

Carlo COMIN Giorgio ESTRAFALLACES

IL CALCESTRUZZO PROIETTATO TECNOLOGIA E CONTROLLO

ATLANTE

Consulenze trasporti pubblici servizi ferroviari
editoria per formazione professionale

ATLANTE

Consulenza Trasporti Pubblici – Servizi Ferroviari – Editoria per la Formazione professionale
Via Luxemburg, 22/A – 40026 IMOLA BO
Tel. 339 2854920 www.atlanteimola.it atlante@atlanteimola.it

In copertina: Proiezione con lancia robotizzata al fronte di scavo in galleria

Impaginazione e stampa: Datacomp

Progettazione grafica – Impaginazione editoriale – Multimedia
Via Aspromonte, 5 – 40026 IMOLA BO
Tel. 0542 35435 www.datacompcreative.it valselice@gmail.com

Tutti i diritti riservati. Questa pubblicazione non può essere copiata, tradotta o riprodotta per intero o anche solo in parte, con qualsiasi mezzo o metodo, senza la preventiva autorizzazione dell'Editore.

Il testo non costituisce Pubblicazione Ufficiale di alcuna Società del Gruppo FS né tantomeno di Società fornitrici e costruttrici di Impianti infrastrutturali e tecnologici. Non può essere utilizzato direttamente per scopi ed attività connesse con le attività ferroviarie per le quali valgono e fanno fede leggi, regolamenti e disposizioni via via emesse dagli organi competenti. Ha il solo scopo di essere strumento didattico e di guida per l'approfondimento della conoscenza teorica e delle applicazioni pratiche della tecnologia del Calcestruzzo Proiettato

ISBN 978-88-940715-5-9

“Qualità significa fare le cose bene
quando nessuno ti sta guardando”

Henry Ford

Nel leggere questo lavoro di Carlo Comin e Giorgio Estrafallaces, due valenti tecnici delle Ferrovie dello Stato Italiane, mi è venuto in mente reiteratamente un aforisma *“A lesson learnt through actual experience is bound to have an impact upon you, and almost certainly will not be forgotten”* (Una lezione imparata attraverso l’esperienza reale, è destinata ad avere un impatto su di voi, e quasi certamente non sarà dimenticata).

Credo, infatti, che lo spirito che ha animato e sostenuto la produzione di questo libro risieda nella volontà di mettere a servizio degli altri le conoscenze acquisite “sul campo”, relative ad una tecnologia (il Calcestruzzo Proiettato CP) molto diffusa nella realizzazione delle opere in sotterraneo ma non organicamente trattata in ambiti normativi e/o accademici.

Il testo è articolato in modo strutturato: esordisce con un inquadramento generale del calcestruzzo proiettato partendo dalle origini della tecnologia, delinea le specificità del calcestruzzo proiettato rispetto a quello normale (scaricato nella cassaforma e vibrato), ne riepiloga le diverse tipologie e i rispettivi campi di applicazione e si sofferma sulle figure chiave per l’applicazione della tecnologia e le relative responsabilità.

Successivamente viene fatto un focus specifico sui materiali costituenti, sulla miscela di base, sul confezionamento, posa e stagionatura del prodotto e sull’insieme di controlli e verifiche da effettuare in corso d’opera sia sul fresco che sulla miscela indurita.

Infine, quale firma olografa degli autori ed a testimonianza della loro profonda cultura professionale, vengono dispensati dei suggerimenti, frutto delle *“lesson learnt”* appunto, che rappresentano il frutto dell’esperienza vissuta per prevenire l’insorgenza di difettosità che possono compromettere la qualità della lavorazione e/o ingenerare oneri manutentivi futuri.

Il tutto arricchito da schede sinottiche, foto, riferimenti normativi e bibliografici che completano il testo e agevolano eventuali approfondimenti che il lettore volesse intraprendere.

Buona lettura.

