

■ 3 Metodi e strumenti di pianificazione del processo produttivo

3.1 La produzione edilizia e l'organizzazione d'impresa

3.1.1 I fattori della produzione

Il termine “produzione” viene usato in economia per indicare la creazione di nuova utilità trasformando beni in altri beni economici aventi utilità maggiore. In tal senso “produzione” ha significato più ampio di quello di trasformazione fisica di un bene in un altro, come comunemente gli viene conferito, in quanto i beni soggetti a trasformazione non sono soltanto quelli materiali, ma anche quelli immateriali (servizi), per cui è produzione, per esempio, l'attività di commercio, di trasporto, di magazzinaggio, la prestazione intellettuale, le attività che rientrano nel settore terziario, ecc.

La produzione viene conseguita mediante il concorso contemporaneo e coordinato di vari fattori, a ciascuno dei quali, in generale, è associato un costo. In economia vengono individuati i seguenti fattori della produzione:

- beni naturali;
- capitale;
- lavoro;
- organizzazione o impresa.

I beni naturali sono quei mezzi preesistenti all'intervento umano (aria, acqua, giacimenti minerali, venti, ecc.); possono trovarsi in natura in quantità limitata o illimitata. Nel primo caso costituiscono beni economici e possono essere soggetti di appropriazione da parte di un singolo individuo o della collettività e il loro uso produce una rendita.

Nel secondo caso non sono soggetti ad appropriazione.

Il capitale, nell'ottica aziendale-produttiva, è quel complesso di valori esprimenti la misura finanziaria di tutti i beni investiti nell'impresa; questi valori sono impiegati per conseguire reddito attraverso la produzione, o per ottenere profitto monetario (interesse) attraverso la sua cessione temporanea a terzi. Agli effetti della produzione non ha grande rilevanza distinguere fra beni naturali limitati e capitale, in quanto anche i primi diventano automaticamente capitali quando entrano nel ciclo produttivo. Il capitale può essere distinto in capitale fisso quando la sua efficienza produttiva non si esaurisce in un solo impiego (fabbricati, macchine, attrezzature, ecc.) e in capitale circolante nel caso opposto (materie prime, semilavorati, combustibili, lubrificanti, ecc.).

Il lavoro può essere definito come l'attività diretta al conseguimento di un'utilità; viene sempre inteso come lavoro svolto dall'uomo e come tale viene

retribuito con salario (lavoro manuale), stipendio (lavoro intellettuale), onorario (lavoro professionale). Il lavoro meccanico, inteso come quello che è svolto dalle macchine e supportato dalle attrezzature, altro non è che un servizio e come tale viene considerato parte integrante della produzione. Nella moderna società industriale non ha più senso parlare di lavoro animale, ma quand'anche si avesse, anch'esso andrebbe considerato alla stessa stregua del lavoro meccanico.

L'organizzazione o impresa può essere definita come quel complesso di azioni finalizzate a coordinare i fattori della produzione. All'imprenditore, che organizza la produzione e si accolla i rischi, spetta il tornaconto o profitto che può essere positivo, nullo o negativo.

Altro fattore della produzione è, per alcuni, l'organizzazione che si esplica attraverso l'azione sociale che si manifesta attraverso l'azione resa da organi creati dalla collettività (Stato, Regioni, Province, Comuni, Enti Pubblici) per soddisfare bisogni comuni. Il compenso corrisposto per tali servizi è costituito dalle imposte e dalle tasse.

I fattori della produzione possono distinguersi in fattori diretti e fattori indiretti, intendendo con i primi (capitali, beni naturali e lavoro) quei fattori che entrano direttamente nel ciclo produttivo, e ad essi si associa il costo diretto di produzione; i secondi (organizzazione o impresa e Stato) afferiscono indirettamente alla produzione in quanto deputati all'organizzazione della stessa, e a essi si associa il costo indiretto di produzione (o costo dell'organizzazione).

3.1.2 La combinazione dei fattori produttivi

I concetti di carattere generale fin qui richiamati sono validi per ogni processo produttivo che si svolge nel contesto di una moderna società economica. Naturalmente ciascun processo produttivo è caratterizzato da diverse combinazioni quantitative e qualitative dei fattori della produzione, in relazione a quelli sia diretti che indiretti.

Ha interesse ricercare quella combinazione che consente di ottenere un prodotto di elevata qualità a un costo il più possibile contenuto; in altri termini occorre ricercare il modo di ottimizzare il rapporto costo-qualità. A tale scopo, mentre nei confronti dei fattori diretti ha rilevanza focalizzare correttamente la tecnologia di produzione del bene per poter eventualmente correggere discrepanze presenti nel processo e suscettibili di generare sprechi o difetti di produzione, nei riguardi dei fattori indiretti ha maggiore importanza analizzare il tipo di produzione in rapporto alla struttura dell'azienda e al mercato del bene prodotto. Sotto questo aspetto tutte le aziende possono ascrivere a tre tipi fondamentali.

1. Aziende di produzione per unità e in piccola serie.
2. Aziende di produzione di massa e di grande serie.
3. Aziende di processo continuo.

Il confine fra le tipologie è abbastanza incerto e l'appartenenza di un'azienda a uno dei tre tipi fondamentali sopra riportati va fatta in relazione a:

- stadio evolutivo dei processi produttivi;
- correlazione fra gli elementi degli impianti tecnologici impiegati;
- grado di ripetitività delle operazioni fra un ciclo produttivo e un altro o, in subordine, possibilità di paragonare dette operazioni.

La produzione per unità (per esempio su commessa) costituisce la forma più antica: in essa non esistono operazioni ripetitive e il controllo di produzione (quindi, anche quello sui costi) è di difficile gestione. La produzione ripetitiva rappresenta la forma più moderna ed evoluta e il controllo risulta più agevole in quanto tutta l'attività produttiva risulta pianificata. In una situazione intermedia si colloca la produzione di grande serie o di massa. Tutto ciò appare anche abbastanza intuitivo e ha soprattutto validità generale, per qualsiasi processo produttivo, in ciò inclusi quelli afferenti al settore edilizio.

Nel settore edilizio si possono rintracciare tipi di aziende afferenti a ciascuno dei tre dianzi accennati; accanto alle aziende industriali che sviluppano produzioni di grande serie di componenti edilizi e impiantistici, sussistono infatti numerose imprese artigiane che si limitano a produzioni di piccola serie e su commessa.

Un caso particolare, poi, è costituito dal cantiere edile (e di costruzioni, più in generale) che può assumere anche connotazioni di opera unica nella vita dell'azienda imprenditoriale edile: ciò accade perché la quantità di variabili in grado di influenzare la vita del cantiere è generalmente cospicua. Il cantiere deve essere analizzato come punto e momento di incontro e di associazione organica di esperienze produttive talvolta molto diverse fra di loro per tecnologia, basi culturali, provenienza, ecc. Un esempio forse banale, ma significativo, è quello del coordinamento dimensionale fra componenti edilizi e/o impiantistici: basti pensare al problema della compatibilità fra le tecnologie murarie "in opera" (tolleranza di qualche centimetro), di prefabbricazione "fuori opera" (tolleranza dell'ordine del centimetro), di carpenteria metallica (tolleranza dell'ordine del millimetro), ecc., oppure al problema della compatibilità fra materiali diversi per caratteristiche fisico-chimiche, ecc.: problemi certamente comuni ad altri processi produttivi ma che, per le particolari condizioni operative del cantiere di costruzioni, si esaltano.

Risulta evidente, allora, che in tali casi, allo scopo di ottimizzare il rapporto costo/qualità, occorre un controllo di produzione e di costi molto attento nella fase produttiva del processo. Fondamentale, tuttavia, resta la fase di progettazione nella quale venga analizzato dettagliatamente, fra l'altro, il ruolo di ciascun fattore della produzione, in modo che una volta immesso direttamente nel ciclo di produzione come risorsa o affiancato al ciclo stesso come elemento costitutivo dell'organizzazione, se ne possa conoscere esattamente l'incidenza in termini di costo e di contributo alla qualità complessiva del prodotto finito (organismo edilizio).

In particolare nella progettazione del cantiere edile i fattori diretti, e quindi i costi diretti, vengono identificati con le risorse direttamente impiegate in cantiere: fra essi occorre distinguere fra impiego di manodopera, di macchine e attrezzature e di materiali (con questo termine si comprendono le materie prime, i semilavorati, i componenti a diversa complessità tecnologica).

Tale ulteriore distinzione, all'interno dei fattori diretti dalla produzione, specifica i diversi contributi forniti nella fase finale del processo quando, dalla combinazione opportuna di tali fattori, si concretizza la costruzione finale di un organismo edilizio.

La combinazione di questi fattori è variabile in funzione del tipo di costruzione da eseguire, del tipo di rapporto con la committenza e del tipo di organizzazione del ciclo produttivo.

In particolare il contributo della committenza, i cui rapporti con l'impresa sono regolati dal tipo di appalto che lega i due contraenti, acquista pesi diversi a seconda delle fasi di avanzamento dei lavori. Infatti, mentre la volontà della committenza assume un ruolo fondamentale nel fissare le cadenze temporali per grandi gruppi di lavorazioni (fondazioni, struttura costruttiva in elevazione, finiture, ecc.) fino alla consegna finale, durante lo svolgimento dei lavori essa deve generalmente accettare che sia l'impresa a determinare in dettaglio le specifiche successioni esecutive e a organizzare la produzione.

Nella fase esecutiva, infatti, anche il contributo della committenza esiste ugualmente: esso assume, però, diversa importanza in funzione del tipo di sottosistema dell'organismo edilizio (cioè membrature, finiture, impianti, isolamenti e protezioni), in quanto deve contemperarsi con le esigenze stabilite nel progetto esecutivo. Si prendano in esame, per esempio, le membrature (in modo particolare quelle portanti): la committenza si limiterà a verificare la corrispondenza del costruito a quanto previsto sul capitolato (materiale da impiegare, tipo di lavorazione, ecc.), lasciando tutte le altre decisioni al tecnico incaricato (dimensionamento delle ossature, caratteristiche dei materiali, prove, controlli e collaudi per accertare la conformità alle specifiche di norma e di capitolato, ecc.). Rispetto all'esecuzione delle finiture, viceversa, il potere decisionale della committenza è, generalmente, più vasto, sia perché incide sulle scelte iniziali di capitolato, sia perché, spesso, la committenza richiede variazioni in corso d'opera riguardanti modifiche del tipo di materiale e/o delle modalità di esecuzione.

Il contributo della committenza ha peso e caratteristiche diversi in funzione del tipo di appalto per l'affidamento dei lavori che regola l'esecuzione dell'opera. Infatti nei casi di appalto per licitazione privata, asta pubblica e trattativa privata, la committenza ha già elaborato (in modo generalmente più organico nei primi due casi) un capitolato dei lavori. Quindi ha già espresso precise scelte che, tuttavia, possono essere cambiate in corso d'opera, pur senza uscire dai precisi limiti stabiliti dalle leggi vigenti e delle norme specifiche che dovrebbe-

ro essere riportate in capitolato, sia che si tratti di lavori pubblici che di lavori privati. Nel caso di appalto-concorso, viceversa, la committenza si limita a fornire un progetto preliminare e un capitolato prestazionale, deputando l'intero onere delle scelte specifiche all'impresa concorrente (dal progetto esecutivo alla definizione delle strutture portanti, dalle finiture agli impianti, ecc.); anche in questo caso la committenza si riserva, però, la possibilità di apportare varianti al progetto prescelto.

La scelta da parte dell'impresa di partecipare alla gara d'appalto comporta una preventiva valutazione delle implicazioni tecnico-economiche dell'intervento, per poter formulare un'offerta: questa, sviluppata tenendo conto delle proprie potenzialità tecnico-esecutive, deve risultare economicamente concorrenziale rispetto alle offerte delle altre imprese partecipanti, e deve consentire all'impresa di operare in regime economico intramarginale, cioè deve permettere di ricavare, dal lavoro svolto, un tornaconto positivo.

3.1.3 La fase di progettazione del ciclo produttivo nell'impresa

L'impresa, per valutare le implicazioni tecnico-economiche di un intervento, deve compiere una serie di studi, ricerche e accertamenti preventivi allo scopo di individuare tutti gli elementi suscettibili di portare variazioni nell'organizzazione del cantiere e, quindi, capaci di influenzare il costo tecnico e organizzativo dell'opera, cioè, in ultima analisi, la sua incidenza sull'ammontare dell'offerta.

Fra questi studi la progettazione del cantiere riveste notevole importanza, sia sotto l'aspetto tecnico, sia sotto l'aspetto economico. La progettazione e l'organizzazione del cantiere per l'edilizia sono principalmente influenzate dai seguenti parametri:

- *destinazione dell'opera*: residenziale, produttiva, commerciale, ricettiva, sanitaria-assistenziale, ecc.;
- *tipo costruttivo*: formale, dimensionale, statico;
- *dimensione dell'opera*: opera a scala architettonica, edilizia, ecc.;
- *tecnologia costruttiva e materiali impiegati per l'edificazione*: tecnologia del calcestruzzo, dell'acciaio, ecc.;
- *tipo di intervento*: nuova costruzione, ristrutturazione, demolizione totale, ampliamento, riduzione, risanamento igienico, consolidamento strutturale, adeguamento impiantistico, restauro conservativo delle sole finiture, ecc.;
- *tempo a disposizione per l'esecuzione dei lavori*: periodo stabilito nei patti contrattuali, o sotto forma di un numero predeterminato di giorni naturali e consecutivi, o sotto forma di scadenze successive per la consegna di parti dell'opera, ecc.

La progettazione del ciclo produttivo per l'impresa di costruzioni deve, quindi, articolarsi in tre tipologie di progetto (Tabella 3.1, a pagina seguente).

Tabella 3.1 Il ciclo produttivo nell'impresa - 1. Fase di progettazione.

Progetto	Input	Output
Progetto operativo	1. Risorse impiegate 2. Situazione ambientale 3. Composizione cantiere	Pianificazione del cantiere
	1. Tempi e interdipendenze 2. Elaborazione modello	Programmazione dei lavori
Progetto economico	1. Computo metrico 2. Analisi dei costi 3. Stima dei lavori	Preventivo di costo
	1. Scadenze impegni 2. Scadenze rimborsi	Piano economico finanziario
Progetto normativo	1. Specifiche tecniche materiali 2. Specifiche tecnologie costruttive	Capitolato speciale
	1. Patti e condizioni contrattuali	Contratto

1. Un *progetto operativo*: che consente di valutare le risorse necessarie allo sviluppo della produzione, la situazione ambientale di insediamento sia dal punto di vista naturale (come l'orografia e l'idrografia) che costruito (come la presenza di servizi e infrastrutture), la composizione cantiere (come l'ampiezza dell'area a disposizione oltre l'area di sedime della costruzione erigenda), la durata delle lavorazioni previste e le sovrapposizioni possibili e compatibili per la produzione e per la sicurezza.
2. Un *progetto economico*: che consente sia di preventivare i costi in rapporto alla quantità di opere previste e al costo dei materiali e delle singole lavorazioni, sia di prevedere gli esborsi in relazione alla programmazione dei rimborsi.
3. Un *progetto normativo*: che consente di conoscere le specifiche tecniche dei materiali da impiegare e delle tecniche costruttive da utilizzare in rapporto alle prescrizioni di capitolato previste dal contratto.

3.1.4 La fase di esecuzione del ciclo produttivo nell'impresa

Per quanto riguarda il contesto produttivo la valutazione operativa e la stima economica delle fasi dell'intervento devono tenere in considerazione la capacità produttiva aziendale valutata sulla base delle maestranze presenti in azienda, del possibile grado di meccanizzazione del cantiere, della reperibilità dei materiali previsti dal progetto, della presenza di imprenditoria specializzata nella zona di intervento per trovare in loco collaborazione tecnica e produttiva (Tabella 3.2).

Tabella 3.2 Ciclo produttivo nell'impresa – 2. Fase di esecuzione.

Controllo	Input	Output
Controllo di produzione	1. Verifica dell'efficacia dei metodi adottati 2. Verifica della qualità del prodotto	Supervisione
Controllo di gestione	Determinazione dei costi di produzione e rilevazione dei tempi di esecuzione tramite: <ul style="list-style-type: none"> • rilevazione delle quantità e delle quantità di risorse impiegate • rilevazione dei costi indotti a supporto della produzione 	Contabilità industriale
Controllo amministrativo	Documentazione del processo produttivo dal punto di vista storico ed economico tramite: <ul style="list-style-type: none"> • scritture amministrative • scritture contabili 	Contabilità tecnica

La progettazione economica, inoltre, ricava:

- dalla *progettazione funzionale spaziale e tecnologica* le quantità e le qualità di materiali e prodotti da mettere in opera e i procedimenti di lavorazione;
- dalla *progettazione operativa* le implicazioni relative all'ottimizzazione del processo produttivo e dei tempi di costruzione, all'organizzazione degli spazi di cantiere, delle lavorazioni e degli approvvigionamenti, alle quantità e alle qualità di manodopera, macchine, attrezzature e forniture di terzi, in relazione alle condizioni ambientali, alla capacità produttiva delle maestranze, alle difficoltà di esecuzione, alla serialità delle operazioni;
- dalla *progettazione gestionale* la quantità, la qualità e la frequenza degli interventi di gestione degli impianti e di manutenzione programmata della costruzione in funzione delle caratteristiche di manutenibilità e affidabilità dei materiali e dei componenti impiegati.

La combinazione dei parametri sopra riportati e di ulteriori fattori incidenti (fattori economici, politici, sociali interni ed esterni all'azienda) comporta l'insorgere di specifiche situazioni nell'ambito delle quali va progettato il cantiere.

Indipendentemente da quelli che sono i diversi aspetti economici e amministrativi che si creano nelle varie situazioni, interessa ora trattare gli aspetti dell'organizzazione del cantiere, fermo restando che questi hanno inevitabilmente conseguenze su quelli economici e amministrativi.

A seconda del tipo di cantiere che si configura come conseguenza della combinazione dei precedenti parametri, si può avere la presenza di particolari mac-

chine e attrezzature per il lavoro in opera (per esempio per il movimento terra, per il trasporto, per il sollevamento e il trasporto, per il confezionamento di conglomerati e agglomerati), oppure per la produzione di elementi prefabbricati a pie' d'opera (per esempio per la lavorazione di metalli da carpenteria o per lo stoccaggio dei componenti), oppure ancora per la realizzazione di opere provvisoriale atte a tutelare la sicurezza e l'igiene sul lavoro.

In alcuni casi tale dotazione di attrezzature assume caratteristiche particolari per la presenza di vincoli esterni (ubicazione del cantiere, tipo dell'intervento, tecnologie costruttive, ecc.) che rendono tecnicamente impossibili o economicamente non convenienti determinate scelte a beneficio di altre. Queste ultime possono comportare il ricorso ad attrezzature e macchine che l'impresa non possiede nel proprio parco macchine, per cui si possono avere tre diversi casi.

1. L'impresa rinuncia al lavoro.
2. L'impresa acquisisce l'attrezzatura necessarie (in modo temporaneo o definitivo).
3. L'impresa subappalta il lavoro a ditte specializzate.

La prima scelta è prudenziale e implica unicamente l'onere connesso con lo studio del lavoro e la successiva rinuncia.

