

PROGETTO RE_STOR_EN

REcupero degli edifici STORici e risparmio ENergetico

Project work: Caserma dei carabinieri di Cortile degli Svizzeri - Studio energetico preliminare

Docenti: ing. Giacomo Salvadori e arch. Gabriele Nannetti

Gruppo di lavoro

Annalisa Nottoli
Andrea Pellegrini
Simone Giacchini
Michele Giannelli

- INQUADRAMENTO STORICO -

Gli antichi palazzi del potere

L'inizio della signoria di Castruccio Castracani è segnato dal netto mutamento dei luoghi del potere all'interno della città. I vecchi palazzi del governo comunale nella piazza San Michele in Foro perdono importanza nel contesto urbano parallelamente alle magistrature che rappresentano: sono la chiesa di San Michele in Foro, dove si riuniscono i 550 membri del Consiglio Maggiore del Comune di Lucca ed i Palazzi Comunali collegati alla chiesa, dove alloggiano il Potestà, massimo magistrato cittadino, gli Anziani e il Gonfaloniere.

La nascita del Palazzo e l'Augusta

Castruccio sceglie la sua residenza più a sud, nel quartiere di Porta San Pietro. Nel 1316 affitta dalla famiglia dal Portico due palazzi contigui nella contrada di San Dalmazio, il primo nucleo del futuro Palazzo Ducale. Nel 1322 per tutelarsi da congiure e sommosse costruisce intorno a questa residenza un vasto recinto: la fortezza Augusta che ingloba un quinto dell'intera città. Edificata con grande velocità, la fortezza è difesa da 29 torri e quattro porte d'accesso, il suo tracciato rettangolare con un lato attaccato alle mura cittadine, corre a ovest lungo piazza della Magione, a nord in Corso Vittorio Emanuele II a est da piazza XX settembre fino alla zona del Teatro del Giglio. Nel 1324 Castruccio acquista dai fratelli Giano e Guido dal Portico tutto il primo palazzo e parte del secondo. I due edifici sono entrambi a tre solai, con piano terreno coperto a volte e con alcuni porticati; il primo palazzo è inoltre caratterizzato da un piccolo cortile interno con pozzo, il secondo, dalla presenza all'ultimo piano della cappella privata di Castruccio. Le due costruzioni si trovavano nell'angolo nord orientale dell'attuale Cortile degli Svizzeri e nel lato ove oggi sorge la Loggia di Ammannati. Fra il 1322 ed il 1325 Castruccio compra altre cinque case private lungo il lato meridionale del Cortile del Signore e fa erigere un nuovo edificio a fianco del palazzo nel lato nord. Il progetto per la realizzazione di un unico grande complesso articolato intorno al cortile resta interrotto dopo la prematura morte del Duca di Lucca nel 1328.



La fortezza Augusta con il palazzo di Castruccio ricostruiti secondo le fonti documentarie

1370 la città si appropria del palazzo

La fortezza Augusta ed il Palazzo del Signore sono il simbolo dell'oppressione straniera su Lucca dal 1328 al 1369. Il valore simbolico di centro del potere cittadino è ben presente nel 1369 quando l'imperatore Carlo IV di Boemia riprende possesso del Palazzo e restituisce l'indipendenza ai lucchesi. Appena due giorni dopo la partenza dell'ultimo rappresentante dell'imperatore, il Consiglio degli Anziani ed il Gonfaloniere si trasferiscono nel Palazzo manifestando così ai cittadini il ritorno alla pienezza dei poteri. Il 3 aprile 1370 si delibera l'abbattimento della fortezza Augusta. Il 31 luglio 1370 il Consiglio Generale stabilisce che la città sarà governata dal popolo ed il 1 agosto tutti i cittadini per la prima volta si riuniscono nel Cortile del Palazzo per prestare giuramento di fedeltà e approvazione al nuovo ordinamento costituzionale riappropriandosi delle istituzioni e del palazzo che è stato il simbolo dei governi tirannici per più di 50 anni. Il nuovo Palazzo degli Anziani subisce numerosi lavori di adattamento per accogliere le nuove magistrature, negli anni intorno al 1390 si lavora ancora al restauro delle case lungo il lato meridionale del Cortile dove trovano alloggio numerosi ufficiali in servizio, viene rinnovata la porta di accesso orientale e le scale interne; la torre del palazzo restaurata è dotata di nuove campane.

Il Palazzo di Paolo Guinigi

Paolo Guinigi prosegue l'opera di acquisizione del complesso articolato attorno all'odierno Cortile degli Svizzeri. Con questa finalità nel 1404 compra l'ultima porzione dell'edificio dove si trovava la cappella palatina che era rimasta per metà proprietà di Guglielmo da Portico. Paolo non intraprende radicali trasformazioni architettoniche del complesso, ma esegue probabilmente solo lavori di ingrandimento, adattamento e abbellimento delle strutture esistenti. Dalle descrizioni traspare come il Palazzo del Signore mantenga ancora sostanzialmente inalterata la struttura trecentesca articolata su una serie di edifici dalle differenti destinazioni collegati fra loro: il palazzo grande, a tre solai e soffitto, con il piano terreno tutto coperto a volte con porticati e piccola corte con pozzo lungo il lato settentrionale e orientale. Il cortile, le case del lato meridionale abitate dai soldati, ufficiali ed altri cortigiani. Seguendo l'esempio di Castruccio Castracani anche Paolo edifica un fortilizio all'interno della città distinto però dal Palazzo: la Cittadella, lungo il lato occidentale delle mura. Nel 1430 dopo la deposizione del Guinigi le magistrature della Repubblica tornano nuovamente ad occupare il Palazzo ordinando lo smantellamento della Cittadella.

