupero dell'acqua piovana, sarà possibile caso per caso umidificare con nebulizzatori, irrigare, o adacquare questi tasselli di natura vegetale portati dentro l'edificio.



## **Analisi della sostenibilità energetica e gestionale dell'edificio sede della Provincia**

Le seguenti considerazioni si considerano valide anche per gli altri due grandi edifici previsti nell'area, ovvero gli uffici comunali ed il palazzo di giustizia

- *Analisi energetica*

### *Generalità*

La determinazione dei carichi termici è stata effettuata prendendo come base i parametri termoigrometrici ambiente fissati nel Dpp. Per quanto riguarda la temperatura ambiente il parametro del Dpp è stato integrato da una funzione di "scorrimento" legata alla temperatura esterna allo scopo di ottenere il massimo di risparmio di energia compatibilmente con i parametri di benessere termoigrometrico. Base di dati dei materiali e delle strutture edilizie secondo le norme UNI EN ISO 6946/99, 10211/98 e l'ormai cogente UNI 10350. Parametri climatici e metodi di calcolo secondo norme UNI vigenti.

### *La simulazione*

Una prima analisi del comportamento dell'edificio è stata condotta simulando con un software di calcolo le caratteristiche dell'edificio con i dati meteo di Pisa. Il programma fornisce il fabbisogno energetico normalizzato secondo la Legge 10/91 e l'analisi oraria dei carichi estivi (parziali, complessivi radiativi, convettivi, sensibili e latenti) secondo il metodo delle funzioni di trasferimento ASHRAE.

Il metodo di calcolo adottato esegue l'analisi oraria dei carichi in tutti i mesi dell'anno e, oltre a verificare il comportamento delle strutture costituenti l'involucro dell'edificio consente di ottimizzare le potenze delle unità adottate per rimuovere il calore.

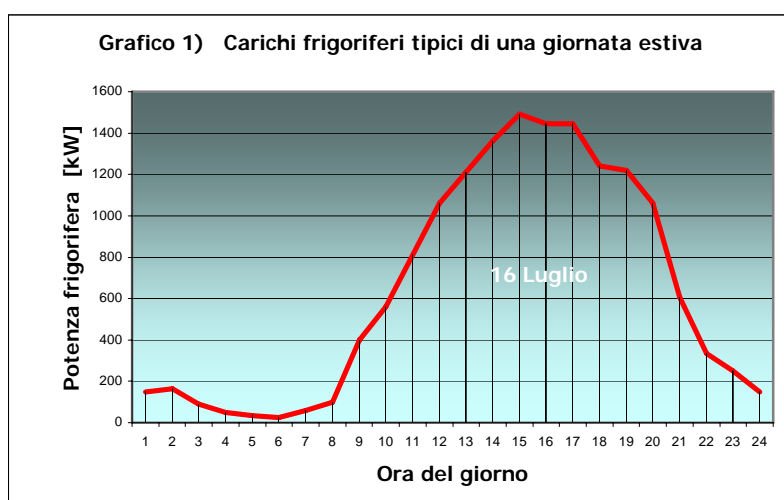
Un elemento chiave per l'ottenimento dei bassi consumi energetici rilevati, si è rivelato il progetto delle facciate dell'edificio.

La parete perimetrale interattiva -doppia pelle ventilata- consente infatti l'inversione termica controllata della ventilazione attraverso i canali dei solai, contribuendo in questo modo a creare le condizioni per il massimo assorbimento di calore (di natura radiativa) durante l'inverno, limitando nel contempo la componente trasmissiva grazie all'effetto serra che si ottiene nell'interparete. D'estate, grazie all'inversione termica di esposizione, viene limitata la componente di trasmissione grazie alla laminazione

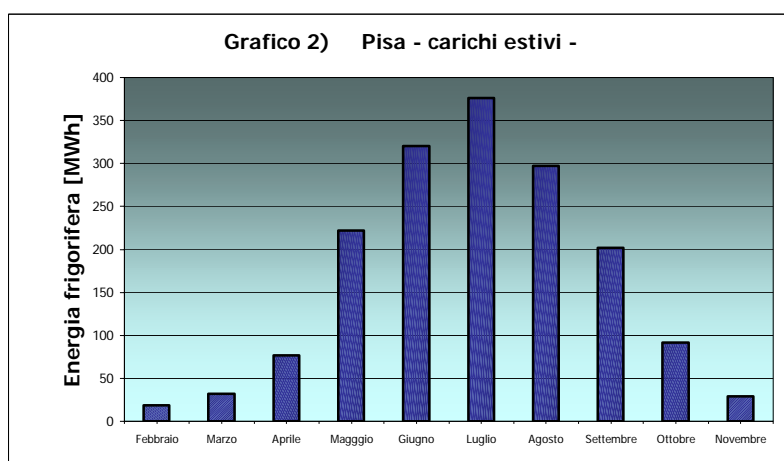
interparetiale di aria alla più bassa temperatura possibile; il carico radiativo viene controllato con schermature automatiche.

Il fattore di accumulo termico dei solai, indotto dalla ventilazione, si è rivelato un altro elemento positivo ai fini del raggiungimento del più basso indice possibile di densità energetica dell'edificio.