La seconda scelta è più rischiosa e va compiuta tenendo conto soprattutto dei seguenti elementi:

- entità del lavoro da eseguire con la nuova attrezzatura: in relazione alle dimensioni dell'azienda e alle categorie di lavoro abitualmente assunte in appalto;
- consistenza economica dell'impresa: in rapporto con l'ammontare dell'investimento connesso all'acquisizione della nuova attrezzatura e in funzione del tipo di contratto di acquisto (compravendita in contanti o a rate, compravendita parziale con permuta, *leasing* mobiliare, nolo temporaneo, ecc.);
- grado di preparazione delle maestranze dell'impresa e disponibilità di operatori in grado di far funzionare correttamente la nuova attrezzatura e mantenerla efficiente;
- durata del lavoro: in relazione alla vita della macchina e ai prevedibili futuri lavori che comportino nuovamente il ricorso a quel tipo di macchina;
- eventuale riorganizzazione, più o meno radicale, del lavoro in cantiere, sia in rapporto diretto con l'utilizzazione della macchina, sia relativamente ad altri lavori collaterali che possono subire adeguamenti e modifiche di carattere esecutivo-tecnologico in conseguenza dell'introduzione della nuova macchina.

La terza scelta comporta l'entrata nel ciclo produttivo e nei rapporti fra appaltatore e appaltante di ditte esterne specializzate in determinati settori. Il subappalto può presentare l'aspetto positivo di ricorrere alle più specializzate tecnologie che il mercato mette a disposizione, per ottenere dei vantaggi nei confronti della qualità esecutiva e dei tempi di lavorazione. Al contrario può aversi il fenomeno negativo di un'incontrollata lievitazione dei costi a causa del corrispettivo che l'impresa fornitrice può richiedere per eseguire il lavoro commissionato se essa agisce in

un regime di mercato oligopolistico (quando non addirittura di monopolio unilaterale): il prezzo conseguente risulta indipendente dall'effettivo costo della lavorazione specialistica, e viene determinato dal monopolista massimizzando la propria curva dell'incasso; in modo simile viene prestabilito dagli oligopolisti.

Sulla base di quanto appena esposto emerge che, tanto per la seconda eventualità quanto per la terza, possono instaurarsi regimi di oligopolio o di monopolio unilaterale conseguenti al fatto che alcuni lavori sono appannaggio soltanto di poche imprese. Il monopolio e l'oligopolio si hanno nella seconda scelta da parte dell'impresa principale, mentre nella terza sono detenuti dalle imprese specialistiche in subappaltati.

In entrambi i casi le altre imprese restano escluse per uno o più dei seguenti motivi:

- dimensioni dell'azienda;
- preparazione tecnica delle maestranze e dei quadri dirigenziali;
- situazione economica contingente dell'impresa al momento dell'acquisizione del lavoro.

Va precisato, tuttavia, che anche per le imprese che operano in regime monopolistico od oligopolistico si rende necessaria un'attenta valutazione economica del lavoro con particolare riguardo allo studio dell'incidenza che hanno, sul costo totale, gli ammortamenti dell'attrezzatura specifica, soprattutto quando questa ha un elevato costo di acquisto e/o di esercizio. Si possono, infatti, correre i rischi sia di sottovalutare queste incidenze, scontandone poi le negative conseguenze al momento della sostituzione della vecchia attrezzatura, sia di sopravvalutarle al punto da praticare un prezzo d'uso tanto elevato che diventa proibitivo per la maggior parte dei potenziali utilizzatori di quella tecnologia, con negative conseguenze sulla curva dell'oligopolista.

Tali considerazioni sono oggi maggiormente importanti di un tempo, in quanto il sempre crescente grado di meccanizzazione del cantiere comporta un parallelo aumento dell'incidenza dei costi di impiego delle macchine e delle attrezzature sul costo globale di intervento. Considerazioni analoghe a quelle fatte per le attrezzature possono estendersi alla manodopera.

Il ricorso a manodopera specializzata viene attuato, infatti, in due casi: il primo è diretta conseguenza dell'aumento del grado di meccanizzazione del cantiere (come detto in precedenza) che richiede operatori capaci di far funzionare e mantenere efficienti macchine e attrezzature caratterizzate da elevata complessità tecnologica; il secondo caso riguarda l'impiego di manodopera specializzata per l'esecuzione di lavori in prevalenza manuali e ritenuti eseguibili con difficoltà e con risultati qualitativamente e quantitativamente scadenti da parte delle maestranze dell'impresa principale.

Nel primo caso l'impiego di specialisti è giustificato dal fatto che spesso l'impresa principale non è in grado di garantire una continuità di lavoro a questi

operatori, per cui li richiede temporaneamente all'esterno, e dal fatto che le imprese subappaltanti, in genere, preferiscono gestire in proprio quella parte dei lavori con i propri operatori, oltre che con i propri mezzi meccanici.

Nel secondo caso il ricorso a manodopera specializzata si giustifica solo quando l'impresa debba eseguire lavori inusuali o richiedenti specifiche esperienze che non sempre scuole di specializzazione possono garantire e, in ogni caso, non sempre maestranze specializzate possono essere impiegate con continuità nella gestione ordinaria di un'azienda. Questo fenomeno si è molto diffuso negli ultimi anni, assumendo dimensioni e caratteristiche abnormi, tanto che non è infrequente il caso di imprese che acquisiscono lavori di notevole impegno tecnico-economico pur avendo alle proprie dipendenze dirette poche unità lavorative, in quanto preferiscono ricorrere prevalentemente a operazioni di subappalto.

Le conseguenze di tale orientamento operativo comportano notevoli ripercussioni sia a livello tecnico che economico. A livello tecnico si ottiene una vera e propria diseducazione delle maestranze, che finiscono per essere in grado di eseguire solo una ristretta gamma di lavori: per esempio un muratore si disabilita o non potrà mai imparare a confezionare e porre in opera intonaci, a montare pavimenti e rivestimenti, ecc., se continuerà solamente a posare mattoni (non sempre, oltretutto, in modo corretto).

A livello economico le squadre di specialisti tendono a organizzarsi e a costituire forme di oligopolio riuscendo a imporre prezzi sproporzionati all'effettivo impegno lavorativo, i quali consentono guadagni molto superiori a quelli di un dipendente dell'impresa principale. L'incremento di costo che il ricorso agli specialisti comporta non è, spesso, accompagnato da un parallelo aumento della qualità del lavoro, tanto che se l'impresa avesse eseguito in proprio quelle lavorazioni, avrebbe certamente risparmiato; avrebbe potuto esercitare un maggior controllo tecnico e avrebbe, forse, ottenuto un risultato qualitativo eguale, se non migliore.

È preferibile che l'impiego di squadre di specialisti esterni venga, perciò, limitata ai casi di effettiva necessità (cioè alle opere richiedenti elevatissima specializzazione o ai lavori caratterizzati dal fatto di essere svolti poco di frequente) non solo per elevare il tasso medio di professionalità delle maestranze delle imprese, ma anche per ottenere delle economie di scala, a tutto beneficio del committente.

3.2 La produzione edilizia e la qualità nella fase di produzione

3.2.1 Gli obiettivi della produzione

Lo studio di un processo di intervento edilizio, inteso come successione organizzata di fasi operative con l'obiettivo di soddisfare in termini di produzione edilizia le esigenze dell'utenza, si conclude con la progettazione dell'intervento esecutivo specifico. Le caratteristiche dell'organismo edilizio sono espresse nei documenti di progetto e la progettazione della fase esecutiva consente di individuare tutte le prescrizioni relative alla organizzazione spaziale degli elementi

Tabella 3.3 Pianificazione operativa del processo produttivo.

1. <i>Programma degli obiettivi</i> : chiarisce le finalità specifiche del processo produttivo nel rispetto delle condizioni contrattuali	
2. <i>Programma delle attività</i> : traduce le caratteristiche del progetto in disposizioni operative secondo i parametri: <ul style="list-style-type: none"> - tempestività di esecuzione - coordinamento di risorse e attività lavorative - qualificazione del prodotto realizzato 	
Obiettivi	Attività
Cosa fare	Scomposizione dettagliata dell'opera
Come eseguire	Elaborazione delle schede delle attività produttive e delle singole lavorazioni
Quanto eseguire	Quantificazione dei lavori sulla base del progetto e dei controlli effettuati
Quando eseguire	Definizione della sequenza delle fasi lavorative, delle durate delle attività e della sovrapposizione delle lavorazioni
Chi deve eseguire	Assegnazione di compiti e responsabilità
Quali risorse utilizzare	Definizione di materiali, manodopera, macchine, attrezzature e assegnazione alle singole lavorazioni
Quali standard produttivi perseguire	Definizione dei livelli di qualità del prodotto da realizzare
Quali centri di costo attivare	Definizione dei costi e dell'attribuzione alle fonti di spesa predefinite
Quali sistemi di misurazione delle performance (tempi, costi, qualità) impiegare	Definizione degli strumenti di controllo temporale, economico, qualitativo delle opere

tecnici, alla programmazione dei tempi di esecuzione e dei costi dell'intervento, al controllo in corso d'opera della realizzazione.

La fase produttiva, quindi, prevede non solamente i momenti progettuali di pianificazione delle risorse da coinvolgere nell'esecuzione dell'opera e di programmazione della successione delle attività individuate nel progetto, ma comprende anche il controllo puntuale dell'esecuzione dei lavori in modo da rispettare le condizioni contrattuali di tipo tecnologico, economico e temporale rimanendo all'interno delle previsioni di costo elaborate dall'impresa al momento di effettuare l'offerta per aggiudicarsi l'appalto (Tabella 3.3).

L'esperienza dell'impresa assume grande importanza nello studio e nella gestione della progettazione operativa, ma la sua estraneità nelle scelte formali e funzionali effettuate durante l'elaborazione del progetto architettonico, ha diffuso la tendenza a relegarla a un "momento successivo" come fosse di esclusiva pertinenza del contesto organizzativo e procedurale della realizzazione. Al contrario, le scelte compiute dal progettista in sede di definizione dei caratteri spaziali, dimensionali e tecnologici, o in sede di specificazione delle prestazioni ambientali, spaziali e tecnologiche hanno grande influenza sui procedimenti di organizzazione del cantiere, di messa in opera degli elementi costruttivi, di programmazione dei tempi, di contenimento dei costi.

Dalle scelte progettuali, infatti, si ricavano i tipi di risorse da impiegare indicate, sinteticamente, negli elaborati grafici, come materiali, prodotti, finiture, ecc. e in modo esaustivo nelle descrizioni del Capitolato Speciale (e riprese dalle voci di computo metrico) come materiali e limiti di accettabilità, procedimenti tecnologici e modalità di lavorazione, ecc., cui si aggiungono le risorse e i provvedimenti condizionati e/o imposti dalla situazione ambientale del cantiere o dai tempi concessi per il completamento dell'opera.

Le scelte effettuate in sede di progettazione contengono, quindi, prescrizioni esplicite o implicitamente connesse che condizionano la scelta delle risorse da impiegare, il loro coordinamento, la loro collocazione nello spazio e nel tempo e, in ultima analisi, la consistenza economica dell'intervento, e tali fattori devono essere definiti nella progettazione operativa.

La complessità e la variabilità dei parametri in gioco sono tali che l'impresa non riesce sempre a individuare e adattare procedure atte ad agevolare la produzione e a migliorare l'efficienza aziendale, per cui l'organizzazione produttiva nei cantieri va configurata come un processo metodologico di pianificazione dell'intervento attraverso un programma dettagliato, che traduca gli accordi contrattuali, i contenuti funzionali-spaziali e tecnologici espressi dagli elaborati di progetto (grafici e descrittivi) in disposizioni coordinate nello spazio e nel tempo.

La razionalizzazione del processo edilizio comporta sia la definizione degli obiettivi per chiarire le finalità specifiche del processo produttivo nel rispetto delle condizioni contrattuali, sia la specificazione delle attività produttive necessarie a tradurre le caratteristiche del progetto in disposizioni operative considerando che i parametri di riferimento dei programmi sono: la tempestività di esecuzione entro i tempi concordati, la capacità di coordinare le risorse e le attività lavorative e il mantenimento nelle opere realizzate della qualità prevista.

Il processo di valutazione delle risorse coinvolte e la scelta delle soluzioni tecniche e tecnologiche, in particolare, deve essere condotto secondo una sequenza logica che tenga conto dei tre ambiti nei quali il processo si muove: l'ambito operativo, l'ambito economico e l'ambito normativo.

Tale suddivisione, a cui si possono far corrispondere altrettante fasi progettuali in sede di analisi di fattibilità e le corrispondenti fasi di controllo in sede di esecuzione dei lavori, è dettata dall'esigenza di differenziare i momenti della progettazione e dell'esecuzione distinti per campi di specificità settoriale, ma completamente interrelati fra loro all'interno della gestione del cantiere nel rispetto degli accordi contrattuali intercorsi fra le due parti contraenti.

Il progetto operativo, infatti, prevede lo studio dell'organizzazione del cantiere, dalla valutazione delle condizioni al contorno fino alla pianificazione delle risorse; il progetto economico affronta la preventivazione dei costi e la programmazione delle esposizioni finanziarie e dei rimborsi; il progetto normativo riguarda le norme tecniche e amministrative regolate dal contratto. Lo schema logico che consente di elaborare la pianificazione dei lavori evidenzia anche i rapporti fra risorse da impiegare, tempo richiesto e durata complessiva del processo. Tale schema, usualmente impiegato dalle aziende, che riprende sinteticamente e integra quanto esposto in precedenza, consiste delle seguenti cinque parti.

1. *Analisi dei parametri di progetto:*

- tempo a disposizione per la produzione;
- risorse da impiegare e loro disponibilità sul mercato e all'interno dell'azienda;
- costi elementari delle risorse.

2. *Scomposizione del lavoro:*

- scomposizione delle attività in fasi e sottofasi;
- determinazione, in prima approssimazione, del tempo a disposizione per l'esecuzione di ciascuna fase.

3. *Prima determinazione della durata del lavoro:*

- determinazione della distribuzione delle quantità di risorse necessarie a eseguire il lavoro nei tempi approssimativamente calcolati al punto precedente e sulla base delle rese delle varie risorse;
- calcolo del tempo totale di durata del processo e del suo costo totale.

4. *Verifica intermedia:*

- il tempo totale calcolato al punto 3 deve essere contenuto nei limiti contrattuali;
- il costo totale deve essere contenuto entro il *budget* previsto.

5. *Determinazione finale delle fasi del processo:*

- apporto di eventuali modifiche all'impiego di risorse per rientrare nei limiti di tempo e/o di costo previsti, facendo ricorso, se necessario e possibile, a risorse esterne all'azienda;
- apporto di eventuali modifiche al tipo di risorse da utilizzare per ridurre tempi e/o costi, aumentando le squadre, il numero o la capacità delle macchine per le attività che presentano il minor aumento dei costi diretti e non condizionano la successione organizzata delle fasi di lavoro.

3.2.2. Lo studio dell'organizzazione produttiva

Lo studio dell'organizzazione produttiva può essere affrontato evidenziando le fasi fondamentali che lo caratterizzano, mantenendo sempre il controllo sia della completezza e della congruenza delle azioni, sia dei tempi e dei costi dell'attività di analisi.

1. *Studio del progetto*, composto da:

- *analisi degli elaborati di progetto*, caratterizzata da:
 - identificazione delle caratteristiche spaziali e tecnologiche del progetto, e conseguente verifica sia della complessità dell'oggetto da costruire, sia della completezza e della congruenza della documentazione;
 - definizione dei procedimenti costruttivi e conseguente preliminare verifica sia della complessità operativa, sia dell'adeguatezza tecnica e della convenienza economica della struttura aziendale ad affrontare direttamente le singole tecnologie;
- *analisi dei singoli procedimenti costruttivi*, caratterizzata da:
 - definizione delle singole lavorazioni necessarie per soddisfare le prescrizioni contenute nelle voci di lavoro del capitolato speciale;
 - individuazione e quantificazione delle risorse necessarie per ogni singola lavorazione (materiali, manodopera, macchine, attrezzature);
 - pianificazione delle risorse da reperire all'interno o all'esterno dell'azienda, e conseguente verifica dei fornitori e dei prestatori d'opera, della loro disponibilità e dei loro prezzi.

2. *Studio del processo produttivo*, composto da:

- *analisi del contesto di insediamento*, caratterizzata da:
 - identificazione e valutazione delle condizioni dell'ambiente naturale e costruito e della loro influenza sull'organizzazione e gestione del cantiere;
 - identificazione e valutazione delle condizioni dell'ambiente sociale ed economico e della loro possibile influenza sull'organizzazione e gestione del processo produttivo;
- *analisi delle fasi esecutive*, caratterizzata da:
 - progettazione logistica, in funzione degli spazi a disposizione, della circolazione interna, della quantità di prodotti ragionevolmente approvvigionabili, ecc.;
 - progettazione cinematica, in funzione degli spazi a disposizione, dei tempi di movimentazione e della convenienza temporale dell'utilizzazione delle risorse;
 - progettazione della sicurezza, in funzione delle prescrizioni di norma;
 - programmazione dei tempi di esecuzione, in funzione dei tempi previsti in contratto;
 - programmazione dei costi, in funzione degli oneri che deve sopportare l'azienda e dei prezzi concordati;

- *gestione delle fasi esecutive*, composta da:
 - gestione dei processi costruttivi, nel rispetto delle prescrizioni di progetto;
 - gestione degli approvvigionamenti e conseguente verifica del rispetto della qualità e quantità dei materiali consegnati, delle date di consegna, dei costi prestabiliti;
 - gestione delle prestazioni di terzi e conseguente verifica della qualità delle lavorazioni e del tempo di consegna dei lavori;
 - gestione della sicurezza nel rispetto delle prescrizioni di norma, delle specifiche dei documenti (piano di sicurezza e di coordinamento, piano operativo di sicurezza) e degli ordini del responsabile della sicurezza in fase di esecuzione;
 - gestione delle emergenze e conseguente decisione delle azioni correttive e preventive da intraprendere;
 - gestione del rapporto col direttore dei lavori e conseguente verifica delle opere in contraddittorio e della documentazione di cantiere elaborata;
 - gestione degli ordini di servizio impartiti dal direttore dei lavori;
- *chiusura/consegna dei lavori*, composta da:
 - gestione del controllo finale delle opere e della contabilità, nel rispetto delle condizioni contrattuali;
 - gestione delle azioni di supporto al collaudo, sia prima delle operazioni di collaudo (azioni di manutenzione e di guardiania), sia durante il collaudo (azioni di assistenza al collaudatore).

Ogni fase viene affrontata non solo come momento di analisi di un aspetto specifico ma, proprio perché costituisce un tassello di verifica del progetto operativo, deve essere costantemente confrontata anche con le implicazioni temporali ed economiche sottese da ogni settore di analisi tramite una successione reiterata di attività di controllo intermedie, che consentono di valutare le implicazioni di durata e di costo di tutte le scelte progettuali e di riversarle sull'analisi iniziale. Quest'ultima, inoltre, deve essere integrata con le considerazioni operative di un'organizzazione più vantaggiosa, dopo aver constatato l'esistenza di alternative alle prime soluzioni individuate e aver definito e impostato il criterio per la valutazione del valore delle singole alternative.