Ing. Luigi Evangelista

*Responsabile Direzione Gestione Commesse- Italferr SpA
(Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane)*

Il calcestruzzo proiettato o più propriamente il betoncino proiettato o gunite, è un materiale che siamo abituati a vedere in tutte le gallerie ed opere in sotterraneo del mondo, utilizzato per stabilizzare (normalmente provvisoriamente) le pareti di uno scavo appena aperto, tramite l’applicazione di una pressione radiale data appunto dal guscio di betoncino che si oppone con la sua resistenza alle forze d’ammasso. Grazie all’utilizzo delle pompe, della tecnologia dell’aria compressa e del dosaggio di acceleranti di presa, il betoncino proiettato si applica efficacemente alle superfici di scavo fresche conformandosi bene alla forma dello scavo e grazie all’uso dell’aria e dell’accelerante di presa è in grado di compattarsi nella fase di proiezione ed adesione alla parete e sviluppare rapidamente la sua resistenza.

Per il suo quotidiano utilizzo nelle gallerie (in scavo convenzionale) costituisce uno di quegli “arnesi” che non può mancare prima nelle mani del Progettista e poi successivamente nelle mani dell’Appaltatore, anche perché a volte può risultare necessario usarlo quasi come “pronto intervento” nella stabilizzazione di una parete di scavo.

È quindi molto importante da un lato declinarne bene prestazioni attese e specifiche progettuali, dall’altro studiarne mix design, confezionamento, logistica di trasporto, mezzi e personale per la posa in opera ed infine definirne i controlli per attestare il raggiungimento delle prestazioni attese. Mi fa quindi piacere che due colleghi che conosco bene come profondi studiosi delle dinamiche del calcestruzzo nelle sue varie possibilità di impiego e con una conoscenza largamente applicata in campo su cantieri ferroviari, abbiano voluto riassumere le loro conoscenze in questo volume che sicuramente sarà un utile riferimento nella pratica quotidiana degli operatori del sotterraneo.

Ing. Andrea Pigorini

*Responsabile Ingegneria delle Infrastrutture- Italferr SpA (Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane)
Presidente Società Italiana Gallerie*

PREFAZIONE

Shotcrete (or sprayed concrete, abr. SpC) technology in tunnelling and underground construction using the “New Austrian Tunnelling Method” NATM, “sprayed concrete linings” SCL, Norwegian Method of Tunnelling NMT, “Sequential Excavation Method” SEM or “L’Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli” ADECO-RS, has reached a high quality standard, which had continuously developed over the last decades. Figure 1 shows some of the milestones in shotcrete technology development from 1980 to 2019.

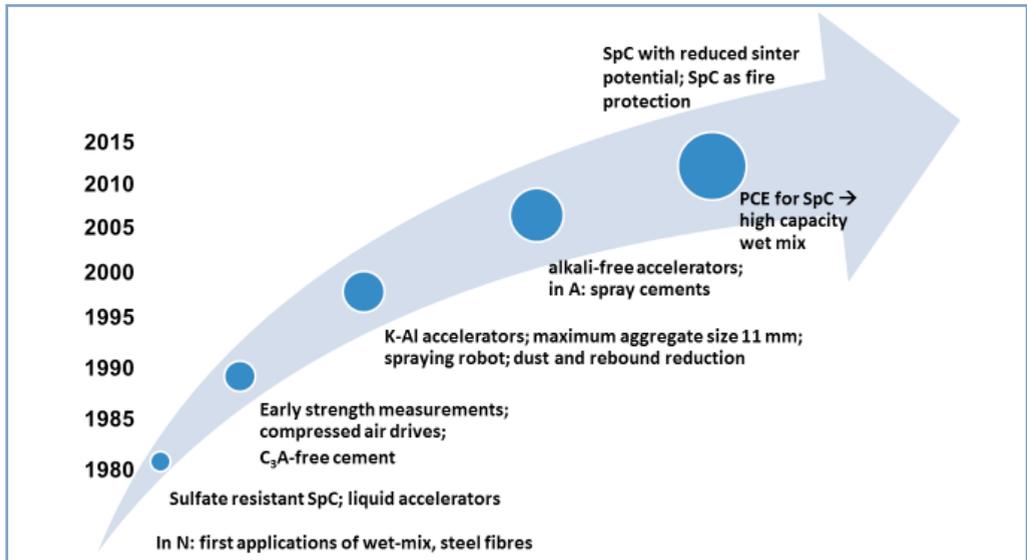


Figure 1: Shotcrete technology evolution for tunneling during the last years (exact data from Austria, Norway, but similar for other countries too)

