

# Qualità

2/21  
APRILE GIUGNO

DAL 1971 LA RIVISTA ITALIANA PER I PROFESSIONISTI  
DELLA QUALITÀ E DEI SISTEMI DI GESTIONE

ITALIAN JOURNAL OF QUALITY  
& MANAGEMENT SYSTEMS



**SPECIALE**  
**SETTORE**  
**Costruzioni**





VDA 2 - Approvazione del processo produttivo e del prodotto

VDA 6.5 - Qualificazione dell'auditor di prodotto

**VDA | QMC**

Qualitäts Management Center  
im Verband der Automobilindustrie

VDA è l'Associazione tedesca della filiera automobilistica e raggruppa i principali costruttori tedeschi di autoveicoli e i loro fornitori. Una delle aree in cui è strutturata l'Associazione tedesca è il Quality Management Centre (VDA QMC), controllato, in termini di sviluppo e direzione, dal collegato Ente tedesco per la qualità (QMA).

Aderiscono al QMA i costruttori dell'industria automobilistica tedesca e numerosi fornitori automotive, singolarmente rappresentati dai propri Direttori Qualità senior, mentre la rappresentanza di VDA è affidata a un Direttore Generale.

## ANFIA Service licenziataria ufficiale per l'Italia

**Approvazione del processo produttivo e del prodotto - Aggiornato alla nuova edizione della guida VDA 2 (Aprile 2020)**

Il volume VDA 2 "Quality Assurance for Supplies" descrive la procedura per l'approvazione del processo di produzione e del prodotto. Questo metodo accerta la capacità qualitativa dei processi in condizioni di serie e la conformità dei prodotti utilizzando documenti, registrazioni e campionature. Il corso si propone di illustrare come applicare correttamente questo standard VDA: i partecipanti acquisiranno la competenza della procedura PPA e impareranno a pianificare e coordinare il processo. Inoltre, verrà illustrata l'applicazione del metodo PPA al software come prodotto e/o come parte di un prodotto.

**Prossimo corso in partenza:**

- 29-30 marzo 2021, sede ANFIA - Torino

La Guida VDA 2 sarà a breve disponibile per l'acquisto.

*Entrambi i corsi prevedono una verifica finale dell'apprendimento per il rilascio dell'attestato di qualificazione e sono erogati da ANFIA Service su licenza ufficiale per l'Italia del VDA QMC.*

QMA è una piattaforma comune per lo sviluppo e l'applicazione di strategie armonizzate e metodi per la qualità nell'ambito dell'industria automotive globale, e si impegna nello sviluppo continuo di questi standard.

Attraverso l'offerta formativa e didattica di VDA QMC, i contenuti standard sviluppati e pubblicati da VDA vengono organizzati in moduli sulla gestione della qualità specifici del settore ed erogati da formatori qualificati e autorizzati VDA QMC. Per garantire una formazione VDA QMC di successo all'industria automotive globale al di fuori della Germania, è stata creata una rete internazionale di partner autorizzati, in grado di fornire il materiale didattico nella lingua originale dei vari Paesi, e con il contributo della propria competenza ed esperienza. Il rappresentante ufficiale VDA QMC per il mercato automotive italiano è ANFIA Service.

**Qualificazione dell'auditor di prodotto - Aggiornato alla nuova edizione della guida VDA 6.5 (Marzo 2020)**

Il corso fornisce un approccio sistematico e strutturato alla conduzione di audit di prodotto efficienti, tenendo in considerazione anche il lato economico. Aspetti quali le crescenti richieste del cliente, i requisiti di sicurezza e le normative vigenti portano inevitabilmente a prodotti più complessi, e i car maker e la supply chain sono richiamati all'identificazione delle caratteristiche di prodotto e al trasferimento di queste nei prodotti stessi. Nello stesso tempo, la qualità del prodotto è garantita dalla coerente attuazione dei metodi di pianificazione preventiva della qualità. L'audit di prodotto deve quindi dimostrare il livello di qualità dei prodotti fabbricati internamente ed esternamente.

**Prossimo corso in partenza:**

- 25 febbraio 2021, sede ANFIA - Torino

La Guida VDA 6.5 è già disponibile per l'acquisto.

# Un Ponte verso il futuro

“ I BUONI ESEMPI CHE CI FANNO SPERARE. CHE SIA IL PRIMO DI TANTI. ”



**DAVIDE FERRARA**  
Direttore Editoriale,  
Segretario Aicq Nazionale  
[gestione@aicq.it](mailto:gestione@aicq.it)

**C**apacità di credere in sé stessi ma anche nel lavoro di squadra. L'orgoglio di affermarsi all'Interno di gruppi di lavoro che esprimono forza ed energia per traguardi di eccellenza. La tecnologia che dispiega la sua capacità di superare difficoltà attuative. Realizzare un Ponte è collegare mondi, persone, creare oppor-

tunità di incontro. Usando tecnica, ingegno, volontà di tradurre in realtà una idea e vederne l'utilizzo.

Chi attraversa ogni giorno questo Ponte ringrazia senza clamore chi lo ha reso una nuova grande opportunità per il Territorio, per l'Italia. Siamo, come accade dopo grandi disastri, a partecipare ad una "rigenerazione" che sono sicuro sarà entusiasmante per nuove generazioni di professionisti. È stato un esempio di come un Paese come il nostro possa ripartire e "rigenerarsi". Di come il Sistema Italia, Industriale, Civile, Solidale, Umano, possa interrompere ed invertire un declino che talvolta sentiamo come ineluttabile.

In fondo la Qualità è soprattutto capacità di valorizzare le migliori energie umane e rispondere alle sfide.

Uno degli insegnamenti che ricordo sempre da quando anch'io ero un giovane professionista è che la prima delle Qualità è non piangersi addosso ma rimboccarsi le maniche.

Grazie a Tutti coloro, Curatori ed Autori che si sono impegnati in questo Speciale.



## Editoriale

di Davide Ferrara

## 1 Presentazione dello Speciale

a cura di Alessandro Stratta e Pietro Fedele

## 3 Scenari

a cura di Roberto Verdone

4

### Approccio prestazionale e risk-based thinking nella ISO 9001:2015

di Nicola Gigante

### L'evoluzione delle norme. Verso un'armonizzazione dei concetti legati al rischio ed alla sua gestione in tutti i settori

di Gennaro Bacile Di Castiglione

### RISK MANAGEMENT nei progetti

di Pier Luigi Guida

### L'unico rischio che conta: utilizzo del livello di rischio globale nel Risk Management di commessa

di Guido Mastrobuono

### Verifica della progettazione: strumento di collaborazione, prevenzione e risk management

di Daniele Baldi

5

### Il PMC per la gestione del rischio di progetto. Utilizzo del livello di rischio globale nel Risk Management di commessa

di Andrea Tomarchio, Cinzia Pica, Andrea Botto

8

### Smontaggio e demolizione del Ponte Morandi - Genova

A cura di ATI DEMOLITORI PONTE MORANDI: Fratelli Omini Spa, Fagioli Spa, Ireos Spa, Ipe Progetti Group

11

### Nuovo viadotto sul Polcevera. Una nuova esperienza di costruzione

di Francesco Poma, Ivan La Terza, Simona Olcese, Francesco Grasso Leanza

19

### Il montaggio del nuovo Ponte San Giorgio con mezzi di sollevamento speciali

di Paolo Cremonini, Loris Giovannini, Moreno Massetti

25

### Associazione Italiana Cultura Qualità

28

33

46

52

60

# La realizzazione del Ponte San Giorgio di Genova, un esempio di successo nell'applicazione del risk management

**I**l Settore Costruzioni di AICQ da tempo è impegnato nel promuovere e diffondere le conoscenze nel campo della Qualità e delle tematiche affini, tra queste il risk management.

Ciò nella convinzione che l'adozione da parte di tutti gli interessati di efficaci sistemi gestionali orientati alla Qualità può portare benefici a ciascuno, a livello individuale ed alla collettività nel complesso. Il confronto avviene su temi di estremo interesse per tutti i partecipanti e che riguardano soprattutto la Next Generation EU. È per questo motivo che da anni il Settore organizza convegni sui temi di interesse nelle costruzioni. Sono state realizzate tante attività con importanti risultati sia dal punto di vista scientifico che di partecipazione.

In quest'ottica il Settore si è particolarmente impegnato nell'approfondire il tema del Project & Risk Management ponendo l'accento sui diversi aspetti che riguardano, sia il quadro normativo che la gestione del risk.

A questo scopo è stato organizzato un evento dal titolo "Applicazione delle metodologie di individuazione e gestione dei rischi alla luce delle esperienze maturate nel progetto relativo al cantiere del nuovo ponte San Giorgio di Genova". Questa è stata l'occasione per dare "voce" ai protagonisti (progettisti, direzione lavori, demolitori e costruttori) che hanno lavorato alla realizzazione di una grande opera, importante per Genova e per l'Italia. L'obiettivo è stato quello di analizzare le esperienze delle più importanti aziende italiane coinvolte nel progetto, che hanno "messo a terra" i principi del risk management in questo lavoro.

Abbiamo potuto capire che il successo raggiunto nella realizzazione del Ponte è dovuto alla piena collaborazione e sinergia che c'è stata tra tutti gli attori coinvolti, nonché all'applicazione efficace e convinta del risk management da parte di tutti gli attori coinvolti nella realizzazione dell'opera.

#### ALESSANDRO STRATTA

Presidente del Settore Costruzioni di AICQ, Consulente Libero Professionista  
*alessandro.stratta@tin.it*

#### PIETRO FEDELE

Past Presidente AICQ Nazionale e Settore Costruzioni, Consigliere AICQ SICEV  
*p.fedele@outlook.it*

Infatti in questa occasione tutte le Società coinvolte nella realizzazione hanno lavorato all'unisono mettendo in pratica quello che la teoria e le norme raccomandano. La ricostruzione del ponte è stata senza ombra di dubbio l'occasione che ha dimostrato come in Italia ci siano eccellenze di elevato livello internazionale che, senza derogare da vincoli legislativi e normati-

vi, hanno realizzato un'impresa, a detta di tutti, di grandissimo valore e soprattutto nei tempi e nei metodi previsti.

Il convegno di dicembre 2020 ha visto la partecipazione dei principali attori di questa grande opera.

Il progettista ha esaminato i rischi associati alle fasi di demolizione, costruzione e manutenzione dell'opera.

L'Organismo di Ispezione ha effettuato la verifica di terza parte sul progetto ai sensi della normativa degli appalti pubblici (D.L.vo 50-2016) in un'ottica di massima collaborazione e prevenzione, con lo scopo ultimo di accertare la rispondenza del progetto alla normativa e alle disposizioni tecniche vigenti.

Un ulteriore Team ha avuto il compito di integrarsi con la struttura commissariale in modo da garantire che i requisiti del progetto, la qualità, la pianificazione, la coerenza tra il progetto e la costruzione, i tempi ed i costi fossero soddisfatti. Anche le imprese hanno dovuto affrontare e gestire al meglio, anche con simulazioni ad hoc, i rischi associati alla demolizione, al trasporto di elementi prefabbricati e alla successiva realizzazione, in un contesto fortemente urbanizzato. Anche in questa occasione tutto è stato fatto con un'attenta analisi e gestione dei rischi a cui si andava incontro con le attività a questo scopo necessarie.

Gli articoli qui proposti sono proprio la testimonianza di quanto di straordinario è stato fatto. I professionisti che avevano riportato le loro esperienze al convegno le hanno riportate in articoli che rimarranno sicuramente una guida utile alle future generazioni e per questo va il sincero ringraziamento del Settore Costruzioni e dell'AICQ.

# Tecnologie 4.0 per le PMI: 5G e IoT

A CURA DI **ROBERTO VERDONE**  
 Professore, DEL, Università di Bologna  
 Direttore, WiLab, CNIT  
[www.robertoverdone.org](http://www.robertoverdone.org)  
[roberto.verdone@unibo.it](mailto:roberto.verdone@unibo.it)

**L**e tecnologie 4.0 si stanno dimostrando fondamentali per lo sviluppo delle grandi aziende. Ma qual è la situazione delle piccole-medie imprese (PMI)?

L'osservatorio del Politecnico di Milano per l'Innovazione Digitale nelle PMI ha evidenziato che solo il 39% di esse è consapevole dell'esistenza e delle possibilità offerte dalle tecnologie 4.0, diversamente dalle grandi, in cui il 97% delle aziende le conosce e il 54% le utilizza.

Tra le PMI, solo il 13% ha utilizzato queste tecnologie per la realizzazione di almeno un progetto, rendendo le PMI inadeguate ad affrontare la sfida economica e sociale che stiamo fronteggiando oggi, e che sarà ancora più dura in futuro.

Con tecnologie 4.0 si identificano quelle applicazioni che si affidano alla rete 5G e all'Internet of Things, sfruttandone le potenzialità offerte per migliorare vari aspetti della vita umana, sia dal punto di vista personale che da quello produttivo.

La quinta generazione della telefonia mobile viene definita 5G e prevede un'importante evoluzione rispetto a quella precedente.

In ambito industriale il 5G viene percepito come rivoluzionario; tuttavia, è bene rendersi conto di alcuni limiti: se da una parte è innegabile che esso permetta la trasmissione di dati ad una maggiore velocità e con una latenza molto bassa, bisogna sottolineare che non si tratta di una rete unica, come poteva essere il 4G o le reti precedenti, ma di tre tipologie di reti distinte (eMBB, URLLC, mMTC) che offrono prestazioni eccezionali ma diverse, e che vanno utilizzate separatamente.

Ne consegue che gli operatori non si possono limitare ad installare la nuova rete 5G, ma devono invece valutare le aree geografiche corrette per l'impianto e il tipo di rete da utilizzare in base ai servizi richiesti. Da questo punto di vista è necessario iniziare a dialogare maggiormente con le aziende e con il territorio, modificando il business model in base alle singole realtà. Anche per questa ragione, ad oggi, il 5G copre solamente il 10% del suolo nazionale e sta progredendo con grande lentezza.

Inoltre, occorre sfatare il mito per cui il 5G sia il principale strumento per l'accesso all'IoT: l'Internet of Things, o l'Internet delle Cose, già nel 2019 disponeva di un mercato di 3,5 miliardi di euro utilizzando tecnologie wireless che costano infinitamente meno rispetto al 5G.

L'IoT si riferisce all'utilizzo di Internet esteso al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti, permettendo loro di comunicare e di condividere dati e di-

ventando oggetti/aree di applicazione intelligenti (Smart Objects o Smart Cities).

Solo in Emilia Romagna, Lepida offre gratuitamente la rete IoT LoRaWAN per l'agricoltura di precisione ed altre applicazioni, senza che ci sia bisogno di utilizzare la rete mMTC del 5G; nell'ambito degli aeroporti, delle stazioni e delle aree portuali, alcuni operatori dispongono inoltre di Narrowband-IoT (NB-IoT), servizio 4G che viene offerto a pagamento.

Nell'ambito dell'industria automobilistica e della meccatronica è invece essenziale investire sul 5G ed è in questo senso che si auspica una call to action delle PMI, le quali solitamente si concentrano sull'innovazione dei prodotti senza tenere in considerazione l'innovazione dei processi, per i quali sono fondamentali le tecnologie 4.0.

Ma perché queste tecnologie innovative sono state considerate da un numero esiguo di PMI?

Possiamo identificare alcune cause: innanzitutto vi è, generalmente, una mancanza di figure manageriali con competenze digitali (e-manager) che siano in grado di comprendere e identificare le risorse giuste per far crescere la propria impresa. Proprio per questo è fondamentale attuare un'integrazione paradigmatica di esperti che abbiano background digitali avanzati. In secondo luogo, è evidente una carenza di professionisti con competenze digitali (ingegneri elettronici e delle telecomunicazioni in primis), essenziali per fornire alle imprese competenze e strumenti per crescere. È evidente come sia necessario incentivare i più giovani ad intraprendere carriere universitarie STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica, con acronimo in inglese).

In conclusione, affinché le PMI possano crescere e svilupparsi, innovando il processo di produzione grazie alle tecnologie 4.0, e quindi a beneficio del loro prodotto finale, è necessario agire con quella lungimiranza e coraggio atti a realizzare progetti-pilota per testare "sul campo" le loro innovazioni. Per fare ciò bisogna promuovere il dialogo e la collaborazione tra le PMI e gli operatori, attuando una collaborazione che sia proficua e che permetta un efficiente utilizzo delle risorse offerte dal 5G, affidandosi agli stakeholder regionali e ai centri di ricerca e consulenza come il WiLab.

WiLab è un laboratorio di comunicazione wireless del CNIT in Emilia Romagna, che raccoglie tutte le competenze universitarie nel settore del 5G e dell'IoT di Bologna, Ferrara e del CNR, mettendole a disposizione delle grandi e piccole-medie imprese sul territorio Nazionale, con la flessibilità di una s.r.l.. Ad oggi, il WiLab compie innovazione e ricerca a lungo e a breve termine, offrendo le sue competenze a grandi aziende come Huawei e TIM, ma anche ad imprese locali come Lepida, Neptune, Wi4b, Uniset e Idesio con la visione di diventare il centro italiano per il wireless.





# Approccio prestazionale e risk-based thinking nella ISO 9001:2015

**NICOLA GIGANTE**  
Lead Assessor ACCREDIA  
[n.giga@tin.it](mailto:n.giga@tin.it)

## Risk-based thinking: origine e significato

L'appendice A della UNI EN ISO 9001:2015 chiarisce (A4) che l'introduzione del risk-based thinking nella Norma "ha consentito una certa riduzione dei requisiti *prescrittivi*, e la loro sostituzione con requisiti di natura *prestazionale*". Dunque, il nesso fra approccio basato sul rischio e orientamento al risultato, ancorché intuitivo, è dichiarato, nello stesso testo della ISO 9001, come uno degli elementi caratterizzanti di quest'ultima edizione.

Conviene ricordare che l'origine di questa novità (rispetto alle edizioni 2000 e 2008 della ISO 9001) risiede in quella "Struttura di Alto Livello" (*High Level Structure-HLS*) che una risoluzione del Technical Management Board dell'ISO ha "imposto" nel 2012 come modello unico per tutti gli standard sui sistemi di gestione, quanto a struttura, terminologia, e contenuti comuni, incluso, appunto, il "pensare in base al rischio". Aderendo alla matrice HLS, la ISO 9001:2015 ha in effetti adottato diffusamente il nuovo modello mentale "risk-based", richiamandolo praticamente in ogni capitolo.

In generale, "Risk-Based Thinking" identifica un nuovo approccio alla gestione per la qualità, basato, oltre che sulla puntuale corrispondenza a specifiche prescrizioni, sulla capacità, da parte di ciascuno nell'organizzazione, di assumere decisioni e intraprendere azioni non in modo "meccanico" ed acritico, ma come effetto di una valutazione "logicamente" corretta delle possibili conseguenze, positive o negative.

D'altra parte, la ISO 9001 ha sempre costituito "in sé" uno strumento per prevenire gli accadimenti negativi (relativamente alla *qualità*): dunque l'esplicitazione di tale approccio deve intendersi soprattutto come una sollecitazione a:

- utilizzare la Norma stessa "al meglio", facendo in modo, tra l'altro, che la diversa significatività (fino alla "non applicabilità") dei requisiti sia adeguatamente interpretata e applicata, per i diversi tipi di organizzazione, processi e attività;
- minimizzare la possibilità di errori e impedimenti che potrebbero ostacolare l'applicazione della Norma;
- gestire razionalmente le situazioni meno prevedibili e consolidate, quelle cioè maggiormente condizionate dal contesto e/o soggette a cambiare, indirizzando opportunamente le scelte e le decisioni dell'organizzazione.

Nel primo caso, soddisfare la UNI EN ISO 9001 significa soprattutto assicurare la disponibilità di strumenti per la sistematica gestione di processi e attività (comprese le procedure e le istruzioni documentate, i controlli, le registrazioni), in proporzione al rischio.

Nel secondo caso, si tratterà di rispondere alla domanda: "che cosa potrebbe non funzionare?" nel modo in cui si è deciso di applicare un requisito della Norma.

Nel terzo caso, soddisfare la Norma significa fornire supporti per l'assunzione delle decisioni (es.: regole e criteri di decisione, checklist, strumenti di problem solving, formazione, ecc.).

## Le doti organizzative per affrontare con successo rischi e opportunità

Un sistema di gestione per la qualità risulterà efficace, cioè tale da assicurare la regolare conformità dell'output, ed effettivamente concentrato sulla crescente soddisfazione del cliente, nella misura in cui sarà (e dimostrerà di essere) in grado di presidiare le circostanze, sia favorevoli che negative, generate dal contesto, cioè di determinare e affrontare razionalmente rischi e opportunità, in proporzione alla loro importanza. Ciò si esprimerà, da parte dell'organizzazione, attraverso:

- La sistematica applicazione delle regole gestionali e operative fissate per corrispondere alla propria "quality policy" e alle strategie.
- L'attento monitoraggio dello scenario, per individuare eventuali "variazioni del quadro" (per esempio, nuove prescrizioni normative, nuove istanze delle parti interessate, accadimenti non previsti, ecc.).
- La capacità di adattare prontamente ed efficacemente i propri corsi di azione, a fronte delle modifiche o degli eventi inattesi intervenuti a perturbare lo scenario "ideale" di riferimento. Ciò include la creatività, intesa come capacità di elaborare soluzioni originali, e può rappresentare uno stimolo per l'innovazione.

In altre parole, l'organizzazione dovrà dimostrare *diligenza, attenzione, intelligenza* (cioè capacità di individuare soluzioni inedite a problemi nuovi); "doti" di cui è facile cogliere il senso evolutivo:

- la diligente e regolare applicazione delle *routine* corrisponde alle attitudini di ogni sistema "meccanicamente" affidabile, in grado cioè di replicare le proprie azioni senza significativi scostamenti o tendenze, ed è propria dei processi ripetitivi e automatici;
- l'attenzione rivolta al contesto è propria di ogni sistema organico, dotato di capacità percettive, e in relazione con il proprio ambiente;
- la capacità di reagire creativamente alle variazioni del contesto è propria dei *sistemi complessi adattivi*; è una forma elevata di intelligenza e attiene, nella sua espressione più evoluta, all'essere umano.

Tali "doti" dovrebbero ispirare, come appropriato, la stessa struttura delle procedure del sistema di gestione per la qualità (Figura 1), in modo che esse supportino tanto le *routine* (componente fissa/prevedibile del processo) quanto le situazioni "fluide" o inattese (componente variabile/imprevedibile).

## Applicare il risk-based thinking

Sul piano pratico, almeno due questioni si pongono innanzitutto all'attenzione delle organizzazioni che intendono adottare un Sistema di Gestione per la Qualità (SGQ) basato sulla ISO 9001:2015:

- A quali livelli del SGQ occorre applicare il Risk Based Thinking?

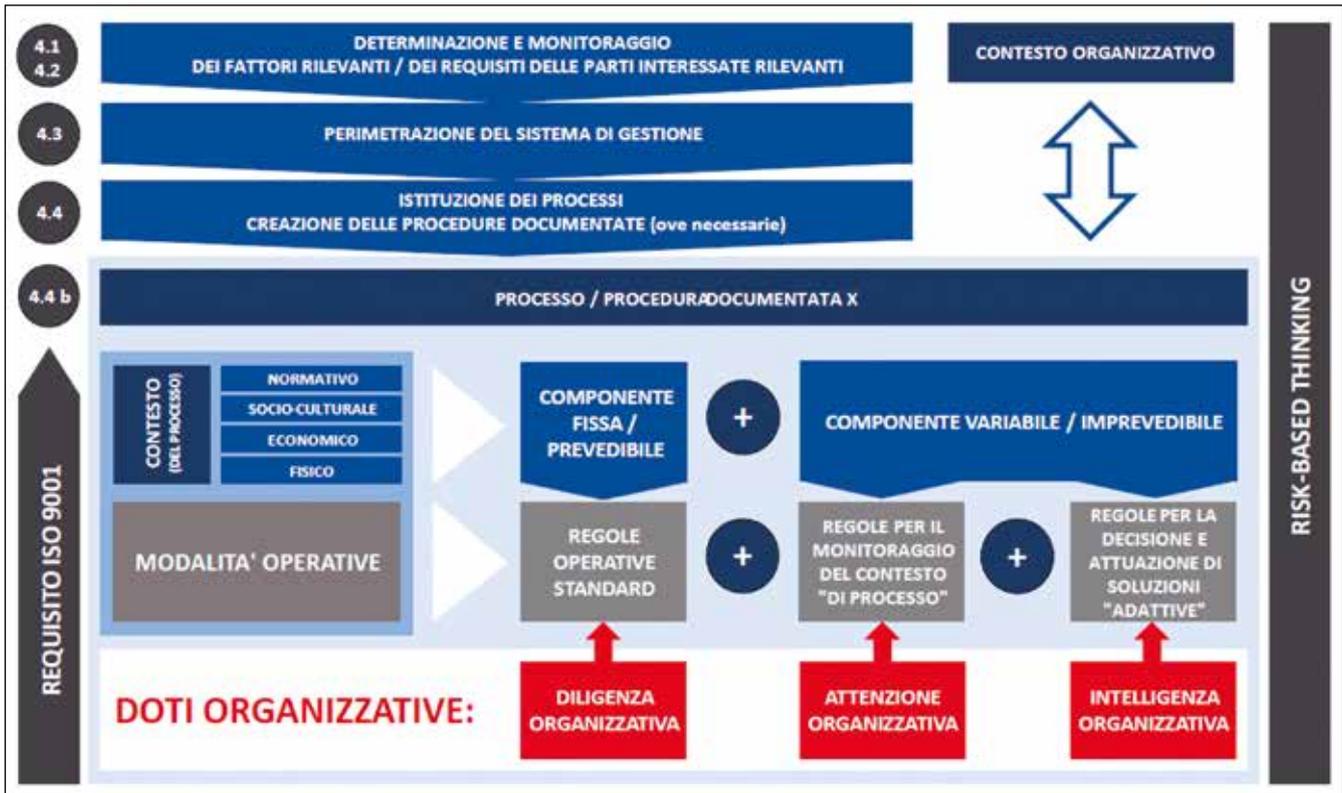


Fig. 1 – Doti organizzative per un SGQ efficace e struttura delle procedure “risk-based” (tratto da: “Il risk-based thinking e l’intelligenza organizzativa”, di N. Gigante, in Unificazione & Certificazione, n. 5 - Ed. UNI, Maggio 2020)

- Quanto “strutturato” e formale dev’essere l’approccio al rischio? Riguardo alla prima domanda, la risposta è: a tutti i livelli (strategico, tattico - o “manageriale” - e operativo), e in particolare:
  - nella stessa definizione dei confini e del campo di applicazione del SGQ, a partire dalla comprensione del contesto e delle decisioni relative al modo di affrontarne le sollecitazioni, attuali e potenziali, sull’organizzazione
  - nell’identificazione degli aspetti da tenere sotto controllo, e del modo in cui ciò deve essere fatto, nell’ambito dei processi del SGQ (inclusa la determinazione dei supporti documentali, delle competenze, ecc.)
  - nella materiale esecuzione delle attività e dei processi.

Per quanto attiene invece alla seconda questione (grado di strutturazione atteso, nella gestione del rischio), è più difficile fornire una risposta definitiva e generale: stabilire con quale livello di approfondimento e complessità debba essere affrontata la gestione del rischio è essa stessa una decisione “risk-based”. In generale, organizzazioni semplici, di piccole dimensioni, con tecnologie consolidate, caratterizzate da un contesto esterno/interno stabile/prevedibile non necessiteranno di strumenti sofisticati o di specifiche soluzioni formali per mettere in pratica il “risk-based thinking”. In tali realtà potrebbe essere sufficiente “lavorare” sugli atteggiamenti mentali di ciascuno, affinché ogni decisione - a livello strategico, tattico e operativo - sia accompagnata da una anche intuitiva (purché razionale) valutazione delle ipotesi e delle conseguenze.

Invece nelle organizzazioni più grandi e complesse l’approccio al rischio dovrà essere più strutturato e comporterà la mes-

sa in atto di metodiche, infrastrutture e competenze ad hoc. In ogni caso, una corretta gestione del rischio dovrebbe contemplare il giusto bilanciamento fra approccio qualitativo-empirico e approccio quantitativo-scientifico, nel rispetto, comunque dei principi del *risk management* (Figura 2).

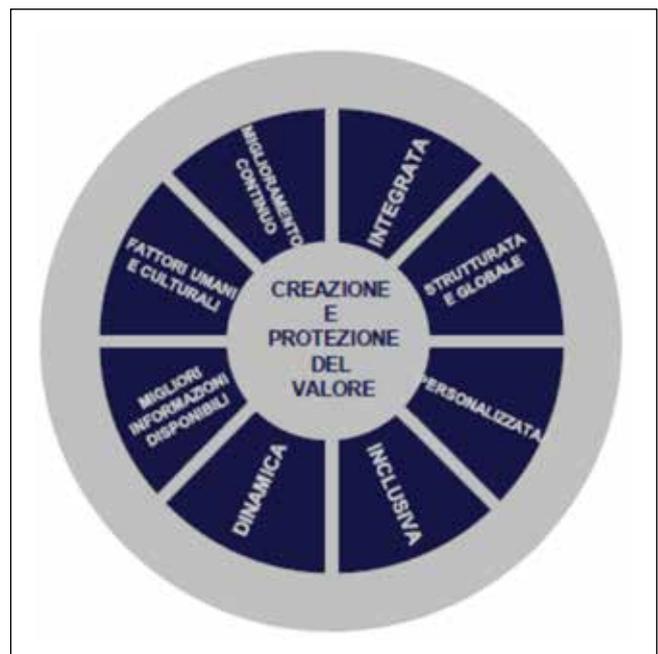


Fig. 2 – Principi su cui si basa la gestione del rischio (Adattato da UNI ISO 31000:2018 “Gestione del rischio - Linee guida”, Fig. 2 - Principi)

# L'EVOLUZIONE DELLE NORME

## Verso un'armonizzazione dei concetti legati al rischio ed alla sua gestione in tutti i settori

**GENNARO BACILE DI CASTIGLIONE**

Coordinatore del UNI/CT043/GL02  
"Gestione del Rischio"  
gbacile@studioqsa.eu

### L'approccio basato sul rischio nelle norme ISO sui sistemi di gestione

Nell'introduzione della UNI EN ISO 9001:2015 si ribadisce che la gestione dei processi e del sistema nel suo complesso può essere realizzata utilizzando il ciclo PDCA, con un orientamento generale al risk-based thinking, volto a cogliere le opportunità e a prevenire risultati indesiderati. Un atteggiamento mentale che dovrebbe costituire una cultura di base a tutti i livelli dell'organizzazione, come parte della "conoscenza organizzativa" di cui parla la stessa norma al punto 7.1.6. Non crediamo sia un caso che già oltre undici anni prima la norma AS/NZS 4360:2004<sup>1</sup> definisse il risk management come "la cultura, i processi e le strutture che sono indirizzate a concretizzare opportunità potenziali mentre gestiscono effetti negativi".

Alla luce di quanto appena riportato, l'espressione "rischi e

opportunità", utilizzata nella struttura di alto livello (HLS<sup>2</sup>) per introdurre l'approccio basato sul rischio, dovrebbe essere interpretata non come una contrapposizione tra opportunità e rischi, ma come un rafforzativo del concetto di rischio per descrivere in modo ampio qualcosa che pone una minaccia con effetto dannoso o negativo, o alternativamente, qualcosa che ha il potenziale per un effetto benefico o positivo<sup>3</sup>. E il più delle volte gli effetti benefici e quelli negativi (effetti collaterali indesiderati) coesistono. Si tratta di massimizzare i benefici, minimizzando i danni potenziali per tutte le parti interessate.

Infatti, la stessa struttura HLS ci ricorda, al punto 6.1 (obbligatoriamente ripreso da tutte le norme sui sistemi di gestione), che occorre determinare i rischi e le opportunità che è necessario affrontare per esser sicuri che il sistema di gestione sia in grado di conseguire i propri obiettivi, prevenire, o ridurre, gli effetti indesiderati e di migliorare con continuità. La UNI EN ISO

9001:2015 aggiunge “accrescere gli effetti desiderati”, rafforzando i concetti già espressi.

