

# IL CANTIERE EDILE

a cura di Pier Giovanni Bardelli e Secondino Coppo



Dario Flaccovio Editore

a cura di Pier Giovanni Bardelli e Secondino Coppo

IL CANTIERE EDILE

ISBN 978-88-579-0013-1

© 2010 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. – tel. 0916700686 – fax 091525738

[www.darioflaccovio.it](http://www.darioflaccovio.it) [info@darioflaccovio.it](mailto:info@darioflaccovio.it)

Prima edizione: maggio 2010

Il cantiere edile / a cura di Pier Giovanni Bardelli e Secondino Coppo. -

Palermo : D. Flaccovio, 2010.

ISBN 978-88-579-0013-1

1. Cantieri edili. I Bardelli, Pier Giovanni <1937->. II. Coppo, Secondino <1938->.

690 CDD-21 SBN Pal0226092

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Coordinamento delle parti: Luigi Morra, Carlo Caldera (Parte I) – Pier Giovanni Bardelli (Parte II) – Secondino Coppo, Giorgio Garzino (Parte III) – Francesco Prizzon (Parte IV) – Giuseppe Moglia (Parte V)

Coordinamento degli autori: Ph.D. arch. Alberto GIACARDI

Autori dei Testi:

BARDELLI	Pier Giovanni	Prof. Ordinario presso il DISET	– Politecnico di Torino
BONDI	Andrea	Arch. Servizio sicurezza sul lavoro	– Collegio Costruttori Edili – ANCE Torino
BROSIO	Flavio	Ing. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
CALDERA	Carlo	Prof. Associato presso il DISET	– Politecnico di Torino
CAVALERI	Andrea	Ph.D. Ing. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
CESTE	Carlo	Ing. Servizio sicurezza sul lavoro	– Collegio Costruttori Edili – ANCE Torino
COLALEO	Valentina	Ph.D. Ing. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
COPPO	Secondino	Prof. Ordinario presso il DISET	– Politecnico di Torino
FALBO	Domenico	Ph.D. Ing. Libero Professionista	
GARZINO	Giorgio	Prof. Associato presso il DISET	– Politecnico di Torino
GENNA	Elisa	Ph.D. Ing. Arch. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
GIACARDI	Alberto	Ph.D. Arch. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
LO TURCO	Massimiliano	Ph.D. Ing. Arch. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
MOGLIA	Giuseppe	Prof. Associato presso il DISET	– Politecnico di Torino
MORRA	Luigi	Prof. Ordinario presso il DISET	– Politecnico di Torino
PIANTANIDA	Paolo	Ricercatore presso il DISET	– Politecnico di Torino
PISTONE	Giuseppe	Prof. Associato presso il DISET	– Politecnico di Torino
PRIZZON	Francesco	Prof. Associato presso il DISET	– Politecnico di Torino
REBAUDENGO	Manuela	Ph.D. Ing. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
RIBALDONE	Marilena	Ph.D. Ing. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
TACCONI	Giuseppina	Ph.D. Ing. Arch. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
TESTA	Giovanni	Ph.D. Ing. Libero Professionista	
VITALI	Marco	Ph.D. Arch. Assegnista di Ricerca presso il DISET	– Politecnico di Torino
VOZZOLA	Mariapaola	Ph.D. Ing. Libero Professionista	
ZURLO	Damiano	Ing. Libero Professionista	

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.



#### SERVIZI GRATUITI ON LINE

Questo libro dispone dei seguenti servizi gratuiti disponibili on line:

- filodiretto con gli autori
- le risposte degli autori a quesiti precedenti
- files di aggiornamento al testo

L'indirizzo per accedere ai servizi è: [www.darioflaccovio.it/scheda/?codice=DF0013](http://www.darioflaccovio.it/scheda/?codice=DF0013)

# Indice

Premessa <i>P.G. Bardelli, S. Coppo</i> .....	pag.	XV
Parametri di classificazione e tipologie <i>P.G. Bardelli, D. Coppo</i> .....	»	XVII

## PARTE PRIMA – Il cantiere per la nuova edificazione

Premessa <i>L. Morra</i> .....	»	3
1. La produzione edilizia e il sistema-processo		
1.1. Il processo edilizio <i>L. Morra</i> .....	»	5
1.2. Il sistema edilizio <i>C. Caldera</i> .....	»	7
2. Il progetto del cantiere		
2.1. La progettazione operativa <i>C. Caldera</i> .....	»	11
2.2. Il progetto del cantiere <i>C. Caldera</i> .....	»	13
2.3. La comunicazione della sicurezza <i>C. Caldera, E. Genna</i> .....	»	17
2.4. L'attività di cantiere e gli aspetti di eco-sostenibilità <i>V. Colaleo</i> .....	»	24
2.5. La costruzione con visione sistemica e come via verso la sostenibilità <i>F. Brosio</i> .....	»	28
2.5.1. Una nuova cornice .....	»	30
2.5.2. I processi .....	»	34
2.5.3. La struttura di un'organizzazione che si occupa di attività tradizionali .....	»	36
2.5.4. La struttura di un'organizzazione che si occupa di attività di ricerca e sviluppo .....	»	39
3. L'esecuzione dei lavori e la qualità operativa		
3.1. Generalità <i>C. Caldera</i> .....	»	41
3.2. La fase esecutiva del processo edilizio <i>C. Caldera</i> .....	»	41
3.3. L'informazione tecnica <i>C. Caldera</i> .....	»	42
3.4. Il codice di pratica <i>C. Caldera</i> .....	»	44
3.5. I piani operativi e gli strumenti operativi per la sicurezza <i>C. Caldera</i> .....	»	44
3.6. La rappresentazione grafica per la qualità operativa <i>C. Caldera</i> .....	»	49
3.6.1. I livelli della progettazione .....	»	51
3.7. Il progetto tecnologico a livello esecutivo e operativo <i>C. Caldera</i> .....	»	52
3.7.1. Le informazioni del progetto operativo .....	»	53

## VI IL CANTIERE EDILE

3.8.	Il metodo per la gestione della progettazione esecutiva di dettaglio	<i>D. Zurlo</i>	»	54
3.8.1.	Principi e struttura		»	54
3.8.2.	Applicazione del metodo a un caso-studio		»	60
3.9.	I controlli in corso d'opera e verifiche prestazionali	<i>L. Morra</i>	»	67
4.	La demolizione-decostruzione e la salvaguardia ambientale	<i>L. Morra</i>		
4.1.	Le tecniche nel cantiere di demolizione		»	71
4.2.	La salvaguardia ambientale		»	71
4.3.	Rumori, polveri, vapori		»	73
4.4.	Rifiuti, ricadute ambientali verso l'esterno del cantiere, mitigazioni		»	74
5.	L'architettura tecnica dell'edificio			
5.1.	La buona pratica costruttiva	<i>A. Cavaleri</i>	»	79
5.2.	La rappresentazione funzionale di elementi piani	<i>A. Cavaleri</i>	»	79
5.3.	Le tecniche edilizie correnti	<i>A. Cavaleri</i>	»	82
5.3.1.	Generalità sugli involucri		»	82
5.3.2.	L'involucro verso il suolo		»	83
5.3.3.	L'involucro verticale		»	86
5.3.4.	Le coperture		»	90
5.4.	L'integrazione impiantistica	<i>P. Piantanida</i>	»	103
5.4.1.	Attorno al concetto di integrabilità		»	103
5.4.2.	L'integrazione degli impianti a scala tecnologica		»	104
5.4.3.	L'integrazione degli impianti a scala edilizia		»	106
5.4.4.	L'integrazione degli impianti a scala territoriale		»	107
5.4.5.	La classificazione degli impianti tecnici		»	108
5.4.6.	Cantiere e impianti: dal sistema di requisiti all'insieme di prestazioni		»	109
5.4.7.	Osservazioni sul collaudo		»	111
5.5.	Esempi di interferenze ricorrenti	<i>P. Piantanida</i>	»	112
5.5.1.	Reti orizzontali		»	112
5.5.1.1.	Spessori		»	112
5.5.1.2.	Collaudi		»	112
5.5.2.	Reti di distribuzione verticali		»	115
5.5.3.	Terminali		»	116
5.5.3.1.	Impianti elettrici e di telecomunicazioni		»	116
5.5.3.2.	Impianti di benessere: esempi di interferenze ricorrenti		»	118
5.5.3.2.1.	Convezione forzata		»	118
5.5.3.2.2.	Convezione naturale e radiazione		»	120
5.5.4.	Generatori per impianti di benessere		»	123
6.	Disciplina geometrico-dimensionale	<i>A. Cavaleri</i>		
6.1.	Metrologia e <i>precision engineering</i>		»	127
6.2.	La coordinazione dimensionale		»	128
6.3.	I controlli geometrico-dimensionali		»	129
6.3.1.	I tipi di variabilità		»	130
6.3.2.	I metodi di controllo della variabilità		»	132
6.4.	I tracciamenti		»	134
6.4.1.	I tracciamenti sui piani orizzontali		»	134
6.4.2.	I tracciamenti altimetrici di piani di riferimento		»	138
6.4.3.	I tracciamenti di elementi edilizi		»	139

7. Il fattore umano e la produttività	
7.1. La gestione delle risorse <i>L. Morra</i> ..... »	143
7.2. Le maestranze, la centralità della mano d'opera nel cantiere <i>L. Morra</i> ..... »	144
7.2.1. Gli aspetti umani dell'organizzazione..... »	144
7.3. Il mercato del lavoro e le regolamentazioni <i>L. Morra</i> ..... »	148
7.3.1. Gli schemi di flessibilità retributiva ..... »	148
7.3.1.1. Altri aspetti del problema..... »	149
7.3.2. Il controllo operativo del processo ..... »	149
7.4. La produttività e gli indicatori <i>L. Morra</i> ..... »	150
7.4.1. Generalità ..... »	150
7.4.2. Il sistema dei rapportini ..... »	153
7.4.3. Lo studio dei metodi ..... »	155
7.5. Il sistema di gestione per la qualità nelle imprese di costruzione <i>M. Ribaldone</i> ..... »	157
7.5.1. Il quadro normativo italiano in tema di qualità e il contesto delle imprese ..... »	157
7.5.2. Le criticità legate ai principali processi che vedono impegnate le imprese ..... »	158
7.5.2.1. La gestione delle gare d'appalto ..... »	158
7.5.2.2. La gestione delle commesse ..... »	158
7.5.2.3. La gestione del cantiere..... »	158
7.5.2.3.1. Le istruzioni tecniche e il controllo delle lavorazioni ..... »	159
7.5.3. La procedura di certificazione ..... »	162
8. Programmazione dei lavori per la gestione operativa dei progetti <i>G. Testa</i> ..... »	165
8.1. Introduzione ..... »	165
8.2. Nozioni introduttive: concetti di progetto, attività e programmazione dei lavori; ambiti di pertinenza e ruolo della programmazione nel processo edilizio ..... »	165
8.3. I problemi gestionali nell'esecuzione del progetto: lista di controllo ..... »	169
8.4. Il programma lavori: soggetti redattori e utenti, finalità, sistemi di programmazione ..... »	170
8.5. I diagrammi a barre..... »	174
8.5.1. Il diagramma di Gantt – Esempio applicativo ..... »	175
8.5.1.1. Individuazione e controllo delle attività concomitanti per la gestione della sicurezza nelle interferenze ..... »	175
8.5.1.2. Monitoraggio dello stato d'avanzamento dei lavori, controllo del rispetto delle milestones e aggiornamento del flusso di cassa in caso di slittamento temporale ..... »	176
8.5.1.3. Esempio di diagramma di Gantt ..... »	176
8.5.1.3.1. Gestione finanziaria dei lavori da parte del committente ..... »	187
8.5.1.3.2. Gestione finanziaria dei lavori da parte dell'appaltatore ..... »	199
8.6. I sistemi di programmazione reticolare (SPR)..... »	206
8.6.1. Il metodo pert: nozioni fondamentali, criticità dei tempi e possibili soluzioni ..... »	207
8.6.1.1. I reticoli RAA-AOA..... »	207
8.6.1.2. I reticoli RAN-AON ..... »	209
8.6.1.3. Esempio di reticolo PERT..... »	209
8.6.1.4. Durata delle attività e tempi degli interventi ..... »	209
8.6.1.4.1. I tempi di evento..... »	211
8.6.1.4.2. I tempi di scorrimento..... »	212
8.6.1.4.3. I caratteri temporali delle attività..... »	213
8.6.1.4.4. I tempi critici e le possibili soluzioni ..... »	213
8.6.1.4.5. Esempio di criticità di un evento per imposizione di una scadenza contrattuale .... »	216
8.6.1.4.6. Cenni metodologici sulla gestione temporale probabilistica dei reticoli ..... »	216

## VIII IL CANTIERE EDILE

8.6.2. Il metodo CPM – Criticità dei costi e possibili risoluzioni; la ricerca dell'equilibrio ottimale tra riduzione dei tempi e dispendio di risorse .....	»	220
9. Le innovazioni tecnologiche <i>L. Morra</i>		
9.1. Le innovazioni in cantiere .....	»	223
9.2. L'automazione nella realizzazione .....	»	225
9.2.1. La robotica .....	»	225
9.3. Le innovazioni su sicurezza e salute .....	»	228
10. L'informatica e la telematica <i>A. Giacardi</i>		
10.1. Le ricadute dell'informatica sull'organizzazione del lavoro edile .....	»	231
10.2. Le modalità di distribuzione del software .....	»	232
10.3. Le esigenze informatiche degli operatori .....	»	233
10.4. L'informatica a disposizione delle PMI .....	»	233
10.5. La gestione del cantiere e la programmazione dei lavori.....	»	240
10.6. La gestione BIM dell'informazione .....	»	243
10.7. L'innovazione presente e futura .....	»	248
10.8. Spunti di riflessione .....	»	250

## PARTE SECONDA – Il cantiere per il recupero e il restauro

Premessa <i>P.G. Bardelli</i> .....	»	255
1. Caratteristiche e specificità		
1.1. Le peculiarità dell'intervento di recupero dell'esistente: il cantiere storico e il cantiere per le opere del movimento moderno <i>P.G. Bardelli</i> .....	»	257
1.2. Le specificità del cantiere per il recupero legate alla tipologia di intervento e alle caratteristiche morfologiche dell'edificio: interventi edili, impiantistici, di restauro <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> .....	»	259
1.2.1. Gli interventi edili di consolidamento e di adeguamento sismico .....	»	261
1.2.2. Gli interventi edili per la riparazione o la sostituzione di manufatti o subsistemi relativi all'involucro esterno .....	»	263
1.2.3. Gli interventi edili di riparazione o sostituzione di opere di finitura.....	»	263
1.2.4. Gli interventi edili di assistenza a interventi impiantistici .....	»	263
1.2.5. Gli interventi di restauro .....	»	265
1.2.6. Gli interventi di parziale o totale demolizione .....	»	265
1.3. La previsione delle fasi di attuazione in relazione alle caratteristiche del cantiere per il recupero e al sostegno finanziario <i>M. Ribaldone</i> .....	»	266
1.3.1. La struttura della chiesa della SS. Annunziata.....	»	267
1.3.2. Lo stato di dissesto e di degrado .....	»	268
1.3.3. Le fasi di attuazione degli interventi .....	»	269
1.4. La compatibilità tra la concezione strutturale statica dell'edificio, i modi costruttivi e le scelte di cantiere <i>P.G. Bardelli</i> .....	»	275
1.5. Le criticità frequenti riscontrate in cantieri di recupero <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> .....	»	276
1.5.1. Le criticità insite nell'intervento stesso sul costruito e legate al livello di definizione del progetto .....	»	276
1.5.2. Le difficoltà nella definizione in sede di progetto di tempi e costi di esecuzione dei lavori .....	»	276
1.5.3. Le criticità legate alle caratteristiche morfologiche dell'oggetto dell'intervento .....	»	277
1.5.4. L'organizzazione delle diverse competenze che convergono nel cantiere di recupero .....	»	277

