

SESSIONE 4

CONCRETE 2018
Conservazione e riuso dell'architettura
del XX secolo in calcestruzzo armato

Ingegneria strutturale “Made in Italy”
fra propaganda e autarchia:
il ponte del Littorio a Ragusa (1932-37)

*Structural engineering “Made in Italy”
between propaganda and autarchy:
Littorio bridge in Ragusa (1932-37)*

Francesco Cammarata

Parole Chiave: Storia della Costruzione, Storia
dell'ingegneria strutturale, Made in Italy, Autarchia, Sicilia

Keywords: *Construction History, History of structural engineering,
Made in Italy, Autarchy, Sicily*

Sommario

Fra la fine del 1936 e i primi mesi del 1937, a Ragusa si effettua il getto delle quattro arcate in calcestruzzo debolmente armato del ponte del Littorio, progettato nel 1932 dall'ingegnere Antonio Martinelli e dall'architetto Vincenzo Fasolo dell'Università di Roma. La scelta progettuale di limitare l'impiego dell'acciaio nella realizzazione dell'opera si concilia perfettamente con il contesto economico e produttivo italiano dell'epoca, radicalmente mutato rispetto ai decenni precedenti. Nei primi trent'anni del Novecento, infatti, il cemento armato è entrato a far parte della cultura tecnica e scientifica nazionale e si è diffuso rapidamente nei cantieri di grandi strutture, rinnovando l'immagine del ponte ad arco, ormai ribassato e alleggerito. Ma con l'instaurazione del regime d'autarchia nel 1936, il programma di opere pubbliche intrapreso dal fascismo si interrompe bruscamente. L'Italia è costretta a dirottare il poco ferro disponibile sul territorio dal settore delle costruzioni verso l'industria bellica e di conseguenza il cemento armato viene dapprima limitato e poi (quasi) bandito dai cantieri. L'ingegneria strutturale italiana risponde alle limitazioni autarchiche in differenti modi. Mentre sul piano teorico è avviato un originale percorso di sperimentazioni scientifiche, nelle numerose strutture celebrative del regime si registra un'involuzione tecnica e formale. Si abbandona l'arditezza tipica delle realizzazioni precedenti per tornare a modalità costruttive essenzialmente murarie, con largo uso dell'arco in calcestruzzo, poco o per niente armato. Uno degli esempi più significativi di questa inversione di tendenza è rappresentato proprio dal ragusano ponte del Littorio, la cui progettazione innesca, con qualche anno di anticipo rispetto al resto del Paese, un fervido dibattito fra i sostenitori del ritorno alla muratura portante e gli strenui difensori del cemento armato. L'opera, con le sue massicce arcate in calcestruzzo avvolte in uno spesso paramento murario, rappresenta un'originale sintesi architettonica e strutturale ed è inoltre espressione di un linguaggio autarchico e monumentale, direttamente riferito alla "romanità" tanto cara alla propaganda del regime fascista. Il contributo, basato su inedite fonti d'archivio, si avvale della ricerca svolta all'interno del Progetto SIXXI – "20th Century Structural Engineering: The Italian Contribution", ERC Advanced Grant, coordinato dai professori Sergio Poretti e Tullia Iori dell'Università di Roma "Tor Vergata".

Abstract

Between the end of 1936 and the first months of 1937, the casting of four weakly reinforced concrete arches of Littorio bridge takes place in Ragusa. The bridge is designed in 1932 by the engineer Antonio Martinelli and the architect Vincenzo Fasolo, both of them from Rome University. The design choice to limit the use of steel in the realization of the work is perfectly compatible with the Italian economic and productive context of the time, radically changed compared to previous decades. In the first thirty years of the 20th century, in fact, reinforced concrete became part of the national technical and scientific culture and spread rapidly in the construction sites of great structures, renewing the image of the arch bridge, considerably lightened and made more essential in shape than before. But in 1936, with the introduction of the autarchy regime, the program of public works undertaken by fascism is abruptly interrupted. Italy is forced to divert the little iron available on the territory from the building sector to the war industry so that reinforced concrete is first limited and then (almost) banned from construction sites. Italian structural engineering reacts to autarchic limitations in different ways. While on the theoretical level an original path of scientific experimentation is started, there is a technical and stylistic involution in the several structures celebrating the fascist regime. The boldness typical of previous works is abandoned to return to essentially stonework construction, with extensive use of weakly or no reinforced concrete arch. One of the most significant examples of this trend reversal is represented by Littorio bridge, whose design triggers, just a few years before the rest of the country, a fervent debate between supporters of the return to the masonry construction and strenuous defenders of reinforced concrete. The work, with its massive concrete arches wrapped in a thick stonework, represents an original architectural and structural synthesis and it's also the expression of an autarchic and monumental language, directly referring to the "Romanity" so dear to the propaganda of the fascist regime. The contribution, based on original, archival sources, makes use of the research developed inside SIXXI Project – "20th Century Structural Engineering: The Italian Contribution", ERC Advanced Grant, coordinated by professors Sergio Poretti and Tullia Iori from Rome "Tor Vergata" University.

1. L'ingegneria italiana fra propaganda e autarchia

Fra la fine del 1936 e gli inizi del 1937, a Ragusa si effettua il getto delle quattro arcate in calcestruzzo debolmente armato del ponte del Littorio, progettato nel 1932 dall'ingegnere Antonio Martinelli con l'architetto Vincenzo Fasolo, entrambi dell'Università di Roma. La scelta progettuale di limitare l'impiego dell'acciaio nell'opera si concilia perfettamente con il contesto economico e produttivo italiano di quegli anni, radicalmente mutato rispetto ai decenni precedenti. Nei primi trent'anni del Novecento, infatti, il cemento armato si è diffuso rapidamente all'interno dei cantieri di grandi strutture, anche grazie al positivo accoglimento da parte delle maestranze dell'opera muraria tradizionale. Il nuovo materiale è entrato a far parte della cultura tecnica e scientifica italiana e ha permesso alla Scuola di Ingegneria di cominciare ad assumere caratteri propri, legati alle vicende del Paese. Ma con l'instaurazione del regime d'autarchia nel 1936, a seguito delle sanzioni inflitte all'Italia dalla Società delle Nazioni nel novembre 1935 per l'invasione dell'Etiopia, la situazione cambia. L'Italia interrompe gli scambi commerciali con l'estero ed è costretta a dirottare il poco ferro disponibile sul territorio verso l'industria bellica. Il fascismo riduce drasticamente il piano di opere pubbliche avviato negli anni precedenti, limitando a partire dal 1937 l'uso del cemento armato, che due anni dopo viene bandito del tutto (o quasi) dai cantieri. Questo determina una svolta nel mondo delle costruzioni e in particolare all'interno dell'ingegneria strutturale, che risponde alle limitazioni autarchiche in differenti modi. Sul piano teorico è avviato un originale percorso di sperimentazioni scientifiche che, indagando il funzionamento delle volte sottili resistenti per forma e il comportamento meccanico alla base della precompressione, condurrà, dopo la guerra, a due linee di rinnovamento della struttura in cemento armato. Ma nelle opere celebrative del fascismo, i ponti dell'Impero e del Littorio che si continuano a realizzare numerosi in tutta Italia, si registra al contrario un'involuzione tecnica e formale. Si abbandona l'arditezza tipica delle realizzazioni precedenti e contestualmente si ritorna a una concezione della costruzione essenzialmente muraria che fa largo uso dell'arco in calcestruzzo, poco o per niente armato. Alle necessità di carattere tecnico ed economico si affiancano le esigenze di propaganda del regime che, a partire dalla seconda metà degli anni Trenta e sporadicamente anche nel primo lustro, suggerisce ai progettisti un ritorno alla monumentalità sia nell'edilizia che nelle strutture. Un episodio simbolo di questa inversione di tendenza riguarda il siciliano ponte del Littorio a Ragusa, la cui progettazione innesca, con qualche anno di anticipo rispetto al resto d'Italia,

un fervido e interessante dibattito fra i sostenitori del ritorno alla muratura portante e gli strenui difensori del cemento armato¹.

2. Cemento armato o muratura portante?

Designata capoluogo di provincia nel 1927, Ragusa è una delle prime città italiane in cui viene bandito un concorso nazionale per la redazione del piano regolatore. Il progetto vincitore, redatto nel 1929 dall'ingegnere e architetto trapanese Francesco La Grassa, prevede l'espansione edilizia della città a sud, oltre la vallata del torrente S. Domenica, nel quartiere Traspontino in cui sono situate le due stazioni ferroviarie del capoluogo e alcuni stabilimenti industriali. Per migliorare le comunicazioni fra la vecchia e la nuova Ragusa - sino ad allora rese possibili solo mediante l'ottocentesco ponte dei Cappuccini, in muratura, ormai vetusto e inadatto al traffico veicolare - si decide di realizzare un nuovo viadotto e una nuova strada di accesso alle stazioni.

La struttura, localizzata nel punto più stretto della vallata, lungo il prolungamento della via Addolorata (in seguito via Roma), consentirà l'accesso diretto al nascente quartiere del Littorio e al complesso di piazza Mussolini comprendente la Casa del Fascio, la Casa del Balilla e il Palazzo del Consiglio Provinciale dell'Economia Corporativa. Il ponte del Littorio si inserisce, dunque, all'interno dell'imponente piano di opere pubbliche promosso dal regime a Ragusa, che per circa un decennio impegnerà il neonato capoluogo rendendolo una vera e propria "città in cantiere" [Nobile, 1994].

Ai fini della progettazione, notevole attenzione sarà riposta sulla scelta della tipologia strutturale e sull'estetica del ponte, poiché questo da un lato si inserirà in un ambito urbano fortemente caratterizzato dal punto di vista storico e dall'altro fungerà da ingresso monumentale al moderno quartiere, rappresentativo delle istituzioni del regime fascista.

La prima proposta progettuale è avanzata nel 1929 dall'ingegnere capo della provincia di Ragusa, Luigi Rizzo, che suggerisce la realizzazione di un viadotto interamente in muratura o alternativamente con pile in muratura e volte in calcestruzzo semplice, diffidando delle potenzialità del cemento armato. La nuova struttura, secondo lui, dovrà avere *carattere di arditezza e monumentalità insieme e*

¹ Per la ricerca che ha consentito la redazione di questo contributo si ringraziano: il sig. Roberto Tumino per l'Archivio Storico Comunale di Ragusa (ASCRg); l'arch. Carla Onesti per l'Archivio Storico della Sapienza Università di Roma, fondo Archivio Generale, serie fascicoli personali (ASSapienza); il prof. Mimmo Mandalà e il prof. Giorgio Flaccavento per avermi suggerito un'utile e ricca bibliografia sulle vicende storiche e urbanistiche di Ragusa. Ho inoltre consultato il fondo del Ministero della Pubblica Istruzione, Direzione Generale dell'Istruzione Universitaria, Professori ordinari, III versamento 1940-1970, conservato presso l'Archivio centrale dello Stato (ACS, Docenza).

poiché sorgerà al centro della città dovrà armonizzarsi con l'edilizia esistente e *per la sua mole grandiosa possedere una linea equilibrata e decorosa*².

Quasi contemporaneamente il Municipio di Ragusa, per sondare le proposte a scala nazionale, bandisce un appalto concorso invitando ventuno imprese. I pochi progetti presentati, pur non trascurando la componente monumentale, prediligono l'uso del cemento armato, ormai indispensabile per superare ampie luci, ma non risultano particolarmente convincenti e l'appalto concorso non viene più espletato³.