In tunnelling the wet-mix method applied by spraying robots and using alkali-free accelerators is standard in many countries nowadays. We know a lot on early strength development, and we train the nozzle men in different programs. However, durability aspects are increasingly moving into the focus as new mega tunnel projects such as Trans-Alp-traverses are built to have a life time of up to 200 years. In addition, reports about shotcrete damage in tunnels are increasing. Damage to existing concrete structures e.g. due to sulphate attack and/or sulphate/thaumasite attack is becoming increasingly apparent. The requirements and regulations for shotcrete are comparable to normal concrete and documented in standards and guidelines such as EN 14487 as well as in local specifications and guidelines. In these documents, the apparent very shotcrete-aggressive environmental conditions in tunnels are partly underestimated. As we see in today's practice, several types of shotcrete damage mechanism and secondary reactions such as sintering can lead to undesirable limitations in operation. This affects not only the shotcrete but also the entire structure. For the operators and users of underground infrastructure this means an increasingly risk for necessary investments in maintenance and repair as well as restrictions in operation. Furthermore, in the interests of sustainable development and climate protection, resources should be used efficiently and sustainably. This is particularly effective if the service life of the tunnels can be extended to the expected service life.

Not only the durability requirements are very high for shotcrete but also the requirements for workability, pumpability, rebound and early strength development, just to name a few.

More durable and sustainable mixes must therefore offer robust fresh concrete properties for several hours. The mix-design must contain chemically resistant binders with low water requirement. The grading of the binding agents and aggregates should be optimized for a dense package. In the future, the mix-design for shotcrete will have to be better adapted to today's challenges. It is therefore necessary to develop new shotcrete mix-designs with increased durability and to consider the aspect of life cycle performance, to use up to date equipment for uniform material flow and better trained nozzlemen.

I would like to thank and congratulate my colleagues Carlo Comin and Giorgio Estrafallaces for writing this manual on shotcrete application.

May it be a source of inspiration for a successful application of shotcrete in your tunnels!

Prof. Dipl.-Ing. Dr. **Wolfgang Kusterle**
OTH University of Applied Sciences Regensburg
Oberperfuss, Austria, March 2019

La tecnologia del Calcestruzzo proiettato nelle costruzioni in galleria e in sotterraneo utilizzata nei metodi: "New Austrian Tunneling Method" NATM, "sprayed concrete linings" SCL, Norwegian Method of Tunneling NMT, "Sequential Excavation Method" SEM e "Analisi delle Deformazioni Controllate nelle Rocce e nei Suoli" ADECO-RS, ha raggiunto alti livelli di qualità, che si sono progressivamente incrementati negli ultimi decenni.

Nella Fig. 1 sono riportati alcuni dei capisaldi che hanno caratterizzato lo sviluppo della tecnologia del calcestruzzo proiettato dal 1980 a oggi.

Nella costruzione delle gallerie, la proiezione con metodo a umido utilizzando robot automatici e acceleranti alkali-free, è oggi pressoché standardizzata in molti paesi. Conosciamo molto sullo sviluppo della resistenza a breve termine e sono largamente applicati i programmi di addestramento dei lancisti. Tuttavia, gli aspetti della durabilità devono essere sempre più al centro dell'attenzione poiché i nuovi progetti dei mega tunnel, come ALP Transit, sono costruiti per durare 200 anni. Stanno aumentando inoltre, le segnalazioni sugli ammaloramenti del calcestruzzo proiettato. Si stanno manifestando in modo progressivo e sempre più evidente i danni alle esistenti strutture in calcestruzzo dovuti, ad esempio, all'attacco solfatico e/o solfato-thaumasite.