Un percorso di andata e ritorno della sequenza analisi/controllo/implicazioni economiche e temporali ripetuto più volte consente di verificare le soluzioni più idonee da applicare nella gestione del cantiere pur nel rispetto delle prescrizioni progettuali.

La validità del controllo si manifesta in tutta la sua capacità propositiva nei casi di approccio di tipo non tradizionale al processo edilizio, in quanto è già insito in essi un procedimento controllato delle fasi progettuali e della chiara suddivisione dei ruoli e dei compiti degli operatori coinvolti.

3.2.3 Criteri di gestione e di controllo del processo produttivo

La conoscenza e l'approfondimento delle principali implicazioni operative di un intervento per le ragioni esposte devono diventare un preciso impegno del progettista che, nei confronti del committente, ha il dovere di garantire un effettivo controllo di tutto il processo edilizio e una qualità delle proposte progettuali che non si limitino agli aspetti estetico-formali, ma che riguardino l'intervento nella sua globalità.

L'elaborazione di un piano operativo di cantiere, anche se gli aspetti emergenti di tipo tecnico-economico sono stati presi in esame in sede di progetto tecnico-funzionale, richiede un procedimento molto articolato che investe la pianificazione delle risorse, la progettazione dell'ambiente di costruzione, la programmazione dei tempi di esecuzione e la gestione delle fasi esecutive, come analizzato in dettaglio nel seguito e, sinteticamente, nella Tabella 3.4.

Approccio sistematico

Il processo produttivo deve essere affrontato in funzione della chiarezza degli obiettivi, del prodotto da realizzare, dei metodi di lavoro da adottare, dei controlli da applicare, valutando le implicazioni sull'impegno da dedicare e sui costi da sostenere.

Le persone che hanno la responsabilità del processo devono gestire unitariamente la complessità organizzativa e tecnologica, garantendo, in funzione dell'importanza e della complessità del lavoro da svolgere, una efficace gestione di:

- obiettivi specifici del cantiere (qualità da conseguire, tempi da rispettare, costi da mantenere);
- risorse umane coinvolte, interne ed esterne;
- tecnologie utilizzate;
- conoscenze tecniche ed economiche dell'azienda;
- effetti indotti sul processo produttivo dalle variazioni introdotte (sul breve e sul medio periodo).

Gestione delle fasi del processo produttivo

L'azienda deve individuare le persone a cui affidare le responsabilità della conduzione della commessa, definendo obiettivi generali e specifici, compiti e limiti di competenza, collaborazioni e interfacce esterne.

Gli strumenti per la definizione delle responsabilità sono i seguenti:

- la *matrice delle responsabilità*: è costituita da una griglia in cui vengono riportate in ascissa le attività e in ordinata le figure professionali coinvolte, per ognuna delle quali si schematizzano i livelli di responsabilità (per esempio: responsabile, supervisore, informato, ecc.) nell'eseguire determinati compiti;
- la *descrizione delle attività (job description)*: integra la matrice delle responsabilità tramite la definizione, per ogni operatore previsto, dei compiti specifici,

Tabella 3.4 Gestione e controllo del processo produttivo.

Obiettivi	Compiti	Strumenti
Approccio sistematico	Gestire unitariamente la complessità organizzativa e tecnologica	<ul style="list-style-type: none"> Definizione degli obiettivi specifici Valutazione, gestione e controllo degli effetti indotti dalle variazioni (sul breve e sul medio periodo)
Gestione delle fasi progettuali	Definire ruoli e responsabilità	<ul style="list-style-type: none"> Organigramma funzionale Matrice delle responsabilità
Organizzazione	Facilitare soluzioni organizzative	<ul style="list-style-type: none"> Piano del progetto Piani dei sottoprogetti WBS WP
Identificazione degli strumenti	Imporre l'uso di tecniche idonee per controllo di: qualità, tempi, costi	<ul style="list-style-type: none"> Controlli Qualità di prodotto e di processo Sistemi di programmazione <i>Budgeting</i> Controllo costi Gestione legale, finanziaria, operativa del contratto
Pianificazione	Ricerca alternative processuali	<ul style="list-style-type: none"> Definizione percorsi di sviluppo Elaborazione e revisione delle previsioni Aggiornamento della stima dei risultati Confronto dei risultati ottenuti con quelli attesi Gestione dei rischi e degli imprevisti
Programmazione	Controllare i tempi	<ul style="list-style-type: none"> Modelli grafici (Cronogrammi, Gantt) Modelli matematici (PERT, CPM, DPM, GERT)
Rapporto col cliente	Gestire l'instabilità del progetto	<ul style="list-style-type: none"> Gestione rapporti interpersonali Assunzione decisioni non programmate
Collaborazione	Facilitare la collaborazione	<ul style="list-style-type: none"> Gestione rapporti interni Gestione competitività collaborativa
Comunicazione	Facilitare la comunicazione	<ul style="list-style-type: none"> Trasmissione rapporti e risultati Banca dati interna Archivio interno

delle finalità del ruolo, dei rapporti (interfacce interne ed esterne, a monte e a valle del processo) in relazione all'organigramma per quello specifico lavoro;

- *l'organigramma funzionale*: schematizza i rapporti fra gli operatori interni tramite l'indicazione dei rapporti gerarchici nella logica delle funzioni aziendali coinvolte.

Organizzazione

Ogni processo produttivo deve essere regolato da un Piano di processo che costituisce lo strumento di facilitazione delle soluzioni organizzative, in quanto in esso confluiscono e si strutturano:

- le attività di analisi e di previsione;
- le azioni da svolgere e le modalità di attuazione;
- gli *input* dal contesto e l'influenza sul processo;
- le previsioni di investimento e di costi;
- i consuntivi parziali dello svolgimento delle attività;
- i responsabili e le interfacce operative;
- i segnali di rischio e di criticità.

Ogni Piano di processo può essere scomposto in Sottopiani, ma viene rappresentato sinteticamente attraverso particolari strumenti:

- WBS (*Work Breakdown Structure*), struttura gerarchica che, per livelli successivi di scomposizione e di approfondimento, consente di identificare le fasi operative e le attività in funzione del tipo di progetto da realizzare (*output*);
- WP (*Work Package*), struttura di scomposizione e di analisi delle attività semplici, che mette in evidenza la successione delle attività elementari costituenti e le modalità di svolgimento, le risorse e le responsabilità, la tempistica e il costo, per gestirle in modo corretto ed efficace.

Identificazione degli strumenti

La gestione del processo richiede l'uso di tecniche idonee per il controllo di qualità, tempi, costi, in modo da verificare periodicamente:

- la quantità del lavoro eseguito e delle risorse impiegate;
- il livello dei risultati ottenuti e la rispondenza con i risultati attesi;
- il rispetto dei tempi concordati;
- il rispetto dei costi previsti;
- le condizioni per terminare il lavoro;
- l'entità degli scostamenti dei tempi concordati e dei costi previsti rispetto alle previsioni.

Pianificazione

La pianificazione del processo produttivo, nella logica della gestione qualitativa dell'appalto, richiede:

- la scomposizione del processo in fasi operative;
- la definizione delle fasi operative non utilmente scomponibili;
- la specificazione di ogni fase operativa secondo la sequenza, le caratteristiche e i criteri di gestione procedurale delle attività componenti;
- la responsabilizzazione degli operatori;
- la definizione di strumenti e di sistemi di controllo;

- la definizione di percorsi di sviluppo del processo compatibili con gli accordi contrattuali e le esigenze dell'azienda;
- l'elaborazione e la revisione delle previsioni in presenza di difficoltà nello sviluppo del processo;
- l'aggiornamento della stima dei risultati;
- il confronto dei risultati ottenuti con quelli attesi evidenziando gli scostamenti.

Le revisioni sono programmate e vanno effettuate con cadenze periodiche per consentire di:

- individuare i punti di sofferenza del processo;
- valutare l'ordine dei problemi;
- intervenire per risolvere difficoltà tecniche e per recuperare:
 - i costi eccedenti rispetto al *budget*;
 - i tempi perduti rispetto alla programmazione effettuata;
 - l'insorgere di problemi di interpretazione del contratto con il committente.

Programmazione

La successione organizzata delle attività definite nella pianificazione viene ulteriormente specificata nella programmazione, che definisce la collocazione temporale delle singole attività e delle risorse a esse collegate e attribuisce specifiche durate in funzione della complessità del processo e dei vincoli temporali di consegna dei lavori, totali o parziali concordati nel contratto. Anche in questo caso si rileva un processo iterativo di verifica della compatibilità delle singole durate con quelle complessive ammesse e, di conseguenza, la quantità e la programmazione delle risorse per controllare il rispetto dei tempi concordati.

Gli strumenti per il controllo della programmazione delle attività si basa su tecniche puramente grafiche (cronogrammi, diagramma di Gantt) o di tipo reticolare (PERT, CPM, DPM, ecc.).

Rapporto col cliente

Il cliente e i suoi legali rappresentanti (direttore dei lavori, responsabile dei lavori, coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione) mantengono un rapporto costante con l'appaltatore sia nella gestione ordinaria del processo, sia nelle condizioni di emergenza che devono consentire la gestione delle instabilità delle fasi esecutive dell'opera.

La direzione aziendale ha delegato dall'inizio dei lavori dei suoi rappresentanti alla gestione di questi rapporti (responsabile di commessa, direttore tecnico di cantiere) e tali responsabili devono essere in grado di assumere celermente decisioni non programmate che mantengano l'accordo con il committente e garantiscano l'impresa da rilevanti esposizioni finanziarie.

Collaborazione

La complessità di un processo produttivo richiede la collaborazione di tutti gli operatori coinvolti e la tempestività delle risposte necessarie allo sviluppo delle fasi operative.

Ogni operatore diretto (direttore tecnico di cantiere, capocantiere, ecc.) e ogni operatore indiretto (responsabile amministrativo, responsabile magazzino, responsabile contratti fornitori, ecc.) devono agevolare la gestione dei rapporti interni in uno spirito collaborativo, anzi sarebbe più completo dire di competitività collaborativa, che agevoli le azioni e le decisioni da prendere nel corso del processo produttivo.

Comunicazione

La corretta gestione di un processo si regge sullo scambio diretto e continuo di informazioni sia con l'esterno (committente, enti di controllo) che con l'interno (operatori coinvolti nel processo produttivo).

Si tratta di comunicazioni per il controllo del processo, per la trasmissione di rapporti e di dati che consentono la conoscenza immediata degli avvenimenti, diffusa a tutti gli interessati; la possibilità di prendere adeguate contromisure in caso di difformità dalle previsioni (produttive, economiche, finanziarie); la formazione di una banca dati che fa tesoro delle esperienze pianificatorie e dei risultati conseguiti e la conservazione dei dati in un archivio interno strutturato per rendere agevole il reperimento di documenti e informazioni.

3.2.4. La responsabilità degli operatori

La gestione manageriale dei processi produttivi prevede la definizione di ruoli, mansioni e responsabilità per ogni settore aziendale e per ogni attività intrapresa, e si esplicita tramite strumenti specifici.

Compiti dei responsabili direttivi

Direzione generale (DG)

La Direzione generale definisce le strategie aziendali in funzione della struttura dimensionale, del tipo di mercato affrontabile, dello sviluppo prevedibile. La definizione degli obiettivi, degli indirizzi generali, degli impegni per la qualità, posti in relazione sia al prodotto che ai metodi di lavoro, consentono di valutare le implicazioni su costi, profitti, competitività aziendale.

Il gruppo dirigente (proprietario, amministratore unico, amministratore delegato, consiglio di amministrazione) deve definire i compiti del personale, precisando in modo univoco le responsabilità, i limiti di competenza, i rapporti di interfaccia sia per i singoli operatori interni che per gli esperti esterni.

La Direzione generale cura, in particolare, una efficace gestione delle risorse umane, delle conoscenze e informazioni aziendali, delle tecnologie utilizzate, degli insegnamenti ricavati dalle esperienze precedenti.

Direttore tecnico (DT)

Il Direttore tecnico assume l'onere di attestare la capacità tecnica dell'impresa e agisce come rappresentante dell'impresa durante l'esecuzione dei lavori. Può essere l'imprenditore e/o i dirigenti che hanno diretto i lavori per conto dell'impresa nell'ambito dell'attività imprenditoriale, e tale idoneità è dimostrata dal possesso di titoli di studio e professionali e da certificati (rilasciati dal committente o dai direttori dei lavori) attestanti la corretta esecuzione dei lavori eseguiti e diretti. Nelle piccole imprese il Direttore tecnico si occupa dell'organizzazione di tutto il settore tecnico, mentre nelle grandi imprese ha il compito di coordinare determinati appalti come quelli, per esempio, emanati da una grande stazione appaltante.

Responsabile della qualità (RQ)

Il Responsabile della qualità ha il compito di guidare l'azienda a dotarsi di un proprio Sistema Qualità in linea con la politica della qualità aziendale. Deve mantenerlo in efficienza e aggiornarlo continuamente agendo in piena autorità e autonomia e diventa l'interfaccia interna per ogni controllo, sia interno (controllo della direzione, dei responsabili di commessa, di progetto, di produzione), sia esterno (controllo del cliente, del certificatore).

I suoi compiti fondamentali si possono riassumere nella definizione sia della struttura organizzativa, di ruoli, mansioni e responsabilità degli operatori per la conduzione della qualità, sia di metodi e strumenti di coordinamento e di comunicazione fra gli operatori per garantire la circolazione delle informazioni, sia, infine, della qualificazione professionale delle risorse umane presenti in azienda e della necessità di livelli di competenza, esperienza e addestramento delle risorse umane per ogni specifica funzione. Per ottenere tali obiettivi, tramite un'attività di gestione e di aggiornamento, deve elaborare le procedure gestionali e operative e le istruzioni di lavoro per lo sviluppo delle attività.

Responsabile degli acquisti (RA)

Il Responsabile degli acquisti valuta il programma dei lavori operativo iniziale, determinando le scadenze per la preparazione della richiesta d'offerta da inviare a eventuali subappaltatori o fornitori. Per ogni lavorazione da affidare a terzi indica la data e il tempo limite necessario per esplicitare la procedura in oggetto. La pianificazione degli acquisti per il cantiere avviene organizzando il quadro dei fornitori da contattare per una determinata lavorazione (è opportuno interpellare almeno due ditte per ogni fornitura) e indicando le modalità di certificazione dei prodotti o servizi da acquistare (dichiarazione di conformità, scheda tecnica del materiale, prove fisiche, chimiche e meccaniche del materiale, relazioni di verifica).

Ogni richiesta deve essere definita con il Direttore di cantiere al fine di individuare tutti gli elementi necessari ai fornitori/subappaltatori per la realizzazione dell'offerta richiesta, e deve essere dettagliata in modo da ricevere preventivi omogenei e da confrontare le offerte pervenute in base agli stessi parametri.

Compiti dei responsabili di produzione

Responsabile di commessa (RC)

Il Responsabile di commessa coordina la struttura aziendale e i responsabili di ogni fase operativa attivata, decide le azioni da promuovere, gestisce il rapporto con il committente o i suoi rappresentanti, rispetta e fa rispettare i vincoli contrattuali, orienta gli obiettivi di eventuali modifiche richieste.

La funzione di ottimizzare il processo progettuale riguarda la pianificazione e la gestione: della qualità di processo in funzione della natura dell'organizzazione della struttura aziendale; dell'entità e della natura del progetto da realizzare, della fase produttiva specifica; della contemporaneità con altri processi produttivi; dell'integrazione dei singoli apporti degli operatori coinvolti.

Nel rapporto con il committente il RC ha l'onere di identificare tutte le specifiche delle condizioni contrattuali, di rispettare i vincoli di tempo e di costo per la realizzazione dell'opera, di gestire col committente buoni rapporti (contrattuali, legali, finanziari, ecc.), di organizzare la trasmissione continua di informazioni tramite riunioni, comunicazioni, trasmissione di documenti e di rispondere sia a tutti i quesiti tecnici sollevati, sia alle implicazioni dovute per l'investimento.

Nel rapporto con l'azienda, invece, il RC ha l'onere di trasmettere gli accordi alla struttura operativa, di coordinare e controllare lo sviluppo dei lavori, di stabilire le priorità strategiche e giustificare i risultati.

Il Responsabile di commessa risponde dei profitti e delle perdite dell'impresa, in quanto ha la responsabilità di coordinare i lavori e di raggiungere i risultati attesi nel rispetto dei vincoli temporali ed economici del contratto.

Di grande importanza risulta la capacità di gestire i conflitti all'interno del gruppo di lavoro, che devono essere superati senza indugio e, quindi, gestiti con ogni mezzo possibile, tramite la pianificazione e l'approvazione degli obiettivi, dei tempi di esecuzione e dei costi di gestione del processo produttivo, la definizione e la pianificazione dei criteri di gestione della produzione (pianificazione delle azioni, dei tempi, dei costi) e la sorveglianza dello stato di avanzamento delle opere.

Il controllo in fase esecutiva riguarda, da una parte, la valutazione periodica del processo produttivo per identificare i problemi e definire gli interventi correttivi, la gestione del rischio tecnico, organizzativo ed economico delle correzioni di programma e, dall'altra, la verifica periodica dell'avanzamento del processo del rispetto dei programmi temporali, economici e di garanzia della qualità.

Direttore di cantiere (DC)

Il Direttore di cantiere è il collaboratore più stretto del responsabile di commessa ed è la figura operativa della funzione aziendale "Coordinamento di commessa" che pianifica, gestisce e controlla tutte le fasi operative di cantiere e, anzi, quasi sempre partecipa allo studio della commessa in fase di preparazio-

ne dell'offerta per avere già una buona conoscenza delle caratteristiche dell'opera da costruire e avere già valutato e prefigurato le modalità di gestione e di controllo dei lavori in caso di aggiudicazione dell'appalto.

Nei confronti del committente il DC rappresenta l'impresa in tutti i rapporti con la direzione dei lavori incaricata dalla committenza di supervisionare le opere e, quindi, deve rispettare tutti gli ordini di servizio impartiti presentando eventuali riserve scritte in caso di disaccordo, effettuare in contraddittorio le misurazioni dei lavori eseguiti e chiedere sospensioni e proroghe dei lavori qualora se ne presentino le condizioni.

La necessità di gestire il processo produttivo secondo le modalità prestabilite impone di verificare il raggiungimento degli obiettivi di qualità, tempi e costi; di garantire la sicurezza in cantiere; di visionare la documentazione tecnica, contabile e amministrativa elaborata dal direttore dei lavori e di verificare il raggiungimento delle condizioni per l'emissione degli stati di avanzamento lavori. Al termine dei lavori il DC deve garantire manutenzione e guardiania dell'opera conclusa ma non collaudata e fornire assistenza al collaudatore nella sua attività di verifica.

Nei confronti dell'azienda e delle altre strutture produttive coinvolte nel processo realizzativo il DC deve, prima dell'accantieramento, interpretare e definire correttamente le specifiche tecniche di progetto, studiare approfonditamente il progetto per renderlo cantierabile, definire le quantità e le qualità delle risorse da attivare (materiali, manodopera, macchine, attrezzature, forniture di terzi), determinare, coordinare e gestire i tempi e le modalità di esecuzione delle lavorazioni (anche in relazione ai tempi concessi e ai prezzi riconosciuti in contratto).