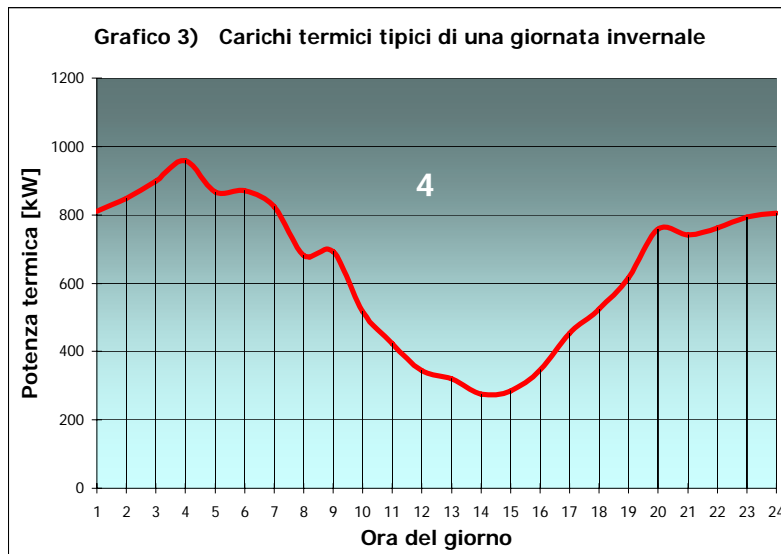
Le grandi superfici vetrate e il controllo automatico delle luci interne (previsto in progetto), consentono infine di ridurre significativamente i carichi elettrici necessari all'illuminazione interna dei locali.



Il grafico 1) mostra l'andamento del carico in una tipica giornata estiva



L'integrazione dei carichi giornalieri consente di ottenere la distribuzione dei carichi mensili come illustrato nel grafico 2)



Analogamente, si è proceduto all'analisi dei carichi termici invernali

Il grafico **3)** mostra l'andamento del carico in una tipica giornata invernale.

Si noti come in valore assoluto il picco di potenza termica sia sensibilmente inferiore a quello estivo (grafico **1**).

- *fabbisogno elettrico*

La stima dei carichi elettrici è stata condotta analizzando i carichi presunti giornalieri, stagionali e mensili che competono alle seguenti utenze principali:

1. centrale termofrigorifera
2. centrali di trattamento aria e pompaggio dei fluidi
3. computer e apparecchiature d'ufficio
4. illuminazione interna
5. servizi notturni (illuminazione, sicurezza)
6. ascensori
7. impianto di climatizzazione
8. auditorium
9. biblioteca
10. servizi generali.

I carichi giornalieri sono stati implementati in un foglio di calcolo ed elaborati su base di parametri di contemporaneità e orario di utilizzo tipici di una struttura pubblica (orario 8-14 ma con rientri pomeridiani fino alle 18), orari di utilizzo di biblioteca ed auditorium assunti ragionevolmente sulla base di edifici analoghi.

L'incertezza sui dati utili al calcolo produce una certa approssimazione nella stima, che potrà essere superata con l'utilizzo di dati più precisi.

- *Carico elettrico giornaliero*

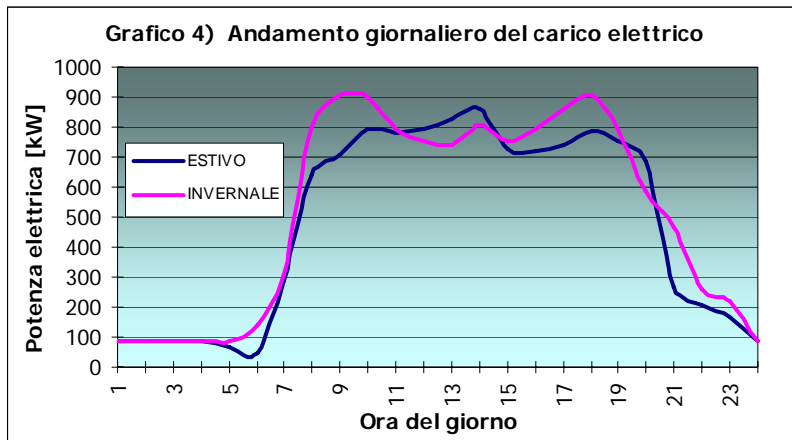


Grafico 4)

Nella simulazione l'impegno massimo di potenza elettrica si attesta a **910 kW** in regime invernale

### *Il fabbisogno elettrico*

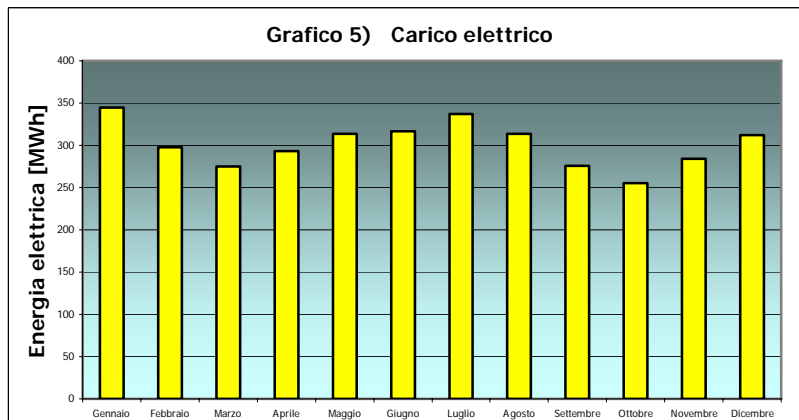


Grafico 5)

L'integrazione dei carichi consente di ottenere la loro distribuzione su base mensile.

