

Il consolidamento della cupola di San Gaudenzio a Novara

Paolo Faccio

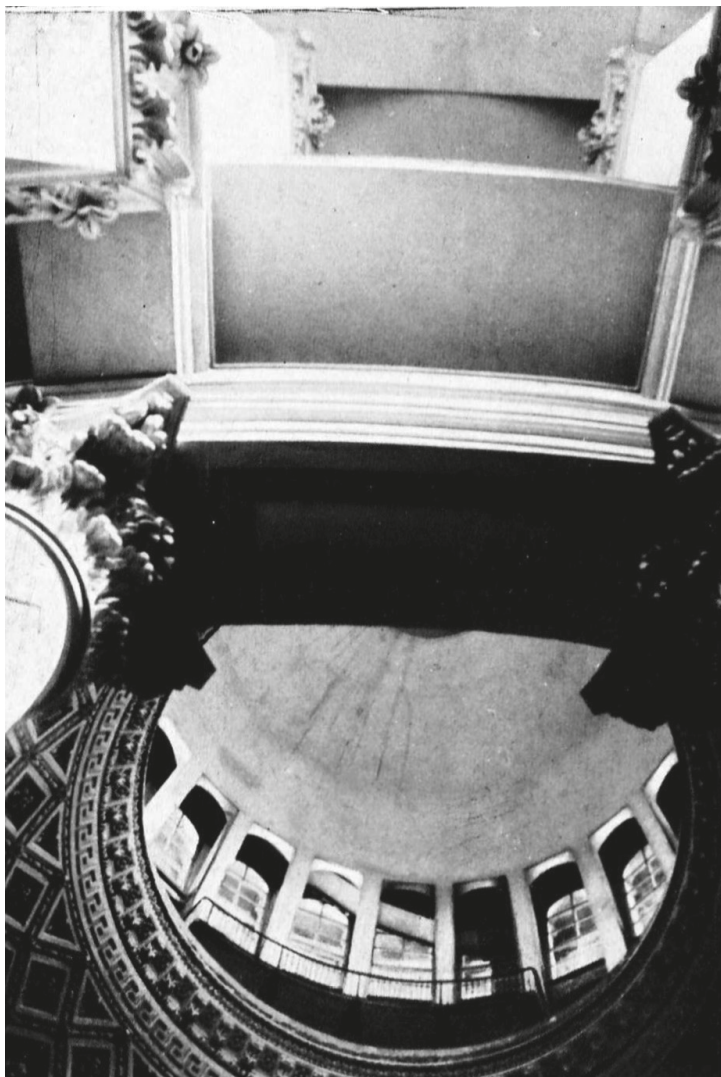
Venendo al lato pratico delle questioni, osserviamo che fortunatamente i materiali migliori per costruire case ben collegate e stabili soddisfano egregiamente colle proprietà alle esigenze della teoria, cioè permettono di costruire bene senza eccessiva spesa. Lasciando da parte i mattoni ed il legno. I primi perché non si può garantire l'azione di collegamento delle malte, né la resistenza di queste a tensione oltre certi limiti; il secondo perché soggetto a deteriorarsi col tempo e quindi infido per costruzioni stabili; rimangono a disputarsi il campo delle case antisismiche il ferro ed il cemento armato.¹