1.5.5. L'attenzione alla accessibilità di cantiere, alla disponibilità di aree di deposito e di spazi di lavoro a pie' d'opera .....	»	277
1.5.6. Le caratteristiche del contesto: servizi e sottoservizi presenti sul sito dell'intervento .....	»	279
1.5.7. Le caratteristiche del sito, del contesto ambientale e climatiche .....	»	279
1.5.8. L'impatto del cantiere sull'ambiente circostante .....	»	279
1.5.9. L'utilizzo di prodotti pericolosi .....	»	280
1.5.10. Le lavorazioni pericolose.....	»	280
2. Macchine e attrezzature <i>D. Falbo</i>		
2.1. Tipi di macchine e attrezzature più consoni all'intervento di recupero .....	»	281
2.1.1. Esempi di utilizzo.....	»	285
2.2. Limitazioni e attenzioni nella scelta e nell'uso di macchine e attrezzature nell'intervento di recupero ..	»	289
3. Opere provvisionali <i>D. Falbo</i>		
3.1. Illustrazione delle opere provvisionali .....	»	291
3.2. Opere provvisionali di servizio .....	»	293
3.3.1. Ponteggi in legname e altre opere provvisionali .....	»	293
3.3.2. Ponteggi metallici fissi.....	»	294
3.3.2.1. Principali tipologie .....	»	294
3.3.2.2. Criteri di impiego .....	»	294
3.3.2.3. Limitazioni d'impiego .....	»	298
3.3.3. Ponti su ruote a torre (trabattelli) .....	»	299
3.3.4. Ponti su cavalletti .....	»	302
4. Attenzioni relative alle opere di presidio		
4.1. Introduzione al tema degli interventi di presidio <i>P.G. Bardelli</i> .....	»	307
4.2. La congruenza degli interventi provvisionali con la statica dell'edificio <i>G. Pistone</i> .....	»	308
4.2.1. Considerazioni preliminari .....	»	308
4.2.2. Il presidio provvisorio in attesa di intervento .....	»	309
4.2.3. Le opere provvisionali di assistenza all'intervento .....	»	312
4.2.4. I puntellamenti di forza per ricondurre il manufatto nello stato pristino .....	»	314
4.2.5. Il presidio che diventa riparazione definitiva di un dissesto .....	»	315
4.2.6. Considerazioni finali .....	»	316
5. Il cantiere per il consolidamento strutturale, per il recupero e il restauro		
5.1. Esempificazioni attraverso casi di studio <i>P.G. Bardelli</i> .....	»	317
5.1.1. Il consolidamento di una bigattiera a Rocchetta Tanaro <i>G. Pistone, M. Ribaldone</i> .....	»	317
5.1.1.1. Il rilevamento dello stato di dissesto, la fase anamnestica e diagnostica .....	»	319
5.1.1.2. Il progetto di terapia e le fasi di esecuzione dell'intervento .....	»	319
5.1.1.3. Esecuzione dell'intervento .....	»	320
5.1.1.4. Conclusioni .....	»	324
5.1.2. Le opere provvisionali e l'intervento di consolidamento della torre campanaria di Trinità <i>G. Pistone, M. Ribaldone</i> .....	»	324
5.1.2.1. Lo stato di fatto .....	»	326
5.1.2.2. Lo stato di dissesto .....	»	327
5.1.2.3. La fase di anamnesi e diagnosi .....	»	327
5.1.2.4. Il progetto degli interventi provvisoriale e definitivo e le fasi di esecuzione .....	»	328
5.1.2.5. Le operazioni di messa in sicurezza .....	»	328
5.1.2.6. Il consolidamento definitivo .....	»	330

5.1.2.7. Conclusioni .....	»	333
5.1.3. Il consolidamento della torre del Motturone a Cavallermaggiore <i>G. Pistone, M. Ribaldone</i> .....	»	334
5.1.3.1. Lo stato di fatto e la fase anamnestica .....	»	334
5.1.3.2. La fase diagnostica .....	»	336
5.1.3.3. Il progetto di intervento e le fasi di esecuzione .....	»	337
5.1.3.4. Conclusioni .....	»	339
5.1.4. La sostituzione di una colonna portante in un edificio settecentesco <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> .....	»	340
5.1.4.1. Lo stato di fatto .....	»	340
5.1.4.2. L'anamnesi e la formulazione della diagnosi .....	»	341
5.1.4.3. Il progetto di intervento .....	»	342
5.1.4.4. La sequenza di posa in opera della nuova colonna.....	»	345
5.1.5. La tecnica innovatrice del restauro di Palazzo Lascaris <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> .....	»	354
5.1.5.1. La fase anamnestica .....	»	354
5.1.5.2. La fase diagnostica .....	»	355
5.1.5.3. Il progetto di intervento .....	»	356
5.1.5.4. Le fasi di esecuzione dell'intervento .....	»	357
5.1.6. Il rinforzo di colonne lapidee nell'atrio del Palazzo Accademia delle Scienze <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> ..	»	360
5.1.6.1. Il rilevamento dello stato di ammaloramento e la fase anamnestica .....	»	360
5.1.6.2. La diagnosi del dissesto .....	»	360
5.1.6.3. Il progetto di intervento .....	»	362
5.1.6.4. Le fasi di esecuzione dell'intervento: il puntellamento provvisorio.....	»	362
5.1.6.5. Le fasi di esecuzione dell'intervento: il consolidamento definitivo .....	»	362
5.1.7. Il trasferimento e il ricollocamento di un edificio religioso di media dimensione nelle Prealpi Monregalesi per superiori ragioni di conservazione <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> .....	»	367
5.1.7.1. Lo stato di fatto .....	»	368
5.1.7.2. Il progetto di intervento .....	»	369
5.1.7.3. La sequenza delle fasi dell'intervento di ricollocazione.....	»	370
5.1.8. Il rifacimento della grande orditura della copertura della cupola centrale della chiesa della confraternita della SS. Annunziata a Guarene d'Alba <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> .....	»	383
5.1.8.1. Lo stato di fatto .....	»	383
5.1.8.2. L'anamnesi e la formulazione della diagnosi .....	»	383
5.1.8.3. Il progetto di intervento .....	»	384
5.1.8.4. La sequenza delle fasi di intervento .....	»	387
5.1.9. Il restauro dell'apparato decorativo della chiesa della confraternita della SS. Annunziata a Guarene d'Alba <i>P.G. Bardelli, E. Genna, M. Ribaldone</i> .....	»	388
5.1.9.1. Lo stato di fatto .....	»	389
5.1.9.2. La fase anamnestica .....	»	390
5.1.9.3. Il progetto di intervento .....	»	392
5.1.9.4. La sequenza delle fasi di intervento: il caso dell'integrazione pittorica .....	»	394
5.1.9.5. Conclusioni .....	»	398
6. Il cantiere come opportunità di conoscenza <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i>		
6.1. La sequenza delle fasi dell'iter progettuale: focalizzazione sulle fasi di cantiere .....	»	401
6.2. Il cantiere come luogo per la falsificazione delle diagnosi .....	»	403
6.2.1. La procedura dell'incarico preliminare .....	»	404
6.3. Il cantiere di preappalto, a monte del cantiere di recupero, per la scelta dei livelli di prestazione richiedibili in capitolato .....	»	406
6.4. Il cantiere della manutenzione, a valle del recupero, per monitoraggio, manutenzione continua, manutenzione programmata .....	»	412

6.4.1. Le strategie di manutenzione .....	»	413
6.4.2. I contratti di manutenzione .....	»	415
6.4.3. Il global service di manutenzione.....	»	415
7. Il cantiere come momento di acquisizione di dati <i>P.G. Bardelli, M. Ribaldone</i> .....	»	417
7.1. Le peculiarità tecnico-amministrative connesse al cantiere per il recupero .....	»	417
7.1.1. I livelli di progettazione .....	»	418
7.1.2. Le varianti in corso d'opera.....	»	419
7.1.3. Il consuntivo scientifico .....	»	420
7.1.4. Il piano di manutenzione dell'opera .....	»	420
7.1.5. I requisiti di qualificazione dei soggetti esecutori dei lavori di restauro e manutenzione .....	»	421
7.2. Una nuova figura professionale per documentare il cantiere sull'esistente .....	»	422
7.3. Le modalità di prelievo in cantiere dei dati necessari per l'elaborazione del consuntivo scientifico .....	»	425
7.3.1. Le operazioni preliminari .....	»	425
7.3.2. Le operazioni di studio del manufatto .....	»	425
7.3.3. La registrazione dei dati in corso d'opera .....	»	426
7.4. Le linee guida per la predisposizione del consuntivo scientifico .....	»	427
7.5. La costituzione di archivi di procedure derivanti dalla documentazione diretta del cantiere sul costruito.....	»	428

### PARTE TERZA – Il disegno di cantiere

Premessa <i>S. Coppo, G. Garzino</i> .....		
Riferimenti legislativi .....	»	433
Riferimenti normativi e legislativi .....	»	436
Relazione tra disegni costruttivi e tipologia di appalto .....	»	438
1. I disegni preparatori e funzionali all'impianto di cantiere <i>S. Coppo, G. Garzino</i> .....	»	441
1.1. I disegni preparatori .....	»	441
1.2. Nuova costruzione di casa ad alloggi ad Andora (SV) .....	»	441
1.3. Nuovo Centro Direzionale IBM a Segrate (MI) – Head Quarters sud Europa .....	»	442
1.4. Casa ad alloggi ad Alba (CN) .....	»	442
1.5. Conclusioni .....	»	442
2. I disegni per il governo del processo di cantiere <i>S. Coppo, G. Garzino</i> .....		
2.1. Definizione .....	»	451
2.2. Il nuovo D.E.A. Presidio Ospedaliero SS. Annunziata A.S.L. Cuneo 1 a Savigliano (CN).....	»	455
2.3. Ristrutturazione e adeguamento funzionale dell'Ex Convento di Santa Monica a Savigliano (CN) .....	»	455
2.4. Nuova costruzione di casa ad alloggi ad Andora (SV) .....	»	455
3. I disegni di costruzione e assemblaggio degli elementi strutturali <i>S. Coppo, G. Garzino</i> .....		
3.1. I disegni di dettaglio .....	»	459
3.2. Le strutture in calcestruzzo armato ordinario .....	»	461
3.2.1. Scuola Materna Edoardo Agnelli a Villar Perosa (TO) .....	»	461
3.2.2. Ampliamento dell'hotel Le Meridien a Torino Lingotto (TO).....	»	469
3.3. Le strutture in acciaio.....	»	469
3.3.1. Nuovo Centro Direzionale IBM a Segrate (MI) – Head Quarters sud Europa .....	»	470
3.3.2. Campus Ferrari. Ristorante – Maranello (MO) .....	»	470

## XII IL CANTIERE EDILE

3.3.3. Parco Commerciale Mondovicino. Edificio 3b – Mondovì (CN) .....	»	470
3.4. Le strutture in legno .....	»	478
3.4.1. La scuola elementare di Borgo Aragno a Mondovì (CN) .....	»	478
3.4.2. Lo stabilimento industriale Tecnogymn a Cesena .....	»	482
4. I disegni per la costruzione dell'involucro e delle partizioni <i>S. Coppo, G. Garzino</i>		
4.1. Definizione .....	»	489
4.2. Casa ad alloggi a Savigliano (CN) .....	»	489
4.3. Casa ad alloggi ad Alba (CN) .....	»	492
4.4. Il fabbricato mensa per lo stabilimento Ferrari a Maranello (MO) .....	»	492
4.5. Ampliamento scuola materna a Caslino al Piano – Cadorago (CO) .....	»	502
4.6. Nuovo albergo Fiera a Rho – Pero (MI) .....	»	502
5. I disegni degli impianti e delle reti <i>S. Coppo, G. Garzino</i>		
5.1. Gli aggiornamenti relativi a modifiche in corso di impianti e reti .....	»	503
5.2. Verifica/aggiornamento dei punti di consegna delle reti .....	»	504
5.3. Disegni as built .....	»	512
6. I disegni dei componenti <i>S. Coppo, G. Garzino</i>		
6.1. Generalità .....	»	513
6.2. Il nuovo D.E.A. Presidio Ospedaliero SS. Annunziata A.S.L. Cuneo 1 a Savigliano (CN) .....	»	513
6.3. Ristrutturazione e adeguamento funzionale dell'Ex Convento di Santa Monica a Savigliano (CN) .....	»	516
6.4. Elaborati di progetto, produzione e montaggio di componenti edilizi integrati .....	»	516
6.5. Elaborati di progetto, produzione e montaggio di sistemi edilizi prefabbricati .....	»	520
6.6. Elaborati di progetto, produzione e montaggio di componenti edilizi complessi .....	»	520

### PARTE QUARTA – La gestione dei costi

Premessa <i>F. Prizzon, M. Rebaudengo, G. Taccone</i> .....	»	527
1. I costi nei cantieri di opere pubbliche <i>F. Prizzon, G. Taccone</i>		
1.1. Generalità .....	»	529
1.2. La stima del costo di realizzazione di un'opera pubblica .....	»	530
1.2.1. Il costo di costruzione .....	»	530
1.2.2. Il costo di realizzazione .....	»	533
1.2.3. La definizione del quadro tecnico economico, pre e post gara .....	»	533
1.3. I metodi di contabilità operativa .....	»	535
1.3.1. I documenti della contabilità in cantiere .....	»	535
1.3.2. I ruoli e le figure .....	»	538
1.4. Le varianti in corso d'opera: tempi e costi .....	»	539
1.4.1. Le causali delle varianti .....	»	541
1.4.2. La stima dei costi delle opere in variante .....	»	543
1.4.3. La previsione dei tempi aggiuntivi .....	»	544
1.5. Il problema del contenzioso nelle varianti .....	»	546
2. Il controllo dei costi per l'impresa <i>F. Prizzon, M. Rebaudengo</i>		
2.1. Generalità .....	»	547
2.2. La struttura delle imprese in Italia .....	»	547

2.2.1. L'andamento del settore delle costruzioni .....	»	549
2.3. La classificazione dei costi .....	»	551
2.3.1. Le funzioni di costo di breve periodo .....	»	553
2.3.2. Le funzioni di costo di lungo periodo.....	»	556
2.3.3. I metodi per il calcolo dei costi e della redditività .....	»	557
2.4. La break-even analysis .....	»	558
2.4.1. Il punto di pareggio .....	»	558
2.4.2. Il margine di contribuzione.....	»	559
2.5. La teoria dei centri di costo .....	»	561
2.5.1. I centri di costo .....	»	561
2.5.2. La ripartizione dei costi indiretti.....	»	562
2.6. L'activity based costing .....	»	566
2.6.1. Il costo di prodotto basato sulle attività .....	»	566
2.6.2. L'evoluzione attraverso l'activity based management .....	»	567

#### PARTE QUINTA – Il sistema della sicurezza

Premessa <i>G. Moglia</i> .....	»	571
1. La legislazione <i>A. Bondi, C. Ceste, M. Lo Turco, G. Moglia, M. Vitali, M. Vozzola</i>		
1.1. L'evoluzione della normativa di settore .....	»	573
1.2. Le linee guida per la consultazione .....	»	575
1.3. L'aggiornamento della raccolta delle norme .....	»	577
2. Gli attori <i>A. Bondi, C. Ceste, M. Lo Turco, G. Moglia, M. Vitali, M. Vozzola</i>		
2.1. Introduzione .....	»	579
Scheda 2.1. Sistema della sicurezza: ruoli e competenze .....	»	580
Scheda 2.2. Imprese		
2.2.1. Sistema delle imprese .....	»	582
2.2.2. Lavoratore autonomo.....	»	584
2.2.3. Organizzazione della sicurezza nell'impresa .....	»	586
2.2.4. Struttura della valutazione dei rischi.....	»	588
2.2.5. Documento di valutazione dei rischi.....	»	590
Scheda 2.3. Committente e responsabile dei lavori		
2.3.1. Obblighi .....	»	592
2.3.2. Procedure di affidamento dei lavori .....	»	594
2.3.3. Verifica dell'idoneità tecnico professionale delle imprese.....	»	596
2.3.4. Misure generali di tutela .....	»	598
2.3.5. Notifica preliminare .....	»	600
Scheda 2.4. Coordinatori per la sicurezza		
2.4.1. Coordinatore per la sicurezza per la progettazione .....	»	602
2.4.2. Coordinatore per la sicurezza per l'esecuzione .....	»	604
2.4.3. Rapporti tra il CSE ed il committente/responsabile dei lavori .....	»	606
2.4.4. Requisiti dei coordinatori .....	»	608
Scheda 2.5. Sistema istituzionale della sicurezza .....	»	610
Scheda 2.6. Enti pubblici con compiti in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro .....	»	612
Scheda 2.7. Organi di vigilanza e organismi paritetici.....	»	614

## XIV IL CANTIERE EDILE

3. Il progetto e l'organizzazione della sicurezza nel cantiere	<i>A. Bondi, C. Ceste, M. Lo Turco, G. Moglia, M. Vitali, M. Vozzola</i>	
3.1. Introduzione .....	»	615
Scheda 3.1. Dal progetto all'utilizzazione dell'opera .....	»	616
Scheda 3.2. Articolazione e contenuti del Piano di Sicurezza e di Coordinamento .....	»	618
Scheda 3.3. Progetto della sicurezza nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento .....	»	620
Scheda 3.4. Piano Operativo di Sicurezza .....	»	622
4. Il mantenimento della sicurezza dopo la chiusura del cantiere	<i>A. Bondi, C. Ceste, M. Lo Turco, G. Moglia, M. Vitali, M. Vozzola</i>	
4.1. Introduzione .....	»	625
Scheda 4.1. Fascicolo dell'opera .....	»	626
5. La gestione degli adempimenti del cantiere	<i>A. Bondi, C. Ceste, M. Lo Turco, G. Moglia, M. Vitali, M. Vozzola</i>	
5.1. Introduzione .....	»	629
6. Glossario minimo della sicurezza e selezione di riferimenti normativi	<i>A. Bondi, C. Ceste, M. Lo Turco, G. Moglia, M. Vitali, M. Vozzola</i>	
6.1. Introduzione .....	»	637
Conclusioni finali	<i>P.G. Bardelli, S. Coppo</i> .....	» 647
Bibliografia .....	»	649

## Premessa *P.G. Bardelli, S. Coppo*

Pier Luigi Nervi nel 1945 scriveva: "*più di una volta ho dovuto constatare quanto sia fondamentale, ..., la soluzione di problemi puramente costruttivi... la padronanza del fatto esecutivo anche in sede di progetto... per evitare di definire sulla carta strutture non traducibili nella realtà*"<sup>1</sup>.