Durante la fase esecutiva, il DC deve prevedere le fasi di approvvigionamento di materiali e prodotti, coordinare i fornitori e le altre aziende direttamente coinvolte nell'esecuzione, controllare lo stato di avanzamento dei lavori e il rispetto delle scadenze temporali di contratto, dei costi e della contabilità di progetto.

Di grande importanza risulta l'organizzazione di riunioni periodiche di controllo del raggiungimento degli obiettivi e la tempestiva attuazione degli interventi di adeguamento delle lavorazioni che si rendessero necessari o segnalare tempestivamente l'insorgenza di problemi al RC per consentire interventi correttivi adeguati. Per quanto riguarda l'aspetto economico il DC deve da una parte attribuire i costi ai centri di costo previsti e trasmettere i dati economici al Centro Elaborazione Dati del Settore Amministrativo aziendale, mentre, dall'altra, deve verificare periodicamente l'andamento dei costi e dei ricavi.

Il Direttore di cantiere ha, inoltre, il compito di garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori e di eventuali terzi che vengano a contatto col cantiere in modo programmatico (fornitori, subappaltatori, ecc.) o casuale (passanti, confinanti col cantiere, ecc.).

Nelle imprese piccole e medio-piccole il Direttore di cantiere assume anche compiti e mansioni del Responsabile di commessa.

Capocantiere (CC)

Il Capocantiere è il collaboratore più stretto del DC e rimane costantemente in cantiere con la responsabilità di organizzare la produzione (coordinare l'attività delle maestranze organizzate in squadre, controllare tutte le fasi esecutive dei lavori e verificare la manutenzione delle macchine e delle attrezzature), controllare gli approvvigionamenti (verificare le consegne di materiali e prodotti finiti e il rispetto della data di consegna, delle quantità e delle qualità previste e conservare i documenti di trasporto dei fornitori per l'aggiornamento contabile degli approvvigionamenti), supportare il Direttore di cantiere (aggiornarlo costantemente dell'andamento dei lavori e segnalargli tempestivamente i ritardi e le diseconomie rilevati per consentire interventi correttivi celeri e adeguati) e garantire la sicurezza (distribuire i dispositivi di protezione individuali agli operai, collocare le protezioni collettive dove sono state previste e verificare che non vengano rimosse o manomesse, verificare se le maestranze delle ditte subappaltanti presenti in cantiere sono quelle effettivamente denunciate prima dell'inizio dei lavori).

3.3 Gli strumenti della pianificazione

3.3.1 La scomposizione del lavoro

La gestione e la realizzazione dell'opera presuppongono uno studio preliminare del progetto esecutivo, che permetta di conoscere tutte le problematiche legate al processo produttivo che si andrà a sviluppare (Tabella 3.5).

La prima analisi del progetto avviene nella fase di studio dell'offerta, cioè durante la valutazione effettuata dall'impresa relativa alle caratteristiche del progetto (dimensioni, collocazione, complessità, ecc.), alle specifiche di prestazione degli elementi spaziali e tecnici (qualità attesa), dei vincoli economici (prezzi unitari proposti) e temporali (durata dei lavori e scadenze di consegna parziale), delle condizioni di accantieramento (logistica, approvvigionamenti, ecc.), delle condizioni contrattuali (patti e condizioni).

Tale analisi, per sua natura, risulta abbastanza approfondita, poiché richiede, da una parte, un'attenzione alle variabili in gioco per poter valutare la complessità del lavoro e i prezzi che si possono ragionevolmente proporre in alternativa a quelli previsti nei documenti di progetto ma, dall'altra parte, riveste un certo grado di sommarietà, sia perché si fa riferimento a rese medie e a condizioni medie di conduzione del cantiere (in questo caso, ovviamente, si ricorre alle esperienze pregresse per lavori simili), sia perché non si possono dedicare troppe ore a uno studio approfondito, con grande dispendio economico per lavori che non si ha certezza di aggiudicarsi. Per queste ragioni è importante che nella fase di studio sia coinvolto il tecnico che, con ogni probabilità, verrà nominato Direttore di cantiere qualora l'appalto venga aggiudicato alla sua azienda.

Tabella 3.5 Presupposti per una scomposizione del lavoro.

Fattori di studio	Azioni preparatorie
Contenuti e specifiche di gara	<ul style="list-style-type: none"> • Analizzare il tipo di gara • Analizzare le condizioni richieste • Analizzare la documentazione richiesta
Contratto	<ul style="list-style-type: none"> • Analizzare le condizioni contrattuali generali • Analizzare gli allegati e le specifiche contrattuali
Progetto	<ul style="list-style-type: none"> • Elencare le opere da eseguire • Analizzare le specifiche tecniche e tecnologiche
Documentazione tecnica	<ul style="list-style-type: none"> • Definire i requisiti tecnico-funzionali del progetto e delle sue parti • Definire le specifiche tecniche di realizzazione • Definire le specifiche tecniche su materiali e tecnologie
Lista dei controlli e dei collaudi	<ul style="list-style-type: none"> • Definire le procedure dei controlli • Definire le procedure dei collaudi
Sviluppo generale della struttura organizzativa	<ul style="list-style-type: none"> • Definire il fabbisogno di risorse (quantità e qualità) • Definire il ricorso a fornitori esterni
Condizioni e caratteristiche	<ul style="list-style-type: none"> • Valutare i sistemi di trasporto e comunicazioni, i dati climatici, il mercato locale, i servizi

All'atto dell'aggiudicazione il progetto viene riesaminato da cima a fondo per essere pianificato e programmato in modo completo ed esauriente, poiché prima di iniziare i lavori è necessario avere prevista e risolta ogni variabile organizzativa del processo produttivo. È buona regola ricordare che durante l'esecuzione dei lavori si presentano sempre degli imprevisti che saranno affrontati in modo migliore se non si dovranno risolvere anche altri problemi insorti per carenza preventiva di pianificazione operativa e temporale dei lavori.

Le informazioni che derivano dalla fase di riesame del progetto permettono di pianificare e gestire nel miglior modo il processo produttivo, in quanto l'analisi e la scomposizione delle attività operative permettono di avere un controllo completo di tutta la realizzazione e il controllo costante diventa il presupposto migliore per individuare in anticipo le eventuali criticità e per porvi rimedio con soluzioni adeguate.

La pianificazione e la programmazione delle fasi esecutive costituiscono i due livelli di approfondimento della fase di ristudio e consentono una gestione e un controllo ottimale del progetto.

La *pianificazione*, infatti, costituisce la fase di definizione dei procedimenti costruttivi necessari alla realizzazione dell'opera, delle attività operative che com-

Tabella 3.6 Pianificazione dell'intervento edilizio – 1. Obiettivi dell'attività di pianificazione.

Obiettivi	Contenuti
Piano generale	<ul style="list-style-type: none"> • Formulazione degli strumenti di programma • Gestione delle azioni di coordinamento • Definizione dei fattori specifici della produzione
Fattori della pianificazione	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimenti costruttivi previsti • Tipi di lavorazioni per ogni singolo procedimento • Modalità di esecuzione • Fattori e cicli della produzione • Interrelazioni e interdipendenze fra le lavorazioni • Modalità, tempi e costi per il raggiungimento degli obiettivi prefissati
Organizzazione	<ul style="list-style-type: none"> • Caratteristiche delle lavorazioni da eseguire • Modalità di esecuzione • Standard di produzione attesi (rese) • Risorse necessarie e quantità di risorse destinate alla produzione • Sequenze delle operazioni durante lo svolgimento del lavoro • Periodo di svolgimento del lavoro • Durata delle singole lavorazioni

pongono il processo produttivo, delle consequenzialità delle attività stesse e delle risorse coinvolte.

La *programmazione* definisce, invece, la successione delle operazioni stabilendo un preciso ordine cronologico di attuazione e colloca le singole attività in determinati periodi, concatenati con gli altri, con durate prestabilite e con caratteristiche di irreversibilità più rigida e vincolante della dimensione spaziale propria della pianificazione, in quanto il rispetto dei tempi assegnati a ogni operazione è condizione fondamentale per non sovvertire gli obiettivi prefissati.

Si può, quindi, definire *programma* una descrizione di fattori, interrelazioni ed effetti che si succedono per il raggiungimento degli obiettivi prefissati dal piano. Il programma è un elaborato che fornisce una base d'azione per conseguire gli obiettivi prefissati; tale elaborato deve essere facilmente comprensibile per permettere un impiego facile e veloce a tutti gli operatori coinvolti.

3.3.2 La pianificazione dell'intervento edilizio

La pianificazione di un progetto si esplica attraverso la definizione di un programma d'azione che consenta la traduzione delle caratteristiche del progetto edilizio (espresse negli elaborati di progetto) in disposizioni operative che siano tempestive, coordinate, qualificate (Tabella 3.6).

Tabella 3.7 Pianificazione dell'intervento edilizio - 2. Requisiti dell'attività di pianificazione.

Obiettivi	Contenuti
Flessibilità	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità di cogliere i mutamenti delle condizioni di lavoro • Capacità di cogliere l'insorgere di vincoli e di prendere decisioni nuove • Capacità di affrontare le condizioni di emergenza
Adeguatezza	<ul style="list-style-type: none"> • Chiarezza delle fasi produttive • Chiarezza delle singole responsabilità • Obiettivi temporalmente e quantitativamente indicati e comprensibili • Stabilità nel tempo

Due requisiti fondamentali devono essere evidenziati nella esplicitazione degli obiettivi generali della pianificazione degli interventi (Tabella 3.7).

Il primo requisito della pianificazione dell'intervento edilizio è la *flessibilità*, cioè la capacità di cogliere i mutamenti delle condizioni e l'insorgere di vincoli e decisioni nuove e di adattare lo strumento operativo (programma generale dei tempi o programma dettagliato di specifiche lavorazioni) per riorganizzare i tempi esecutivi e rispettare gli accordi contrattuali. La flessibilità è una caratteristica del programma, ma a questo aspetto devono essere allenati i responsabili di processo, per garantire lucidità di visione della situazione che si è venuta a creare, chiarezza delle variabili in gioco, tempestività nel prendere le decisioni opportune. Nell'affidamento di compiti delicati di conduzione della commessa la direzione dell'azienda, a sua volta, proprio in funzione della complessità di determinati lavori assunti, deve tenere conto sia della capacità operativa e di coordinamento del personale individuato, sia della capacità di adattamento alle emergenze.

Il secondo requisito riguarda la verifica dell'*adeguatezza* del piano in relazione sia alla chiarezza delle opere da eseguire e delle fasi produttive da coordinare, sia alla certezza dei compiti e delle responsabilità dei singoli operatori, sia allo studio approfondito del processo che deve risultare conseguente agli obiettivi identificati (qualità, tempo, costo) e oggetto di minime modifiche nel tempo solo a fronte di grandi stravolgimenti indipendenti dall'impresa.

L'indice di adeguatezza di un programma è costituito dall'insieme di cinque variabili.

1. *Chiarezza del programma*: basata sulla specificazione accurata della sequenza delle singole attività e della loro durata, sulla congruenza operativa delle risorse coinvolte, sulla sovrapposizione delle attività (per contenere i tempi) e della operatività delle lavorazioni, sulla contemporanea presenza di squadre diverse (o di imprese diverse) e del controllo delle interferenze.
2. *Responsabilità definite*: basate su documentazione della Direzione dell'impresa che attribuisce compiti e responsabilità a ogni singolo operatore coinvolto nel processo produttivo.

3. *Obiettivi temporalmente e quantitativamente indicati*: espressi in modo chiaro e comprensibile, per dare certezza ai responsabili del processo produttivo e ai singoli operatori.
4. *Flessibilità*: basata sull'adattabilità delle attività produttive a emergenze che possono insorgere (ritardi, maltempo, ecc.) o a nuove richieste del committente e/o della direzione lavori in modo da poter mantenere lo sviluppo delle attività entro i limiti temporali concordati e contenere gli eccessi di eventuali esborsi economici ulteriori.
5. *Stabilità nel tempo*: basata sulla congruenza delle attività operative, sulla completezza delle previsioni, sulla chiarezza delle indicazioni operative.

È indispensabile inoltre istituire un legame diretto tra “programmazione/esecuzione/controllo” tramite la “comunicazione”. La comunicazione scritta o verbale deve stabilire dei contatti tra le diverse aree interessate, deve rendere partecipi tutti i responsabili, deve permettere la conservazione e la trasmissione delle informazioni acquisite e deve fungere da stimolo per suscitare interesse verso gli obiettivi aziendali. Gli strumenti di attuazione di un piano operativo rendono possibile un'azione di coordinamento e permettono la conoscenza di elementi di fondamentale importanza ossia: quale lavoro deve essere compiuto; quali sono le sequenze delle operazioni che devono essere seguite nello svolgimento del lavoro; in che modo deve essere eseguito; quali sono gli standard di produzione (rese); quali sono le risorse da impiegare; quale è la quantità di risorse da destinare alla produzione; in quale periodo il lavoro deve essere svolto.

Con la pianificazione (Tabella 3.8) si procede alla identificazione di sette azioni.

- *Cosa fare*: vengono individuate le attività e i procedimenti costruttivi previsti, e vengono definite le sequenze delle operazioni per lo svolgimento del lavoro e il completamento delle opere.
- *Come eseguire*: vengono definite le modalità di esecuzione per ogni singolo procedimento e per ogni singola attività, le interrelazioni e le interdipendenze operative per rendere completa ogni azione ed evitare riprese onerose, sia dal punto di vista temporale che economico e spesso operativamente difficoltose.
- *Chi deve eseguire*: vengono definite le responsabilità degli operatori, sia interni che esterni, a tutti i livelli di coinvolgimento.
- *Quali risorse utilizzare*: vengono definite le risorse necessarie alla produzione, la quantità di risorse interne e quelle da reperire all'esterno.
- *Quali costi sostenere*: vengono definiti i centri di costo e la convenienza economica dell'esecuzione diretta o del coinvolgimento di fornitori esterni (*make or buy*).
- *Quando eseguire*: vengono definite le durate delle attività, i periodi di svolgimento e le sovrapposizioni delle singole attività.
- *Come misurare i risultati*: vengono definiti i sistemi di misurazione delle *performance* (tempi-costi-qualità) per essere applicati in modo sistematico e rigoroso.

Tabella 3.8 Pianificazione dell'intervento edilizio – 3. Piano operativo di produzione.

Obiettivi	Attività operativa	Strumenti
Cosa fare	<ul style="list-style-type: none"> • Individuare le attività e i procedimenti costruttivi previsti • Definire le sequenze delle operazioni nello svolgimento del lavoro 	WBS
Come eseguire	<ul style="list-style-type: none"> • Definire modalità di esecuzione per ogni singolo procedimento e per ogni singola attività • Definire interrelazioni e interdipendenze fra le attività 	WP
Chi deve eseguire	<ul style="list-style-type: none"> • Definire responsabilità degli operatori, interni o esterni • Definire interrelazioni e interdipendenze fra gli operatori 	OBS, Matrice delle responsabilità
Quali risorse utilizzare	<ul style="list-style-type: none"> • Definire risorse necessarie e quantità di risorse destinate alla produzione • Definire gli standard di produzione (rese) 	WP
Quali costi sostenere	<ul style="list-style-type: none"> • Definire i centri di costo • Definire la convenienza economica dell'esecuzione diretta o del coinvolgimento di fornitori esterni (<i>make or buy</i>) 	WP
Quando eseguire	<ul style="list-style-type: none"> • Definire le durate delle attività • Definire i periodi di svolgimento delle singole attività 	Gantt, PERT, CPM, DPM
Come misurare i risultati	<ul style="list-style-type: none"> • Definire i sistemi di misurazione delle performance (tempi-costi-qualità) • Applicare i sistemi di misurazione 	Qualità di processo Rese

3.3.3 La scomposizione del lavoro

La pianificazione di un intervento inizia con l'individuazione di tutte le attività operative necessarie al conseguimento dell'obiettivo posto dal committente (Tabella 3.9, a pagina seguente). Tale fase dello studio è contraddistinta da:

- *gestione delle informazioni*: riguarda l'analisi approfondita sia delle condizioni della commessa, espressi dai requisiti e dai vincoli di contratto, sia delle caratteristiche del progetto, esplicitate nei documenti allegati al contratto, di natura grafica e di natura descrittiva (capitolati speciali d'appalto, computi metrici, elenco prezzi unitari), che consentono di definire i principali processi produttivi, le modalità esecutive, la qualità e la quantità delle macchine e degli impianti necessari all'intero processo fabbricativo;
- *organizzazione del processo produttivo*: scompone il progetto in macroattività e in attività semplici e rende più agevole e sicuro il processo esecutivo, in

Tabella 3.9 Pianificazione dell'intervento edilizio – 4. Schema del processo di pianificazione.

Obiettivi	Attività
Gestione delle informazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Analisi della commessa: <ul style="list-style-type: none"> — Requisiti di contratto — Vincoli di contratto • Analisi dei documenti: <ul style="list-style-type: none"> — Elaborati grafici — Capitolati speciali d'appalto — Computi metrici — Elenco prezzi unitari
Organizzazione del processo produttivo	<ul style="list-style-type: none"> • Criteri di scomposizione dei lavori • Struttura del processo esecutivo • Struttura organizzativa delle attività
Pianificazione delle risorse umane	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione manodopera • Definizione squadre operative
Analisi dei procedimenti costruttivi	<ul style="list-style-type: none"> • Elenco delle attività elementari • Computo voci di lavoro (costi diretti e indiretti) • Abbinamenti attività con voci di computo
Attribuzione delle responsabilità	<ul style="list-style-type: none"> • Organigramma • Matrice delle responsabilità
Studio dei procedimenti operativi	<ul style="list-style-type: none"> • Sequenza attività • Durate attività • Identificazione risorse

quanto permette di passare da una visione globale del progetto all'analisi delle attività elementari da svolgere in cantiere;

- *pianificazione delle risorse umane*: consente di identificare sia la specializzazione delle manodopera necessaria, sia il numero e la qualifica degli operatori, sia i criteri di formazione delle squadre;
- *analisi dei lavori*: studia e scompone i procedimenti costruttivi previsti dal progetto, sia dal punto di vista tecnico (modalità realizzative, esigenze organizzative e risorse necessarie), sia dal punto di vista economico (costi diretti e indiretti dovuti all'impiego di quelle determinate risorse);
- *attribuzione delle responsabilità*: consente di definire ruoli e mansioni di ogni operatore coinvolto, in modo da ottenere una gestione certa dei processi sulla base di precise attribuzioni di responsabilità;
- *studio dei procedimenti operativi*: determina la sequenza delle attività produttive, la durata delle attività in funzione delle condizioni operative e delle scadenze contrattuali, le risorse necessarie (materiali, macchine, attrezzature).

La suddivisione di un evento complesso in altri più semplici e, in particolare, la scomposizione delle attività principali in attività elementari, consente di verificare i legami, di approfondire le interdipendenze e di controllare i risultati finali come conseguenza di singoli risultati parziali controllabili più facilmente. Il controllo continuo dei risultati parziali, il confronto costante con la programmazione iniziale e l'analisi degli scostamenti costituiscono gli strumenti per gestire le attività secondo il progetto previsto.

Per i progetti di piccola dimensione è semplice procedere con la pianificazione, poiché sono note le singole attività elementari che compongono i diversi procedimenti costruttivi del progetto, ed è più semplice definire i vincoli. Per progetti di dimensioni considerevoli il grado di complessità è più elevato, quindi aumentano le incertezze e le criticità.