L'andamento dei consumi è relativamente costante.

### *Il profilo energetico dell'edificio*

Il diagramma che segue mostra l'andamento del fabbisogno di energia elettrica, termica e frigorifera nell'arco dell'anno.

Grafico 6) Andamento del fabbisogno energetico dell'edificio

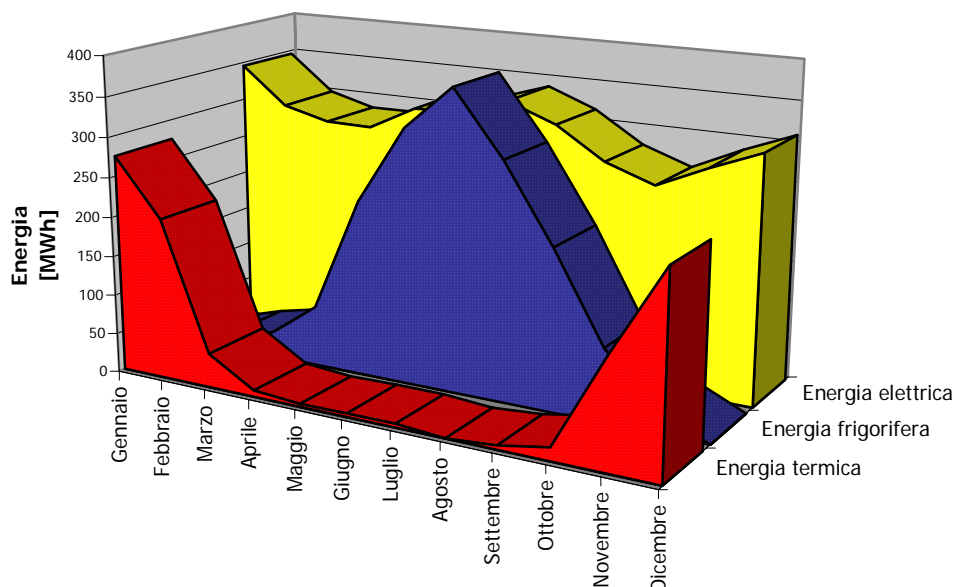


Grafico 6)

**Si osservi come il consumo elettrico si mantenga pressoché costante nel tempo mentre i fabbisogni di energia termica e frigorifera siano tra loro complementari.**

- *Analisi della scelta per l'impianto di cogenerazione*

La scelta della cogenerazione per la produzione di elettricità e dei fluidi primari si basa sulla valutazione di alcuni fattori di convenienza. In generale essi sono:

1. consistente potenza elettrica e termica richiesta per l'edificio (economia di scala, che potrebbe essere considerevolmente più elevata se si centralizzasse l'impianto per i tre edifici))
2. rapporto pressoché costante dei consumi di elettricità e calore nel tempo

In particolare, dal punto di vista dell'utenza elettrica:

- elevato costo unitario dell'elettricità (consumi elettrici concentrati nelle ore diurne)
- ridotto costo di allacciamento alla rete del GRTN per il limitato impegno di potenza richiesto
- alto valore dell'eliminazione del pericolo di black-out elettrico

dell'utenza termica:

- elevato costo unitario del calore (usi civili)
- bassa temperatura dei fluidi termovettori (buona termodinamica del processo)

- limitata estensione del bacino d'utenza (diminuiscono gli investimenti per reti di distribuzione, dispersioni termiche, energia di pompaggio)

e dell'utenza frigorifera:

- Complementarietà con utenza elettrica (impianti a compressione) o termica (impianti ad assorbimento)

Le produzioni contemporanee di elettricità e calore sono fornite da un motore a combustione interna alimentato da gas naturale che trascina un generatore da 480 kW<sub>e</sub> e da una microturbina a gas da 100 kW<sub>e</sub>, per una potenza complessiva di 580 kW<sub>e</sub> e 789 kW termici cogenerati. Il rendimento termoelettrico del complesso (diverso nelle percentuali termica ed elettrica a seconda della tecnologia) è del 80,8% (dati forniti da costruttori certificati).

La scelta di 2 generatori di diversa potenza e tecnologia è dettata da esigenze di flessibilità, di produttività, oltre che di intrinseca sicurezza (carichi notturni, gruppo elettrogeno di emergenza per i server). Un software di gestione dedicato (ma integrato con il BMS dell'edificio) provvede all'inseguimento del punto di massima efficienza anche ai carichi parziali.