Il consolidamento della cupola di San Gaudenzio a Novara costituisce un esempio del passaggio epocale nel mondo delle costruzioni, dalla muratura e legno al calcestruzzo armato. Il confronto tra probabilmente l'ultimo epigono delle costruzioni in muratura, Alessandro Antonelli, e uno dei padri italiani della tecnica delle costruzioni in calcestruzzo armato, Arturo Danusso, consente una riflessione non solo sulla diffusione delle strutture in cemento armato mano a mano che si consolida la specifica teoria, ma anche sull'impiego di questo materiale nelle costruzioni storiche. Il cambio di paradigma consiste nel progressivo abbandono non solo dei materiali storici, ma delle modalità di progetto, basate sino ad allora su approcci intuitivi, sensibilità ed esperienza del progettista, che spesso si rivolge ad esempi realizzati di manufatti simili, con un limitato ricorso al calcolo e lo sviluppo di modelli analitici che consentono valutazioni quantitative della sicurezza delle strutture. La difficoltà di valutazione della sicurezza degli edifici storici e lo sviluppo della Scienza delle costruzioni per i nuovi materiali, portano al progressivo oblio della cultura costruttiva storica ed una conseguente sottovalutazione delle reali capacità non gestibili con i nascenti modelli di calcolo. Le costruzioni in muratura e legno vengono soppiantate nel contenuto strutturale da calcestruzzo armato e acciaio, materiali che garantivano un maggiore controllo sulla loro qualità in origine e un dimensionamento delle membrature secondo formulazioni condivise nel mondo tecnico scientifico. Scrive Maria Antonietta Crippa: "Ci si rese conto che lo studio del comportamento del calcestruzzo armato

e dell'acciaio aveva totalmente assorbito l'impegno degli ingegneri generando il loro disinteresse per le murature tradizionali e la loro radicale differenziazione professionale dagli architetti"².

La formazione scientifica di Danusso incarna il nuovo scenario, riassumibile nella volontà di dominare quantitativamente il progetto dalla concezione al dettaglio costruttivo. Ad una solida base teorica – “durante i primi due anni è presso l'Università con i matematici, poi passa alla Scuola di Applicazione del Castello del Valentino”³ – associa l'esperienza, collaborando con l'impresa Costruzioni in cemento armato di Porcheddu⁴. Danusso affronta le problematiche di applicazioni e brevetti e afferma la necessità di affiancare all'interpretazione basata sull'osservazione e l'esperienza sensibile, il conforto del dato numerico. Esponente della nascente disciplina della dinamica delle costruzioni, introduce la necessità di valutare la sicurezza in termini analitici anche nei confronti di azioni come il vento e il sisma, quest'ultimo sotto l'impulso generato dal terremoto di Messina del 1908. L'approccio al sisma viene affrontato da Danusso con la partecipazione al *Concorso indetto dal Collegio degli Ingegneri di Milano per l'ideazione di edifici antisismici*⁵. Il concorso, che ebbe una grande eco nel mondo delle costruzioni, non assegna il primo premio, ma stila una graduatoria dove il miglior contributo risulta quello di Danusso, che propone una soluzione analitica per la definizione dell'azione sismica in termini di forza inerziale, ipotizzando un modello di calcolo basato su un pendolo che assume in sé le caratteristiche di massa e rigidezza di una costruzione in relazione all'accelerazione del terreno indotta dal sisma⁶. L'esito operativo del modello riguarda l'importanza di realizzare strutture monolitiche in calcestruzzo armato⁷.

Le condizioni descritte portano nel caso delle costruzioni esistenti alla genesi di architetture che potremmo definire “ibride”, dove la commistione tra antico e nuovo non viene celata o dissimulata, unico atteggiamento concesso nella *Carta del Restauro di Atene* del 1931⁸, ma a volte esibita. Questa transizione comporta in alcuni casi lo scontro di due mondi culturali ed è evidente nell'intervento di San Gaudenzio, dove il progetto di rinforzo proposto da Danusso è osteggiato e criticato in particolare da Arialdo Daverio⁹. La cupola di San Gaudenzio è il risultato di un progetto travagliato che Alessandro Antonelli propone in ben otto versioni, la prima delle quali prevedendo un consolidamento delle strutture murarie¹⁰. Il cantiere si presenta complesso e