I requisiti e le normative da adottare per il calcestruzzo proiettato sono paragonabili a quelle per il calcestruzzo normale e si trovano sia nelle Linee guida, come la EN 14487, sia nelle Specifiche Tecniche dei progetti. In questi documenti, sono in parte sottostimate le condizioni ambientali presenti nei tunnel, veramente aggressive per il calcestruzzo proiettato. Come si riscontra nella pratica odierna, diversi tipi di fenomeni dannosi per il calcestruzzo proiettato e reazioni secondarie come la sinterizzazione possono determinare indesiderate limitazioni al normale esercizio dell'opera. Ciò riguarda non solo il calcestruzzo proiettato ma anche l'intera struttura. Per i gestori e gli utenti delle infrastrutture in sotterraneo ciò rappresenta un sensibile rischio per gli inevitabili investimenti nella manutenzione e nella riparazione, oltre alle inevitabili limitazioni per l'esercizio. Inoltre, nell'ottica dello sviluppo sostenibile e della salvaguardia climatica, le risorse dovrebbero essere utilizzate in modo efficiente e sostenibile. Ciò è particolarmente efficace se la vita utile dei tunnel rispetta quella attesa.

Per il calcestruzzo proiettato, quindi, devono essere molto elevati non solo i requisiti di durabilità, ma anche quelli di lavorabilità, pompabilità, rimbalzo e sviluppo iniziale della resistenza, solo per citarne alcuni. Le miscele, per assicurare la durabilità richiesta, devono mantenere, per il tempo necessario, la lavorabilità allo stato fresco prima della posa in opera. Il mix-design deve contenere leganti chimicamente resistenti che richiedano un basso fabbisogno d'acqua. Il rapporto tra legante e aggregati dovrebbe essere ottimizzato per garantire un prodotto finale di appropriata densità.

In futuro il mix-design del calcestruzzo proiettato dovrà essere meglio adattato alle sfide odierne. È pertanto necessario sviluppare sia nuovi mix design finalizzati a garantire una maggiore durabilità e il ciclo di vita utile dell'opera, sia utilizzare attrezzature idonee a garantire un flusso uniforme del materiale durante la proiezione e, infine, disporre di operatori alla lancia ben addestrati.

Desidero ringraziare e congratularmi con i miei colleghi Carlo Comin e Giorgio Estrafallaces per aver scritto questo manuale sul calcestruzzo proiettato e che possa essere proficuo per gli utilizzi nelle vostre opere in sotterraneo!

INDICE

PREFAZIONE	5
NOTA INTRODUTTIVA DEGLI AUTORI	9
RIFERIMENTI NORMATIVI	12
DEFINIZIONI	14
SIGLE E ACRONIMI	15
CAPITOLO 1 – ASPETTI GENERALI	16
1.1 Calcestruzzo Proiettato: Prodotto o Processo produttivo?	17
1.2 Origine ed evoluzione del Calcestruzzo proiettato	18
1.3 Il Calcestruzzo normale e il Calcestruzzo proiettato	22
1.4 Tipi e ambiti di applicazione del Calcestruzzo proiettato	25
1.5 Responsabilità delle figure chiave	26
CAPITOLO 2 – MATERIALI COSTITUENTI	27
2.1 Cemento	28
2.1.1 Il processo di idratazione del cemento	30
2.2 Aggregati	31
2.3 Acqua	33
2.4 Additivi per la miscela base	33
2.5 Additivi acceleranti	36
2.6 Aggiunte Tipo I e Tipo II	40
2.6.1 Fumo di silice	41
2.6.2 Ceneri volanti (Fly ash)	42
2.6.3 Loppa d’altoforno	42
2.6.4 Filler calcareo	42
2.6.5 Metacaolino	42
2.6.6 Pigmenti	43
2.7 Fibre di acciaio e polimeriche	43
2.7.1 Fibre di acciaio	45
2.7.2 Fibre polimeriche	46
CAPITOLO 3 – MISCELA BASE	48
3.1 Requisiti	49
3.2 Classificazione delle Miscele	51
3.3 Progettazione della miscela	52
3.4 Durabilità	53
3.4.1 Cause fisiche – Effetto del gelo	54
3.4.2 Cause termiche – Resistenza al fuoco	55
3.4.3 Cause chimiche	55
3.4.3.1 Acque pure	56
3.4.3.2 Acque acide (Carbonatiche)	56
3.4.3.3 Corrosione e Carbonatazione	57
3.4.3.4 Attacco Solfatico	58
3.4.3.5 Reazione Alkali-Silice	58
3.4.3.6 Eluizione e lisciviazione (Leaching)	59
3.5 Sostenibilità	61
3.6 Qualificazione delle Miscele	61