Nel 1931 l'ingegnere capo dell'ufficio tecnico comunale, Giorgio Schembari, studia una soluzione con un arco lievemente ribassato in cemento armato, con corda di 87 metri, affiancato da una serie di pile in muratura e pilastri in calcestruzzo di varie dimensioni, a sostegno delle travi d'impalcato, semplicemente appoggiate. L'arco unico, preferito a più arcate multiple per presunte ragioni di *economia, oltre che elegante snellezza nella costruzione*⁴, non convince però il Comitato Tecnico Amministrativo (CTA) del Provveditorato alle Opere

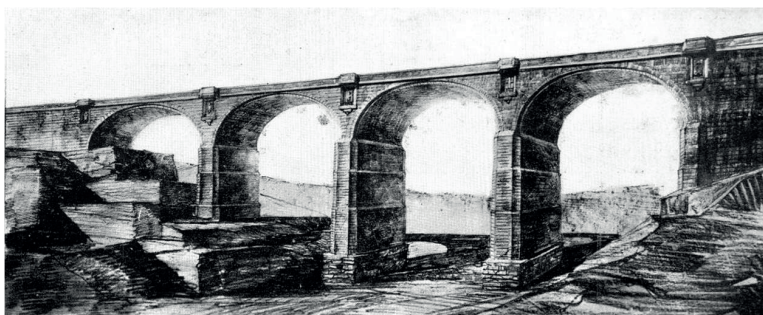


Figura 1

Progetto Impresa Aureli, Prospettiva progettuale, luglio 1932 [cit. A. Martinelli, *Il nuovo viadotto del Littorio a Ragusa*, "L'industria italiana del cemento", 1937, p. 252]

Pubbliche per la Sicilia, che lo reputa inadeguato sotto vari punti di vista, fra cui quello economico. Data l'elevata disponibilità di materiali da costruzione locali, non si può infatti escludere che un eventuale impiego della muratura possa assicurare un risparmio rispetto all'uso del cemento armato. Il Comitato non condivide le conclusioni del progettista neanche in merito ai risultati di *solidità ed*

² ASCRg, vol. 944/storico, "Amministrazione provinciale di Ragusa, Ufficio tecnico, Strada di accesso alla stazione di Ragusa, Viadotto Immacolata, Relazione", 18/4/1929.

³ ASCRg, vol. 944/storico, "Municipio di Ragusa, Appalto concorso per un progetto di ponte congiungente la via Addolorata con la stazione ferroviaria", 8/4/1929.

⁴ ASCRg, vol. 944/storico, "Municipio di Ragusa, Ufficio tecnico, Progetto per la costruzione della strada di accesso alle Stazioni ferroviarie, Relazione", 4/6/1931.

aspetto estetico, a causa della sproporzione dimensionale fra le diverse membrature della struttura, e ritiene opportuno ricorrere nuovamente al sistema dell'appalto concorso fra imprese specializzate⁵.

Alla nuova competizione, bandita nel luglio 1932, partecipano dodici società di costruzioni, con uno o più progetti riguardanti strutture in muratura, in cemento armato o miste. Oltre ai principali nomi dell'epoca nel campo delle grandi strutture (Ferrobeton, Stoelcker, Rizzani, Ragazzi), figura anche l'impresa dell'ingegnere Aurelio Aureli (1896-1950), fondata a Roma nel 1927, che ha già realizzato diverse strutture in Italia centrale e meridionale e risulta vincitrice anche nell'appalto-concorso di Ragusa⁶.

Il progetto⁷ prevede la costruzione di quattro archi a curva policentrica, ampi 33 metri, in calcestruzzo leggermente armato alle imposte, poggianti su tre pile alte fino a 24 metri. I timpani degli archi sono costituiti da un vespaio di materiale arido contenuto fra due muri andatori in muratura di pietrame, mentre le pile e le fondazioni sono in calcestruzzo ciclopico, una miscela di cemento, sabbia e ghiaia in proporzioni standard con l'aggiunta di scheggioni di pietra calcarea aventi dimensioni non superiori a 15 centimetri. L'intera costruzione, eccetto gli intradossi delle arcate, è occultata all'interno di un massiccio paramento murario

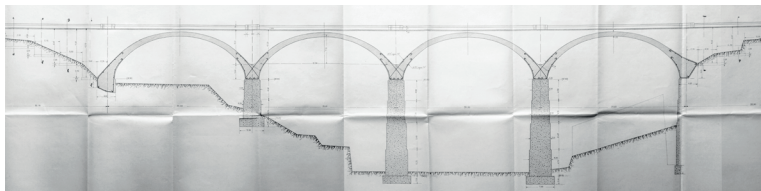


Figura 2

Progetto Impresa Aureli, Sezione longitudinale, luglio 1932 [ASCRg]

⁵ ASCRg, vol. 944/storico, “Provveditorato alle OO.PP. per la Sicilia, Comitato Tecnico Amministrativo, voto n° 1349”, 12/12/1931.

⁶ ASCRg, vol. 944/storico, Lettera dell'impresa Aureli al podestà di Ragusa con allegato “Elenco delle opere eseguite per amministrazioni pubbliche”, 1/7/1932.

⁷ Il progetto, conservato presso l'Archivio Storico Comunale di Ragusa, comprende sei disegni, calcoli di stabilità, computi metrici, analisi dei prezzi, elenco dei prezzi unitari, stima dei lavori e relazione a completamento del capitolato speciale, tutti datati 7/9/1932.

in pietra da taglio, dello spessore di 25 centimetri.

I calcoli statici portano la firma dello stesso ingegnere Aureli, ma in realtà sono sviluppati da Antonio Martinelli⁸, all'epoca assistente alla cattedra di Meccanica applicata alle costruzioni presso la Regia Scuola di Ingegneria dell'Università di Roma, dove Aristide Giannelli è professore ordinario di Teoria di Ponti. La struttura, considerata dal progettista come una "serie di archi solidali con i piedritti" [Martinelli, 1937], è calcolata secondo la teoria dell'arco elastico e la ricerca delle azioni interne è svolta con il metodo delle linee di influenza. La parte architettonica viene curata da Vincenzo Fasolo, professore alla Scuola di Architettura della medesima Università, ma nella lettera di accompagnamento al progetto Aureli ne tace il nome, riferendo solo di un *noto architetto italiano che desidera per ora mantenere l'incognito*⁹.

La scelta della commissione giudicatrice, che si riunisce a settembre 1932 e di cui fa parte Enrico Castiglia¹⁰, professore di Ponti alla Regia Scuola di Ingegneria di Palermo, solleva non poche polemiche fra i partecipanti scartati, per via della dubbia rispondenza ai *moderni criteri tecnici*¹¹ richiesti dal bando di appalto concorso. Francesco Fichera¹², ingegnere e architetto catanese che si vede rifiutare entrambe le proposte, presentate insieme alla locale impresa La nuova Provincia di Ragusa, relative a un ponte in muratura a più arcate e a un unico arco in cemento armato di notevole luce, decide addirittura di fare ricorso. Ma non c'è niente da fare, poiché tutti gli enti preposti, dal Provveditorato alle Opere Pubbliche per la Sicilia al Comune di Ragusa, sono favorevoli al progetto dell'impresa Aureli, che soddisfa pienamente l'esigenza di impiegare materiali e

⁸ Nato a Coreglia Antelminelli (LU) nel 1899, consegue la Laurea di Ingegnere Industriale nel 1922 presso il R. Istituto Tecnico Superiore di Milano. Dal 1931 al 1934 è Assistente di Meccanica applicata alle Costruzioni alla R. Scuola di Ingegneria di Roma. Dal 1938 al 1950 insegna Costruzione di Ponti alla Facoltà di Ingegneria di Pisa e dal 1954 al 1960 Meccanica applicata alle costruzioni alla Facoltà di Ingegneria di Roma (ASSapienza, fasc. AS 5758).

⁹ ASCRg, vol. 944/storico, Lettera dell'impresa Aureli al podestà di Ragusa, 7/9/1932. Né Fasolo né Martinelli compaiono nell'offerta dell'impresa Aureli del 1932. Si conoscerà la paternità dell'opera soltanto a lavori conclusi, tramite l'articolo di Martinelli su "L'industria italiana del cemento" del 1937, quando ormai l'architetto, l'ingegnere e l'impresa saranno impegnati nella costruzione del ponte Duca d'Aosta sul fiume Tevere a Roma (1936-39).

¹⁰ Nasce a Palermo nel 1890. Si laurea in Ingegneria Civile nel 1913, presso la R. Scuola di Applicazione per Ingegneri di Palermo, dove sarà assistente di Meccanica Razionale e di Ponti dal 1913 al 1929 e docente di Ponti dal 1929, di Costruzioni in legno, ferro e cemento armato dal 1936 e di Scienza delle costruzioni dal 1939 al 1961 (ACS, Docenza, busta 107).

¹¹ "Municipio di Ragusa, Appalto-concorso per il progetto di costruzione del ponte-viadotto tra la via Roma e la costruenda strada di accesso alle stazioni ferroviarie, Atti della commissione giudicatrice", 20-21-22/9/1932.

¹² Nato a Catania nel 1881, si laurea presso la R. Scuola di Applicazione per Ingegneri di Roma nel 1904. All'insegnamento di Disegno presso l'Università di Catania affianca una cospicua attività di progettazione di edilizia privata e pubblica in Sicilia. Muore nel 1950.

manodopera locali, in linea con l'orientamento all'autosufficienza economica sostenuto dal fascismo, ed è inoltre espressione di un linguaggio architettonico monumentale, direttamente riferito alla romanità tanto cara al regime. L'opera intercetta il gusto di quella corrente di pensiero antimoderno (e avverso al cemento armato) rimasta sinora latente ma in realtà da sempre insita nell'ideologia fascista e anticipa di pochissimi anni le "retoriche murarie" [Poretti, 2008] che saranno promosse in edilizia e nelle strutture negli anni dell'autarchia.

3. Il cantiere e la costruzione

Il progetto viene ulteriormente dettagliato dall'impresa Aureli fra aprile e settembre 1933 e i lavori cominciano a dicembre dello stesso anno, diretti dall'ingegnere capo del Comune di Ragusa Giorgio Schembari.

Una volta gettate le fondazioni, per la costruzione delle pile è allestito in cantiere un blondin di 180 m di luce la cui fune portante viene agganciata a due castelli in legname posti sulle sponde del vallone. Il getto del calcestruzzo ciclopico e il rivestimento in pietra da taglio delle pile sono portati avanti in parallelo,

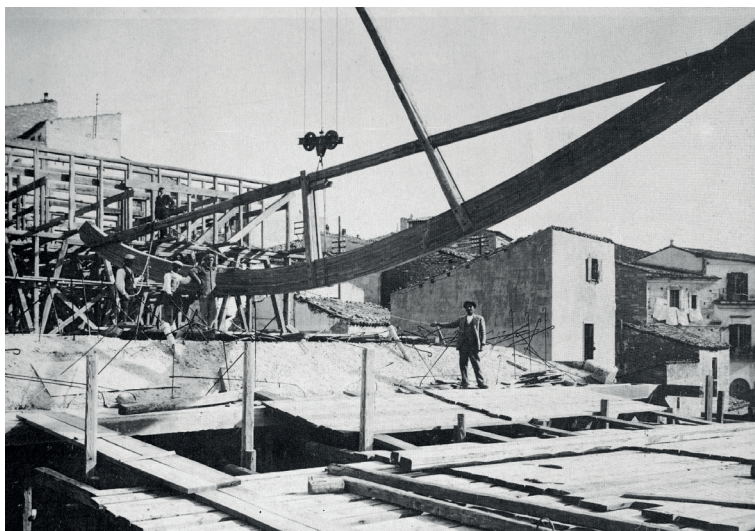


Figura 3

Veduta di cantiere, 1936 [cit. M. Nobile (a cura di), *Ragusa 1928-1938. Una città in cantiere*, Libreria Paolino Editore, Ragusa 1994, p. 137]

realizzando prima una porzione del paramento murario che, adeguatamente puntellato, funge da cassaforma a perdere per il getto interno. Fra una ripresa e

l'altra, particolare cura è rivolta nel lasciare gli scheggiamenti di pietra calcarea del calcestruzzo ciclopico affioranti sul piano del getto, per garantire un migliore ammorsamento con il getto successivo e una perfetta esecuzione dei giunti.