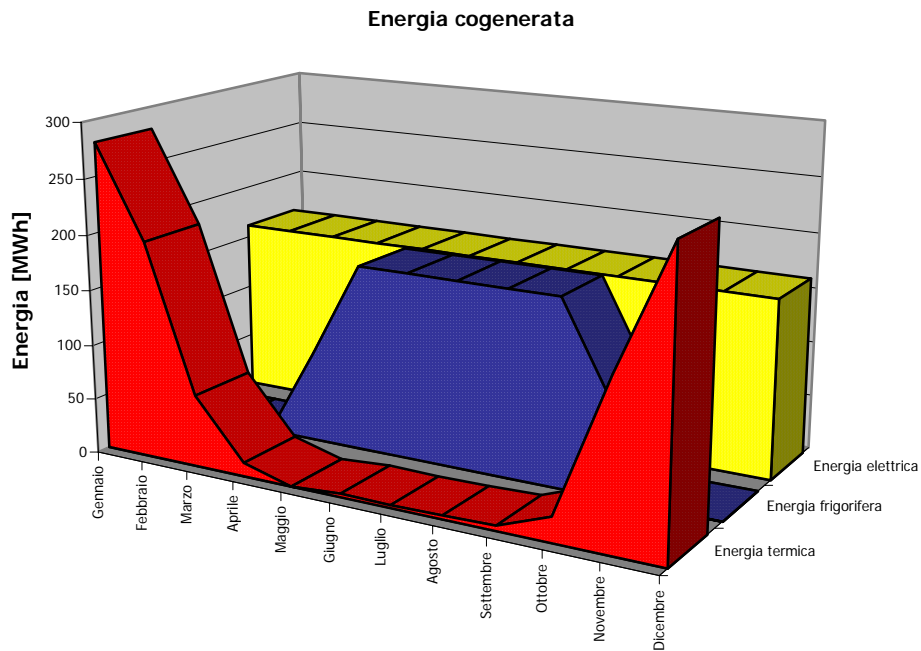
Il profilo dei carichi termici ed elettrici dell'edificio fornisce i dati di base del sistema cogenerativo il quale, opportunamente dimensionato, deve consentire di sfruttare per intero - all'interno dell'edificio- le quote di elettricità e di calore prodotte, evitando costosi sovradimensionamenti e successive, meno redditizie, parzializzazioni.

L'impianto che ne risulta funziona ad "isola" ma è in parallelo con la rete elettrica del GRTN dal quale è possibile prelevare, se necessario, una parte o l'intera potenza elettrica di cui l'edificio necessita.

Ne risulta dunque un impianto dimensionato per coprire circa il 53% del fabbisogno elettrico annuale dell'edificio - ca.1950 Mwh<sub>e</sub> -.

Il calore ottenuto dal raffreddamento degli elettrogeni copre, rispettivamente, il 95% del fabbisogno termico invernale - ca.950 MWh<sub>t</sub> -, il 63 % del carico termico estivo - ca. 1050 MWh<sub>f</sub> - per mezzo di un refrigeratore d'acqua ad assorbimento, di potenza resa 500 kW ( $\eta = 0,68$ ), e 205 MWh termici per servizi sanitari e postriscaldamento condizionamento -.

I picchi dei carichi invernale ed estivo vengono coperti rispettivamente da una caldaia di integrazione ( $\eta = 0,8$ ) e da un refrigeratore d'acqua a vite, di potenza 1150 kW, condensato ad acqua, con C.O.P. medio stagionale pari a 7,5. Il free cooling -qualora la differenza entalpica con l'aria esterna lo consenta- viene sfruttato interponendo degli scambiatori (acqua/aria esterna) nel circuito idronico di raffreddamento.



- *Efficienza energetica e gestionale nel tempo*

Si individua in un impianto misto aria/acqua composto da ventilconvettori a quattro tubi e aria primaria, la tipologia che meglio soddisfa i requisiti contenuti nel Dpp.

Si tratta di un impianto in cui le caratteristiche di flessibilità e semplicità ben si sposano con i vantaggi derivanti da un elevato grado di controllo individuale del comfort ambientale - a prescindere dall'esposizione del locale e dalla natura dei carichi - grazie alla presenza contemporanea dei fluidi caldo e freddo prodotti dalla centrale di cogenerazione.

Ai ventilconvettori a quattro tubi, destinati a fronteggiare i carichi sensibili endogeni ed esogeni dell'edificio, si affiancherà un sistema di canali destinato al controllo dell'umidità relativa e al rinnovo dell'aria viziata.

Immissione ed estrazione dell'aria saranno regolati da centrali di trattamento (munite di recuperatori di calore), poste strategicamente nelle zone di "mediazione energetica" rappresentate dalle serre. L'aria di rinnovo (energeticamente costosa) sarà introdotta in ambiente nella quantità minima necessaria a mantenere i valori di inquinanti al di sotto della soglia stabilita dalle normative esistenti. Il sistema sarà regolato automaticamente in funzione della lettura delle sonde di qualità dell'aria.

#### *Impianto di refrigerazione*

L'analisi dei carichi termofrigoriferi ha evidenziato che il carico rimane al di sotto del 30% per il 60% del tempo di funzionamento e del 60% per quasi il 90%.