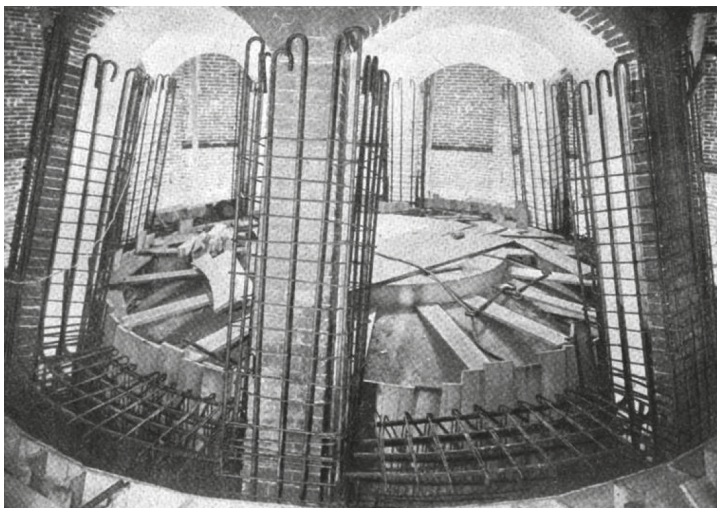
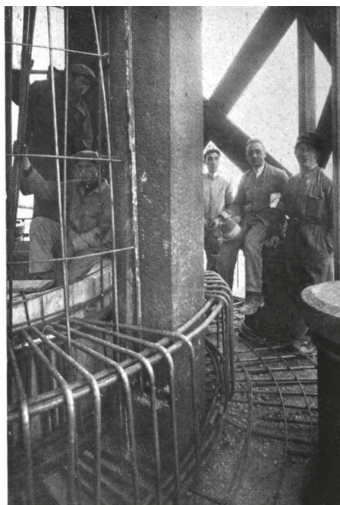
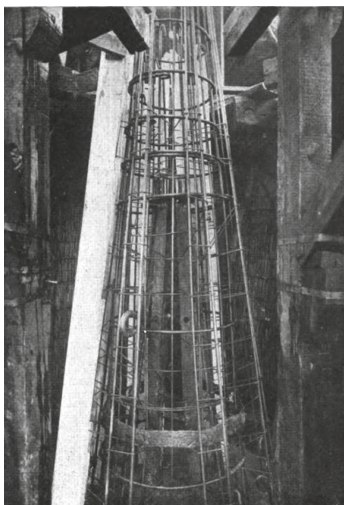
Alessandro Antonelli, cupola di San Gaudenzio, Novara, 1840-85.
Il quadro fessurativo in una fotografia del 1931

Antonelli lo affronta assoldando Giuseppe Magistrini, valente carpentiere¹¹, che per la realizzazione degli arconi inventa una macchina per sagomare i mattoni, per farli meglio combaciare e creare quindi “una massa compatta come colata di getto”¹².