È opportuno, di conseguenza, disporre di una metodologia o di un algoritmo logico, che consenta di procedere ordinatamente nell'individuazione delle attività nelle quali un programma si sviluppa, ed eliminare i dubbi che non consentono un'efficace gestione del progetto. Tale metodologia deve consentire una facile azione pianificatrice anche dal punto di vista dei costi, dei tempi e degli aspetti tecnici onde permettere in seguito di conseguire criteri e procedure di controllo a loro volta chiari e, possibilmente, semplici.

La struttura ad albero (Work Breakdown Structure)

La struttura del progetto, che viene a definirsi attraverso la metodologia scelta, è una tipica struttura topologica "ad albero", cioè una struttura che si sviluppa per diramazione dalla "radice" (programma coincidente con l'intera costruzione), ai "rami" (corpi di fabbrica, procedimenti costruttivi, elementi tecnici complessi), alle "foglie" (attività semplici). Il programma viene quindi semplificato attraverso la rappresentazione ad albero, strutturando il progetto in fasi, attività e lavorazioni (Tabella 3.10, a pagina seguente).

Fattore di fondamentale importanza nella pianificazione di un intervento risulta essere la definizione del miglior criterio di suddivisione e delle caratteristiche che deve avere il sotto-insieme di attività identificato alla n -esima iterazione per essere qualificato come attività semplice e quindi per arrestare l'iterazione relativa a quel ramo di suddivisione.

Tale metodologia di scomposizione del progetto è nota con il nome di *Work Breakdown Structure* (WBS), ossia "struttura per suddivisione del lavoro (programma)", che consente, passando da livelli di approfondimento e di dettaglio susseguenti, una riduzione degli elementi di incertezza e che permette il controllo di ogni eventuale cambiamento.

La radice dell'albero della scomposizione della WBS è l'intero programma ed è posta per convenzione al "livello 0"; i sotto-programmi ottenuti con la prima suddivisione sono al "livello 1" e così via a ogni iterazione sino a ottenere le "foglie" dell'albero ai livelli di ordine maggiore.

Tabella 3.10 WBS (*Work Breakdown Structure*) scomposizione ad albero – Definizione e utilità di una WBS.

Contenuti	Attività operative
Definizione	<ul style="list-style-type: none"> • Disaggregazione gerarchica della commessa in successivi livelli di approfondimento • Ciascun livello discendente rappresenta porzioni sempre più piccole e dettagliate dell'opera
Finalità	<ul style="list-style-type: none"> • Scomposizione delle attività produttive complesse in attività semplici (non utilmente scomponibili) per attribuire a ognuna di esse con precisione le risorse necessarie • Previsione delle risorse da impiegare, dei tempi di produzione necessari, dei costi da sostenere • Previsione dell'impiego di risorse interne all'azienda o del ricorso a risorse esterne (forniture di terzi)
Procedura	<ul style="list-style-type: none"> • Individuazione e definizione delle attività semplici ("pacchetti di lavoro") nei quali siano definiti in modo univoco: <ul style="list-style-type: none"> — obiettivi — processo (e interfacce) — risorse — obiettivi di costo — obiettivi di durata — livello di qualità e di dettaglio delle prestazioni • Grado di dettaglio definito dall'approssimazione accettata nel sistema di pianificazione e controllo (l'approssimazione accettata è quella ritenuta adeguata a cogliere gli obiettivi della commessa)
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppo di metodologie di pianificazione logiche e funzionali • Definizione accurata del flusso di lavoro mediante l'analisi delle interconnessioni logiche, delle dipendenze, delle interfacce tra le varie attività semplici • Facilità e certezza di tempificazione grazie alla conoscenza più approfondita del flusso di lavoro • Capacità di stesura del <i>budget</i> di produzione grazie alla tempificazione delle attività • Possibilità di un minor lavoro di coordinamento e gestione in corso d'opera, mediante <i>reporting</i> mirato a responsabili di commessa, direttori di cantiere

Alle foglie corrispondono "attività semplici" non utilmente suddivisibili, individuate come "Pacchetti di lavoro" (*Work Packages o Tasks*).

I Pacchetti di lavoro sono costituiti, a loro volta, da attività elementari, congruenti all'interno di attività semplici caratterizzate da un obiettivo univoco e integrato (procedimento costruttivo omogeneo), che vengono realizzate e gestite all'interno del Pacchetto di lavoro, ma che non sono esplicitate in WBS.

La topologia della struttura ad albero consente di definire le codifiche dei rami della WBS che permettono di identificare esattamente la posizione e quindi “ricostruire” l’intero albero partendo da tale ramo. Una possibile codifica può essere, per esempio, quella in cui:

- il primo numero coincide con il livello WBS del ramo;
- il secondo numero coincide con la posizione ordinale del ramo nel livello;
- il terzo numero coincide con la posizione ordinale del ramo generatore.

Con questa terna di informazioni il ramo è perfettamente identificato nella topologia dell’albero.

L’albero WBS correttamente costruito è tale che:

- l’unione di tutte le attività contenute nei rami dello stesso livello è lo stesso insieme di attività contenute nella radice;
- l’intersezione delle attività contenute in due qualsiasi rami posti allo stesso livello è nulla (ossia non vi sono attività comuni a due rami posti allo stesso livello).

Nella costruzione della WBS può succedere che alcuni rami terminano in foglie a livelli diversi di altri rami: in questi casi la regola sopra citata va applicata a tutti i rami presenti allo stesso livello e a tutte le foglie presenti ai livelli inferiori.

In sintesi lo studio impegnato nello sviluppo di una *Work Breakdown Structure* consente:

- la suddivisione del Progetto, attraverso una iterazione del processo costruttivo, fino a ottenere singole *attività misurabili/gestibili* (a bassa complessità);
- l’individuazione di *tutte le attività* necessarie al completamento dei lavori in modo da pervenire a una Lista Attività completa (attraverso la descrizione dei WP o insieme di Voci di capitolato che fanno capo all’attività singola);
- la formazione di un *processo iterativo completo*, senza il rischio di fermarsi a un livello a cui corrispondono attività ancora complesse;
- il collegamento di ogni attività elementare alla macroattività che la contiene, e di quest’ultima al procedimento che la contiene, mantenendosi all’interno di una *struttura integrata* nella quale ogni singola parte è legata al “tutto” ossia al progetto complessivo;
- la specificazione, *per ogni ramo*, dei requisiti tecnico-funzionali del prodotto, dei processi tecnologici, dei materiali e dei collaudi;
- la determinazione, *per ogni ramo e/o pacchetto di lavoro*, delle rispettive *responsabilità* e dei sistemi di monitoraggio per il controllo;
- la suddivisione del *budget*.

Le specifiche sopra riportate consentono di comprendere la molteplicità dei criteri perseguibili per definire una WBS relativamente a un dato programma; ognuno di essi presenta delle caratteristiche diverse che vanno adottate in base agli obiettivi individuati.

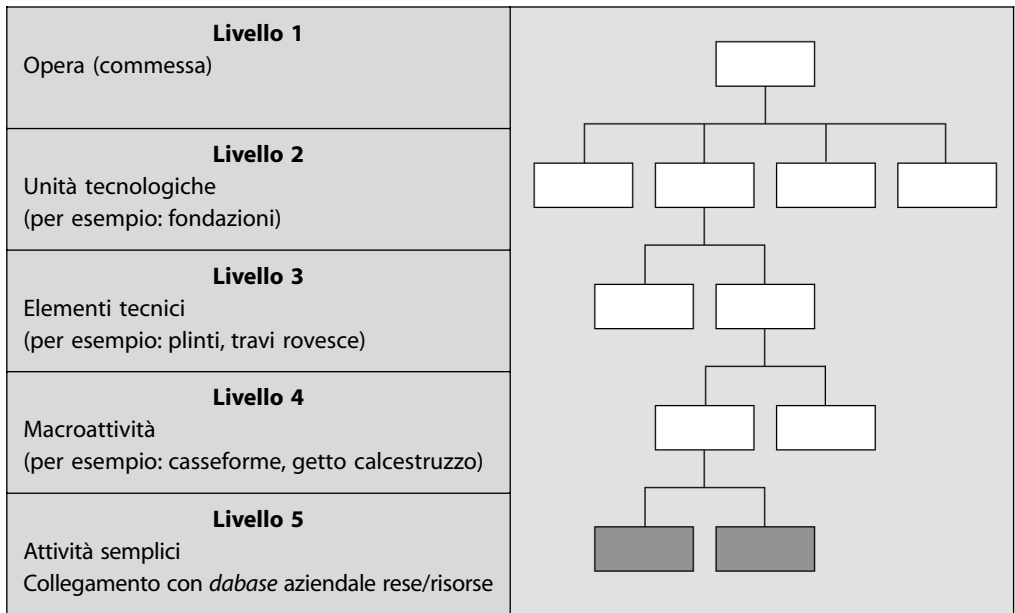


Figura 3.1 Schema codifiche *Work Breakdown Structure*.

I criteri di scomposizione possono, di volta in volta, privilegiare particolari aspetti (per esempio: la struttura organizzativa, il controllo dei costi, la struttura del prodotto, una struttura suddivisa per tecnologie), ma l'obiettivo più corretto è quello di trovare una soluzione equilibrata che elimini eventuali ambiguità per ottenere una buona gestione del programma, come è implicito nella definizione della *WBS*. La scomposizione del progetto in macroattività e attività elementari rende più agevole e sicuro il lavoro, in quanto permette di passare da una visione globale del progetto all'analisi delle attività elementari da svolgere in cantiere, e, quindi, segue una metodologia di grande aiuto anche per la redazione del computo metrico interno.

L'impiego di una metodologia che suddivide il progetto stesso in procedimenti costruttivi, in macroattività e in attività elementari gestibili, chiaramente definite e di bassa complessità, consente di affrontare il lavoro senza tralasciare alcuna attività di fondamentale importanza. I criteri di "semplicità" e di "gestibilità" che portano all'arresto della iterazione non sono assoluti, ma devono essere elaborati in base alla complessità del progetto e al grado di definizione che si intende dare alla scomposizione del lavoro (Figura 3.1).

Nel settore edilizio non esiste un criterio generale di semplicità/gestibilità, ma si può privilegiare, a seconda dell'interesse specifico, una scomposizione del progetto secondo:

- struttura del lavoro (partizioni delle opere o gruppi omogenei di lavorazioni), che consente una scomposizione in funzione dalla presenza simul-

tanea di fattori di omogeneità riscontrabili non solo nel prodotto finale ma anche nei materiali e nei mezzi d'opera impiegati nelle singole lavorazioni;

- struttura organizzativa;
- controllo dei costi (diretti, indiretti).

La scomposizione di un progetto per la costruzione di un grande magazzino a Roma (8.000 mq. coperti e 20.000 mq di parcheggio, di cui 13.700 mq parzialmente interrati sotto l'edificio), ha portato alla seguente forma di WBS. Prendendo la costruzione dell'opera come livello iniziale (livello 0), la prima scomposizione (livello 1) consente di individuare 15 procedimenti; le successive scomposizioni raggiungono il 2° o il 3° o il 4° livello in funzione della complessità dei processi: l'ultimo livello raggiunto diventa il procedimento su cui impostare i pacchetti di lavoro (WP). Si riportano, come esempio, alcune scomposizioni.

WBS – Livello 1 – Centro del Bricolage – Roma			
0	Impianto di cantiere		
1	Movimenti terra	8	Reti
2	Fondazioni	9	Massetti
3	Sottofondi	10	Protezioni
4	Prefabbricati	11	Pavimentazioni
5	Opere in calcestruzzo	12	Finiture
6	Opere carpenteria metallica	13	Opere complementari
7	Opere in muratura	14	Sistemazioni esterne

WBS – Livelli 2, 3 – Centro del Bricolage – Roma			
0	Impianto di cantiere		
0.1	Recinzione	0.1.1	Rimozione esistente
		0.1.2	Costruzione recinzione
		0.1.3	Costruzione cancelli
0.2	Baraccamenti	0.2.1	Direzione
		0.2.2	Servizio
		0.2.3	Supporto produzione
		0.2.4	Stoccaggio (continua)

WBS – Livelli 2, 3 – Centro del Bricolage – Roma			
<i>(segue)</i>			
0.3	<i>Allacciamenti</i>	0.3.1	<i>Elettrico</i>
		0.3.2	<i>Idrico</i>
		0.3.3	<i>Fognario</i>
0.4	<i>Gru</i>		
0.5	<i>Tracciamento</i>	0.5.1	<i>Aree di scavo</i>
		0.5.2	<i>Fili strutturali</i>
		0.5.3	<i>Muri controterra</i>

WBS – Livello 2 – Centro del Bricolage – Roma	
1	<i>Movimenti terra</i>
1.1	<i>Scortico</i>
1.2	<i>Sbanco</i>
1.3	<i>Fondazione</i>
1.4	<i>Reinterro</i>
1.5	<i>Formazione rilevati</i>

WBS – Livelli 2, 3 – Centro del Bricolage – Roma			
2	<i>Fondazioni</i>		
2.1	<i>Sottofondazioni</i>		
2.2	<i>Armature</i>	2.2.1	<i>Plinti</i>
		2.2.2	<i>Ferri di ripresa</i>
2.3	<i>Casseforme</i>	2.3.1	<i>Plinti</i>
		2.3.2	<i>Speciali</i>
2.4	<i>Getto</i>		

WBS – Livello 2 – Centro del Bricolage – Roma	
3	<i>Movimenti terra</i>
3.1	<i>Parcheggio interrato</i>
3.2	<i>Esterno sud-ovest</i>
3.3	<i>Parcheggio raso nord</i>
3.4	<i>Esterno est</i>

WBS – Livello 2, 3, 4 – Centro del Bricolage – Roma			
4	Prefabbricati		
4.1	Pilastrì		
4.1.1	<i>In opera</i>	4.1.1.1	<i>Armatura</i>
		4.1.1.2	<i>Casseforme</i>
		4.1.1.3	<i>Getto</i>
		4.1.1.4	<i>Neoprene</i>
4.1.2	<i>Prefabbricati</i>	4.1.2.1	<i>Piastre</i>
		4.1.2.2	<i>Posa</i>
		4.1.2.3	<i>Getto integrativo</i>
4.2	Travi		
4.2.1	<i>Piano terra – Area vendita</i>	4.2.1.1	<i>Di bordo a L</i>
		4.2.1.2	<i>Di bordo rettangolari</i>
		4.2.1.3	<i>Di spina a T in c.a.p.</i>
4.2.2	<i>Piano terra – Parcheggio a raso</i>	4.2.2.1	<i>Di bordo a L</i>
		4.2.2.2	<i>Di bordo rettangolari</i>
		4.2.2.3	<i>Di spina a T in c.a.p.</i>
4.2.3	<i>Mezzanino-uffici</i>		
4.2.4	<i>Copertura</i>	4.2.4.1	<i>Area vendita</i>
		4.2.4.2	<i>Parcheggi a raso</i>
4.3	Solai impalcati		
4.3.1	<i>Area vendita</i>		
4.3.2	<i>Parcheggi a raso</i>		
4.3.3	<i>Mezzanino</i>	4.3.3.1	<i>Forocap</i>
		4.3.3.2	<i>Isoltral</i>
4.4	Copertura		
4.4.1	<i>Copponi tipo 1</i>		
4.4.2	<i>Copponi tipo 2</i>		
4.4.3	<i>Copponi tipo 3</i>		
4.5	Tamponamenti		
4.5.1	<i>Prospetto est</i>	4.5.1.1	<i>Pannelli a vista</i>
		4.5.1.2	<i>Pannelli parapetto</i>
4.5.2	<i>Prospetto sud</i>	4.5.2.1	<i>Pannelli controterra</i>
		4.5.2.2	<i>Pannelli a vista</i>
4.5.3	<i>Prospetto ovest</i>	4.5.3.1	<i>Pannelli controterra</i>
		4.5.3.2	<i>Pannelli a vista</i>

Tabella 3.11 WP (*Work Package o Task*) – 1. Caratteristiche dei pacchetti di lavoro.

Contenuti	Attività operative
<i>Definizione</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Insieme di attività elementari operativamente raggruppate • Insieme di operazioni strettamente connesse sulla base di voci di capitolato e/o di voci di computo
<i>Finalità</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Descrizione chiara ed esaustiva dei contenuti operativi del WP • Definizione degli obiettivi del WP tramite: <ul style="list-style-type: none"> — specifiche tecniche di processo — specifiche di prestazione di materiali, semilavorati, prodotti finiti
Classificazione	<ul style="list-style-type: none"> • Codice del ramo da cui il WP discende nella WBS
Responsabilità	<ul style="list-style-type: none"> • Attribuzione della responsabilità del raggiungimento degli obiettivi a un singolo operatore nell'ambito della organizzazione
Economia	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione esplicita dei contenuti economici del WP: <ul style="list-style-type: none"> — del <i>budget</i> di spesa in ore per la manodopera — del valore per i materiali — dei costi di macchine e attrezzature attribuibili
Operatività	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione per ogni attività elementare o per ogni operazione dei fattori della produzione: <ul style="list-style-type: none"> — risorse operative necessarie (macchine/attrezzature/manodopera/materiali/forniture) — produzione per unità di tempo — tempi prevedibili di inizio e completamento del lavoro — eventuali collegamenti con le altre operazioni componenti la WP
Interfacce	<ul style="list-style-type: none"> • Specificazione delle interfacce con le altre attività <ul style="list-style-type: none"> — interfacce documentali (documenti che servono per il corretto svolgimento o per il controllo di quella attività) — interfacce operative interne o esterne all'azienda (persone che forniscono informazioni, attività operative dirette, ecc.) — interfacce operative (dipendenza/consequenzialità con altre attività)
Controllabilità	<ul style="list-style-type: none"> • Specificazione dei tempi e dei costi in modo misurabile ai fini del controllo • Valutazione della congruenza dei tempi di esecuzione previsti con quelli effettivamente richiesti ai fini del controllo e dell'attuazione degli interventi di riprogrammazione

I pacchetti di lavoro (Work Packages)

Il diagramma ad albero rappresenta l'insieme dei percorsi da effettuare e dei compiti da sviluppare per ottenere determinati obiettivi, intermedi e finali. L'organizzazione strutturata dei livelli di approfondimento del progetto/processo consente di individuare dei Pacchetti di lavoro (*Work-Packages*) costi-

tuiti dall'aggregazione di attività elementari necessarie per realizzare il progetto (Tabella 3.11).

Per ogni singolo pacchetto di lavoro, WP, si può affermare che:

- è un insieme di attività elementari o operazioni strettamente connesse dal punto di vista operativo e che fa riferimento a una Voce di capitolato speciale e/o a più Voci di computo metrico;
- viene espresso tramite una descrizione chiara ed esaustiva dei suoi contenuti operativi e individua obiettivi che sono chiaramente descritti attraverso le specifiche tecniche relative ai procedimenti esecutivi e ai requisiti dei materiali, dei semilavorati e dei prodotti finiti impiegati nella fase di lavorazione;
- contiene il codice del ramo della WBS da cui discende;
- attribuisce la responsabilità del raggiungimento degli obiettivi del singolo WP a un singolo operatore nell'ambito della organizzazione aziendale;
- è definibile il *budget* di spesa (in ore per la manodopera e in valore per materiali, semilavorati, prodotti finiti).