Realizzate le pile e le stilate in legno atte a sostenere le centine degli archi, a settembre 1934 le attività si fermano per problemi di mancati pagamenti aggravati dalla pluralità degli enti finanziatori (Stato, Provincia, Comune) e i lavori riprendono soltanto alla fine di marzo del 1936. Trascorso un anno e mezzo dalla costruzione delle incastellature, l'impresa Aureli si rende conto che queste non sono più in grado di sorreggere il peso delle centine per il getto degli arconi, a causa del degradamento subito per le intemperie. Decide così di impiegare, per le tre arcate più alte sul fondo del vallone, speciali "centine a sbalzo formate da archi lamellari in legname" [Aureli, 1938] fornite dalla Pasqualin & Vienna¹³, la principale impresa italiana dell'epoca nel settore delle costruzioni in legno. Per l'arco nord del ponte è invece utilizzata una centina tradizionale, sorretta dalle stilate esistenti che negli altri archi possono soltanto svolgere la funzione di semplici passerelle di servizio.

Gettati le spalle e i pulvini (detti anche malloppi) delle pile, a giugno 1936 si avvertono gli effetti delle limitazioni autarchiche, con varie difficoltà di approvvigionamento del ferro necessario per gli arconi del ponte¹⁴. Nel frattempo in cantiere si procede con la costruzione delle centine lignee. Grandi semiarchi costituiti da "tavole incollate tra loro con colla di caseina e rinforzate con una leggera intralciatura di legname" [Martinelli, 1937] sono movimentati per mezzo di binari e assemblati in modo da formare i singoli archi. Questi sono poi collocati su appositi modiglioni sporgenti dalle estremità superiori delle pile e montati con l'ausilio di blocchetti in calcestruzzo che saranno demoliti, una volta indurito il getto, per effettuare il disarmo. Una decina di archi, affiancati fra loro, compongono una centina, ma soltanto per metà larghezza del ponte, visto che la struttura lignea viene utilizzata, traslandola, per ben due volte.

Per la costruzione degli arconi, infatti, vengono adottati alcuni interessanti espedienti costruttivi. Innanzitutto tutti e quattro gli archi sono gettati in contemporanea, al fine di evitare l'insorgenza di sollecitazioni anomale nelle pile. Poi, per non appesantire oltremodo le centine, il getto di ciascun arco viene effettuato per anelli, in modo che lo strato inferiore, una volta indurito, possa reggere il peso di quello superiore. A loro volta, gli anelli di calcestruzzo sono

¹³ L'impresa realizza le centine provvisorie per il ponte in cemento armato sul Tagliamento a Pinzano (1905) e vari ponti ferroviari in legno e fornisce nel 1918 al Ministero della Marina 128 hangar per aeroplani e 3 hangar per dirigibili con ossatura portante smontabile in legno.

¹⁴ ASCRg, vol. 155/storico, "Municipio di Ragusa, Ufficio tecnico, Relazione al conto finale", 16/11/1938.

realizzati per conci successivi, lasciando “opportune interruzioni ed ammortature, le prime per eliminare gli effetti del ritiro del conglomerato; le seconde per assicurare la solidarietà delle varie riprese” [Aureli, 1938]. Negli anelli inferiori sono realizzati prima i conci alle imposte e in chiave e poi via via quelli intermedi; il getto dei conci superiori, ammortati alle sporgenze degli anelli sottostanti, procede invece gradualmente dalle imposte verso la chiave dell’arco.

Portata a termine la costruzione degli arconi nei primi mesi del 1937, in cantiere si procede con le restanti fasi di completamento dell’opera: vengono così realizzate le armille (cioè le ghiera degli archi), le murature e il rivestimento in pietra da taglio dei timpani, i riempimenti di pietrame sugli archi e sulle rampe, i parapetti, la pavimentazione in mattonelle di asfalto e l’illuminazione stradale. Nonostante l’ultimazione dei lavori fosse prevista inizialmente per il 23 gennaio, all’impresa sono accordate due proroghe, in virtù delle difficoltà di approvvigionamento dei materiali *dovute prima alla guerra in Africa Orientale e dopo alle sanzioni*¹⁵. I lavori si

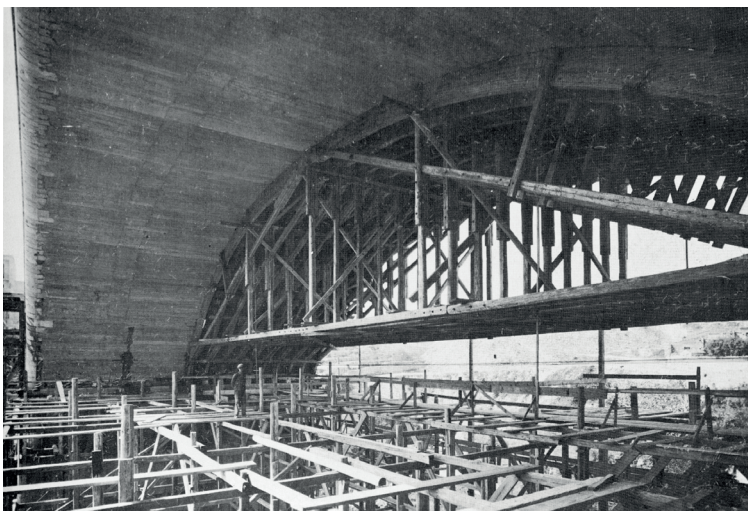


Figura 4

Veduta dell’intradosso di un arco, 1936-37 [cit. M. Nobile (a cura di), *Ragusa 1928-1938. Una città in cantiere*, Libreria Paolino Editore, Ragusa 1994, p. 137]

intensificano a partire da maggio e si concludono il 12 agosto 1937, in tempo per la venuta di Mussolini, che ha intrapreso un viaggio di tre settimane in Sicilia e nella sua tappa ragusana del 15 agosto inaugura, oltre al nuovo viadotto del

¹⁵ ASCRg, vol. 155/storico, “Municipio di Ragusa, Ufficio tecnico, Relazione”, 9/3/1937.

Littorio, anche il Palazzo della Gioventù Italiana del Littorio e la Casa del Fascio del capoluogo siciliano.

4. Conclusioni

Il ponte del Littorio rappresenta ancora oggi una vicenda esemplare dell'ingegneria strutturale italiana durante il periodo dell'autarchia. Il progetto presentato da Fasolo e Martinelli con l'impresa Aureli all'appalto concorso di Ragusa del 1932 si discosta notevolmente dal percorso evolutivo dell'ingegneria strutturale degli anni dieci e venti, che ha portato alla realizzazione di strutture notevolmente ardite e di archi sempre più ribassati. Al contrario, si ricollega forse più direttamente alla costruzione mista in cemento armato e muratura, diffusa



Figura 5

Veduta del ponte ultimato, 1937 [cit. Ing. Aurelio Aureli, cementi armati • ponti e strade, Roma, *Ponti progettati e costruiti dall'impresa nel decennio 1927-V • 1937-XV*, Alfieri e Lacroix, Milano 1938]

ormai da qualche anno nell'architettura italiana. Il cemento armato, che non ha mai convinto pienamente il regime per la sua eccessiva modernità, nella costruzione degli anni Trenta viene infatti via via relegato a un ruolo di secondo piano: nascosto all'interno dei paramenti murari, dissimulato dalle ridotte luci,

ridimensionato nelle quantità rispetto alla muratura. Fino a essere messo in secondo piano negli anni dell'autarchia e della guerra.

Progettato quando ancora le limitazioni autarchiche non si sono palesate ma realizzato quasi interamente dopo la loro introduzione, il ponte del Littorio può essere, per tali motivi, sicuramente definito pre-autarchico, in quanto precursore delle numerose strutture realizzate in seguito in tutta Italia con un ridottissimo impiego del cemento armato.

Bibliografia e riferimenti

Flaccavento, G [2000]. “Il concorso per il Piano Regolatore di Ragusa del 1929”, *Archivio Storico Ibleo*, II, pp. 113-127.

Gurrieri, O [1932]. *La nuova Ragusa e le opere del regime nella Provincia*, numero speciale di “Realizzazioni”, Palermo: IRES.

“Il ponte del Littorio a Ragusa” [1937]. *Annali dei Lavori Pubblici*, 10, pp. 862-864.

Ing. Aurelio Aureli, cementi armati • ponti e strade, Roma [1938]. *Ponti progettati e costruiti dall'impresa nel decennio 1927-V • 1937-XV*. Milano: Alfieri & Lacroix.

Iori, T, Poretti, S (a cura di) [2016]. *La Scuola italiana di Ingegneria*, numero monografico di “Rassegna di architettura e urbanistica”, 148, Roma: Quodlibet.

Iori, T, Poretti, S (a cura di) [2014]. *SIXXI 1. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*. Roma: Gangemi.

Iori, T, Poretti, S (a cura di) [2015]. *SIXXI 2. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*. Roma: Gangemi.

Iori, T, Poretti, S (a cura di) [2015]. *SIXXI 3. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*. Roma: Gangemi.

Iori, T, Poretti, S (a cura di) [2017]. *SIXXI 4. Storia dell'ingegneria strutturale in Italia*. Roma: Gangemi.

Martinelli, A [1938]. “Il nuovo viadotto del Littorio a Ragusa”, *L'industria italiana del cemento*, pp. 250-257.

Nobile, M (a cura di) [1994]. *Ragusa 1928-1938. Una città in cantiere*. Ragusa: Libreria Paolino Editore.

Nobile, M (a cura di) [2003]. *Ragusa 1928-1938. Immagini di una città in crescita*. Ragusa: Elle Due.

Poretti, S [2008]. *Modernismi italiani. Architettura e costruzione nel Novecento*. Roma: Gangemi.