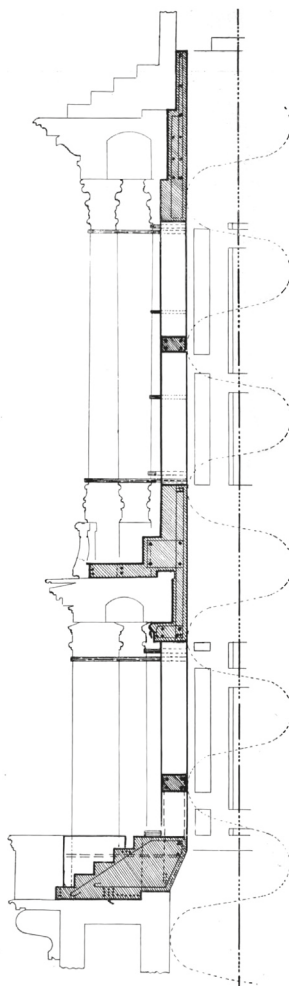
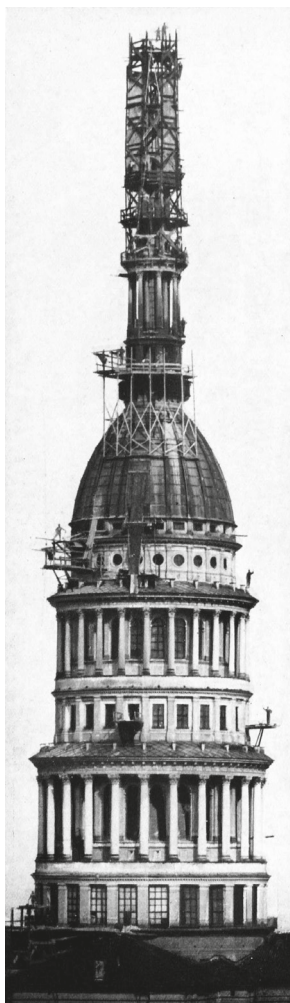
Nella diatriba all'approccio deterministico si oppone una analisi basata sull'osservazione e una conoscenza della concezione del progetto, affermando la sfiducia nella modernità come unico elemento risolutivo dei problemi della cupola antonelliana. L'aspetto legato alla storia della costruzione, intesa come comprensione della logica costruttiva e della sapienza tecnica legata all'esperienza del progettista, si contrappone alla volontà di affiancare il solo calcolo all'osservazione. La ricchezza della documentazione tecnica e i commenti che descrivono le fasi dell'intervento di consolidamento, ben descritti nella tesi di laurea e successive pubblicazioni da Chiara Calderini¹³, consentono una lettura di questo processo che si manifesta con gli effetti, veri o presunti, sulla costruzione. Danusso identifica alcuni problemi strutturali evidenziati da un quadro fessurativo importante, addebitato ad un cattivo comportamento della costruzione, in particolare per le azioni dinamiche provocate dal vento, oltre alla nota arditezza progettuale dell'Antonelli. Non riconoscendo l'attitudine della muratura a sopportare con efficacia queste sollecitazioni, aggravate alla risposta del materiale rispetto ai cicli termici, interviene a più riprese con opere in cemento armato iniziate con la demolizione e ricostruzione della guglia nel 1931-32. Il nuovo cupolino è sorretto dagli otto pilastri che vengono rinforzati con “una crosta di cemento armato poggiante su un anello pure in cemento armato. Tutti gli archi inferiori e superiori dovevano pure essere rinforzati con cemento armato e tutto l'insieme formare come un monolito terminato superiormente da un altro anello in cemento armato”¹⁴. Nel 1937 a seguito di ulteriori dissesti Danusso progetta un nuovo intervento.

Secondo Danusso, per la prima e seconda galleria, il restauro consiste nella costruzione di pilastri in cemento armato, a ridosso delle colonne esistenti, costituenti come una grande camicia opportunamente sbadacchiata da traverse e collegata trasversalmente da un elicoide, atta a formare la struttura portante della nuova scala.¹⁵

I lavori saranno accompagnati da una serie di danni, secondo Daverio derivanti dall'eccessivo peso della nuova guglia e l'irrigidimento



Alessandro Antonelli, cupola di San Gaudenzio, Novara, 1840-85.
Fotografie che ritraggono le fasi di disposizione
dell'armatura di rinforzo delle strutture esistenti [anni Trenta]