## Molteplici punti di vista intorno al rischio

Dal 2019 si era iniziata la revisione della HLS per la quale uno dei punti più critici da chiarire era la nozione stessa di rischio. Era stata costituita una Task Force (ISO/TMB JTCG TF14) composta da rappresentanti degli Enti di normazione nazionali e dei Technical Committee interessati alle norme sui sistemi di gestione.

I punti di vista sul rischio sembrano essere inconciliabili. A tutt'oggi non è stato deciso nulla ed i concetti relativi al rischio sono ancora rimasti nel vago con una apparente contraddizione tra la definizione ed il punto 6.1. Molti non condividono la definizione della ISO 31000 che mette in stretta correlazione incertezza ed obiettivi.

## Importanza di un'armonizzazione dei concetti legati al rischio e dell'approccio di base alla sua gestione

Si ritiene estremamente importante l'armonizzazione dei concetti correlati al rischio ed il poter avere un approccio comune alla sua gestione. Tutti riconosciamo l'importanza di una comunicazione efficace e soprattutto priva di ambiguità.

La comunicazione è un processo a due vie dove un soggetto “emittente” predispone e trasmette il messaggio che deve essere compreso, fatto suo e personalizzato dal “ricevente”, che risponde con un feedback. Spesso inizia poi una nuova sequenza di comunicazione.

Le componenti di una comunicazione sono tre<sup>4</sup>:

1. codifica, che si basa sulla responsabilità dell'emittente nel creare un messaggio chiaro in parole o simboli;
2. canale di trasmissione, che collega emittente e ricevente (l'aria per la comunicazione orale faccia a faccia, il telefono, una lettera ecc.);
3. abilità del ricevente per comprendere il messaggio e coglierne il significato essenziale.

L'abilità delle persone in quest'ambito è messa a dura prova se i concetti che devono essere trasmessi nei messaggi non sono chiaramente definiti ed univoci.

In un'organizzazione i rischi da affrontare riguardano numerosi aspetti, per i quali la tendenza è quella di utilizzare un gergo specifico. Gli aspetti di cui parliamo sono le varie discipline per le quali stanno nascendo un numero molto elevato di norme sui sistemi di gestione ISO. Per citare le discipline delle norme più popolari possiamo riferirci a qualità, ambiente, salute e sicurezza sul lavoro, sicurezza delle informazioni, continuità operativa, ecc. Occorre tenere presente che le azioni per affrontare i rischi relativi ad una delle discipline possono influire positivamente e/o negativamente sugli aspetti di una o più delle altre discipline.

Ecco perché l'armonizzazione nel campo della gestione del rischio assume un'importanza rilevante. Non è ammissibile pensa-

re ad una comunicazione resa incerta nella formulazione e nella interpretazione per mancanza di armonia tra termini che rappresentano concetti analoghi. In situazioni legate a salute e sicurezza potrebbe fare la differenza tra la salvezza e un infortunio grave, durante una crisi potrebbe incidere sulla continuità operativa e sulla reputazione dell'organizzazione, mentre già solo nella attività quotidiana potrebbe tradursi in una grave inefficienza.

Nella UNI ISO 1087:2020<sup>5</sup> si parla di “armonizzazione dei concetti” come quei lavori terminologici volti all'instaurazione di una corrispondenza tra due o più concetti strettamente correlati o sovrapposti per eliminare o ridurre le limitate differenze tra essi. Nella ISO 860:2007<sup>6</sup> si aggiunge che lo scopo di tale attività è il miglioramento della comunicazione.

È fondamentale precisare che armonizzare non significa rinnegare il passato o sostituire le esperienze, i metodi e gli strumenti specifici, ma riuscire ad interpretarli ed utilizzarli ampiamente anche in campi dove non erano mai stati applicati prima. “Tutti sanno che una certa cosa è impossibile...finché arriva uno sprovveduto che non lo sa ... e la realizza!”<sup>7</sup>

Per riuscire ad armonizzare i concetti relativi alle diverse tipologie di rischio ed alla loro gestione, occorre:

- avere una mentalità aperta,
- mettere in gioco le proprie convinzioni,
- ragionare fuori dagli schemi precostituiti,
- attivare il pensiero laterale<sup>8</sup>,
- essere capaci di rilevare le correlazioni tra le variabili dei vari processi.

Impresa tutt'altro che facile, ma non impossibile ... basta volerlo ed impegnarsi!



## Attività a livello ISO per raggiungere l'armonizzazione

Tra gli scopi della prima edizione della ISO 31000, voluta a livello di TMB<sup>9</sup>, vi era quello di essere utilizzata per armonizzare i processi di gestione del rischio nelle norme attuali e future, fornendo un approccio comune a supporto di norme che riguardano rischi e/o settori specifici senza sostituire tali norme. Se la prima edizione della 31000 era del 2009, nel 2011 è stato creato l'ISO/TC 262 Risk Management, nel cui piano strategico si legge che:

- *l'intenzione è quella di promuovere l'armonizzazione all'interno dei documenti ISO di ciò che riguarda il rischio e la sua gestione;*
- *le strategie includono la produzione di documenti guida per facilitare l'applicazione dei principi nelle norme di base e garantire forti collegamenti con altri comitati tecnici che affrontano il rischio come parte dei loro standard che si occupano di temi specifici.*

Tutto questo è stato messo in discussione durante il primo sviluppo della HLS e nel già citato ISO/TMB JTCG TF14 che dal 2019 ne sta curando la revisione. Alcuni *Technical Committee* non accettano la filosofia comune espressa dalla ISO 31000.

All'interno dell'ISO/TC 262 si sono creati alcuni importanti gruppi di lavoro tra cui il WG8 per l'aggiornamento della terminologia ed il TG5 (*Study for the way forward in TC/262*) che dovrebbe mettere a punto suggerimenti per la strada da seguire per il futuro delle attività.

Inoltre, è prevista la costituzione di un gruppo consultivo strategico (*Strategic Advisory Group*) con lo scopo di esaminare come il concetto di rischio e i termini associati dovrebbero evolvere per armonizzarsi nelle diverse norme. Tale gruppo dovrebbe comprendere rappresentanti di tutti i comitati tecnici ISO ed IEC che hanno a che fare in qualche misura con il *risk management*.

La prima impressione è che qualcuno voglia limitare la portata dell'approccio comune suggerito dalla ISO 31000, lasciando campo libero ad una babele sull'argomento.

La nostra posizione è che sia necessario rafforzare quello che era lo spirito iniziale, sforzandosi di chiarire tutto ciò che ha portato allo scetticismo di qualcuno, a partire da alcune ambiguità insite nella definizione di rischio. Sebbene i concetti che sono alla base di tale definizione siano validi e derivati dal comune buon senso, la sua formulazione appare ambigua e fuorviante, portando qualcuno a confondere il rischio con le sue conseguenze.

Alla base del rischio c'è l'incertezza, che non agisce direttamente sugli obiettivi, ma influenza gli individui in relazione a tali obiettivi, in particolare coloro che devono prendere le decisioni. In questo senso il rischio è una condizione degli individui (quindi delle organizzazioni) dovuta all'incertezza su situazioni, potenziali eventi, loro conseguenze e variabili coinvolte.

Riteniamo che ci si dovrebbe sforzare di dimostrare, attraverso esempi pratici, come realmente la filosofia, l'approccio ed i concetti che sono dietro la famiglia ISO 31000, non solo non siano in contrasto con la visione del rischio nei diversi campi specifici, ma possano essere armonizzati con questi.



## Conclusioni

La norma CEI EN 62198:2015, identica a IEC 62198:2013, è una guida applicativa alla gestione del rischio nei progetti e descrive un approccio sistematico per la gestione del rischio basato sulla filosofia della ISO 31000:2009, riprendendone quasi integralmente anche la struttura dei vari paragrafi. Un'operazione in linea con quanto espresso in precedenza. Al punto 6.3.4 si dice tra l'altro: il *risk management* dovrebbe essere integrato in tutte le prassi ed i processi di gestione del progetto in modo significativo, tempestivo, efficace ed efficiente. Il *project risk management* dovrebbe diventare parte integrante, e non separata, dei processi di gestione del progetto.

In base alle relazioni presentate nel Convegno Nazionale AICQ di venerdì 11 dicembre 2020, dedicato alla gestione dei rischi alla luce delle esperienze maturate nel progetto relativo al cantiere del nuovo ponte San Giorgio di Genova, ci appare evidente come questa filosofia sia stata applicata in pieno.

Si è messa chiaramente in evidenza la necessità di un'armonizzazione tra tutte le diverse tipologie di rischio che intervengono in un'opera di questa portata, cui si è aggiunto l'effetto non trascurabile della conduzione di un cantiere in piena pandemia.

Si è dimostrato come in tutte le fasi il *risk management* sia risultato essere uno dei pilastri fondamentali della progettazione e della sua adeguata realizzazione, in tempi tanto rapidi, di un'opera di importanza storica per tutte le parti interessate.

### NOTE

<sup>1</sup> AS/NZS 4360:2004 – Risk management – terza edizione della norma emessa congiuntamente dagli enti di normazione di Australia e Nuova Zelanda. Il punto di partenza per la ISO 31000.

<sup>2</sup> HLS: High Level Structure, identical core text, common terms and core definitions contenuta nell'Appendix 2 all'Annex SL delle ISO/IEC Directives, Part 1, Consolidated ISO Supplement

<sup>3</sup> Questo è quanto si spiega nell'Appendix 3 all'Annex SL delle ISO/IEC Directives, Part 1, Consolidated ISO Supplement, anche noto come ISO/TMB/JTCG N360 "JTCG concept document to support Annex SL" – Guida alla stesura delle norme ISO basate su HLS.

<sup>4</sup> Queste considerazioni sulle caratteristiche della comunicazione sono tratte da: Protezione Civile - Regione Friuli Venezia Giulia – Corso Base per volontari di protezione civile.

<sup>5</sup> UNI ISO 1087:2020 – Lavori terminologici e scienza della terminologia - Vocabolario

<sup>6</sup> ISO 860:2007 – Terminology work – Harmonization of concepts and terms

<sup>7</sup> Citazione attribuita ad Albert Einstein

<sup>8</sup> Lateral Thinking, espressione coniata dallo psicologo maltese Edward De Bono

<sup>9</sup> Technical Management Board (TMB) è l'organo di ISO che governa i lavori dei comitati tecnici per lo sviluppo delle norme

A close-up photograph of a hand in a dark suit jacket and striped tie, reaching out to stop a wooden domino from falling. The domino is in the process of tipping over, with its top edge touching the hand. The background is blurred, showing the rest of the suit and tie. The overall scene is set on a wooden surface.

# RISK MANAGEMENT nei progetti

**PIER LUIGI GUIDA**

Ingegnere, project manager certificato  
e coordinatore delle attività UNI  
sul project management  
[pl.guida@alice.it](mailto:pl.guida@alice.it)

**U**na delle definizioni più comuni di “progetto” è quella di un’impresa con caratteristiche di unicità e temporalmente limitata, realizzata allo scopo di raggiungere un determinato obiettivo. Altre caratteristiche che contraddistinguono un progetto sono costituite dai costi, risorse, qualità e non ultimo il rischio. L’unicità, cioè il fatto che un progetto sia sostanzialmente diverso da uno precedente, anche se analogo, e quindi il contenuto d’innovazione che spesso è insita in un progetto, rende quest’ultimo un’attività, o più in generale un processo, di norma più rischioso dei cosiddetti processi correnti, ovvero quelli che hanno invece caratteristiche di continuità e ripetitività. Progetto è ad esempio il processo che realizza un nuovo prototipo di un’auto ibrida, processo corrente la sua produzione di serie. Gli standard internazionali e nazionali in materia, come si vedrà, hanno distillato negli ultimi decenni un lessico di project management cui ci si deve strettamente attenere. Inoltre per un progetto occorre una organizzazione, che può essere di qualsiasi natura, pubblica o privata, profit e non profit, che dovrà seguire determinate “best practice”, per incrementare le sue chance di successo, e più in generale perché la stessa organizzazione possa restare sul mercato o, se di natura pubblica e sociale, continuare a svolgere in efficienza la propria missione. Alcune organizzazioni sono sostanzialmente “*project-based*”, cioè basano (quasi tutta) la propria missione sulla realizzazione di progetti, altre, più orientate alla produzione di servizi correnti, ne hanno comunque bisogno per migliorarsi e, quando occorre, innovarsi, con lo sviluppo e introduzione di nuovi tipi di servizi.

L’importanza dei progetti sull’economia di un’organizzazione o di un intero paese può facilmente comprendersi con studi di benchmarking o al confronto con le realtà più avanzate. Infatti tutti i tipi di lavori dell’uomo possono classificarsi, con i limiti del caso, in due categorie: progetti, di natura unica e singolare, e altre attività classificabili come correnti o ripetitive, che ad esempio producono welfare nel breve periodo, ma dovrebbero anche investire nel futuro. I paesi che realizzano una quota relativamente elevata del proprio prodotto nazionale lordo (PNL) tramite progetti, di norma assimilabili a beni in conto capitale, si ritengono più innovativi e aventi un potenziale di sviluppo maggiore delle economie più mature. Secondo alcuni studi, per esempio, i paesi del Nord Europa e i cosiddetti BRICS<sup>1</sup> possono contare su una quota di circa 1/3 del PNL in progetti, mentre economie più mature, fra cui può ritenersi il nostro paese, potrebbero verosimilmente attestarsi su metà di tale valore; ma ci mancano in merito statistiche certe per l’Italia. Rientrano naturalmente fra i progetti anche la creazione di nuovi servizi, il miglioramento e l’innovazione di quelli esistenti. Allorché un nuovo prodotto o nuovo servizio venga rilasciato sul mercato per un’azienda, una comunità o la società in genere, entrerà nei processi di gestione corrente delle medesime, realizzando i “benefici” attesi. Ma la stessa realizzazione dei benefici resta tema al di fuori dei progetti veri e propri, salvo talora in parte limitata, quando ad

esempio nell’ambito di un progetto si facciano entrare le prime fasi di esercizio di un nuovo prodotto<sup>2</sup>.

Da quanto detto, è intuibile che lo sviluppo di un progetto vero e proprio rappresenti in generale un’impresa più rischiosa della successiva vita operativa dell’opera, in cui pure ci saranno rischi di gestione od operativi, ma verosimilmente minori e meno incerti di quelli che caratterizzano il cosiddetto ciclo di vita di progetto, se non per altri motivi (mode, mercato ecc.). A tal proposito, per inciso, non si dovrebbe confondere il *ciclo di vita del progetto*, con i suoi ben definiti momenti d’inizio e di termine, da quelli del *ciclo di vita del prodotto*, che comprende anche il primo, ma si estenderà per periodi di tempo di norma ben più lunghi, sino alla dismissione del bene o dell’opera. Lo stesso progetto resterà tuttavia responsabile dei valori di costo del ciclo a vita intera dello stesso bene od opera in questione. Tutti motivi per i quali il tema dei rischi di progetto acquista in generale una dimensione ampia e tutta caratteristica, che comprende diversi aspetti.

## Progetto e prodotto

I rischi di progetto, fra le diverse classificazioni che se ne possono fare, riguardano quindi almeno due macro categorie: i rischi del successo, variamente definibile, del prodotto da realizzare, ed i rischi del “processo di progetto” in quanto tale, che riguarda il project management propriamente inteso. Nonostante le due categorie, come si intuisce, non siano sempre distinte tra loro, la differenza, almeno inizialmente, può essere utile e richiamare la definizione stessa di progetto come insieme di processi ovvero di attività, fra loro coordinate e coordinate, tese a conseguire il determinato obiettivo. Si immagini ad esempio la realizzazione di un nuovo prodotto industriale. Nonostante il progetto potrà concludersi nei tempi, costi e qualità previsti, il relativo prodotto potrebbe comunque raggiungere il mercato in ritardo, nel frattempo potrebbe essere apparso un prodotto concorrente, il mercato per qualche ragione si sarebbe ridotto o sgonfiato. Quindi pur completandosi quel progetto in tempi e costi in linea o superiori a quanto previsti, il risultato si potrebbe rilevare un insuccesso. D’altra parte, vi potrebbe essere il caso di un progetto che si completasse anche molto in ritardo e sforasse pesantemente il budget, ma il cui prodotto resti ad esempio l’unico a soddisfare un certo mercato, questo per ragioni imprevedute abbia una rapida crescita, e nascano altre opportunità all’inizio non previste. Chi potrebbe dire che quel “progetto” è stato un insuccesso? Questa accademica distinzione ha portato i tradizionali testi di project management a rendere ortogonali i rispettivi criteri successo: un progetto può avere successo insieme al prodotto, progetto o prodotto possono, ciascuno per la propria parte, avere successo e l’altro insuccesso; ed entrambi - quello che è peggio - possono risultare un insuccesso. L’ambito generale dei rischi può seguire la stessa sorte. Il prototipo del primo computer di Apple si rilevò un fiasco, ma tanto servì a raccogliergli le critiche e le numerose proposte di miglioramento, che lo trasformarono poi nel successo ben noto. Analogamente gli originali inventori del

mouse (Laboratori Xerox) non ne compresero il valore, e svendettero il brevetto alla Microsoft, che mise in campo un team di progetto ampio e multidisciplinare, che ne hanno fatto la storia. Una idea od obiettivo politico, sociale o aziendale non costituiscono di per sé un “progetto”, finché non si strutturi come tale l’iniziativa e se ne abbia definito bene l’obiettivo e il risultato, con possibili metriche di successo ad esempio di miglioramento, cambiamento (*change management*) o di innovazione.

Naturalmente può richiedersi che un progetto sia inserito in una strategia organizzativa più ampia, e prima di decretarne l’avvio, risulti soggetto alle dovute valutazioni di rischio; il cui termine, facendo riferimento alla letteratura in materia, in generale non esprime solo un concetto negativo, ma anche positivo. Cioè contrariamente all’adagio comune che vede nel rischio solo aspetti negativi, nella gestione progetti, così come in altre discipline, il rischio è di norma classificabile come minaccia (“*threat*”), quando abbia impatto negativo, ovvero opportunità (“*opportunity*”), se può avere effetti contrari e positivi. Il concetto dei rischi finanziari rappresenta naturalmente modello in materia.

Nella disciplina del project management, il prodotto rientra in generale nell’area definita come “ambito” di progetto, termine che nella nostra lingua traduce l’inglese “*scope*”, che in verità non è il nostro scopo, più assimilabile al fine o più generale ad un più astratto obiettivo. Un obiettivo finale, ad esempio, può essere quello di servire una comunità in un’area geografica dispersa tramite un efficiente servizio di trasporti, ma se questo debba essere realizzato attraverso una rete di autobus o servizi di auto pubbliche a domanda, può costituire il vero e proprio ambito del progetto. Purtroppo nella nostra lingua il termine “progetto” si presta spesso a confusione. Progetto deriva dal latino “*pro iacere*”, cioè gettare avanti o proiettare, da cui il significato verbale e dinamico proprio di processo più che di... prodotto o risultato finale, come il “progetto tecnico” composto da una voluminosa serie di disegni ed elaborati di

progettazione. Nella nostra lingua il termine è infatti ambivalente, e significa sia l’insieme delle attività del processo gestionale, sia il progetto tecnico quale risultato dello stesso processo. Naturalmente possono aversi progetti di... progettazione, il cui significato è più generale (“*design management*”). In inglese i due concetti sono assolutamente distinti, chiamando il primo “*project*” e il secondo (progetto tecnico o prodotto della progettazione) “*design*”. Riteniamo che questa ambiguità semantica possa essere fra le cause originali per cui la disciplina del project management non sia fiorita né valorizzata in Italia, come negli altri paesi. E ai rischi di progetto non venga attribuito il peso dovuto, altre considerazioni a parte. Anche il termine completare *management* è tardo latino, avendo origine nel toscano maneggiare, ovvero condurre con mano i cavalli (“*manu agere*”). Gli inglesi, che amavano le corti toscane, al rientro in patria hanno importato verosimilmente il termine nel loro linguaggio, che hanno esportato alcuni secoli più tardi in tutto il mondo, unitamente all’ampia letteratura in materia. Utilizzare quindi project management nella nostra lingua non è solo una... moda moderna

### Casa delle competenze (e dei rischi relativi)

È importante così comprendere come le competenze di project management o gestione del progetto si pongono come integrative e ad un livello più alto di quelle tecniche, di prodotto e di contesto, fra cui quelle di tipo amministrativo-contrattuali, proprie ad esempio di un codice degli appalti pubblici o privati. Inoltre è necessario distinguere fra project management – quale attitudine e maturità dell’intera organizzazione ad applicare metodi, tecniche e strumenti di project management -, e quelle della singola persona project manager, che rappresenta sì la figura centrale per la conduzione di un progetto, ma non opera nel “vuoto”, bensì si relaziona con un gruppo di membri di progetto e altri stakeholder,

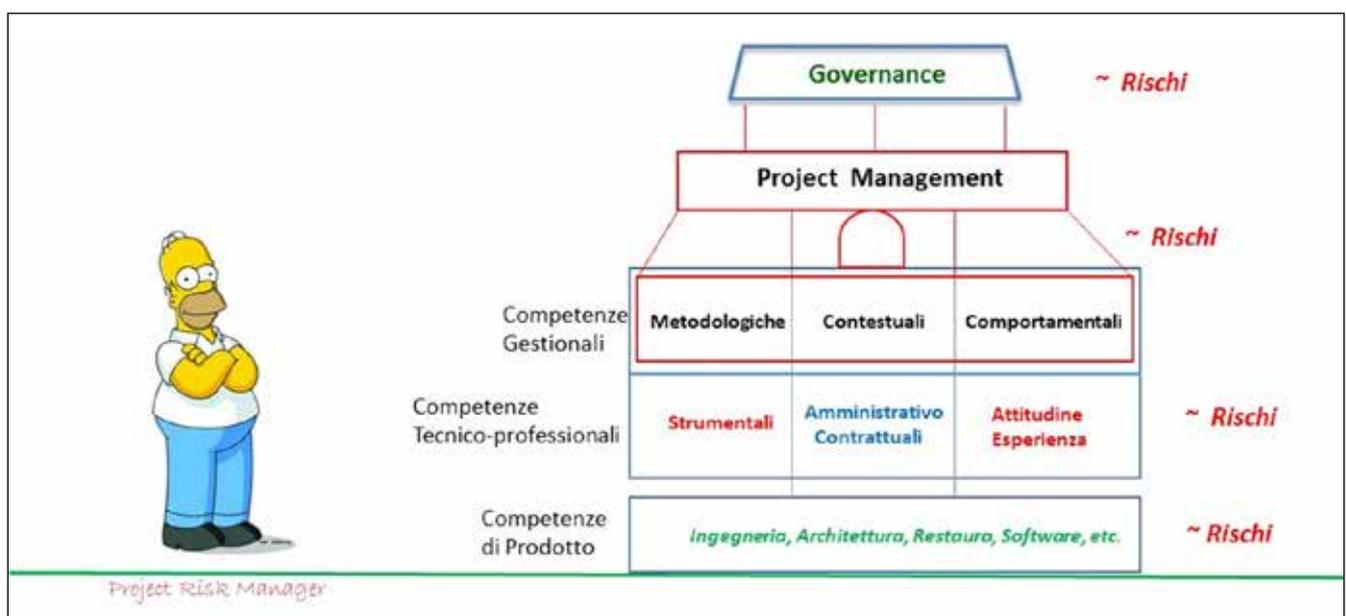


Fig. 1: Casa delle competenze di progetto, e relativi rischi

di cui tutti, teoricamente e ai diversi ruoli e livelli di competenza, dovrebbero “sapere” di project management e parlarne un po’ la lingua. Così come in sala operatoria il chirurgo è assistito da diversi operatori.

I livelli di competenze in questione sono rappresentabili in Figura 1, definibili in termini di:

- governance e project management strategico,
- project management operativo (quello a cui spesso si fa solo riferimento),
- competenze tecnico-professionali,
- discipline specifiche di prodotto.

Quindi una prima classificazione dei rischi di progetto può inquadrarsi negli stessi livelli, trascurando i quali si possono immaginare quali impatti avrà il progetto. Per esempio, una carenza di project management o di un project manager competente è già motivo di rischio negativo (!). Ma anche livelli più alti di governance e carenza di leadership possono invalidare anche ottime idee e proposte.

La stessa figura, peraltro valida per qualsiasi forma di gestione progetto, sia pubblica che privata, vuole illustrare lo stesso concetto, ponendo in evidenza i diversi livelli di competenza tecnico-gestionale, che devono rappresentare un insieme coordinato e sinergico per la realizzazione dei progetti, in cui il project management vero e proprio copre il “piano superiore della casa”, relazionandosi con le competenze e la governance proprie dei livelli direzionali dell’organizzazione. Qui peraltro possono aversi competenze più specifiche in materia definibili in termini di *program* e *portfolio management*. Si veda per questi termini le definizioni nella “finestra” fuori testo che accompagna l’articolo.

## Il rischio “totale”

La disciplina del project management ha distillato a partire dagli anni ’80 il proprio corpo di conoscenze e strutturato la materia in un certo numero di aree tematiche e cosiddette “best practice”, che sostanzialmente derivano all’origine dal paradigma della qualità PDCA (*Plan Do Check Act*) e dall’approccio per processi, almeno nel suo standard più diffuso, il cosiddetto testo PMBoK del Project Management Institute [Bibl 1]. Qui si definiscono 5 gruppi di gruppi di processi – avvio, pianificazione, esecuzione, controllo e chiusura – che si applicano, come vedremo, a un certo numero di aree di conoscenza, fra cui lo stesso rischio. Inoltre nel 2012 nasceva lo standard internazionale ISO 21500 [2], fortemente influenzato dal precedente, che riprendeva e faceva lievitare a dieci le aree di conoscenza o cosiddette aree tematiche, con l’introduzione degli stakeholder. Il rischio appare dunque in questo filone di standard come una area fondamentale della gestione progetti. Anzi il tema dei rischi è diventato sempre più preponderante nella disciplina, si da ampliare, secondo alcuni autori, l’iconico triangolo di progetto, che vedeva ai suoi vertici rispettivamente tempi, costi e qualità, in un tetraedro che aggiunge il vertice del rischio, riservando concettualmente all’ambito di progetto la parte interna della stessa immagine (Figura 2).

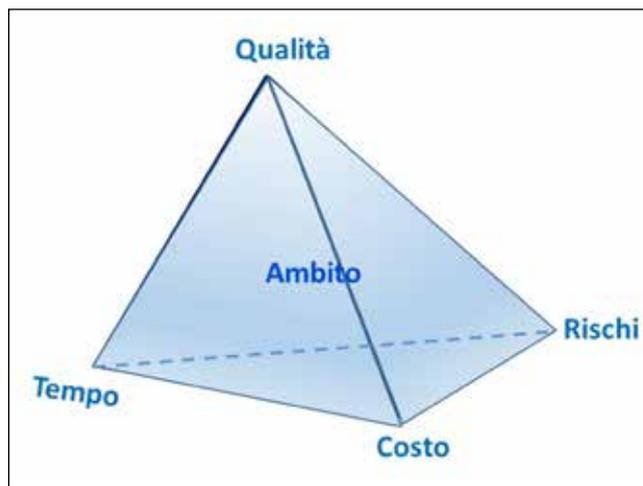


Fig. 2: Il “nuovo” tetraedro di progetto

Il rischio di progetto è pure strettamente legato al concetto di complessità, spesso utilizzato molto astrattamente, o quale sinonimo di difficoltà o complicazione. Si dovrebbe tuttavia concordare con coloro che sostengono che anche un piccolo progetto può essere complesso, quando ad esempio non se ne conoscano l’ambito e non se ne abbiano i confini, o l’iniziativa progettuale sia avvolta da notevole incertezza. I concetti di difficoltà e complicazione restano invece più legati a quelli di sofisticazione, sviluppo tecnologico, tecniche e metodi necessari e simili, comunque disponibili nello stato dell’arte. Diverse opere pubbliche incompiute, ad esempio, rappresentano progetti falliti, non tanto per le difficoltà del progetto tecnico in sé, quanto per la complessità di ordine socio-politico e ambientale in cui sono nate immaturamente, sia perché avviate senza i dovuti presupposti, sia perché mal pianificate, mal gestite, ecc.; in pratica senza un’adeguata base o competenze di gestione progetti, ai diversi livelli di responsabilità.

Spesso si associano le competenze di “project management” solo ad un livello intermedio od operativo dell’organizzazione, ovvero il project manager come il responsabile del progetto. In realtà il project management è responsabilità dell’intera organizzazione, dai piani più alti a quelli più operativi ed esecutivi del progetto. Analogamente le relative competenze non si fermano al project manager, ma devono estendersi a tutti i membri del team di progetto, coinvolgendo tutti coloro che ne sono interessati, ciascuno per i propri ruoli e responsabilità. Tutta l’organizzazione dev’essere, come si dice, “matura” in materia e orientata al successo dei propri progetti. Motivo per cui ad esempio risulta importante che in una organizzazione siano svolte attività formative in oggetto per tutti coloro che possano partecipare o in qualche modo contribuire ad un progetto, senza che quest’ultimo resti un’impresa astratta o per la quale si chieda a qualcuno di collaborare, senza il necessario coinvolgimento o addirittura senza sapere né come o perché. Senza una cultura di progetto, insomma, con i suoi corollari di qualità e rischio totali, il successo di ogni progetto è lungi dal poter essere raggiunto, e

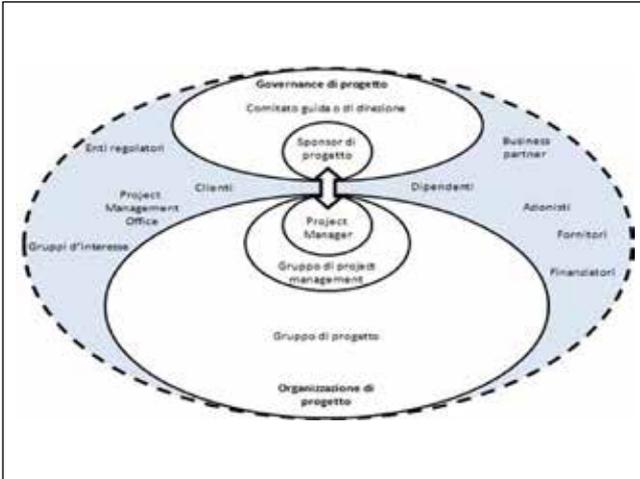


Fig. 3: Stakeholder di progetto - Rischi specifici di progetto

i suoi livelli di rischio intrinseco restano difficilmente gestibili.

Un'altra attenzione di rischio sistemico è il coinvolgimento, da cui la motivazione, che il progetto deve assicurare per tutti i cosiddetti stakeholder di rilievo, che in termini di standard di project management sono *tutte* le parti interessate di un progetto, e non, come si è tentati di credere, solo le persone e i gruppi più importanti, come il termine viene più riduttivamente usato in altri contesti (Figura 3). Tutti i partecipanti a un progetto dovranno cioè consapevolmente correlare le proprie attività ai rischi, anche di livello più basso, del lavoro, e che se non opportunamente trattati potranno esplodere in altri più seri e condizioni più difficilmente gestibili. Così come si è visto che la gestione di eventi del rischio di progetto sia conseguente a responsabilità di tipo strategico, anche quella del “rischio elementare” dovrà risultare opportunamente controllata e diffusa in tutta l'organizzazione, sostanzialmente allineandosi al concetto di *total risk management*, di naturale assomiglianza con i principi di qualità totale.

## Rischi specifici di progetto

Negli anni più recenti la disciplina del project management si è sempre più interessata a quest'area disciplinare, anche se forse ancora in modo riduttivo. In particolare, con i nuovi strumenti a disposizione, tra cui la simulazione, oggi realizzabile con strumenti informatici più accessibili, è nata una specifica branca di applicazione nota appunto come *project risk management*, mentre si può affermare senz'ombra di dubbio che la stessa sempre più si identifichi con il moderno project management. Ad esempio la valutazione del risk management figura sempre più spesso nelle gare di opere e progetti a livello internazionale, e nelle più grandi strutture si va introducendo la figura del risk manager.