La validità di tale affermazione emerge quando si affronta il tema "cantiere" che in questa sede viene esaminato basandosi su due convinzioni.

Il cantiere di per sé può essere assimilato a un sistema complesso<sup>2</sup>. Vale a dire che chi è responsabile della impostazione e della organizzazione di un cantiere si trova ad affrontare una realtà che può essere non solo complicata ma veramente complessa. A ben vedere infatti si può constatare come la corretta interpretazione del progetto attraverso un valido momento realizzativo corrisponda, anche inconsapevolmente da parte di chi opera, alla procedura per affrontare e risolvere un sistema complesso, cioè:

1. individuazione delle fasi significative, delle azioni particolari da prevedere e loro organizzazione in successioni temporali e in momenti paralleli; definizione della propedeuticità di una fase rispetto all'altra, ecc.;
2. rigoroso approfondimento di ogni singola fase, capacità di descrivere nei dettagli ogni azione, particolarmente le più significative;
3. capacità di saper gestire l'intera operazione e quindi capacità di operare rigorose sintesi nonostante la molteplicità degli esiti di ogni singola azione.

Al fine di ottenere un buon risultato progettuale e costruttivo occorre che già durante le fasi di progetto ne venga ipotizzata la costruibilità, ovvero venga prevista la sua configurazione.

Semplificando, occorre saper valutare come potrà essere realizzato quanto si sta ideando e come possono incidere i modi costruttivi sulle scelte progettuali.

Dallo svolgimento dei capitoli del presente testo si vedrà che il cantiere di qualità deve essere pensato come organizzazione degli ingombri e delle attrezzature, come distribuzione delle risorse di manodopera, come dimensionamento degli

<sup>1</sup> Nervi P.L., *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Bussola, Roma, 1945, p. 17.

<sup>2</sup> Sistema complesso come "una connessione di elementi in un tutto organico, elementi che possono essere tra loro indipendenti oppure interrelati e complementari, all'interno di una determinata realtà o all'interno di una determinata attività. Sistema complesso che può anche essere inteso come un'entità che, ad ogni benché minima sollecitazione, risponde con una precisa reazione secondo leggi proprie non facilmente riconoscibili. Leggi che devono essere conosciute a fondo da chi intende controllare e gestire la complessità" in Bardelli P.G., Mangosio M., *Più competenze per un progetto unitario: l'intervento di restauro come luogo di apporti sovradisciplinari*, in Bardelli P.G. (a cura di), *La Dimora della Reale Mutua in Torino*, op. cit., p. 197. Si veda anche Bardelli P.G., *Una interpretazione del concetto di progettazione integrale per l'edilizia*, in Cavaglià G. (a cura di), *Lecture tecnologiche*, Scriptorium, Torino, 1994, p. 54.

## XVI IL CANTIERE EDILE

spazi, come approvvigionamento dall'esterno e come movimentazione interna, il tutto nel rispetto della sicurezza e della salute degli operatori.

Si tiene a precisare che il cantiere è però considerato come il "luogo del fare", come luogo in cui si realizza la corretta interpretazione del progetto, come luogo di sperimentazione e come luogo da cui possono derivare utili suggerimenti al progetto stesso, anche se già pensato approfondito in maniera ottimale.

La seconda convinzione è quella che consente di concepire il cantiere come officina dell'artigiano, dove si esaltano le qualità del singolo operatore all'interno, ovviamente, di una organizzazione rigorosa. Anche il cantiere di grande impianto deve in questo senso saper valorizzare le competenze del singolo in modo da sollecitare la partecipazione dei vari operatori, che possono rendersi conto delle finalità delle proprie attività, per avvicinarsi, per quanto possibile, a una corralità di azione a ogni livello, orientata al miglior risultato possibile.

Si è peraltro consapevoli delle difficoltà che si possono frapporre, tanto da far apparire questo atteggiamento quasi utopico.

È oramai accertato che le conoscenze indispensabili per saper organizzare il cantiere siano molto articolate; tra queste si ritiene fondamentale la padronanza delle tecniche e dei modi costruttivi, sia quelli tradizionali che quelli, e soprattutto quelli, innovativi.

Anche tra i prodotti previsti nei progetti e utilizzati in cantiere si constata la forte presenza, se non la predominanza, di materiali, prodotti e manufatti innovativi, i quali obbligano a una formazione continuamente aggiornata da parte di chi è preposto alla interpretazione costruttiva del progetto, alla gestione e alla organizzazione del cantiere.

Il testo affronta le diverse problematiche relative alla conduzione del cantiere trattando con ottiche specifiche gli argomenti legati alla edificazione ex novo, al recupero dell'edilizia esistente, alle valenze emergenti tra gli elaborati di progetto esecutivo e costruttivo, agli aspetti economici, normativi, legislativi. La trattazione metodologica dei singoli temi è supportata da un insieme di casi studio legati a esperienze professionali dirette, vissute non solo come luogo di costruzione dell'oggetto progettato ma anche come luogo di sperimentazione di metodi di indagine e di tecniche realizzative atti ad arricchire il bagaglio culturale/professionale di quanti – geometri, architetti, ingegneri – operano responsabilmente nel settore.

È nostra convinzione, inoltre, che una particolare attenzione al cantiere, intesa come corretta realizzazione del dettaglio, corretta posa in opera dei manufatti, oculata scelta dei materiali, debba mirare certamente al buon risultato immediato, senza però dimenticare che il vero buon risultato si riconosce anche nella possibilità di curare, di mantenere nel tempo e di poter gestire in modo tecnicamente ed economicamente studiato l'edificio appena costruito o il bene appena recuperato.

## Parametri di classificazione e tipologie *P.G. Bardelli, D. Coppo*

### Localizzazione del cantiere

Pare ovvio che non si possa parlare di un unico tipo di cantiere e neppure di una unica tipologia di cantiere. Ogni cantiere infatti, essendo finalizzato a uno specifico intervento, distinto da ogni altro, può essere inteso come tipo a se stante.

Si ritiene che sia intuibile anche a persona non specializzata l'esistenza di una differenza anche significativa nell'impianto di cantiere immediatamente riconducibile a situazioni esterne al progetto.

Ciò non di meno, si pensa possa essere utile anticipare qualche cenno al fatto che, al di là delle specificità cui si è detto, sussistono particolari che possono influenzare la caratterizzazione del cantiere. Non essendo possibile fare una elencazione esaustiva, quanto si dirà deve essere inteso come un primo cenno di riferimento a ciò che si risconterà nei differenti capitoli del testo.

L'impianto e l'organizzazione di un cantiere possono essere certamente influenzati da molti fattori esterni e tra questi si potrebbero citare la localizzazione sul territorio (in pianura, in montagna, in vicinanza di un corso d'acqua, all'interno di una preesistenza urbana, storica o recente, ecc.), la consapevolezza di singolari condizioni climatiche ricorrenti, oppure la situazione di traffico, ecc.

Non si pretende di fare una elencazione completa e esaustiva e d'altronde questa non sarebbe neppure proponibile.

Le grandi differenze da tenere in considerazione sono quelle tra cantieri per edifici di nuovo impianto e cantieri finalizzati all'intervento sull'esistente storico, su quello archeologico o su quello moderno.

Questo non vuol comunque dire trascurare le condizioni non comuni, quelle eccezionali, fino a giungere a quelle estreme.

Si pensi ad esempio a come possa essere un cantiere di manutenzione su edifici di grande altezza storici o recenti, dal campanile alla torre civica, da un edificio come la Torre Littoria in Torino per un'altezza che raggiunge quasi i 100 m alla Torre Velasca o al Grattacielo Pirelli di Milano, al palazzo sede RAI a Torino con un'altezza che supera i 70 m, in struttura metallica e totalmente in curtain wall.

Bisogna ricordare inoltre le particolari complicazioni che possono insorgere in un cantiere realizzato in terreno di bonifica o addirittura in laguna. Non nascono soltanto problemi di accessibilità e quindi di approvvigionamento, ma anche problemi di organizzazione per il controllo delle acque di falda, per lo smaltimento della risulta degli scavi, per il trasporto della macerie prodotte da eventuali demolizioni, ecc. e altrettanto gravi peculiarità sorgono in un cantiere in alta quota.

Tali esempi vogliono solo essere suggerimenti o spunti per indurre a pensare a quanti e diversi possano essere i modi di impiantare il cantiere.

Pensare a questi modi vuol anche dire tenere vivo un proprio impegno ad essere documentati, ad arricchire le

## XVIII IL CANTIERE EDILE

proprie informazioni in argomento, con un taglio critico che riesca a portare a un'elasticità mentale e a una duttilità di adattamento alle più diverse condizioni, in modo che ognuno metta a disposizione la propria capacità inventiva, e addirittura la propria fantasia in campo tecnico, anche per quegli interventi che almeno apparentemente possono apparire più semplici.

### Tipologie di intervento: nuova edificazione, recupero, restauro, demolizione

Sono di seguito elencate le caratteristiche legate alle principali categorie di intervento: demolizione, nuova costruzione, recupero di edificio esistente. A queste principali tipologie possono essere ricondotte tipologie di cantieri caratterizzate ciascuna da una propria peculiarità che deve diventare oggetto di un progetto specifico.

#### *Cantiere per opere di demolizione*

Per quanto concerne il cantiere per opere di demolizione, possono essere individuate principalmente le seguenti categorie di intervento:

- sistema di smantellamento per parti dell'edificio e/o componenti edilizi con smontaggio parziale/totale degli elementi con accatastamento in cantiere per eventuale riutilizzo e trasporto alla discarica delle macerie inutilizzabili. Le operazioni di smontaggio e demolizione avvengono con semplici strumentazioni manuali e/o meccaniche, l'accatastamento dei singoli componenti inutilizzabili è previsto all'interno della zona di cantiere e/o con trasporto in appositi locali a disponibilità dell'impresa esecutrice;
- sistema di smantellamento d'insieme di intero fabbricato con impiego di mezzi meccanici ed esplosivi, senza recupero di componenti. Le operazioni avvengono con l'utilizzo di apposite attrezzature e comportano l'individuazione e la delimitazione della zona di cantiere con particolare attenzione nei confronti dei lotti limitrofi.

In funzione dei tipi di smantellamento adottati dovranno essere prese in considerazione le seguenti operazioni/attenzioni:

- delimitazione e recinzione dell'area di intervento con attenzione alle condizioni di sicurezza anche in rapporto alle condizioni di viabilità e fruizione degli spazi pubblici relazionati al lotto di intervento;
- organizzazione dei tempi di lavorazione con individuazione dei macchinari da utilizzare, trasporto totale o parziale delle macerie, immagazzinamento degli eventuali componenti edilizi da riutilizzare.

In relazione ai punti precedenti, nell'area di cantiere dovranno essere individuate/progettate:

- area di posizionamento dei mezzi meccanici utilizzati;
- area di stoccaggio anche temporaneo dei componenti da riutilizzare;
- area di stoccaggio anche temporaneo delle macerie;
- area di caricamento, sosta, manovra per i mezzi di trasporto.

In funzione del tipo di demolizione previsto, per parti o d'insieme, occorre procedere preventivamente alla identificazione di tutte le reti di servizio impiantistico correlate al manufatto edilizio oggetto di intervento (elettrica, idrico-sanitaria, fognaria, telefonica, di cablaggio, ecc.), per procedere all'isolamento delle parti interessate all'intervento e alla conseguente disattivazione senza ripercussioni sul funzionamento generale del sistema a livello urbano/territoriale.

Particolare attenzione dovrà inoltre essere posta alla progettazione di tutte le operazioni necessarie a garanzia della sicurezza, interna ed esterna, del cantiere e al rispetto dei parametri di impatto ambientale in relazione a produzione di fumi, polveri, rumori, inquinamento atmosferico.

### *Cantiere di nuova edificazione*

Riguardo ai cantieri di nuova edificazione possono essere individuate di massima le seguenti situazioni:

- cantiere in zona urbanizzata all'interno della città consolidata, con presenza di tutte le opere e i servizi di urbanizzazione primaria (viabilità e reti tecnologiche, ecc.);
- cantiere in zona priva di opere di urbanizzazione primaria.

Nel primo caso l'operazione di indagine prioritaria sarà quella relativa all'allacciamento alla rete di servizi per tutte le funzioni inerenti alla attivazione del cantiere (rete idraulica, elettrica, fognaria, ecc.); nel secondo caso la realizzazione delle reti di servizio sarà la prima operazione di progettazione e realizzazione indispensabile alla installazione stessa del cantiere. Tale operazione dovrà essere sempre preceduta da un rilievo accurato o dal controllo di elaborati preesistenti, della consistenza planimetrica e altimetrica del sito e dalla verifica della stratigrafia relativa alla consistenza morfologica del terreno.

Conseguentemente alla predisposizione delle reti di servizio funzionali alla gestione del cantiere, gli spazi interessati dovranno essere organizzati in relazione alle seguenti operazioni:

- delimitazione e recinzione del lotto con eventuale individuazione di spazi pubblici interessati anche temporaneamente alle operazioni di costruzione, con relativa richiesta di permesso di occupazione;
- progettazione e installazione dei sistemi di allarme e sicurezza;
- progettazione dei sistemi di protezione di inquinamento acustico e atmosferico e, in generale, dell'insieme di operazioni atte a garantire condizioni di compatibilità in ambito di impatto ambientale;
- progettazione dell'area di movimentazione per i macchinari di cantiere e per i mezzi di carico e scarico merci e detriti;
- identificazione della zona di scavo;
- identificazione della zona di posizionamento delle gru con progettazione della piattaforma di base relativa;
- individuazione della zona di stoccaggio merci in arrivo e di immagazzinamento temporaneo;
- individuazione della zona relativa alle lavorazioni ad umido;
- individuazione della zona per lavorazioni in opera di componenti edilizi parzialmente o totalmente preassemblati;
- progettazione e collocazione delle strutture edilizie temporanee per la gestione del cantiere (ufficio del direttore dei lavori, ufficio per il direttore/responsabile di cantiere, spogliatoi e servizi per le maestranze, ecc.).