Questa variabilità di carico può portare ad inefficienze di resa frigorifera quando, come di consuetudine, si sceglie un gruppo refrigeratore d'acqua dotato di più circuiti frigoriferi, ciascuno dei quali con un compressore che opera con superfici di scambio dimensionate per la potenza del singolo compressore. Come è noto l'efficienza di una macchina frigorifera è data dal rapporto fra l'effetto utile ottenuto (energia frigorifera) e il lavoro meccanico (energia elettrica) speso dal compressore.

Il C.O.P. ottenibile, in queste applicazioni, è generalmente attorno a 3 – 3,5.

Per ottenere il C.O.P. medio stagionale indicato di 7,5 si sceglie una tipologia di refrigeratore ad unico compressore (a vite con refrigerante R134a) dotato di parzializzazione 25-50-100%, che, operando in un unico circuito di condensazione/evaporazione, consente di ottenere C.O.P. via via più elevati al diminuire del carico, in virtù dell'aumentata disponibilità di superfici di scambio in relazione alla portata di refrigerante. L'alta temperatura di evaporazione del frigorigeno (acqua entrante a 17 °C) e la bassa temperatura di condensazione (acqua di torre) consentono, inoltre, di ottenere una trasformazione termodinamica particolarmente favorevole.

#### *Salti termici e circolazione dei fluidi*

Poiché sui ventilconvettori grava il solo carico sensibile ambiente (il latente è rimosso dalle centrali aria primaria), essi saranno alimentati con acqua a temperatura relativamente alta (estate) per impedire deumidificazione indesiderata e relativamente bassa (d'inverno) per il limitato carico esistente, in particolare nelle zone centrali dell'edificio.



Il salto termico di progetto dei terminali di condizionamento è previsto di 7-9°C. Questo consentirà di limitare le portate di attraversamento con risparmi consistenti in termini di investimento iniziale (ridotto diametro delle tubazioni) e sui costi di gestione per la minore energia spesa nel pompaggio dei fluidi stessi. Le pompe di circolazione saranno controllate da inverter per adeguare la portata (e quindi il consumo energetico) alle effettive necessità dell'idronica a valle.

Il cunicolo tecnologico interrato e gli ampi cavedi verticali, consentono, infine, una distribuzione ottimale dei fluidi, con ampie possibilità di sezionamento degli impianti in caso di manutenzione o modifiche di lay out, dal piede di colonna fino all'ultimo dei ventilconvettori. Il "costo" primo del sezionamento spinto è molto basso. In compenso, i vantaggi sulla flessibilità sono notevoli e il disagio per i fuori servizio limitati alla zona sezionata.

- *Automazione degli impianti*

Si prevede un alto livello di integrazione dell'impiantistica. L'edificio sarà dotato delle più innovative e affidabili soluzioni impiantistiche che avranno come caratteristica comune un unico sistema di gestione e controllo integrato, comunemente denominato Building Automation, il cui terminale "intelligente" sarà situato nella sala di controllo dell'edificio. Gli impianti elettrici, elettronici di controllo e sicurezza, termomeccanici, costituiranno un unico insieme e saranno controllati dal sistema di supervisione.

L'energia elettrica e termica necessarie all'edificio sono concentrate e distribuite a partire dalla centrale elettrotermofrigorifera nella quale centrale sono concentrati i principali dispositivi per la produzione di energia elettrica o di prelievo della stessa dalla rete GRTN, di preparazione dei fluidi termovettori, di trattamento dell'acqua da raccolta meteorica e di acquedotto. Sono presenti, al contempo, i nodi principali della rete che distribuisce i fluidi alle singole aree omogenee dell'edificio.

- *Reti elettriche*

A partire dalla centrale termoelettrica, gli impianti si immettono sotto l'edificio principale attraverso il cunicolo tecnologico di spina e si distribuiscono ai piani superiori attraverso ampi cavedi tecnici verticali e orizzontali costituiti dalle strutture portanti e dai solai nonché dai vani tecnici creati dalle controsoffittature.

Una parte degli spazi tecnici è dedicata all'alloggiamento delle condutture elettriche.

I cavi di collegamento sono alloggiati in canali, passerelle e tubazioni di contenimento dedicate per ogni tipologia di impianto in modo da dare univocità alla loro identificazione ed evitare ogni interferenza e/o disturbo fra i vari impianti garantendo, nel contempo, un alto livello di espandibilità e manutenibilità.

Le parti terminali degli impianti sono dotate di sistemi di connessione alle dorsali principali secondo un criterio di modularità insito nella struttura stessa, garantendo così un alto livello di flessibilità, per esempio attraverso l'adozione di soluzioni impiantistiche per la distribuzione dell'alimentazione elettrica con l'utilizzo di condutture modulari in sbarra protetta (blindosbarre).

I punti di utilizzazione, quali prese di connessione alla rete elettrica, alla rete dati locale e alla rete telefonica, sono alloggiati in appositi contenitori a scomparsa, posti negli spazi tecnici facenti parte del solaio, sotto il livello del pavimento con appositi sportelli passacavo, in modo da non costituire ostacolo al movimento delle persone o alla libera disposizione degli arredi d'ufficio.