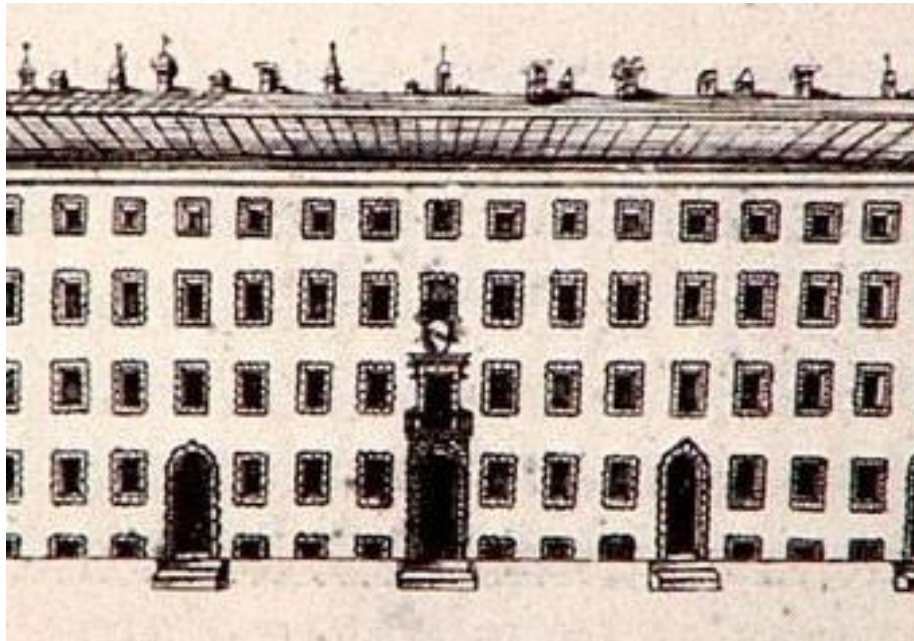
Il nuovo progetto

Il Palazzo degli Anziani all'inizio del Cinquecento conserva un aspetto molto pittoresco. Non possiede un carattere architettonico unitario, è piuttosto un insieme di edifici collegati fra loro da passaggi e cavalcavia di epoche e con destinazioni differenti. Al complesso che circonda il Cortile si è aggiunta una nuova ala a nord lungo l'attuale facciata: all'estremità settentrionale si trova il nuovo palazzo della Gabbella Maggiore, la dogana della Repubblica, ricostruito entro il 1517, con la sala del Consiglio Generale. Più a sud attaccato al precedente sorge un edificio con un giardino (l'attuale cortile Carrara) destinato ai magazzini del sale ed in parte all'Ufficio delle Entrate. Due cavalcavia mettono in comunicazione questa fabbrica rispettivamente con il Palazzo vecchio degli Anziani e la torre. Negli stessi anni l'ala occidentale lungo il Cortile degli Svizzeri contigua al palazzo vecchio è completamente rinnovata dalle fondamenta destinando il piano terreno ad armeria, il mezzanino a cancelleria, il primo piano come alloggio degli Anziani con una nuova cappella ed un cavalcavia collegato alla chiesa di San Romano. Nella notte fra il 28 ed il 29 agosto 1576 un fulmine colpisce la torretta alla sinistra della porta del Cortile provocando l'esplosione delle polveri che vi sono conservate. Il Palazzo vecchio è completamente sventrato e gli edifici adiacenti sono fortemente danneggiati, si contano morti e feriti. L'11 settembre 1577 Bartolomeo Ammannati è incaricato di redigere un