Tra tecnica e politica. Il ruolo del
calcestruzzo nell'architettura islandese
(1900-1945)

*Between Technology and Politics. The Role
of Concrete in Icelandic Architecture (1900-
1945)*

Sofia Nannini

Parole Chiave: Islanda, storia del calcestruzzo, Reykjavík,
Guðjón Samúelsson, architettura islandese

Keywords: *Iceland, History of Concrete, Reykjavík, Guðjón
Samúelsson, Icelandic Architecture*

Sommario

Quando, alla fine del 19esimo secolo, i primi costruttori islandesi iniziarono a sperimentare con il calcestruzzo, questa nuova tecnica fu senza dubbio una sorpresa sia per i contadini, sia per gli abitanti dell'ancora piccolo villaggio di Reykjavík. In un Paese in cui gli edifici erano tradizionalmente costruiti in torba, il cemento sarebbe diventato la «pozione magica» descritta da Lúðvík Kristjánsson [Kristjánsson, 1948, p.128]. Anche se le prime costruzioni in calcestruzzo risalgono all'ultimo decennio dell'Ottocento, è solo dopo il grande incendio di Reykjavík nel 1915 che il c.a. diventa il materiale principe per la ricostruzione e l'espansione urbana della nazione: «Nel futuro, nessuna casa a Reykjavík sarà costruita in materiali diversi dalla pietra o dal cemento» recitava nel giugno 1915 il quotidiano *Morgunblaðið* [“Steinbær”, 1915]. Il calcestruzzo non avrebbe solo permesso una migliore protezione da incendi e terremoti: questo materiale sarebbe anche diventato un prezioso strumento per la «liberazione dalle tecniche costruttive e dall'architettura danese» [Seelow 2011, p.73]. Nei febbrili anni che portarono prima all'autonomia (1919) e, infine, all'indipendenza dalla Danimarca (1944), l'Islanda dovette affrontare il compito di costruirsi la propria immagine architettonica e gli architetti islandesi usarono il calcestruzzo come principale materiale d'espressione. Il dibattito architettonico fu tutt'altro che calmo: da un lato, l'architetto di Stato Guðjón Samúelsson (1887-1950) lottava per la creazione di uno stile nazionale, proponendo inoltre nuove finiture per rendere più resistente e più curata la superficie del calcestruzzo; dall'altro, un folto gruppo di progettisti importò suggestioni dal Movimento Moderno. Se, al pensiero dell'Islanda, la prima immagine che emerge è quella di un paesaggio apparentemente incontaminato, costellato da piccole chiese in legno, in realtà l'unico vero simbolo architettonico del Paese è la possente chiesa di Hallgrímur (1937-1986) dello stesso Guðjón. Attraverso una ricerca bibliografica specifica, composta prevalentemente da fonti locali, si intende tracciare una storia dell'architettura islandese di quegli anni sottolineando l'essenziale ruolo, politico e costruttivo, del calcestruzzo armato.

Abstract

When, at the end of the 19th Century, the first Icelandic master builders started experimenting with concrete, it must have been a great shock both for the farmers in the countryside and for the citizens of the still small village of Reykjavík. In a Country where buildings were traditionally made of turf, cement would indeed become the «magic cure» described by Lúðvík Kristjánsson [Kristjánsson, 1948, p.128]. Although the first concrete constructions are dated in the last decade of the 19th Century, it is after the Great Fire of Reykjavík in April 1915 that concrete became the Nation's main building material: «In the future, no house in the city of Reykjavík may be built from materials other than stone or concrete», claimed in June 1915 the newspaper *Morgunblaðið* [Steinbær, 1915]. Concrete would not only mean a better protection from fire and earthquakes: it also became a political tool for the «liberation from Danish building techniques and architecture» [Seelow 2011, p.73]. In the hectic years that led firstly to autonomy (1919) and then to the declaration of Independence from Denmark (1944), Iceland faced the task of building its architectural image and the Icelandic architects used concrete as their main tool of expression. Yet, the architectural debate was far from smooth: on one hand, the State Architect Guðjón Samúelsson (1887-1950) strove for the creation of a national style, also suggesting new techniques to make the concrete surfaces more resistant and more similar to stone; on the other, several architects imported influences from the Modern Movement. If, at the thought of Iceland, the first images to emerge are visions of apparently untouched landscapes, with small, scattered wooden churches, conversely the only architectural symbol of the Country is indeed Guðjón's monumental church of Hallgrímur (1937-1986). By means of a specific bibliographical research, mainly composed by local sources, this study aims to trace the history of Icelandic architecture of those years by highlighting the essential role, both political and architectural, of concrete.

1. Introduzione

Fin dal leopardiano dialogo tra la Natura e un Islandese, l'immaginario continentale sulla remota isola d'Islanda è popolato da paesaggi incontaminati, poche architetture in legno o lamiera, ghiacciai e cascate. Se questo, seppur in modo approssimativo, può corrispondere all'immagine ritratta nelle cartoline inviate dai quasi due milioni di turisti ogni anno (contro una popolazione residente di poco oltre 300'000 abitanti), la romantica idea di una Natura senza filtri non è per niente sovrapponibile alla capitale Reykjavík. Dopo secoli di esistenza come fattoria e realtà agricola, senza i poteri politici e religiosi delle parrocchie di Skálholt e Hólar, Reykjavík diventa ufficialmente città per decreto reale nel 1786 [Karlsson, 2000]. Da allora, il suo ruolo come centro politico e amministrativo cresce di decennio in decennio: in particolare, già dai primi anni dell'Ottocento sono trasferite le sedute del Parlamento, il quasi millenario Alþingi, dalla sede storica del parco Þingvellir al centro di Reykjavík (anche se il Parlamento otterrà una sede propria solo nel 1881, nella Alþinghúsið, piccolo edificio in pietra progettato dall'architetto danese Ferdinand Meldahl). All'alba del nuovo secolo, l'aumento repentino della popolazione (che ormai supera i 50'000 abitanti), la meccanizzazione dell'industria della pesca e l'arrivo di nuove tecnologie costruttive, tra cui la lamiera ondulata e il calcestruzzo, contribuiscono a cambiare il volto di questo piccolo villaggio. Inoltre, l'Islanda di fine Ottocento è attraversata da un forte sentimento nazionalista, che reclama l'autodeterminazione politica e sociale dalla madrepatria Danimarca e che porterà all'autonomia politica nel 1919 e all'indipendenza nel 1944. Anche se per secoli l'abitare in Islanda non è stato altro che un fatto marginale, costituito prevalentemente da case in torba nascoste sotto il suolo erboso dell'isola [Stefánsson, 2013] o rare costruzioni in legno e pietra destinate alle architetture per il commercio e la rappresentanza danese, nei primi decenni del Novecento l'architettura diventa uno degli strumenti di affermazione dell'identità del Paese. È in questo contesto di rinnovamento urbano e architettonico di Reykjavík e dell'intera nazione che si può rintracciare il ruolo chiave del calcestruzzo armato nell'architettura islandese dei primi decenni del secolo breve.

2. Il calcestruzzo (*steinsteypa*) tra ingegneria e politica

Anche se la prima applicazione della polvere di cemento in Islanda risale al 1847, nella costruzione della cattedrale (Dómkirkjan) di Reykjavík [Hannesson, 1942, p. 241], i primi esperimenti con il calcestruzzo sono datati all'ultimo decennio dell'Ottocento e avvengono al di fuori della capitale. È infatti la fattoria di Sveinatunga la «prima costruzione in calcestruzzo della nazione» [Hannesson, 1942, p. 247], costruita dal muratore (*steinsmiður*) Sigurð Hansson per conto dell'agricoltore Jóhann Eyjólfsson, probabilmente improvvisando sulla composizione della miscela, considerata l'assenza di una manualistica tecnica all'epoca. Il calcestruzzo non tarderà a arrivare nei maggiori centri urbani, tra cui Reykjavík (1897) e Ísafjörður (1902). In parallelo con la storia della costruzione in calcestruzzo nel continente [Forty, 2012], le iniziali sperimentazioni costruttive sono intraprese da costruttori lontani dal mondo dei Politecnici e dei brevetti, anche se ben presto l'ingegneria s'inserisce nell'applicazione e nell'utilizzo di questo materiale. Nel 1903 sono pubblicati i primi regolamenti edilizi per la città di Reykjavík (*Byggingarreglugerð* n. 68, 7/9, 1903), in cui il materiale è ancora trattato alla stregua delle costruzioni in pietra. Non a caso, infatti, il termine islandese per *calcestruzzo* è *steinsteypa*, traducibile come *pietra colata*. Due sono i fattori che causano l'ingresso a pieno titolo della *steinsteypa* nella storia dell'ingegneria e dell'architettura della nazione: da un lato, vi è la costruzione della rete infrastrutturale del Paese, che ancora all'alba del ventesimo secolo non offre una rete stradale consolidata [Ármansson, 2011a]; dall'altro, il nuovo regolamento edilizio in vigore dal 1915, dopo il cosiddetto *Grande Incendio di Reykjavík* (*Bruninn mikli í Reykjavík*), che distrugge numerose abitazioni in legno presenti nel centro della città. Pochi mesi dopo l'evento, avvenuto nell'aprile del 1915, il quotidiano *Morgunblaðið* titola in prima pagina la necessità per Reykjavík di trasformarsi in una *Steinbær*, ovvero una “città di pietra”: «nessun edificio potrà essere costruito se non in pietra o in calcestruzzo» [“Steinbær”, 1915]. Tuttavia, non si tratta solo di ricostruire un centro città andato a fuoco: in piena Grande Guerra per il continente europeo, la neutrale Islanda è attraversata da un forte sentimento nazionalista che reclama l'indipendenza nei confronti della madrepatria Danimarca.

Ritgjafarsími nr. 500

Ritari: Vilhjálmur Finson.

Isafoldargæmsudagur

Afgreifslutur nr. 499

BIO Reykjavíkur
Bisograph-Theater
Fólkúti 478. **BIO**

Fífdjarfi Dick

Kvikmynd í 5 þáttum
og 100 ströðum.

Áfar spennandi frá upphafi til
enda. Jáfa spennandi baráði
við líón hefir ekki sétt áður.

Theodor Johnson

Konditor og Kafé

stærsta og falkomasta kaféið í
höfuðstaðnum.

— Besta ádag og kvöldkaffi. —
Hjólþröslustar frá 5—7 og 9—11½

Konditor og Kafé Skjaldbreið

leggrasta kaféið hejarinn.
Samkomustædur allra þjóðaranna.
Hjólþröslur á virkum dögum kl.
9—11½, sunnudegum kl. 5—6.
A.V. Kjós ávallt af ágætis káffum.
Ludvig Bruun.

K. F. U. M.

Bíblíulestur í kvöld kl. 8½
Allir káttmenn velkomnir.

Bíðjið um:

Mazawattee

og
Lipton's

fréttastærsta í þökkum og
dönum. Lipton's syrop, kjótt-
extrakt, pickles og smátt sítrú-
tíni, hús og ljóðstær sil-
kónar, niðarséð ljót og tangur,
fæst hjá kaupþöndum um
all land.

Umboðnir fyrir Ísland.

G. Eirikss, Reykjavík.

Reykjó

að eins:
'Chairman'
og 'Dice Chair'

Cigarstættur.

Fær í öðnum betri verslunum.

Steinbær.

Á fundi þejarsjórnar 3. júní var
samþykkt svaðlöndi tillaga til stem-
þykkt um viðbót við byggingssam-
þykkt fyrir Reykjavíkarkaupstað 7.
sept. 1903:

„Frávægis ná ekki bygja
neitt hús í Reykjavíkurbæ og öðra
eðni en steini, steinsteypu eða
öðru efni, ekki óvaxandi eða óeld-
þryggja á dömi byggingarfræð-
is og þejarsjórnar nema þar sem
öpin bygging er, þ. e. þar sem
hús er ekki sett nær löðrumdæ-
mum en 3½ mtr. og minnst 2 mtr.
frá götuhafri. Á slíkum stöðum
skal heimil að bygja lantvörn
timbarbú, sem eru ekki stærri
en 7½ m. að grunnleiki og mega
timbarbú aldrei vera hærri en tel-
lyfti og lítið ekki á meira en tví-
mögum gölfum fyrir efni kjálara. Sam-
þykkt þessi er eðni til breyð-
breytinga á eldri timbarbúum og
viðbótir við þau.

Þau ákvaði í byggingarsamþykkt-
inni 7. sept. 1903, sem koma í
ból við þessa samþykkt, eru úr
gildi nánast.

Eins og menn sjá er þetta óheimil
brúðstígsbrúðstífan. Er það von-
andi að ferri verði nú að flyta fyrir
endurskiðun byggingarsamþykktanna,
sem eru orðin álar eldri og lang-
t á milli tímanum.

En nú er það svo komið að allar
horfan á að fara í steinin og er
vel ferri.

Bannlögin.

Heira ritari.