In termini più operativi, cos'è il rischio di un progetto? Il PMI nel citato PMBOK definisce il rischio come “una condizione o evento che, se accade, ha un effetto positivo o negativo su uno o più obiettivi del progetto”. Lo stesso Istituto pubblica uno standard specifico sul

rischio [3]. Non dissimili sono le definizioni di altri standard. Nella guida del metodo inglese PRINCE2<sup>3</sup> si trova analoga definizione, salvo che riferirsi al plurale, cioè come “insieme di eventi che se dovessero accadere hanno impatto sul raggiungimento degli obiettivi di progetto”. Questi ultimi, cioè gli obiettivi, vengono perciò tralasciati come riferimento del rischio e di ogni altro effetto causale. Si ricorda che in questi manuali, come gran parte della letteratura in materia, si definisce il rischio (*R*) come una misura della combinazione dell'impatto (*I*) di uno o più di tali eventi, ponderato rispetto alla probabilità stimata (*P*) di accadimento, cioè come un prodotto pari a  $R = P \times I$ , con ovvio significato dei fattori. Lo specifico impatto può quindi riferirsi a uno degli obiettivi o fattori su cui si misura il successo di un progetto, come i tempi, i costi di realizzazione e altri, o combinazione degli stessi; mentre per la probabilità valga al solito una stima, spesso di natura soggettiva, di valore nell'intervallo fra 0 e 1, esclusi naturalmente gli estremi. La formuletta è soggetta a diverse variazioni sul tema e non poche critiche, in generale riferite ai limiti del concetto di valore atteso, discusso in letteratura, ma rappresenta un indice sintetico di valutazione da cui partire per analisi più approfondite dei fenomeni che sottendono ai rischi di progetto, e che ricoprono ampie aree di indagine. In alcuni settori, come le costruzioni civili, alcuni articoli dedicati ai soli ritardi dei progetti riportano ad esempio elenchi di circa 100 cause, naturalmente correlate fra loro.

Uno dei punti, fra i diversi modi, da cui partire in questa analisi è la matrice dei processi di un progetto, introdotta nel seguente paragrafo, che con la dovuta esperienza degli interessati, può guidare nello strutturare l'analisi dei rischi in un albero gerarchico più o meno approfondito, teoricamente sino ai minimi livelli di dettaglio, o ciascuna attività di progetto. Trattasi della cosiddetta RBS (*Risk Breakdown Structure*), che ai livelli più bassi può “ricopiare” la stessa WBS<sup>4</sup> del progetto, la più nota struttura di scomposizione del lavoro, o meglio di tutto l'ambito previsto nel progetto. In materia esistono tuttavia diverse forme di scomposizione o rappresentazione dei rischi di progetto. Altri strumenti spesso citati e adottati sono il registro dei rischi, che molti di quanti leggono già conoscono o hanno trovato in altri contesti, e la matrice dei rischi, che sostanzialmente deriva dal precedente, e rappresenta i rischi in forma cartesiana e li incasella per effetti e probabilità stimate. La matrice si usa rappresentare in bande di vario colore (rosso, arancio, giallo e verde) a seconda degli impatti stimati. In realtà questi e simili strumenti - i testi in materia ne citano più di una trentina - sono ancora poco diffusamente adottati nella pratica, salvo che nei casi di organizzazioni più mature nel risk e più in generale nel project management.

## Standard di riferimento (UNI ISO 21500)

Al fine di avere un riferimento completo di standard di project management, si può far riferimento alla norma UNI ISO 21500, che se si eccettua una precedente presente nella serie della qua-

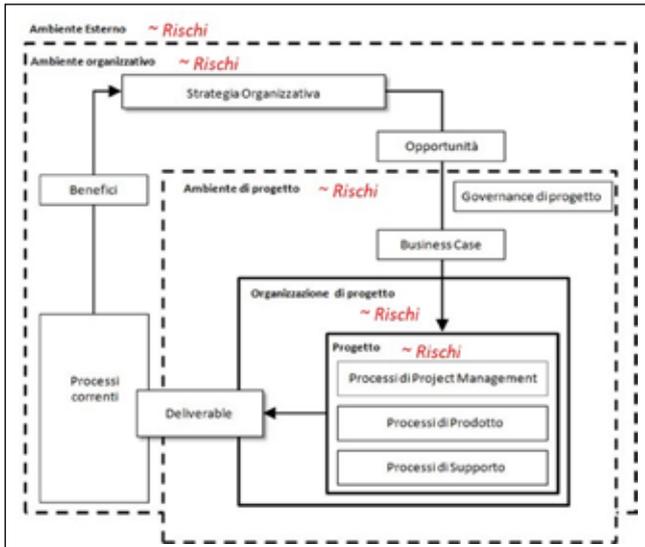


Fig. 4: Contesto organizzativo del project management

lità dell'ISO (UNI ISO 10600), ha rappresentato il primo standard internazionale in materia emesso dall'ISO e contestualmente accolto dall'UNI.

Innanzitutto la norma presenta uno schema di inquadramento del progetto in relazione con diversi altri concetti correlati, ponendo in particolare evidenza i diversi "ambienti" (Figura

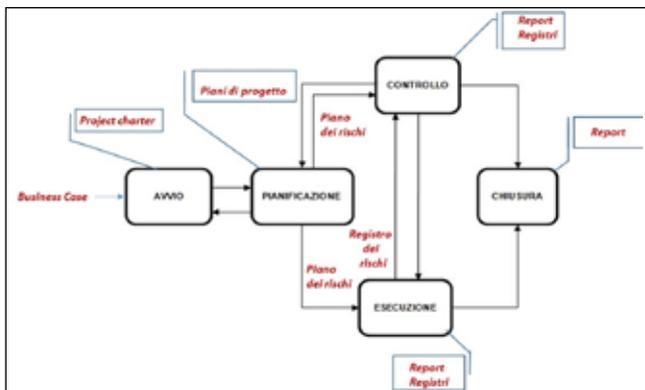


Fig. 5: Schema dei gruppi di processi e principali deliverable gestionali (UNI ISO 21500)

4), rispetto ai quali è pure possibile definire la complementare mappa dei rischi, in termini di:

- rischi dell'ambiente esterno
- rischi dell'ambiente organizzativo
- rischi dell'ambiente di progetto
- rischi dell'organizzazione di progetto
- rischi del progetto vero e proprio.

Anche in tal caso si comprende come sostanzialmente per i primi tre, e parzialmente quarto livello, può trattarsi di rischi "sistemici" che non riguardano la responsabilità del solo project manager, ma più in generale la governance e lo sponsor di progetto (talvolta anche identificabile o rappresentante del cosiddetto *project owner*).

La UNI ISO 21500 promuove, come accennato, un approccio per processi, per cui ogni fase, idealmente ogni attività di progetto, viene realizzata attraverso gruppi di processi, già citati, che si rappresentano in Figura 5.

Per quanto riguarda i rischi, il modello fornisce in particolare gli ulteriori elementi. Si deve rilevare che gli stessi processi non vanno confusi con le fasi di progetto, ma devono intendersi come attività-tipo che costantemente operano e avanzano nel corso dell'intero progetto o di una stessa fase, e si specializzano all'occorrenza nei diversi momenti del progetto e nelle diverse discipline tematiche. Concetto meglio espresso in Figura 6.

Dagli stessi gruppi di processi nascono i documenti e cosiddetti *deliverable gestionali*, caratteristici per gestire un progetto, che in sintesi possono essere classificati in: piani, registri e report. "Al di sotto" del convenzionale ciclo di vita di progetto, qui ad esempio raffigurato attraverso le tipiche fasi di progetto di un'opera pubblica, si trovano la realizzazione dei *deliverable di prodotto* veri e propri, quali la vera e propria realizzazione dell'opera appaltata, nell'ambito della fase di "esecuzione". Si osservi per inciso che il termine "esecuzione" qui (purtroppo) è sinonimo di un gruppo di processi, volendo essere emblematico quest'esempio di come si dovrà porre attenzione al gergo usato nei diversi contesti, per riferirlo alle definizioni espresse negli stessi standard.

Come seconda dimensione, gli stessi gruppi di processi coinvolgono discipline o aree tematiche, individuate come segue, fra cui vi è la stessa area dei rischi:

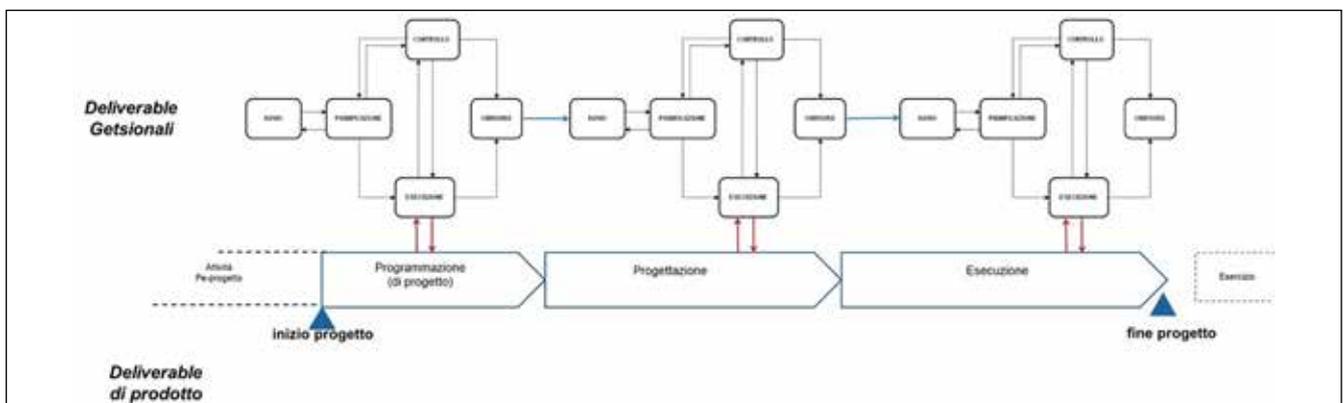


Fig. 4: Applicazione dei gruppi di processi ad ogni singola fase di progetto

- Integrazione
- Stakeholder
- Ambito
- Tempi
- Costi
- Risorse
- Qualità
- Rischi
- Approvvigionamenti
- Comunicazione.

L'integrazione è nella fattispecie l'area tematica che coinvolge attività gestionali e di coordinamento di tutte le altre discipline. Le due dimensioni si compendiano infine nella matrice dei processi, che rappresenta in sintesi il modello proposto dalla norma in argomento (Figura 7).

Nella stessa matrice si individua in particolare la disciplina dei Rischi, che rappresenta la guida metodologica del risk management di progetto, attraverso i rispettivi processi:

- pianificare i rischi, a sua volta suddiviso in due processi elementari (identificare i rischi, valutare i rischi)
- rispondere ai rischi
- controllare i rischi.

Mentre l'area dei rischi ne rappresenta quindi il paradigma metodologico di risk management, la suddetta suddivisione in aree tematiche può a sua volta rappresentare un ulteriore riferimento per l'analisi e la scomposizione dei rischi di progetto.

Alle categorie suddette, in particolare nel caso dei progetti di costruzione e impianti, si potrebbe aggiungere un'ulteriore area disciplinare, relativa alla Sostenibilità (HSSE)<sup>5</sup>, quando la stessa tematica non fosse già compresa nelle precedenti. Un tale modello resta peraltro di natura generale e può specializzarsi ai diversi settori ed aree applicative.

Gli stessi processi dello standard in questione e il paradigma PDCA che sostanzialmente incorpora, risultano essenzialmente comuni, con le variazioni del caso, ad altri standard che trattano la materia della gestione dei rischi, quale un altro standard di riferimento, IEC 62198 [4], che a sua volta si rifà alla norma ISO 31000 [5] di riferimento più generale per il risk management.

Come si vede, la norma UNI ISO 21500 raccomanda un certo numero di processi elementari (in tutto 39) che si dovranno definire e specializzare in specifiche attività per il singolo progetto e fase dello stesso, costituendo in pratica una check list per il project manager, oltre che per tutta l'organizzazione di progetto. Per ciascun processo, il project manager potrà quindi stabilire i metodi, le tecniche e gli strumenti da utilizzare nello specifico contesto e progetto oggetto di applicazione.

La norma UNI ISO 21500 offre quindi in sintesi un riferimento metodologico per l'impostazione e l'integrazione di procedure o manuali aziendali di gestione progetti, magari nati in epoche precedenti, secondo un moderno approccio di project management, a integrazione della stessa UNI EN ISO 9001 e di eventuali altri standard specifici di settore.

GRUPPI TEMATICI	GRUPPI DI PROCESSI				
	Avvio	Pianificazione	Esecuzione	Controllo	Chiusura
<b>Integrazione</b>	Sviluppare il Project Charter	Sviluppare i piani di progetto	Dirigere il lavoro del progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controllare il lavoro di progetto</li> <li>• Controllare le modifiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chiudere una fase o il progetto</li> <li>• Raccogliere le lezioni apprese</li> </ul>
<b>Stakeholder</b>	Identificare gli stakeholder		Gestire gli Stakeholder		
<b>Ambito</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definire l'ambito</li> <li>• Creare la WBS</li> <li>• Definire le attività</li> </ul>		Controllare l'ambito	
<b>Risorse</b>	Stabilire il gruppo di progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stimare le risorse</li> <li>• Definire l'organizzazione di progetto</li> </ul>	Sviluppare il gruppo di progetto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controllare le risorse</li> <li>• Gestire il Gruppo di progetto</li> </ul>	
<b>Tempo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettere in sequenza le attività</li> <li>• Stimare le durate di attività</li> <li>• Sviluppare il programma temporale</li> </ul>		Controllare il programma temporale (schedule)	
<b>Costo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stimare i costi</li> <li>• Sviluppare il budget</li> </ul>		Controllare i costi	
<b>Rischio</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificare i rischi</li> <li>• Valutare i rischi</li> </ul>	Rispondere ai rischi	Controllare i rischi	
<b>Qualità</b>		Pianificare la qualità	Effettuare l'assicurazione di qualità	Effettuare il controllo di qualità	
<b>Approvvigionamenti</b>		Pianificare gli approvvigionamenti	Selezionare i fornitori	Amministrare gli approvvigionamenti	
<b>Comunicazione</b>		Pianificare la comunicazione	Distribuire le informazioni	Gestire le comunicazioni	

Fig. 7: Mappa dei processi di project management (UNI ISO 21500)



## Conclusioni

Nell'articolo si è voluta offrire una panoramica dei temi di progetto e project management con particolare riferimento alla gestione dei rischi. Le diverse classificazione dei rischi di progetto, secondo vari punti di vista e sulla base degli standard citati, possono contribuire ad approfondire l'analisi dei rischi e fornire una guida metodologica per impostare la documentazione aziendale in tema e integrare manuali di qualità e simili, anche in relazione ai requisiti di "risk-based thinking" dei sistemi di gestione della qualità. Come principale riferimento si è assunta la norma UNI ISO 21500, di cui è prevista nuova edizione [6], sebbene i concetti e gli approcci di base restino sostanzialmente gli stessi, in particolare per quanto riguarda il tema del risk management di progetto. Si conclude che il "project risk management" è divenuto parte integrante oltre che pilastro fondamentale della moderna disciplina di gestione progetti.

### NOTE

- <sup>1</sup> Brasile, Russia, India, Cina, Sud-Africa
- <sup>2</sup> Il termine generale di "prodotto" vale in generale anche quale nuovo servizio, opera, risultato o simile di un progetto.
- <sup>3</sup> Projects In Controlled Environment
- <sup>4</sup> Work Breakdown Structure
- <sup>5</sup> Acronimo di Health, Safety, Security, Environment.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 PMI, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, 6th ed. Project Management Institute, 2017 (anche in lingua italiana).
- 2 UNI 21500:2013, *Guida alla gestione progetti (project management)*. Ente Nazionale di Unificazione
- 3 PMI, *The Standard for Risk Management in Portfolios, Programs, and Projects*. Project Management Institute, 2019
- 4 IEC 62198:2013, *Managing risk in projects - Application guidelines*. International Electrotechnical Commission
- 5 ISO 31000:2018, *Risk Management - Guidelines*. International Organization for Standardization.
- 6 ISO 21502:2020, *Project, programme and portfolio management - Guidance on project management*. International Organization for Standardization.

## GLOSSARIO DI PROJECT MANAGEMENT

### PROGETTO

Insieme unico di processi che comprendono attività coordinate e coordinate, con date di inizio e di fine, realizzate allo scopo di conseguire gli obiettivi del progetto stesso (UNI ISO 21500:2012).

### PROJECT MANAGEMENT

L'applicazione di metodi, strumenti, tecniche e competenze a un progetto. La gestione progetti differisce dalle altre discipline di management per la natura del carattere temporaneo e unico dei progetti.

### GOVERNANCE DI PROGETTO

Quadro di riferimento tramite il quale si dirige e si controlla una organizzazione. La governance di progetto comprende, ma non si limita a quelle aree della governance organizzativa che hanno in modo specifico relazione con le attività di progetto.

### CICLO DI VITA DI PROGETTO

Suddivisione del progetto in fasi temporali, determinate da esigenze di governance e di controllo (fra cui riduzione dei rischi), quali il rispetto di milestone e rilascio di determinati deliverable.

### PROCESSI DI PROGETTO

I *processi di project management* propriamente detti comprendono attività gestionali di avvio, pianificazione, esecuzione, controllo, chiusura. I *processi di prodotto* riguardano la realizzazione tecnica o specialistica di nuovi prodotti e servizi.

### DELIVERABLE

Documenti e artefatti che il progetto deve rilasciare al fine della sua realizzazione, quali prodotti parziali o completi. Si distinguono in deliverable gestionali e di prodotto (a seconda dei processi che li generano).

### STAKEHOLDER E ORGANIZZAZIONE DI PROGETTO

Tutte le parte interessati di un progetto, ivi compresa l'organizzazione (organigramma) di progetto.

### COMPETENZE DEL PERSONALE

Per le risorse umane operanti su un progetto si definiscono: competenze tecnico-metodologiche (specifiche del project management propriamente detto), competenze di contesto (caratteristiche dell'area applicativa di prodotto/servizi), competenze comportamentali e relazionali ("soft-skills"). In Italia è prevista la certificazione di project manager tramite OdC (Organismo riconosciuto da Accredia), sulla base della norma UNI 11648.

### PROGRAMMA

Insieme di progetti e altre attività, aventi un obiettivo strategico per l'organizzazione. I progetti possono svolgersi in tempi paralleli o meno; il programma può avere un orizzonte aperto.

### PORTFOLIO

Insieme di programmi, progetti e altre attività, anche concorrenti fra loro per l'acquisizione di risorse, aventi obiettivo strategico e finanziario per l'organizzazione.

### SISTEMA INFORMATIVO DI PROJECT MANAGEMENT

L'insieme dei processi e procedure, di norma informatizzati, attraverso template, modelli documentali e deliverable gestionali, in grado di supportare la gestione di progetto e i processi decisionali dell'organizzazione ai vari livelli.; in generale interfacciato con altri sistemi informativi di produzione, contabilità e altri.

# L'unico rischio che conta:

utilizzo del livello di rischio  
globale nel Risk Management  
di commessa

**GUIDO MASTROBUONO**

Risk Officer di ITALFERR S.p.A.  
[g.mastrobuono@italferr.it](mailto:g.mastrobuono@italferr.it)

## **Dallo studio di eventi all'analisi dell'impatto dell'incertezza**

Grazie allo stimolo impresso dalle norme ISO 9001:2015 ed ISO 14001:2015, nel 2018 il management di Italferr (Gruppo FS Italiane) decise di uniformare, formalizzare e strutturare le pratiche di risk management che già metteva in pratica. Per fare ciò, venne emesso un piano che partiva dalla sperimentazione del Project Risk Management su commesse pilota con l'intento di arrivare alla sua applicazione sulle principali commesse di Progettazione e Direzione Lavori. Era anche prevista l'emissione di Linea Guida basate sui risultati emersi dalle commesse pilota. Questo articolo descrive l'evoluzione metodologica derivata dall'applicazione di questo piano.

Italferr è la Società di Ingegneria del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane. Si tratta di una società portatrice di grande tradizione con più di 30 anni di esperienza nei grandi progetti infrastrutturali per il settore ferroviario convenzionale e per quello ad Alta Velocità, nel trasporto metropolitano e stradale, nella progettazione di porti e stazioni, in Italia e all'estero.

È una società con un grande know-how, e che eroga servizi di progettazione ed appalto, direzione e supervisione dei lavori, collaudo, messa in servizio di linee, stazioni, centri intermodali e interporti, project management. Effettua anche consulenze organizzative, training e trasferimento di know-how specialistico ed innovativo. Soprattutto, Italferr è una società molto strutturata, premiata e certificata ISO 9001 (Qualità), ISO 14001 (Ambiente), ISO 45001 (Sicurezza), ISO/IEC 17020 (Organismo d'Ispezione per la validazione dei progetti), UNI EN ISO 14064-1 (Impronta Climatica), Sistema di Gestione Qualità BIM.

Era quindi necessario mettere a punto metodologie di analisi del rischio capaci di coprire un'offerta di ingegneria che si declinava nel settore delle infrastrutture ferroviarie in senso classico e metropolitane, e si differenziava trasversalmente in quello delle infrastrutture stradali, intermodali e portuali in Italia e all'estero.

Era inoltre necessario selezionare i progetti in un portafoglio composto da centinaia di commesse di progettazione, supervisione o direzione lavori relative ad opere, impianti ed intere infrastrutture con valori delle opere varianti dalle decine di milioni (impianti) ai diversi miliardi di euro (delle tratte AC/AV).

Non appena ci addentrammo nel mondo del risk management, ci rendemmo subito conto che esso è tutt'altro che omogeneo, notando che non c'era accordo neanche sul concetto stesso di "rischio".

Noi partimmo dalla definizione di Risk Management fornita dalla norma ISO 31000, che lo descriveva come «l'insieme coordinato di attività mirate a controllare e gestire il rischio di un'organizzazione e specificava che lo scopo del Risk Management è la creazione e la protezione del valore di un'organizzazione.»

A quel punto, bisognava adottare una definizione di Project Risk Management e abbiamo preso quella riportata sul Body of Knowledge del Project Management Institute: «Il Project Risk Management è l'insieme dei processi di pianificazione, identificazione, analisi, risposta, monitoraggio e controllo dei rischi di un progetto.

*L'obiettivo che il Project Risk Management si propone di perseguire è quello aumentare la probabilità e l'impatto degli eventi positivi e di ridurre le probabilità e l'impatto degli eventi negativi.»*

*«Il Project Risk Management si propone quindi di:*

- *identificare gli eventi (sia positivi che negativi) che possono avere un impatto sugli obiettivi, prima che tali eventi si verifichino,*
- *valutarli, analizzarli e dare loro una priorità di trattamento, fornire per tempo ai Project Manager elementi utili per decidere quali azioni intraprendere per agevolare gli eventi positivi e contrastare gli eventi negativi.»*

Probabilmente, queste parole diedero il via alla nostra "ricerca di eventi".

Iniziammo a diffondere fra i colleghi l'idea dei rischi come deviazioni dal percorso pianificato che finivano per generare danni e benefici.

Avevamo infatti notato che, in ogni occasione in cui avevamo subito un danno o un beneficio, si erano presentati una serie di eventi (e cioè uno scenario) non conosciuti, non compresi, oppure incerti ma possibili (cioè compatibili con il contesto); questi eventi avevano quindi generato scostamenti (irrimediabili oppure limitati nel tempo) nel raggiungimento degli obiettivi rispetto a quanto era pianificato e previsto. Alcuni di questi eventi creavano le condizioni necessarie alla deviazione, altri eventi componevano il percorso che portava alla deviazione vera e propria.

Ogni ipotesi di scenario di questo tipo che non si era ancora realizzata veniva chiamata rischio. I rischi capaci di apportare danni sono stati chiamati "minacce"; quelli capaci di apportare benefici sono stati chiamati "opportunità".

Ci siamo quindi trovati di fronte alla necessità di strutturare il processo di identificazione di minacce ed opportunità.

Il processo di prima identificazione doveva assicurare che le principali minacce/opportunità del progetto venissero individuate. Veniva eseguito a valle della analisi di contesto e prevedeva un approccio sistematico e mirato ad identificare tutte le possibili criticità dell'Appalto. Generava la prima bozza del Risk Register, la tabella che descrive e caratterizza tutti i rischi individuati.

La successiva analisi e ponderazione dei rischi era basata sull'assegnazione di una probabilità e di un impatto che individuavano una posizione del rischio nella matrice, a cui corrispondeva un livello del rischio preventivamente definito Alto, Medio, Basso.

Al termine del processo di prima identificazione e analisi, si avevano dei Risk Register compilati, che contenevano i rischi individuati e la loro valutazione preliminare in termini di livello di rischio associato. Il documento veniva trasmesso al Project Manager presupponendo che, sulla base dei risultati dell'analisi, avrebbe deciso quali rischi sarebbero stati mitigati (generalmente i rischi a impatto maggiore) e quali sarebbero stati monitorati (generalmente i rischi ad impatto minore) sulla base di considerazioni di carattere economico, di opportunità e di propensione al rischio.

È emerso però un problema: non stavamo creando alcun valore aggiunto in quanto:

- l'identificazione delineava unicamente gli scenari che i PM già conoscevano;

- l'assessment rifletteva le convinzioni dei PM circa quegli scenari;
- le azioni di mitigazione erano scelte tra quelle già approvate dal PM e finanziate.

Dato che i rischi erano eventi non ancora accaduti, essi avevano sempre una priorità inferiore rispetto ai problemi già concretizzati. Il processo inoltre mal si sposava con il fatto che il livello di rischio massimo accettabile per un singolo evento non può essere imposto dall'alto, in quanto è dipendente dal progetto dallo "stile" di management del PM.

C'erano inoltre alcuni problemi teorici, tra cui la necessità di assicurare la completezza dell'identificazione, l'omogeneità relativa dei livelli di rischio, l'affidabilità degli assessment.

In particolare, è emerso che:

- i rischi sono infiniti come la fantasia di coloro che li identificano;
- il livello alto dipende da numerosissimi fattori (quali il contesto, il progetto, il cliente, il PM, il numero dei rischi, l'ottimismo-pessimismo del responsabile dell'assessment);
- l'assessment è una previsione del futuro (ma gli uomini non predicono il futuro);
- l'impatto e la probabilità dei rischi dipendono dall'accadimento degli altri rischi;
- i rischi non si sommano: si combinano con correlazioni non sempre dirette e mai lineari.

Questo fu il motivo che ci spinse a ripartire dalle definizioni di base e ci portò a rileggere la "strana" definizione di rischio presente nella ISO 31000: il «Rischio è l'effetto dell'incertezza sugli obiettivi» di un processo, un progetto, una società.

A differenza di altre norme, la norma ISO non si concentra tanto su eventi (in genere potenzialmente dannosi) quanto sul fatto che il grado di raggiungimento degli obiettivi dipende dalla presen-

za (o dall'assenza) di alcune informazioni nonché dalla capacità di interpretarle di coloro che sono incaricati della pianificazione.

Un'analisi di rischio diventa quindi un'analisi dell'affidabilità di ciò che si pensa di conoscere e di quanto (e come) le "nostre illusioni e/o delusioni" si possano riflettere sui risultati del nostro lavoro.

Questa considerazione ha implicato inevitabilmente una focalizzazione sul livello di raggiungimento degli obiettivi globali.

Non trovavamo più il senso di mitigare singoli scenari ipotetici che potevano benissimo non accadere. Era molto più interessante il livello globale di raggiungimento degli obiettivi dell'intero processo in quanto le variazioni di questo livello potevano generare il successo o il fallimento manageriale di un progetto e, per questo motivo, implicavano lo spostamento di risorse in attività di Mitigazione del Rischio.

Ecco quindi che le analisi di rischio sono diventate molto più utili in quanto permettono di agire con un buon margine di anticipo rispetto al momento in cui un eventuale danno si concretizza.

Allo stesso tempo, abbiamo smesso di perdere tempo e risorse nell'analisi del raggiungimento di obiettivi poco importanti e, soprattutto, nell'analisi degli obiettivi poco incerti.

Se si considera che ogni analisi di rischio è lo studio dell'«incertezza che importa», è giusto tenere conto del fatto che alcuni obiettivi sono relativamente poco incerti in quanto si raggiungeranno sicuramente, magari a scapito di altri obiettivi. Oppure, il raggiungimento di altri obiettivi, seppur incerto, potrebbe essere talmente poco impattante sugli obiettivi aziendali dei principali stakeholder (Italferr compresa) da essere considerato relativamente poco importante. Infine, altri obiettivi sono talmente vaghi che non permettono una quantificazione e, di conseguenza potrebbe essere opportuno dedicare tutte le risorse disponibili per analizzare l'impatto dell'incertezza sugli obiettivi più critici.

L'assenza di opportuni KPI è un importante indizio per l'identificazione degli obiettivi che non vale la pena analizzare; infatti, per gli obiettivi veramente importanti, i manager dispongono sempre di un metodo, diretto o indiretto, di stima del miglioramento della situazione. Questo metodo può sempre essere formalizzato e sintetizzato con opportuni indici.

Come risultato dell'evoluzione del nostro metodo, le nostre analisi di rischio ora quantificano la probabilità di scostamento di un obiettivo in ragione della sua entità quantificata e superano, in efficacia, efficienza ed utilità, quelle analisi che, riguardando obiettivi non quantificabili, finivano sempre per confermare le opinioni del committente o dell'analista.

## Analisi di rischio come strumento di predizione

Una volta identificati gli obiettivi, i manager si aspettano sempre che gli analisti del rischio gli sappiano dire qualcosa sul futuro: in altre parole si aspettano una predizione.

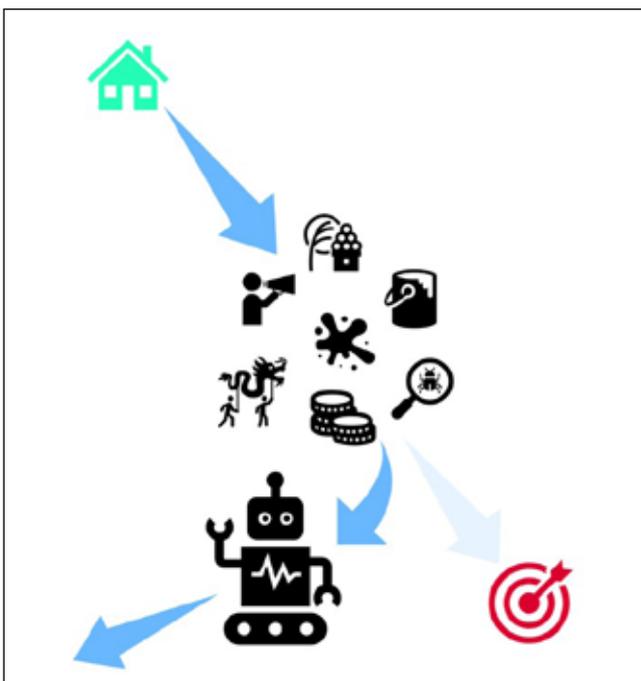


Figura 1: Impatto dell'incertezza sugli obiettivi

Le predizioni però, per quello che sappiamo della dinamica dei sistemi complessi, non sono possibili e, di conseguenza, non rimane che la possibilità di trarre quante più informazioni dal contesto presente.

Per prima cosa, sappiamo che i risultati finali di un'attività sono generati dalla combinazione di tre addendi:

1. il pianificato,
2. gli imprevisti accaduti e noti,
3. l'impatto di eventi possibili, non pianificati e non accaduti, oppure accaduti ma non rilevati, non conosciuti o non compresi sufficientemente da definirne precisamente l'impatto sugli obiettivi (che però è possibile).

I primi due addendi sono noti mentre, per quanto riguarda il terzo addendo (e cioè l'impatto dei rischi) abbiamo scoperto che, a valle di opportune analisi, è possibile valutare, con un ragionevole grado di approssimazione, molti elementi utili alla gestione del processo produttivo in analisi.

Sappiamo inoltre che, a differenza di quanto accade in un mondo perfetto (in cui il Cliente da un Input, noi implementiamo un processo, e questo processo genera un output preciso e prevedibile), nel mondo reale il Cliente da un Input, noi implementiamo un processo, il contesto genera tutta una serie di input addizionali, tutti questi input influenzano il processo ed il suo output.