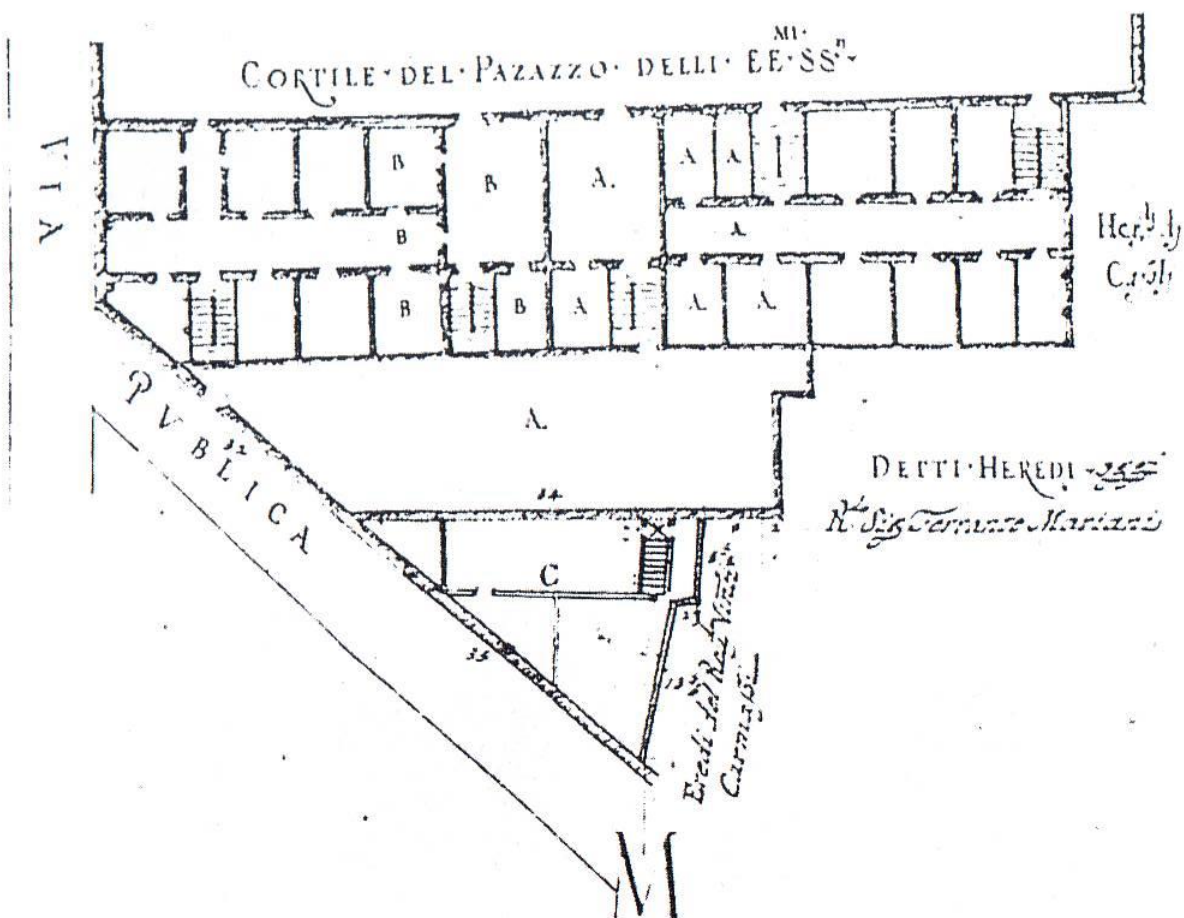
nuovo progetto per il Palazzo che viene approvato il mese successivo. Ammannati propone di ricostruire un palazzo enorme dotato di una nuova torre disposto su tre cortili di cui il centrale è quello degli Svizzeri. I lavori si protraggono dal 1579 fino al 1586 con una spesa di più di 45'000 scudi. Alla fine del secolo è completata la nuova loggia delle guardie, i loggiati del cortile degli Svizzeri e la metà sinistra della facciata fino alla porta centrale. Nell'ottobre 1593 un vasto incendio danneggiava gravemente l'ultimo piano della nuova fabbrica dove si trovavano anche le prigioni.

La Guardia Svizzera

Dopo i tumulti degli Straccioni, nel 1532, il Consiglio Generale stabilì di costituire una guardia stabile per garantire la sicurezza dei magistrati del Palazzo. La prima Guardia di Palazzo fu formata da lucchesi del contado, poi da italiani di stati non confinanti, giovani nobili e uomini d'arme banditi dalle loro città per motivi politici o d'onore. Nel 1653 il Consiglio Generale sciolse il corpo per alcuni gravi fatti di sangue e lo ricostituì con soldati e ufficiali svizzeri di religione cattolica provenienti dal cantone di Lucerna. La Guardia Svizzera era composta inizialmente da settanta unità caratterizzate da un uniforme azzurro. Risiedeva stabilmente nella palazzina lungo il lato sud del Cortile e servì fedelmente la Repubblica fino al 30 aprile del 1806 quando Elisa Baciocchi ne decretò l'abolizione.



Nuova facciata della Palazzina degli Svizzeri 1619. Archivio di stato di Lucca



70

71

L'interruzione dei lavori

La fabbrica del nuovo palazzo su progetto di Ammannati si interrompe per scarsità dei finanziamenti. Le entrate dello stato sono assorbite quasi completamente dalla costruzione delle nuove mura della città che verranno terminate solo nel 1645. Gli unici lavori rilevanti riguardano il rifacimento della Palazzina della Guardia Svizzera nel 1619 e la sistemazione di alcuni ambienti interni curata dall'ingegnere urbinato Muzio Oddi. Lo stato della facciata del palazzo è documentato da un disegno di Frediano Puccini del 1629.

Il progetto di Juvarra

All'inizio del secolo il Consiglio Generale torna a considerare l'idea del completamento dell'edificio. L'abbandono per troppi anni del cantiere e la sovrapposizione delle strutture nuove sulle murature vecchie ha provocato in più parti notevoli dissesti statici analizzati da varie perizie. Nel 1709 il giovane architetto Filippo Juvarra esegue un nuovo progetto generale che prevede di inglobare le parti già realizzate in un'architettura più moderna e fastosa. Juvarra propone di mutare l'asse di simmetria sulla direttrice nord-sud, ponendo l'ingresso da mezzogiorno con un grande cortile semicircolare che ingloba il cortile degli

Svizzeri e pensa di completare tutta la parte nord intorno al Cortile Carrara. Considerate le risorse finanziarie disponibili il governo approva solo una piccola parte dei i lavori proposti con un progetto meno ambizioso. Il palazzo assume la fisionomia esterna attuale e resta tuttavia incompleto sul lato occidentale.

I Baciocchi

L'arrivo di Felice ed Elisa Baciocchi nel 1805 determina la necessità di adattare il palazzo alle esigenze della nuova corte. Il progetto di completamento del lato occidentale viene ancora rimandato ma gli ambienti del primo piano sono completamente ristrutturati. Nell'ala centrale fra i due cortili in sostituzione dell'appartamento invernale degli Anziani trovano posto le sale del quartiere del Trono mentre lungo la facciata e l'ala nord vengono sistemati i due appartamenti di Elisa e Felice. I lavori sono seguiti in gran parte dall'architetto Cesare Lazzarini. Manca però un grande spazio esterno che esalti la sede ufficiale del potere e sia il luogo pubblico deputato alle manifestazioni del Governo. Nel 1807 con grande dolore per la cittadinanza, i principi decretano l'apertura della Piazza Napoleone, abbattendo quattro isolati comprendenti la Torre di Palazzo, della chiesa di San Pietro maggiore e l'archivio pubblico.