Þar óð ókunnugri kunnast að stöla
elst óskilgötu í franska bláa yfir í
dag, að orlati áfir menn en templa-
rar hafi ákafð meðir beittum um vend-
um hennaröngum, sem þejarsjórnin
hefði til meðferða á stösta fundi, þá
bót og yður að þetta þess, að af þess
íð. sem ákafðu meðir beittum, voru
34 ekki templaer, og þeir allmálar
úr þóp hefðu heppna þessa þegar,
t. d. búkupinn, 3 prófessorar, 2 bók-
stjófar, 2 lækmar, 2 aðalstjófar, 4
prestar, 3 kaupmenn o. s. frv.

En vitanlega er allum ljót að það
hefði verið langt að fá margfalda störi
niðir meðir þessa hefð af hennaröngum
ur hefir kært sig um. Eðla óstær
af fylgdu alnum, að mikill meiri
líkni hefði verið á milli þess og þess
ríkt áfir þess, að hennaröngum að líkfi.
o. þinn.

S. A. Glásson.

Loftskýlastöðvar á Færeyjum.

I vetur hefir danská stjórnin verið
á undirbúna stofnum tveggja loft-
skýlastöðva á Færeyjum, sem reist-
ast eiga í sumar.

Stöðvarnar verða fremur lítlar,
eðla óstærlega arðarar til þess að
hafa samband ímbyrðis milli tveggja
eyjanna, þar sem eigi hefir verið unnt
á koma á næstastöðandi, en ávart-
að verða þær og notaðar til sam-
búnda við skíp í höf. Alla eiga
stöðvarnar að kosta 60 þús. kr. með
byggðingum og öllu tilheyrandi.

Hvonnar skýlan löndingar verða
sva frágir að eigna loftskýlastöð.

Hneikslismál.

Þýskar þingmaður tekinn fastur
og kærður fyrir drottinsvik.

Það hefir til í öndverðum fyrra
mánuði, að hinn mikli fjármála-
ráðgjafi og þingmaður, E. Posselt,
var tekinn fastur og kærður
fyrir drottinsvik. Var honum gef-
ið það að söki að hann hefði sétt
þess máls og brennstofninn sétt
stóran ófróðirna bófa.

Posselt þessi er velinnægur maður
og á fjölfra margar almennar veru-
smáttar og íbúðarstærsmáttar um öll
Norðurlönd. Er nútt að hann hafi
stofnað öndi í Kaupmannahöfn og
líkni það annars veruásmáttarvíska-
fni við þess í vetur. Sjálfur á Posselt
ekki heima í Litbeck og er ríttari
maður í þeirri borg. Hann er nú
um sextugt. Stófa hefir hann ött
og tíðum gefið til ymsra nýsmáttar
fyrirtækja. T. d. gaf hann í milli-
marka til Zappellstjófar, 600 þús.
kronur til Litbeck Stundsmáttar og
100 þús. krónur í sjótt til stjýttar
ungum smáttum verkfræðingum
o. s. frv.

Posselt á 70 þús. hlutabréf í
'Göteborgs Selskapet', sem er
hin öflugasta og besta járnverkamúttari
í Svíþjóð. Í henni á danská stjór-
nin flest hlutabréfin, en Posselt er
næstur. Það er nú bótt við þess af
Posselt verður annast að sála, að
þýska stjórnin slái eigna sínni á all-
er eitar hann og þá vill svo önnur
kennitala til að hún verður annast
stærst hlutafélin í öflugustu járn-
verkamúttari í Svíþjóð.

NÝJA BÍÓ

Synduga konan

Síðlestur í 5 þáttum, 65 str.

Abdullur, leikur
hinn fruga þýska leikona
Henny Porten.

„Vormenn“.

Grín Kára í Morgunblaðið á sunn-
degnum var komið ekki á óvart. Hann
kemur þar fram um máttaröngum Ög-
unnaröngum og verður að sjána
fram á, að gróttin um lítið hafi ekki
verið á minnum rökum lýkt. Því til
önnar tekur hann fusa orð og set-
lingar úr gróttinu, úr réttu samhengi,
sem hann meglar og notar sína og
honnun kemur best til þess að koma
er sínni fyrir bók. Hvert hann gerir
þess víðandi eða í ágali öna af
höfduki, það hefir er sig sínni skilja,
því er er sama kvængun önglu þýgg-
ur hann liggur með rangfararar stáar
og kóþýggó.

Það er ekki máttan mátt að eiga
ríttaröngum við öngunnaröngum hús, úr af
gróttu sínni, þótt margir þýggir séu
akunnaröngum til síkja, en og máttu
sjána fram á og sig frá rétt mátt —
það líkja sem og máttu um Öngunnar,
lítið og státt.

Er önglu að þess hefði önglu að máttu
bróttinu í öngunnar. Það önglu
Kári státt vera. En það er sína og
honnun lýkt það, sem og máttu, að
lítiðinn hefði henni verið meðið uppi í
kættiröngum. Öngunn hefir sína
var langt að skilja rétt sínn þess, og
önglu það þess vaxandi lýkt þá að
hann réttast þess káttiröngum. Mær
sjána þess vera þess máttu fróttu til
annast. — En var það ekki gróttin
í fyrstu að þess þess á káttu eða til
Átti ekki að nota önglu þetta til ann-
arv en gróttaröngum og þýggaröngum?
Því mun önglu máttu. Félagsmenn hefðu
langt máttu að skilvæðingum, þýgg-
þess séu að vaxandi var að þess þess
þar, sem sjáðinn kemur máttu.

Þess máttu á gróttin þess þess þess
var hennar, átt þess að gróttu sé
gróttu lýkt, hvort það hefði máttu
var önglu af öngunnar fyrir hann.

Hefði það í fyrstu verið öngunn
þess, að vinnu þess öngunn og
lítiðinn, þá var máttu henn önglu
gróttaröngum. Það hefði önglu verið
langt að fá önglu henn til máttaröngum,
sem ekki var svo vaxandi sem þetta, en
státtu þess státtu sínni að hafi kátt
gróttu máttu.

Státtu, sem önglu sínni átti að vera
skáttast, þar máttu um öngunn að það
þess líkja réttu um hennalagt fyrirbyggingu.

Figura 1
“Steinbær” (“Città di pietra”), Morgunblaðið, 7.6.1915. [Tímarit, tímarit.is].

Se la costruzione dell'identità nazionale islandese è, fino a questo momento, passata attraverso i beni immateriali della letteratura e della lingua, ora l'architettura assume un ruolo chiave in tale processo politico. Per questo motivo, le nuove costruzioni di Reykjavík non potranno essere in pietra, materiale che rappresenta il dominio danese sull'isola.¹ Si vuole infatti raggiungere una «liberazione dalle tecniche costruttive e dall'architettura danesi» [Seelow 2011, p.73], che può essere veicolata solo attraverso l'uso della *steinsteypa*. Il calcestruzzo diventa così il materiale principe di una nazione che solo nel 1919 accoglie, dopo gli studi a Copenhagen, il suo primo laureato in architettura, Guðjón Samúelsson (1887-1950), ma che già nel da qualche anno vede gli ingegneri Knud Zimsen (1875-1953) e Jón Þorláksson (1887-1935) ai vertici della politica cittadina della capitale. Knud Zimsen, che studia ingegneria a Copenhagen e fonda nel 1903 la prima impresa di costruzioni in cemento d'Islanda (*Mjölmir*), è sindaco di Reykjavík dal 1914 al 1932; Jón Þorláksson, laureato presso l'Università Tecnica di Copenhagen nel 1903, è dal 1905 Ingegnere Capo incaricato della costruzione delle infrastrutture della nazione e, nello stesso anno, fondatore di un'analoga impresa di costruzioni (*Steinar*). L'uso intensivo del calcestruzzo armato, da parte delle imprese *Mjölmir* e *Steinar*, definisce un momento storico per l'architettura della capitale denominato *steinsteypuklassik*, traducibile come “classicismo di calcestruzzo” [Seelow, 2011, p. 82], entro cui si inserisce il lavoro dell'architetto-costruttore Rögnvaldur Ólafsson (1874-1917), e che si estende fino alla prima metà degli anni Venti. Tuttavia, dietro queste costruzioni non vi è ancora una ricerca di uno stile architettonico locale e originale, che sarà sviluppato soprattutto negli anni Trenta dai primi architetti laureati di ritorno dal continente, tra cui il già citato Guðjón Samúelsson, Sigurður Guðmundsson (1885-1958), Águst Pálsson (1893-1973) e molti altri.

¹ Alcuni esempi di architettura in pietra sono, infatti, l'Alþingihúsið (Parlamento), costruito nel 1881, e la Hegningarhúsið (prigione), costruita nel 1871-1873. L'architettura danese, tradizionalmente in mattoni, è in Islanda tradotta in pietra, per difficile reperibilità dell'argilla sull'isola.

Mentre l'architettura impiega qualche tempo per rimanere al passo con il Moderno, l'ingegneria strutturale è particolarmente avanzata fin dai primi anni del secolo. Trascorre infatti solo un anno dal primo ponte in calcestruzzo sul fiume Bláskeggssá (1907) al ponte sul fiume Fnjóská, nell'Islanda del Nord, progettato dall'impresa danese Christiani and Nielsen e lodato dal giornalista e critico Philip Morton Shand in un articolo uscito sulla rivista *The Concrete Way*, nel 1934 [Morton Shand, 1934; Árnasson, 2011a]. Nello stesso tempo, è sempre grazie all'intermediazione danese che il primo solaio “alla maniera di Hennebique” (*Hennebique-gerð*) viene realizzato nella Safnahúsið (prima sede della Biblioteca Nazionale), dall'architetto danese Johannes Magdahl Nielsen tra il 1906 e il 1908 [“Safnahúsið”, 1994].²



Figura 2

Rögnvaldur Ólafsson, Abitazione per Ólafur Þorsteinsson, Reykjavík (1912). [Foto di Sofia Nannini].

² Non vi sono ancora, tuttavia, certezze sull'effettivo e ufficiale utilizzo del brevetto Hennebique in Islanda, anche se alcuni autori [Hannesson, 1942, p.252 ; Seelow, 2011, p. 75] accennano a sue possibili applicazioni, forse derivate da concessionari danesi. Più approfondite ricerche sono in corso per comprendere tale questione.

3. Verso un calcestruzzo islandese. Guðjón Samúelsson e la tecnica dello *steining*

Tornato in Islanda nel 1915, dopo aver studiato presso l'Accademia Reale Danese di Belle Arti a Copenhagen, Guðjón Samúelsson senza dubbio è l'uomo giusto al momento giusto. Unico architetto laureato della nazione, fin da subito ottiene incarichi per la ricostruzione del centro della città dopo l'incendio e, dal 1919, è nominato architetto di Stato (*húsameistari ríkisins*) fino alla sua morte nel 1950. Guðjón è il principale autore di tutti gli edifici pubblici e religiosi della capitale, dalla chiesa di Cristo Re (*Kirkja Krists konungs*, 1925-1929) al Teatro Nazionale (*Þjóðleikhúsið*, 1928-1950), dalla sede dell'Università d'Islanda (*Háskóli Íslands*, 1934-1940) alla piscina di Reykjavík (*Sundhöll Reykjavíkur*, 1929-1937).