Cosa sono questi input? Si tratta dei già citati eventi, noti, ignoti, oppure incerti, che impattano sulla nostra produzione. La norma UNI ISO 31000:2018 definisce gli eventi come «*Il verificarsi o il modificarsi di un particolare insieme di circostanze*» e queste circostanze sono qualcosa che esiste, oppure avviene, oppure agisce, ed impatta sulla nostra produzione.

Gli eventi di cui parliamo hanno cause efficienti chiamate fattori che sono diventati la chiave delle nostre analisi in quanto, mentre gli eventi sono futuri, potenziali e non ancora accaduti e devono essere previsti e stimati, questi fattori sono esistenti e presenti nel contesto nel momento dell'analisi e possono essere studiati, rilevati e misurati.

Lo studio del legame fra fattori ed eventi permette di fondare le previsioni del futuro su qualcosa di presente e non su semplici ipotesi e congetture.

I fattori del contesto sono di due tipi:

- gli stakeholder, persone o organizzazioni che portano avanti una loro agenda ed agiscono con coscienza e volontà;
- gli altri fattori ambientali, economici, culturali, tecnologici, legali che sono stati di cose che impattano sulla nostra produzione.

All'avvio di un progetto, disponiamo di moltissime informazioni sui fattori del contesto e sugli stakeholder e moltissime altre continuano ad arrivare durante tutto il corso delle attività.

Si tratta di un processo semantico e cioè una ricerca di significato: le informazioni che abbiamo sono come le tessere di un puzzle. Una singola tessera ci dice poco perché a noi, per lavorare, serve conoscere tutta la parte del disegno che riguarda il raggiungimento dei nostri obiettivi. Quindi dobbiamo scegliere

le tessere giuste e metterle assieme. E dobbiamo farlo in maniera semplice, speditiva, efficace ed efficiente.

Analizziamo come procedere.

Quali sono le informazioni «mancanti» che contano? Quelle relative agli scenari incerti capaci di impattare sul nostro processo produttivo (cioè quelli che, prima, chiamavamo rischi).

Non dobbiamo però studiare tutti gli scenari: possiamo infatti scartare tutti gli eventi che non riguardano gli stakeholder ed i fattori presenti nel contesto oppure sono incompatibili con essi.

Le informazioni che contano sono quindi quelle che riguardano gli scenari rimanenti, li rendono meno inaspettati, oppure ci permettono di comprenderli o controllarli meglio.

Chiaramente, le informazioni più importanti sono quelle che riguardano gli eventi più importanti e ne favoriscono efficacemente la comprensione.

Quando si ipotizza un evento potenzialmente rischioso bisogna definire con chiarezza il livello di impatto sugli obiettivi a cui si sta pensando. Italferr ha messo a punto una scala facile da utilizzare e basata su ordini di grandezza per cui ogni evento può corrispondere ad una (ed una sola) classe di impatto.

Oltre a identificare gli eventi più importanti bisogna capire quanto è probabile che accadono. Italferr adotta il concetto della probabilità soggettiva che potrebbe essere associato alla quotazione che un allibratore assocerebbe ad una scommessa legata all'evento. Ad una valutazione qualitativa siamo poi in grado di associare una adeguata percentuale. È importante notare che le stime di probabilità si basano più sul giudizio di esperti che su statistiche che, nel nostro campo, non sono quasi mai disponibili.

Alcuni scenari sono più importanti di altri: a parità di impatto, uno scenario più probabile è più importante di uno meno probabile; allo stesso tempo, a parità di probabilità, uno scenario più impattante è più importante di uno meno impattante.

Anche con il nostro metodo, l'assegnazione di "Probabilità" ed "Impatto" al rischio, in sede di analisi consente di individuare

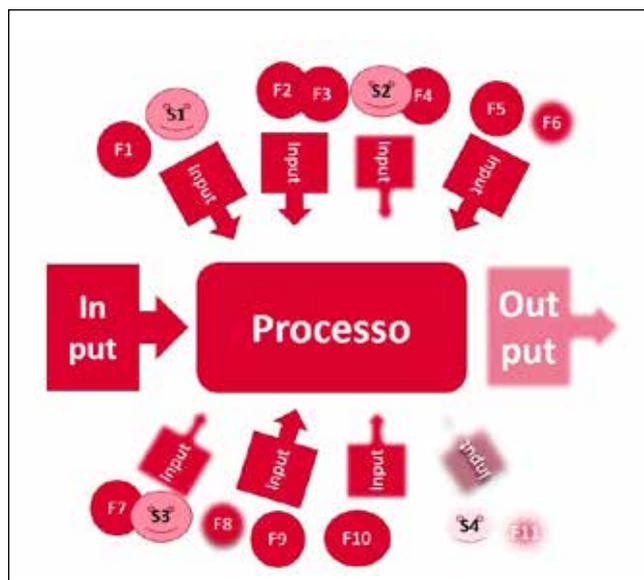


Figura 2: Impatto di Fattori e Stakeholder sul processo produttivo

una posizione all'interno della "Matrice di Rischio", che riassume in maniera grafica il livello di rischio individuale degli scenari identificati. Viene però disconosciuta la pratica di desumere l'accettabilità, l'inaccettabilità o la tollerabilità della situazione sulla base dell'assessment di un singolo rischio. Il livello di rischio può essere visto come un potenziale, del singolo scenario, di impattare sugli obiettivi. Però, i potenziali non possono essere semplicemente sommati in quanto gli effetti dei rischi si combinano in maniera non lineare.

Quindi, per calcolare questa combinazione, è necessario un analista del rischio.

Il Livello di Rischio Globale è la risultante dei potenziali di rischio apportati da tutti gli scenari compatibili con il progetto ed il contesto su un particolare obiettivo.

Una corretta valutazione del livello di rischio globale permette di stimare la probabilità di raggiungimento di quel particolare obiettivo.

Il rischio globale si basa simulando l'accadimento dei diversi eventi identificati sulla base di probabilità, impatto e correlazione (cioè tendenza a sovrapporsi, escludersi, amplificarsi o smorzarsi).

L'applicazione del metodo di simulazione può essere semplice. La concezione della metodologia deve essere però «tailor made» e cioè studiata in ragione dell'analisi specifica da un analista qualificato; l'obiettivo per le nostre analisi è la generazione di profili di rischio, grafici che associano ai livelli dell'impatto dell'incertezza una corrispondente probabilità di accadimento.

Tra le altre cose, un profilo di rischio ci permette di capire qual è il migliore risultato credibile, qual è il peggiore risultato credibile, qual è la probabilità che si raggiunga o si superi una soglia di risultato massima o minima (per esempio che si vada in penale o, al contrario, che si vada in utile).

Questo è il "rischio che conta" perché cambia le carte in tavola. L'esistenza di un'alta probabilità che l'intero progetto vada in ritardo, o costi di più, o raggiunga un livello qualitativo/funzionale insufficiente, è una issue abbastanza importante da cambiare la pianificazione e mobilitare risorse per la mitigazione.

L'esistenza di un'alta probabilità di avere un ritorno economico o reputazionale superiore alle attese, è una issue abbastanza importante da cambiare la pianificazione e mobilitare risorse per perseguire quella opportunità.

## Analisi di rischio come strumento di gestione

Se i rischi non esistono ancora (in quanto catene di eventi potenziali), su cosa si fa il trattamento?

Anche se i rischi non esistono, il contesto esiste; le azioni di trattamento vanno quindi a influenzare fattori e stakeholder (rendendoli meno inclini a creare problemi, e più inclini a generare situazioni favorevoli). Per questo motivo, le analisi indicano quali sono i fattori e gli stakeholder sui quali sia opportuno agire e quali categorie di scenari contribuiscono maggiormente al profilo.



Figura 3: Profilo di rischio

E come possiamo fare per «gestire l'incertezza»? Il processo è il seguente:

- prima si analizza ciò che conosciamo del mondo che ci circonda e degli eventi pianificati (analisi di contesto),
- poi si cerca di capire quali informazioni mancano sapendo che sono quelle che riguardano eventi incerti, possibili ma non previsti nei piani di produzione (identificazione dei rischi),
- poi si valutano le eventualità più preoccupanti (assessment dei rischi),
- poi si decide se fare qualcosa (valutazione del rischio globale),
- poi si decide cosa fare (mitigazione del rischio),
- poi si controlla se la situazione è migliorata (monitoraggio e controllo).

Il Risk Management può quindi essere visto come un ciclo continuo formato dalla successione di due attività:

- la Risk Analysis,
- il Risk Related Management.

La Risk Analysis, eseguita in un intervallo di tempo limitato dal manager con l'ausilio di un analista, porta:

- alla definizione del livello di Rischio Globale del Processo/Progetto,
- alla valutazione della sua accettabilità,
- alla proposta delle strategie di trattamento del rischio e stima del livello di rischio con esse raggiungibile.

Il Risk Related Management, eseguito nell'intervallo tra due analisi dai manager e dai loro collaboratori, implica:

- la messa in pratica delle strategie di trattamento del rischio,
- la raccolta di informazioni che permettono una migliore stima della probabilità dei rischi,
- la gestione e l'approfondimento delle issues,
- l'investigazione continua del contesto (che porta all'eventuale identificazione di altri rischi).

### NOTE

<sup>1</sup> Fonte - PMI "Practice Standard for Project Risk Management" edizione 2009





# VERIFICA della PROGETTAZIONE: strumento di collaborazione, prevenzione e risk management

**U**no degli aspetti più rilevanti nel processo di risk management nell'ambito del settore delle costruzioni consiste nell'individuare e valutare i potenziali rischi in un progetto con l'obiettivo della loro "normalizzazione". Lo strumento che la normativa, nazionale ed europea, mette a disposizione degli operatori per attuare la mitigazione del rischio rispetto a tale fase del processo realizzativo è la "verifica progettuale di terza parte", effettuabile,

**DANIELE BALDI**  
Responsabile Tecnico CONTECO Check S.r.l.  
[baldi@conteco.it](mailto:baldi@conteco.it)

nel nostro Paese, da parte degli Organismi di Ispezione di Tipo A accreditati ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020:2012, che esprimono la massima indipendenza e imparzialità di giudizio (essendo loro precluso per legge, attraverso una serie di divieti d'operatività nell'ambito delle attività oggetto di controllo, ogni possibilità di conflitto di interessi).

Si tratta di un obbligo, allo stato, purtroppo circoscritto al settore delle opere pubbliche, ma con un progressivo incremento, su base volontaria, anche nell'ambito privato, per le opere

dimensionalmente più rilevanti, in cui l'errore progettuale può avere implicazioni notevoli in termini di costi e di tempi.

L'attività di verifica consiste, semplificando al massimo, in un'attività istruttoria e di controllo dei livelli di progettazione, eseguita in contraddittorio con il progettista, con lo scopo di accertare la rispondenza degli elaborati di progetto e la loro conformità alla normativa e alle disposizioni tecniche vigenti. Il processo, in estrema sintesi, prevede: l'analisi della documentazione progettuale; la segnalazione, mediante reportistica, di eventuali criticità, ossia non conformità normative e tecniche, e di osservazioni, cioè aspetti secondari che non inficiano l'approvabilità del progetto ma è opportuno vengano tenuti in considerazione nelle fasi successive; il confronto tecnico, orale e scritto, con il gruppo di progettazione; il riesame del progetto alla luce dei trattamenti proposti dai progettisti; un rapporto conclusivo che dovrebbe sancire, ove non si siano prodotti corto circuiti nel processo, la piena conformità progettuale.

Piuttosto che sui contenuti tecnici e metodologie del controllo vorrei però in questo breve scritto focalizzare l'attenzione sulla pianificazione dell'attività, ed in particolare su tre elementi, spesso sottovalutati, che l'esperienza insegna invece contribuire in maniera determinante al successo del processo di verifica: la collaborazione, la comunicazione e l'integrazione tra i diversi attori.

La gestione del rischio progettuale non è infatti un'attività indipendente, calata dall'alto, separata dalle attività e dai processi principali di realizzazione. Si tende infatti a considerare la riuscita del progetto come una responsabilità propria dei soli progettisti e a rilegare la verifica del loro prodotto ad un "balzello procedurale" dal pregiudizievole effetto (frutto di infondati preconcetti) di allungare le tempistiche, senza realmente calcolare come il progetto, e dunque il suo controllo positivo che ne garantisce la qualità, siano una parte integrante, per non dire centrale, di tutti i processi che contribuiscono alla realizzazione dell'opera. Un progetto "sbagliato" non è solo una questione di responsabilità, bensì significa aumentare in maniera incontrollata e ingovernabile i rischi di insuccesso dell'iniziativa e comunque introdurre sicuramente sul percorso realizzativo una criticità che ricadrà su tutti gli attori (in primis sul project manager di commessa) e comporterà variazioni di tempi, di costi e, spesso, anche di qualità, sacrificata a favore delle azioni volte a minimizzare gli impatti dell'errore sul processo esecutivo.

Un approccio sistematico, tempestivo, strutturato e dinamico alla gestione del rischio progettuale contribuisce dunque all'efficienza ed a risultati coerenti, confrontabili ed affidabili, di qualità delle opere e di rispetto di costi e tempi.

**Ma cosa ha significato applicare questi concetti ad un'opera come il Ponte San Giorgio, complessa nella progettazione, contingentata nei tempi e sovraesposta mediaticamente? Quali apprendimenti si possono cogliere da questa esperienza?**

La severità del compito affidato non ha lasciato tempo a fraintendimenti: è stato necessario salire su un treno già lanciato in corsa da mesi, senza possibilità di rallentare per alcuna ragione.

L'obbligo di risultato e il senso di urgenza (ma non di emer-

genza) hanno rappresentato la bussola che ha orientato l'azione di controllo, e sono stati il fattore comune di tutte le attività che via via si sono incrociate durante il processo di verifica e costruzione dell'opera.

Da subito ha quindi assunto un ruolo determinante la necessità di adattamento, ovvero il saper prontamente adeguare i processi di qualità alle specifiche esigenze procedurali e in particolare alle tempistiche imposte dall'obiettivo, mediante una ridefinizione degli strumenti operativi adottati per le istruttorie, che salvaguardassero comunque la qualità dei controlli e le garanzie di qualità del progetto nel rispetto reciproco e dei rispettivi ruoli.

Un approccio "osmotico" basato sul confronto, in cui il rigido rispetto di leggi e regole tecniche, che costituiscono i fondamenti e il perimetro dell'azione del verificatore, ha rappresentato lo scopo e il traguardo delle attività di controllo; nel mezzo, un oculato, indispensabile ricorso al bagaglio esperienziale sia in termini anticipatori che risolutivi, accompagnato da una logica più che mai proattiva, invece che reattiva, volta appunto a prevenire l'identificazione delle criticità piuttosto che limitarsi a segnalarle, e a scomporre la risoluzione partendo dalle problematiche gerarchicamente più critiche, per poi procedere con analisi di sempre maggior dettaglio.

In tale contesto non si è potuto che adottare la **Fast Track Procedure**, poco usuale nel quadro nazionale ma frequentemente applicata in ambito internazionale, per rendere possibile la contemporaneità di progettazione, controllo e realizzazione, in modo da azzerare (o quantomeno ridurre drasticamente) i cosiddetti "tempi di attraversamento", ossia i momenti morti del processo realizzativo: il verificatore viene così chiamato ad operare in un contesto di simultaneità delle fasi di progettazione ed esecuzione, che richiede un rigidissimo rispetto delle tempistiche di risoluzione di eventuali criticità, in quanto queste impattano sul cronoprogramma sia di progettazione che di esecuzione, e una estrema capacità di adattamento, in quanto la progettazione può subire continui "aggiustamenti" di impostazione e contenuto sulla base dei feedback provenienti dal cantiere.

Per un tale obiettivo è stato necessario un permanente confronto tecnico, con costante presenza in cantiere e indizione di tavoli tecnici, in cui è stata condivisa l'impostazione di ogni gruppo omogeneo di documenti e si è mantenuto aperto un confronto con il progettista per la rapida soluzione delle criticità.

Così, tempi che dichiarati da molti come "record", sarebbero a ben vedere da definirsi tecnicamente "utopici" se calati nello scenario di un cantiere che in continuità rispetto alle fasi della demolizione ha operato nel contesto urbano/autostradale sullo stesso sedime del ponte preesistente, sono stati rispettati, pur nello scetticismo generale, e il viadotto oggi è lì, completato a poco meno di due anni dal tragico crollo, a dimostrazione che *"dove c'è una grande volontà, non possono esserci grandi difficoltà"* (Niccolò Machiavelli).

**La comunicazione e la collaborazione hanno avuto un ruolo determinante, sia in termini di scambio di informazioni, che di**

**confronto tecnico, che di condivisione metodologica, che infine e soprattutto di capacità di comprendere le esigenze e problematiche reciproche;** tutti ingredienti per tenere dritta la rotta, superare i momenti critici e procedere spediti verso il risultato comune, ossia lo sviluppo di pacchetti progettuali cantierabili che rispettassero il cronoprogramma sia di produzione che di esecuzione. Un costante confronto, organizzato con il supporto e la supervisione di RINA Consulting, che ha interessato tutte le singole discipline specialistiche sottoposte a ispezione, seguendo un modello organizzativo a specchio rispetto al gruppo di progettazione, che ha dunque visto la messa in campo di una squadra multidisciplinare, di Professionisti altamente qualificati e con esperienza specifica, che potessero confrontarsi permanentemente e parallelamente su tutti gli specialismi coinvolti.

Non va poi trascurata l'aver percepito fin da subito una totale assenza di diffidenza e per contro una familiarità da parte di tutti i Professionisti coinvolti nei confronti dei processi di controllo di terza parte, così che si sia potuto contare su una trasparenza e disponibilità illimitata, che hanno permesso di ottenere dal progetto Esecutivo il "valore aggiunto" tanto atteso dalla Struttura Commissariale, il valore di un unico lavoro per un unico Ponte.

L'attività di verifica è consistita in una complessa istruttoria che ha affrontato sia la completezza documentale che la conformità analitica dei contenuti e che ha avuto ad oggetto due livelli di progettazione: il Progetto Esecutivo definito di II Livello ed il Progetto Esecutivo definito di III Livello.

Operando secondo un quadro comunitario piuttosto che esclusivamente nazionale, è stato necessario calarsi in tale contesto, individuando regole comuni e corrispondenze di contenuti e definendo il grado di dettaglio di ciascun livello progettuale e il perimetro delle azioni di controllo. In questo un grosso contributo è stato fornito dal Management dell'iniziativa (Responsabile Unico del Procedimento e struttura di supporto) che ha agevolato l'attività di tutti gli attori predisponendo una linea guida,

contenente il quadro normativo e tecnico di riferimento per la progettazione, basata sull'Allegato "Specifiche Tecniche - caratteristiche prestazionali e funzionali" del Decreto Commissariale n. 5 e approvata dalla Struttura Commissariale, e che ha saputo definire i contenuti delle attività di verifica sulla base delle reali esigenze dell'opera, e gestirne il processo, ponendo l'esito dei controlli al centro dello sviluppo del progetto.

E così, alla fine di un impegnativo percorso in cui la verifica di qualità significa garanzia di sicurezza globale dell'opera, il progetto del nuovo Viadotto ha raggiunto la piena conformità normativa e gli obiettivi posti dal Commissario Straordinario: sicurezza, robustezza, durabilità e manutenibilità.

Sicuramente l'intervento ha avuto successo per la concomitanza di molteplici fattori, grazie alla presenza e disponibilità di uomini e donne disposti a lavorare senza sosta e capaci di assumersi le proprie responsabilità, e per l'obiettivo coinvolgimento dell'eccellenza dell'imprenditoria italiana nella filiera della realizzazione di opere infrastrutturali, ma non può comunque negarsi che costituisca un **modello da seguire e riproporre, ma non di deregulation, come qualche non addetto ai lavori ha impropriamente invocato per rimettere nuovamente mano al Codice Appalti, bensì, più semplicemente, di razionale ed efficace utilizzo degli strumenti normativi e tecnici che sono già a disposizione e in cui i controlli di qualità e più in generale le procedure di risk management, sia sul progetto che in corso di esecuzione, costituiscono un aspetto importante.**

E una riflessione sui risultati dell'esperienza genovese potrebbe forse anche rivolgersi in prospettiva del prossimo utilizzo dei fondi strutturali del *Recovery Fund*, per fornire quelle garanzie di risultato richieste dalla Commissione Europea e per evitare di non riuscire a spendere le somme allocate nei tempi previsti.

CONTECO ringrazia tutte le Aziende che hanno partecipato a questo risultato per l'indimenticabile esperienza.



# IL PMC PER LA GESTIONE DEL RISCHIO DI PROGETTO

Il ruolo di  
Project Management  
Consultant  
svolto dal RINA

**ANDREA TOMARCHIO**  
Senior Director di  
RINA CONSULTING S.p.A.  
[andrea.tomarchio@rina.org](mailto:andrea.tomarchio@rina.org)

**CINZIA PICA**  
Special Projects Stakeholder Relations  
di RINA CONSULTING S.p.A.  
[cinzia.pica@rina.org](mailto:cinzia.pica@rina.org)

**ANDREA BOTTO**  
Photographer  
[Info@andreabotto.it](mailto:Info@andreabotto.it)

## Il progetto

Il 14 agosto 2018 a Genova crollava il ponte Morandi e nel disastro perdevano la vita 43 persone. Il principale asse viario che collegava il ponente al centro della città era interrotto. Il crollo, inoltre, divideva in due la Valpolcevera, interrompendo 4 strade cittadine altamente trafficate e la linea ferroviaria.

Il 4 ottobre 2018, ai sensi dell'articolo 1, comma 1, del decreto-legge 28 settembre 2018 (il cosiddetto "Decreto Genova", poi convertito in legge il 16 novembre dello stesso anno) il dott. Marco Bucchi, Sindaco di Genova, diventava Commissario Straordinario per la ricostruzione. Contestualmente veniva costituita alle sue dipendenze dirette, una Struttura Commissariale con l'obiettivo di gestire la demolizione e la ricostruzione del viadotto sul Polcevera.

Il Commissario Straordinario poteva quindi di operare in deroga ad ogni disposizione di legge diversa da quella penale, fatto salvo il rispetto delle disposizioni del codice delle leggi antimafia e sulla sicurezza e prevenzione e dei vincoli inderogabili derivanti dall'appartenenza all'Unione Europea.

Sulla base di tali premesse il Commissario avvierà una procedura di consultazione di mercato internazionale, giustificata da un criterio di estrema urgenza, ai sensi degli artt. 42 e 40 e 32 della Direttiva 2014/24/UE, volta ad affidare gli appalti per i servizi di project & construction management e quality assurance (5.12.2018), per i lavori e i servizi di demolizione (14.12.2018) e per quelli di ricostruzione del nuovo viadotto (18.12.2018).

## Il Project Management Consultant: ruolo nel progetto

Per la prima volta in Italia nello sviluppo di un progetto infrastrutturale con un committente pubblico, si formalizza la figura del Project Management Consultant (PMC), affidando l'incarico a Rina Consulting S.p.A. del gruppo RINA, insieme a controllo qualità, direzione lavori e coordinamento della sicurezza in cantiere in fase esecutiva.

L'obiettivo era costruire un team di progetto che si integrasse con la Struttura Commissariale in modo da supportare il Commissario Straordinario, garantendo che i requisiti del progetto, la qualità, la pianificazione, la coerenza tra il progetto e la costruzione, i tempi ed i costi fossero soddisfatti. Il supporto al Committente ha riguardato tutti gli aspetti tecnici, manageriali, legali, amministrativi e finanziari, oltre ad includere la revisione e l'approvazione dei documenti di progetto.

In aggiunta il RINA si è occupato di affiancare il Commissario e la sua Struttura, garantendo una ulteriore presenza sul territorio e nei rapporti con gli stakeholder, come le autorità e gli organi governativi di alto livello e occuparsi quindi delle relative procedure di approvazione, dialogando con progettisti, appaltatori e operatori.

La presenza del PMC sul progetto ha consentito una indubbia semplificazione dei processi, definendo flussi informativi chiari, che hanno facilitato la velocità nelle scelte e incrementato la capacità di adattamento agli imprevisti.

## Direzione lavori e Quality Assurance/ Quality Control

Le attività della Direzione Lavori sul progetto hanno compreso in particolare la verifica della conformità della costruzione al progetto, la verifica del Programma Lavori, la valutazione e certificazione dell'avanzamento dei lavori, l'autorizzazione dei pagamenti in avanzamento, la gestione degli ordini di modifica, la risoluzione dei conflitti.

RINA Consulting ha svolto, quindi, le attività di controllo e verifica degli elaborati progettuali delle opere civili e impiantistiche del nuovo Viadotto Genova San Giorgio, assistendo la Struttura Commissariale nell'iter di approvazione e validazione delle opere del contratto di appalto. È importante sottolineare come la situazione di urgenza che ha caratterizzato la costruzione dell'opera, ha reso necessaria la redazione del progetto esecutivo in itinere. Il progetto esecutivo è stato, quindi, suddiviso in "stralci di consegna", oggetto di oltre 400 istruttorie da parte dell'ufficio tecnico RINA che costituivano, quando con esito positivo, la base per l'emissione del verbale di approvazione e validazione da parte del Responsabile Unico del Procedimento.

Per quanto concerne l'attività di controllo e revisione della programmazione delle lavorazioni di demolizione e di costruzione, il team di progetto RINA ha operato in conformità alle più recenti normative internazionali sul EVMS (Earned Value Management System), ANSI EIA 748 ed europee ISO 21508:2018 (earned value management in project and programme management) che stabiliscono i requisiti per una corretta gestione del contratto.

Documento chiave per la gestione del programma dei lavori integrato delle attività di Demolizione e Costruzione è stato l'IMS (Integrated Master Schedule). Attraverso questo programma l'Appaltatore ha gestito l'integrazione di tutti gli obiettivi e milestones contrattuali, i punti decisionali ed i programmi operativi con i quali ha esplicitato il raggiungimento e il positivo adempimento dei propri obblighi contrattuali.

L'attività di confronto e verifica dei programmi si è svolta con continue interazioni tra le Parti, mediante riunioni di coordinamento settimanali e mensili finalizzate alla verifica della rispondenza della programmazione con l'effettivo avanzamento in sito, alla verifica della programmazione a breve e lungo termine e all'elaborazione congiunta di piani di recupero, ove ritenuti necessari.

Attività di competenza del RINA sono state anche quelle relative al controllo qualità dei materiali e delle lavorazioni, sia in cantiere che nei siti di prefabbricazione tale verifica ha riguardato sia gli aspetti documentali (sistema di controllo qualità, certificazioni) che quelli operativi della costruzione.

Gli ispettori del Controllo Qualità della Direzione dei Lavori

◀ Il calo della prima trave tampone del Ponte Morandi, avvenuta nella notte del 9 febbraio 2019



Costruzione delle pile in calcestruzzo tramite casseri rampanti

hanno presidiato tutte le principali sedi produttive, garantendo un monitoraggio costante delle attività.

La struttura ispettiva del Controllo Qualità della Direzione dei Lavori ha, inoltre, assicurato il controllo delle attività di saldatura, assemblaggio, verniciatura e varo eseguite in cantiere, oltre a verificare la completezza di tutta la documentazione relativa alla certificazione e agli adempimenti documentali. In totale il gruppo incaricato di assicurazione controllo della qualità ha svolto oltre 900 giornate di monitoraggio, emettendo oltre 1100 rapporti.

In aggiunta a quanto sopra la Direzione Lavori ha effettuato controlli propedeutici alla verifica delle caratteristiche geometriche e del comportamento strutturale dell'opera e della loro rispondenza al progetto durante la fase di realizzazione dell'impalcato, sia per verificare il corretto posizionamento in opera dell'impalcato (allineamento trasversale, allineamento longitudinale e posizione in quota), sia per verificare il comportamento dell'impalcato sottoposto ai carichi imposti durante il varo e al getto della soletta.

Le fasi di monitoraggio strutturale sono state sempre condivise con le imprese e questo ha portato a un'ottimizzazione delle fasi costruttive e a un costante controllo del processo costruttivo. L'impostazione data ai controlli strumentali durante la costruzione, di cui RINA Consulting ha mantenuto la regia operativa, ha portato l'ufficio tecnico della Direzione Lavori a lavorare in sinergia con i progettisti e con gli uffici tecnici delle imprese coinvolte.

## Coordinamento per la sicurezza in fase esecutiva

Il Coordinamento Sicurezza si è occupato in particolare della sicurezza dei lavoratori e della sicurezza pubblica durante la costruzione, della verifica della programmazione delle operazioni di costruzione per minimizzare l'interferenza tra le diverse attività, dell'individuazione delle misure di mitigazione per prevenire i rischi della costruzione e della verifica dell'attuazione delle misure di sicurezza pianificate.

Criticità attesa della commessa ha riguardato il coordinamento delle attività in parallelo di demolizione e di ricostruzione.

La necessità di continui "passaggi" dei lotti di cantiere dal consorzio dei demolitori ai costruttori e viceversa, dovuto alla quasi contemporaneità delle lavorazioni di demolizione e ricostruzione, e le ulteriori consegne di aree ad enti pubblici coinvolti in lavorazioni secondarie, ma essenziali per il ripristino delle funzionalità dell'area per la gestione delle interferenze dei sottoservizi, ha richiesto un coordinamento settimanale delle esigenze di tutte le figure coinvolte nel progetto.

La complessità del progetto, che ha coinvolto circa 50 imprese nella demolizione e circa 50 nella costruzione, lo stato di consistenza dell'infrastruttura da demolire, l'insistenza del cantiere della demolizione su quella che dopo il crollo era stata delimitata come "zona rossa" e la presenza massiccia di sottoservizi hanno costituito ulteriori elementi di rischio per l'andamento in sicurezza del cantiere.

Nel seguito sono inoltre riportati specifici rischi intercorsi che hanno richiesto l'intervento del CSE per la loro prevenzione e mitigazione.

## Il PMC nel supporto alla gestione dei rischi

Tra i task fondamentali del Project Management Consultant possiamo sottolineare quello di identificare, prevenire e mitigare i rischi del progetto.

Su un progetto di costruzione di una nuova infrastruttura possiamo evidenziare diverse categorie di rischi: il rischio di costi non preventivati, in genere dovuti a scarsa accuratezza nella stima iniziale o al cambiamento di scopo del lavoro in corso d'opera; il rischio che le attività richiedano più tempo del previsto comportando non solo un aumento dei costi ma anche un ritardato apporto dei benefici del progetto, con una possibile perdita di vantaggio competitivo; il rischio di performance, ovvero il rischio che il progetto non riesca a produrre risultati coerenti con le specifiche del progetto stesso.

Esistono poi altri tipi di rischi possono essere considerati a seconda delle specifiche condizioni del progetto come ad esempio il rischio di governance, rischi strategici, rischio operativo, rischi di mercato, rischi legali, rischi associati a pericoli esterni...

Nel caso specifico del progetto del nuovo ponte Genova San Giorgio, l'obiettivo di contenimento e di mitigazione del rischio è stato oggetto di attenzione già durante la revisione della progettazione, dedicando una particolare attenzione alle analisi di rischio, per riconoscere, evidenziare e mitigare eventuali criticità già in questa fase preliminare.

Il progetto è stato caratterizzato fin dall'inizio da straordinarietà e urgenza, rendendo subito chiaro come il rischio di ritardo nella costruzione costituisse un nodo fondamentale per la buona riuscita del progetto.

Lo strumento principale per la mitigazione di questo rischio è stata una pianificazione estremamente dettagliata, accompagnata da una estrema flessibilità.

Si tratta di due elementi solo all'apparenza contraddittori.

La pianificazione ha riguardato tutti gli aspetti del progetto, sia nella fase di demolizione sia di ricostruzione e si è esplicitata nella scomposizione delle operazioni, spesso estremamente complesse, nella loro unità minima.

La flessibilità ha trovato invece applicazione con l'applicazione del principio della "best option", ovvero del mantenimento di "milestones" fisse relative alle singole operazioni del progetto identificate come sopra, adattando però in modo dinamico ed immediato le metodologie, aumentando risorse, accelerando e comprimendo i tempi con una reazione immediata e proattiva da parte di tutti i soggetti coinvolti.