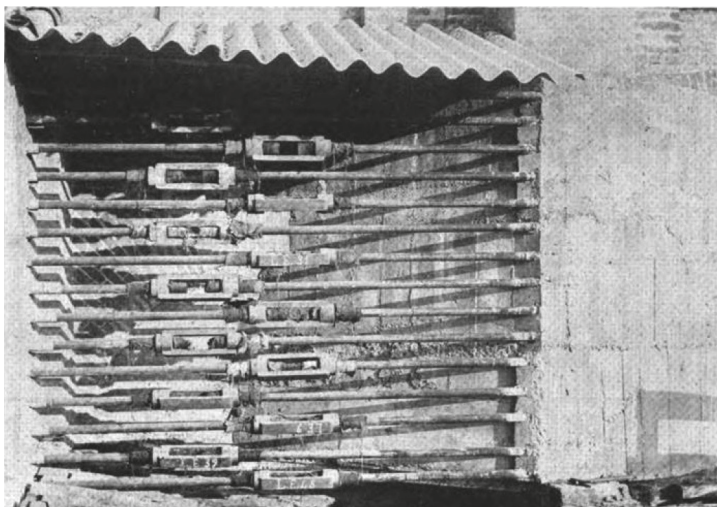
A sinistra: Alessandro Antonelli, cupola di San Gaudenzio, Novara, 1840-85.
I lavori di ricostruzione della guglia, 1931

A destra: Sezione costruttiva degli interventi di Arturo Danusso per il consolidamento
della cupola di San Gaudenzio a Novara [anni Trenta]

complessivo della struttura, ipotizzando la demolizione del “cupolino ortopedico” e la sua ricostruzione in forme antonelliane¹⁶. Il dibattito si protrarrà sino agli anni Cinquanta con interventi di incatenamento e puntellazioni e la costruzione nel 1947 di un anello di cemento armato per la rimozione di alcune opere provvisori¹⁷.

La commistione tra antico e nuovo si presenta con grande violenza, le nuove strutture sostituiscono, avvolgono e sopraffanno in alcuni casi le membrature in muratura. Nella descrizione del progetto la grande dovizia di valutazioni analitiche nei confronti della nuova struttura non è accompagnata secondo Daverio da una analoga riflessione sulla qualità dell’organismo costruttivo antonelliano, in una visione che relaziona il calcolo all’architettura, filtrata dall’osservazione del manufatto e dall’esperienza dell’Antonelli¹⁸. Danusso non esprime valutazioni sulla nuova struttura ibrida, indicando solamente che la contemporaneità non turba eccessivamente il regime dei carichi¹⁹ e come il nuovo assetto spaziale riequilibra la struttura nella simmetria, fattore estremamente significativo per la risposta alle sollecitazioni dinamiche, distribuendo i carichi statici in modo più appropriato.

La difficoltà anche oggi presente di valutare compiutamente la capacità residua delle costruzioni storiche e il comportamento complessivo delle costruzioni ibride costituisce un reale problema risolto, come detto, da Danusso concentrandosi prevalentemente sul “nuovo”, protesi a cui vanno trasferite le maggiori necessità in termini di capacità. Atteggiamento che si diffonderà in modo rapidissimo generando spesso progettisti meno attenti, o capaci, privilegiando sostituzioni o affiancamenti con numerosi problemi nel contatto tra antico e nuovo. Oggi, con un certo imbarazzo, la Conservazione si trova di fronte ad interventi oramai storicizzati e in alcuni casi necessitanti di restauro. Il tema del *Restauro del Restauro* si complica ulteriormente in opere come San Gaudenzio dove l’evidente maestria di Danusso si è espressa generando una relazione complessa e affascinante con l’opera dell’Antonelli, i cui limiti di comportamento sono molto difficili da valutare e dove la Conservazione non può non confrontarsi con la genesi culturale che ha portato a questi esiti. Le strutture ibride alla prova del tempo evidenziano necessità e problematiche nuove legate al comportamento non solo del nuovo materiale ma anche dei rapporti costruttivi tra antico e nuovo che in molti casi costituiscono un grave problema di convivenza in termini di durabilità.