CAPITOLO 4 – CONFEZIONAMENTO, POSA E STAGIONATURA	65
4.1 Confezionamento e trasporto della miscela base	66
4.2 Operatore alla lancia (Lancista)	67
4.3 Posa in opera	69
4.3.1 Processo per via secca	74
4.3.2 Processo per via umida	75
4.4 Stagionatura	77
4.4.1 Stagionatura del CP ad alte e basse temperature	78
CAPITOLO 5 – CONTROLLI E VERIFICHE IN CORSO D’OPERA	79
5.1 Umidità degli aggregati	80
5.2 Prove allo stato fresco	81
5.2.1 Temperatura e lavorabilità	81
5.2.2 Rapporto a/c	81
5.2.3 Additivo erogato	81
5.2.4 Materiale di rimbalzo	83
5.3 Prove allo stato indurito	84
5.3.1 Resistenza del Calcestruzzo proiettato giovane	84
5.3.1.1 Prova con penetrometro	86
5.3.1.2 Prova di sparo/estrazione chiodi	88
5.3.2 Resistenza a compressione oltre 24 ore dalla posa in opera	90
5.3.3 Tempo di presa	93
5.3.4 Spessore in opera	94
5.3.5 Resistenza a trazione	94
5.3.6 Resistenza a flessione	95
5.3.7 Assorbimento di energia	97
5.3.8 Contenuto di Fibre	99
5.3.9 Adesione al supporto	101
5.3.10 Resistenza alla penetrazione dell’acqua in pressione	102
5.3.11 Resistenza ai cicli di Gelo-Disgelo	103
5.3.12 Resistenza al solfato	103
CAPITOLO 6 – QUALCHE SUGGERIMENTO OPERATIVO	104
A Armatura del Calcestruzzo Proiettato: rete o fibre?	105
B Fessurazioni e ripristini	106
C Lunghezza delle fibre di acciaio	107
D Immissione e dispersione delle fibre nella miscela base	107
E Verifica della efficace diffusione e distribuzione delle fibre di acciaio	109
F Verifica dello spessore del Calcestruzzo Proiettato	110
G Corretta posa in opera del Calcestruzzo Proiettato	110
H Modalità di prova e risultati	112
I Modalità di risoluzione delle Non Conformità	113
J Identificazione e rintracciabilità certa dei provini	114
APPENDICI	116
APPENDICE A – Tabella riassuntiva con la frequenza e i limiti di accettabilità delle prove	117
APPENDICE B – Esempio di voci di tariffa per Calcestruzzo Proiettato	119
APPENDICE C – Requisiti e proprietà delle fibre	121
NOTE	122
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	123
GLI AUTORI	125

NOTA INTRODUTTIVA DEGLI AUTORI

“Un lavoro realizzato male si porta dietro una onerosa eredità non solo per chi lo ha commissionato ma soprattutto per le future generazioni che pagheranno i costi di continue e costosissime manutenzioni”

Nei tempi recenti la tecnologia delle costruzioni e dei materiali ha compiuto notevoli progressi “nella teoria” a cui non si sono associati analoghi sviluppi “nella pratica”. Ciò a causa di una carenza del concetto di “etica del costruire”, etica che, al di là del rispetto delle innumerevoli e talvolta ridondanti Leggi che sono emanate o aggiornate spesso in modo non coordinato, deve presidiare la fondamentale esigenza di tutelare l’investimento pubblico e privato evitando false spese per la collettività nell’immediato (in fase realizzativa) e onerosi costi di manutenzione in futuro (nel corso della vita nominale dell’opera).

Solamente la continua, costante e rigorosa applicazione del concetto di “Etica Civica” e “Best Practice” da parte di tutti gli attori del Processo (Committente, Progettista, Direttore dei Lavori, Appaltatore e Collaudatore) può consentire di spiccare il tanto atteso “salto di qualità”. (Figura 2, Figura 3)



Figura 2: Requisiti per la Qualità finale del prodotto



Figura 3: Tecnologia e processo, fattori per la Qualità finale del prodotto

In particolare, il comportamento etico si deve tradurre nella continua ricerca della durabilità delle opere realizzate che, da molti anni, è uno dei temi più dibattuti perché costituisce la causa più ricorrente del degrado delle strutture.