I Borbone

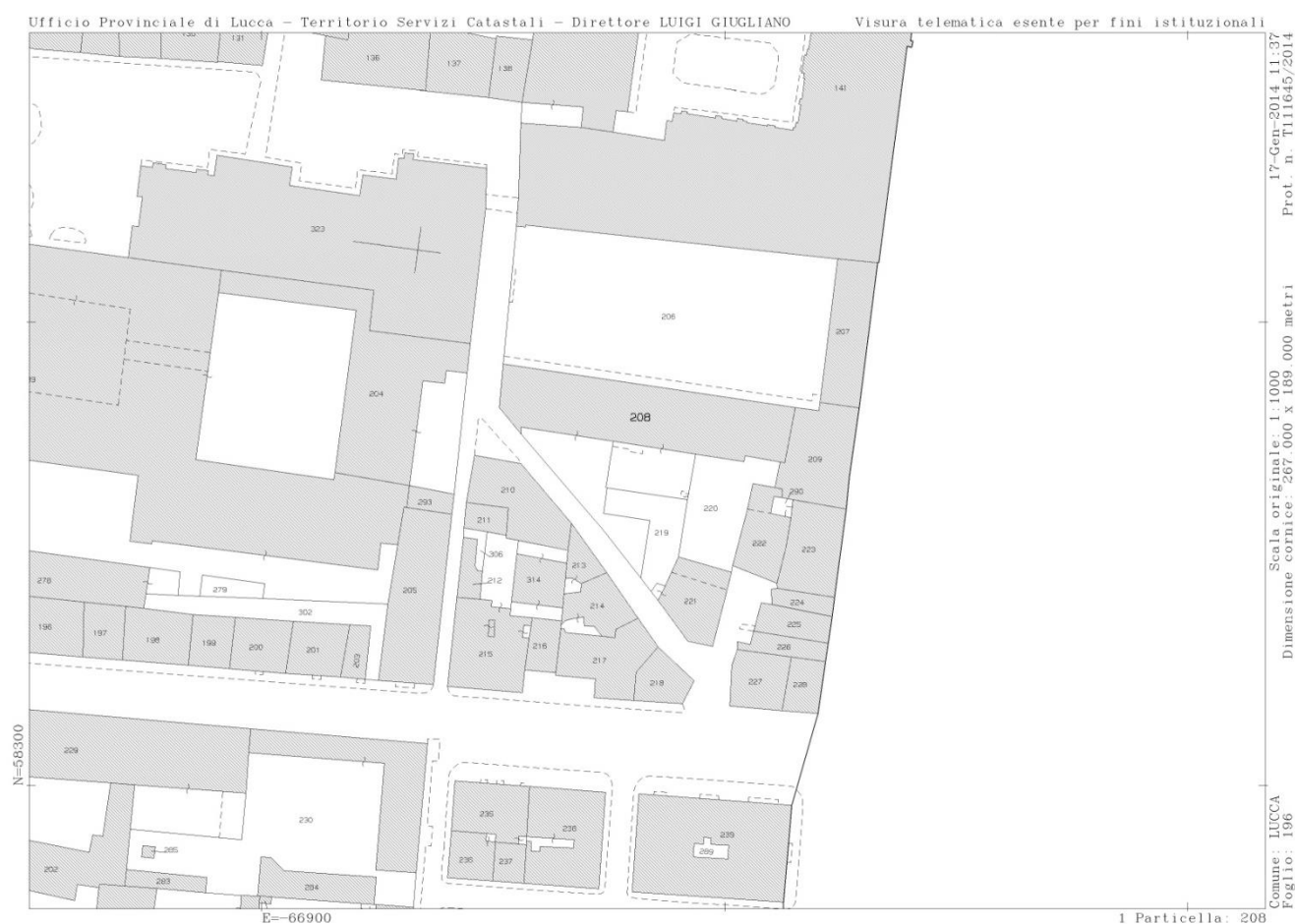
Maria Luisa di Borbone ex Regina d'Etruria giunge a Lucca nel 1817 con il fermo desiderio di cancellare ogni traccia della rivale Elisa, colei che nel 1808 le aveva sottratto il trono di Toscana. Lorenzo Nottolini, nominato Regio Architetto di Corte, fra 1817 e 1820 rinnova completamente la decorazione interna dell'edificio nelle forme attuali; apre il nuovo monumentale passaggio delle carrozze fra i due cortili, e ricostruisce lo scalone con un'inclinazione meno ripida, decorato come la nuova Galleria delle Statue di raffinati stucchi. Alla morte della duchessa, nel 1824, il Palazzo di Lucca è una delle più ricche reggie d'Italia.

Nel 1834, sotto Carlo Lodovico di Borbone, Lorenzo Nottolini pone fine alla questione del lato occidentale del cortile Carrara costruendo la palazzina destinata ad ospitare principalmente gli uffici della Segreteria di gabinetto, le cucine e gli alloggi della servitù. Il nuovo edificio molto discusso, rimane scollegato e difforme rispetto all'architettura del Palazzo rispondendo solo a esigenze pratiche e di limitato decoro. Con la reversione del Ducato di Lucca al Granducato di Toscana il Palazzo viene assorbito nei beni della corona Lorenese. Leopoldo II vi soggiorna volentieri con la Corte in alcuni brevi periodi dell'anno

soprattutto nel mese di settembre. Nell'agosto del 1857 il palazzo ospita Pio IX in visita alla città.