### *Cantiere per il recupero di manufatto edilizio esistente*

Solitamente, il tipo di intervento per cui è prevista la cantierizzazione risulta relazionato a edifici presenti all'interno della città consolidata, in cui sono pertanto presenti tutte le reti di servizio necessarie all'installazione del cantiere stesso.

Possono essere individuati i seguenti casi di intervento:

- intervento relativo all'intero stabile;
- intervento relativo a parti di edificio.

Per quanto riguarda il primo caso, questo prende in considerazione anche l'intervento relativo a uno specifico corpo di fabbrica di un complesso edilizio caratterizzato da condizioni di autonomia rispetto sia alle strutture murarie e/o statiche sia alle reti di servizio, con possibilità di organizzazione dell'impianto di cantiere all'interno del lotto di pertinenza.

In questo primo caso l'organizzazione degli spazi di cantiere segue, di massima, le stesse procedure individuate nella casistica delle nuove realizzazioni con gli accorgimenti e le possibilità seguenti:

- definizioni dei percorsi di movimentazione interna collegati alla situazione di viabilità esterna, con eventuale temporaneo utilizzo o delimitazione di questi ultimi a servizio del cantiere;

## XX IL CANTIERE EDILE

- localizzazione delle zone di uffici e servizi per direttore dei lavori, direttore del cantiere e maestranze in vani interni all'edificio da ristrutturare, che possono anche essere temporaneamente attrezzati allo scopo;
- installazione dei ponteggi esterni e interni previa richiesta di occupazione del suolo pubblico;
- progettazione di elementi di protezione particolari sui fronti esterni su spazi pubblici, con particolare attenzione ai problemi di contenimento dell'impatto ambientale;
- progettazione delle eventuali opere relative al mantenimento in funzione della rete di servizi pubblici interessati all'intervento.

Nel caso di intervento relativo a parti di edificio risultano prioritarie le seguenti operazioni:

- compartimentazione e isolamento della zona di intervento rispetto alla rete impiantistica interna;
- progettazione di un sistema di isolamento acustico rispetto al contesto limitrofo;
- collocazione di area di cantiere all'interno delle parti libere comuni, relazionato alla viabilità esterna del contesto urbano;
- individuazione di zone di accumulo temporaneo delle macerie all'interno della zona di intervento con necessità di sgombero giornaliero delle stesse;

Nel caso siano previste opere di restauro di parti e componenti edilizi interessanti l'apparato decorativo, occorre prevedere accorgimenti specifici legati alla peculiarità delle operazioni e alle esigenze di operatori altamente specializzati.

## Sistemi di lavorazione prevalenti

Un ulteriore sistema di classificazione tipologica del cantiere edile può essere relazionata ai sistemi di lavorazioni prevalenti che volta per volta indirizzano condizioni e altri insiemi di lavorazioni.

### *Cantiere tradizionale*

Il cantiere cosiddetto *tradizionale* in cui prevalgono le lavorazioni ad umido realizzate in loco per la confezione di impasti di leganti per malte, calcestruzzi, intonaci, oltre a quelle relative alla formazione delle cassetture, per la lavorazione dei ferri, ecc., necessita ovviamente della predisposizione di spazi idonei per le singole lavorazioni, indipendenti ma correlati tra di loro, e di spazi di deposito/immagazzinamento di materiali, ciascuno predisposto ad accogliere i macchinari di lavorazione specifici.

È altrettanto ovvio che, anche nella predisposizione di un cantiere complesso, gli spazi destinati alle lavorazioni di cui sopra dovrebbero essere fissi per l'intero periodo di vita del cantiere e indipendenti dalle singole fasi di costruzione.

Le lavorazioni ad umido sono in questo caso assolutamente caratterizzanti tutta la fase di realizzazione della struttura statica e muraria della costruzione, dalle fondazioni alla copertura, e costituiscono principalmente l'impegno lavorativo dell'imprenditore edile.

Le stesse risultano di supporto (assistenza muraria) per tutte le lavorazioni relative alla realizzazione delle reti (impiantistiche, idrico-sanitarie, fognarie, termiche e di climatizzazione, elettriche, telefoniche) che via via si succederanno con la conduzione responsabile di maestranze specializzate. Tali lavorazioni saranno inoltre caratterizzanti gran parte delle opere di finitura dei diversi sub-sistemi che necessitano dell'assistenza in fase di montaggio dell'operatore edile (impermeabilizzazioni, pavimentazioni, rivestimenti, tamponature interne ed esterne, serramenti esterni e interni, recinzioni, ringhiere, controsoffitti, ecc.).

Per tutte queste operazioni dovranno essere predisposti, nel progetto di cantiere, spazi opportuni per l'immagazzinamento di singoli componenti localizzabili anche all'interno dell'edificio in costruzione.

Dunque, anche nell'impostazione di un cantiere tradizionale, dovrebbe essere oggi più coerente parlare di cantiere *diffuso* in quanto gran parte delle lavorazioni successive alla realizzazione del sistema strutturale murario possono risultare condotte prevalentemente in ambienti di lavorazioni artigianali o di piccole imprese di servizio, che si configurano come sub-cantieri specifici per la realizzazione e il preassemblaggio di singoli componenti che troveranno successivamente solo in fase di montaggio la loro collocazione finale all'interno dell'opera compiuta. Tutto ciò comporta, sostanzialmente, la massima attenzione alla cura dell'esecuzione delle singole fasi di realizzazione, in quanto anche il progetto più dettagliato in fase di costruzione può comportare una serie di adeguamenti/variazioni, soprattutto dimensionali, legati alle diverse tolleranze previste/prevedibili, relazionate alle specifiche modalità esecutive.

Questo aspetto è sostanziale nella caratterizzazione delle lavorazioni previste nel corso dei lavori: ogni lavorazione risulta sempre relazionata alle lavorazioni precedenti e pertanto occorre organizzare già in fase di progettazione esecutiva quell'insieme di accorgimenti, soprattutto legati alle tolleranze dimensionali, che garantiscano la congruenza delle singole lavorazioni senza il ricorso ad "aggiustamenti" sul sistema di componenti edilizi presenti, in particolare sul sistema strutturale portante costituito di norma, per le nuove costruzioni, da un sistema a telaio in calcestruzzo armato.

#### *Cantiere industrializzato*

Il cantiere cosiddetto *industrializzato* prevede, con diversi livelli percentuali, la presenza anche nella realizzazione delle strutture portanti di componenti prefabbricati, in calcestruzzo armato (pilastri, travi, tavolati, pannelli) o in carpenteria metallica. Il cantiere si configura quindi prevalentemente come un cantiere di assemblaggio, che può ancora prevedere interventi ad umido (limitati a getti di finitura per solai o di consolidamento dei nodi dei componenti) o con le diverse tecnologie previste (bullonature, chiodature, saldature, ecc.) per i componenti in struttura metallica. Comunque, la struttura relativa al sistema di fondazioni sarà sempre prevalentemente realizzata con getti di calcestruzzo armato di tipo tradizionale con conseguente ripercussione, a livello di assemblaggio con le strutture prefabbricate, nel sistema di quotatura degli elaborati grafici relativi, non sempre condotti con il rigore previsto dalla normativa del disegno tecnico in uso.

In un cantiere in cui sono presenti diversi componenti derivanti da sistemi di prefabbricazione, oltre alla definizione degli spazi destinati all'immagazzinamento o al premontaggio di singoli componenti, occorre prevedere un sistema di controllo mirato alla verifica di congruenza tra le tolleranze dimensionali previste in sede di montaggio dei singoli componenti, e le reciproche valenze con la quota parte di lavorazioni previste in modo tradizionale.

Il cantiere a forte industrializzazione non dovrebbe prevedere lavorazioni di tipo correttivo sul corpo fisico dei componenti, in sede di montaggio. Proprio per tale peculiarità, il problema della conduzione del cantiere diventa parte integrante della progettazione esecutiva della costruzione e può essere affrontato, successivamente, in ambito di realizzazione.

Tale preoccupazione, che in questo caso emerge in termini sostanziali, è da sempre stata una delle componenti determinanti di un buon progetto, in più di duemila anni di edilizia.

PARTE PRIMA  
Il cantiere per la nuova edificazione

## Premessa *L. Morra*

L'organica fase di guida e controllo delle realizzazioni edilizie comprende complicate interrelazioni ed affronta numerosi fenomeni. Tale attività, di competenza dell'ergotecnico edile quale tecnico deputato a superare le difficoltà connesse ai diversi contesti ove si collocano le costruzioni e a migliorare la produttività (analizzando *lay-out* impiantistici, tempi, metodi, condizioni di sicurezza, qualità, costi, ecc.), si sviluppa con migliori possibilità di riuscita nella nuova edificazione. Per l'opera a nuovo non si presenta infatti la turbativa della limitata conoscenza dell'oggetto preesistente sul quale intervenire. Questo infatti, pur a seguito di validi rilevamenti e indagini preliminari, manifesta ugualmente un'elevata probabilità di sorprese a disturbo all'attività manutentiva, ristrutturativa o restaurativa.

Nella presente parte viene posta attenzione alla vicenda costruttiva, sia prefigurata nel progetto e nel programma operativo sia tratteggiata nelle diverse tecniche concretamente applicate dai lavoratori in campo, con l'impiego delle corrispondenti molteplici attrezzature.

La sezione "immateriale" incentrata sugli aspetti di gestione preliminare e generale del lavoro si intreccia così naturalmente con la sezione "tangibile" costituita dal sito e dalle tecnologie produttive estemporaneamente mobilitate.

In riferimento alla concretezza, uno spiraglio viene aperto anche sulle soluzioni edilizie permanenti, perché citare il "cosa" del progettista estensore dei disegni esecutivi appare completamente logico di una trattazione rivolta al "come" del tecnico cantierista.

In coerenza con le problematiche più attuali, quanto qui di seguito presentato non trascura di toccare la salvaguardia dell'ambiente, la promozione della qualità nei processi propri dell'impresa edile, la centralità della risorsa costituita dalla mano d'opera, alcune parziali finestre sull'innovazione, nonché di fornire un panorama sui sussidi che l'*Information Communication Technology* mette a disposizione delle fasi decisionali e operative del processo edilizio.

# 1 LA PRODUZIONE EDILIZIA E IL SISTEMA-PROCESSO

## 1.1. Il processo edilizio *L. Morra*

Il sistema-processo dell'edilizia prevede i distinti sottoprocessi decisionale, esecutivo, gestionale, del controllo (trasversale). Il cantiere edile per la costruzione a nuovo attiene certamente al secondo. I cantieri per la demolizione/decostruzione nonché per la ristrutturazione o manutenzione straordinaria attengono al terzo.

L'articolazione delle principali fasi processuali di un intervento edilizio sono riportate in tabella 1.1.

**Tabella 1.1. Il processo edilizio. Articolazione per sottoprocessi e fasi**

Processo edilizio			Sottoprocesso esecutivo	Sottoprocesso gestionale
Sottoprocesso decisionale				
<i>Metaprogettazione intervento</i>	<i>Progettazione intervento</i>	<i>Programmazione intervento</i>	<i>Produzione</i>	<i>Usa corrente spazi e attrezzature</i>
<i>Unità ambientali</i>	<i>funzionale-spaziale</i>		<i>Prefabbricazione</i>	<i>Esercizio impianti</i>
<i>Elementi spaziali</i>			<i>Costruzione</i>	<i>Manutenzione ordinaria</i>
<i>Unità tecnologiche</i>	<i>tecnologica</i>			<i>Manutenzione straordinaria</i>
<i>Elementi tecnici</i>				<i>Ristrutturazione</i>
	<i>operativa</i>	<i>operativa</i>		<i>Demolizione - Decostruzione</i>
	<i>gestionale</i>	<i>gestionale</i>		<i>Recupero e riciclo di parti</i>
	<i>economica</i>	<i>economica</i>		
<i>//</i>	<i>//</i>	<i>//</i>	<i>//</i>	<i>//</i>
Sottoprocesso del Controllo <i>//</i>				

Naturalmente le attività che vi si svolgono sono state progettate e programmate entro il primo dei sottoprocessi e sono assoggettate al controllo (seguendo le norme tecniche e le regolamentazioni in quanto applicabili).

Per l'edificazione a nuovo il sottoprocesso decisionale si intende condizionato dal contesto, considerato nella sua accezione più ampia, come ben sanno gli architetti e gli ingegneri che si trovano ad operare lontano dalle localizzazioni più familiari. Le condizioni ambientali esterne sono importanti per l'impostazione del progetto, ma altrettanto rilevanti esse appaiono nel sottoprocesso esecutivo (condizioni intese in particolare come mercato locale del settore, costituente il mondo della fornitura edile pronta o da commessa industriale/artigianale). Infatti la produzione conclusiva del bene edilizio in cantiere (voce "costruzione" nello schema, intesa montaggio o formazione di elementi nella giacitura definitiva) è preceduta dalla realizzazione fuori opera o a piè d'opera di elementi complessi (voce "prefabbricazione" nello schema) per alimentare il cantiere, nonché a monte ancora dalla disponibilità di materie prime o materiali (voce "produzione", che la teoria riserva a quanto interverrà nella costruzione senza preventiva evidente finalizzazione, come i pezzi semplici d'impiego diversificato o i semilavorati di base).

Inoltre la realizzazione risente del clima, della geomorfologia, dello spazio libero e ogni altra peculiarità dei siti fisici, delle accessibilità e comunicazioni, delle regolamentazioni, del personale d'appoggio, della disponibilità di energia (compresi i carburanti), di acqua e di noleggi. Il contesto vincola pertanto l'allestimento del cantiere e la sua logistica, accompagnandone l'intera vicenda. Anche per i cantieri della demolizione/decostruzione sorgono alcuni vincoli, seppure meno determinanti (mentre il cantiere del recupero/ristrutturazione/restauro è più vicino al caso della nuova edificazione).

Numerosi sono gli operatori nel Sistema-processo e in parte non marginale interagiscono con la fase di vita del cantiere, come di seguito indicato.

Committente – Amministrazione appaltante
Responsabile unico di procedimento
Commissione aggiudicatrice
Progettista – Società di progettazione
Affidatario – Appaltatore
Concessionario
Subappaltatore
Produttore di componenti e di materiali – Installatore di componenti
Datore di lavoro
Lavoratore
Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione e in fase di esecuzione
Responsabile per la sicurezza – Preposto
Direttore dei lavori
Collaudatore – Commissione di collaudo
Arbitro
Assicuratore – Perito
Imprenditore di manutenzione
Direttore di cantiere
Ispettore di cantiere
Assistente di cantiere
Istituto di controllo – Ente di certificazione
Organismo accreditato di validazione
Organi di vigilanza governativa
Enti locali territoriali
Autorità di vigilanza LL.PP.
Osservatorio dei Lavori pubblici
Utente finale

Rimanendo centrale la schematizzazione della costruzione come un processo ricco di relazioni tra gli attori, vale la pena di segnalare come il "fattore immateriale" costituito dalle informazioni che circolano e dalle retroazioni che si determinano è costantemente critico in una produzione ben concreta come l'attività del cantiere: una statistica del Regno Unito (Newton, 1998) indica infatti che il contenzioso con pretesa di rifacimento di lavori è da ricondurre a cattiva informa-

zione/comunicazione per il 65% dei casi. Rimangono ovviamente ulteriori fattori sfavorevoli, che l'analisi quantifica al 17% per specifici errori umani in lavorazione, al 8% per tempo meteorologico avverso, al 5% per materiale fallito in origine, al 5% per mano d'opera globalmente inadatta.

## 1.2. Il sistema edilizio *C. Caldera*

La conoscenza del progetto dell'intervento, la raccolta dei dati e la loro elaborazione per l'organizzazione del processo esecutivo, la gestione degli stessi per le operazioni di collaudo e per le manutenzioni future devono essere guidate da una struttura delle informazioni che trova la sua forma nella classificazione del sistema tecnologico. La classificazione vede qui riportata almeno una sua prima articolazione in raggruppamenti omogenei di subsistemi tecnologici. A tale classificazione fa riferimento l'intero quadro normativo prestazionale e la progettazione operativa illustrata anche nel capitolo 2. Sulla base della stessa classificazione sono elaborate le proposte di soluzioni costruttive portate come esempi nel capitolo 5.