Un altro elemento importante di amplificazione dei potenziali rischi sul progetto era legato alla contemporaneità delle fasi del progetto e alla sovrapposizione delle lavorazioni in cantiere. L'organizzazione del progetto ha previsto, infatti, l'avanzamento in parallelo di molte operazioni che nei progetti e nei cantieri più tradizionalmente gestiti avvengono in modo sequenziale (inclusa la sovrapposizione delle fasi di progettazione con le fasi esecutive). Questa sovrapposizione delle lavorazioni, questa compresenza di soggetti con attività sulle stesse aree ha raggiunto la sua massima complessità nel 2019, quando nel cantiere lavoravano contemporaneamente le squadre dei demolitori del Ponte Morandi e dei costruttori del nuovo ponte, elevando la complessità organizzativa e gestionale a livelli mai sperimentati prima, implicando uno sforzo congiunto del team di PMC; della DL e del CSE insieme alle imprese coinvolte, per raggiungere gli obiettivi prestabiliti e mitigare gli inevitabili rischi che tale "affollamento" di attività e di risorse ha comportato.

### La gestione di rischi specifici nello sviluppo del progetto Rischi ambientali e "rischio amianto"

Un ulteriore elemento di potenziale criticità verificatosi durante lo svolgimento del progetto è stato di origine ambientale.

Il cantiere in sé, immerso in un contesto urbano fortemente antropizzato e ad altamente popolato, era fonte di potenziali rischi per la popolazione determinati soprattutto dall'incremento di polveri dovute alle lavorazioni e agli spostamenti di mezzi di cantiere e dall'inquinamento acustico. Tali potenziali impatti sono stati mitigati con tutti i metodi normalmente applicati per i cantieri in area urbana ed è stato approntato un sistema di monitoraggio sia delle emissioni sonore dell'aria, tenendo controllate polveri totali sospese, PM10 e fibre aerodisperse di amianto.

Proprio il "rischio amianto" è salito agli onori delle cronache in relazione alla demolizione con esplosione controllata inizialmente prevista per la Pila 8 del Ponte Morandi. Analisi preventive svolte sui campioni in massa prelevati dalla Pila 8 e dal Tampone 8 e dalle successive analisi su altri elementi rilevarono la presenza, seppur in quantità inferiore al limite di soglia di rilevabilità della strumentazione SEM utilizzata, di fibre di

amianto. La scoperta di fibre di amianto (di origine naturale) evidenziò comunque la necessità di un aggiornamento delle Procedure Operative di Sicurezza per tutte le operazioni di taglio e demolizione del vecchio viadotto.

In ragione di quanto sopra, inoltre, prima di procedere alla demolizione controllata con esplosivo prevista per le pile 10 e 11 del Ponte Morandi (le due pile strallate del moncone di levante), fu attuata una approfondita analisi di rischio che tenne conto dei rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori coinvolti, oltre che del rischio sanitario per la popolazione residente intorno all'area di cantiere, includendo anche questo ulteriore elemento.

### Condizioni meteo avverse

Durante i lavori di demolizione e ricostruzione si sono verificate più di 30 allerte meteo, numerose interruzioni dei lavori in quota per vento eccessivo, una alluvione, oltre alla distruzione del sedime nell'alveo del torrente Polcevera, appositamente preparato per lo spostamento della campata P10-P11a 48 ore dal varo.

La gestione degli imprevisti dovuti alle condizioni meteorologiche avverse è avvenuta attraverso interventi tramite prescrizioni ad-hoc del CSE aggiornate ad ogni allerta meteo che tenessero conto dell'effettivo stato di avanzamento del cantiere (attività in quota, in alveo, lungo scarpate, edifici, ecc.). inoltre, dopo eventi alluvionali e allerte rosse, sono sempre state attuate procedure di verifica dello stato dei luoghi, delle strutture, degli impianti prima di consentire la ripresa dei lavori.



Ponte Genova San Giorgio finito con innesto sulla A7 visto dalla spalla di levante



Demolizione per esplosione controllata delle pile 10 e 11 del Ponte Morandi, avvenuta il 28 giugno 2019

## Pandemia da Covid-19

Il rischio sicuramente più evidente che il team di tutto il progetto ha dovuto affrontare è stato il rischio sanitario legato alla pandemia da Covid-19. Per dare la misura del potenziale impatto che tale evento avrebbe potuto riversare sul progetto, è sufficiente pensare che il giorno in cui fu dichiarato il lockdown nazionale, una delle campate da 100 metri del nuovo ponte stava attraversando il torrente Polcevera per essere sollevata tra le pile 9 e 10. Si trattava di una delle operazioni più delicate dell'intero progetto, insieme alla movimentazione della campata successiva, che fu spostata dopo alcune settimane, sulla ferrovia, sempre in piena emergenza sanitaria.

La forte volontà del gruppo di aziende al lavoro sul Polcevera e la centralizzazione del coordinamento su un unico soggetto hanno comunque consentito di proseguire le operazioni anche durante l'emergenza Covid-19.

In qualità di Coordinatore della Sicurezza, RINA, di concerto con le imprese, ha attivato i dovuti protocolli necessari a mitigare il rischio di contagio alla prima comparsa del virus sulla scena italiana, quindi con notevole anticipo rispetto alle limitazioni imposte in virtù dei DPCM successivamente entrati in vigore. L'obiettivo era quello di evitare l'ingresso e la diffusione del virus all'interno del cantiere, tenuto conto che molte delle maestranze provenivano dalle zone più colpite del nord Italia. Tutto il personale fu immediatamente e continuamente formato sullo stato dell'emergenza e sulle misure obbligatorie di autoprotezione necessarie (DPI, distanziamento...), fu attivato il controllo giornaliero e sistematico della temperatura corporea, fu attivata la tracciatura giornaliera dei "contatti stretti" tra persone e furono attivate turnazioni a gruppi per poter eseguire prontamente l'isolamento in caso di necessità. L'insieme di queste misure di protezione e l'attenzione molto alta che tutte le maestranze hanno saputo tenere, ha fatto sì che in cantiere si sia verificato un solo caso di Covid-19, prontamente individuato che portò ad isolare 23 colleghi, poi risultati non contagiati.

Le misure di mitigazione di questo specifico rischio sanitario,

imprevisto ed eccezionale per gravità, hanno consentito di non interrompere mai le lavorazioni per il completamento del nuovo ponte.

## Rischio reputazionale

L'eccezionalità del progetto, sia in virtù della tragedia che vi ha dato origine, sia per la velocità con cui il cantiere si è sviluppato, ha fatto sì che l'attenzione dell'opinione pubblica e dei media sul progetto fosse inaspettata e costante. Di qui la necessità da parte del committente di gestire la comunicazione di progetto in modo da evitare rischi reputazionali, soprattutto legati alla complessità delle informazioni da trasferire al "pubblico".

Per questo motivo è stato istituito un tavolo di lavoro per il coordinamento della comunicazione ed è stata definita una procedura di comunicazione di crisi ad hoc, condivisa da tutti gli attori del progetto.

Il principio base che ha guidato la comunicazione del progetto è stato quello della completa trasparenza nel gestire la comunicazione sul progetto, tramite sito web, social e coinvolgimento attivo dei media. Il committente inoltre ha voluto garantire sempre pari accesso a tutti gli organi di stampa alle informazioni e, ove possibile, al cantiere (con i limiti derivanti dalla sicurezza e in una seconda fase, soprattutto, dall'emergenza sanitaria Covid-19).



Gru operanti in cantiere per il varo delle campate da 50 metri del nuovo ponte



# SMONTAGGIO E DEMOLIZIONE del Ponte Morandi - Genova

A CURA DI  
**ATI DEMOLITORI  
PONTE MORANDI:**  
FRATELLI OMINI SPA  
FAGIOLI SPA  
IREOS SPA  
IPE PROGETTI GROUP

## Premessa

In Medicina si suole dire: *“Quando ti trovi davanti una ferita da trauma violento e devi ricucirla per ridare continuità ai tessuti, devi pulirla con molta attenzione e cura altrimenti corri il rischio che si infetti e vada in cancrena.”* Questa è stata la base di partenza del nostro lavoro, prima nella progettazione, poi nella demolizione del ponte Morandi, affinché si potesse ricucire, nel minor tempo possibile e con la massima efficacia e sicurezza possibile, la ferita causata dal crollo del Ponte e ridare continuità alle due sponde della Valpolcevera.

Nel presente articolo viene descritto in dettaglio il progetto di smontaggio e demolizione eseguito interamente dall'ATI dei demolitori composta da F.lli Omini spa (capofila), IPE progetti group, Fagioli Spa ed Ireos Spa, progetto che si è basato sullo smontaggio della parte di Ponente del Ponte, per garantire la piena funzionalità della zona industriale presente attorno ad esso, e sulla implosione controllata delle pile 10 e 11 del troncone di Levante del Ponte.

## Lo smontaggio del Ponte Morandi con mezzi di sollevamento

Gli interventi di demolizione di strutture complesse richiedono un impegno progettuale notevole, perché spesso ci si confronta

con manufatti concepiti molti anni fa con Normative differenti rispetto alle attuali, caratteristiche dei materiali specifiche dell'epoca e uno stato di conservazione delle opere non sempre ottimale.

Il caso particolare della demolizione del viadotto Polcevera, una delle massime espressioni della capacità progettuale dell'ingegneria italiana nel campo delle strutture in cemento armato precompresso, riguarda un'opera estremamente resistente, concepita per sopportare carichi elevati, ma allo stesso tempo intrinsecamente fragile.

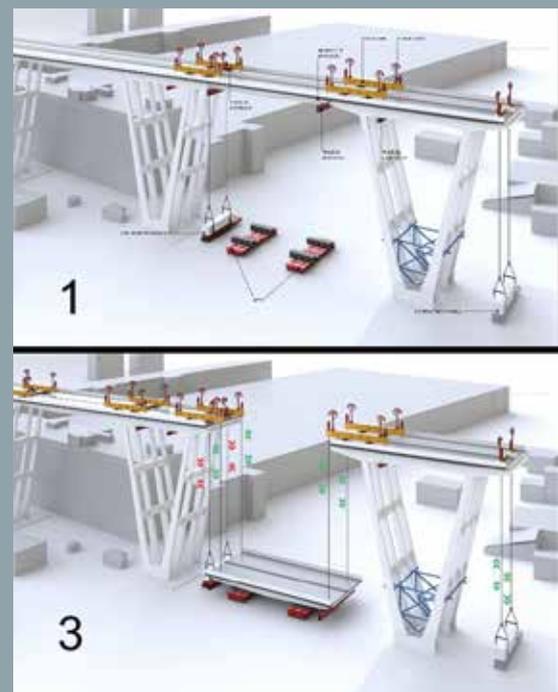
Questa fragilità, dovuta agli schemi strutturali adottati dall'ing. Riccardo Morandi, si è manifestata in modo nefasto con il crollo parziale della struttura avvenuto il 14 agosto 2018 determinando nelle strutture superstiti una situazione di equilibrio statico anomalo e potenzialmente a rischio.

Conseguentemente, la procedura adottata per la decostruzione e lo smontaggio di tale manufatto ha dovuto considerare fasi propedeutiche di messa in sicurezza e di test funzionali delle strutture residue per garantire che in ogni istante le lavorazioni avvenissero in condizioni di massima sicurezza e stabilità.

Le attività di smontaggio sono iniziate il giorno 8 Febbraio 2019 e si sono concluse il 31 Luglio 2019, con un susseguirsi di lavori compresi in una finestra temporale continuativa di soli 168 giorni, che ha visto le Imprese esecutrici riunite in ATI Omini SPA, Fagioli SPA, IREOS SPA e IPE Progetti group collaborare a



^ Figura 1: Sistema di bilanciamento della Pila 8



stretto contatto con un forte spirito collaborativo, in un cantiere la cui complessità di carattere progettuale e operativa è stata, a detta di tutti, eccezionale e unica al mondo, in considerazione anche del difficile e impegnativo cronoprogramma imposto delle Amministrazioni. La volontà, infatti, di restituire alla città di Genova un ponte nuovo il prima possibile ha richiesto uno sforzo notevole già a partire dalla demolizione delle parti sopravvissute al crollo del Ponte Morandi.

### 1. Le fasi di messa in sicurezza e di collaudo dell'opera

Al momento dell'inizio dei lavori, il viadotto si trovava diviso in due tronconi distinti con peculiarità strutturali diverse. A ponente il viadotto era costituito da una serie di otto pile con colonne inclinate a forma di "V" incastrate alla base, con lunghezza media di 36 m e altezza di 45, m reggenti elementi prefabbricati post-tesi in semplice appoggio tra una pila e l'altra (tamponi). A levante erano presenti due sole grandi pile strallate con campate a sbalzo, lunghezza complessiva di circa 180 m e altezza totale di 90 m in cima all'antenna porta-stralli, anch'esse collegate tra di loro da un tampone in semplice appoggio.

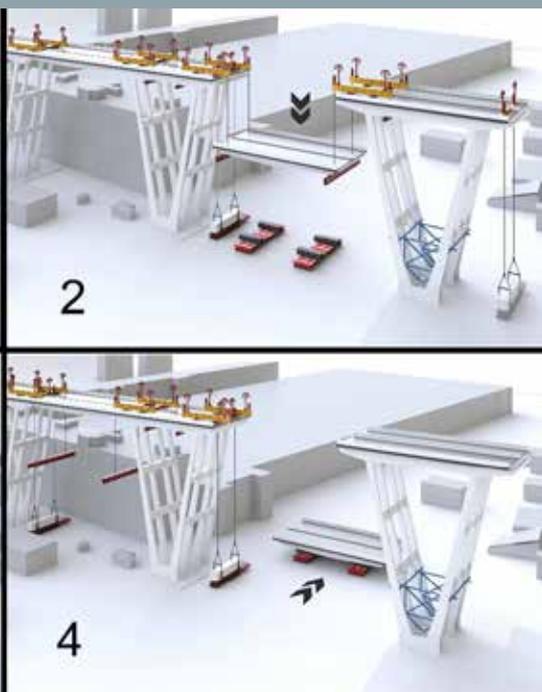
Al fine di identificare lo stato di sollecitazione post-incidentale e le residue capacità resistenti, l'intera opera è stata modellata agli elementi finiti e calcolata in tutte le sue fasi temporali dalla costruzione al crollo fino alla rappresentazione di tutti gli step intermedi dello smontaggio previsto a progetto. Sono stati valutati gli effetti reologici della post-compressione e sono stati ipotizzati gli stati di decadimento prestazionale dovuti al degrado per la prolungata esposizione agli agenti atmosferici. I modelli sono stati validati mediante prove in situ e i risultati sono stati confrontati con i dati iniziali del progetto originale e con le valutazioni di altri studi effettuati durante la vita del viadotto nel corso dei successivi interventi manutentivi.

Operativamente, in risposta a quanto emerso dai calcoli, si è provveduto a ripristinare l'equilibrio delle strutture superstite che, in seguito al crollo di alcune parti, si sono trovate a supportare carichi fortemente asimmetrici a causa della mancanza degli elementi strutturali crollati.

È il caso della *pila 8* che a causa della perdita della trave tampone lato levante, si trovava in forte condizione di disequilibrio. L'operazione di ri-equilibratura è stata eseguita applicando delle forze esterne in corrispondenza dell'appoggio del tampone crollato, di entità pari circa al peso di quest'ultimo. Il carico verticale esterno, pari a circa 300 ton, è stato applicato mediante due martinetti a recupero di cavi di capacità 300 ton (*Fagioli Strand System*) posizionati sullo sbalzo di pila, contrastati alla base da un contrappeso di adeguata massa, al fine di soddisfare la verifica di equilibrio e ribaltamento prescritta dalle Normative vigenti. Il carico di ogni martinetto *strand jack*, pari a 150 ton, è stato ripartito in maniera isostatica su 2 delle 6 travi in c.a.p. dell'impalcato mediante una struttura in carpenteria metallica (*Figura 1*).

Un altro esempio di carico ri-equilibratore, è quello applicato agli sbalzi delle grandi pile di levante provviste di stralli. Sono state erette tre coppie di torri tralicciate alte 50 m, dotate anch'esse di *strand jacks*, con la funzione di sollevare coppie di travi di contrasto che, una volta portate a contatto con l'intradosso dell'impalcato, forniscono sostegno agli sbalzi nel punto di attacco degli stralli riequilibrandone il tiro e le condizioni di carico.

Successivamente, si è quindi proceduto con ripetute prove di carico, condotte rilevando le deformazioni della struttura al passaggio di mezzi pesanti radiocomandati a distanza (SPMT), simulanti i futuri carichi a cui sarebbero state sottoposte le strutture durante le fasi di smontaggio.



◀ Figura 2: Attività di smontaggio di una tipica trave tampone

^ Figura 3: Abbassamento della trave tampone 7 con il "Fagioli cantilever beam system"

## 2. Le fasi di smontaggio delle travi tampone nella zona di Ponente

Terminate le fasi di messa in sicurezza e dei test funzionali, sono iniziate le vere e proprie fasi di demolizione.

A ponente, si è provveduto allo smontaggio a pezzi delle otto pile e dei relativi tamponi, attraverso una decostruzione chirurgica, in quanto si dovevano salvaguardare importanti impianti industriali che occupavano le aree di smontaggio, come per esempio lo Stabilimento Ansaldo.

Per lo smontaggio delle travi tampone, sorrette in semplice appoggio dalle pile, è stato progettato un sistema di carpenteria metallica, denominato "Fagioli cantilever beam system" (Figura 2 e 3), appoggiato sulle pile e sufficientemente a sbalzo su di esse (3m circa) da poter prendere in carico il tampone. Il sistema di sollevamento, posto all'estremità dello sbalzo, lo ha sollevato gradualmente per permettere di tagliare l'appoggio sul quale era posto e di abbassarlo fino a terra. Un altro sistema di martinetti *strand jacks* (questa volta L180, con carico ammissibili 180 ton) con travi di contrasto all'intradosso delle travi della pila, opposto a quello di sollevamento, ha garantito la stabilità contro il ribaltamento del "Fagioli cantilever beam system". Il trasferimento del peso dell'impalcato tampone dai suoi appoggi al sistema cantilever è stato preciso e chirurgico, con una sincronizzazione di carico negli 8 martinetti controllato con software, e con una costante attenzione alle deformazioni delle strutture. Il comportamento teorico della struttura in c.a., elaborato mediante FEM per tutte le fasi transitorie di trasferimento del carico, è stato con grande soddisfazione perfettamente riscontrato in campo, sia in termini di deformazione della struttura che in termini di carico. Il sistema di supporto del "Fagioli cantilever beam system", progettato per ripartire in maniera isostatica e uniforme i carichi sulla pila, è stato in grado di trasferire perfettamente il carico di 250 ton

di ognuno dei 2 martinetti di sollevamento a 3 travi della pila. Vale la pena sottolineare che ogni elemento di carpenteria metallica ausiliaria è stato progettato in modo tale che il carico trasferito a ogni opera in calcestruzzo fosse applicato "per appoggio", ovvero per contatto, e non "per trazione"; ad esempio, il sollevamento della trave tampone è stato condotto mediante una trave in carpenteria metallica che ha sorretto l'impalcato da sotto per contatto. Questa metodologia ha richiesto fori passanti eseguiti con carotatrici, ma ha evitato di inghisare elementi di carpenteria sull'estradosso del calcestruzzo armato, aventi certamente livelli di sicurezza inferiori della metodologia scelta.

## 3. Lo smontaggio delle pile lato Ponente

Rimossi i tamponi, i lavori sono proseguiti con lo smontaggio delle relative pile. Questa attività è stata eseguita praticando dei tagli longitudinali nei cassoni dell'impalcato, lunghi circa 36 m con spessori di circa 3 m nei punti maggiori, mediante filo diamantato *Tyrolit*, appositamente studiato per lavorazioni di cemento armato, e sistemi elettro idraulici *Tyrolit PPH 40 e SB*. L'intero impalcato è stato suddiviso in 3 grossi blocchi aventi peso idoneo al sollevamento per mezzo di due gru cingolate Fagioli Demag CC-2800, in configurazione SSL, con braccio 78m, Superlift 300 ton a 13m (Figura 4 e 5). I cingoli della gru sono stati predisposti su una piazzola temporanea costituita da spreadermats, elementi in carpenteria metallica, idonei per la ripartizione del carico del cingolo sul terreno. Analisi numeriche, aventi come input la caratterizzazione geotecnica del terreno, hanno permesso di stabilire la giusta inerzia degli elementi, al fine di renderli efficaci come ripartitori di carico.

Il sistema di rigging, costituito da due bilancini e funi metalliche al gancio, è stato progettato in modo tale che l'impalcato fosse sorretto da sotto, in posizioni strategiche, in modo tale che il



Figura 4: Smontaggio di un conco di pila con gru CC2800



Figura 5: Smontaggio di un conco di pila con gru CC2800 - elaborato grafico

momento flettente nelle travi fosse inferiore al momento flettente di progetto della trave stessa che, al momento del sollevamento, pesava circa 350 ton. A causa della conformazione dell'impalcato, prima del suo taglio, è stato necessario sostenerlo con le gru, che hanno mantenuto, per tutta la durata del taglio, un peso prossimo al 100% del suo peso, in modo tale che le superfici interessate dal taglio fossero il più *scariche e neutre* possibili, evitando il rilascio di forze incontrollabili e improvvise al momento del completamento del taglio. Ancora una volta il calcolo del volume, e quindi del peso, dell'elemento ha giocato un ruolo chiave.

Per quanto riguarda le colonne delle pile, lo smontaggio è avvenuto mediante le gru CC2800 presenti in cantiere, che hanno preso in carico e portato a terra blocchi di pila precedentemente tagliati a filo diamantato *Tyrolit SK B elettrico*, un filo particolarmente compatto e adatto a essere utilizzato su piattaforme aeree. Il dimensionamento di questi blocchi è stato appositamente studiato per essere facilmente imbragati, movimentati e processati una volta a terra (Figura 6).

Il successo dell'operazione è dovuto anche alle operazioni eseguite con i sistemi di carotaggio che hanno permesso di ricavare forometrie d'imbrago e sistemi di taglio a disco FZ 4, necessari per rimuovere parziali porzioni d'impalcato, al fine di agevolare le operazioni di smontaggio chirurgico.

Tutti i blocchi ricavati dal sezionamento delle pile sono stati movimentati a terra mediante mezzi speciali di trasporto multi ruota, *Fagioli SPMT*, in grado di trasportare in ogni direzione elementi con grandi masse e grandi dimensioni.

#### 4. Lo smontaggio delle pile lato Levante

Per quanto riguarda le due pile di levante sopravvissute al crollo della terza, molto più alte e complesse di quelle di ponente poi-

ché strallate e caratterizzate da grandi sbalzi, è stata condotta un'analisi comparata per due soluzioni possibili: lo smontaggio mediante decostruzione a pezzi oppure la demolizione tramite esplosivo con cinematismo di semiribaltamento controllato.

Entrambe le soluzioni, prima della loro realizzazione, richiedevano che gli edifici interferenti con le operazioni venissero bonificati e demoliti con metodi tradizionali, operando da terra con escavatori dotati di apposite pinze e cesoie idrauliche in grado di frantumare il calcestruzzo e di tranciare gli elementi metallici operando una demolizione controllata di tutte le strutture fino a piano campagna.

Queste lavorazioni, sotto le pile e sugli impalcati, propedeutiche alle attività di demolizione controllata, hanno richiesto la messa in Sicurezza degli stessi.

Sono state erette 3 coppie di torri tralicciate, due per la pila 10 e una per la pila 11, alte ognuna 50 m, in carpenteria metallica, posizionate su fondazioni in calcestruzzo appositamente gettate. Le tre coppie di torri, aventi base quadrata con montanti tubolari diam. 457mm e spessore 32mm, disposti a 3.5m, hanno avuto la funzione di supportare temporaneamente dal basso, in caso di collasso strutturale degli stralli, i tre sbalzi degli impalcati (Figura 7). Il supporto è stato garantito in corrispondenza del nodo di collegamento "stralli-impalcato" da tre coppie di travi sollevate dal basso e messe a contatto dell'intradosso mediante l'uso di martinetti di sollevamento a recupero di cavi "strand jacks" L600 (capacità di sollevamento 600 tonnellate) predisposti in sommità alle torri tralicciate.

In due casi su tre, le travi di contrasto hanno anche applicato un carico verticale verso l'alto di circa 600 tonnellate per garantire una ri-equibratura dei carichi. L'individuazione del carico applicato è stato frutto di una complessa analisi, in quanto il carico



^ Figura 6: Smontaggio della pila con gru



^ Figura 7: Messa in sicurezza della pila 10 e 11 mediante torri di supporto tralicciate



^ Figura 8: Abbassamento del tampone 11 compreso tra la pila 10 e 11

stesso doveva riequilibrare i carichi, senza però compromettere lo stato di equilibrio presente al momento nella struttura in c.a. Un'inversione imprevista ed improvvisa dei momenti flettenti nell'impalcato, oppure una repentina variazione di carico negli stralli avrebbe compromesso la stabilità delle opere con conseguenza drammatiche, quanto quelle accadute nell'estate del 2018.

Le torri tralicciate e le travi sono state, quindi, progettate per due combinazioni di carico: la prima denominata "di servizio", con carichi imposti dal sistema idraulico all'impalcato pari a 600 ton per coppia di torri (carico non fattorizzato), e la seconda denominata "eccezionale" con carichi imposti al sistema idraulico dall'impalcato pari a 2400 ton per coppia di torre (carico non fattorizzato).

Durante l'installazione delle travi di supporto, la "sottospinta" sull'impalcato è stata applicata con il sistema di martinetti "strand jacks system", con una tolleranza di carico pari al circa il 5%. Al fine di aumentare la precisione e di monitorare costantemente il carico trasmesso alla struttura in c.a. è stato anche adottato un sistema di lettura con celle di carico ("FLRS - Fagioli Loadcells Reading System"), avente una precisione pari allo 0.5%, con letture H24, 7 giorni su 7. Il sistema è stato montato alla base di ogni martinetto in modo tale che fosse costantemente noto il carico applicato alla struttura in c.a., che poteva variare in funzione di possibili cedimenti della fondazione delle torri, di perdite idrauliche nel tempo, rilassamento del calcestruzzo e assestamenti in genere.

La messa in sicurezza delle pile ha permesso, come detto, le lavorazioni al di sotto delle stesse e anche la rimozione del tampone 11, sorretto in semplice appoggio dalla pila 10 e 11. Quest'ultimo, pesante 760 ton, è stato calato verso il basso con il sistema "Fagioli cantilever beam system" precedentemente utilizzato per lo smontaggio dei tamponi di ponente (Figura 8). Particolare attenzione

è stata prestata alla diminuzione del carico di supporto delle pile (mediante strand jacks system), contestualmente alla variazione del carico sul sistema di cantilever, nel momento in cui il tampone veniva scaricato a terra per essere demolito.

## 5. La demolizione delle pile 10 e 11 a Levante

Come precedentemente detto, per la demolizione delle pile 10 e 11, è stata condotta un'analisi comparata per due soluzioni possibili: lo smontaggio mediante decostruzione a blocchi oppure la demolizione tramite esplosivo con cinematismo di semiribaltamento controllato. Al termine di accurati ed approfonditi studi di Risk Analysis, questa seconda ipotesi è stata ritenuta la più sicura ed efficace (Figura 9). Essa è stata corredata da un dettagliato progetto di opere di mitigazione degli impatti di polveri, rumori e vibrazioni che possono generarsi durante l'evento.

Sono state quindi predisposte vasche d'acqua lungo l'impalcato che sono fatte detonare durante il brillamento per creare un'atmosfera nebulizzata e vasche a terra disposte lateralmente al ponte lungo tutta la sua lunghezza che sono state fatte detonare in seguito all'impatto a terra dell'impalcato per creare barriere d'acqua laterali a contenimento del flusso di polveri dovuto all'impatto. Sono state, infine, disposte delle sacche d'acqua appese in quota in corrispondenza dei punti minati che, investite dalle proiezioni di materiale esplosivo, forniscono il primo grado di abbattimento delle polveri direttamente alla fonte. Tutta l'area durante l'esplosione è stata costantemente umidificata con uso di cannon-fog e irrigatori.

Al fine di attutire l'impatto col terreno sono stati predisposti a terra cumuli di materiale appositamente selezionato e testato per abbattere e smorzare nel più breve spazio possibile le vibrazioni sul terreno preservando sottoservizi presenti in situ e



^ Figura 9: Esplosione controllate delle pile 10 e 11



^ Figura 10

salvaguardando le abitazioni presenti nel raggio più ravvicinato all'epicentro dell'esplosione.

Tutte le operazioni descritte sono state eseguite in Cantiere rispettando i massimi standard di Sicurezza, in ottemperanza alle attuali Norme vigenti.

Tutte le attività sono state sempre condotte a seguito di numerose simulazioni numeriche, validate con diversi e paralleli metodi di calcolo e softwares, al fine di evitare situazioni imprevedibili potenzialmente pericolose.

Le tecniche, i macchinari, i sistemi di sollevamento *strand jack system* e i sistemi di taglio adottati hanno dimostrato ottima affidabilità e permesso di rispettare i limiti di tempo delle lavorazioni di un impegnativo cronoprogramma, ma i risultati ottenuti - in un cantiere unico al mondo - sono merito non solo delle attrezzature approntate, ma anche della professionalità di tutti i tecnici ed operatori di tutte le imprese coinvolte.

## 6. Le mitigazioni ambientali per la demolizione con esplosivo delle pile 10 e 11 a Levante

A seguito di alcuni carotaggi sulle parti strutturali in calcestruzzo della pila n° 8, eseguiti da ARPA Liguria a cantiere ormai avviato, la stessa ha riscontrato la presenza di fibre di "amianto" pur se in concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale pari a 100 mg/kg alla lettura al SEM (Microscopia elettronica a scansione).

L'amianto rinvenuto non fu intenzionalmente aggiunto in fase di costruzione del ponte, ma lo si è trovato, come minerale naturale negli elementi litoidi, liberamente utilizzati negli anni '60, per il confezionamento del calcestruzzo.

Infatti le cave in esercizio più prossime al ponte, all'epoca, erano quelle coltivate nelle formazioni liguri delle cosiddette "pietre verdi".

L'evidenza di questo nuovo elemento di conoscenza, non previsto, ha di fatto comportato la necessità di rivedere radicalmente i seguenti due aspetti fondamentali per il corretto svolgimento delle attività di demolizione:

- L'ambiente di lavoro che ha coinvolto la salute e sicurezza dei lavoratori impiegati in tutto il cantiere per il potenziale rischio causato dalla presenza di amianto,
- L'ambiente di vita con le potenziali ricadute sulla salute della popolazione al di fuori del cantiere dovute alla potenziale liberazione di fibre di amianto in fase di demolizione delle strutture del ponte.

Fatta questa doverosa premessa, tutte le lavorazioni, già in corso che avrebbero potuto apportare uno stress meccanico sui calcestruzzi, sono state adeguate al fine di:

- Formare ed informare tutte le maestranze presenti in cantiere sul potenziale rischio amianto,
- Procedere a notificare alle autorità sanitarie le lavorazioni a rischio ai sensi dell'art. 250 del D.Lgs 81/08 e s.m.i.,
- Attivare una campagna di indagine, tramite carotaggi, sui calcestruzzi al fine di mappare la presenza del minerale.

Relativamente a questo ultimo aspetto sono state eseguite circa 500 carote, le stesse sono state inviate a laboratori certificati dal Ministero della Sanità per essere sottoposte alla ricerca qualitativa del parametro amianto. Inoltre sono stati eseguiti circa 1400 monitoraggi sull'aerodisperso in corrispondenza di 13 postazioni di misura analizzando 1390 filtri, oltre a ciò sono state analizzate per 8 volte le acque utilizzate per il taglio ad umido dei calcestruzzi.

La sintesi di tutte le indagini ed analisi svolte hanno fornito il seguente quadro:



^ Figura 11: Sistema integrato tra i cinematismi di crollo e materiale deformabile a terra

### 1. Analisi sui massivi Totale 499

Amianto assente 73,0%

Amianto presente in concentrazione > di 100mg/kg 1,6 %

Amianto presente con concentrazione **inferiore** al limite di rilevabilità 25,4%

### 2. Analisi su aerodisperso Totale 1401

Inferiore a 0,1ff/l - 98,4 %

Uguale a 0,1ff/l - 1,2 %

Maggiore di 0,1 ff/l - 0,4%

La campagna di indagine ha di fatto confermato il fatto che la presenza di inerti “verdi” contenenti il minerale “amianto” non era puntualmente identificabile bensì random. Era come quando si prende un pezzetto di panettone e non è detto che trovi l’uvetta.