L'unità italiana

Con l'unità nazionale il Palazzo viene ascritto ai beni della corona d'Italia. Vittorio Emanuele II non è interessato al mantenimento della reggia, il Palazzo privato di tutti gli arredi è acquistato dalla neonata Amministrazione Provinciale di Lucca per 300'000 lire nel 1867. Nell'edificio spoglio trovano sede oltre agli uffici della Provincia, la Prefettura, il comando dei Carabinieri, e pochi anni dopo le corti di Assise e di Appello, la Pinacoteca Civica e l'ufficio centrale delle Poste e Telegrafi.

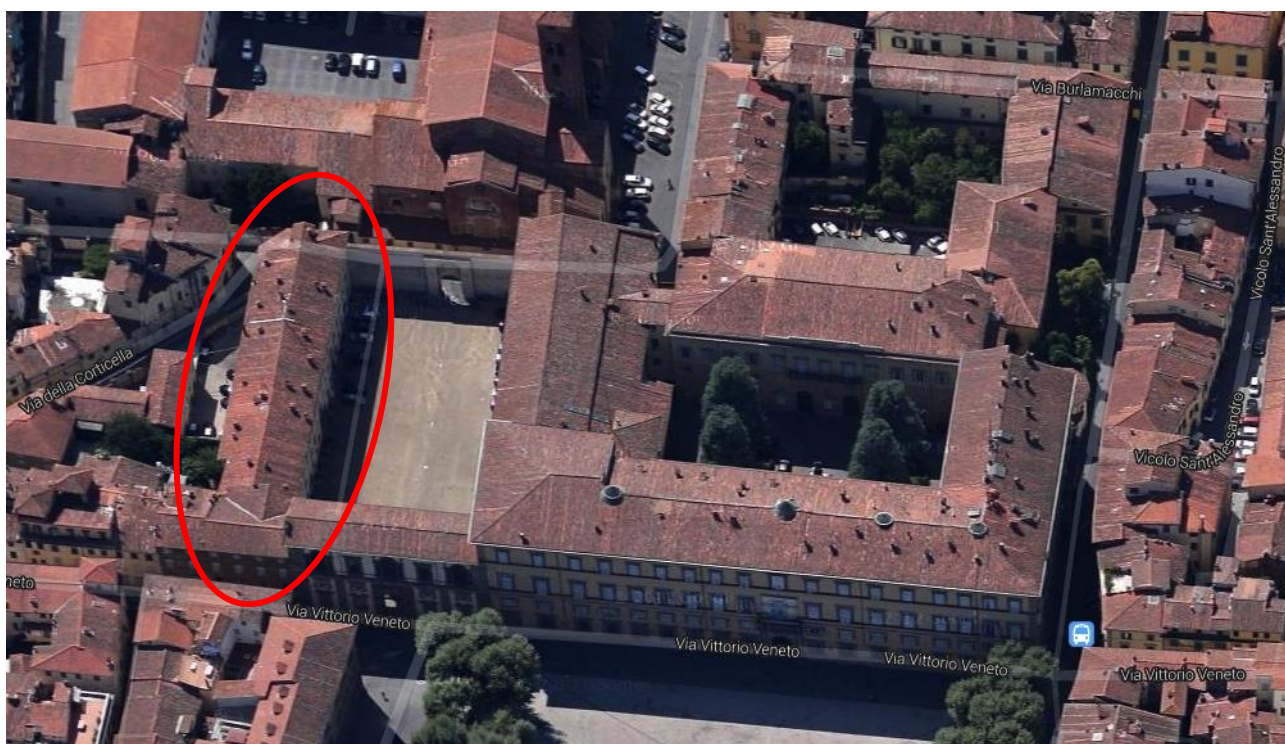


- INQUADRAMENTO URBANISTICO -

L'immobile oggetto della nostra analisi fa parte del complesso Monumentale denominato "Palazzo Ducale" sito nel centro storico di Lucca in Cortile Carrara al n.1 nell'area SUD OVEST della città in prossimità di Porta S.Pietro.



La nostra analisi però si incentra principalmente sull'edificio a sud del "Cortile degli Svizzeri" ad oggi occupato dalla caserma dei carabinieri, e in special modo del solo piano terzo.







Il terzo piano

La parte del palazzo sopra descritto che andremo ad analizzare da un punto di vista energetico, corrisponde al terzo ed ultimo piano (sottotetto).

Le murature perimetrali esterne sono miste in pietrame e laterizio, intonacate sia internamente che esternamente mentre il solaio di copertura è in legno e mezzane e si ipotizza senza alcuna coibentazione.

La gronda leggermente aggettante (circa 50 cm) è costituita, sul lato Nord, da tre travicelli in legno posti uno sull'altro a formare la struttura portante e da un soprastante tavolato mentre sul lato Sud è formata da due soli travicelli in legno posti uno sull'altro con soprastante tavolato

L'accesso al piano avviene tramite una rampa di scale che sbocca direttamente nel corridoio senza una porta di separazione; è presente un'altra rampa di scale, che non ha accesso diretto nell'ambiente, perché è presente una porta metallica chiusa a chiave.

Da un punto di vista distributivo, si individuano tre fasce ben distinte, con una serie di stanze che affacciano verso nord, un corridoio centrale ed un'altra serie di stanze che affacciano verso sud.

Il corridoio centrale largo cm 220 ed alto cm 350 è suddiviso in due parti da un infisso vetrato, la prima parte (rispetto all'arrivo della scala) è completamente priva di illuminazione naturale, mentre l'altra parte è dotata di un lucernario in vetro che segue la pendenza del tetto, di dimensioni cm 60x100; il pavimento è in mattonelle di graniglia, ed è presente un controsoffitto probabilmente formato da incannicciato intonacato integrato da parti in cartongesso.