Per ogni pacchetto di lavoro (Tabella 3.12, a pagina seguente), inoltre, è necessario stabilire:

- *l'operatività del processo esecutivo*, tramite la definizione delle attività elementari che lo compongono, identificate per successione operativa di attivazione; le produzioni per unità di tempo (rese); le risorse operative necessarie alla fabbricazione (macchine/materiali/manodopera/prestazioni di terzi); le durate di esecuzione, compresi i tempi prevedibili di inizio e completamento del lavoro; gli eventuali collegamenti con le altre operazioni componenti la WP;
- *le interfacce*, intese sia come collegamenti operativi interni o esterni all'azienda (persone che forniscono informazioni, attività operative dirette, ecc.), sia come collegamenti operativi dovuti ai legami di dipendenza /conseguenzialità con altre attività, sia come collegamenti documentali (documenti che servono per il corretto svolgimento o per il controllo di quella attività);
- *la controllabilità*, ottenuta tramite la specificazione dei tempi e dei costi in modo misurabile e alla valutazione della congruenza dei tempi di esecuzione previsti con quelli effettivamente richiesti ai fini del controllo e dell'attuazione degli interventi di riprogrammazione.

Il processo di definizione delle specifiche di ogni singolo pacchetto di lavoro si pone l'obiettivo di formare il collegamento con le specifiche contenute nei documenti di progetto, in modo da definire la precisa corrispondenza con le prescrizioni tecniche, la durata delle singole attività e la sua compatibilità con la durata dell'intero processo e le interfacce con altre attività.

Sulla base di obiettivi precisi è possibile scomporre ogni singola attività tramite l'individuazione e la specificazione sia delle modalità tecniche di esecu-

Tabella 3.12 WP (*Work Package o Task*) – 2. Analisi delle singole operazioni.

Contenuti	Attività operative
Finalità	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione della relazione con le specifiche contenute nei documenti di progetto • Stima della durata delle attività • Identificazione delle interfacce con altre attività per conseguire una definizione logica del progetto
Attività	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione delle modalità tecniche di esecuzione • Definizione delle risorse coinvolte (materiali, manodopera, macchine, attrezzature, impianti specifici, forniture di terzi) • Valutazione dell'opportunità di ricorrere per alcune lavorazioni a forniture di terzi, quali subappalto, noli, ecc. (<i>make or buy</i>) • Integrazione del primo studio dell'impianto di cantiere per trasformarlo in definitivo nel rispetto delle esigenze della pianificazione generale • Valutazione di congruenza fra i livelli di produttività delle macchine e della manodopera e la sequenza operativa degli eventi che concorrono allo svolgimento dell'attività
Sequenze rilevamento	<ul style="list-style-type: none"> • Trascrizione delle sequenze procedurali presunte sulla base dell'esperienza acquisita presso altri cantieri: <ul style="list-style-type: none"> — per via indiretta (ricostruzione teorica degli eventi fabbricativi) — per via analogica (diretta, nell'ipotesi che sia possibile ricavare le sequenze da lavorazioni analoghe in corso di svolgimento presso altri cantieri)
Specifiche operative	<ul style="list-style-type: none"> • Identificazione, per ogni procedura, di: <ul style="list-style-type: none"> — modalità operative — eventuali soluzioni alternative — numero e qualifica del personale — attrezzature e macchine richieste — materiali occorrenti — ordinamento dei posti di lavoro
Rendimenti	<ul style="list-style-type: none"> • Determinazione statistica del più probabile rendimento dei fattori produttivi (operatori e macchine) a seconda dei criteri alternativi di impiego • Compilazione di: <ul style="list-style-type: none"> — schede di macchina — tabelle di produzione

zione, sia delle risorse coinvolte (materiali, manodopera, macchine, attrezzature, impianti specifici), sia dei tempi di realizzazione. Risulta evidente che si tratta di un'analisi non solo operativa ma anche economica, poiché si estende anche a valutare l'opportunità di realizzare le singole lavorazioni con risorse interne oppure di ricorrere per alcune lavorazioni a forniture di terzi, quali subappalto, noli, ecc. (*make or buy*).

La valutazione di congruenza fra i livelli di produttività delle macchine e della manodopera e la sequenza operativa degli eventi che concorrono allo svolgimento dell'attività consentono di applicare le opportune integrazioni allo studio preliminare dell'impianto di cantiere in modo da trasformarlo in studio definitivo nel rispetto delle esigenze della pianificazione generale.

Lo studio viene effettuato come una trascrizione delle sequenze procedurali presunte sulla base dell'esperienza acquisita presso altri cantieri; esperienza che può avvenire per via indiretta (ricostruzione teorica degli eventi fabbricativi) oppure per via analogica (diretta, nell'ipotesi che sia possibile ricavare le sequenze da lavorazioni analoghe in corso di svolgimento o già avvenute presso altri cantieri). La determinazione delle rese delle squadre o delle macchine avviene su base statistica del più probabile rendimento dei fattori produttivi (operatori e macchine) a seconda dei criteri alternativi di impiego.

Con questi criteri per ogni procedura è possibile identificare:

- modalità operative;
- soluzioni alternative eventuali;
- numero e qualifica del personale;
- attrezzature e macchine richieste;
- materiali occorrenti;
- ordinamento dei posti di lavoro.

Per ogni singola operazione si procede al controllo puntuale delle modalità di svolgimento e delle rese. La *controllabilità* viene prevista in fase di pianificazione e attuata in fase di esecuzione, e, quindi, viene legata alle modalità di controllo sia sulla qualità ottenuta rispetto a quella attesa, sia sui costi sostenuti rispetto a quelli effettivamente previsti, sia sui tempi impiegati rispetto a quelli programmati, in modo da poter effettuare tempestivamente gli interventi necessari alla riprogrammazione e apportare le correzioni opportune per gli scostamenti rilevati.

I *Work Packages* (WP) si configurano come gli strumenti base per la pianificazione, la preventivazione, la schedulazione, il controllo dell'avanzamento del progetto/processo.

Il processo di pianificazione delle attività nel pacchetto di lavoro, come detto, viene applicato all'analisi dell'organizzazione di cantiere che, in modo diretto o indiretto, deve stabilire:

- personale e tabelle dei tempi;
- attrezzature e schede delle macchine;
- calcolo della durata delle attività;
- interfacce con le altre attività.

La scomposizione del progetto cantierabile secondo la metodologia adottata è di aiuto anche per la ridefinizione del computo metrico operata dal Direttore di cantiere

in fase di pianificazione del processo produttivo, in quanto, basandosi su una lista completa di attività (*Work Package*), desunta attraverso la scomposizione del lavoro (WBS), consente di arrivare alla ridefinizione delle voci del computo metrico.

Alla base della WBS, infatti, si trovano il progetto, la descrizione dettagliata dei lavori (ricavata dall'analisi dei capitolati tecnici) e l'elenco completo ed esaustivo delle attività (WP), per cui dall'elenco completo delle voci di lavoro si può desumere la scomposizione del lavoro necessaria alla compilazione del computo metrico.

I pacchetti di lavoro sono variamente realizzati in funzione delle esigenze delle singole imprese: possono essere sintetici oppure analitici, dettagliati nella parte delle squadre operative oppure nelle rese, rilevati da rilevamenti puntuali durante la fase esecutiva o compilati a consuntivo.

Il metodo analitico può essere impostato secondo i cicli di lavorazione oppure secondo le attività elementari delle singole risorse coinvolte. E consegue due obiettivi: avere "rese" precise per ogni procedimento costruttivo identico ma con piccole differenze e disporre di documentazione dettagliata per formare le maestranze, perché la scomposizione approfondita consente di mettere in evidenza anche le difficoltà delle lavorazioni, le attività elementari di supporto, le attività di pulizia, ecc. L'esempio riportato è esplicativo di questo modo di procedere che risulta estremamente istruttivo anche se ricalca un sistema di rilievo tipico del settore industriale ben lontano dal modo di condurre la produzione nel settore delle costruzioni.

Procedimento costruttivo	PARETI PERIMETRALI ESTERNE			Scheda PP-MV-01
	MURATURA MATTONI A VISTA Caso 1			
NOTE: Muratura di spessore 28 cm (28,3 x 13,6 x 5,8) – Muratura lineare con finestre per tutto il fronte.				
Ciclo	Descrizione Eventi	Manodopera	Ore Standard Ore/m³	%
1	Lavoro mastro	1 mastro 1 manovale	3,830	43,2
2	Lavoro manovale	1 manovale	3,218	36,3
3	Taglio mattoni	1 manovale	0,616	6,9
4	Tracciamento mastro	1 mastro	0,125	1,4
5	Tracciamento manovale	1 manovale	0,086	1,0
6	Posa rigoni ai vertici	1 mastro	0,042	0,5
7	Pulizia muro a vista	2 mastri	0,386	4,4
8	Scarico pallet in piazzale	3 manovali	0,157	1,7
9	Ciclo gru	1 operatore gru	0,210	2,4
10	Ciclo betoniera	1 op. betoniera	0,190	2,2
Totale ore/m³			8,860	100,0

Procedimento costruttivo	PARETI PERIMETRALI ESTERNE			Scheda PP-MV-01
	MURATURA MATTONI A VISTA Caso 2			
NOTE: Muratura di spessore 28 cm (28,3 x 13,6 x 5,8) – Muratura continua lineare con numerose aperture.				
Ciclo	Descrizione Eventi	Manodopera	Ore Standard Ore/m³	%
1	Lavoro mastro	1 mastro 1 manovale	4,130	46,0
2	Lavoro manovale	1 manovale	3,108	34,6
3	Taglio mattoni	1 manovale	0,556	6,2
4	Tracciamento mastro	1 mastro	0,122	1,3
5	Tracciamento manovale	1 manovale	0,085	0,9
6	Posa rigoni ai vertici	1 mastro	0,062	0,7
7	Pulizia muro a vista	2 mastri	0,363	4,0
8	Scarico pallet in piazzale	3 manovali	0,157	1,7
9	Ciclo gru	1 operatore gru	0,210	2,4
10	Ciclo betoniera	1 op. betoniera	0,190	2,2
Totale ore/m³			8,983	100,0

Procedimento costruttivo	PARETI PERIMETRALI ESTERNE			Scheda PP-MV-03
	MURATURA MATTONI A VISTA Caso 3			
NOTE: Muratura di spessore 28 cm (28,3 x 13,6 x 5,8) – Muratura con numerose riseghe e aperture: risulta molto laboriosa per aumento di spallette e di architravi.				
Ciclo	Descrizione Eventi	Manodopera	Ore Standard Ore/m³	%
1	Lavoro mastro	1 mastro 1 manovale	4,120	44,1
2	Lavoro manovale	1 manovale	3,225	34,5
3	Taglio mattoni	1 manovale	0,770	8,2
4	Tracciamento mastro	1 mastro	0,125	1,3
5	Tracciamento manovale	1 manovale	0,089	1,0
6	Posa rigoni ai vertici	1 mastro	0,062	0,7
7	Pulizia muro a vista	2 mastri	0,386	4,1
8	Scarico pallet in piazzale	3 manovali	0,157	1,7
9	Ciclo gru	1 operatore gru	0,210	2,3
10	Ciclo betoniera	1 op. betoniera	0,190	2,1
Totale ore/m³			9,334	100,0

Procedimento Costruttivo RISORSE	PARETI PERIMETRALI ESTERNE		Scheda PP-MV-R
	MURATURA MATTONI A VISTA Casi 1, 2, 3		
n°	Operatori-squadra tipo Specializzazione e qualificazione	Macchine	Attrezzature
3	Manovali	Gru	Filo allineam.
2	Mastri	Betoniera	Asta graduata
1	Operatore gru		Ponteggio
1	Operatore betoniera		Spessori lignei
			Raschietto
			Acido
			Carriola
			Pennellessa

Procedimento Costruttivo ATTIVITÀ	PARETI PERIMETRALI ESTERNE		Scheda PP-MV-A
	MURATURA MATTONI A VISTA Casi 1, 2, 3		
Ciclo	Scomposizione delle attività elementari		
1	LAVORO MASTRO		
1.1	Rigoni metallici con squadrette + piombatura e marcatura mani. Mettere, togliere, alzare filo allineamento		
1.2	Posa mattoni di lista interi e segati senza difficoltà		
1.3	Posa mattoni interni interi e segati senza difficoltà		
1.4	Difficoltà per testata normale, spigolo, angolo		
1.5	Difficoltà canalizzazione scarichi e nicchia radiatori		
1.6	Montaggio prima e seconda architrave finestra + listelli e mattoni veletta		
1.7	Difficoltà per ultima mano		
1.8	Pulizia area di lavoro		
2	LAVORO MANOVALE		
2.1	Trasporto pallet da piazzale a piano		
2.2	Approvvigionamento mattoni fra i cassetti, interi e segati		
2.3	Bagnatura mattoni		
2.4	Posizionamento cassetti di malta		
2.5	Scarico benna malta in cassetti		

Ciclo	Scomposizione delle attività elementari
6	POSA RIGONI AI VERTICI
6.1	Infilaggio rigoni (nei quadrelli già in opera)
6.2	Infissione garzoni nella muratura per tenuta rigone
6.3	Piombatura rigone e sistemazione con spessori
6.4	Reperimento attrezzi e materiali, pulizia rigone, spostamento ai vertici
7	PULIZIA MURO A VISTA
7.1	Prima bagnatura con tubo flessibile
7.2	Pulizia con raschietto e straccio
7.3	Spandimento acido con pennellina
7.4	Seconda bagnatura con tubo
7.5	Ripresa dei giunti con malta e uso di straccio e raschietto
8	SCARICO PALLET IN PIAZZALE
9	CICLO GRU
9.1	Scarico mattoni in piazzale
9.2	Trasporto mattoni al piano
9.3	Trasporto malta al piano
10	CICLO BETONIERA
10.1	Confezione malta
2.6	Scarico benna malta in cassone e approvvigionamento malta con carriola
2.7	Rigenerare malta
2.8	Completamento ponteggio prefabbricato e posa tavole
2.9	Pulizia parete esterna e marcatura giunti
3	TAGLIO MATTONI
3.1	Tagli per difficoltà testata normale e a spigolo
3.2	Listelli tagliati per architrave
4	TRACCIAMENTO MASTRO
4.1	Asta graduata segna mani su rigoni metallici, filo allineamento da rigone a rigone
4.2	Posa mattoni interi e tagliati
4.3	Consulta disegno
5	TRACCIAMENTO MANOVALE
5.1	Approvvigionamento mattoni
5.2	Approvvigionamento malta
5.3	Varie di ciclo: piega filone di ferro ancoraggio, ponteggio, toglie reggetta ai pallet

3.4 Lo studio del progetto

3.4.1 L'analisi della documentazione progettuale

La realizzazione di un progetto richiede uno studio preliminare del progetto stesso, per conoscere tutte le problematiche legate al processo produttivo da sviluppare (Tabella 3.13).

Le informazioni che derivano da tale studio devono permettere di gestire nel miglior modo il progetto, in quanto l'analisi e la scomposizione delle attività operative consentono di avere un controllo completo del progetto; e il controllo è il presupposto migliore per individuare le eventuali criticità in anticipo e per porvi, quindi, rimedio.

In edilizia il processo di produzione può essere analizzato a vari livelli, fra cui si possono considerare:

- analisi a livello di progetto;
- analisi a livello di produzione di cantiere (con tecnologia completamente in opera, parzialmente in opera e parzialmente giù d'opera, fuori opera);
- analisi a livello di produzione di componenti a diversa complessità tecnologica (pannelli a elementi prefabbricati, accessori di finitura, componenti impiantistici, ecc.).

I tre livelli individuati presentano aspetti peculiari che li caratterizzano.

È necessario premettere che il contesto normativo di qualità in cui opera l'impresa riguarda tre settori specifici.

1. La *qualità di progetto*: valutata come livello di approfondimento degli elaborati progettuali esecutivi, sulla base dei principi di conformità, chiarezza, completezza, affidabilità (UNI 10722).
2. La *qualità di prodotto* dei materiali da costruzione e dei componenti: valutata sui requisiti fondamentali previsti dalla Direttiva 89/106/CEE relativi alla qualità dei prodotti da costruzione.
3. La *qualità del processo produttivo aziendale*: organizzato su procedure gestionali e istruzioni operative accurate, per consentire all'azienda di operare nel rispetto della filosofia imprenditoriale del *Project Management* e dei principi contenuti nella ISO 9000.

3.4.2 La qualità di progetto, di prodotto e di processo

Qualità di progetto

Il primo settore (*qualità di progetto*) riguarda l'opera realizzata dal progettista, che deve presentarsi come prodotto di un processo decisionale (il processo progettuale, appunto) che deve concretizzarsi in elaborati esecutivi caratterizzati da:

- *conformità* agli obiettivi di progetto e ai requisiti volontari e cogenti: in modo che il prodotto progettuale risulti rispondente sia alle esigenze e ai requisiti definiti nel programma di intervento, sia alla normativa vigente;

Tabella 3.13 Pianificazione dell'intervento costruttivo -1. Studio del progetto.

Fasi e sottofasi operative	Fasi di controllo
1 – Analisi degli elaborati di progetto	
<ul style="list-style-type: none"> • Identificazione dei caratteri progettuali • Definizione dei procedimenti costruttivi 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo della completezza e della congruenza delle azioni • Controllo di tempi e costi dell'analisi
2 – Analisi dei singoli procedimenti costruttivi	
<ul style="list-style-type: none"> • Definizione delle lavorazioni • Individuazione e quantificazione delle risorse • Pianificazione delle risorse (materiali, manodopera, macchine, attrezzature, forniture di terzi) 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo della completezza e della congruenza delle azioni • Controllo della presenza interna delle risorse • Verifica preliminare dei fornitori e dei prestatori d'opera, della loro disponibilità e dei loro prezzi • Controllo di tempi e costi dell'analisi

- *completezza* delle informazioni contenute negli elaborati: intesa sia come esaurività delle informazioni contenute negli elaborati, sia come inserimento di modifiche controllate;
- *chiarezza* della documentazione: per dimostrare l'attitudine di essere comunicabile intesa sia come conformità degli elaborati alle convenzioni utilizzate (standard grafici), sia come comprensibilità delle informazioni di ogni elaborato, sia infine come omogeneità delle informazioni contenute nei diversi elaborati;
- *affidabilità* dell'oggetto del controllo (economica, organizzativa, tecnica, temporale, ecc.): intesa come accettabilità sia dei dati e dei requisiti di base, tra cui le informazioni del programma di intervento, sia dei metodi utilizzati per la redazione degli elaborati progettuali, sia, infine, della rispondenza ai valori ritenuti ottimali.