Particolare attenzione è dedicata alla dislocazione geografica dei quadri elettrici (locali tecnici) per garantire la massima selettività e il minor disservizio in caso di guasto e nondimeno i più efficaci sistemi di protezione e sicurezza.

- *Impianto di illuminazione*

L'impianto di illuminazione garantisce l'ottimale livello di illuminamento richiesto dalle linee guida e il maggiore confort visivo con l'utilizzo di appropriati corpi illuminanti puntuali, scelti in funzione del tipo di ambiente e con sistemi automatici di regolazione della luminosità in funzione dell'apporto dovuto alla luce naturale ("dimmerizzazione" automatica e sensori di presenza), garantendo l'ottimale risparmio energetico. "L'edificio di vetro" costituisce la principale fonte di risparmio della quota non indifferente di energia elettrica dedicata all'illuminazione interna, in particolare quella d'ambiente.

L'edificio è dotato di impianto di illuminazione di emergenza in grado di garantire, in caso di mancanza di tensione, il corretto illuminamento delle vie di esodo. Le lampade di emergenza sono tutte collegate ad un sistema di controllo centralizzato in grado di eseguire automaticamente i test periodici di funzionamento richiesti dalle normative vigenti in materia e di verifica dell'efficienza dell'impianto riducendo così i costi di manutenzione.

- *Impianto di sicurezza*

L'impianto anti-intrusione e controllo accessi, l'impianto di controllo TV.CC, l'impianto di rivelazione incendi, costituiscono, anche se impiantisticamente sviluppati su condutture indipendenti secondo quanto prescritto dalle normative vigenti, un unico sistema di sicurezza nel B.M.S. di edificio la cui peculiarità è data dall'integrazione con sistemi complementari. Ne consegue un alto livello di sicurezza sia per quanto concerne l'accessibilità all'edificio nelle diverse condizioni di utilizzo, sia per la gestione dei piani di sicurezza e di evacuazione in caso di pericolo.

L'impianto di controllo accessi e anti-intrusione è in grado di comunicare con le telecamere a TV.CC e con il sistema di video registrazione in modo da fornire la storicizzazione degli eventi di allarme e valutarne le cause.

- *Impianto integrato di controllo e gestione*

Il sistema di controllo e gestione degli impianti (Building Automation) integra molteplici funzioni inclusa la supervisione e controllo di apparecchiature per la termoregolazione, la gestione degli allarmi, l'ottimizzazione energetica e la raccolta ed archiviazione delle informazioni storiche.

Il sistema è basato su una architettura aperta e supporta totalmente apparecchiature di vari costruttori. Per raggiungere tale obiettivo il sistema impiega protocolli di comunicazione standard ed è in grado di integrare una varietà di apparecchiature ed applicazioni tramite il protocollo originale e mediante l'impiego degli standard software più recenti.

Il sistema è costituito da:

- Postazioni operatore basate su Personal Computer
- Controllori di rete
- Regolatori, strumenti di misura, attuatori.

Il sistema, di natura fortemente modulare, permette un alto grado di espandibilità, sia in capacità che in funzionalità, tramite l'aggiunta di sensori ed attuatori, di controllori di rete e di postazioni operatore.

Ogni controllore di rete opera indipendentemente nello sviluppo dei propri compiti di controllo, di gestione allarmi, di interfaccia con l'operatore di raccolta dati. La perdita di un singolo componente della rete non interrompe l'esecuzione delle strategie di controllo delle altre apparecchiature.

I controllori di rete sono in grado di accedere alle informazioni e di inviare comandi ed allarmi ad ogni altro controllore di rete od apparecchiatura della rete, senza dipendere dall'apparecchiatura centrale di governo, quale un file server centrale.

Inoltre, i controllori inviano direttamente report di allarme alle postazioni operatore e/o alle stampanti senza dipendere da apparecchiature centrali o file server centrali.

Il sistema, in caso di allarme può inviare messaggistica in molti formati: fax, posta elettronica, SMS, riportanti le informazioni salienti relative all'evento.

L'architettura del sistema di supervisione e controllo si sviluppa essenzialmente in tre livelli organizzativi:

Livello 1 - supervisione e gestione

Livello 2 - unità distribuite di controllo

Livello 3 - elementi in campo

si tratta dunque di un'architettura altamente distribuita con capacità di processo localizzate e disponibili a tutti i livelli sino al singolo regolatore, liberamente programmabili.

Unità di supervisione e gestione

E' costituito dalle apparecchiature di presentazione delle informazioni all'operatore, basate su stazioni grafiche (Personal Computer) in ambiente multitasking operanti in sistema operativo Windows, con funzioni di interfaccia operatore e di acquisizione dati dal livello inferiore per elaborazioni successive.

I PC non hanno nessuna funzione di processo, sono in pratica l'interfaccia operatore per la presentazione e l'analisi dei dati e per le funzioni di comando. Le stazioni di lavoro sono collegate tra di loro tramite una LAN Ethernet TCP/IP dedicata o condivisa con la rete dell'edificio.