A partire dall’ideazione di un’opera è necessario che le fasi di promozione e di progettazione siano gestite da un processo di pensiero che preveda i possibili tipi di dissesto.

Il rispetto della normativa sarà considerato uno degli “input” della progettazione e non l’obiettivo finale; infatti nel caso di carenza nella normativa il Progettista deve farsi carico di definire prescrizioni aggiuntive o integrare quelle disponibili.

Per quanto riguarda i Controlli, l’esigenza di una efficace struttura di controllo è necessaria per prevenire comportamenti a volte irresponsabili degli esecutori che alterano i già labili equilibri nel rapporto tra produzione e qualità con gravi o irreparabili danni per la durabilità della struttura. In definitiva è quanto mai urgente che tutti gli addetti ai lavori, Progettisti, Direttori dei Lavori, Imprese, Fornitori, Collaudatori ma in particolare le Stazioni Appaltanti, diano concreto impulso al processo di diffusione della cultura del “Controllo di Qualità” in merito alla quale si deve prendere atto che bisogna percorrere ancora un lungo cammino per passare dagli attuali approcci di tipo normativo/coercitivo (che producono solamente ipertrofia burocratica e immaturità etica) a una visione completa e sistematica di processi che devono assumere la dignità di vere e proprie discipline tecnologiche.

In tale contesto, una particolare attenzione va rivolta al Calcestruzzo Proiettato (nel seguito CP) per il quale, negli ultimi 20 anni, la tecnologia ha compiuto notevoli progressi senza però riuscire a conferire a questo materiale la dignità strutturale che dovrebbe avere, anziché quella attuale di struttura provvisoria, quasi “a perdere”.

Il CP, infatti, è stato considerato a lungo, nel nostro paese, un mezzo d’opera a carattere prevalentemente provvisoria con funzioni di sola protezione delle maestranze e di supporto temporaneo nelle applicazioni in sotterraneo.

Le modeste caratteristiche prestazionali richieste al materiale in sede di progettazione, facilmente ottenibili utilizzando generosi dosaggi di acceleranti e i tempi ristretti di avanzamento dei lavori, non hanno favorito un approccio più professionale ed efficace alle modalità di confezionamento e soprattutto di posa in opera del CP.

La qualità finale di una struttura in CP è, infatti, determinata dalle caratteristiche dei materiali costituenti la miscela e dalle attrezzature di proiezione utilizzate ma soprattutto dall’adozione di corrette e rigorose modalità di applicazione in opera che contribuiscono a determinare la durabilità della struttura nel lungo termine.

Le modalità di applicazione sono spesso determinate dal comportamento dell’operatore alla lancia (nel seguito definito anche *lancista*) che provvede alla posa in opera del CP orientando l’ugello, regolando il dosaggio dell’additivo, l’intensità del flusso della miscela in uscita e lo spessore dello strato applicato.

Diversamente da quanto avviene in altri paesi nel mondo, nella maggior parte dei cantieri del nostro Paese, per opere in sotterraneo non è contemplata la figura professionale del *lancista*. Nessuna competenza specialistica è riconosciuta alle maestranze addette alla posa in opera del CP i cui compiti rientrano pertanto nella genericità degli incarichi che l’operatore stesso è chiamato ad assolvere.

Un ruolo spesso affidato a operatori improvvisati, di scarsa cultura tecnologica, dotati di esperienze fai-da-te, solo di rado adeguatamente formati allo scopo, la cui abilità è valutata più sulla produzione oraria che sulla qualità finale del prodotto posto in opera.

Al contrario, per poter assicurare al CP le prestazioni richieste minimizzando lo sfrido, l’usura delle attrezzature, il costo della posa in opera, è importante formare figure professionali specializzate qualificando il lancista attraverso appositi programmi comprensivi di lezioni teoriche, da condurre in aula, e di esercitazioni pratiche, in campo, al fine di verificare gli apprendimenti conseguiti riguardo alle tecniche di proiezione, agli aspetti ambientali e a quelli della sicurezza sul lavoro.

L’accresciuta sensibilità alle tematiche ambientali e alla qualità richiesta ha indotto amministrazioni e stazioni appaltanti a richiedere requisiti sempre più prestazionali con ridotti impatti per l’ambiente e la salute degli operatori stessi.