In piena atmosfera indipendentista, egli è il primo architetto a sperimentare su uno stile architettonico locale, che possa rappresentare la Nazione e la sua autonomia culturale e politica. In particolare, Guðjón tenta di tradurre in architettura le formazioni rocciose tipiche del paesaggio islandese, così definendo il cosiddetto “stile basaltico” (*stuðlabergsstíl*), che vede creazione di strutture e decorazioni in calcestruzzo che ricordano la geologia dell'isola. Tuttavia, la sperimentazione di Guðjón non si limita solo a imitazioni formali della Natura. A partire dal progetto per il Teatro Nazionale, l'architetto, insieme al capomastro Kornelius Sigmundsson, propone una nuova tecnica di finitura delle pareti in calcestruzzo, denominata *steining* [Guðmundsson, Ólafsson 2003] e che Guðjón brevetterà, nonostante alcuni ostacoli, nel 1939 (Patent GB16064A, 1939).³ Questa tecnica consiste nell'applicazione di un sottile strato di malta di cemento sulle pareti di calcestruzzo grezzo, su cui imprimere un ulteriore strato di frammenti rocciosi. L'effetto è duplice: da un lato, il calcestruzzo della struttura è protetto dagli agenti atmosferici, dall'altro si crea una vera e propria decorazione materica per ogni porzione della facciata. L'assonanza tra architettura e geologia è dunque ancora più forte: con la tecnica dello *steining*, Guðjón riesce a inserire all'interno delle sue strutture frammenti di quarzo, basalto, barite e anche conchiglie frantumate. L'apice di questa tecnica può trovarsi nell'edificio principale dell'Università d'Islanda, che presenta un caleidoscopico uso dei diversi

³ Più approfondite ricerche sulle vicende legate a tale brevetto, proposto in Danimarca per la prima volta nel 1937 e in seguito in Gran Bretagna nel 1939, sono ancora in corso. In particolare, sarà necessario valutare se vi fossero altri architetti e ingegneri scandinavi impegnati in ricerche simili, come sembra suggerire Bruno Zevi scrivendo di Erik Gunnar Asplund [Zevi, 1948, p. 41].

materiali. Jónas Jónsson (1886-1968), influente politico dell'epoca e tra i più noti sostenitori dell'opera di Guðjón, scriverà che «in nessun altro edificio si può trovare una tale decorazione a partire dalla terra» [Jónsson, 1957; Seelow, 2011, p. 137]. L'entusiasmo per questa tecnica porta Guðjón, presumibilmente negli anni Trenta, a tornare su uno dei suoi primi progetti, il negozio per Nathan & Olsen in Austurstræti 16,⁴ costruito già nel 1916-1917, per ricoprirne la facciata con una miscela di cementi di diversi colori.



Figura 2

Guðjón Samúelsson, Þjóðleikhúsið, Reykjavík (1928-1950). [Foto di Sofia Nannini].

⁴ Questo progetto è in larga parte ispirato all'edificio per le Assicurazioni Pohjola di Helsinki, progettato da Herman Gesellius, Armas Lindgren e Eliel Saarinen [Seelow, 2011, p. 113]. Affinità tra la ricerca di uno stile nazionale finlandese e la definizione di un'architettura autonoma islandese sono rintracciabili e meritano più approfondite ricerche.



Figura 3

Guðjón Samúelsson, Háskóli Íslands, Reykjavík (1934-1940). [Foto di Sofia Nannini].



Figura 4

Guðjón Samúelsson, Negozio per Nathan & Olsen, Reykjavík (1916-1917). [Foto di Sofia Nannini].

Nonostante l'acceso dibattito tra Guðjón, unico vero rappresentante di un'architettura nazionale, e una più internazionale generazione di architetti modernisti, tra cui Sigurður Guðmundsson e Einar Sveinsson (1906-1973), influenzati dall'Esposizione di Stoccolma del 1930, la tecnica dello *steining* non si limita solo alle architetture progettate dall'Architetto di Stato: a partire dalla fine degli anni Venti si assiste a un progressivo affermarsi di tale finitura, che sarà usata in oltre 3000 abitazioni [Seelow, 2011, p. 243], tra residenze private e alloggi popolari, e che ancora oggi caratterizza il panorama costruito della capitale. L'utilizzo di diversi materiali rocciosi conferisce una notevole policromia alle diverse malte, che rappresenta senza dubbio uno degli aspetti più peculiari dell'architettura dell'isola. Tuttavia, il secondo Dopoguerra determina l'abbandono di questa tecnica, che è stata riscoperta e rivalutata solo in tempi recenti, grazie ai numerosi progetti di restauro delle strutture risalenti a tali anni [Guðmundsson, Ólafsson 2003].

5. Conclusioni

Nonostante i cambiamenti politici e economici che hanno attraversato l'Islanda nel corso del secondo Dopoguerra e nonostante l'abbandono progressivo della tecnica dello *steining*, si può senza indugi affermare che il calcestruzzo ha continuato per tutto il secolo – e continua ancora oggi – a caratterizzare l'architettura dell'isola. Dalle architetture vicine alla scuola francese di Högná Sigurðardóttir (1929-2017) [Hauksdóttir, 2015], fino ai progetti pubblici e privati dello Studio Granda, la *steinsteypa* continua a essere il materiale maggiormente usato in Islanda e si può quindi riconoscere quanto l'eredità lasciata dai primi decenni del Novecento ancora contribuisca all'immagine architettonica della nazione. Questo breve saggio ha voluto riportare le tappe principali dell'arrivo del calcestruzzo nella remota isola atlantica e le motivazioni per un suo così largo utilizzo, sia in architettura, sia nell'ingegneria civile. Inoltre, sono state evidenziate alcune particolarità specifiche dell'applicazione del cemento in Islanda, che ancora saranno oggetto di ricerche, nel tentativo di collocare l'architettura islandese all'interno del dibattito internazionale e in una più vasta storia del calcestruzzo e della costruzione.

**Complejo Habitacional EE70:
Conceptos para la rehabilitación de un
cerramiento de hormigón armado expuesto de
los años 80 en Uruguay.**

*EE70 Housing Complex:
Concepts for the rehabilitation of an
exposed reinforced concrete enclosure of
the 80s in Uruguay.*

**Julio César Pérez, Gustavo Sureda Menéndez,
Pedro Ruíz Díaz Chiesa, Williams Bradford López,
Daniel Pereyra Olivera**

Palabras Claves: hormigón armado, hormigón expuesto,
cerramiento, estructura, rehabilitación

***Keywords:** reinforced concrete, exposed concrete, enclosure,
structure, rehabilitation.*

Resumen:

Euskal Erría 70 (EE70), es un complejo habitacional de vivienda social del año 1983, ubicado hacia el centro geográfico de la ciudad de Montevideo. Esta urbanización de 9,5 Has, se implanta siguiendo un enfoque moderno, respecto a la distribución y orientación de los bloques en el padrón, desconociendo un tipo de barrio abierto con definición de espacio público y privado. Se conforma de 37 torres más los servicios. Las torres en tres tipologías de 10 y 4 pisos, se disponen en tiras escalonadas, conformadas de dos y tres torres adosadas; acompañando la fuerte pendiente del terreno hacia el Sur.

Constructivamente son grandes pantallas de hormigón armado (H.A.) visto, edificado con el sistema “Outinord”, de origen Ruso y modificado e implementado en Francia, es utilizado por primera vez en Uruguay para este desarrollo urbanístico. El sistema basa su principio en conformar una estructura de H.A. en forma de “túnel” y con un muro pantalla central, prefabricados “in situ”, aplicando altas temperaturas iniciales, que facilita altas resistencias iniciales y en consecuencia desencofre diario por nivel, con importante avance en el proceso de obra. El panel frontal de fachada son piezas pre-moldeadas en obra, con núcleo central de poliestireno expandido, que posteriormente son montadas sobre el sistema túnel.

Actualmente el Complejo presenta un deterioro avanzado, asociado al partido arquitectónico de resolución, errores de ejecución, el efecto de la meteorización y la consecuente dilatación y contracción del material, el paso del tiempo, y además, la ausencia y dificultad de realizar acciones de mantenimiento. Estas causas y orígenes, se expresan en problemas tales como: la corrosión del acero de refuerzo y desprendimiento del recubrimiento en el hormigón, fisuras donde debieron existir juntas y donde falta aislación para evitar el choque térmico, en la visualización de la armadura por velado y falta de recubrimiento, además de otra serie de lesiones internas, como filtraciones pluviales y sanitarias, y condensaciones.



Imagen 1

Vista General Complejo Euskal Erría 70 [Fuente: Google Earth, 2015]

Del estudio de diagnóstico surgen la conceptualización y pautas para el proyecto de rehabilitación, debiendo partir el encare, por el análisis de cada elemento constructivo y su función en el todo, como un sistema. En particular para Uruguay, el origen del problema para estas estructuras de H.A expuestas son las variaciones climáticas diarias y la diferencia de asoleamiento entre fachadas con diferente orientación geográfica; en consecuencia, el proyecto deberá ir encaminado a generar una envolvente aislante higrotérmica para dicha estructura y así garantizar la no recurrencia del problema y la protección y durabilidad del sistema.

Abstract:

Euskal Erría 70 (EE70), is a social housing complex of the year 1983, located towards the geographical center of the city of Montevideo. This urbanization of 9.5 hectares, is implemented following a modern approach, regarding the distribution and orientation of the blocks in the land registry, ignoring a type of open neighborhood with a definition of public and private spaces. It consists of 37 towers in addition to services. The towers in three typologies of 10 and 4 floors, are arranged in stepped strips, consisting of two and three attached towers; accompanying the steep slope of the land towards the South.

Constructively, are large screens of exposed reinforced concrete (RC), built with the system "Outinord", of Russian origin, modified and implemented in France, andis used for this urban developmentfor the first time in Uruguay.

The system bases its principle on forming a RC structure in the form of a "tunnel" with a central screen wall, prefabricated "in situ", cured by high initial temperatures, which facilitates high resistances and consequently daily stripping floor by floor with important advances in the construction process. The front panel facade consists of pre-molded pieces on site, with a central core of expanded polystyrene, which are then mounted on the tunnel system. Today, the Complex shows an important deterioration, associated with the architectural design, errors in the execution, the effect of weathering and the consequent expansion and contraction of the material, the passage of time, and also, the absence and difficulty of carrying out maintenance actions. These conditions at the origin are expressed in problems such as: the corrosion of the reinforced steel, the detachment of the concrete coating, the presence of fissures because of the absence of joints and insulation to avoid thermal shock, the visibilty of the reinforcement by veiling and lack of

coating, in addition to another series of internal damages, such as pluvial and sanitary filtrations, and water condensation.

The conceptualization and guidelines for the rehabilitation project emerge from the diagnostic study, starting from the analysis of each constructive element and its function in the whole system. In particular for Uruguay, the origin of the problem for these structures of exposed RC are the daily climatic variations and the difference of sunlight exposure of the facades with different geographical orientation; consequently, the project should be aimed at generating a hygrothermal insulating envelope for said structure and thus guarantee the non-recurrence of the problem, the protection and durability of the system.

1. Introducción. Aplicación del sistema “Outinord” en EE70.

1.1 Tipología arquitectónica

Euskal Erria 70 consta de 1.472 apartamentos distribuidos en 37 bloques que albergan a 6.000 personas aproximadamente.

Los bloques se diferencian en 3 tipologías distintas según la capacidad habitacional de las unidades habitacionales y la cantidad de niveles por bloque:

- TIPOLOGÍA A: 10 pisos más Planta Baja, de 2 y 3 dormitorios.
- TIPOLOGÍA B: 10 pisos más Planta Baja, de 4 dormitorios.
- TIPOLOGÍA C: 3 pisos más Planta Baja, de 1 y 2 dormitorios.
-

1.1 Definición del sistema constructivo “OUTINORD”

“OUTINORD”, es un sistema industrializado “in situ” de encofrados tipo túnel de rotación diaria, por la aplicación de calor en horas tempranas al llenado, lo cual genera un incremento de la resistencia inicial que permite el desencofre. El modelo, también conocido como “sistema de túnel”, conduce a la construcción integral de los muros estructurales y las losas de entrepiso o techo en forma conjunta. El sistema tiene como base de encofrado una formaleta metálica en “L” invertida que da lugar al semi-túnel. Al unir dos formaletas logra el efecto túnel, sobre una fundación de espera o un entrepiso, permitiendo una producción en serie y repetitivo.