La configurazione permette di gestire più impianti geograficamente distribuiti utilizzando connessioni remote ed utilizzando reti WAN (collegamento di più reti locali distribuite su aree geografiche diverse).

Dello stesso livello fanno parte le Unità di Controllo Rete che acquisiscono, da porzioni di impianti, le informazioni dai controllori distribuiti, specializzati per i vari sottosistemi, e le mettono a disposizione sulla rete. Le unità di controllo rete collegano, sul medesimo bus di campo, apparecchiature di diversa natura (controlli HVAC, elettrici, sicurezza, ecc.), per consentire una distribuzione ottimale senza la moltiplicazione di bus e reti locali.

Ogni unità di controllo rete funziona in modo indipendente eseguendo in autonomia specifici controlli, la gestione degli allarmi, le operazioni di I/O e la raccolta dei dati

storici. Il guasto di un singolo componente o di una connessione sulla rete non interrompe l'esecuzione delle funzioni di controllo sulle altre apparecchiature.

#### *Unità distribuite di controllo*

A questo livello appartengono le apparecchiature di controllo specializzate per i vari sottosistemi impiantistici.

I controlli degli impianti tecnologici sono costituiti da stazioni di automazione a microprocessore in grado di garantire il Controllo Digitale Diretto di una determinata porzione di impianto e la comunicazione con i controllori di rete.

Le unità periferiche sono grado di svolgere le proprie funzioni in modo stand-alone anche in caso di caduta della comunicazione verso le unità di rete o verso le stazioni operatore.

- Modulari ed espandibili, dotati ciascuno di display e tastiera per la visualizzazione e la modifica di tutti i parametri.
- Componibili mediante l'impiego di schede di I/O (ingressi o uscite).
- Unità di controllo compatte, con numero di punti I/O predeterminati nel numero, ma comunque personalizzabili nella tipologia ed in ogni caso dotate di display e tastiera per la visualizzazione e la modifica di tutti i parametri contenuti.
- Moduli I/O di campo esterni e remotizzabili, funzionalmente gestibili dalla unità di controllo stessa o, tramite lo stesso bus di connessione, da uno dei controllori di rete.
- Unità specializzate per la gestione delle unità locali di controllo del microclima (ventilconvettori), centrali aria primaria, sistema di paratie mobile delle pareti perimetrali.

Elementi in campo Livello costituito dai vari elementi in campo specializzati per ogni sottosistema, quali sonde e trasmettitori, valvole e relativi servomotori, servomotori per serrande, oltre ad apparecchiature di contabilizzazione o multimetri in grado di comunicare su bus.

In generale gli elementi in capo sono collegati al sistema attraverso ingressi configurabili per la lettura di tensioni, correnti, resistenze oppure semplici contatti NC o NA.

I controllori provvederanno al comando degli elementi in campo attraverso uscite sia di tipo digitale, come comandi on-off di tipo mantenuto od impulsivo, PAT, sia di tipo in tensione (0÷10V) o in corrente (4÷20mA).

## Valutazioni economiche e finanziarie

Superfici per ambito funzionale	Previsioni di progetto in mq
UFFICI	16.073,00
BIBLIOTECA	3.502,00
AUDITORIUM E ATTIVITA' COLLEGIALI	2.287,00
SPAZI COMPLEMENTARI E COMMERCIALI	350,00
TOTALE	22.212,00

### VALUTAZIONE PARAMETRICA DEI COSTI DI REALIZZAZIONE

#### COSTI DI REALIZZAZIONE

#### A - STRUTTURE

##### A.1 - STRUTTURE DI FONDAZIONE

scavi	400.000,00
Travi continue	450.000,00
Platea	600.000,00
Centrale termica	250.000,00
TOTALE A.1	1.700.000,00

##### A.2 - STRUTTURE IN ELEVAZIONE

Telaio strutturale	1.400.000,00
Nuclei scale in cls e ascensori	2.000.000,00
Copertura e pavimentazione biblioteca	320.000,00
copertura e pavimentazione zona auditorium	300.000,00
Solai di pavimentazione	
Solai di copertura	2.375.000,00
Impermeabilizzazioni di copertura	200.000,00
Tamponamenti Verticali	

Pareti vetrate esterne	4.600.000,00
TOTALE A.2	11.195.000,00
OPERE DI FINITURA	
Partizioni interne	650.000,00
Controsoffitti	514.000,00
Pavimenti	875.000,00
TOTALE A.3	2.039.000,00
TOTALE A = A.1 + A.2 + A.3	14.934.000,00

## B - IMPIANTI IDRO-TERMO-SANITARI E DI CLIMATIZZAZIONE

### B.1 - IMPIANTO IDRO-SANITARIO

Tubazioni

Sanitari

Rubinetteria

Accessori

TOTALE B.1 172.000,00

### B.2 - CENTRALE TERMOFRIGORIFERA

Tubazioni

Caldaie

Pompe

Staz. Gas

Refrigeratori

Torri evaporazione

Trattamento acqua

Collegamenti elettrici

Accessori

TOTALE B.2 521.000,00

### B.3 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Tubazioni

Fan-coils

U.T.A.