Alessandro Antonelli, cupola di San Gaudenzio, Novara, 1840-85.
Il sistema di catene sui pilastrini utilizzato nell'ambito
degli interventi di Arturo Danusso per il consolidamento [anni Trenta]

1. A. Danusso, *La statica delle costruzioni antisismiche*, in “Atti della Società degli Ingegneri e degli Architetti di Torino”, a. XLIII, fasc. 5-6, 1909, pp. 65-87.
2. M.A. Crippa, *Il consolidamento statico della Cupola di San Gaudenzio in Novara* in M.A. Crippa, P. Cimbolli Spagnesi, F. Zanzottera (a cura di), *Arturo Danusso e il suo tempo. Intuito e scienza dell'arte del costruire*, Quasar, Roma 2020, pp. 186-187.
3. C. Danusso, *La storia di Arturo*, in A. Danusso, *Spiritualità e conoscenza del lavoro dell'ingegnere. Scritti civili e rari*, a cura di A. Pizzigoni, V. Sumini, Christian Marinotti edizioni s.r.l., Milano 2014, p. 16.
4. In riferimento a Porcheddu sottolineando comunque la necessità di un approccio teorico operativo afferma “salito [Porcheddu ndr] con rara tenacia dal lavoro manuale alla posizione di ingegnere, portò in questa le forti intuizioni dell'esperienza personale, e fu in grado di comprendere, come pochissimi allora, le nuove idee di seguirle e di attuarle con fervore”. A. Danusso, *Spiritualità e conoscenza del lavoro dell'ingegnere. Scritti civili e rari*, cit., p. 88.
5. *Relazione della Giuria del Concorso per costruzioni edilizie nelle regioni italiane soggette a movimenti sismici indetto dalla Società Cooperativa Lombarda dei Lavori Pubblici sotto gli auspici del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano*, in “Il monitore tecnico: giornale d'architettura, d'Ingegneria civile ed industriale, d'edilizia ed arti affini”, n. 26, 20 settembre 1909, pp. 501-504; n. 27, 30 settembre 1909, pp. 522-526; n. 28, 10 ottobre 1909, pp. 543-546.
6. Al fine di rendere l'edificio capace di sostenere le scosse ondulatorie senza danneggiarsi sarà opportuno realizzare efficaci collegamenti tra strutture orizzontali e verticali e curare la disposizione delle masse ispirandosi a criteri di simmetria, in modo da costringere i piedritti ad oscillare insieme in modo sincrono In A. Danusso, *Le Costruzioni antisismiche*, in “Il monitore tecnico: giornale d'architettura, d'Ingegneria civile ed industriale, d'edilizia ed arti affini”, n. 22, 10 agosto 1909, pp. 423-428.
7. In riferimento al vantaggio della monoliticità raggiungibile dalle strutture in cemento armato, Danusso riflettendo sull'opera di Hennebique scrive nel 1926: “La capacità della costruzione così formata [in cemento armato ndr] di comportarsi non come una associazione di elementi puramente appoggiati l'uno all'altro, ma come un complesso monolitico costituente un solo organismo statico”. A. Danusso, *Il calcestruzzo armato*, in Id., *Spiritualità e conoscenza del lavoro dell'ingegnere. Scritti civili e rari*, cit, p. 88. E ancora: “Perciò io non esito a credere che il cemento armato abbia ad essere il materiale principe delle costruzioni antisismiche. Come dal recente suo apparire fino ad oggi, ha già dimostrato di affrontare con perfetta sicurezza le più impressionanti difficoltà statiche, così è naturale che nel presente problema esso rappresenti il migliore elemento materiale”. Tratto da A. Danusso, *Spiritualità e conoscenza del lavoro dell'ingegnere. Scritti civili e rari*, cit., p. 52.

8. V - Gli esperti hanno inteso varie comunicazioni relative all'impiego di materiali moderni per il consolidamento degli antichi edifici; ed approvano l'impiego giudizioso di tutte le risorse della tecnica moderna, e più specialmente del cemento armato. Essi esprimono il parere che ordinariamente questi mezzi di rinforzo debbano essere dissimulati per non alterare l'aspetto e il carattere dell'edificio da restaurare; e ne raccomandano l'impiego specialmente nei casi in cui essi permettono di conservare gli elementi in situ evitando i rischi della disfatta e della ricostruzione" (*Carta del Restauro di Atene*, 1931).