La tabella 1.2 illustra la classificazione del sistema tecnologico suddivisa per raggruppamenti omogenei di subsistemi; le classi principali sono:

- struttura portante;
- involucro;
- partizioni interne;
- partizioni esterne;
- impianti;
- arredo.

### > STRUTTURA PORTANTE

La grande classe "Struttura portante" è collegabile alla formazione di suolo artificiale quando i piani di calpestio nell'edificio sono più d'uno, con la raccolta e il convogliamento delle corrispondenti forze fino a scaricarle a terra; ovvero collegabile alla specializzazione di resistenza meccanica ai carichi che viene riconosciuta entro gli involucri e le partizioni.

Il raggruppamento "Fondazioni" raccoglie i subsistemi aventi funzione di scaricare a terra le forze.

Il raggruppamento "Struttura elevantesi sulle fondazioni" raccoglie i subsistemi aventi funzione di contrastare le azioni meccaniche sollecitanti e trasmettere le forze.

### > INVOLUCRO

Le grandi classi di involucro sono collegabili alla formazione di uno spazio artificiale, protetto dal contesto naturale.

Il raggruppamento "Pareti contro terra" raccoglie i subsistemi aventi funzione di separare lo spazio artificiale utile dalle sollecitazioni del contesto naturale sotterraneo circostante.

Il raggruppamento "Coperture sotto terra" raccoglie i subsistemi aventi funzione di separare lo spazio artificiale utile dalle sollecitazioni del contesto naturale sotterraneo sovrastante.

Il raggruppamento "Impalcati inferiori verso terra" raccoglie i subsistemi aventi funzione di fornire una superficie orizzontale regolare e separare lo spazio artificiale utile dalle sollecitazioni del contesto naturale sottostante.

Il raggruppamento "Finiture superficiali" raccoglie i subsistemi aventi autonomia ai fini manutentivi e di obsolescenza differenziata, con la funzione di regolarizzare le strutture e di formare la superficie percettibile.

Il raggruppamento "Pareti perimetrali" raccoglie i subsistemi aventi funzione di separare lo spazio artificiale utile dalle sollecitazioni del contesto naturale atmosferico circostante.

Il raggruppamento "Impalcati inferiori verso spazio aperto" raccoglie i subsistemi aventi funzione di fornire una superficie orizzontale regolare e separare lo spazio artificiale utile dalle sollecitazioni del contesto naturale atmosferico sottostante.

Il raggruppamento "Infissi esterni" raccoglie i subsistemi aventi funzione di consentire un regolato passaggio tra lo spazio artificiale utile e il contesto naturale atmosferico.

Il raggruppamento "Coperture" raccoglie i subsistemi aventi funzione di separare lo spazio artificiale utile dalle sollecitazioni del contesto naturale atmosferico sovrastante e ulteriore eventuale funzione di protezione nei confronti della parete perimetrale dell'edificio.

#### > PARTIZIONI INTERNE

La grande classe "Partizioni interne" conforma i diversi spazi utili ricavandoli dal generale spazio che gli involucri hanno delimitato e consente inoltre i collegamenti reciproci, interni, tra detti spazi utili.

Il raggruppamento "Pareti di partizione interna" raccoglie i subsistemi aventi funzione di conformare in pianta i diversi spazi utili, differenziandone le condizioni fisico-tecniche.

Il raggruppamento "Impalcati di partizione interna" raccoglie i subsistemi aventi funzione di fornire una superficie orizzontale regolare e conformare in sezione i diversi spazi utili, differenziandone le condizioni fisico-tecniche.

Il raggruppamento "Serramenti interni" raccoglie i subsistemi aventi funzione di consentire un regolato passaggio tra i diversi spazi interni.

Il raggruppamento "Barriere interne di protezione e separazione" raccoglie i subsistemi aventi funzione di conformare in pianta i diversi spazi utili, senza differenziarne le condizioni fisico-tecniche.

Il raggruppamento "Strutture di collegamento interne" raccoglie i subsistemi aventi funzione di ottenere i collegamenti interni di circolazione delle persone.

#### > PARTIZIONI ESTERNE

La grande classe "Partizioni esterne" forma appendici esterne ai piani di calpestio interni e definisce gli ulteriori spazi utili caratterizzati dal non essere completamente protetti dalle condizioni naturali esterne; consente infine i collegamenti, esterni, tra tutti i tipi di spazio utile.

Il raggruppamento "Impalcati di partizione esterna" raccoglie i subsistemi aventi funzione di formare superfici orizzontali regolari come appendici esterne di piani di calpestio interni posti a livelli sopra il suolo.

Il raggruppamento "Elementi di protezione superiore" raccoglie i subsistemi aventi funzione di proteggere spazi esterni circoscritti da alcune sollecitazioni del contesto naturale atmosferico sovrastante.

Il raggruppamento "Barriere esterne di protezione e separazione" raccoglie i subsistemi aventi funzione di conformare in pianta spazi esterni circoscritti.

Il raggruppamento "Serramenti all'aperto" raccoglie i subsistemi aventi funzione di consentire un regolato passaggio di persone tra diversi spazi esterni.

Il raggruppamento "Strutture di collegamento esterne" raccoglie i subsistemi aventi funzione di ottenere collegamenti esterni di circolazione delle persone.

#### > IMPIANTI

La grande classe "Impianti" consente l'utilizzazione di flussi energetici, informativi e di materiali richiesti dagli utenti, assicura l'allontanamento di eventuali prodotti di scarto e tutela gli utenti e il sistema edilizio a fronte di situazioni di pericolo. I raggruppamenti individuano i principali impianti tecnologici in edificio: l'elenco non è tuttavia esaustivo.

#### > ARREDO

Le grandi classi di arredo facilitano l'esercizio di attività degli utenti negli spazi artificiali interni e in quelli esterni connessi o completano con elementi singolari l'immagine architettonica dell'edificio.

Tabella 1.2. Classificazione del sistema tecnologico e raggruppamenti omogenei di subsistemi

Classi		Subsistemi
1. Struttura portante		1.1. Fondazioni
		1.2. Strutture elevantisì sulle fondazioni
2. Involucro	verso il suolo	2.1. Pareti contro terra
		2.2. Coperture sotto terra
		2.3. Impalcati inferiori verso terra
		2.4. Finiture superficiali, anche a favore dell'immagine architettonica interna
	sopra il suolo	2.5. Pareti perimetrali
		2.6. Impalcati inferiori verso lo spazio aperto
		2.7. Infissi esterni
		2.8. Coperture
		2.9. Finiture superficiali, anche a favore dell'immagine architettonica interna ed esterna
3. Partizioni interne		3.1. Pareti di partizione interna
		3.2. Impalcati di partizione interna
		3.3. Serramenti interni
		3.4. Barriere interne di protezione e separazione
		3.5. Strutture di collegamento interne
		3.6. Finiture superficiali, anche a favore dell'immagine architettonica interna
4. Partizioni esterne		4.1. Impalcati di partizione esterna
		4.2. Elementi di protezione superiore
		4.3. Barriere esterne di protezione e separazione
		4.4. Serramenti all'aperto
		4.5. Strutture di collegamento esterne
		4.6. Finiture superficiali, anche a favore dell'immagine architettonica esterna
5. Impianti		5.1. Impianto per la sicurezza antincendio
		5.2. Impianto per la sicurezza anti scariche elettriche atmosferiche
		5.3. Impianto per la sicurezza antifurto-antintrusione
		5.4. Impianto per la sicurezza antidispersione gas combustibile
		5.5. Impianto di ventilazione
		5.6. Impianto di riscaldamento
		5.7. Impianto di raffrescamento
		5.8. Impianto di condizionamento
		5.9. Impianto di approvvigionamento idrico
		5.10. Impianto di scarico idrico
		5.11. Impianto di smaltimento fumi ed aria
		5.12. Impianto di approvvigionamento gas di cucina
		5.13. Impianto di energia elettrica
		5.14. Impianto di aspirazione polvere
		5.15. Impianto di smaltimento rifiuti solidi
		5.16. Impianto di posta pneumatica
		5.17. Impianto di trasporto verticale di persone e merci
		5.18. Impianto di traslazione meccanizzata
		5.19. Impianto di pulizia facciate
		5.20. Impianto di telecomunicazioni
		5.21. Impianto di diffusione messaggi
		5.22. Impianto di segnali telematici
		5.23. Impianto di gestione centralizzata degli impianti tecnici
6. Arredo	interno	6.1. Arredi interni inamovibili
	esterno	6.2. Arredi esterni inamovibili

# 2 IL PROGETTO DEL CANTIERE

## 2.1. La progettazione operativa *C. Caldera*

Nel sistema-processo, sottoprocesso decisionale, si definisce *progettazione operativa* l'azione di scelta del come svolgere l'attività costruttiva. Premesso naturalmente che un buon oggetto architettonico deve discendere da piena integrazione di tutti i vari aspetti e che figure concettualmente separate possono benissimo riunirsi nella stessa persona, un'impostazione generalizzata caricaturale degli operatori vede l'architetto decidere il "cosa" produrre e l'ingegnere edile decidere il "come" ottenerlo.

La progettazione operativa è una importante componente della progettazione integrale di un organismo edilizio, già dalle prime fasi dell'iter progettuale, ed è destinata alla guida e al controllo delle fasi esecutive dell'opera edilizia. Essa è fondamentale per la razionalizzazione dell'esecuzione degli organismi edilizi intesi come prodotto finale del cantiere edile, cui si perviene a partire da un progetto tecnologico dell'intervento edilizio che può contemplare l'impiego dei sistemi (è il caso dell'edilizia industrializzata) oppure che prevede l'esecuzione ad hoc (fuori opera e/o in opera) dei diversi elementi costruttivi che lo compongono (è il caso dell'edilizia tradizionale evoluta).

Durante l'elaborazione del progetto esecutivo del sistema tecnologico edilizio, la progettazione operativa scompone l'organismo così definito in sottosistemi, evidenziando di questi ultimi ancora ulteriori sotto-articolazioni (spesso elementi complessi disponibili sul mercato). Vengono schematizzate tutte le relazioni intercorrenti, si analizzano le precedenze proprie della logica costruttiva, si scende al livello di dettaglio costituito dai pezzi più semplici e dai materiali informi. Lo studio tratta particolarmente delle interfaccia e dei nodi tra componenti, con la risoluzione della reciproca congruenza geometrico-dimensionale, delle connessioni di forza e delle giunzioni di semplice tenuta. Per i veri componenti ben finalizzati il progettista deve essersi impadronito dell'informazione tecnica che i produttori forniscono a corredo. Anche i codici di pratica per definiti subsistemi (che la normazione tecnica comincia a rendere disponibili per agevolare il raggiungimento della migliore qualità tecnologica) costituiscono patrimonio del buon progettista operativo. Alla struttura del piano operativo di costruzione, alla sua esecuzione ed alla qualità operativa è dedicato il capitolo 3.

La qualità edilizia è ravvisabile nella rispondenza di un prodotto alle esigenze che ne hanno generato la domanda; la qualità operativa si configura come risposta in condizioni di coerenza alle richieste di esecuzione dell'opera conforme alle previsioni definite dal progetto tecnologico esecutivo. La qualità operativa trova il suo momento effettivo di definizione in quella fase del processo decisionale che genera le istruzioni di guida e controllo per l'esecuzione dell'opera edilizia, cioè nella progettazione operativa. Quest'ultima si configura pertanto come l'insieme di istruzioni per l'esecuzione dell'opera in maniera rispondente alle prefigurazioni del progetto ambientale, funzionale-spaziale, tecnologico. Le esigenze di coerenza tra progetto esecutivo e progetto operativo implicano da un lato l'analisi e la conoscenza del progetto esecutivo dell'opera da eseguire nel suo insieme, nella sua articolazione in subsistemi, nella costituzione di ogni subsistema in elementi tecnici e nella conformazione di ogni elemento tecnico costituito da materiali, semilavorati e elementi semplici, quali sono prefigurati dal progetto; d'altro lato la conoscenza dei materiali, semilavorati e elementi semplici nella loro oggettualità e nelle loro implicazioni tecnico-esecutive per la realizzazione degli elementi tecnici costituenti i singoli subsistemi e per la realizzazione dell'organismo edilizio come articolazione di subsistemi. Per altro verso il contenuto della progettazione operativa

costituisce la base informativa per le operazioni di contabilizzazione preventiva di tempi e costi e per le successive operazioni di programmazione economica e temporale.

La progettazione operativa, così configurata, è leggibile nel flusso di informazioni come una unità operativa di trasformazione che necessita di informazioni in entrata (progetto tecnologico e informazione tecnica sui prodotti e componenti complessi), istruzioni operative normativa interna (normativa tecnica, codici di pratica), nella quale entra il portato della normativa esterna di fase (normativa cogente sulla sicurezza), che elabora il proprio prodotto (insieme strutturato di istruzioni operative) e ne controlla la rispondenza alle esigenze al cui soddisfacimento è finalizzata (compatibilità con gli obiettivi-vincolo della normativa esterna, congruenza con il progetto tecnologico) e che rilascia informazioni per le unità operative a valle nel processo (contabilizzazione, programmazione).

Oggetto della progettazione operativa, come prefigurazione delle istruzioni di realizzazione e/o di messa in opera, è sia il sistema edilizio indipendentemente dalla sua applicazione al progetto specifico, sia l'organismo edilizio in quanto applicazione del sistema edilizio. Per ogni elemento tecnico e per ogni subsistema tecnologico previsto dal sistema costruttivo la progettazione operativa elabora istruzioni e procedure per la realizzazione di componenti e manufatti coerenti con il progetto tecnologico-esecutivo.

Poiché il comportamento dell'opera eseguita sarà favorito dalle funzioni svolte da prodotti che la compongono, risulta che alla progettazione operativa non è concessa alcuna facoltà di modificare la scelta dei prodotti, intesi come individuabili da definite proprietà caratteristiche, pena il rischio di generare un prodotto non soddisfacente i requisiti connotanti l'elemento tecnico in oggetto. A tal fine deve inserire nelle proprie istruzioni anche quelle per l'adozione di prodotti quali sono definiti dal progetto esecutivo e per il controllo di detta rispondenza. Analogamente la progettazione operativa deve garantire il rispetto, durante l'esecuzione, delle dimensioni complessive e di dettaglio dell'elemento tecnico previste dal progetto esecutivo. Le istruzioni quindi dovranno contenere indicazioni dimensionali che consentano la messa in opera dei materiali, semilavorati ed elementi semplici e delle loro connessioni, entro un lasso di variabilità coerente con le dimensioni tecnologiche, nonché istruzioni per il controllo del rispetto di tale lasso sia durante la realizzazione del componente sia quale collaudo a realizzazione ultimata.

La progettazione operativa, per elaborare corrette istruzioni per la messa in opera dei prodotti indicati nel progetto tecnologico-esecutivo, necessita della conoscenza delle specifiche tecnologie (operazioni tipo, sequenza di operazioni tipo, materiali accessori e strumenti) di messa in opera e/o realizzazione dei differenti prodotti contemplati e delle specifiche istruzioni e dispositivi per l'esecuzione in condizioni di sicurezza connesse con le singole tecnologie.

La progettazione operativa ha altresì il compito di progettare e organizzare il luogo della produzione, il luogo cioè in cui avverrà la messa in opera e/o il montaggio degli elementi tecnici costituenti. Le esigenze postulate dalle lavorazioni prefigurate dalle molteplici istruzioni operative attinenti ai differenti componenti e subsistemi e le esigenze degli operatori dell'esecuzione (utenti intermedi) generano i requisiti in base ai quali organizzare la progettazione dell'area di produzione, officina e/o cantiere. Divengono in tal modo individuabili gli elementi spaziali, la loro articolazione interna, le condizioni di relazione, le attrezzature per lo svolgimento delle funzioni atte a soddisfare le esigenze di cui sopra. Di primaria e fondamentale importanza sono le esigenze di sicurezza degli operatori che costituiscono il criterio informatore su cui si basa la progettazione operativa.