Canalizzazioni

TOTALE B.3 881.000,00

#### B.4 - RACCOLTA ACQUE E DOTAZIONI ANTINCENDIO

Tubazioni

Pompe

Controlli

Accessori

Antincendio (Naspi, Idranti, Tubazioni)

TOTALE B.4 96.000,00

TOTALE B = B.1 + B.2 + B.3 + B.4 1.670.000,00

#### C - IMPIANTI ELETTRICI ED ELETTRONICI

##### C.1 - IMPIANTO ELETTRICO

Cabine di trasformazione 80.000,00

Quadri elettrici di bassa tensione 70.000,00

Quadri elettrici di zona 350.000,00

Quadri elettrici locali 113.000,00

Distribuzione F.M. 560.000,00

Illuminazione 540.000,00

Servizi generali esterni 90.000,00

TOTALE C.1 1.803.000,00

##### SISTEMI DI CONTROLLO

Controllo climatizzazione 450.000,00

Rivelazione incendi 285.000,00

Controllo impianto elettrico 315.000,00

Rivelazione anti-intrusione 63.000,00

TOTALE C.2 1.113.000,00

##### IMPIANTI ELETTRONICI

Cablaggio strutturato 225.000,00

Telefonia 150.000,00

Televisione a Circuito Chiuso 75.000,00

Controllo accessi 70.000,00

TOTALE C.3 520.000,00

TOTALE C = C.1 + C.2 + C.3 3.436.000,00

TOTALE GENERALE = A + B + C 20.040.000,00

#### VALUTAZIONE PARAMETRICA



Volume complessivo	101.657,23
Valore parametrico in Euro al mc	197,13
Valore parametrico in Lire al mc	381.702,81
Valore parametrico in Euro al mq	827,96
Valore parametrico in Lire al mq	1.603.152

**La valutazione parametrica di cui sopra è da assumersi anche per il calcolo dei costi di costruzione degli altri edifici previsti nell'area.**

## ALTRI COSTI

### X - OPERE NON COMPRESSE E NON VALUTATE NEL PREVENTIVO

#### X.1 - PALIFICAZIONI

Pali (120 pil x 4 pali/pil x 2.500 Euro/palo)	1.250.000,00
TOTALE X.1	1.250.000,00

#### X.2 - GARAGE SOTTERRANEO

Pilastri	200.000,00
Murature in cls	700.000,00
Impermeabilizzazioni	420.000,00
TOTALE X.2	1.320.000,00

TOTALE X = X.1 + X.2 2.570.000,00

### Y - OPERE DA VALUTARE A PARTE

#### Y.1 - OPERE DI SISTEMAZIONE ESTERNA

Accessi Stradali	200.000,00
Piazzale Centrale	250.000,00
Aree verdi	350.000,00
TOTALE Y.1	800.000,00

#### Y.2 - PONTI PEDONALI

Ponte pedonale su Via Cisanello	1.250.000,00
TOTALE Y.2	1.250.000,00

TOTALE Y = Y.1 + Y.2 2.050.000,00

*Ulteriori dotazione valorizzanti relativi costi e calcolo dal V.A.N.*

Consideriamo extra investimento quello per dotare l'edificio di tecnologie innovative. Questo ulteriore investimento, in grado di produrre significativi risparmi energetici, è stato valutato con il metodo del V.A.N. (valore attuale netto).

Posto:

I = maggior investimento iniziale delle opzioni previste (cogenerazione, dimmerizzazione etc.)

R = risparmio annuo di gestione

r = costo annuo del denaro deflazionato (si assume  $r = 4,5\%$ )

n = periodo di vita media degli impianti (si assume  $n = 25$  anni)

Il risparmio complessivo ottenuto nell'arco di vita utile dell'impianto, al netto del maggior costo iniziale e degli oneri finanziari (cioè il *cash flow*), corrisponde al VAN finale e si può esprimere come:

$$\text{Cash flow} = (\text{VAN})_{\text{finale}} = \sum_1^n i \frac{R}{(1+r)^i} - I$$

Lo studio del VAN fornisce due valori fondamentali:

1. il periodo di ritorno dell'investimento (*pay back period*)
2. i ricavi al netto degli oneri (*cash flow*) che rappresentano, nel nostro caso, il risparmio ottenibile in 25 anni con le tecnologie descritte nei capitoli A) e B) della relazione tecnica

### Cogenerazione

Investimento iniziale (€)	Cash flow (€)	Pay back (anni)
700.000	3.093.364	6,1

### Dimmerizzazione luci e sensori di presenza

Investimento iniziale (€)	Cash flow (€)	Pay back (anni)
280.000	923.566	8,05

Gestione integrata dell'edificio con B.M.S.

Investimento iniziale (€)	Cash flow (€)	Pay back (anni)
400.000	1.837.636	6,2

Recupero acque meteoriche

Investimento iniziale (€)	Cash flow (€)	Pay back (anni)
48.000	16.852	21,4

Fotovoltaico

Investimento iniziale (€)	Cash flow (€)	Pay back (anni)
80.000 *	236.928	8,8

\* Quota del 20% del costo d'impianto di € 400.000 (finanziabile per l'80% con contributi pubblici)