9. Aialdo Daverio, nato a Novara il 13 dicembre del 1909, si laurea al Politecnico di Milano nel 1933 in Ingegneria Industriale e Meccanica. Pubblica nel 1940 *La Cupola di san Gaudenzio*.

10. F. Rosso, *La cupola di San Gaudenzio Novara 1858-64*, in F. Rosso, *Alessandro Antonelli 1798-1888*, Electa, Milano 1989, pp. 202-205.

11. Giuseppe Magistrini, capocantiere a San Gaudenzio sino al 1863.

12. "Per la costruzione degli arconi, che dovevano 'riuscire una massa compatta come colata di getto' i mattoni dovevano combaciare perfettamente e per questo Magistrini inventò una macchina per 'spiallarli' e dar loro la forma voluta". F. Giovannardi, *Alessandro Antonelli*, 2020, p. 81, disponibile a: https://issuu.com/fausto9312/docs/alessandro_antonnelli.

13. C. Calderini, *I monumenti della paura: cultura e tecnica del cemento armato nel restauro dei monumenti in Italia (1900 – 1945)*, Tesi di laurea

in Architettura, Politecnico di Torino, Facoltà di Architettura, rel. prof. ing. Vittorio Nascè, 2000.

14. A.S.N. Fondo del Comune di Novara, parte III b. 677, Relazione del Presidente della Fabbrica Lapidea del 5 ottobre 1931, in C. Calderini *I monumenti della paura*, cit, 2000, pp. 204-205, nota 42.

15. A.S.N. Fondo del Comune di Novara, parte III, b. 674, Seduta della Fabbrica lapidea del 31 marzo 1937, in C. Calderini *I monumenti della paura*, cit, 2000, p. 210-2011, nota 56.

16. G. Peagno (a cura di), *Per San Gaudenzio*, Ed. aggiornata dell'opera *La Cupola di S. Gaudenzio* (1940), di Aialdo Daverio, Valerio Maioli Impianti, Ravenna 1999, p. 243.

17. Il travaglio di Danusso nei confronti della vicenda è ben testimoniato da una lettera al Sindaco di Novara del 16 aprile del 1954 dove si dichiara favorevole alla demolizione e ricostruzione del cupolino, opera realizzata in modo approssimativo vista l'urgenza (ipotesi non attuata).

18. Scrive Daverio, riferendosi anche a San Gaudenzio: "Nella struttura antonelliana (mi riferisco alle sue opere più ardite) il 'muro' non esiste più. Paradossso: costruzione muraria senza muri. Tutto il peso è concentrato in colonne o pilastri. Volte e cupole stanno in aria su colonne. I muri esterni che si vedono, servono solo per chiusura e per sostegno dei tetti più bassi [...]. Cupole interne del San Gaudenzio che realizzano un insieme leggero e indeformabile, come i nodi delle canne vegetali". A. Daverio, *Ispirazione romantica nell'architettura*

di Alessandro Antonelli, in “Atti e rassegna della società ingegneri ed architetti in Torino”, Nuova serie, a. 14, n. 2, 1960, pp. 72-73.

19. “È stato domandato se il peso aggiunto alla guglia nei restauri precedenti possa essere complice dei movimenti attuali. Per rispondere basta pensare che l’aggiunta globale per i due restauri fu di circa 300 tonnellate, mentre il carico portato dal complesso degli arconi era di circa 7.600 tonnellate; quindi gli arconi ebbero un aggravio del 4% in cifra tonda, immensamente minore anche del più modesto margine di sicurezza a cui un costruttore, sia pure l’audacissimo Antonelli, possa essersi attenuto”. A.S.N. Fondo del Comune di Novara, parte III, b.676/1, Lettera di Danusso al Podestà in C. Calderini, *I monumenti della paura*, cit, 2000, p. 218, nota 84.