Lo sviluppo del progetto operativo produce tutte le prescrizioni di montaggio o di formazione sul posto degli elementi costruttivi, a partire dalle impostazioni geometrico-dimensionali (vedere a proposito il capitolo 6) per rispettare i vincoli del progetto d'intervento e consentire un processo cantieristico senza scarti o aggiustamenti imprevisti. Le citate istruzioni, in forma di piani operativi elementari in sequenza, descrivono le lavorazioni, definiscono puntualmente le risorse umane impegnate, le attrezzature o i macchinari coinvolti, i materiali complementari di consumo, i controlli da svolgere ad esecuzione ultimata (completi delle condizioni inderogabili di accettazione). Naturalmente la previsione dei tempi d'esecuzione, insieme con la possibilità di attività parallele o viceversa la necessità di concatenazione tra esse, è output determinante poiché la progettazione operativa vede tipicamente affiancata la corrispondente programmazione (e inoltre i tempi alimentano la progettazione economico-finanziaria dell'intervento).

Un tipico piano operativo comprende tavole disegnate e una parte testuale che configura una scheda caratterizzante i seguenti punti:

- condizioni contrattuali;
- condizioni di accettazione;
- precedenze;
- avvertenze;
- materiali e prodotti;
- strumenti e mezzi d'opera;
- squadra operativa;
- tempi e costi;
- procedimento e sequenza delle operazioni (di esecuzione del lavoro, di controllo, di trattamento della “non conformità”).

Naturalmente più schede possono confluire in un piano dedicato a un subsistema, stante che la scheda singola guida un evento pratico elementare.

Un esempio di piano operativo, in particolare del piano di demolizione-smontaggio avente per oggetto la rimozione del supporto di malta di cemento e sabbia in una muratura interna di mattoni forati è illustrato da una apposita tavola riportata nel capitolo 3.

Tutta la progettazione operativa si lega strettamente alle indicazioni (regolamentate) a favore della sicurezza sul lavoro, poiché, come minimo, lo svolgimento delle procedure esecutive elementari vede adottate tutte le misure antinfortunistiche di prevenzione e protezione, a carattere collettivo e individuale. Il progetto operativo potrebbe di per sé essere un tutto organico, con la completa evidenziazione degli aspetti di sicurezza, se non fosse che la legislazione in argomento induce correttamente una trattazione separata, con l'allestimento dei piani di sicurezza e coordinamento. Al sistema della sicurezza è dedicata la parte quinta del presente volume.

In particolare le prescrizioni del piano operativo interessano:

- i procedimenti elementari di realizzazione degli elementi tecnici del progetto tecnologico (piani operativi di costruzione);
- i procedimenti elementari di realizzazione dei manufatti, infrastrutture ed elementi impiantistici necessari per l'organizzazione generale del cantiere (piani operativi di cantiere);
- l'allestimento generale del cantiere (piano generale di cantiere).

La progettazione operativa del cantiere è trattata dalla norma UNI 10756/98 – *Progettazione operativa di cantiere. Definizioni, struttura e contenuti dei piani operativi per interventi di nuova costruzione.*

## 2.2. Il progetto del cantiere *C. Caldera*

Il progetto del cantiere temporaneo per la realizzazione dell'intervento nella sua data localizzazione costituisce a sua volta esempio di progettazione operativa al massimo livello, con le sue corrispondenti scelte tese a coordinare i vari fattori contingenti e ottimizzare così funzionalmente in sicurezza il cantiere come grande “macchina” produttiva provvisoria (anche a sintesi della progettazione operativa frutto di scomposizione in subsistemi come evidenziato nel capitolo 1 della prima parte).

La progettazione del cantiere è organizzata e documentata attraverso il piano operativo di cantiere e il piano generale di cantiere.

Il progetto del cantiere descrive e prescrive i procedimenti per la realizzazione in opera e per il montaggio dei manufatti, delle infrastrutture e degli elementi impiantistici necessari per l'organizzazione generale del cantiere, per la sua gestione e il suo esercizio, anche prevedendo opere provvisorie e mezzi necessari per lo svolgimento delle attività contemplate dal piano operativo di costruzione.

Inoltre il progetto prescrive e rappresenta l'assetto logistico e organizzativo del cantiere al piano di campagna, per la realizzazione dell'intervento edilizio e in funzione delle risorse, tenuto conto della programmazione operativa dell'intervento. Il tutto nel rispetto delle prescrizioni di sicurezza regolamentari e pertinenti.

Le esigenze che devono emergere e che condizionano il progetto del cantiere sono in particolare quelle di opere provvisorie per la sicurezza nella fase di costruzione, di mezzi d'opera di cantiere necessari per lo svolgimento delle attività previste, di infrastrutture e reti impiantistiche di servizio generale al cantiere e quelle di manufatti edilizi provvisori da erigere nell'area del cantiere per attività di servizio.

Il piano generale di cantiere presenta una struttura variabile che dipende dalle esigenze dello specifico intervento edilizio, individuabili dai contenuti dell'insieme dei piani operativi di costruzione e di cantiere. La sua elaborazione prevede tra l'altro di soddisfare le esigenze tecnico-organizzative relative alle risorse da impiegare e di valutare i vincoli di contesto della localizzazione dell'area di intervento, le caratteristiche climatiche dell'area d'intervento, le caratteristiche geomorfologiche dell'area, le caratteristiche infrastrutturali, l'offerta del settore produttivo della zona, i regolamenti locali vigenti, ecc.

Oltre alle risorse da impiegare, umane e materiali, e ai vincoli di contesto, il progetto del cantiere valuta i tempi di realizzazione a partire dall'analisi del programma dei lavori desunto dal progetto dell'intervento, generalmente indicativo e non contestualizzato, almeno rispetto all'asse assoluto dei tempi. Ad esempio, una programmazione dei lavori prevista dal progettista in 18 mesi si svolgerà diversamente se in tale periodo sono compresi due inverni e una estate, piuttosto che due estati e un inverno. La corretta valutazione di risorse e tempi attraverso la cosiddetta *analisi costi-benefici* consente all'impresa appaltatrice di progettare la programmazione operativa (si veda a proposito il capitolo 8 di questa stessa parte) e di allocare e ottimizzare le risorse. Il piano generale del cantiere, il cosiddetto *lay-out*, e l'organizzazione delle risorse umane in squadre operative completano l'elenco delle fasi metodologiche della progettazione del cantiere.

Il piano generale di cantiere si sviluppa in uno o più elaborati grafici ognuno dei quali rappresenta il particolare assetto logistico distributivo, variabile nel tempo in funzione della programmazione operativa e temporale dell'intervento.

Gli elaborati grafici formano il *lay-out* di cantiere, che prevede di rappresentare le aree di produzione in generale e di produzione di semilavorati, le aree direzionali e quelle di supporto, delimitate da recinzione con accessi controllati e in funzione della viabilità esterna. Il *lay-out* evidenzia inoltre i sistemi di connessione: infrastrutturale, logistico, impiantistico, di movimentazione orizzontale e verticale.

Un elaborato grafico e descrittivo di un piano generale di cantiere per un generico intervento edilizio di nuova edificazione di tipo convenzionale, in una situazione considerata ottimale, è presentato a titolo esemplificativo nella figura, ispirata a quella riportata dalla citata UNI 10756/98. alle appendici della stessa norma si rimanda in particolare per i contenuti e la struttura del piano operativo di costruzione e per la sequenza temporale, relazioni e vincoli della progettazione operativa.

Nell'esempio sono indicate le seguenti aree, attrezzature e sistemi di connessione:

- accesso controllato con separazione dei flussi (1);
- ufficio di controllo accessi e ricevimento merci (2);
- eventuali alloggiamenti o abitazione custode (3);
- ufficio direzione del cantiere, ufficio tecnico (4);
- ufficio direzione dei lavori (5);
- mensa o refettorio (6);
- spogliatoi operai (7), servizi e infermeria (8);
- magazzino attrezzi e pezzi di ricambio (9);
- parcheggio per il personale (10);
- area operativa: ingombro dell'edificio in costruzione (11);
- area di sosta per scarico merci (12);
- recinzione (13);
- area di stoccaggio (14);
- gru a torre mobile (dati dimensionali e di portata) (15); rotaie per spostamento gru (16);
- area di stoccaggio (17);
- area di lavorazione casseri di legno, falegnameria (18);
- sega circolare (19);

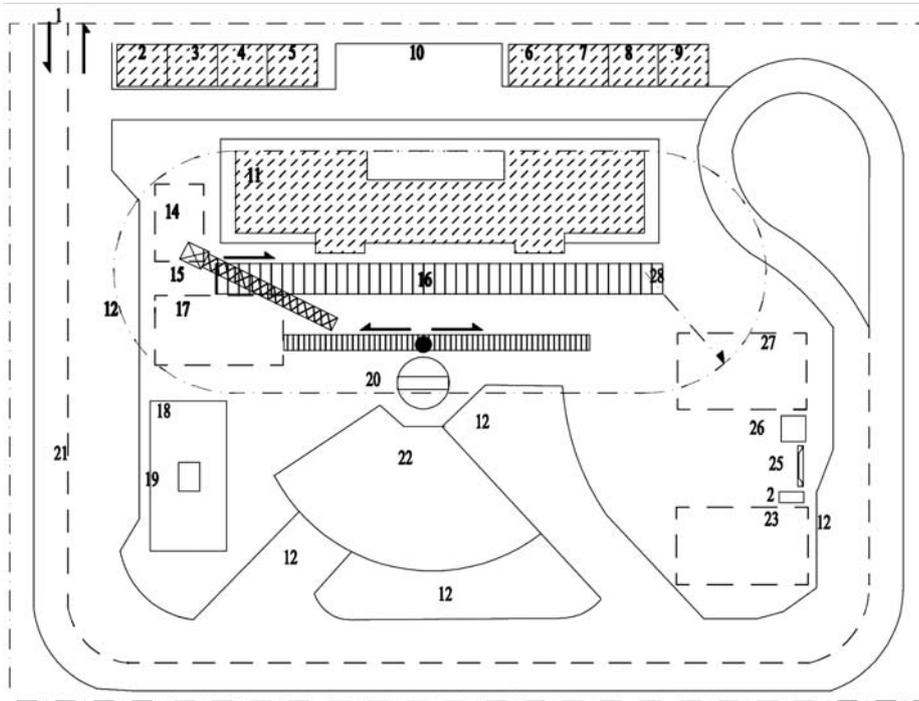


Figura 2.1  
Esempio ideale  
di lay-out di cantiere

- centrale di confezionamento del conglomerato cementizio, con dispositivo di trasporto benna nel – raggio di azione della gru (20);
- viabilità interna con pista stabilizzata (21);
- deposito inerti; i mezzi che trasportano sabbia e ghiaia scaricano con ribalta posteriore (22);
- stoccaggio dell'acciaio in barre (23);
- cesovia per taglio barre in acciaio (24);
- tavolo di piegatura barre in acciaio (25); tavolo di composizione delle armature (26);
- area di stoccaggio delle armature (27);
- ponteggio (28).

L'ideale situazione rappresentata dal normatore a titolo esemplificativo si complica nel caso reale, per esempio quando l'area del costruendo edificio occupa la maggior parte della superficie del lotto, quando il lotto stesso si sviluppa su livelli diversi, quando i condizionamenti della viabilità esterna vincolano la posizione degli accessi, quando l'intervento prevede la costruzione per lotti temporaneamente differiti, solo per citare alcune situazioni alquanto ricorrenti.

Il lay-out riportato in figura 2.2 propone invece un caso più realistico, con indicazioni altimetriche di un lotto in pendenza, con la traccia delle principali reti impiantistiche a servizio del cantiere temporaneo, con la previsione di realizzazione per lotti successivi.

Altrettanto frequente nei centri urbani è il caso in cui il lotto a disposizione è pressoché coincidente con l'impronta dell'edificio sul suolo; in questi circostanze i principali sistemi di sollevamento nonché le attrezzature provvisorie per uffici e servizi debbono occupare onerosamente il suolo pubblico o addirittura sporgersi a sbalzo sul suolo stesso. Nel caso illustrato in figura 2.3, l'insieme degli uffici direzionali e dei servizi di un cantiere nel centro di Londra ha assunto la sembianza del ponte attrezzato di una grande imbarcazione, nobilitando l'immagine del cantiere stesso e della amministrazione appaltante.

Una corretta e preventiva previsione della progettazione operativa del cantiere può influenzare, sin dalle prime fasi

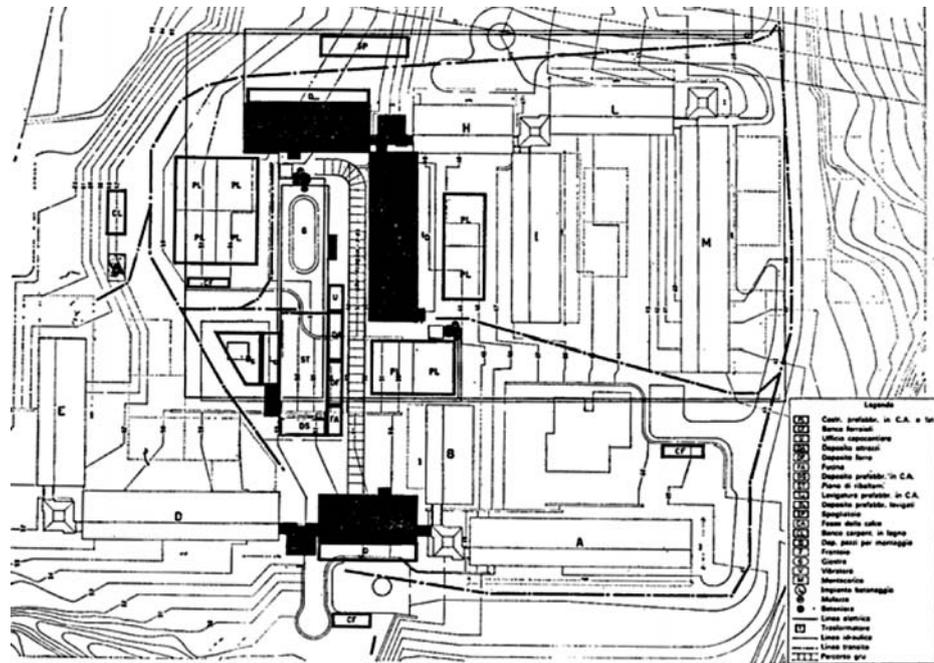


Figura 2.2  
Realistico esempio di lay-out  
di cantiere di un intervento  
per lotti successivi  
(fonte: Lacava M., Solustri C.,  
Progettare il cantiere, La nuova  
Italia Scientifica, Roma, 1991)



Figura 2.3  
Esempio di cura dell'immagine  
di un cantiere nel centro di Londra

metaprogettuali dell'intervento edilizio, le scelte di progetto e di realizzazione, ottimizzando l'intero processo. È il caso del piano urbanistico illustrato nella figura 2.4, che ha previsto l'aggregazione di unità abitative residenziali in sette nuclei sviluppati intorno ad altrettante piazze pedonali e dimensionati in modo congruente con l'impiego di una gru a torre di una prefissata lunghezza del braccio (30 m) reimpiegata più volte in una programmazione dei lavori per lotti successivi. Si tratta nella fattispecie del Villaggio DeGa a Vinovo, presso Torino.