A valle, quindi, è emersa significativamente la necessità di analizzare in termini ingegneristici e sanitari la possibilità di effettuare ancora la demolizione con esplosivo come inizialmente ipotizzato nonostante la presenza di tracce di amianto all’interno del manufatto. In tal senso è stata affidata a società specialistica con il supporto del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale (DICI) dell’Università di Pisa una dettagliata analisi di rischio, di cui si riporta nel seguito un breve cenno.

### 7. Analisi del rischio

A partire dai dati progettuali forniti da ATI Demolitori, sono state sviluppate le seguenti tematiche:

- Analisi comparata del rischio delle opzioni di intervento per la demolizione delle Pile n. 10 e 11,
- Approfondimento per indagare la possibilità di effettuare esplosioni separate o sincrone,
- Analisi previsionale.

Dal punto di vista del confronto tra opzioni di intervento, la potenziale presenza di amianto nei calcestruzzi ha determinato la coesistenza di fattori di rischio più direttamente legati alle operazioni di cantiere di demolizione con quelli della potenziale esposizione della popolazione a fibre di amianto. In questo contesto ATI Demolitori ha individuato la possibilità di utilizzare due opzioni progettuali per la demolizione della parte di levante del Viadotto, ed in particolare una mediante esplosivo e l’altro mediante taglio e smontaggio delle strutture. Per poter fornire elementi a supporto della decisione su quale opzione adottare, la modellazione è stata strutturata per esprimere in modo sintetico il rischio associato ad ogni scenario in maniera oggettiva e comparabile. Più in particolare il valore sintetico è stato ottenuto attraverso l’analisi dei rischi cumulati per ogni scenario di demolizione, con riferimento ai seguenti aspetti:

- Valutazione di impatto sulla qualità dell’aria e stima dell’esposizione della popolazione e lavoratori del cantiere a polveri e fibre di amianto derivate dalle operazioni di demolizione (tramite applicazioni di modellistica numerica di dispersione);
- Analisi dei rischi per gli operatori coinvolti nel cantiere di demolizione.

Per le possibili alternative identificate per la demolizione delle pile N. 10 e N.11 del viadotto Polcevera - Ponte Morandi lo studio ha fornito i seguenti risultati nel confronto Esplosivo vs smontaggio:

- il rischio cumulato per la demolizione tramite taglio e smantellamento era significativamente superiore rispetto a quello con esplosivo,
- gli effetti stimati delle polveri potenzialmente contenenti amianto sull’indice di rischio si equivalgono nei due scenari, Le lavorazioni che esponevano maggiormente il personale di



^ Figura 13: Sacchetti di pvc riempiti d'acqua e sospesi tramite funi in corrispondenza del volume minato



^ Figura 14: Vasche d'acqua minate strategicamente poste sull'impalcato



cantiere erano quelle legate alla demolizione tramite taglio con dei tempi di esposizione tripli (elemento di rischio discriminante). L'approfondimento che ha indagato la possibilità di effettuare esplosioni separate o sincrone invece ha dato i seguenti risultati:

- Gli effetti della presenza di amianto assumendo i valori di densità medi diventavano poco significativi al fine del rischio cumulato,
- il rischio cumulato legato alle operazioni di cantiere e alla diffusione delle polveri nel caso di esplosioni sincrone non differiva sostanzialmente da quello con esplosioni separate.

Per quanto attiene gli aspetti previsionali, il modello è stato più direttamente mirato alla valutazione della dispersione in aria ambiente delle polveri e il calcolo delle fibre di amianto aerodisperse, come conseguenza dell'esplosione programmata, con i dispositivi di mitigazione predisposti da ATI Demolitori e nelle condizioni meteorologiche definite dal bollettino meteo fornito da Arpa Liguria, più prossimo possibile alla data della demolizione.

## 8. La demolizione

Le conclusioni sopradescritte dell'analisi del rischio sono state oggetto di confronto, analisi e condivisione con Struttura Commissariale, Direzione Lavori, RINA, ed Enti di Controllo e hanno portato alla decisione di confermare la scelta iniziale di demolire con esplosivo entrambe le pile di levante.

Da quanto sopra esposto, infatti, è risultato che il rischio dovuto alla demolizione tramite taglio e smantellamento era superiore a quella con esplosivo. In particolare quello potenziale per i lavoratori relativo allo scenario taglio e smantellamento era decisamente maggiore di quello previsto dall'ipotesi con uso di esplosivo.

Per contenere il più possibile il disagio alla popolazione di

Genova si è preferito effettuare la demolizione di entrambe le pile nello stesso giorno.

Qualsiasi opera di demolizione genera un impatto sull'ambiente circostante. In particolare le demolizioni con esplosivo producono una perturbazione tanto rapida quanto intensa che si traduce in 3 macro fattori:

- Onda d'urto/rumore/proiezioni
- Vibrazioni
- Polveri

Le dimensioni notevoli manufatto che aveva una massa di 50.000 tonnellate poste ad un'altezza dell'impalcato di 45m e la sua stretta vicinanza alla città e a infrastrutture strategiche non permettevano l'utilizzo di soluzioni mitigative tradizionali. Per contenere al massimo i rischi per l'ambiente circostante bisognava progettare e realizzare le più grandi opere di mitigazione mai fatte in Italia per una demolizione con esplosivo.

## 9. Le opere di mitigazione

### ONDA D'URTO/RUMORE/PROIEZIONI

L'esplosione della carica di esplosivo ha una durata brevissima, dell'ordine dei millesimi di secondo, in ragione della elevata velocità di detonazione. Tale azione produce un rapidissimo innalzamento della pressione fino al valore che localmente può raggiungere diverse centinaia o migliaia di bar e lo sviluppo di un'elevata quantità di calore con valori di picco di temperatura di 2000 K.

L'andamento della pressione nel tempo durante l'esplosione presenta un picco, seguito da un rapido decadimento della sovrappressione con una fase di depressione o risucchio ed un'oscillazione della pressione fino al ritorno delle condizioni stazionarie.

Per abbattere notevolmente gli effetti della deflagrazione



← Figure 15 e 16: Ponte durante il massimo sviluppo di polvere

per l'ambiente circostante è utile prevedere un considerevole numero di micro ritardi di detonazione. Sfasando infatti le detonazioni di pochi microsecondi una dall'altra si ottiene un effetto molto meno intenso rispetto a quello generato da un'unica esplosione globale.

Per l'abbattimento del ponte sono stati progettati più di 150 micro ritardi per evitare sovrapposizioni di cariche. Per fare questo sono stati utilizzati per la prima volta in Italia detonatori elettronici in grado di generare sfalsamenti anche dell'ordine di un millesimo di secondo.

L'onda d'urto, come detto, è una vibrazione molto violenta, in grado di frantumare il calcestruzzo e di tagliare l'acciaio, che si trasforma in onda sonora sempre più debole e meno energetica man mano ci si allontana dalla fonte. Più l'onda d'urto è indirizzata e veicolata verso la struttura da frantumare più risulta efficace e minore è l'energia che si trasformerà in rumore.

Solitamente nelle demolizioni con esplosivo di strutture in cemento armato il problema della sovra pressione da onda d'urto è trascurabile perché le cariche vengono inserite all'interno dei pilastri in modo da convertire la maggior parte dell'energia esplosiva in forza frantumatrice. Per tagliare gli stralli esterni in acciaio della pila 11 sono state invece utilizzare cariche cave posizionate allo scoperto in quanto erano le uniche in grado di garantire il risultato richiesto.

Sfortunatamente il punto minato era anche molto vicino all'autostrada da preservare, si trovava infatti a soli 6 metri dal viadotto che conduce a Genova non oggetto di demolizione.

Poiché modelli di calcolo avevano evidenziato che l'onda d'urto generata da queste cariche, se non canalizzata, avrebbe certamente danneggiato l'infrastruttura, è stato necessario progettare un'opera di mitigazione anche per le sovrappressioni me-

diane la costruzione di una notevole struttura di contenimento costituita da big bag riempiti di sabbia (Figura 10).

#### VIBRAZIONI

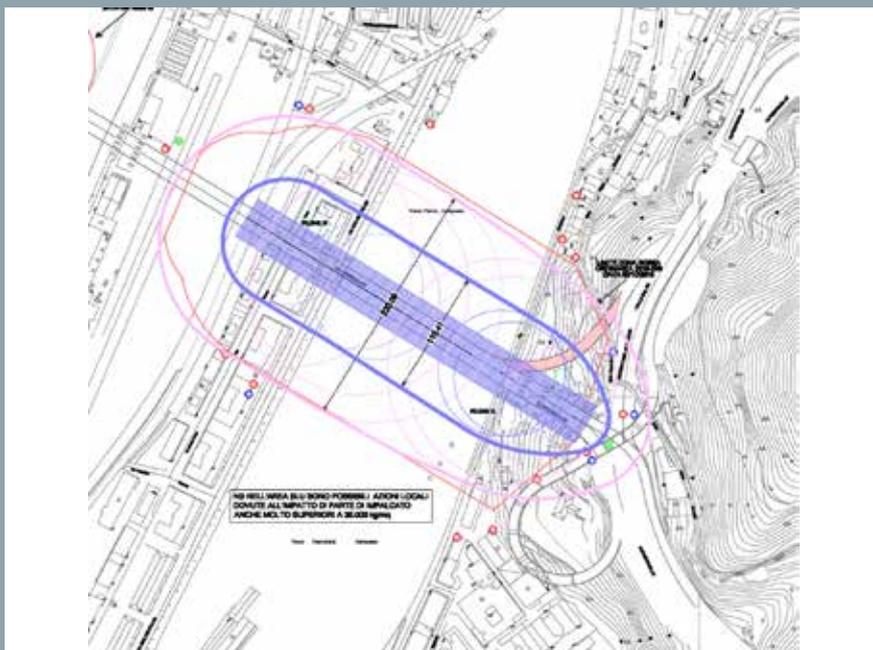
L'impatto di una grande massa di calcestruzzo sul suolo in seguito ad una caduta da altezze considerevoli genera un'onda vibrazionale che si propaga attraverso il terreno nell'ambiente circostante.

Nel nostro caso, i primi edifici residenziali erano distanti meno di 80m dal viadotto mentre le strutture dell'autostrada Milano-Genova si trovavano a meno di 40m dal punto di impatto. Inoltre sotto all'impalcato erano presenti molti sottoservizi (gasdotti, fognature, cavidotti e fibra).

Per evitare danni da vibrazione è stato necessario quindi progettare e realizzare un'imponente opera di mitigazione in grado di smorzare l'impatto a terra delle 50.000 tonnellate del ponte mediante un sistema integrato tra i cinematismi di crollo e materiale deformabile a terra (Figura 11).

Per progettare correttamente questi smorzatori, prima della demolizione sono state effettuare delle simulazioni di impatto al suolo di masse di calcestruzzo in caduta da 50m di altezza, rilevandone gli effetti sul terreno.

Tali simulazioni hanno consentito di validare i calcoli teorici fatti e verificare gli effetti mitiganti dei cuscini di allettamento creati apposta per attutire l'impatto. L'efficacia del cumulo di detriti non compattato è stata confermata non solo dai rilievi post esplosione effettuati sugli edifici ma anche dall'analisi dei dati reperiti tramite i campionatori di vibrazione posti in punti strategici per monitorare l'andamento delle vibrazioni durante tutta la fase di crollo e impatto a terra. Il risultato è stato sorprendente, i cumuli si sono dimostrati ancora più efficienti di quanto previsto raggiungendo deformate ben superiori al metro previsto (Figura 12).



^ Figura 17: Sistema di monitoraggio mediante l'utilizzo di 12 vibrometri



^ Figura 18: Campionatore sequenziale ad alto volume

#### POLVERI

L'azione frantumatrice dell'esplosivo nei confronti del calcestruzzo e l'impatto al suolo del manufatto con conseguente sbriciolamento delle strutture genera una grande quantità di polvere. Nel caso specifico del ponte Morandi questa polvere avrebbe potuto potenzialmente contenere tracce di amianto pericolose per la popolazione. Era necessario quindi raggiungere livelli di abbattimento mai ottenuti prima.

Si è subito capito che il mezzo di mitigazione più idoneo a contenere la polvere era l'acqua, che nebulizzata durante l'emissione, sulla fonte, sarebbe stata in grado di imprigionare le particelle di pulviscolo ed abatterle.

I consueti metodi di nebulizzazione dell'acqua, normalmente usati nelle demolizioni quali lance e cannonfog in questo caso non sarebbero però stati sufficienti; per poter abbattere l'elevato quantitativo di polvere atteso data la mole del manufatto abbattuto, sono state applicate innovative misure di mitigazione costituite da:

- Borse d'acqua in corrispondenza delle zone minate,
- Vasche minate sull'impalcato e a terra poste lateralmente alla zona di impatto,
- Reti di contenimento.

Le prime consistono in sacchetti di pvc (normalmente usati come zavorre per cartelli stradali temporanei) riempiti d'acqua e sospesi tramite funi in corrispondenza del volume minato (Figura 13) in modo da essere facilmente infrante durante la detonazione per bombardamento diretto di detriti.

Tale sistema consente di inglobare le polveri generate dalla detonazione, direttamente alla fonte azzerandone la dispersione nell'aria.

Per contenere invece le polveri dovute alla frantumazione del manufatto durante il cinematismo e l'impatto al suolo, sono state progettate delle vasche d'acqua minate strategicamente po-

ste sull'impalcato (Figura 14) e lateralmente alla linea di impatto direttamente a quota terreno.

La gittata e l'efficacia di tali vasche è stata testata effettuando, nei giorni precedenti l'esplosione, una serie prove in cava facendo detonare diversi tipi di vasche con diversi quantitativi di esplosivo fino all'ottenimento della maggior proiezione verso l'alto di acqua. Raggiunto il miglior risultato possibile, sono state ideate delle vasche rettangolari semplicemente costituite da newjersey e teli in PVC, che si sviluppavano lungo tutta la lunghezza del manufatto e della linea di impatto con la finalità di generare delle vere e proprie barriere d'acqua (per le vasche al suolo) e un vero e proprio effetto pioggia (per le vasche sull'impalcato).

Movimentando un quantitativo di acqua prossimo ai 3.000.000 di litri, è stato possibile creare un contenimento delle polveri superiore alle aspettative (Figure 15 e 16) che ha avvolto il ponte durante il massimo sviluppo di polvere.

Oltre al dimensionamento di tali vasche, la loro disposizione e la loro conformazione, è stato fondamentale definire l'esatta tempistica di detonazione affinché la ricaduta dell'acqua proiettata dall'impalcato avvenisse nell'istante effettivo dell'impatto e che le barriere d'acqua laterali dovute all'esplosione delle vasche a terra entrassero in funzione esattamente qualche istante dopo l'impatto per contenerne l'espulsione laterale di polveri.

A questi scopi è stata fondamentale l'esperienza acquisita in cava e la simulazione del cinematismo effettuato al calcolatore che ha permesso di conoscere a priori l'esatta tempistica di caduta del viadotto e di salita e precipitazione dell'acqua per poter sincronizzare i due fenomeni come in un'orchestra ben arrangiata.

Infatti sulla base del tempo stimati di caduta del ponte (5s), e quelli di risalita dell'acqua (4s) sono stati calcolati i ritardi di

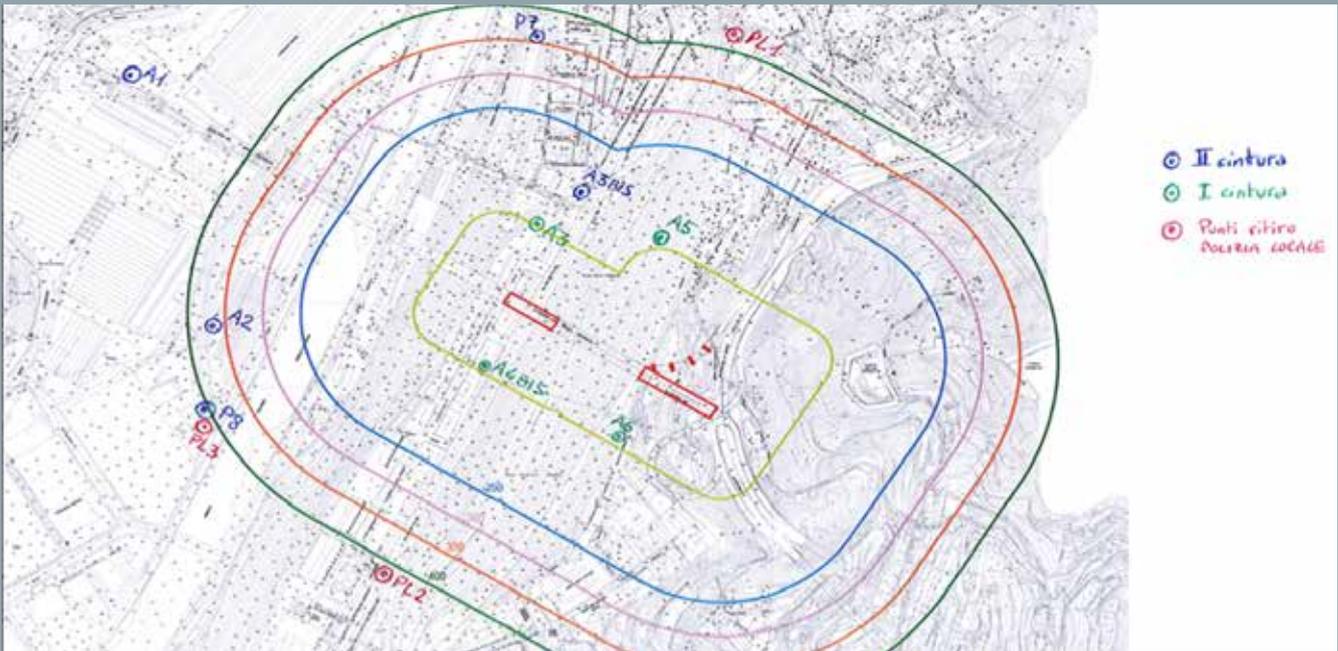


Figura 19: Planimetria postazioni di monitoraggio ATI demolitori

esplosione delle vasche per ottenere che nel momento di massima produzione della polvere ci fosse anche il massimo quantitativo di acqua sospeso in aria.

Ovviamente per evitare effetti dannosi dell'impatto del manufatto sul cuscinetto di allettamento (che essendo costituito da inerte non compatto avrebbe potuto sprigionare, anch'esso, un gran quantitativo di polvere durante l'impatto per compattazione) sono stati anche predisposti dei teli di TNT a ricoprimento di tali cumuli con funzione contenitiva continuamente imbevuti di acqua nelle ore precedenti la detonazione.

#### BYPASS IMPIANTISTICI

A causa della vasta zona interessata dall'abbattimento simultaneo di entrambe le pile e per i vincoli presenti nell'area non è stato possibile creare un bypass impiantistico lontano dalla zona di crollo. Per questo motivo si è deciso in accordo con gli enti gestori, la struttura commissariale e la direzione lavori, che gli impianti presenti nelle vie interessate dal crollo non venissero spostati ma bensì protetti con un materasso assorbente di altezza circa 5m.

Poiché ciò non poteva escludere che, nonostante le protezioni potessero manifestare rotture locali alle tubazioni si è concordato di aumentare la ridondanza degli impianti interferenti andando a creare due nuove condutture (una per l'acqua e una per il gas) in corrispondenza della zona più protetta al disotto della pila esistente in via Fillak.

L'ente gestore aveva verificato inoltre che anche in caso di danneggiamento di tutte le tubazioni del gas presenti in via Fillak e via Porro non si avrebbe comunque il pericolo di interruzione di servizio per la cittadinanza in quanto attraverso la rete a monte e a valle del ponte era possibile garantire la distribuzione a tutte le utenze anche in caso di rottura.

Al termine della demolizione si può dire che nessun impianto sotto le pile abbia subito danni significativi ad eccezione di una roggia esistente per lo smaltimento di acqua piovana.

#### AREA DI EVACUAZIONE

Come ulteriore opera di mitigazione si è inoltre deciso di evacuare il giorno dell'esplosione la zona di prima fascia limitrofa alle esplosioni posta ad una distanza di 300 metri indicata in figura con una linea magenta e di vietare la permanenza all'aperto per una fascia aggiuntiva di altri circa 100m.

### 10. Monitoraggi

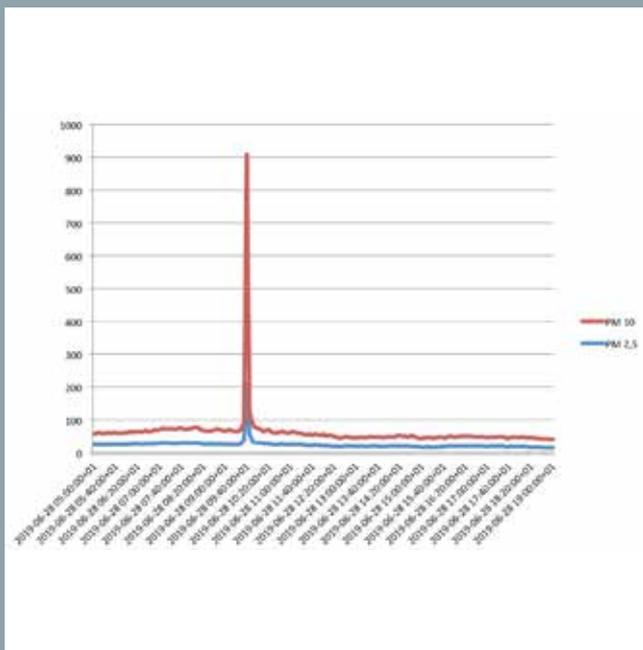
#### VIBRAZIONI

Per rilevare la perfetta corrispondenza tra quanto progettato e le effettive vibrazioni indotte prima e durante la demolizione con esplosivo è stato predisposto un sistema di monitoraggio mediante l'utilizzo di 12 vibrometri (Figura 17).

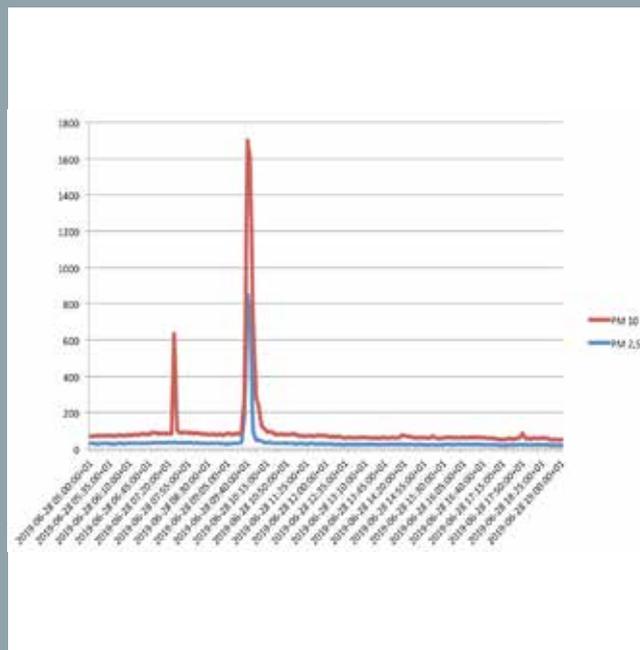
Le misure rilevate sono state sempre inferiori a quanto progettato e in taluni casi addirittura pari a un terzo di quanto ipotizzato. Al di fuori dell'area di cantiere le vibrazioni sono state notevolmente inferiori ai limiti previsti dalle normative oltre ai quali sono possibili danneggiamenti ai fabbricati esistenti.

#### POLVERI

Per tutta la durata dei lavori i monitoraggi delle fibre di amianto aerodisperso sono state eseguite sia al perimetro del cantiere per verificare l'impatto verso l'esterno (ambiente di vita) sia all'interno del cantiere ai fini dell'esposizione dei lavoratori durante le attività di demolizione (ambiente di lavoro). Tali monitoraggi sono stati eseguiti utilizzando campionatori sequenziali ad alto volume (Figura 18) e le analisi sono state eseguite mediante



^ Figura 21: Andamento PM10-PM2,5 postazione A4bis



^ Figura 22: Andamento PM10-PM2,5 postazione A3bis

Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) presso laboratori iscritti al circuito del Ministero della Salute.

In particolare nel giorno della demolizione con esplosione delle pile 10 e 11 si è provveduto ad approntare n. 9 stazioni di monitoraggio intorno alla zona interessata, di cui 4 in prima cintura (entro circa 100 metri) e n. 5 in seconda cintura (al di fuori della zona di evacuazione). Di seguito, in Figura 19, si riporta la planimetria con l'ubicazione delle suddette postazioni.

Oltre le stazioni predisposte da ATI Demolitori anche l'Agenzia Regionale Protezione Ambiente Liguria - ARPAL - ha posizionato ulteriori nove postazioni di monitoraggio. Di seguito, in Figura 20, si riporta la planimetria con l'ubicazione delle suddette postazioni.

Tutti i monitoraggi hanno avuto inizio poco prima dell'esplosione e sono proseguiti per 36 ore; nelle postazioni di prima cintura nelle prime 3 ore successive all'evento il prelievo è stato suddiviso su 3 filtri al fine di evitare possibile illeggibilità dovuta ad eccessivo intasamento da polveri e per verificare nel minor tempo possibile eventuali criticità.

I risultati ottenuti su tutti i monitoraggi eseguiti hanno evidenziato che già dopo 3 ore dall'evento, in tutte le postazioni monitorate, le concentrazioni di fibre aerodisperse sono risultate inferiori o uguali - in una sola postazione sottovento - A5 - al limite di rilevabilità e comunque confrontabili con i valori di "bianco" eseguiti nei 5 giorni antecedenti all'esplosione.

Al termine dei primi due cicli da 6 ore di monitoraggio (quindi 12 ore dopo l'evento) in tutte le postazioni monitorate si sono riscontrati valori inferiori al limite di rilevabilità confermati anche da tutti i monitoraggi eseguiti contestualmente in altre 9 postazioni esterne al cantiere da ARPAL.

Per ottemperare al piano di monitoraggio di cui sopra l'ATI demolitori ha impiegato 4 squadre di tecnici specializzati suddivise

tra la parte a nord e la parte a sud del ponte che sono intervenute, con i presidi di protezione individuale del caso, già dopo 1 ora dall'esplosione per il ritiro dei filtri e che si sono coordinate con la polizia locale per l'invio dei campioni al laboratorio dell'Università di Genova incaricato delle letture al SEM; tutto questo per poter dare il prima possibile risposte al centro operativo, presso la Protezione Civile, incaricato delle decisioni sul rientro a casa della cittadinanza precedentemente evacuata.

I dati rilevati, che su tutte le postazioni monitorate (18) hanno confermato tutte le previsioni progettuali, hanno consentito, così come ipotizzato in fase di studio, il rientro nelle proprie abitazioni di tutti i 3.000 evacuati entro le tempistiche programmate e concordate con la Protezione Civile e Prefettura.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle Polveri è stato eseguito in continuo in n. 2 postazioni predisposte e gestite da ATI Demolitori e n. 2 postazioni gestite da ARPAL di cui 1 predisposta da ATI demolitori.

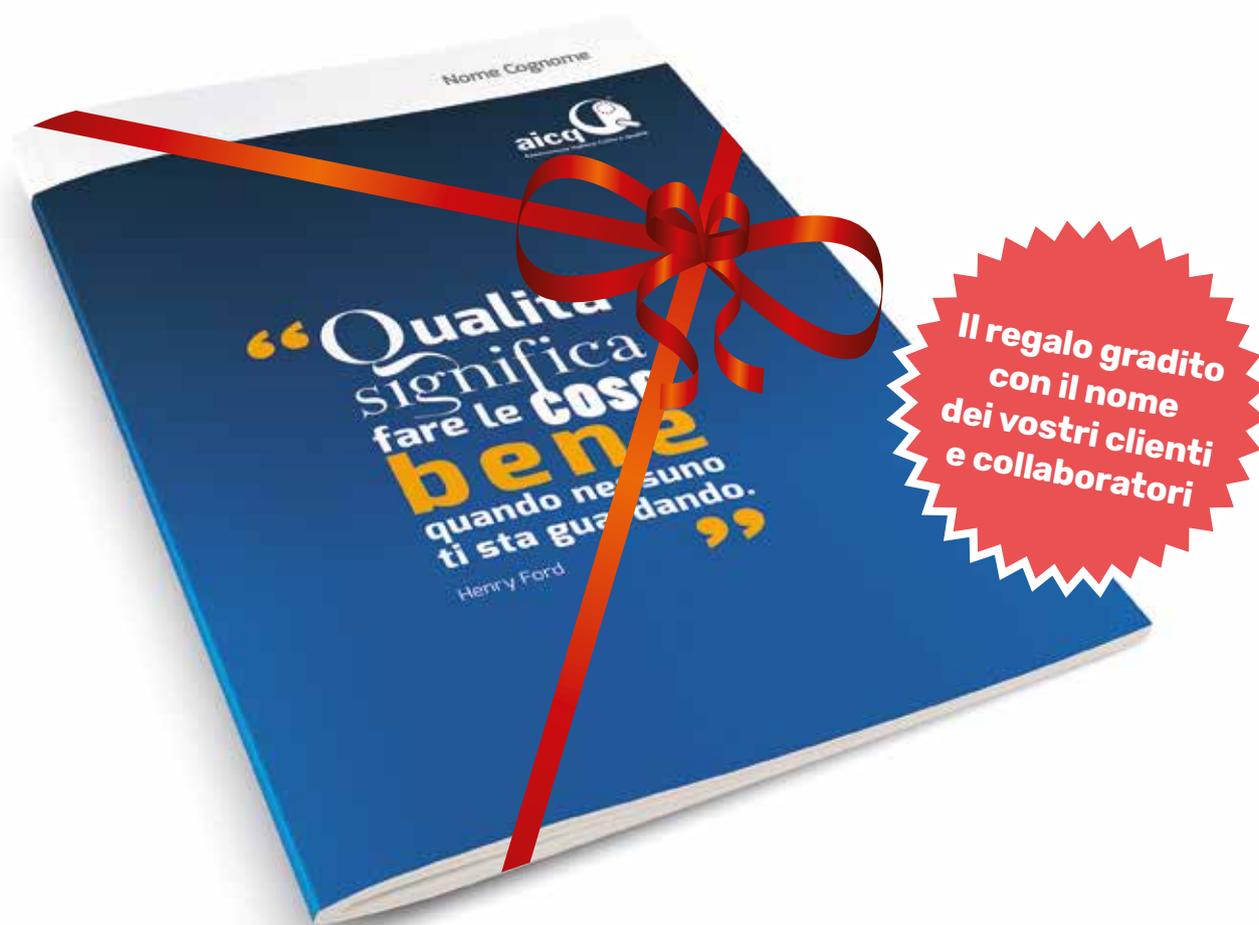
In Figura 21 si riporta l'andamento delle Polveri PM10 e PM 2,5 dalle 5:00 alle 19:00 del giorno dell'esplosione nella Postazione A4 bis. In Figura 22 si riporta l'andamento delle Polveri PM10 e PM 2,5 dalle 5:00 alle 19:00 del giorno dell'esplosione nella Postazione A3 bis.

Come si può notare da entrambi i grafici i valori di PM10 e PM2,5 hanno avuto un picco subito dopo l'esplosione ma già dopo 1 ora dall'evento i valori sono ritornati ai valori pre-esplosione.

Questo a ulteriore conferma che tutte le opere, così come progettate e realizzate, hanno risposto in maniera efficiente ed efficace allo scopo.

*Le immagini pubblicate in questo articolo sono soggette copyright "2019 ATI Demolitori Ponte Morandi"*

# I quaderni personalizzati **STUDIOBOOK®** sono l'idea regalo di qualità per farvi conoscere e ricordare



Il regalo gradito  
con il nome  
dei vostri clienti  
e collaboratori

**STUDIOBOOK®** è la linea di **quaderni personalizzati, progettati in esclusiva per voi** dai creativi dell'agenzia di comunicazione Multiverso.

Il vostro nome e cognome in copertina e nelle pagine interne, formati grandi e piccoli, righe, quadretti o pagine bianche.