Las formaletas o paneles de encofrado conforman un diedro metálico, formado por el plano vertical de altura igual a la luz del entepiso (2.40) y un plano horizontal de ancho variable.

El sistema admite la incorporación de una banda adicional que permite la variación del módulo hasta 5.35 metros de ancho a ejes, la cual es la medida usada en EE70.

El sistema no presenta una solución prefinida de las fachadas opuesta a los testeros. Con orientación Este y Oeste en el caso de EE70, el cerramiento opaco, se resuelve con un panel prefabricado en obra de hormigón nervado y poliestireno expandido en su interior, vibrados y curados al vapor; y en cuanto al cerramiento traslúcido, con una abertura corrediza de madera y vidrio simple. Estas últimas son continuas desde un muro túnel hasta el próximo.

Los cerramientos interiores son tabiques livianos de 7cm de espesor compuestos por una mezcla de yeso y piedra fina posicionados y pegados con fieltro alquitranado o bien son los compuestos por el propio muro “túnel” de 15cm.

2. Metodología de investigación.

El estudio responde al requerimiento de presentar a la Copropiedad una propuesta de rehabilitación que devuelva la habitabilidad y mejore el confort de sus habitantes, con el objetivo fundamental de establecer el precio para su intervención.

Teniendo esta premisa, se abordó el estudio cumpliendo con el esquema siguiente:

1. Identificación de aspectos generales de época y contexto. Historia. Tipo de programa de EE70.
2. Reconocimiento e identificación del Complejo. Emplazamiento y micro-urbanización, tipologías arquitectónicas y constructivas. Sistema “Outinord” y resoluciones particulares de adecuación del sistema a EE70. Establecimiento de la geometría de la estructura.
3. Estudio de antecedentes gráficos particulares, transformaciones funcionales, agregos, insertos e informes periciales previos. Obras posteriores de mantenimiento y reparación. Procesos actuales de intervención o programados a futuro.

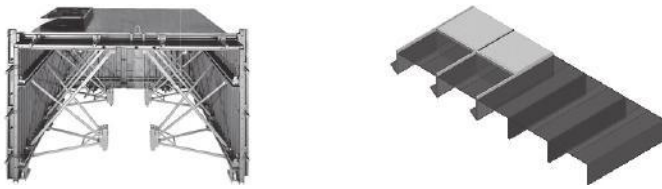


Imagen 2

Formaleta de encofrado OUTINORD, ensamblada de a 2, conforma el “túnel” [recuperado de: www.ouinord.fr] y Axonométrico del ensamble del “túnel” en EE70.

4. Resolución de una metodología de investigación, definiendo: Relevamiento planimétrico y altimétrico de verificación; elementos constructivos implicados en el cerramiento; método de relevamiento (fichas patológicas, imágenes y croquizado); ensayos de materiales y componentes (en cuanto a tipos, cateos, y análisis). Así como, el mapeo de patrones de síntomas por elementos del cerramiento y constructivos.
5. Análisis de resultados. Diagnóstico.
6. **Elaboración de los parámetros de control de alternativas de terapéutica para la envolvente.**
7. Evaluación de alternativas. Elección de la(s) propuesta(s).
8. Evaluación de costos.
9. Conclusiones y recomendaciones del caso. Pronósticos.

Atendiendo a la representatividad de cada una de las tipologías existentes en el Complejo; grado de variabilidad de exposición a los agentes climáticos (por su ubicación en la trama, sombras, orientación del cerramiento, asoleamiento, viento, otros); momento de construcción en relación al resto de los bloques; existencia de unidades en planta baja semi-enterradas (muro exterior en alguno de sus tramos constituyera de contención); reclamos de los vecinos y la Comisión de Copropietarios.

Tratándose en este trabajo de la problemática del diseño de la rehabilitación del cerramiento exterior, visto como la envolvente, solo se detallarán las lesiones asociadas a este. No obstante para la rehabilitación general del edificio se han inventariado y analizado, con la misma profundidad, todos los componentes y elementos interiores que afectan la envolvente, donde inclusive, en algunos casos condicionan el deterioro al exterior, como es el caso de los espacios húmedos –ductos y baños- que se emplazan sobre los testeros.

Para el inventario de problemas, a cada elemento constructivo se le ha identificado con una letra: A, B, C y así sucesivamente. En consecuencia, cada lesión se ha relevado en fichas independientes, denominándose “Fn”.

Los elementos constructivos implicados en la envolvente, son:

A1- MURO TESTERO EXTERIOR. Fachadas orientación Norte y Sur.

A2- PANEL FACHADA. Fachadas orientación Este y Oeste. Antepecho y dintel de abertura, se intercepta en cara posterior por losa túnel (entrepiso o techo).

A3- MURO TÚNEL. Canto estructura vertical que conforma sistema pared-techo, visualización en fachada Norte y Sur.

A4- ABERTURAS Y PARASOLES. Incluye de madera o aluminio y parasoles.

B1- CERRAMIENTO SUPERIOR. LOSA TÚNEL. TECHO. Diseño geométrico e higrotérmico del último techo.

2.1 Inventario de los principales problemas detectados:

CERRAMIENTOS VERTICALES OPACOS: MUROS

- Suciedad y microorganismos superficiales. Eflorescencia: A1-F1/A2-F1/ A1-F2 /A2-F2
- Fisuras verticales. Trayectoria de juntas verticales de formaletas, que deforman recorrido al encontrar vanos o pases: A1-F3/A2-F5
- Velado de armaduras: A1-F4/A2-F4/A3-F1
- Desprendimiento de cierres de calibres del prefabricado: A1-F5
- Pases e agregos. Amures de tendedores, aire acond. y otros: A2-F3
- Fallo junta entre panel y muro túnel: A2-F6
- Corrosión y exposición del acero: Superficial en panel, dinteles panel premoldeado y canto del muro túnel: A1-F6/A3-F2/ A2-F7
- Puente térmico del cerramiento: A1-F9/A2-F8/A3-F3
- Humedad de condensación y de filtración. Interior: A1-F10/A2-F9/A3-F4/ A1-F11/A2-F10/A3-F5

CERRAMIENTO SUPERIOR. LOSA TÚNEL. TECHO. Diseño geométrico e higrotérmico del último techo.

- Diseño higrotérmico del cerramiento. Materialidad y disposición de capas: B1-F1
- Escorrentía superficial. Obstáculos en el recorrido del agua: B1-F2
- Evacuación de pluviales. Caída libre por gárgolas desde 10^{mo} y 4^{to} piso, respectivamente: B1-F3
- Materialidad de la gárgola. Ladrillo hueco cerámico: “Ticholo”. Obstrucción e infiltraciones de agua: B1-F4
- Gargantas en pretils. Diseño y dimensionado: B1-F5

- Humedad de filtración localizada. Interior: B1-F6
- Agregó de instalaciones sanitarias y eléctricas expuestas: B1-F6.
- Agregó de luminarias. Tipología y diseño del amure: B1-F9
-



Imagen 3

Lesiones presentes en TESTEROS. Fachadas orientación Norte y Sur.

En EE70, como se podrá apreciar por el inventario de lesiones, el problema del cerramiento desde el punto de vista del material, se concentra en el partido arquitectónico de exponer el hormigón armado a condiciones climáticas de alta variación térmica a lo largo del día y los cambios de estacionales para Montevideo, unido a errores constructivos en el diseño y desde el punto de vista de los niveles de confort, en la puesta del hormigón armado como única capa en la resolución higrotérmica del cerramiento vertical.

En la generalidad, el Complejo se entrega sin pintar, no previéndose la dificultad del mantenimiento en un programa de vivienda social para Uruguay.

Esta situación se agrava en principio por la resolución constructiva del hormigón, tratándose de elementos delgados (pantallas de 15cms de espesor) para exposición con deficientes recubrimientos del acero; luego en los testeros por filtraciones sanitarias asociadas a problemas del diseño de los baños y ductos; y en las fachadas principales por la tipología de un panel prefabricado que se concibió con una aislante térmico al centro de su masa, pero que en el interior del cerramiento tampoco se previó una barrera corta vapor.

En esta propia fachada el encuentro entre este panel y el muro testero se produce dejando a cara vista el canto del muro túnel, no previendo que constituye un puente térmico.

A los problemas dados por la despasivación del acero, se suma la falla en la hermeticidad de este encuentro ante la presencia del agua.

Esta unión es resuelta con un sellador poliuretánico, donde la distancia entre labios es variable por la resolución geométrica y en consecuencia falla, por estas

razones y por su obsolescencia en el tiempo; se generan interminables metros lineales de juntas a reponer por cada bloque y en la totalidad de un complejo de importante magnitud.

Volviendo a la resolución del cerramiento vertical, en cuanto a los niveles de confort, solo en los testeros (cara interior de dormitorios) se acondiciona térmicamente, pero se vuelve a incurrir en la ausencia de una barrera corta vapor al interior. A esto se suma la franca entrada de agua desde el exterior, por la permeabilidad del hormigón, bien por su puesta o deterioro en el tiempo, y que al tratar de evaporar esta condensa en el material aislante.



Imagen 4

Lesiones presentes en PANEL DE FACHADA y ABERTURAS.

Unido a esto las cubiertas han quedado obsoletas en su resolución húmedica, además de múltiples agresiones generadas por agregos y mal uso.

Como conclusión para esta ETAPA DE INVESTIGACIÓN, se requiere con los recaudos e investigaciones hasta la fecha, conformar un punteo de aspectos para la evaluación de la propuesta de rehabilitación de la envolvente.

3. Conclusión y recomendaciones. Conceptos considerados para la evaluación de la propuesta de rehabilitación de EE70.

En las estructuras y los cerramientos de los edificios, en particular cuando se trata de hormigón armado expuesto, cara vista, existen diferentes aspectos que inciden directamente en su estado técnico constructivo y en las condiciones para lograr correcto desempeño. Se ve afectada la permeabilidad y resistencia mecánica superficial, su continuidad física, la estabilidad-servicio, y en definitiva su desempeño en el tiempo. En cuanto a los niveles de confort, si bien se logran resultados a corto tiempo generando el acondicionamiento desde el interior, la máxima eficiencia del cerramiento se logra cuando se prevé desde el exterior.

Si bien las soluciones pueden ser diversas, es necesario definir una **metodología de abordaje que evalúe todas las variables que condicionan su desempeño**, de forma tal que nos permita valorar las alternativas de intervención.

Aspectos a considerar en evaluación del CERRAMIENTO para el caso EE70:

3.1 Aspectos Ambientales:

En este punto nos enfocaremos en los aspectos climáticos, y en particular en lo que hace a: la temperatura, la humedad relativa, las precipitaciones y el viento; visto desde la problemática que se genera cuando se producen, durante un mismo día, cambios abruptos en sus condiciones.



Imagen 5

Lesiones presentes en INTERIORES DE LAS UNIDADES.

La Temperatura, es un parámetro que incide directamente en los cambios dimensionales, dados por las dilataciones que genera en los materiales que componen las capas del sistema.

En este caso (única capa, H.A) y por las características climáticas del país, el sistema todo se ve sometido a fuertes sollicitaciones térmicas; dado por el hecho de que en cuestión de pocas horas se producen abruptos ascensos o descensos de temperatura ($17C^{\circ}$ en una hora, Diciembre de 1947). Este tipo de fenómenos provoca que todo el sistema (encargado de regular y colaborar en tener en el interior ámbitos de confort) es propenso a que se generen fisuraciones, grietas y fallas en los sistemas de sellados y encuentros entre diferentes materiales.