Qualità di prodotto

Il secondo settore (*qualità di prodotto*) riguarda la rispondenza dei materiali e dei prodotti da costruzione immessi sul mercato e scelti dal progettista: tali prodotti devono rispettare i requisiti dichiarati fondamentali a livello europeo e che fanno riferimento a:

- *resistenza meccanica e stabilità*: relativa ai fenomeni di crollo dell'intera opera o di una sua parte; alle deformazioni di importanza inammissibile; ai danni ad altre parti dell'opera o alle attrezzature principali o accessorie in seguito a una deformazione di primaria importanza degli elementi portanti; ai danni accidentali sproporzionati alla causa che li ha provocati;

- *sicurezza in caso d'incendio*: relativa alla capacità portante dell'edificio che possa essere garantita per un periodo di tempo determinato; alla limitata produzione e propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere; alla limitata propagazione del fuoco a opere vicine; alla possibilità che gli occupanti siano in grado di lasciare l'opera o di essere soccorsi altrimenti; alla previsione che sia valutata la sicurezza delle squadre di soccorso;
- *igiene, salute e ambiente*: relativa allo sviluppo di gas tossici; alla presenza nell'aria di particelle o di gas pericolosi; all'emissione di radiazioni pericolose; all'inquinamento o tossicità dell'acqua o del suolo; a difetti nell'eliminazione delle acque di scarico, dei fumi e dei rifiuti solidi o liquidi; alla formazione di umidità su parti o pareti dell'opera;
- *sicurezza nell'impiego*: relativa all'utilizzazione dell'opera che non deve comportare rischi di incidenti inammissibili, quali scivolate, cadute, collisioni, bruciature, folgorazioni, ferimenti a seguito di esplosioni;
- *protezione contro il rumore*: in modo che il rumore cui sono sottoposti gli occupanti e le persone situate in prossimità si mantenga a livelli che non nuocciano alla loro salute e tali da consentire soddisfacenti condizioni di sonno, di riposo e di lavoro;
- *risparmio energetico e ritenzione di calore*: relativi all'opera e alla progettazione degli impianti di riscaldamento, raffreddamento e aerazione che devono essere concepiti e costruiti in modo che il consumo di energia durante l'utilizzazione dell'opera sia moderato, tenuto conto delle condizioni climatiche del luogo, senza che ciò pregiudichi il benessere termico degli occupanti.

Qualità di processo

Il terzo settore (*qualità del processo produttivo aziendale*) riguarda l'adozione di un sistema procedurale, allargato a tutta l'azienda, che consente il controllo costante e continuo di ogni fase del processo e di ogni decisione presa a ciascun livello; in particolare si deve fare riferimento alla definizione di:

- caratteristiche della domanda di un "bene/prodotto" o "servizio" espresse dal cliente;
- obiettivi che si vogliono raggiungere;
- risorse e mezzi disponibili;
- condizioni e vincoli del contesto in cui si opera;
- controllo di qualità in cantiere.

Con questi obiettivi l'azienda applica un sistema qualità incentrato su:

- pianificazione della struttura organizzativa secondo le strategie dettate dalla direzione;
- identificazione delle responsabilità di tutti i partecipanti al processo produttivo, interni o esterni all'azienda;
- definizione delle procedure attuative per ogni processo decisionale;

- controllo della rispondenza dei processi produttivi alle procedure stabilite;
- organizzazione delle risorse necessarie all'attuazione dei processi.

La fase progettuale riveste un'importanza determinante non solo perché costituisce il momento delle scelte tipologiche che caratterizzano l'opera, ma soprattutto perché con essa si fanno confluire nel prodotto finale tutti quegli elementi di carattere tecnico-economico che permettono la realizzazione dell'opera nel rispetto delle indicazioni normative-prestazionali e del *budget* previsto.

Il progettista in questa fase deve utilizzare tutti gli strumenti che gli derivano (direttamente o attraverso la consulenza di esperti) dalla conoscenza delle caratteristiche tecnologiche dei materiali e dei componenti, del mercato dei componenti, della gamma di tecnologie esecutive, delle problematiche di gestione del cantiere, della formazione dei costi e quindi del prezzo, nonché degli aspetti finanziari in rapporto anche alla normativa contrattuale.

La produzione di componenti per l'edilizia presenta diversi livelli tecnologici a seconda della complessità del prodotto finale ed è caratterizzata dagli stessi fattori della produzione che si riscontrano in una qualunque industria manifatturiera, come avviene anche per la formazione dei costi.

I prezzi di tali componenti, che naturalmente diventano costi per l'impresa appaltatrice dell'opera, sono funzione del costo di produzione e dell'utile del produttore. Tale utile non sempre viene computato come percentuale del costo di produzione, ma può venire stabilito in modo indipendente, al punto che, nei regimi di oligopolio o di monopolio (più frequenti di quanto si possa credere nel settore dell'edilizia), il prezzo di vendita viene stabilito al livello che massimizza l'incasso del produttore.

La definizione dei caratteri progettuali contenuti negli elaborati grafici esecutivi, nei capitolati speciali (Tabella 3.14, a pagina seguente) e nei computi metrici ed estimativi, che sono parte integrante dei contratti, costituisce la prima fase di conoscenza dell'oggetto da costruire, dei materiali e delle tecniche previste, dei caratteri ambientali relativi all'intervento. Lo studio della documentazione comincia dalla verifica preventiva della compatibilità fra i contenuti funzionali, strutturali, tecnologici e impiantistici del progetto per verificare la congruenza delle scelte progettuali, per apportare eventuali adeguamenti o correzioni a completamento dei dati di progetto, e per creare quel coordinamento fra le scelte progettuali e la concezione operativa che consente di definire il processo operativo in tutte le sue componenti.

L'importanza di questa prima fase di analisi si rileva non solo nei casi, purtroppo ancora numerosi, di incompletezza degli elaborati di progetto o di carenza del controllo dei vincoli ambientali oppure, ancora, di inadeguatezza delle variabili decisionali dell'utenza, ma anche nei casi di progettazione integrata condotta in parallelo da un gruppo interdisciplinare di esperti (quindi, non di rado, con discontinuità progettuali nei punti di contatto e di so-

Tabella 3.14 Capitolato speciale d'appalto.

Argomento	Contenuti dell'articolo tipo
Oggetto e ammontare dei lavori appaltati	<ul style="list-style-type: none"> • Oggetto dell'appalto • Ammontare dell'appalto • Designazione sommaria delle opere • Opere escluse dall'appalto • Condizioni d'appalto • Variazioni delle opere progettate • Eccezioni dell'appaltatore • Espropriazioni
Disposizioni particolari riguardanti l'appalto	<ul style="list-style-type: none"> • Osservanza delle leggi, del regolamento e del Capitolato Generale • Documenti che fanno parte del contratto • Cauzione definitiva • Consegna dei lavori • Tempo utile per completare i lavori • Penali per i ritardi • Sospensione e ripresa dei lavori • Impianto di cantiere • Programma e ordine dei lavori • Anticipazioni • Pagamenti in acconto • Danni di forza maggiore • Accertamento e misurazione dei lavori • Ultimazione dei lavori • Conto finale • Collaudo • Manutenzione e guardiania delle opere fino a collaudo • Proprietà degli oggetti ritrovati • Trattamento, tutela e sicurezza dei lavoratori • Oneri e obblighi diversi a carico dell'appaltatore • Esecuzione d'ufficio • Rescissione del contratto • Responsabilità dell'appaltatore
Accettazione materiali e lavorazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Qualità e provenienza dei materiali • Caratteristiche e condizioni generali di accettazione dei materiali e delle forniture • Modalità di esecuzione delle categorie di lavoro • Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori
Misura lavori	<ul style="list-style-type: none"> • Misurazione e valutazione delle opere • Valutazione dei lavori a misura • Valutazione dei lavori in economia

vrapposizione delle varie specificità), tanto che, molto spesso, si impongono adeguamenti e aggiustamenti quando le opere sono già in stato di avanzata esecuzione causando inevitabili disguidi, rallentamenti dei lavori e aumenti dei costi.

L'analisi del progetto deve essere effettuata, inoltre, tenendo conto che il cantiere è il punto di incontro e di associazione di esperienze produttive diverse per categorie di lavori caratterizzate da materiali, semilavorati e prodotti finiti di provenienza più disparata, da criteri diversi di assemblaggio, da tecnologie specifiche per ogni categoria di lavoro. È importante richiamare l'attenzione non solamente sulle differenze del tipo riscontrabile nell'unione fra le tecnologie costruttive diverse (per esempio, strutture portanti e reti impiantistiche), oppure sull'unione talvolta problematica fra materiali differenti per proprietà chimiche e/o fisiche (per esempio, rame e alluminio), ma anche ai problemi legati alla semplice compatibilità dimensionale, come, per esempio, fra le tecniche di formazione di partizioni verticali che possono presentare tolleranze dell'ordine di qualche centimetro (murature di laterizio in opera), del centimetro (prefabbricazione di pannelli in c.c.a.) oppure del millimetro (carpenteria metallica). Tali problematiche sono presenti anche in altri processi produttivi ma risultano ampliati nel cantiere di costruzione per le particolari condizioni operative presenti.

Dallo studio del progetto risulta evidente quanta attenzione abbia dedicato il progettista ai contenuti tecnologici, oltre che a quelli formali e spaziali, e come sia riuscito ad abbinare allo sforzo creativo anche l'individuazione delle problematiche operative che in cantiere devono essere trasformate in modalità per realizzare l'intervento secondo le prescrizioni iniziali. La gestione del rapporto fra processo progettuale e processo realizzativo potrebbe essere più agevolata qualora si procedesse a una collaborazione fra progettista e direttore di cantiere e si integrasse la metodologia progettuale con le implicazioni operative contenute nelle scelte spaziali, funzionali e tecnologiche.

Lo studio dei caratteri progettuali consente, infine, il primo importante controllo delle implicazioni temporali ed economiche delle scelte progettuali, e ogni mancato approfondimento può ripercuotersi in misura determinante sulle altre fasi di organizzazione produttiva tanto da rendere difficilmente recuperabili le diseconomie non oggetto di correzione.

3.5 Lo studio del processo produttivo e la progettazione operativa

3.5.1 La pianificazione del processo produttivo

Lo studio di un processo di intervento edilizio deve essere sviluppato come successione organizzata di fasi operative che definisce tutti i parametri (ambientali, tecnologici, produttivi) in grado di soddisfare le esigenze della pro-

Tabella 3.15 Pianificazione dell'intervento costruttivo – 2. Studio del processo produttivo.

Fasi e sottofasi operative	Fasi di controllo
1 – Analisi del contesto di insediamento	
<ul style="list-style-type: none"> • Condizioni ambiente naturale • Condizioni ambiente costruito • Condizioni ambiente socio-economico 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo delle influenze sul processo del contesto naturale e costruito • Controllo dei fattori micro e macro economici
2 – Analisi delle fasi esecutive	
<ul style="list-style-type: none"> • Progettazione logistica • Progettazione cinematica • Progettazione della sicurezza • Programmazione dei tempi • Programmazione dei costi • Analisi dei rischi 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo della completezza e della congruenza di progettazioni e programmazioni • Controllo del rispetto dei tempi di contratto • Controllo dei rischi
3 – Gestione delle fasi esecutive	
<ul style="list-style-type: none"> • Gestione dei processi costruttivi • Gestione degli approvvigionamenti • Gestione delle prestazioni di terzi • Gestione della sicurezza • Gestione dei rischi e delle emergenze • Gestione del rapporto col Direttore dei lavori e con gli enti di controllo 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo del rispetto delle condizioni contrattuali • Controllo dei materiali • Controllo delle prestazioni di terzi • Controllo di tempi e costi delle fasi esecutive • Controllo della sicurezza • Controllo della documentazione di cantiere • Controllo dei rimedi attuati in presenza di emergenze
4 – Chiusura e consegna dei lavori	
<ul style="list-style-type: none"> • Gestione della contabilità finale • Gestione di manutenzione e guardiania • Assistenza al collaudo 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo del rispetto delle condizioni contrattuali • Controllo puntuale dell'opera finita

duzione, pur nel rispetto delle condizioni contrattuali (qualità da garantire al prodotto, tempi di consegna da rispettare, costi controllati da sostenere) (Tabella 3.15).

La pianificazione del processo produttivo è costituita da diverse fasi:

- *analisi del contesto di insediamento*: riguarda lo studio delle condizioni dell'ambiente naturale e costruito, e dell'ambiente socio-economico in cui si va a operare e consente l'individuazione e la verifica delle influenze sul processo del contesto naturale e costruito e dei fattori micro e macro economici;

- *analisi delle fasi esecutive*: riguarda sia lo studio della progettazione logistica, cinematica, e della sicurezza, sia la programmazione dei tempi e dei costi, sia la valutazione dei rischi, e consente la verifica della completezza e della congruenza di progettazioni e programmazioni;
- *gestione delle fasi esecutive*: riguarda l'attuazione di tutte le fasi del processo produttivo (procedimenti costruttivi, approvvigionamenti, prestazioni di terzi, sicurezza, mettendo in evidenza i rischi e le emergenze, il rapporto col Direttore dei lavori e con gli enti di controllo) e consente la verifica del rispetto delle condizioni contrattuali, dei materiali impiegati, dei tempi e dei costi delle fasi esecutive, della sicurezza, della documentazione di cantiere, dei rimedi attuati in presenza di emergenze;
- *chiusura e consegna dei lavori*: riguarda la fase di conclusione dei lavori con la gestione della contabilità finale, delle attività di mantenimento (manutenzione e guardiania) e di assistenza al collaudatore.

3.5.2 L'analisi del contesto di insediamento del cantiere

La pianificazione operativa di un intervento edilizio richiede innanzitutto un'analisi del contesto in cui si deve costruire, in modo da conoscerne i vincoli, prevedere le eventuali opere provvisorie o i lavori preparatori necessari allo sviluppo della produzione. Per la pianificazione del cantiere si fa riferimento a:

- *contesto fisico-ambientale*: relativo sia alle caratteristiche di tipo planimetrico, altimetrico, idrologico, geomorfologico, climatologico, sia quelle atmosferiche, dall'esposizione solare agli agenti atmosferici naturali, dalle temperature medie alle umidità relative, dalle escursioni termiche giornaliere a quelle stagionali, ecc.;
- *contesto costruito*: relativo alle preesistenze edilizie nell'intorno costruito, alle infrastrutture di collegamento esistenti, ai servizi e sottoservizi presenti nella zona, ecc.;
- *contesto economico-sociale*: relativo sia ai fattori microeconomici (dal tipo di strutture produttive locali alla competenza delle imprese, dall'attitudine della manodopera locale alla possibilità di meccanizzazione, dalla presenza di fornitori adeguati alla disponibilità delle risorse), sia ai fattori macroeconomici (come i finanziamenti, i tassi di interesse, ecc.);
- *contesto normativo*: relativo a leggi, decreti, normative riguardanti gli aspetti legati sia alla produzione in loco (operatività sul territorio, garanzia di sicurezza dell'ambiente, vincoli alla meccanizzazione del ciclo produttivo, ecc.), sia alla gestione dei processi (formazione e informazione dei lavoratori, salute e sicurezza nel cantiere, ecc.);
- *contesto tecnologico*: relativo ai livelli di prestazione dei materiali e degli elementi costruttivi, al grado di industrializzazione del settore produttivo,

alla disponibilità e alla facilità di approvvigionamento di materiali, semilavorati, prodotti finiti, ecc.; in tale contesto vanno considerate anche le direttive europee che prevedono requisiti minimi obbligatori (per esempio per i prodotti da costruzione) per la libera circolazione all'interno della comunità, e quelle relative alla sicurezza generale dei prodotti e alla tutela dei luoghi di lavoro.

L'analisi di un intervento edilizio prende in esame, innanzitutto, le condizioni ambientali in cui il cantiere va a insediarsi, poiché il cantiere è un organismo che riproduce, in scala ridotta, le caratteristiche della capacità dell'azienda di costruire in modo autonomo i beni oggetto di produzione organizzando le risorse necessarie, e tale impegno è condizionato non solo dalle scelte progettuali ma anche dalle caratteristiche e dall'ubicazione dell'intervento.

Insieme agli aspetti più generali del contesto socio-economico, assumono grande importanza altri fattori, esterni all'azienda, che costituiscono vincoli rigidi alla sua capacità produttiva.

Il carattere di "nomadismo" dell'unità di produzione di un'impresa, inteso come impossibilità di localizzare l'attività produttiva in una sede stabile (a meno che non si tratti di un cantiere di prefabbricazione che fornisce al mercato esterno i propri manufatti), ma con obbligo di operare ove il committente ha la necessità dell'intervento, impone ogni volta all'impresa di confrontarsi con i problemi legati alla morfologia del luogo, alla geologia del terreno, alla situazione climatica dipendente sia dalla latitudine, sia dalla escursione stagionale o addirittura giornaliera.

Alcune di queste variabili, come la morfologia del terreno, oltre che sugli aspetti progettuali possono presentare una onerosa ricaduta anche sulla organizzazione planimetrica del cantiere, sulla possibilità di collocare le macchine fisse e di ricavare aree di stoccaggio, sulle modalità di approvvigionamento, sui trasporti interni, tanto che, talvolta, è perfino necessario costruire opere supplementari essenziali per la organizzazione del cantiere. Non si pensi solo al caso limite delle opere infrastrutturali preventive alla preparazione di un cantiere per la costruzione di una diga, di un viadotto o di un ponte, ovviamente localizzati in luoghi impervi, ma anche a semplici cantieri relativi a interventi edilizi situati, per esempio, in terreno inclinato ove spesso la disposizione delle aree di deposito dei materiali e delle gru necessarie per la movimentazione non è facilmente concentrabile, per cui si compiono lavori di bonifica e di sistemazione del lotto maggiori di quelli strettamente necessari e comunque non richiesti dal progetto iniziale.

Altre variabili, come la geologia del terreno o la sismicità del luogo, possono richiedere opere di consolidamento dei basamenti delle macchine e degli impianti oppure opere provvisorie e di difesa (ponteggi, palancole, ecc.) eccedenti a quelle normalmente previste per la edificazione di manufatti simili.

Altre condizioni ambientali, come gli influssi climatici, variano in relazione alla natura del lavoro svolto (opere edili, strade, fognature, impianti idroelettrici, ecc.) e, nell'ambito del singolo cantiere a seconda dello stato di avanzamento dei lavori: in edilizia, per esempio, si tende a portare a compimento le strutture portanti e di tamponamento prima del periodo invernale, durante il quale si può procedere all'esecuzione delle opere di finitura e di impiantistica, mantenendo le maestranze al riparo dalle intemperie e dalle basse temperature; nei lavori stradali, altro esempio, il manto di usura viene steso solo con temperature miti, per consentire un buon aggrappaggio allo strato di *bynder* e per evitare nello stesso tempo che il clima estivo lo faccia sciogliere sotto i carichi dei veicoli pesanti, creando rigonfiamenti pericolosi per il transito.

Il vincolo della "stagionalità" del cantiere, condizione che per altro ha incentivato lo sviluppo delle tecniche specifiche per poter continuare la produzione anche nei mesi più rigidi (si pensi, per esempio, all'impiego degli additivi antigelivi per conglomerati cementizi), può ostacolare una efficace previsione sui tempi di esecuzione, inducendo non solo errori di programmazione del cantiere ma anche problemi di coordinamento dei fattori produttivi da impiegare in più cantieri, con inevitabili aggravii sui costi di produzione e, più in generale, sul rapporto fra costi fissi e costi variabili dell'azienda.