Un mondo di possibilità, con il plus della creazione artistica in copertina, personalizzata anche nella citazione d'autore più originale.

**Su richiesta, preventivi gratuiti per tirature personalizzate.**

## **STUDIOBOOK® È IL GADGET ORIGINALE CHE FARÀ PARLARE UNICAMENTE DI VOI.**



**Multiverso Edizioni**

Via San Francesco d'Assisi 15 | 20122 Milano | tel. +39 02 2416.6060

email: [petra.cucci@multi-verso.it](mailto:petra.cucci@multi-verso.it) - [www.multi-verso.it](http://www.multi-verso.it)

# Nuovo viadotto sul Polcevera

# Una nuova esperienza di costruzione

**FRANCESCO POMA**

Project Director PERGENOVA-WEBUILD  
f.poma@pergenova.com

**IVAN LA TERZA**

Contract Department  
ivangianmatteolaterza@gmail.com

**SIMONA OLCESE**

Quality Department PERGENOVA  
s.olcese@pergenova.com

**FRANCESCO GRASSO LEANZA**

Technical Department PERGENOVA  
f.grassoleanza@pergenova.com

Courtesy of Webuild Image Library

## Introduzione

A valle della tragedia del 14 agosto 2018 che ha visto crollare un'infrastruttura di importanza strategica per l'economia non solo della Liguria e degli abitanti di Genova ma per l'intera rete nazionale, è iniziato il processo per la ricostruzione del Viadotto dell'Autostrada A10, di collegamento tra i caselli di Genova Ovest, Genova Sestri Ponente Aeroporto e lo svincolo in direzione Milano.

L'immediata "ricucitura del territorio" era un'esigenza prioritaria per poter restituire alla città di Genova la principale caratteristica delle metropoli contemporanee: la connettività. Era stato infatti calcolato che l'interruzione del collegamento, ha avuto un



impatto negativo sull'economia del territorio di circa 2 Mio EUR al giorno per il solo sistema dell'autotrasporto oltre al danno diretto connesso con le attività che ne hanno subito le dirette conseguenze.

Oltre le motivazioni economico-sociali è indubbio che la ricostruzione abbia toccato le corde più sensibili del territorio ligure e dell'intera nazione che, nutrivano il bisogno di un "riscatto" che solo un'opera di alta qualità e grandi prestazioni realizzata in tempi ristrettissimi poteva fornire.

L'iter di appalto è stato diretto da una Struttura che faceva capo ad un Commissario Straordinario, che ha portato alla firma del contratto per la ricostruzione con il Consorzio "PerGenova"

S.c.p.A., costituito e composto da Webuild SpA (già Salini-Impregilo SpA) e Fincantieri Infrastructure SpA, il 18 gennaio 2019 e consentendo l'avvio delle attività di ricostruzione il 15 aprile 2019, a soli 8 mesi dal crollo.

Il progetto nasce da un'idea di Renzo Piano, che riferendosi al Nuovo Viadotto sentì trasmettere sin dalla presentazione del *concept* l'identità dell'opera: *"Semplice e parsimonioso, ma non banale. Sembrerà una nave ormeggiata nella valle; un ponte in acciaio chiaro e luminoso. Di giorno rifletterà la luce del sole ed assorbirà energia solare e di notte la restituirà. Sarà un ponte sobrio, nel rispetto del carattere dei genovesi"*. Tale aspetto identitario così marcato anche come simbologia di modernità, solidità ed evocativa della tragedia e della rinascita non avrebbe avuto il ritorno sperato se l'opera fosse stata, come sovente accade negli appalti pubblici, realizzata con tempi e modalità in linea, purtroppo, con le tendenze nazionali. Sin, dunque, dall'approccio pubblicistico di appalto con l'emana-zione di un Decreto Legge si è inteso dare un segnale da parte del Governo dell'importanza dei più ristretti tempi di realizzazione.

La rapidità e l'abnegazione con cui tutte le imprese coinvolte si sono messe all'opera per dare a Genova ed al paese un'infrastruttura così strategicamente importante e ad alta valenza prestazionale ed estetica, rende questo progetto un modello di riferimento definito appunto "modello Genova".

Proveremo dunque nel presente articolo a mettere in luce le strategie adottate nella ricostruzione del Nuovo Ponte Genova S. Giorgio che hanno permesso di arrivare, in meno di due anni dal crollo, all'inaugurazione del nuovo Viadotto dotato, fra l'altro di importanti ed innovative caratteristiche tecnologiche e delle più avanzate tecniche di monitoraggio.

## Overview del progetto

Il viadotto consta di un asse principale a trave continua in struttura mista acciaio-calcestruzzo, di lunghezza totale pari a 1.067,17m, composta da un totale di 19 campate sostenute da 18 pile in calcestruzzo armato, progettate con sezione ellittica costante con asse maggiore di 9,50 m e asse minore di 4,00 m. Tutte le pile sono state realizzate con conci di altezza costante di 4,5 m, e concepite in modo da ottenere un allineamento prospettico, a partire dall'alto delle riprese di getto e degli ancoraggi dei casseri. Alla base delle pile, sono presenti fondazioni profonde costituite da plinti di pianta variabile da 7,50 mq ad un massimo di 25 mq e con altezza compresa tra 2 e 3 metri che si intestano su palificate costituite da pali di grande diametro (1.50m) aventi profondità variabile tra i 12 e i 50 metri. Le luci delle campate sono state progettate in modo da evidenziare la centralità del torrente Polcevera, posizionando le tre campate da 100 m con la centrale delle tre sull'attraversamento del fiume e ponendo le 16 campate da 50 m ai lati.

Ogni dettaglio costruttivo dell'opera è stato posto al vaglio in corso d'opera con la presenza continua della struttura dell'Arch. Piano che, da ispiratore del progetto, ricopriva anche la funzione di Direzione Artistica.



Courtesy of Webuild Image Library

## Strategie progettuali

Caratteristica fondamentale della costruzione dell'opera è stata la contestualità della progettazione con le fasi costruttive. Il rispetto del rigido cronoprogramma contrattuale non consentiva soluzioni alternative: pertanto lo sforzo dei tecnici è stato quello di coniugare l'avanzamento della progettazione, la definizione degli alti livelli estetici con la progressione delle fasi di *procurement* e della costruzione vera e propria. A tal fine, per consentire una maggiore rapidità nella costruzione dell'infrastruttura, è stato indispensabile, fin dalla fase progettuale, adottare alcuni accorgimenti che consentissero di ridurre le lavorazioni in cantiere, prediligendo elementi prefabbricati, omogenizzando le attività, e cercando di standardizzare, ove possibile, le lavorazioni.

La scelta del tracciato è stata influenzata dai vincoli esterni, ovvero la Galleria Coronata sul versante di ponente e lo snodo A10-A7 sul versante di levante, obbligando la realizzazione del viadotto su un tracciato leggermente più a sud rispetto a quello precedente per quanto riguarda l'area a Ponente, per poi sovrapporsi quasi interamente con il profilo del Vecchio Ponte Morandi a Levante. La leggera revisione del tratto in curva ed il conseguente spostamento verso sud del nuovo tracciato ha permesso di ridurre di molto le interferenze con la densa rete di sottoservizi presente e di poter avviare le attività di realizzazione del nuovo Viadotto in parallelo alle lavorazioni di demolizione. Tale scelta strategica è risultata essenziale.

La scelta di realizzare un viadotto continuo isolato, mediante l'impiego di isolatori "a pendolo", ha consentito inoltre l'ottimizzazione delle dimensioni delle fondazioni, limitando ulteriormente le possibili interferenze in un contesto fortemente antropizzato e caratterizzato dalla presenza di innumerevoli sottoservizi, oltre ad attività industriali, strade di collegamento e linee ferroviarie il cui esercizio doveva essere regolarmente garantito.

Sin dalle prime fasi di sviluppo del progetto, sono stati presi diversi accorgimenti nello sviluppo del design delle pile per agevolare la realizzazione nei tempi previsti. La scelta di omogenizzare la sezione delle elevazioni, mantenendola costante in altezza per tutte le diciotto pile, è avvenuta coniugando le esigenze architettoniche a quelle costruttive-operative. Tale approccio ha comportato notevoli vantaggi, tra cui l'uniformità prospettica dell'opera e l'utilizzo di una sola tipologia di casseri rampanti sia per le pile a sostegno delle campate da 50m che per quelle da 100m,



consentendo quindi ampia flessibilità nel controllo del programma lavori, potendosi adattare alle effettive disponibilità delle aree per la costruzione. Si è, inoltre, scelto di assemblare a terra l'armatura dei singoli conci di elevazione, industrializzando l'attività e riducendo quindi i tempi per la posa dell'armatura in quota e, di conseguenza, i rischi legati alla sicurezza per i lavori.

L'impalcato metallico è stato progettato nell'ottica di facilitare e minimizzare la fase di montaggio degli elementi in cantiere, prevedendo la prefabbricazione di conci di grandi dimensioni presso gli stabilimenti navali di Fincantieri. La disponibilità di più stabilimenti produttivi, ha fatto sì che la produzione in parallelo dei conci calandrati, dei carter e delle componenti di bordo ponte, ha costituito un ulteriore fattore determinante per il rispetto del cronoprogramma. La prefabbricazione spinta delle singole parti dell'impalcato, destinando il massimo sforzo tecnico-produttivo, anche dei dettagli, agli stabilimenti coinvolti ha quindi permesso di "liberare" il più possibile le già ridottissime aree di cantiere a disposizione per la costruzione, limitando, di conseguenza, al minimo indispensabile le lavorazioni in cantiere, permettendo così l'esecuzione di più lavorazioni in parallelo con evidente beneficio sui tempi di realizzazione finale del progetto.

## Strategie di produzione

Come detto in precedenza, il cantiere ha convissuto per mesi con il traffico urbano, per la presenza di quattro arterie strategiche di collegamento tra la val Polcevera e il centro città. La viabilità ha rappresentato fin da subito una sfida per la gestione del cantiere che ha dovuto adeguarsi al vincolo di garantire sempre almeno due, e spesso tre, delle quattro strade aperte per la circolazione pubblica.

La presenza stessa delle viabilità pubbliche e ferroviarie oltre ovviamente al torrente Polcevera, ha naturalmente indirizzato il cantiere ad una organizzazione in due macroaree, Ponente e Levante, sostanzialmente indipendenti nella loro pianificazione e gestione.



La costruzione del Viadotto è stata assegnata da parte di PERGENOVA S.C.p.A (composto da Webuild e Fincantieri Infrastructure) quasi interamente ad imprese affidatarie, coinvolgendo oltre 330 aziende nella quasi totalità italiane. Questa scelta ha permesso di sfruttare l'esperienza di società specializzate, in possesso di adeguate attrezzature e di personale qualificato, riservando a Pergenova il complesso coordinamento operativo di tutte le imprese coinvolte, la gestione del cantiere, il procurement strategico, le attività propedeutiche connesse con i sottoservizi, gli espropri, le bonifiche belliche, la complessa gestione ambientale oltre naturalmente alla gestione contrattuale con il Cliente e la Direzione Lavori.

Il progetto è stato sin da subito pensato cercando di diversificare il grande "impegno" richiesto in un tempo ridottissimo su più imprese, a parità di lavorazione o di fornitura rilevante, così da poter ulteriormente promuovere un parallelismo di attività, comune denominatore a tutte le scelte strategiche adottate. Sono state quindi, ad esempio, selezionate due imprese per la realizzazione delle sottofondazioni, così da poter lavorare contemporaneamente sia a Ponente che a Levante come due fornitori per l'approvvigionamento del ferro lavorato. Per quanto riguarda invece la realizzazione delle parti d'opera di maggior peso ed impatto sul cronoprogramma sono state chiamate a garantire la massima qualità del risultato finale ed il rispetto dei tempi contrattuali due imprese specializzate: per le opere civili la Cossi del Gruppo Webuild spa e per la carpenteria metallica la stessa Consorzata Fincantieri Infrastructure.

Nonostante questa scelta abbia comportato un enorme onere organizzativo per il coordinamento e la gestione delle interferenze tra le diverse società, soprattutto per quanto riguarda i ridotti spazi a disposizione, non sono stati riscontrati rallentamenti o deficit qualitativi o di sicurezza. La "convivenza" delle diverse necessità su un'area ristretta ed in tempi così ridotti, è stata difficile ed impegnativa, ma assolutamente vincente.

Nella fase iniziale del progetto, durante la quale le aree erano ancora fortemente impegnate dalle lavorazioni di demoli-

zione del Vecchio Ponte Morandi, in cantiere sono dovute coesistere imprese incaricate dell'esecuzione di lavorazioni diverse, raggiungendo il picco di oltre 1000 presenze nelle 24 h.

Questa altissima "densità" di imprese e risorse diverse ha imposto un *management* delle aree molto rigoroso non solo per la salvaguardia del regolare avanzamento del progetto ma anche e soprattutto per la tutela della sicurezza di tutte le maestranze coinvolte, obiettivo centrale in tutto l'operato di Webuild e Fincantieri Infrastructure. Per la gestione delle potenziali interferenze tra imprese e lavorazioni, è stata presentata dal Progettista Italferr SpA una proposta di "Istruzione operativa di coordinamento Imprese/Lavoratori Autonomi", parte integrante del Piano di Sicurezza e Coordinamento. Sulla base di queste linee guida veniva organizzata, settimanalmente, una riunione con tutti gli attori coinvolti in cui venivano definite le aree di competenza di ognuna delle imprese, attribuendo ad ognuna di essa una chiara zona di responsabilità.

Lo sfidante cronoprogramma e la necessità di assorbire alcuni naturali ritardi, fra tutti le avverse condizioni meteorologiche che hanno pesantemente condizionato il regolare svolgimento dei lavori e la ritardata disponibilità delle aree per le diverse problematiche incontrate durante la demolizione del Vecchio Ponte Morandi, hanno spinto il management ad altre strategie costruttive per velocizzare alcune lavorazioni.

La necessità, ad esempio, di ridurre al minimo le tempistiche di realizzazione delle pile è stata una condizione di grande importanza valutata sin dalla fase di progetto, risultando vincente la scelta di uniformare le elevazioni in un'unica sezione, indipendentemente dalle sollecitazioni provenienti dalle soprastanti campate e quindi di impiegare un'unica tipologia di cassaforma.

Stante l'uniformità geometrica di tutte le 18 pile sono stati approvigionati ed impiegati in parallelo fino a 5 casseri rampanti con altrettante gru a torre per la gestione della loro movimentazione in quota. Questa scelta ha consentito la massima flessibilità di movimentazione e quindi la possibilità di "aggredire" le singole pile mano mano che si rendevano disponibili le relative aree. La costruzione delle pile è progredita in parallelo con la produzione in stabilimento dei conci metallici dell'impalcato, privilegiando in una prima fase la realizzazione delle opere presenti nelle aree di Ponte, già libere dalle attività di demolizione ed in parte accessibili fin da aprile 2019, per poi passare successivamente alle pile di Levante percorso critico dell'intero progetto. La disponibilità alla costruzione delle pile di Levante, come noto, ha subito ritardi connessi alle difficoltà incontrate nella gestione dei rischi legati all'abbattimento con esplosivo delle due vecchie campate strallate e successivamente alle operazioni giudiziarie, post abbattimento, connesse con le perizie di parte nel giudizio pendente sulle cause del crollo.

Per quanto riguarda le opere in c.a. in genere e prime fra queste le elevazioni, è risultato inoltre vincente lo studio di una miscela di calcestruzzo con accelerante, che ha consentito di ridurre drasticamente i tempi di attesa per l'inizio delle attività di disarmo. La soluzione adottata ha previsto, per ogni getto di elevazione, il prelievo di un numero di cubetti di cls sufficiente per essere testati a compressione a partire dalle 10 ore dalla fine del getto ed ogni 2 ore, in modo

da conoscere con precisione il momento del raggiungimento delle resistenze minime richieste per l'avvio delle operazioni di disarmo. Per rendere l'intero processo di controllo il più attinente possibile alle condizioni reali, sono state estremamente curate le condizioni di conservazione dei campioni prelevati, affinché potessero essere il più rappresentative possibile delle condizioni di maturazione del getto all'interno del cassero a prescindere dalla stagione climatica. Sempre in un'ottica di "ridondanza" di opportunità, per prevenire ogni possibile imprevisto legato alla sovrapposizione delle attività di getto ed alle impegnative quantità di cls previste nei programmi giornalieri, sono stati qualificati ed impiegati tre diversi impianti di betonaggio dedicati all'opera, così da garantire una regolare e continua fornitura di cls al cantiere h24 e per l'intero periodo. Questa soluzione è risultata estremamente efficace e determinante anche per gestire tutte le difficoltà legate al congestionamento, più che occasionale, del traffico dovuto alle numerose e non calcolate chiusure autostradali per manutenzioni che hanno interessato tutta la Liguria durante il periodo di realizzazione del nuovo Ponte.

Con particolare riferimento alla fase di getto della soletta, avvenuta per forza di cose a ridosso della consegna ed il cui rapido completamento avrebbe svincolato le successive ed impegnative opere di finitura, è stata realizzata in un tempo record, in cir-



Courtesy of Webuild Image Library



Courtesy of Webuild Image Library

ca una decina di giorni, potendo proprio contare sul numero di impianti messi a disposizione e grazie all'impiego di due bracci distributori, progettati appositamente, che hanno permesso l'esecuzione del getto in continuo e sui due fronti in parallelo.

Altra soluzione rilevata strategica è stata la scelta tipologica dei sollevamenti degli impalcati metallici di ciascuna campata. A fronte di altre tecniche di varo (p.e. "strand-jack" ovvero il sollevamento con apparecchi posti sulla testa delle pile) è stato studiato un sistema più flessibile con l'adozione di quattro maxi gru per il sollevamento degli impalcati sui due fronti del cantiere, Ponente e Levante, in modo da poter procedere al varo di più campate anche in parallelo ed evitare il trasporto delle attrezzature di sollevamento da un versante all'altro del Torrente. La scelta di eseguire il maggior numero di vari con l'impiego di gru ha permesso di accelerare le complesse operazioni di preparazione e varo, pur rendendo necessario il trasferimento di alcune attività di completamento e finitura in quota.

Il controllo dei tempi e la capacità di prevenire le potenziali cause di ritardo si è rilevata scelta degna di massimo rilievo per il successo dell'opera. Un discreto numero di *planners* del Consorzio, delle imprese affidatarie e della Direzione Lavori, hanno lavorato congiuntamente modificando ed aggiornando *in progress* (diremmo ora per ora) il cronoprogramma delle lavorazioni.

Anche il collaudo statico dell'opera è stato progettato nei minimi particolari tecnici ed organizzativi prevedendo una prima fase di prove dinamiche ed una successiva di 12 prove statiche ed impegnando per tutta la durata delle prove 56 bilici a 5 assi, caricati fino a 46 t, e 4 moduli SPMT per il collaudo della rampa di innesto. Per contrarre il più possibile i tempi di collaudo, durante la cui esecuzione sono state sospese tutte le attività residuali di finitura del Ponte, è stata definita con DL e Collaudatore Statico una programmazione al "minuto" delle prove di collaudo, prevedendo nel

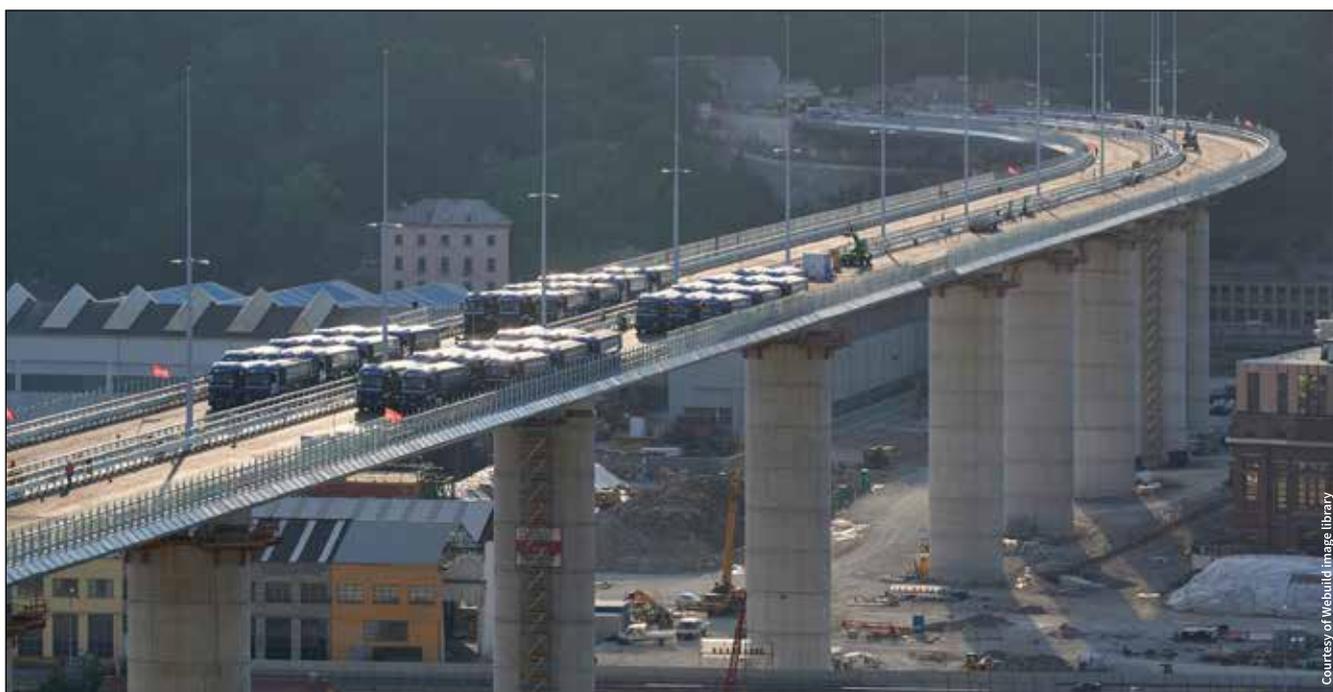
dettaglio l'accesso, la corretta sequenza e la movimentazione dei mezzi lungo il viadotto, al fine di consentire in contemporanea almeno due prove statiche. La pianificazione ed il controllo meticoloso delle attività di collaudo hanno consentito di contrarre a soli 3 gg l'espletamento delle intere procedure e svincolare quindi la piattaforma per l'ultimazione delle attività finali non incidenti con il collaudo ma indispensabili per l'inaugurazione del nuovo Ponte.

## Gestione degli imprevisti

Quanto sopra, seppur sinteticamente illustrato, è stato tuttavia messo a dura prova da alcuni imprevisti, dovuti a cause esterne che hanno rischiato di incidere, come in parte avvenuto, sul cronoprogramma di realizzazione del Viadotto.

Il primo imprevisto riscontrato è accaduto in corrispondenza della P10 del nuovo Viadotto. Il progetto infatti prevedeva di intervenire deviando i sottoservizi esistenti e demolendo parte del Plinto dell'Ex-Ponte Morandi. Tuttavia, durante gli scavi sono emersi sottoservizi non censiti, fra cui un oleodotto dismesso che aveva riempito le celle della vecchia opera di fondazione di idrocarburi catramosi. I lavori di demolizione sono iniziati, solo dopo aver completato lo smaltimento e la rimozione di quanto rinvenuto causando un ritardo di 3 mesi sul programma lavori di Pila 10. Fortunatamente, risultando l'area di Pila 10 priva di interferenze con le attività di demolizione, si era dato corso alle lavorazioni con un anticipo di tre mesi che, seppur vanificati dall'imprevisto occorso, non hanno fortunatamente inciso sul cronoprogramma generale dell'opera.

Altro inconveniente sono state le intense piogge e conseguenti alluvioni, le peggiori degli ultimi 60 anni, che hanno colpito la Liguria nei mesi di Ottobre e Novembre 2019 e che, con il



Courtesy of Webuild image library



progetto in piena attività, hanno causato rilevanti danni all'interno del cantiere stesso.

Ancora, nella notte del 30 dicembre 2019 durante le lavorazioni, il cassero della Pila 13 ha accidentalmente preso fuoco, fortunatamente senza arrecare danni alle persone coinvolte, ma danneggiandosi irreparabilmente con potenziali significative ripercussioni sul cronoprogramma dei lavori. Anche in questo caso, la reazione di tutti gli attori coinvolti è stata straordinaria consentendo in meno di un mese lo studio delle indagini per valutazione del danno, la progettazione degli interventi di ripristino sulla base delle indagini svolte, l'esecuzione delle attività di ripristino e, quindi, il 27 gennaio 2020 la ripresa delle lavorazioni di elevazione della pila.

In ultimo ma non certo per l'impatto conseguente, il 2020 è stato caratterizzato dalla pandemia legata al COVID19. Nonostante la crisi globale, le lavorazioni non sono "mai" state interrotte permettendo di completare durante il primo lockdown i vari delle campate metalliche, grazie alla definizione di una rigorosissima procedura a garanzia della sicurezza sanitaria di tutte le maestran-

ze coinvolte. Il monitoraggio puntuale dei sintomi riconducibili al Covid e la rilevazione della temperatura di tutti gli addetti ai lavori all'accesso al cantiere ha consentito di monitorare precisamente l'intera popolazione coinvolta nella ricostruzione e, nei pochi casi accertati avviare una accurata procedura di ricostruzione dei "contatti stretti", imponendo cautelativamente l'isolamento fiduciario al caso sospetto e a chi fosse stato in contatto. La rigorosa gestione ha consentito di evitare lo sviluppo di focolai con enormi sacrifici per gli addetti che, non potendo rientrare nei luoghi di provenienze, hanno di fatto vissuto nelle aree di cantiere rinunciando, nei mesi più difficili, al ritorno a casa.

## Conclusioni

Tutte le principali strategie descritte nel presente articolo hanno permesso di raggiungere un obiettivo che risultava, sulla carta, complesso e di difficile realizzazione ma grazie alla collaborazione di tutti e tra tutti i diversi soggetti coinvolti nelle lavorazioni, si è raggiunto l'obiettivo di restituire in tempi strettissimi alla città di Genova ed al paese Italia il Nuovo Ponte di Genova San Giorgio, a ricucitura dei territori di Ponente e Levante. Oltre all'orgoglio rinato di un territorio così duramente colpito, una nazione intera ha battuto il tempo della ricostruzione facendo sentire a tutti gli operatori coinvolti un connubio vincente tra responsabilità ed incoraggiamento che, specie nei momenti difficili, non è mai mancato ed ha contribuito a fare la differenza.

La speranza, a qualche mese dalla conclusione dei lavori, è che la ricostruzione del Nuovo Viadotto Polcevera possa essere una *best practice* di costruzione di un'opera in grado di mettere a sistema le eccellenze italiane e di proporre una nuova strategia di gestione di appalto e di costruzione per il mondo delle infrastrutture.



# Il montaggio del nuovo Ponte San Giorgio con mezzi di sollevamento speciali



La Fagioli, società leader a livello internazionale nel settore dei trasporti eccezionali e dei sollevamenti, ha preso parte a ogni singola fase della ricostruzione del nuovo Ponte San Giorgio. I conci realizzati dalla Fincantieri sono stati trasferiti in cantiere via mare e via terra grazie alle tecnologie e ai mezzi dell'Azienda di Sant'Ilario d'Enza (RE). Qui gli impalcati di carpenteria metallica sono stati portati in quota sopra le pile, con mezzi di sollevamento speciali, con attività che si sono svolte in parallelo, 7 giorni su 7, H24, per ottemperare al cronoprogramma imposto dal Commissario Straordinario Marco Bucci. Prima il personale dell'ufficio Tecnico, poi il perso-

**PAOLO CREMONINI**

Vice President Strategic Development  
[p.cremonini@fagioli.com](mailto:p.cremonini@fagioli.com)

**LORIS GIOVANNINI**

Engineering Director  
[l.giovannini@fagioli.com](mailto:l.giovannini@fagioli.com)

**MORENO MASSETTI**

Head of Operations  
[m.massetti@fagioli.com](mailto:m.massetti@fagioli.com)

nale qualificato di Cantiere, ha condotto attività impegnative, mantenendo sempre alta la concentrazione, in condizioni di stress elevato causato dalla forte attenzione mediatica e, nell'ultima fase, fronteggiando anche l'emergenza sanitaria legata a Covid-19.

Il presente articolo vuole descrivere le attività di montaggio e i mezzi di installazione utilizzati, ma vuole altresì esse-

re il mezzo di ringraziamento a tutto il personale coinvolto di tutte le Imprese per il lavoro svolto con professionalità e tenacia. È in questo modo che è stato possibile restituire alla città di Genova e al Paese in tempi brevissimi questa importante e strategica opera colossale.

## Introduzione

La costruzione e il montaggio del *Nuovo Ponte San Giorgio* sono iniziati subito dopo la demolizione del viadotto esistente “Morandi”, senza soluzione di continuità, con la stessa intensità e volontà di restituire in tempi rapidi alla città di Genova un nuovo Ponte che potesse sostituire lo storico Ponte Morandi, oggetto del crollo improvviso del 14 Agosto 2018.

Lo smontaggio, che ha visto riunite in ATI (Associazione Temporanea di Imprese) la Omini SPA, la Fagioli SPA, la IREOS SPA e lo studio IPE Progetti srl, sono iniziate il giorno 8 Febbraio 2019 e si sono concluse il 31 Luglio 2019, con un susseguirsi di lavori compresi in una finestra temporale continuativa di soli 168 giorni. Quelle di montaggio in sito hanno impegnato la Fagioli nelle attività di trasporto e sollevamenti speciali per il Cliente Fincantieri Infrastructure e sono iniziate il 01 Agosto 2019. Le attività si sono concluse con l'ultimo sollevamento in quota il giorno 28 Aprile 2020, poco prima dell'inaugurazione del Viadotto avvenuta il giorno 03 Agosto 2020.

## Il concetto di modularizzazione applicato alle attività di montaggio

Il nuovo viadotto sul Polcevera è stato progettato nell'ottica della sua installazione e quindi gli elementi modulari sono stati dotati già in officina di adeguati rinforzi e di punti di aggancio per il sollevamento, in accordo alla metodologia condivisa con i Progettisti dell'opera e quelli specialistici di varo. Questo ha reso il montaggio certamente più semplice dello smontaggio. Durante quest'ultimo, infatti, i progettisti si sono dovuti scontrare con un manufatto in calcestruzzo in equilibrio precario, che non presentava punti di sollevamento, progettato dall'ingegner Morandi con armatura idonea alla sola fase di esercizio che difficilmente si è resa idonea anche per le fasi transitorie di smontaggio.

Le difficoltà più grandi riscontrate durante le fasi di ingegneria e di montaggio sono collegate, oltre al cronoprogramma, alla morfologia del cantiere e ai ridotti spazi concessi dall'arredo urbano. I progettisti hanno dovuto considerare la presenza di sotto-

servizi quali fognature e condotte del gas, di opere civili esistenti quali lo Stabilimento Ansaldo, la presenza di corso Perrone, via Perlasca e via Fillak e, in particolare, la presenza del torrente Polcevera e della Ferrovia, che hanno spezzato l'area in due Cantieri separati. Le aree idonee al posizionamento delle attrezzature di sollevamento e movimentazione sono state ridotte e hanno richiesto lo svolgimento delle attività di varo addirittura dentro l'alveo del torrente Polcevera e all'interno dell'area della Ferrovia.

Entrambi i progetti di decostruzione e di montaggio sono stati impostati ispirandosi al concetto di *modularizzazione*, un modello che è contrapposto al metodo “*stick built*” e che prevede nel caso del montaggio la prefabbricazione completa o parziale delle strutture presso cantieri secondari ed il loro trasporto e installazione nel cantiere primario. Le parti di impalcato in carpenteria metallica sono state prefabbricate in “megablocchi”, più grandi possibili, negli Stabilimenti di Fincantieri Stabia, Sestri Ponente e Valeggio sul Mincio, e trasportati in loco con mezzi Speciali Fagioli marittimi e terrestri. La modularizzazione ha permesso agli Stabilimenti Fincantieri di lavorare in parallelo, riducendo al minimo le ore lavorative in Cantiere, con un relativo aumento della Sicurezza sul Lavoro.

I trasporti marittimi e lo sbarco presso la banchina di Genova sono stati eseguiti impilando a gruppi di tre i “megablocchi”, mentre i trasporti urbani, per limitare gli ingombri, sono avvenuti singolarmente (Figura 1).