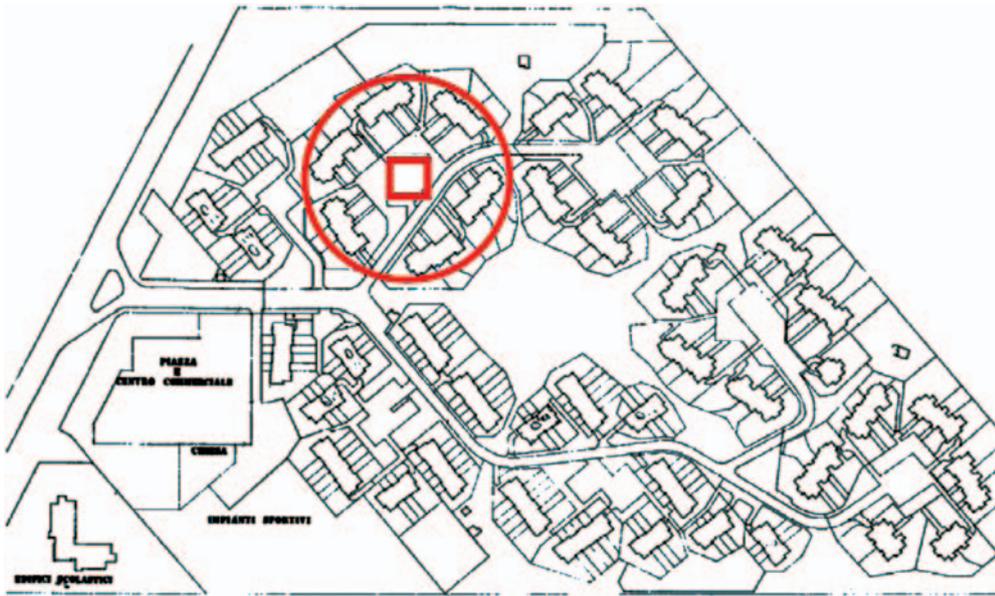


Figura 2.4  
Esempio di influenza  
del progetto del cantiere  
sulle scelte progettuali

### 2.3. La comunicazione della sicurezza *C. Caldera, E. Genna*

Gli elaborati che formano il *lay-out* di cantiere possono costituire la base grafica per comunicare le principali indicazioni di sicurezza. La forma con la quale si illustrano i piani per la sicurezza si presenta spesso come schema tabellare fascicolato dove le informazioni relative alle attività, a mezzi e attrezzature, ai rischi, ai riferimenti normativi e di corretto uso appaiono indifferenziate e non sempre facilmente riconoscibili. Gli attuali strumenti di comunicazione delle informazioni, anche informatici, possono sopperire a queste carenze, con l'aiuto di appositi documenti che si affiancano alla consueta documentazione imposta dalla legge.

Uno strumento interattivo a carattere grafico documentale per la gestione della sicurezza in cantiere deve avere i seguenti requisiti: familiarità e maneggevolezza del supporto, chiarezza e completezza comunicativa non ridondante, facile leggibilità, aggiornabilità e tempestività di diffusione. La sua predisposizione deve garantire la completezza dell'informazione di prodotto e di processo relativa alle fasi di lavorazione e deve consentire facilmente l'accesso alle istruzioni operative e alle tavole esecutive.

A titolo di esempio si riporta una tavola che riassume, mediante grafica e testo, le istruzioni operative di sicurezza da comunicarsi a carico del capo-cantiere alle maestranze prima dell'inizio della fase di lavorazione e relativa all'esecuzione delle opere di fondazione in un cantiere di edilizia residenziale. Per le fasi di processo che si svolgono all'esterno dell'edificio, la base cartografica può essere la stessa utilizzata per il *lay-out* del cantiere.

La scelta del supporto cartaceo di formato unificato A1 (eventualmente informatizzabile) soddisfa innanzitutto il requisito di familiarità e maneggevolezza delle maestranze; il "dosaggio" delle informazioni tiene conto della formazione profes-

sionale pregressa dei vari soggetti coinvolti: lo strumento non deve essere un manuale di autocostruzione la cui ridondanza informativa graverebbe sulla comprensione e sulla leggibilità. L'attenzione è stata posta alle fasi del processo di lavorazione ritenute significative dal punto di vista della probabilità di contemporaneità, individuando per esse le possibili fonti di pericolo, interagenti o meno, e i soggetti esposti.

La tavola 2.1 illustrata è una parziale rielaborazione di un allegato al rapporto sull'attività di una ricerca a suo tempo finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca scientifica e tecnologica dal titolo "Metodi e tecniche per lo sviluppo e la gestione della qualità nel processo edilizio"<sup>1</sup>.

Sempre al fine di favorire lo sviluppo della cultura della sicurezza in tutti gli operatori del cantiere edile, si propone un ulteriore contributo in tema di comunicazione grafica della sicurezza. Uno studio svolto presso il Dipartimento di Ingegneria dei sistemi edilizi e territoriali del Politecnico di Torino con il contributo dell'ing. Alfredo Genovese ha prodotto la proposta di un altro modello di strumento di comunicazione in forma di scheda di prevalente impatto grafico e un "Progetto sicurezza" attinente. Le schede proposte indicano in maniera schematica gli adempimenti previsti dalla normativa di sicurezza e vogliono rappresentare uno strumento tecnico operativo di semplificazione e omogeneizzazione dei contenuti applicativi della stessa<sup>2</sup>.

Oltre alla sezione descrittiva delle figure coinvolte (committente, responsabile dei lavori, responsabile del procedimento, coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione, direttore dei lavori, direttore operativo, datore di lavoro, lavoratore autonomo), dei relativi obblighi e degli altri aspetti salienti (notifica preliminare, piano di sicurezza e coordinamento e relativa validazione, piano operativo di sicurezza, piano di sicurezza sostitutivo, costi della sicurezza, fascicolo dell'opera, piano di manutenzione) relativi all'applicazione del Decreto legislativo 106/2009 ai lavori pubblici e privati, sono stati riportati, sotto forma di tabelle, gli adempimenti di sicurezza previsti dalla normativa in funzione della tipologia dei lavori della loro durata e del numero di imprese impegnate, al fine di consentirne un'immediata consultazione.

Le schede non vogliono sostituirsi a un attento studio della normativa di settore, ma con esse si propone di fornire, con una chiave di lettura interpretativa e procedurale, un contributo di pratica semplificazione e integrazione degli adempimenti, compiti, funzioni, responsabilità dei vari attori dello scenario della sicurezza nei cantieri.

In un cantiere edile la produzione è influenzata da parametri spazio-temporali estremamente variabili, non confrontabili con altre realtà industriali. Ogni intervento correttivo di natura preventiva, su un cantiere già avviato, implicherebbe una nuova installazione e programmazione dell'intera "macchina-cantiere" ed è, pertanto, difficile da accettare nella prassi corrente.

La valutazione dei rischi costituisce la caratteristica centrale del piano: si tratta della lettura trasversale del processo produttivo con approfondimenti a più livelli, e dell'analisi di tutti i componenti del cantiere e della loro combinazione ed articolazione. L'esperienza del cantiere suggerisce che i punti di criticità principali sono le interferenze spesso determinate dal dover rispettare i tempi di esecuzione stabiliti a priori dal progettista nel cronoprogramma; altra criticità è rappresentata dal rigore nel rispettare e fare rispettare l'uso dei sistemi di protezione individuale quali calzature di sicurezza, guanti, elmetto, ecc.

Al fine di favorire la comunicazione e la divulgazione della sicurezza anche in forma grafica, con frequenza quindicinale, e in ogni caso ogni qualvolta lo si ritenga utile e opportuno, il responsabile della sicurezza in cantiere redige una scheda sulle tematiche di sicurezza e sulle azioni di prevenzione e di protezione che sono attuate anche al fine di eliminare i rischi dovuti alle interferenze dei lavori delle varie imprese operanti in cantiere; la scheda dovrà risultare visibile a tutti gli operatori del cantiere.

<sup>1</sup> La tavola illustrata fa riferimento a una ricerca a suo tempo finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca scientifica e tecnologica dal titolo *Metodi e tecniche per lo sviluppo e la gestione della qualità nel processo edilizio*, responsabile del Progetto di ricerca Pietro Natale Maggi, che ha visto impegnate le Unità operative del DISET (Politecnico di Milano) e del DISET (Politecnico di Torino). Alla ricerca hanno collaborato Arie Gottfried, Pierangelo Boltri, Mariagrazia Rejna, Luigi Morra, Angelo Ciribini, Carlo Caldera, Silvia Polti, Matteo Fiori, Francesca Ravetta, Fulvio Re Cecconi, Marco L. Trani, Orlando Giorgi e Roberto Grassi.

<sup>2</sup> Lo studio si è sviluppato a partire dalla tesi di laurea specialistica in Ingegneria edile dell'ing. Alfredo Genovese dal titolo *Applicazione delle norme di sicurezza nei cantieri edili*, relatore prof. Carlo Caldera, Politecnico di Torino, I Facoltà di Ingegneria, 2006.

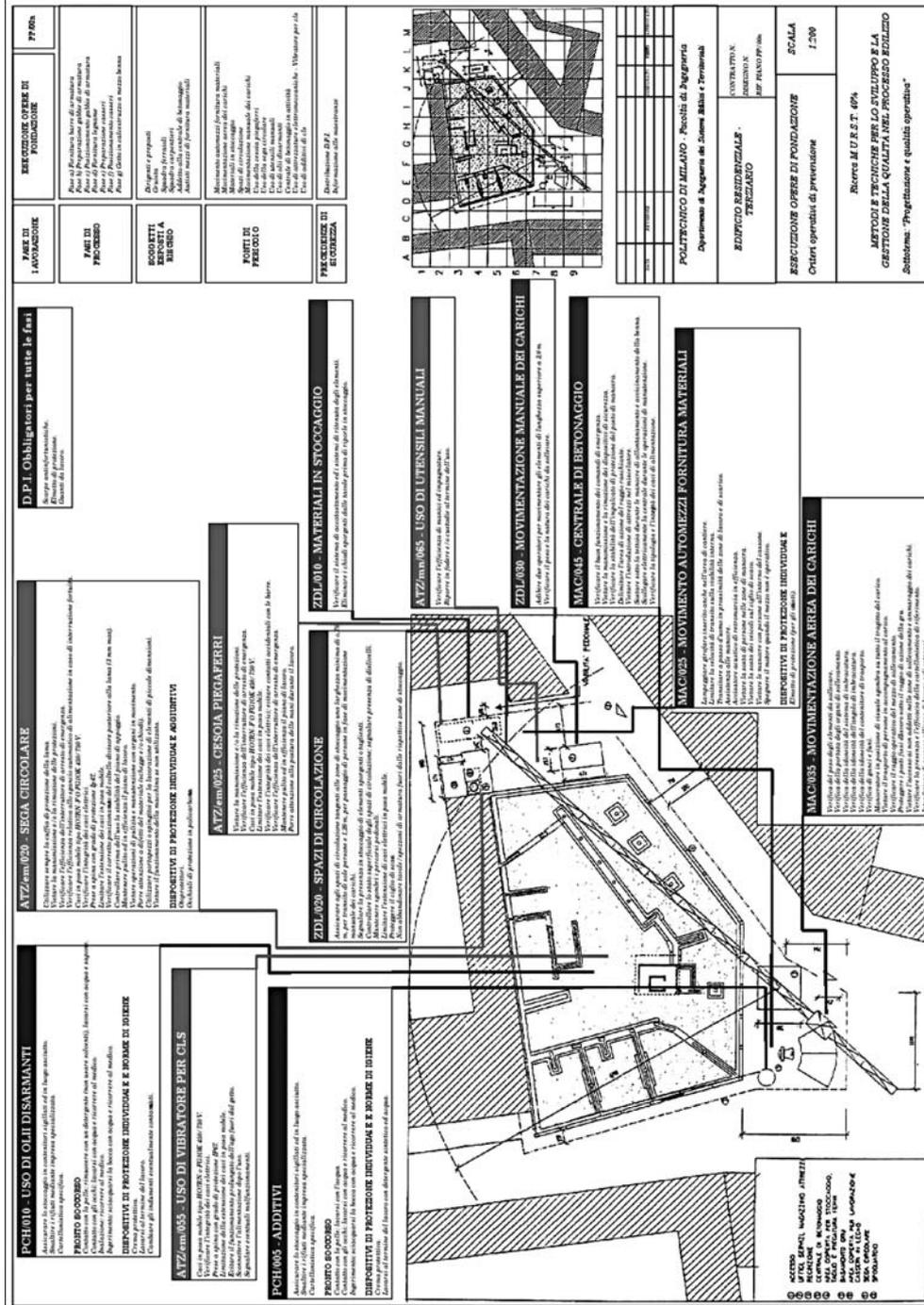


TAVOLA 2.1

Istruzioni operative di sicurezza nel cantiere – La tavola riassume, mediante grafica e testo, le istruzioni operative di sicurezza da comunicarsi a carico del capo-cantiere alle maestranze prima dell'inizio della fase di lavorazione ed è relativa all'esecuzione delle opere di fondazione in un cantiere di edilizia residenziale

La scheda è considerata una parte integrante del processo di sicurezza, ma non deve sostituire il piano operativo di sicurezza (POS).

Sulla base di una planimetria dell'area di intervento, ogni scheda collega graficamente alla stessa una serie di coppie di immagini riguardanti le attività o le lavorazioni e i rispettivi dispositivi di sicurezza da adottare. In evidenza è riportato il cronoprogramma, aggiornato settimanalmente allo scopo di mantenere informati i lavoratori su tutte le attività del cantiere, associando ad esse l'elenco delle fonti di pericolo e dei soggetti sottoposti a rischio nello stesso periodo di riferimento.

La centralità della mano d'opera nel cantiere e gli aspetti umani dell'organizzazione del lavoro, ai quali è dedicato il capitolo 7 di questa stessa parte del volume, hanno determinato la proposta di inserire nella scheda di comunicazione della sicurezza qui presentata la visualizzazione di incentivi all'uso dei dispositivi di sicurezza, contabilizzati in forma di punteggio.

Il datore di lavoro deve infatti garantire una adeguata formazione e addestramento dei lavoratori riguardo al corretto e pratico utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI), e pretendere inoltre che i lavoratori utilizzino tali dispositivi. Come noto la legge classifica i dispositivi di protezione individuali in tre categorie.

I categoria DPI di semplice progettazione per salvaguardare le persone da rischi fisici di lieve entità (contatto, urto con oggetti caldi non superiori a 50°C; vibrazioni urti e radiazioni tali da non raggiungere organi vitali e/o provocare lesioni permanenti).

II categoria Raggruppa i dispositivi che non rientrano nelle altre due categorie.

III categoria DPI destinati a salvaguardare da rischi di morte, lesioni gravi e permanenti (apparecchi di protezione respiratoria filtranti, caschi, visiere, DPI destinati ad attività che espongono a tensioni elettriche, a temperature non inferiori a 100°C e cadute dall'alto).

In base ai dati acquisiti, il coordinatore della sicurezza potrebbe applicare una sanzione di un punto per il mancato utilizzo dei dispositivi di protezione individuali di prima categoria, due punti per la seconda categoria e tre per la terza (oltre la normale procedura prevista dalla normativa quale il verbale di sopralluogo). Verrebbero dunque aggiornati quindicinalmente i nominativi sulle schede grafiche per una questione di trasparenza del rapporto con gli addetti, nonché come strumento incentivante della sicurezza.

Su base trimestrale verrà stanziata all'uopo da parte dell'appaltatore una somma in denaro (una quota dei costi della sicurezza previsti dalla normativa).

Ogni lavoratore avrà a disposizione, su base trimestrale, un bonus costituito da 10 punti e una somma in denaro stanziata dall'appaltatore; al termine del trimestre, in base ai punti eventualmente detratti, il bonus verrà decurtato in percentuale.

Tutto il personale operante presso la struttura avrebbe perciò un motivo in più aver cura della propria sicurezza e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro sulle quali possono ricadere gli effetti delle sue azioni e omissioni.

Questa proposta di comunicazione della sicurezza contribuisce a favorire i cambiamenti gestionali richiesti dai requisiti normativi e legislativi, nel processo di un continuo adattamento organizzativo e strutturale volto a ottimizzare le diverse attività in termini di efficacia ed efficienza anche per rispondere adeguatamente ai bisogni di una committenza sempre più esigente e attenta alla qualità del servizio erogato. Le considerazioni espresse sono particolarmente applicabili al settore dell'edilizia in quanto la normativa in materia di sicurezza ha apportato innovazioni, ponendo a carico del committente dell'opera la responsabilità di pianificare e far attuare la sicurezza nei cantieri. Tale pianificazione delle attività lavorative diventa il punto cardine poiché essa è la base per impostare le fasi di controllo della qualità e della sicurezza.