Humedad Relativa, es una variable responsable de que, en conjunción con la temperatura, puedan generarse humedades de condensación superficial e intersticial en las capas que componen el cerramiento. Este fenómeno conduce a la proliferación de hongos, bacterias, etc.; así como la pérdida de capacidad de aislación en el sistema.

Lluvias, inciden particularmente cuando se dan con gran intensidad en periodos cortos de tiempo, lo que hace que toda la envolvente (cerramientos y cubiertas) sean capaces de soportar estos grandes enviones de agua sin perder su integridad y capacidad higrotérmica.

Viento, es un factor que sumado a las precipitaciones, representan un punto importante y complejo a la hora de considerar el diseño de los cerramientos, particularmente en los encuentros que se generan en todos los componentes del sistema (aberturas, muros, cubiertas, etc.), los que deben estar correctamente sellados de manera que se asegure la estanqueidad de toda la envolvente para evitar filtraciones de agua y aire por lugares de difícil ingreso. Si esto no se logra habrá consecuencia negativas en los niveles del confort térmico y desde el punto de vista económico (mayor consumo de energía para calefaccionar, etc).

A modo de síntesis afirmamos que si bien nuestro clima cuenta con valores moderados, presenta dos estaciones con características bien marcadas, con la particularidad de que en períodos cortos de tiempo del día, se pueden sufrir grandes variaciones térmicas, grandes precipitaciones y variaciones en la humedad relativa. Este complejo de viviendas como está orientado y la manera diferente en como cada una de estas variables actúa sobre sus fachadas es y por lo tanto perjudicial ya que, por mencionar un ejemplo, mientras que en horas de la tarde el frente sur no se encuentra afectado por la incidencia solar directa, el frente Oeste se encuentra fuertemente azotado por los rayos solares que impactan en la superficie casi en forma perpendicular a esta. Esto hace que los comportamientos dilatatorios sean distintos y en consecuencia puedan ocasionarse fisuraciones y aperturas en uniones y por tanto falla en los sistemas de sellado.

Todos estos efectos no son los ideales cuando hablamos de sistemas de cerramiento y estructuras de hormigón armado, por lo cual es fundamental prestar atención, comprender e integrar todos estos parámetros a la hora de diseñar los cerramientos.

3.2 Aspectos Arquitectónicos:

En función de la intervención que se proponga, el grado de repercusión desde el punto de vista del aspecto o imagen del edificio puede ser diferente. Por tal motivo es clave que la solución sea sensible a cuestiones que trascienden aspectos puramente técnicos o constructivos, y que abordan parámetros que son propios del diseño, tales como: la composición, los ritmos de luces y sombras, la modulación, el orden, los colores, los reflejos, etc.

Los usos y actividades que se generan en este tipo de programa y tipología arquitectónica (vivienda colectiva) presentan un fuerte vínculo con lo que se conoce como confort térmico, fenómeno que se debe lograr en los espacios interiores.

La Norma española ISO 7730/2006 – Ergonomía del ambiente térmico, define el Confort Térmico como un estado mental de satisfacción con un ambiente térmico, es decir, que el hombre dice que un ambiente es confortable cuando no tiene ningún tipo de incomodidad térmica.

Es un fenómeno complejo en el que intervienen variables ambientales y humanas a partir de los intercambios de energía producidos entre el cuerpo y el ambiente.

Las variables físicas que dependen del ambiente son: la temperatura y velocidad del aire; la humedad relativa y la temperatura radiante de las superficies

Las variables que dependen del ser humano son: la actividad que desarrolla (esta variable es importante ya que hace variar los requerimientos de confort); la vestimenta y edad; y el nivel social, económico y cultural (se relaciona con las experiencias térmicas previas y las expectativas).

La interacción de todas estas variables hace muy difícil establecer valores estrictos de temperatura y velocidad de aire, humedad relativa, etc., que establezca cuando se está en una situación de confort. Parece más lógico que se establezcan rangos que oscilan entre los 15/16 C° y 27/28 C° de temperatura y humedades relativas entre 30/40% a 70/80%.

3.3 Aspectos Técnicos:

En este aspecto influye, más que el ejercicio del buen construir el del buen diseñar. Los orígenes causales de lesiones, según investigaciones internacionales, adjudican entre el 70 y 75% a los problemas de diseño y la ingeniería de detalle, pues es aquí donde se requiere enfocar los esfuerzos.

Nos interesa en este caso, conocer las características y comportamiento del hormigón en estado endurecido. Afirmamos que es un material compacto; resistente mecánicamente (trabajo a flexo-compresión por excelencia); con alto coeficiente de transmitancia térmica; propenso a fisuraciones por retracción de fraguado y cambios dimensionales por dilatación-contracción (dado por la incidencia de la radiación solar y la temperatura del aire); además, por incidencia de agentes químicos, se presentan fenómenos degradadores por carbonatación, eflorescencia y corrosión electroquímica, cambio de coloración; entre los más comunes.

En consecuencia, para EE70 en particular, se deberían atender los siguientes aspectos:

- Estado técnico-constructivo del cerramiento existente. Características de los materiales que lo componen, en cuanto a estado y grado de

deterioro físico, mecánico y químico; además de la efectividad de rehabilitación de los materiales y donde se evite la recurrencia del problema en el tiempo.

- Viabilidad ejecutiva en la materialización constructiva. Se trata de elegir materiales que cumplan con su eficiencia máxima, según el tipo de cerramiento: horizontal o vertical y las cualidades óptimas en cuanto a su desempeño.
- Disposición de capas. Se dispondrán de tal forma que garanticen los niveles esperados de confort y durabilidad. Debiendo ser verificada su eficiencia por las ecuación de confort, transmitancia y posibilidad de ocurrencia de condensaciones en el cerramiento. Además se garantizará la estanqueidad al agua del cerramiento, para que además de evitar estados de inhabitabilidad, se garantice la eficiencia higrotérmica del cerramiento en el tiempo.
- Compatibilidad físico-química entre los materiales que componen el sistema preexistencia-propuesta.
- Capacidad resistente del hormigón preexistente y esfuerzos que genera la propuesta. Incidencia de cargas de tracción y cortante, según el partido asumido en cuanto a que se trate de capa(s) adherida(s) o colgada(s) de la pre-existencia.
-

3.4 Aspectos Logísticos:

La propuesta de rehabilitación queda condicionada a que se logre, de manera consensuada, por la aceptación por parte del cliente. En este caso se produce la dificultad por tratarse de una copropiedad compuesta por todos los habitantes del complejo. Deben ponerse de acuerdo en cuáles son las decisiones y caminos a seguir.

La disponibilidad de recursos tecnológicos en el país pueden viabilizar o inviabilizar la propuesta. Debe venir acompañada por la capacidad de los responsables técnico-profesionales, y además, contar con personal obrero capacitado de ejecutar la solución y posteriormente, personal apto para realizar las tareas de conservación que a futuro implica.

La accesibilidad, tanto por la posibilidad de acceso al elemento en el cual se va a intervenir en las tareas previas (medición, relevamientos, cateos, etc.), así como al momento de la ejecución.

La etapabilidad de la propuesta, pensado en función de resoluciones principales y secundarias. Estas deben encararse atendiendo, por un lado, el punto de vista económico que debe estar en función de un cronograma de pago que sea posible para el cliente; y por otro, contemplando la forma de

encarar los trabajos de manera que se perturbe lo menos posible a las personas afectadas. Desde el punto de vista constructivo-desempeño, la solución de la etapa quede terminada en sí misma, sin depender de la siguiente.

3.5 Aspectos de Conservación y Durabilidad

El mantenimiento, es la forma fundamental de conservación dentro del ciclo de explotación de las construcciones. La primera etapa de este ciclo se corresponde con el diseño, donde se toman las decisiones que incidirán en la protección, durabilidad y prestaciones higrotérmicas. Luego, la etapa de ejecución, donde se materializa y se deciden las resoluciones que no fueron previstas en la etapa de diseño. En la última instancia de actuación es el mantenimiento, que tiene carácter preventivo y correctivo o paliativo, el primero para evitar y el segundo para curar o frenar los deterioros. Entre ellos hay una diferencia en los costos, asociados a las acciones constructivas a realizar.

La Ley de evolución de los costos o Ley de Sitter, establece que según la etapa en la que nos encontremos el costo relativo tiene una incidencia en relación al tiempo. Sitter plantea que toda medida tomada en la etapa de diseño, reduce hasta en 5 veces los costos, si se toman en la etapa de ejecución. Y si el mantenimiento preventivo no se contempla, se pueden alcanzar costos de soluciones paliativas que alcanzan 125 veces si se hubieran previsto en las etapas de diseño

En esta estructura-cerramiento se deberían considerar los siguientes aspectos:

- Eliminar los riesgos de exposición ambiental del hormigón preexistente, propiciando eliminar los riesgos de recurrencia de los problemas.
- La propuesta de solución deberá implicar la menor cantidad de elementos y materiales para obtener los requerimientos-desempeño del cerramiento. Verificación de las especificaciones prescriptivas (EP) y de desempeño (EDD).
- Preferencia de un sistema abierto en sus juntas, de tal manera que implique mínimos elementos que puedan entrar en obsolescencia y por lo tanto requieran reposición.
- Obtener en la propuesta desde el diseño, en el conjunto y en cada parte, el tiempo de desempeño máximo.
- Proceso etapabilizado, donde cada etapa constituya una solución en sí misma, sin dependencia de la posterior, tanto en aspectos de confort como en durabilidad.

4. Bibliografía consultada.

Asociación Española de Normalización UNE. (Octubre 2006). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local*. Norma UNE-EN ISO 7730:2006. España.

Andrade, C., et al. (Ed.).(2006, Septiembre). Manual de inspección, evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado. Red DURAR. CYTED: Subprograma XV Corrosión/Impacto Ambiental sobre Materiales. 4ta edición. ISBN 980-296-541-3. Libro.

Arce, I., et al. (1999) *Tratado de Rehabilitación. Metodología de la restauración y de la rehabilitación*. Madrid: Munilla-Lería.

Camacho, M; Lopez, M; Milicua, S. (2009). *Pautas de diseño bioclimático para optimizar condiciones de confort y uso de energía en el sector residencial financiado por organismos públicos, para Uruguay, caso de clima complejo*. Proyecto de Investigación. Facultad de Arquitectura. UDELAR, Montevideo.

Chauvie, V y Picción, A. (2005). *Patologías de Condensación. Diseño y uso del edificio*. Montevideo: Facultad de Arquitectura. UDELAR

do Lago Helene, P. (1997). *Manual para reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto IMCYC. Recuperado de http://www.imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital.(2017,15de Diciembre).

Godoy, M. (2012). *El confort térmico adaptativo. Aplicación en la edificación en España*. Proyecto Final de Master. Universidad Politécnica de Catalunya UPC. Barcelona.

Helene, P y Pereira, F. (Ed). (2003). *Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón. Reparación, Refuerzo y Protección*. San Pablo: CYTED.

Instituto Uruguayo de Meteorología (02 de diciembre de 2017). *Características estacionales del clima*. Recuperado de <https://www.inumet.gub.uy/clima/caracteristicas-estacionales-del-clima>.

Prof. Ms.C. Ing. Julio César Pérez Pérez

Prof. Arq. Gustavo Sureda Menéndez

Prof. Mts. Arq. Pedro Ruíz Díaz Chiesa

Arq. Williams Bradford López

Arq. Daniel Pereyra Olivera

Institución: Facultad de Arquitectura - Universidad ORT Uruguay.