In questo contesto uno dei primissimi casi di riconoscimento formale dello specifico ruolo del *lancista* si è avuto durante i lavori di realizzazione della tratta ferroviaria AV Bologna-Firenze ove, nel 1995, per l’esigenza di responsabilizzare gli operatori alla lancia, è stata predisposta, per la prima volta, apposita procedura. La procedura tracciava le linee guida per la qualificazione dei *lancisti* nell’ambito della più ampia attività di qualifica del “*Processo speciale Calcestruzzo Proiettato*” e lasciava all’Appaltatore il compito di attestarne la capacità con prove pratiche di campo.

Qualche anno dopo, fu la Norma UNI 10834:1999 sul CP, a introdurre un timido e generico richiamo alla figura del lancista che “*deve possedere un’adeguata conoscenza del CP a seguito di corsi teorici e prove pratiche*”. La Norma tuttavia, per quanto innovativa, non forniva alcuna indicazione su quali dovessero essere i soggetti abilitati a rilasciare le attestazioni di idoneità, sulle prove pratiche da eseguire, sulla durata dei training, sulle modalità di valutazione, sui criteri d’esame.

Col tempo la Norma UNI 10834 è stata ritirata senza essere sostituita dall'Ente di normazione nazionale. Ma mentre in Italia non esiste una normativa specifica per la certificazione dell'operatore alla lancia, i Paesi tecnologicamente più evoluti nel campo del CP già da qualche decennio richiedono "training" e severi "assessment".

Basti ricordare a solo tipo di esempio, le Norme redatte dall'American Concrete Institute (ACI) e dalla Sprayed Concrete Association (SCA) per la certificazione del "lancista".⁽¹⁾

Partendo da queste, non brevi ma utili premesse, il testo descrive, in modo sintetico, i principali aspetti della tecnologia del CP, i materiali costituenti da utilizzare in relazione allo specifico impiego, le modalità di posa in opera, i relativi controlli di conformità, i campi di applicazione. In particolare, sono trattati i controlli che il Direttore dei Lavori ha il compito/dovere di presidiare in ottemperanza alle disposizioni di legge e di capitolato e sono illustrate, sinteticamente, le più ricorrenti cause di "Non Conformità" alle prescrizioni contrattuali riscontrate nella pratica dei cantieri.

Lo scopo e l'auspicio degli autori è di fornire un contributo alla conoscenza e diffusione di una tecnologia che, per quanto largamente impiegata, è spesso affetta da realizzazioni non conformi con esiti purtroppo nefasti per la durabilità delle opere, in particolare per le parti di opera non ispezionabili.

Il testo, predisposto anche sulla base di esperienze dirette maturate sui cantieri, non intende declinare una sterile raccolta delle indicazioni normative vigenti (destinate peraltro ad essere modificate nel tempo) quanto rappresentare un ausilio per i tecnici interessati alle problematiche del calcestruzzo proiettato nel momento delle scelte – orientate, si spera – a privilegiare gli aspetti prestazionali e di durabilità del prodotto.

Schede sinottiche, foto, riferimenti normativi e bibliografici completano il testo per un più agevole approfondimento delle tematiche.

NOTA

Per ulteriori e più dettagliati suggerimenti e informazioni sulla Gestione dei Lavori, sulla Gestione dei Materiali da costruzione e sulla Gestione della Sicurezza nelle Aziende e nei Cantieri si rimanda ai seguenti testi di interesse per gli aspetti tecnico-amministrativi e pratici di cantiere.

1. Guida alla Direzione dei Lavori per gli appalti delle società del Gruppo FSI – Profili gestionali, economici e giuridici – Addamo Santi e Addamo Rosaria – ATLANTE Editore;
2. La gestione dei materiali da costruzione – Calcestruzzi e acciai – Aspetti economico-normativi e lineamenti tecnico-gestionali – Addamo Santi e Addamo Rosaria – ATLANTE Editore;
3. La gestione della sicurezza nelle aziende e nei cantieri temporanei e mobili – Orientamenti giurisprudenziali tratti da casi pratici – Addamo Santi, Addamo Rosaria e Patriarca Marco – ATLANTE Editore.