Pianificare la sicurezza significa ottemperare alle disposizioni del Decreto legislativo 106/2009, ma soprattutto conoscere e pianificare i processi produttivi. Questo dovrebbe essere sufficiente a convincere sempre più le imprese a dotarsi di un sistema integrato per la sicurezza, la gestione della commessa e la politica della qualità. Diviene, dunque, un obiettivo strategico per l'impresa stessa dotarsi di un idoneo sistema organizzativo e di gestione, che privilegi la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori ottemperando agli obblighi di legge previsti e che assicuri la soddisfazione del cliente mediante l'implementazione di un sistema qualità secondo le norme UNI EN ISO 9000. Il sistema di qualificazione si basa sul conse-

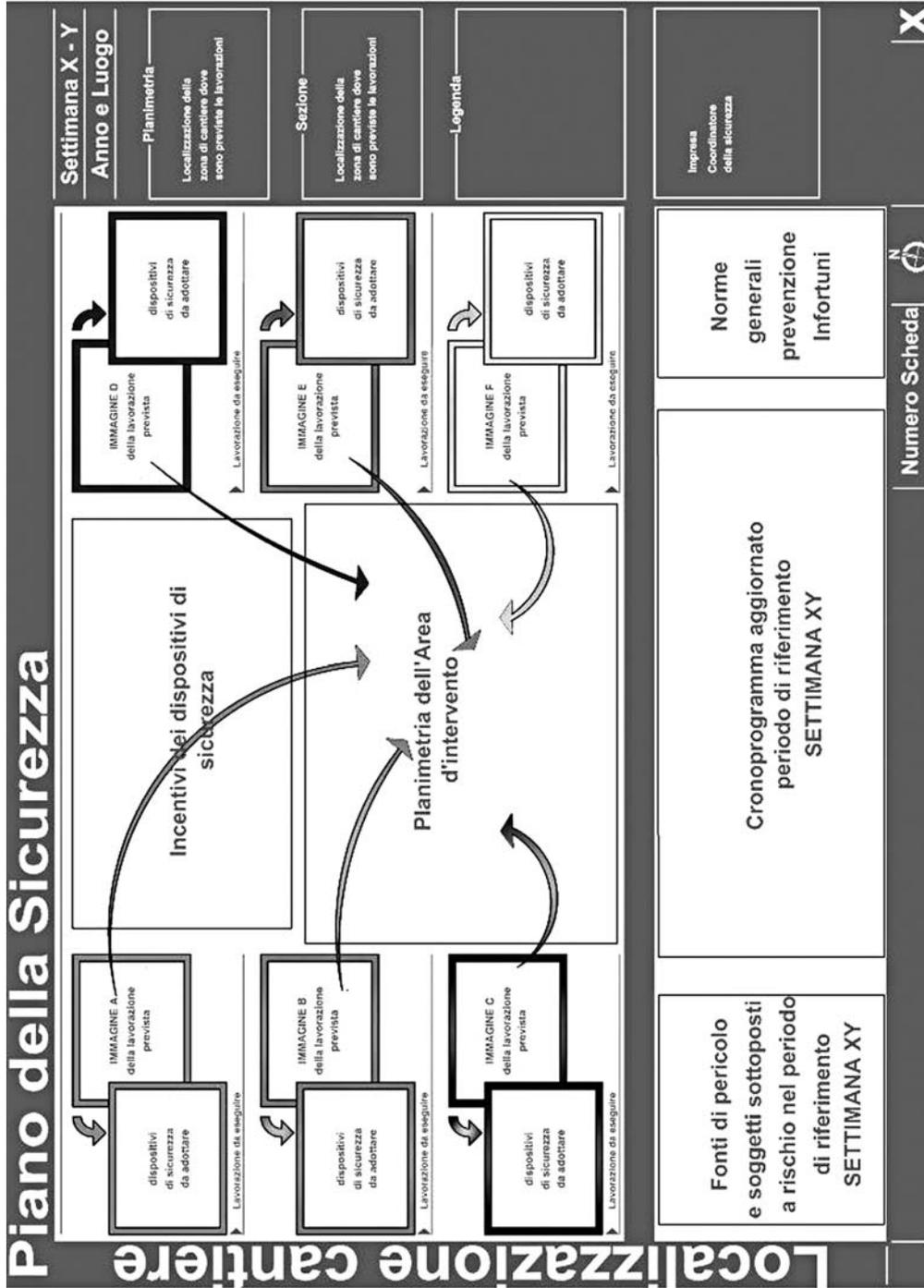


TAVOLA 2.2  
Illustrazione e comunicazione della sicurezza nel cantiere – Modello della scheda tipo

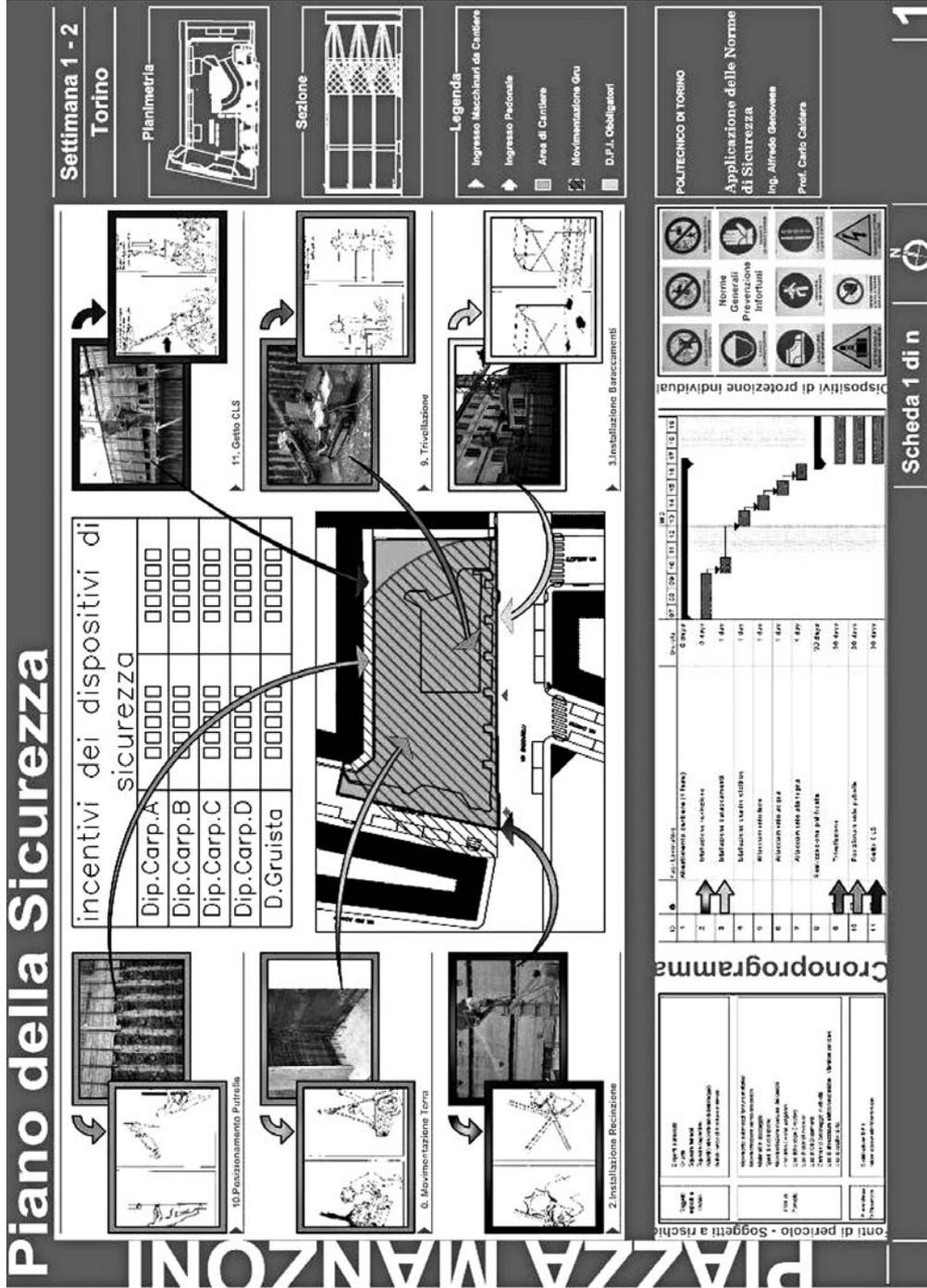


TAVOLA 2.3  
Esempio di scheda – settimana 1-2

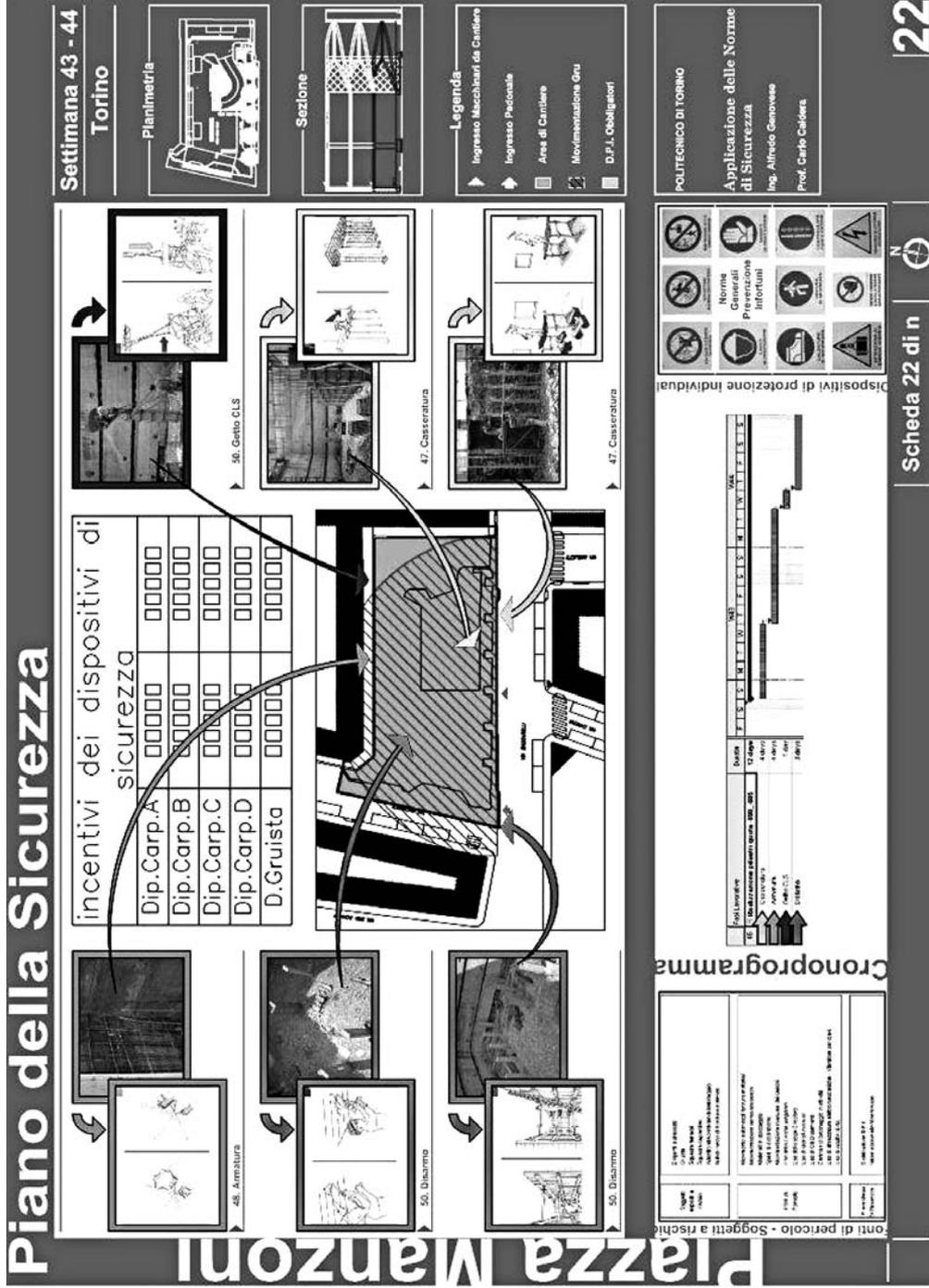


TAVOLA 2.4  
Esempio di scheda – settimana 43-44

guimento da parte delle imprese dell'attestazione rilasciata dalle Società organismi di attestazione (SOA) e della certificazione di sistema qualità in conformità alle norme stesse. Si veda a tale proposito il paragrafo 7.5 della prima parte del volume.

In tale prospettiva occorre abbandonare la fuorviante interpretazione del tema della sicurezza, che richiama alla mente il concetto di puro adempimento degli obblighi di legge, e adottare un sistema di sicurezza che renda l'impresa permanentemente vigile al raggiungimento e al mantenimento del minimo livello di rischio e imponga una partecipazione collegiale di tutti, analogamente a quanto previsto dagli assiomi dei sistemi qualità. La pianificazione della sicurezza, pertanto, entra a pieno titolo nell'attività pianificatoria del progetto e nel sistema di gestione aziendale, che comprende la struttura organizzativa, i processi, le responsabilità e le procedure.

In base a quanto affermato, un sistema sicurezza si organizza secondo principi e modalità simili a quelli di un sistema qualità, anche se i contenuti e le procedure sono diversi, ovvero:

- ricerca e individuazione dei problemi;
- impostazione e attuazione di azioni correttive e preventive;
- definizione e controllo dei processi;
- verifica dei risultati;
- pianificazione delle attività produttive;
- coinvolgimento delle risorse umane.

I sistemi di qualità pongono come necessaria ai fini della stessa certificazione la parametrizzazione degli obiettivi e l'attuazione delle azioni preventive sulle non conformità ai fini del miglioramento del sistema stesso. Nell'ottica della sicurezza, questo miglioramento continuo è insito nel "Programma di attuazione delle misure di prevenzione e protezione".

Un terzo concetto chiave dei due sistemi è la prevenzione. L'attenzione alla qualità ha insegnato che è necessario abbandonare il controllo *ex-post* degli inconvenienti e delle difettosità e attivarsi in un'ottica preventiva che è sicuramente più conveniente del "rifare per correggere". Tale concetto se è valido da un punto di vista della soddisfazione del cliente, lo è ancora di più se si mira a prevenire incidenti sul lavoro.

Alla luce delle similitudini analizzate si può vedere come l'integrazione dei due sistemi è perseguibile e auspicabile. Il sicuro vantaggio della gestione integrata sta nell'ottimizzazione delle risorse, nell'aumento dell'efficacia interna e nell'evitare sovrapposizioni di ruoli a vantaggio della flessibilità organizzativa dell'impresa. L'armonia creata da una gestione integrata porta un vantaggio competitivo per l'impresa e un miglioramento della sua immagine nei confronti dei soggetti esterni con cui interagire.

## 2.4. L'attività di cantiere e gli aspetti di eco-sostenibilità V. Colaleo

A partire dagli inizi degli anni Settanta del secolo scorso l'intensa mobilitazione delle associazioni ambientaliste ha portato i temi ambientali al centro dei principali dibattiti internazionali dove si è consolidata progressivamente la crescente consapevolezza che l'uomo dispone di un patrimonio naturale limitato ed in fase di esaurimento e che di conseguenza sia necessario un intervento collettivo e efficace. Si è andata così alimentando con il tempo una coscienza collettiva su quali siano le responsabilità e la necessità di preservare tale patrimonio naturale in quanto parte integrante dello sviluppo umano. La *World Commission on Environment and Development* dichiara nel 1987 nel rapporto *Our Common Future* che l'insieme delle attività umane deve essere in grado di "garantire i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri", introducendo così la prima definizione di *sviluppo sostenibile*, ormai nota e condivisa, almeno nella forma<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Per consentire eventuali spunti di riflessione, si riportano di seguito due autorevoli definizioni di sostenibilità in edilizia.

Il CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*), durante i lavori della prima Conferenza internazionale sulla costruzione sostenibile, tenutasi a Tampa nel 1994, ha definito il costruire sostenibile come il "creare e mantenere un sano ambiente artificiale, con l'impiego di risorse efficienti e con il rispetto dei principi ecologici". La definizione appare ancora un po' generica, pur portando l'attenzione al mantenimento delle prestazioni nel tempo, alla salute dell'uomo inteso come utente e alla efficienza delle risorse.