Il corridoio termina con un ambiente della stessa larghezza adibito a locale tecnico. La parte di destra percorrendo il corridoio (affaccio sud) ha una larghezza di cm 480 ed è occupata alle due estremità dai servizi igienici, dai due vani scale, mentre i rimanenti locali sono adibiti ad uso ufficio.

Analogamente la parte di sinistra (affaccio nord) di uguale dimensione è occupata da una zona ben distinta e compartimentata utilizzata come sala operativa, mentre i rimanenti locali sono utilizzati ad uso ufficio.

La struttura portante dell'edificio è in muratura mista in pietra e mattoni con spessori di circa cm 55/60 per i muri perimetrali e di cm 50 per i muri interni, dove sono presenti anche pareti divisorie in laterizio di spessore cm 8.

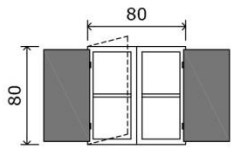
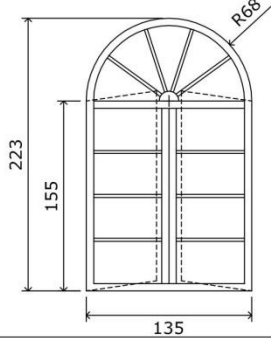
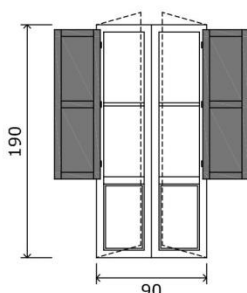
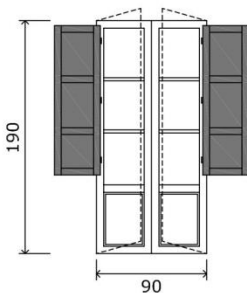
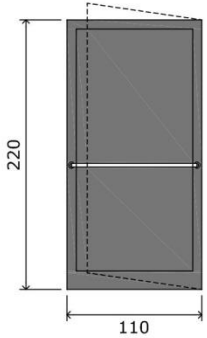
La struttura portante della copertura è in legno con orditura principale in travi ed orditura secondaria in travicelli con soprastante scempiato in mezzane lasciato a vista negli ambienti destinati ad ufficio.

Gli infissi esterni sono in legno muniti di scuri interni, con la parte trasparente costituita da vetro singolo; Le dimensioni degli infissi sono di cm 80x80 per quelli lato nord, e di cm 190x90 per quelli lato sud (portafinestra).

Pianta piano terzo -



Infissi

ABACO DEGLI INFISSI Scala 1/50					
tipo	dimensioni (ml)	vetro	quantità	descrizione	rappresentazione
F1	0,80X0,80	singolo 2/3 mm	18	infisso in legno a due ante, con scuri interni in legno e traversino	
F2	1,35x1,55 + 0,68 ² x3,14/2	singolo 2/3 mm	1	infisso in legno a due ante, con lunetta semicircolare non apribile	
PF1	0,90X1,90	singolo 2/3 mm	6	infisso in legno a due ante, con scuri interni in legno. Bugna inferiore e traversino	
PF2	0,90X1,90	singolo 2/3 mm	5	infisso in legno a due ante, con scuri interni in legno. Bugna inferiore e 2 traversini	
P1	1,10x2,20	pannello in alluminio	1	infisso in alluminio. Porta di accesso a locale non riscaldato (scale), con maniglione antipanico	

Impianto di riscaldamento

L'impianto di riscaldamento è del tipo centralizzato a distribuzione orizzontale.

Generazione - Caldaia a metano anno 1994;

Regolazione - Assenza di termostati;
- Regolazione a tempo;
- Probabile presenza di sonda esterna per regolazione climtica;

Distribuzione - Tubazioni isolate esterne a vista lungo il corridoio dall'arrivo al piano fino alle chiavi di mandata poste nel locale tecnico;
- Tubazioni in traccia probabilmente non isolate dalle chiavi di mandata agli elementi riscaldanti;

Erogazione - Termosifoni in ghisa negli uffici e nel corridoio, in alluminio nei bagni;

La produzione di acqua calda sanitaria per i bagni avviene tramite una caldaia a gas con impianto di ricircolo incorporata in un boiler di accumulo.

L'impianto di illuminazione è realizzato tramite l'impiego di apparecchi a sospensione muniti di una coppia di lampade fluorescenti lineari da 38 W, nel corridoio (dove sono presenti n.9 apparecchi muniti di sistema di spegnimento a tempo) e negli uffici (a seconda della dimensione sono presenti o n.1 o n.2 apparecchi). Nei bagni e nel vano scale sono invece presenti lampade ad incandescenza.

Schedatura dei radiatori:

	LOCALE "2" CORRIDOIO
TERMOSIFONE IN GHISA "A"	4 COLONNE
H = 80 CM.	30 ELEMNTI

	LOCALE “2” CORRIDOIO
TERMOSIFONE IN GHISA “B”	4 COLONNE
H = 80 CM.	11 ELEMNTI

	LOCALE “3” CORRIDOIO
TERMOSIFONE IN GHISA “C” e “D”	4 COLONNE
H = 80 CM.	11 ELEMNTI

	LOCALE “3” CORRIDOIO
TERMOSIFONE IN GHISA “E”	2 COLONNE
H = 80 CM.	22 ELEMNTI

	LOCALE “3” CORRIDOIO
TERMOSIFONE IN GHISA “F”	2 COLONNE
H = 80 CM.	8 ELEMNTI

	LOCALE “7” UFFICIO
TERMOSIFONE IN GHISA	4 COLONNE
H = 60 CM.	11 ELEMNTI

	LOCALE “9-10” UFFICIO
TERMOSIFONE IN ALLUMINIO	2 COLONNE
H = 60 CM.	11 ELEMNTI

	LOCALE “16” UFFICIO
TERMOSIFONE IN GHISA	4 COLONNE
H = 80 CM.	11 ELEMNTI

	LOCALE “17” UFFICIO
TERMOSIFONE IN GHISA	4 COLONNE
H = 60 CM.	15 ELEMNTI

	LOCALE “18” UFFICIO
TERMOSIFONE IN GHISA	4 COLONNE
H = 60 CM.	10 ELEMNTI

	LOCALE “19-20” UFFICIO
TERMOSIFONE IN GHISA	4 COLONNE
H = 60 CM	14 ELEMNTI

	LOCALE “23-24-25” UFFICIO
TERMOSIFONE IN GHISA	4 COLONNE
H = 80 CM.	12 ELEMNTI

	LOCALE “26” SERVIZI
TERMOSIFONE IN ALLUMINIO	3 COLONNE
H = 60 CM.	7 ELEMNTI

- ANALISI ENERGETICA -

Premessa

L'analisi energetica che è stata eseguita sulla porzione di edificio analizzata (ricordando che si tratta del terzo ed ultimo piano) si ripropone di determinare il fabbisogno energetico primario per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, in modo da poter avere una valutazione immediata dei costi necessari per soddisfare tale fabbisogno. Contemporaneamente sono stati calcolati gli indici di prestazione energetica che rapportati ai valori limite così come riportati nel D.P.R. 59/09 ci consentono di determinare la classe energetica dell'edificio. Si precisa che i valori limite riportati in tabella sono espressi in funzione della zona climatica e del rapporto di forma S/V dove S è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non riscaldati) e V il volume lordo riscaldato. La classe energetica invece varia in base alla categoria dell'edificio (nel nostro caso si tratta di un E.2 edifici per uffici e assimilabili, come da D.P.R. 412/93).

Obiettivo finale del progetto è l'individuazione di alcune proposte di intervento atte a migliorare il valore di trasmittanza termica delle superfici opache orizzontali e verticali e delle chiusure trasparenti (in base anche ad una tabella di fattibilità degli interventi basata sulle caratteristiche dei vari elementi che costituiscono l'edificio) portandole ai valori stabiliti per legge per edifici analoghi di nuova costruzione, in modo da verificare la riduzione di fabbisogno energetico dell'edificio e dell'eventuale cambio di classe energetica, con un'indicazione di massima dei tempi di ammortamento necessari per tali interventi.

Per la determinazione dell'indice di prestazione energetica invernale e del fabbisogno di acqua calda sanitaria si è fatto ricorso alla **procedura semplificata** come definita nel D.M. 26/06/2009 inerente le Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica degli Edifici. Tale procedura, il cui utilizzo previsto dalla legislazione è quello per la certificazione energetica di edifici esistenti con destinazione d'uso residenziale, può essere opportunamente modificata ed utilizzata in combinazione alle indicazioni del normativo UNI TS 11300 ottenendo uno strumento adeguato alle analisi energetiche preliminari del processo di diagnosi di un edificio storico.

DETERMINAZIONE DISPERSIONI TERMICHE PER TRASMISSIONE									
			GG						
	n° strutture opache		1751			n° strutture trasparenti			
	5					6			
	U	S	btr			Uw	S	Irradianza totale	
	W/m2 K	m2				W/m2 K	m2	MJ	
tamp ext	2,11	335,75	1	708,4325	Nord - F1	5,00	11,52	57,6	11994,624
tamp. Sotto	2,28	18	1	41,04	Sud - F2	5,00	2,82	14,1	6260,118
tamp int	2,11	38,91	0,4	32,84004	Sud - PF	3,80	23,94	90,972	53144,406
porta - P1	2	2,42	0,4	1,936	Sud - F1	5,00	1,92	9,6	4262,208
Controsoff.	2,44	127,16	0,9	279,24336	Ovest - F1	5,00	1,92	9,6	3061,056
Copertura	1,8	657,65	1	1183,77	Oriz - L1	5,7	0,6	3,42	1158,24
		1179,89		2247,2619			42,72	185,292	79880,652
	Ht					Qt			
	W/K					kWh			
	2432,5539					102225,65			
DETERMINAZIONE DISPERSIONI TERMICHE PER VENTILAZIONE									
			Volume netto					n	
			m3					h-1	
			1962,87						0,3
	Hv					Qv			
	W/K					kWh			
	200,21274					8413,7402			
DETERMINAZIONE APPORTI INTERNI									
Riscaldamento			Superficie utile					apporti spec	
inizio	1/11/08		m2					W/m2	
fine	15/04/09		597,49						6
	166					Qi			
			Volume lordo			kWh			
			m3			14282,401			
			2605,97						
DETERMINAZIONE APPORTI SOLARI									
						Qs			
						kWh			
						4437,814			
DETERMINAZIONE RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE									
	η_{gn}	η_d	η_r	η_e		η_g			
	0,86	0,98	0,90	0,92		0,7005955			

Risultati

In base ai calcoli eseguiti l'edificio risulta avere un **fabbisogno di energia primaria** pari a **132537 kwh** e risulta avere un **indice di prestazione energetica** pari a **50,86 kwh/m³anno** che lo colloca abbondantemente nella **classe energetica G** la più bassa.

DETERMINAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO UTILE									
									fatt utilizz
						Qh			app grat
						kWh			0,95
						92855,181			
DETERMINAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO PRIMARIO									
	Qph					Epi			
	kWh					kWh/m3 anno			
	132537,5					50,859183			
DETERMINAZIONE CLASSE ENERGETICA									
	S/V								
	m-1					EP lim			
	0,4691574					12,455592			
		1401	2100						
	0,2	6	9,6	7,8025751					
	0,9	17,3	22,5	19,90372				3,1	A+
								6,2	A
				12,455592				9,3	B
								12,5	C
						classe ener		15,6	D
						G		21,8	E
								31,1	F
								12455,6	G

- PROPOSTE DI INTERVENTO E VALUTAZIONE DELLE MIGLIORIE -

In base alle caratteristiche tipologiche dell'edificio ed alla tabella di fattibilità, che tiene conto dei valori riconosciuti d'interesse storico artistico, sono state individuate tre possibili tipologie di intervento:

Intervento A – Sostituzione di tutti gli infissi esterni

Rispettando la forma, la dimensione, la tipologia ed i materiali di quelli esistenti, in base alle considerazioni riportate nella tabella di fattibilità, abbiamo visto che è possibile sostituire completamente gli infissi esterni. Installando, quindi, **nuovi infissi** con valori di **trasmissione termica pari a 2,0 w/m²k** (valore massimo ammissibile definito dalla normativa per interventi di riqualificazione energetica in grado di accedere a forme di incentivazione fiscale) il **fabbisogno energetico primario** dell'edificio passa **da** un valore di **132537 kwh** ad un valore di **127082 kwh** con un **risparmio di 5455 kwh**. **L'indice di prestazione energetica** passa da un valore di **50,86 kwh/m³anno** ad un valore di **48,77 kwh/m³anno**. Con questo intervento **la classe energetica dell'edificio resta comunque la G**. Considerando un costo indicativo di intervento pari ad **€ 30000,00 (trentamila/00)**. Il tempo di ammortamento stimato per la realizzazione di questo intervento risulta decisamente elevato.

[illegible]

Intervento B – Realizzazione isolamento interno delle pareti perimetrali

In base alle considerazioni riportate nella tabella di fattibilità, si evince l'impossibilità di realizzare un isolamento della totalità delle pareti perimetrali intervenendo esternamente (cappotto esterno) pertanto, pur consapevoli di non andare a realizzare la miglior soluzione tecnica ipotizzabile proponiamo una più realizzabile soluzione applicando l'isolante internamente (**cappotto interno**). Utilizzando una tipologia di isolante che garantisca al pacchetto parete di raggiungere un valore di **trasmissione termica pari a 0,36 w/m²k** (valore massimo ammissibile definito dalla normativa per interventi di nuova costruzione) il **fabbisogno energetico primario** dell'edificio passa da un valore di **132537 kwh** ad un valore di **96975 kwh** con un risparmio di **35562 kwh**. **L'indice di prestazione energetica** passa da un valore di **50, kwh/m³anno** ad un valore di **37,21 kwh/m³anno**. Con questo intervento **la classe energetica dell'edificio resta comunque la G**. Considerando un costo indicativo di intervento pari ad **€ 25000,00 (venticinquemila/00)** Il tempo di ammortamento stimato per la realizzazione di questo intervento ammonta indicativamente a 7 anni (per il calcolo dei tempi di ammortamento è stato considerato un valore del potere calorifico del gas metano, combustibile utilizzato per il soddisfacimento dei fabbisogni energetici considerati, pari a 9.7 kWh/m³ e un costo di approvvigionamento dello stesso pari a 0.9 €/m³).

[illegible]

Intervento C – Realizzazione isolamento della copertura

DETERMINAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO UTILE						
					Qh kWh	fatt utilizz app grat 0,95
					41756,381	
DETERMINAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO PRIMARIO						
					Qph kWh	Epi kWh/m3 anno
					65611,61	25,177424
DETERMINAZIONE CLASSE ENERGETICA						
S/V m-1	valori al 2010				EP lim	
0,4691574					12,455592	
	1401	2100				
0,2	6	9,6	7,8025751			
0,9	17,3	22,5	19,90372			
			12,455592			
					classe ener	
					F	
						3,1 A+
						6,2 A
						9,3 B
						12,5 C
						15,6 D
						21,8 E
						31,1 F
						12455,6 G

Ipotizzando la **realizzazione contestuale dei tre interventi precedentemente descritti** il

fabbisogno energetico primario dell'edificio passa **da** un valore di **132537 kwh** ad un valore di **36354 kwh** con un **risparmio di 96183 kwh**. **L'indice di prestazione energetica** passa da un valore di **50,86 kwh/m³anno** ad un valore di **13,95 kwh/m³anno**. Con questo intervento **la classe energetica dell'edificio diventa la B**. Considerando un costo indicativo di intervento pari ad **€ 155000,00 (centocinquantamila/00)** Il tempo di ammortamento stimato per la realizzazione di questo intervento ammonta indicativamente a 15 anni.

DETERMINAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO UTILE									
									fatt utilizz
						Qh			app grat
						kWh			0,95
						10271,517			
DETERMINAZIONE FABBISOGNO ENERGETICO PRIMARIO									
	Qph					Epi			
	kWh					kWh/m3 anno			
	21377,849					8,2034132			
DETERMINAZIONE CLASSE ENERGETICA									
	S/V								
	m-1					EP lim			
	0,4691574					12,455592			
		1401	2100						
	0,2	6	9,6	7,8025751					
	0,9	17,3	22,5	19,90372				3,1	A+
								6,2	A
				12,455592				9,3	B
								12,5	C
						classe ener		15,6	D
						B		21,8	E
								31,1	F
								12455,6	G