Da Giugno 2019 a Marzo 2020, sulle strade urbane sono transitati in totale 237 “megablocchi” con dimensioni medie (LxWxH) 15m x 10.2m x 2m e 6m x 10m x 3.8m e fino a 100 ton di peso per un singolo trasporto, per un totale di 70 trasporti eccezionali. I trasporti sono stati eseguiti in ore notturne, per non gravare ulteriormente sul traffico cittadino genovese, già appesantito dalla chiusura di alcune strade urbane ed extraurbane, compreso ovviamente il tratto autostradale A10.

I “megablocchi” sono stati assemblati ai piedi delle pile in calcestruzzo fino al completamento delle campate. Successivamente quest'ultime sono state trasportate nella posizione del sollevamento per il loro varo in quota, per un totale di 3 campate aventi lunghezza 100m, 14 campate aventi lunghezza 50m, 1 campata da 41m e 1 da 27m. Complessivamente il peso totale tra-



Figura 1: Trasporto “megablocchi” in chiatta e in strada



Figura 2: Sollevamento di una campata L=100m tipica con Strand Jack System

sportato è stato circa 17500 ton di carpenteria metallica, costruita in conformità alle Norme UNI EN 1090 in Execution Class 4.

Il modello di modularizzazione ha così richiesto mezzi di trasporto eccezionali che hanno transitato per le vie urbane e in cantiere, e attrezzature di sollevamento con portate elevate, in grado di sollevare in un solo giorno gli impalcati da terra alla quota finale di +50.6m, sopra le pile in calcestruzzo gettate in opera dall'azienda appaltatrice delle opere civili Salini Impregilo.

La potenza di sollevamento messa a disposizione è stata costituita da:

- **2 gru Demag Fagioli CC2800**, cingolate tralicciate, capacità massima 600 ton, per il sollevamento da terra in tandem lift delle campate minori aventi lunghezza 50m;
- **2 gru Demag Fagioli e Vernazza CC6800**, cingolate tralicciate, capacità massima 1250 ton, per il sollevamento da terra in tandem lift delle campate minori aventi lunghezza 50m;
- **1 gru Demag Vernazza CC3800**, cingolata tralicciata, capacità massima 650 ton, per il sollevamento da terra delle campate minori aventi lunghezza 50m;
- **4 macchine speciali di sollevamento Fagioli (Climbing Jacks)**, capacità totale 2400 ton, per il pre-sollevamento fino a 5m delle campate maggiori aventi lunghezza 100m, per permetterne la movimentazione con carrelli semoventi superando il torrente Polcevera e la Ferrovia, fino in posizione di sollevamento tra le pile.
- **238 assi SPMT's**, mezzi semoventi speciali multi-ruota per la movimentazione a terra degli impalcati, dalle aree di montaggio alle aree di sollevamento, in alcuni casi attraverso l'alveo del torrente Polcevera e la Ferrovia;
- **4 macchine speciali di sollevamento Fagioli (Strand Jacks System - martinetti a recupero di cavo)**, capacità totale 2400 ton, per il sollevamento delle campate maggiori aventi lunghezza 100m, fino alla quota di varo sopra le pile;
- **1 Gru LTM450**, idraulica stabilizzata, capacità 450 ton per il montaggio delle attrezzature Fagioli e il montaggio di parti secondarie dell'Impalcato.

## L'installazione delle campate di lunghezza 100m

Il sollevamento delle tre campate comprese tra le pile 8 e 11, aventi luce 100m, è stato eseguito mediante quattro martinetti di sollevamento a recupero di cavi (*Strand Jacks Fagioli Lifting System*), con capacità pari a 600 ton, per una capacità di sollevamento totale di 2400 ton. Il fascio di cavi di sollevamento per ogni martinetto è costituito da 37 trefoli conformi alla Norma BS 5896:2012, diametro 18mm, con carico ultimo a rottura pari a 1440 ton e peso 67 kg/m. Durante il sollevamento, il fascio di cavi passante attraverso il martinetto *strand jack* può essere raccolto in "recoilers" oppure guidato da "strand guides" e fatto scendere a terra per gravità.

Altri mezzi di sollevamento come gru sono stati scartati in fase progettuale. I mezzi standard di sollevamento avrebbero potuto sollevare pesi molto più leggeri, campate alleggerite prive di parti strutturali pesanti e avrebbero richiesto spazi di manovra al momento non disponibili, con fondazioni impegnative atte a distribuire i carichi di stabilizzatori e di cingoli su un terreno che non ammette pressioni superiori a 25 ton/mq (2.5 kg/cm<sup>2</sup>).

La campata sollevata in quota è stata la porzione di impalcato continuo in sola carpenteria metallica posta tra i conci di pila precedentemente installati (Figura 2).

Le caratteristiche delle campate sono le seguenti:

- *Lunghezza = 93.9m;*
- *Larghezza = 27m*
- *Altezza = 4.9m*
- *Peso = 2000 t circa*

In particolare, per tutte le tre campate, il concio di pila lato ponente era continuo con l'impalcato precedentemente installato, mentre il concio di pila lato levante era singolo e avente dimensioni (LxWxH) 6.0m x 27m x 4.9m. Il varco attraverso i conci di pila era sufficientemente aperto per permettere la salita dell'impalcato e il passaggio attraverso gli stessi, senza rischio di collisione e deterioramento dei lembi precedentemente preparati per le successive attività di saldatura. Il varco teorico è stato aumentato

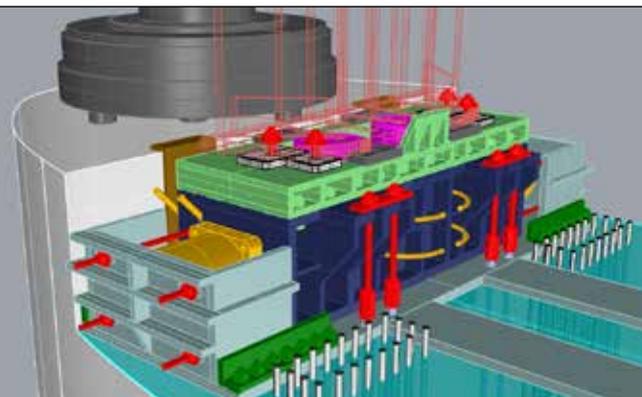
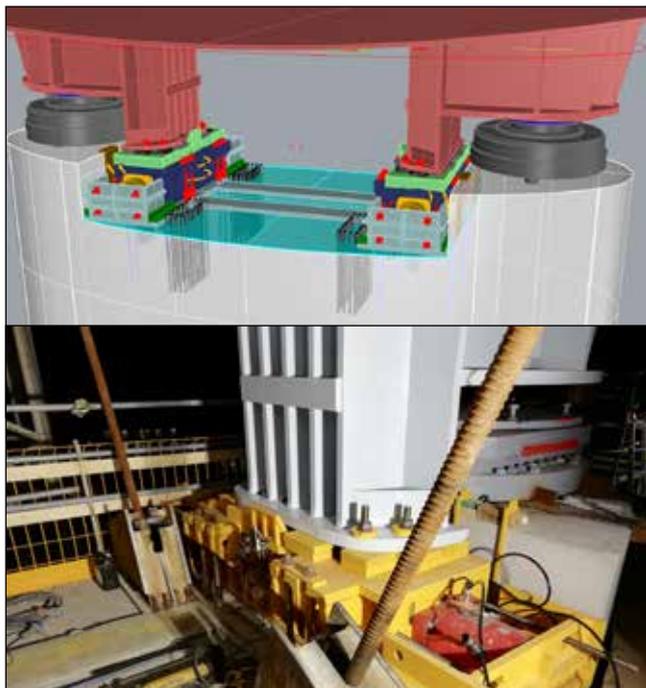


Figura 3: Rendering del sistema di slitta del concio di pila singolo

di 50mm rispetto alla luce dell'impalcato per ammettere eventuali variazioni termiche, imperfezioni di montaggio, oscillazioni per vento etc.. Il varco è stato controllato in fase operativa con rilievi topografici prima di ogni sollevamento e al momento dello stacco da terra, per controllare l'effettivo comportamento delle strutture sotto carico e le rotazioni relative dei lembi.

Il gap di 50mm si è rivelato idoneo già durante il primo sollevamento, come conferma dei risultati delle modellazioni eseguite in fase progettuale.

Quando è stato completato l'allineamento altimetrico delle parti, il gap è stato annullato mediante lo spostamento longitudinale del concio di pila singolo lato levante, grazie ad un sistema di *skidding* costituito da due slitte idrauliche.

Ogni slitta (Figura 3) è stata interposta tra il concio di pila singolo e la sommità della relativa pila ed era dotata dei seguenti accessori:

- Quantità = **2 martinetti verticali**, capacità = 600 ton ciascuno, che durante le attività di sollevamento si sono sostituiti agli appoggi finali dell'Impalcato, per sorreggere il concio di pila in corrispondenza delle appendici che scendono ai fianchi dei baggioli, e che, in esercizio, serviranno per la presa in carico dell'impalcato durante le operazioni di manutenzione degli appoggi definitivi; i martinetti avevano capacità di sollevamento totale pari a 2400 ton; gli stessi martinetti sono stati utilizzati per rilasciare il peso dell'impalcato sugli appoggi definitivi, dando le coazioni all'impalcato continuo previste dal Progettista dell'Opera;
- Quantità = **2 martinetti longitudinali** per lato, capacità = 300 ton ciascuno, che hanno permesso lo spostamento del concio di pila longitudinalmente e la rotazione in pianta, al fine di annullare il gap di 50mm e chiudere longitudinalmente il pacchetto costituito dai conchi di pila e dall'impalcato;

- Quantità = **2 martinetti trasversali**, capacità = 200 ton ciascuno, che hanno permesso lo spostamento trasversale del concio di pila singolo, al fine di aumentare i gradi di libertà del concio per assecondare i requisiti di allineamento trasversale tra le campate da 100m e il concio di pila.

Lo scivolamento interno alla slitta tra *concio di pila singolo* e *pila* è avvenuto tra uno strato di Teflon (superficie inferiore fissa) e Acciaio Inox AISI 316L (superficie mobile), per garantire un basso coefficiente di attrito che, in fase operativa al momento del primo stacco, è stato misurato pari a  $\mu = 0.085$ .

Il calcolo della forza di spinta orizzontale necessaria per lo spostamento longitudinale del *concio di pila singolo* è stato condotto in relazione ai seguenti carichi ed effetti:

- *Peso proprio dell'impalcato (carico verticale);*
- *Peso del concio di pila singolo (carico verticale);*
- *Fuori verticalità, seppure minima, dei cavi di sollevamento durante lo spostamento longitudinale, e pertanto componente orizzontale di contrasto al movimento (carico orizzontale);*
- *Eventuale unbalance load (differenza di carico) nei cavi di sollevamento,*
- *Sovrappinta del vento sull'impalcato, relativa ad un vento massimo operativo pari a 12 m/sec, raffica, alla quota dell'impalcato (carico verticale);*
- *Forza verticale di bilanciamento del concio di pila singolo (carico verticale).*

In particolare, quest'ultimo effetto ha contribuito in maniera sostanziale al valore di spinta orizzontale necessario al movimento longitudinale del concio di pila singolo. La *forza di bilanciamento* è il carico verticale che è stato applicato al concio di pila contestualmente e opposto al carico verticale di sollevamento. Infatti, per mantenere in equilibrio il concio di pila, si è dovuto applicare un tiro opposto al peso dell'impalcato mediante 2 martinetti Strand Jacks a recupero di cavi, con trefoli collegati ad un contrappeso posto ai piedi della pila, posizionato opposto all'impalcato sollevato (Figura 4).

Il bilanciamento continuo ha permesso di ridurre i momenti flettenti alla base del concio di pila e sulla pila stessa. Il tiro è stato mantenuto durante tutto il proseguo delle attività e, soprattutto, durante le attività di presa in carico dell'impalcato. L'incremento



Figura 4: Sistema di bilanciamento di un concio di pila e contrappeso

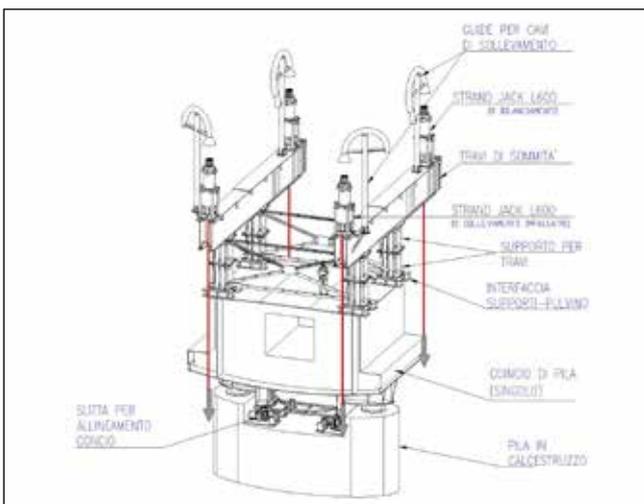


Figura 5: Strutture temporanee di supporto alla Macchina di Sollevamento "strand jack system"

di carico graduale dei martinetti di sollevamento è stato condotto a steps di 10% del carico finale previsto ed è stato sempre proporzionato con l'incremento di carico dei martinetti di bilanciamento, in relazione ai bracci delle forze rispetto al punto di appoggio del concio di pila singolo. Il carico di bilanciamento è stato mantenuto costante durante tutto il sollevamento da terra fino alla quota finale, e garantito da un contrappeso posato a terra, costituito da billette e zavorre, aventi complessivamente un peso di 850 ton.

Nella fase transitoria di montaggio del concio di pila singolo senza i carichi di bilanciamento, la sua stabilità è stata assicurata da tiranti inghisati nel *testa pila* che lo hanno rigidamente col-

legato e messo in sicurezza contro carichi instabilizzanti quali vento e carichi accidentali. I tiranti, a seguito dell'applicazione dei carichi stabilizzanti dei martinetti *strand jacks*, sono stati allentati, per togliere iperstaticità al sistema e affidare la stabilità unicamente ai cavi.

I martinetti di sollevamento *Strand jacks* e i martinetti di bilanciamento, sono stati installati sui conchi interponendo delle strutture temporanee in carpenteria metallica in acciaio S355J0 (Figura 5); queste strutture hanno ripartito il peso dell'impalcato e gli effetti dinamici e del vento, sulle ossature strutturali presenti nel concio di pila, sulle due travi longitudinali poste ad interasse 7m.

Due *girders* longitudinali a cassone di lunghezza 12m circa, altezza 1500mm e larghezza 900mm, distanti 7m l'una dall'altra, sono state appoggiate a due colonne ognuna aventi altezza 2400mm e base quadrata 1200mm x 1200mm. Una tralicciatura di parete ha irrigidito le colonne contro carichi agenti nel piano orizzontale, dovuti principalmente alla pressione del vento. L'attività di sollevamento dell'impalcato è stata definita come "*weather restricted*"; la durata del sollevamento - dal momento dello stacco da terra alla posizione finale incluso il centraggio e la traslazione longitudinale del concio di pila singolo - è avvenuta in un arco temporale inferiore alla finestra di previsione meteo di 72h, con quindi la certezza di iniziare e ultimare le attività con un vento inferiore a quello di progetto, pari a 12 m/sec. Il sollevamento è durato mediamente 10 ore e, a seguito del centraggio e dell'allineamento dei lembi, è avvenuta una prima messa in sicurezza meccanica dell'impalcato rispetto ai conchi di pila, progettata considerando un possibile peggioramento del tempo e un aumento dei venti di raffica come da Normativa vigente.

Il trasporto delle campate dalla zona di montaggio di Cantiere alla zona di sollevamento, e il loro inserimento all'interno delle pile di calcestruzzo fino al *sotto gancio*, sono stati in generale molto impegnativi.

In due casi gli spazi di manovra sono stati particolarmente singolari: successivamente all'installazione della prima campata 100m lato ponente, è stata la volta della campata 100m sopra il torrente Polcevera, e poi della campata 100m sopra la Ferrovia. Per quest'ultime due campate, è stato necessario un pre-sollevamento fino a 5m da terra, per portare gli impalcati, dalla quota di assemblaggio in cantiere ad una quota di trasporto maggiore rispettivamente dell'argine di via 30 Giugno e del rilevato ferroviario (Figura 6).

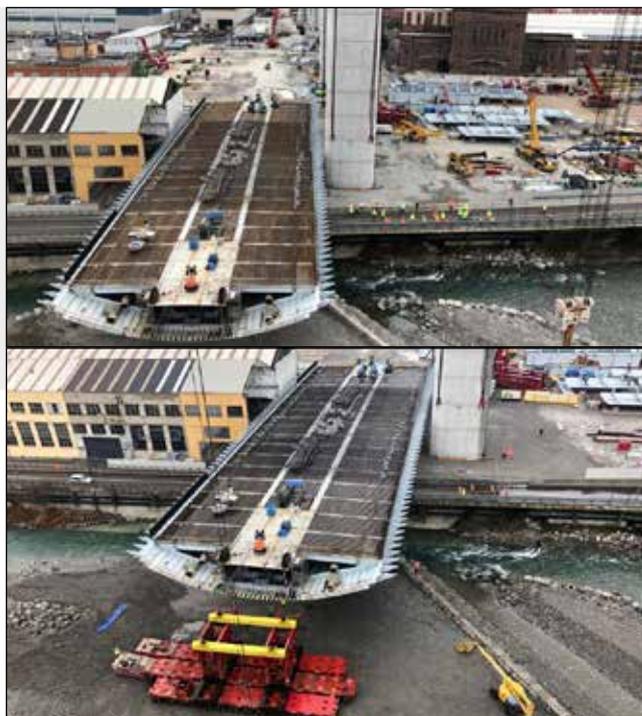
Il sistema di sollevamento, denominato *Fagioli Climbing Jack CJ600*, è costituito da 4 martinetti a spinta, aventi capacità 600 ton ognuno, per un totale di 2400 ton. Il mezzo di sollevamento ha permesso di montare l'impalcato a terra ad una quota "standard" di 1.5m circa, con normali supporti temporanei, e di sollevare in poche ore l'impalcato poco prima del varo. Vista la quota finale dell'impalcato, i carrelli di trasporto sono stati dotati di strutture temporanee di carpenteria metalliche alte circa 3m, disposte in posizioni strutturalmente idonee, allineate alle nervature interne trasversali dell'impalcato e alle travi longitudinali distanti 7m l'una dell'altra.



Figura 6: Sollevamento di 5m dell'impalcato e inserimento dei mezzi di trasporto



Figura 7: Movimentazione dell'impalcato 100m sul Polcevera



La movimentazione della campata sul Polcevera ha richiesto una manovra di avvicinamento alle pile con un primo convoglio costituito da SPMT's (*Self Propelled Modular Trailer*) il quale, in corrispondenza delle sponde del torrente, ha dovuto interrompere la propria corsa e trasferire il carico di 2000 ton ai mezzi precedentemente posizionati in alveo. E' con questi carrelli che è stato possibile raggiungere la posizione finale, con una serie di trasferimenti di carico da un mezzo all'altro, ogniquale volta il corso d'acqua ne impediva la marcia avanti (Figura 7). Il corso d'acqua è stato opportunamente deviato per ottimizzare le manovre dei mezzi, i quali non hanno richiesto particolari fondazioni ma solo una compattazione del terreno con riporto di inerti scelti. Il mezzo SPMT's è un mezzo multiruota che, mediante il sistema idraulico di cui è dotato, permette di ripartire il carico trasportato in maniera uniforme su tutti gli assi e sulle ruote, con una pressione uniformemente distribuita sotto l'impronta del mezzo che non supera le 10 ton/m<sup>2</sup> (1 kg/cm<sup>2</sup>).

Anche la presenza della Ferrovia ha reso le attività di movimentazione impegnative, non solo per il vincolo geometrico ma anche per il vincolo temporale dovuto alla richiesta della Committente di interrompere il traffico ferroviario per una finestra temporale più ridotta possibile.

La movimentazione con carrelli semoventi SPMT's (Figura 8) è risultata proficua da entrambi i punti di vista, con il risultato seguente:

- Ore totali necessarie alla movimentazione dall'area di stoccaggio all'area sotto "gancio" = 12 ore;
- Ore totali di interdizione traffico ferroviari = 9 giorni, comprese le attività di smontaggio e rimontaggio alimentazione elettrica;

### L'installazione delle campate di lunghezza 50m

Il sollevamento delle campate aventi lunghezza 50m è stato eseguito mediante gru cingolate tralicciate Demag CC2800, CC3800 e CC6800, armate nella seguente configurazione:

#### Demag CC2800

- Braccio principale: 78m
- Mast: 48m
- Contrappeso: 300 ton (massimo) superlift + 250 ton su corpo macchina;
- Sbraccio massimo operativo: 25 m

#### Demag CC3800

- Braccio principale: 78m (114m)
- Mast: 48m
- Contrappeso: 300 ton (massimo) superlift + 250 ton su corpo macchina;
- Sbraccio massimo: 60 m



Figura 8: Movimentazione dell'impalcato 100m in corrispondenza della Ferrovia

**Demag CC6800**

- Braccio principale: 78m, 102, 114m
- Mast: 48m
- Contrappeso: 450 ton (massimo) superlift + 250 ton su corpo macchina;
- Sbraccio massimo: 60 m

L'oggetto del sollevamento è stato un tratto di impalcato continuo in sola carpenteria metallica, con annesso un concio di pila e alcuni carter laterali. La parte di impalcato, al momento della posa in quota, è stata appoggiata ad una estremità sugli appoggi temporanei in *testa pila*, ed all'altra estremità all'impalcato precedentemente installato, mediante un avambecco dotato di guide per facilitarne il centraggio trasversale e longitudinale (Figura 9). Due bilancini di sollevamento, uno per gru, hanno permesso l'imbrago dell'impalcato, sorreggendolo dall'intradosso, per non far lavorare a strappo l'estradosso dello stesso.

La posizione dei punti di sollevamento è stato oggetto di studi approfonditi, per cercare di ottimizzare le portate delle gru, per aumentare il più possibile il peso del sollevato, con più carter possibili.

Le caratteristiche delle campate "corte" sollevate sono state:

- Lunghezza = 50m;
- Larghezza = 27m (larghezza maggiore con inclusi i carter laterali)
- Altezza = 4.9m
- Peso medio = 650 ton (a seconda del numero di carter laterali installati)

In alcuni casi non è stato possibile posizionare l'impalcato sotto gancio in una zona prospiciente le pile; in questi casi, dopo

la presa in carico, le gru hanno dovuto cingolare sotto carico, compiendo manovre in *tandem* che hanno richiesto un coordinamento preciso e un movimento sincrono delle due Macchine, per evitare sovraccarichi e, soprattutto, fuori piombo dei ganci con conseguente carico orizzontale instabilizzante nel braccio.

Alcuni impalcati, in particolare quelli di estremo Levante e Ponente, a causa della presenza delle scarpate non accessibili dalle gru, non sono stati installati in un pezzo unico, ma sono stati suddivisi in parti più piccole, in modo tale da essere installati con una singola gru CC6800 (Levante e Ponente). A tal fine sono state predisposte torri temporanee in grado di sostenere temporaneamente e strutturalmente i tronchi di impalcato e di garantire l'accesso al Personale per le operazioni di centraggio e di saldatura finale (Figura 10). Le torri in oggetto sono state dotate di martinetti di sollevamento a spinta, in modo tale da poterne controllare la quota di impostazione millimetrica. I martinetti hanno permesso di scaricare le torri per essere rimosse dopo l'ultimazione dei collegamenti longitudinali con il resto dell'impalcato.



Figura 9: Sollevamento tipico in tandem della campata 50m



Figura 10: Sollevamento tipico in singola di un conccio con l'ausilio di torri temporanee

**Progettazione esecutiva specialistica di attrezzature temporanee in carpenteria metallica e sistemi di sollevamento:**

Ing. Loris Giovannini (Direttore Tecnico Fagioli EMEA), Ing. Marco Salsi (Ingegnere di progetto Home Office e Site - Fagioli SPA), con l'ausilio dell'Ufficio Tecnico Fagioli SPA (Sant'Ilario d'Enza, RE).

**Assistenti alla progettazione esecutiva specialistica di attrezzature in carpenteria metallica e sistemi di sollevamento:**

Ing. Martina Bertorelli, per. ind. Gianpiero Mosco (Fagioli SPA) con l'ausilio dell'Ufficio Tecnico Fagioli SPA (Sant'Ilario d'Enza, RE)

**Site Manager per attività di sollevamenti:**

Geom. Manuel Capelli (Fagioli SPA)



# Associazione Italiana Cultura Qualità

## FEDERAZIONE NAZIONALE

**Presidente:** Giovanni MATTANA  
**Vicepresidenti:** Antonio SCIPIONI,  
Vito QUATTROCCHI, Pietro VITIELLO  
**Segretario Generale:** Davide FERRARA  
**Assemblea:** Marco MASSELLI,  
Demetrio GILORMO, Antonio SCIPIONI,  
Piero MIGNARDI, Giovanni FANUCCHI,  
Fabio MACCARELLI, Diego CERRA,  
Pietro VITIELLO  
**Giunta esecutiva:** Francesco BARBIERI,  
Davide FERRARA, Lucio LUCONI,  
Marco MASSELLI, Giovanni MATTANA,  
Vito QUATTROCCHI, Antonio SCIPIONI,  
Valerio TETA, Pietro VITIELLO  
**Segreteria Nazionale:** Annalisa ROSSI

## ASSOCIAZIONI TERRITORIALI DELLA FEDERAZIONE

**AICQ - Associazione Italia Centronord**  
20124 Milano - via M. Macchi, 42  
tel. 02 67382158 - fax 02 67382177  
segreteria@aicqcn.it  
*Presidente: Demetrio GILORMO*

**AICQ - Associazione Piemontese**  
10128 Torino - via Genovesi, 19  
tel. 011 5183220 - fax 011 537964  
info@aicqpiemonte.it  
**Presidente: Marco MASSELLI**  
AICQ - Associazione Triveneta  
30038 Spinea (VE) - Via E. De Filippo, 80/1  
tel. 351 0800386 - info@aicqtv.net  
*Presidente: Antonio SCIPIONI*

**AICQ - Associazione Emilia Romagna**  
40129 Bologna - via Bassanelli, 9/11  
tel. 334 97 88 360  
presidenza@aicqer.it  
*Presidente: Piero MIGNARDI*

**AICQ - Associazione Tosco Ligure**  
Piazza di Sant'Ambrogio (snc)  
50121 Firenze cell. 349 9150212  
aicq-tl@aicq.it  
*Presidente: Giovanni FANUCCHI*

**AICQ - Associazione Centro Insulare**  
00185 Roma - via di San Vito, 17  
tel. 06 4464132  
fax 06 4464145 - info@aicqci.it  
*Presidente: Fabio MACCARELLI*

**AICQ - Associazione Meridionale**  
c/o Laboratorio IDEAS, Dip. Ingegneria  
Industriale, P.le Tecchio, 80 80125 Napoli  
Tel: 081-2396503 - 3928857600  
segreteria@aicq-meridionale.it  
*Presidente: Diego CERRA*

**AICQ - Associazione Sicilia**  
90139 Palermo - via F. Crispi 108-120,  
c/o Ordine degli Ingegneri della  
Provincia di Palermo  
cell. 335 7510352 - fax 0919889355  
segreteria@aicqsicilia.it  
*Presidente: Pietro VITIELLO*

## SETTORI TECNOLOGICI

**Settore Aerospace**  
*Presidente: Mario FERRANTE*

**Settore Alimentare**  
*Presidente: Fabio VALSECCHI*

**Settore Autoveicoli**  
*Presidente: Alessandro FERRACINO*

**Settore Costruzioni**  
*Presidente: Alessandro STRATTA*

**Settore Turismo**  
*Presidente: Girolamo INTERRANTE*

**Settore Trasporto su Rotaia**  
*Presidente: Gianfranco SACCIONE*

**Settore Education**  
*Presidente: Caterina PASQUALIN*

## Settore Sanità

*Presidente: Maria Claudia PROIETTI*  
**Settore Pubblica Amministrazione**  
*Presidente: Luigi GAGGERI*

## COMITATI TECNICI

**Comitato Ambiente e Energia**  
*Presidente: Sandro VANIN*

**Comitato Salute e Sicurezza**  
*Presidente: Diego CERRA*

**Comitato Metodi Statistici**  
*Presidente: Alessandro CELEGATO*

**Comitato Metodologie di Assicurazione della Qualità**  
*Presidente: Jennifer DE MICHELIS*

**Comitato Normativa e Certificazione dei Sistemi Gestione**  
*Presidente: Giuseppe SABATINO*

**Comitato Qualità del Software e dei servizi IT**  
*Presidente: Valerio TETA*

**Comitato Laboratori di Prova e Taratura**  
*Presidente: Andrea FEDELE*

**Comitato Reti d'Impresa**  
*Presidente: Gianmarco BIAGI*

**Comitato Welfare e Conciliazione Vita Lavoro**  
*Presidente: Michael GALSTER*

## ORGANISMO ACCREDITATO DI CERTIFICAZIONE DI PERSONALE AICQ - SICEV SRL

20124 Milano - via E. Cornalia, 19  
Tel. 0266713425  
info@aicqsicev.it

# Qualità

n. 2 marzo/aprile 2021

Edizione Nazionale AICQ Autorizzazione  
del Trib. di Torino n. 783 del Registro del 28/11/52  
ISSN 2037-4186 | N° ROC - 19667

**Direttore editoriale:** Davide FERRARA  
gestione@aicq.it

**Redazione:** Multiverso  
via San Francesco d'Assisi, 15 - 20122 Milano  
**Segreteria di redazione**  
AICQ - via Cornalia, 19 - 20124 Milano  
Tel. 02 66712484 - Fax 02 66712510  
aicqna.redazione@aicq.it  
**Editore:** Multiverso  
via San Francesco d'Assisi, 15 - 20122 Milano  
tel. 02 24166060  
info@multi-verso.it  
www.multi-verso.it  
**Coordinamento editoriale e grafico:** Mario Cucci  
**Abbonamenti e pubblicità:** info@multi-verso.it

Gli articoli vengono pubblicati sotto la responsabilità degli Autori. In conformità al D.lgs. 196 del 30/6/2003 e fatti salvi i diritti dell'interessato ex art. 7 del suddetto decreto, l'invio di Qualità autorizza AICQ stessa al trattamento dei dati personali ai fini della spedizione di questa pubblicazione.

**Distribuzione:** La rivista viene inviata a tutti i Soci AICQ e ai responsabili qualità delle aziende.

**Spedizione in digitale:**  
1 numero € 15,00, 1 numero arretrato € 30,00,  
abbonamento annuo (6 numeri) € 35,00.  
c/c: IBAN IT41Q050340162000000006163

# La competenza è una conquista

## Professionalità e competenza da oltre 70 anni

Il Gruppo IIS mantiene l'obiettivo prioritario che da sempre ha caratterizzato l'Istituto Italiano della Saldatura: produrre e trasferire conoscenza negli ambiti delle attività svolte dalle Società che lo costituiscono, attento e fedele all'origine del suo brand.

In questo contesto il Gruppo IIS si propone quale riferimento in Italia e all'Estero per fornire servizi di formazione, assistenza tecnico-scientifica, ingegneria, diagnostica, analisi di laboratorio e certificazione, garantendo sempre il rispetto delle previste condizioni di qualità, sicurezza, affidabilità e disponibilità di sistemi ed impianti industriali, di strutture saldate e di componenti saldati.



[www.iis.it](http://www.iis.it)



COSTI e SPRECHI

RISCHI

PRESSING DEI CLIENTI

COMPLESSITA'

COGENZE NORMATIVE



B L U L I N K . C O M



# quarta EVO

QUALITY, SAFETY & COMPLIANCE MANAGEMENT SOLUTIONS

Piattaforma potente e flessibile  
sintesi di 30 anni di esperienze in sistemi  
informativi per Qualità e Sicurezza.

FOLLOW US    

SEGUI I NOSTRI WEBINAR



SEMINAR  
WEBINAR

11 MARZO 2021



italia Risk forum

12 NOVEMBRE 2020

Giornata Mondiale della Qualità



QUALITY FOR ITALY  
ITALY FOR QUALITY