La variabilità delle condizioni al contorno, inoltre, obbliga l'impresa a una strutturazione produttiva e organizzativa atta ad adeguarsi all'incertezza dell'approvvigionamento dei materiali, alla possibilità di reperire in loco mano d'opera specializzata o macchine, alla disponibilità delle risorse presenti al proprio interno impiegabili in quel contesto specifico, e quindi le può imporre aumenti anche notevoli di costi fissi aziendali.

La gestione di un'impresa di costruzioni deve adeguarsi alle combinazioni produttive del settore, come la variabilità del mercato della domanda, il "nomadismo" del cantiere, la lunghezza e l'incertezza del ciclo tecnico-costruttivo, l'influenza del clima, la difficoltà di applicazione di principi operativi industriali, la dimensione e l'elasticità della propria struttura produttiva, pur continuando a tener presente i caratteri morfologici del prodotto, quali la irripetibilità del bene costruito, la inamovibilità dall'area di sedime, la vita del manufatto, il valore economico e la sua appetibilità, ecc.

Si riportano tre sintetiche liste di controllo dei parametri per l'organizzazione della produzione espresse in funzione delle specifiche di progetto da tenere in considerazione nell'organizzazione di un cantiere (Tabella 3.16, a pagina seguente).

1. *Condizioni dell'ambiente naturale*: approfondite tramite la esplicitazione dell'ubicazione del sito di intervento (latitudine, longitudine, altitudine, orientamento ed esposizione preminente), delle condizioni geomorfologiche (orografia, geologia, petrografia, portanza, faglie, permeabilità, umidità e capillarità, plasticità, diffusione termica, stabilità dei pendii), dell'idrografia del

Tabella 3.16 Organizzazione della produzione.

1. Condizioni dell'ambiente naturale	
Ubicazione del sito di intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Latitudine, longitudine, altitudine • Orientamento ed esposizione preminente
Condizioni geomorfologiche	<ul style="list-style-type: none"> • Orografia del terreno • Geologia del terreno • Petrografia del terreno • Portanza • Faglie • Permeabilità • Umidità e capillarità • Plasticità • Diffusione termica • Stabilità dei pendii
Idrografia	<ul style="list-style-type: none"> • Acque superficiali • Acque profonde • Falde • Piene • Sorgenti • Pozzi • Maree
Dati climatici	<ul style="list-style-type: none"> • Temperature massime, minime e media giornaliera (valori medi mensili) • Venti dominanti e velocità media del vento (valori medi mensili/annuali) • Pluviometria (valori medi mensili) • Nuvolosità (valori medi mensili)
2. Condizioni dell'ambiente costruito	
Opere in esercizio sull'area di cantiere e ai suoi confini	<ul style="list-style-type: none"> • Linee elettriche aeree e interrate • Vie ferrate • Strade • Installazioni industriali • Canalizzazioni sotterranee • Unità di produzione già in servizio
Servizi di vicinanza	<ul style="list-style-type: none"> • Caserme • Ospedali e case di cura • Scuole
Limitazione di accesso al cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Percorsi di avvicinamento stretti o difficoltosi • Sagome massime • Carichi limite sulle vie di accesso
Vincoli all'uso di zone del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Stoccaggio materiali • Percorsi veicolari • Posizionamento macchine
Scarico affluenti	<ul style="list-style-type: none"> • Canalizzazioni sotterranee • Canalizzazioni a cielo aperto
Divieti di sorvolo con gru in determinate zone del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Linee elettriche aeree • Aree di rispetto e protezione
Restrizioni all'uso di determinate sostanze	<ul style="list-style-type: none"> • Esplosivi • Fuochi • Materiali ad alta temperatura
Segnalazioni visive e/o acustiche in ore diurne e notturne	<ul style="list-style-type: none"> • Terrestri • Aeree • Marine

3. Vincoli di utilizzazione	
Protezioni collettive	<ul style="list-style-type: none"> • Procedure dirette per attività di posa in opera e di manutenzione • Procedure di sostituzione di protezioni con dispositivi equivalenti • Modalità di ripartizione delle spese di manutenzione tra le varie imprese
Apparecchi di sollevamento	<ul style="list-style-type: none"> • Modalità d'uso delle gru • Installazione eventuale di ascensore a servizio di tutto il personale e modalità di gestione e di utilizzazione
Accessori provvisori	<ul style="list-style-type: none"> • Esecuzione e manutenzione dell'accesso al cantiere • Modalità di ripartizione delle spese di funzionamento dell'ufficio traffico
Impianto elettrico generale	<ul style="list-style-type: none"> • Modalità di installazione e di esercizio dell'impianto • Modalità di ripartizione delle spese di esercizio e di consumo

terreno (acque superficiali, acque profonde, falde, sorgenti, pozzi, piene, maree), dei dati climatici del sito (temperature massime, minime e media giornaliera e mensili, venti dominanti e velocità media del vento, nuvolosità).

2. *Condizioni dell'ambiente costruito*: approfondite tramite la esplicitazione delle opere in esercizio sull'area di cantiere e ai suoi confini (linee elettriche aeree e interrate, vie ferrate, strade, installazioni industriali, canalizzazioni sotterranee, unità di produzione già in servizio), dei servizi di vicinanza (caserme, ospedali e case di cura, scuole), delle limitazione di accesso al cantiere (percorsi di avvicinamento stretti o difficoltosi, sagome massime, carichi limite sulle vie di accesso), dei vincoli all'uso di determinate zone del cantiere (stoccaggio materiali, percorsi veicolari, posizionamento macchine), della presenza di scarichi di affluenti (canalizzazioni sotterranee, canalizzazioni a cielo aperto), dei divieti di sorvolo con gru in determinate zone del cantiere (linee elettriche aeree, aree di rispetto e protezione), delle restrizioni all'uso di determinate sostanze (esplosivi, fuochi, materiali ad alta temperatura), della necessità di segnalazioni visive e/o acustiche in ore diurne e notturne(terrestri, aeree, marine).
3. *Vincoli di utilizzazione*: approfonditi tramite la esplicitazione delle protezioni collettive necessarie (procedure dirette per attività di posa in opera e di manutenzione, procedure di sostituzione di protezioni con dispositivi equivalenti, modalità di ripartizione delle spese di manutenzione tra le varie imprese), delle implicazioni della presenza degli apparecchi di sollevamento (modalità d'uso delle gru, installazione eventuale di ascensore a servizio di tutto il personale e modalità di gestione e di utilizzazione), degli accessori provvisori (esecuzione e manutenzione dell'accesso al cantiere, modalità di ripartizione delle spese di funzionamento dell'ufficio traffico), dell'impianto elettrico generale (modalità di installazione e di esercizio dell'impianto, modalità di ripartizione delle spese di esercizio e di consumo).

3.5.3. Le implicazioni economiche

Ogni variabile in gioco deve essere valutata attentamente poiché assume delle implicazioni economiche nella gestione del processo produttivo. Un'analisi più sintetica applicata alla gestione economica di un cantiere edilizio (che viene sviluppata successivamente) induce a far riferimento a una valutazione dei costi di costruzione come somma di:

- *costi diretti*: (derivati dai costi di materiali e manodopera direttamente coinvolta nel processo produttivo specifico);
- *costi indiretti*: (costi imputabili indirettamente alla produzione quali costi di impianto e spianto del cantiere, costi di nolo di macchine e attrezzature non facilmente imputabili alle singole lavorazioni (per esempio: i costi di assicurazione, ammortamento e manutenzione delle macchine), costi di gestione del cantiere (per esempio: ammortamento dei baraccamenti e degli arredi, costi per consumi di energia, acqua, telefono, cancelleria, ecc., costi di personale per servizi generali, costi di trasporto);
- *oneri vari*: legati alla gestione del processo edilizio considerato nella sua generalità (costi di programmazione e di progettazione, oneri di urbanizzazione e di costruzione, costi commerciali, interessi passivi, tornaconto dell'imprenditore e interesse dell'investitore).

Per definire i costi diretti occorre conoscere il tipo di procedimento costruttivo, la successioni operative delle attività specifiche, le risorse necessarie (materiali, manodopera, macchine, attrezzature); i costi elementari delle singole risorse (tipologia della manodopera, tipi di materie prime, semilavorati, prodotti finiti, tipi di macchine e attrezzature indispensabili all'esecuzione delle lavorazioni previste dal progetto).

Ogni appaltatore dispone di un archivio tecnico-economico aziendale delle rese per lavorazioni tipo, ottenute con le risorse attivabili in azienda oppure con risorse attivabili all'esterno (forniture di terzi). Sulla base di queste analisi effettuate su opere compiute (*Schede di Procedimento*) si individuano le risorse necessarie per ciascuna lavorazione, si identifica per ogni singola risorsa la voce di costo unitario (desunto dalle normali fonti d'informazione, interne ed esterne all'azienda, per poter fare riferimento a un prezzo medio), si ricava la voce di costo per quantità di risorse espresse e, infine, si definisce il costo diretto delle voci di lavoro. In funzione del tempo di esecuzione dei lavori è eventualmente opportuno scomporre la durata in periodi, associando a ognuno un prezzo unitario per quel periodo e per quella risorsa.

3.5.4 Le implicazioni temporali

La scomposizione delle attività produttive consente una prima verifica degli impegni temporali richiesti da ciascuna attività. Tale verifica preliminare assume

grande importanza nella fase di chiusura del contratto con il committente privato per stabilire la durata complessiva dei lavori, oppure, nell'appalto pubblico, in cui la durata è già assegnata, quanto sia elevato il vincolo temporale per l'organizzazione della produzione.

Sulla base delle esperienze e delle rese medie dell'azienda e della valutazione di eventuali adeguamenti sulla base delle variabili contingenti (condizioni del cantiere, complessità tecnologica, sicurezza, ecc.) è possibile formulare sia le durate ipotetiche, ottenute dalla moltiplicazione della quantità per la produzione unitaria, sia la durata prevista, che rapporta la durata ipotetica a giornate lavorative di 8 ore o a ore lavorative per attività specifiche.

Riportiamo di seguito alcuni esempi.

WBS – Attribuzione preliminare durate – Centro del Bricolage – Roma					
0	Impianto di cantiere				
Livelli WBS	Attività semplici Lavorazioni	Quantità	Produzione unitaria	Durata ipotetica (h)	Durata prevista (gg)
0.1	<i>Recinzione</i>	<i>Pali lignei e lamiera grecata</i>			
0.1.1	<i>Rimozione esistente</i>	200 m	0,1 h/m	20	3
0.1.2	<i>Costruzione recinzione</i>	250 m	0,05 h/m	12,5	2
0.1.3	<i>Costruzione cancelli</i>	3	—	—	1
0.2	<i>Baraccamenti</i>	<i>Monoblocchi prefabbricati su filagne lignee previa preparazione del terreno</i>			
0.2.1	<i>Direzione</i>	3	—	—	1
0.2.2	<i>Servizio</i>	3	—	—	1
0.2.3	<i>Supporto produzione</i>	4	—	—	1
0.2.4	<i>Stoccaggio</i>	1	—	—	1
0.3	<i>Allacciamenti</i>	<i>Quadri elettrici all'ingresso principale Contatore idrico e tubi in pvc Tubi in pvc interrati per acque nere</i>			
0.3.1	<i>Elettrico</i>	1	—	—	1
0.3.2	<i>Idrico</i>	1	—	—	1
0.3.3	<i>Fognario</i>	1	—	—	3
04	<i>Gru</i>	1	—	—	1
0.5	<i>Tracciamento</i>	<i>(teodolite laser, modine lignee, chiodi)</i>			
0.5.1	<i>Aree di scavo</i>	1	—	—	1
0.5.2	<i>Fili strutturali</i>	1	—	—	1
0.5.3	<i>Muri controterra</i>	1	—	—	1

WBS – Attribuzione preliminare durate – Centro del Bricolage – Roma

1					
Movimenti terra					
Livelli WBS	Attività semplici Lavorazioni	Quantità	Produzione unitaria	Durata ipotetica (h)	Durata prevista (gg)
1.1	Scortico	12000 m ³	0,004 h/m ³	48	6
1.2	Sbanco	60000 m ³	0,005 h/m ³	300	38
1.3	Fondazione	5000 m ³	0,012 h/m ³	60	38
1.4	Reinterro	6600 m ³	0,002 h/m ³	14	2
1.5	Formazione rilevati	15000 m ³	0,003 h/m ³	45	6

WBS – Attribuzione preliminare durate – Centro del Bricolage – Roma

2					
Fondazioni					
Livelli WBS	Attività semplici Lavorazioni	Quantità	Produzione unitaria	Durata ipotetica (h)	Durata prevista (gg)
2.1	Sottofondazioni	422 m ³	0,05 h/m ³	21	3
2.2.1	Plinti – Armatura	180 ton	2 h/ton	360	45
2.2.2	Ferri di ripresa	12 ton	2 h/ton	24	3
2.3.1	Plinti – Casseforme	2874 m ²	0,03 h/m ²	86	11
2.3.2	Speciali – Casseforme	190 m ²	0,05 h/m ²	10	1
2.4	Getto	3050 m ³	0,06 h/m ³	183	23

WBS – Attribuzione preliminare durate – Centro del Bricolage – Roma

3					
Sottofondazioni					
Livelli WBS	Attività semplici Lavorazioni	Quantità	Produzione unitaria	Durata ipotetica (h)	Durata prevista (gg)
3.1	Parcheggio interrato	14000 m ²	0,01 h/m ²	140	18
3.2	Esterno sud-ovest	4300 m ²	0,01 h/m ²	43	6
3.3	Parcheggio raso nord	2250 m ²	0,01 h/m ²	22,5	3
3.4	Esterno est	775 m ²	0,01 h/m ²	8	1

WBS – Attribuzione preliminare durate – Centro del Bricolage – Roma

4					
Prefabbricati					
Livelli WBS	Attività semplici Lavorazioni	Quantità	Produzione unitaria	Durata ipotetica (h)	Durata prevista (gg)
4.1	Pilastrini				
4.1.1	Pilastrini in opera				
4.1.1.1	Armatura	16 ton	2 h/ton	32	4
4.1.1.2	Casseforme	790 m ²	0,05 h/m ²	40	5
4.1.1.3	Getto	120 m ³	0,1 h/m ³	12	2
4.1.1.4	Neoprene	100	0,1 h/cad	10	1

WBS – Attribuzione preliminare durate – Centro del Bricolage – Roma					
4	Prefabbricati				
Livelli WBS	Attività semplici Lavorazioni	Quantità	Produzione unitaria	Durata ipotetica (h)	Durata prevista (gg)
4.1.2	Pilastri prefabbricati (con boccia di allineamento)				
4.1.2.1	<i>Piastre</i>	63	0,1 h/cad	8	1
4.1.2.2	<i>Posa</i>	63	1 h/cad	63	8
4.1.2.3	<i>Getto integrativo</i>	12,5	0,5 h/m ³	6	1
4.2.2	<i>Travi piano terra – Parcheggio a raso</i>				
4.2.2.1	<i>Di bordo a L</i>	10	1,5 h/cad	15	2
4.2.2.2	<i>Di bordo rettangolari</i>	2	1,5 h/cad	3	0.5
4.2.2.3	<i>Di spina a T in c.a.p.</i>	41	2 h/cad	82	10
4.3	Solai impalcati				
4.3.1	<i>Area vendita</i>	8793 m ²	0,05 h/m ²	440	55
4.3.2	<i>Parcheggi a raso</i>	5031 m ²	0,05 h/m ²	251	31
4.3.3	<i>Solai Mezzanino</i>				
4.3.3.1	<i>Pannelli tipo 1</i>	378	0,04 h/m ²	15	2
4.3.3.2	<i>Pannelli tipo 2</i>	20	0,06 h/m ²	1,5	—
4.4	Copertura				
4.4.1	<i>Copponi tipo 1</i>	163	2 h/cad	326	40
4.4.2	<i>Copponi tipo 2</i>	27	2 h/cad	54	7
4.4.3	<i>Copponi tipo 3</i>	18	2 h/cad	36	4
4.5	Tamponamenti				
4.5.1	<i>Prospetto est</i>				
4.5.1.1	<i>Pannelli a vista</i>	33	1 h/cad	51	7
4.5.1.2	<i>Pannelli parapetto</i>	9	0,5 h/cad	4,5	1
4.5.2	<i>Prospetto sud</i>				
4.5.2.1	<i>Pannelli controterra</i>	34	0,5 h/cad	17	5
4.5.2.2	<i>Pannelli a vista</i>	51	0,8 h/cad	41	5
4.5.3	<i>Prospetto ovest</i>				
4.5.3.1	<i>Pannelli controterra</i>	40	0,5 h/cad	20	3
4.5.3.2	<i>Pannelli a vista</i>	33	0,8 h/cad	26	4

3.5.5 L'impiego delle risorse nella progettazione del cantiere edile

Nella progettazione operativa con il termine risorse si intendono tutti i fattori legati direttamente al processo produttivo, cioè quelli necessari alla costruzione dell'opera: materiali, mano d'opera, macchine, attrezzature e prestazioni di terzi.

1. *Materiali*: possono essere costituiti semplicemente da *materie prime* (sabbia, ghiaia, acqua, ecc.), da *materie complesse* (cementi, additivi, ecc.), da *semi-lavorati* (tavole da carpenteria, barre di acciaio, malta preconfezionata, ecc.), da *prodotti finiti semplici* (tubi, manicotti, piastrelle di ceramica, ecc.) o da *prodotti finiti complessi* (infissi e serramenti, caldaie, termostati, ecc.) e vanno tutti individuati nella loro consistenza e dislocati per la loro utilizzazione sia all'interno della successione delle attività di costruzione, sia nei luoghi di montaggio e/o messa in opera.
2. *Manodopera*: la risorsa comprende le maestranze coinvolte nell'attività lavorativa. Esse si differenziano per specializzazione (muratori, carpentieri, ferraioli, gruisti, ecc.) e per qualificazione (operaio di livello 4°, 3°, 2°, 1°, in base al Contratto Nazionale dei lavoratori dell'edilizia).

Le *maestranze* costituiscono un patrimonio fondamentale per l'impresa, sia per la limitata presenza di personale esperto sul mercato, sia per la diminuita disponibilità dei giovani a entrare nel settore delle costruzioni. In edilizia, infatti, nonostante l'aumentata meccanizzazione del cantiere, il lavoro è ancora pesante, l'attività può essere svolta in condizioni ambientali poco favorevoli, il "nomadismo" della produzione richiede spesso trasferte giornaliere onerose o periodi di lontananza dalla famiglia, la continuità del lavoro è più aleatoria che negli altri settori produttivi anche se l'introduzione della Cassa Integrazione Guadagni ha attenuato questo impatto negativo.

Alla carenza di qualificazione professionale numerosi Enti forniscono preparazioni in specifici campi attraverso l'istituzione di apposite scuole, ma non di rado si rileva, soprattutto nelle aziende più strutturate, la presenza di corsi interni ritagliati sulle specializzazioni più necessarie per il funzionamento dell'impresa stessa.

Per l'esecuzione dei lavori le maestranze vengono organizzate in squadre composte da personale con diversa specializzazione in modo da consentire l'esecuzione coordinata dei lavori senza dispendi di energia e di mezzi. Nella formazione di una muratura faccia a vista, per esempio, si dovrà formare una squadra di almeno due persone, un muratore che costruisce l'apparecchiatura muraria e un manovale che prepara la malta, la porta al piano di lavoro e distribuisce i mattoni lungo il percorso di costruzione in modo che il muratore esperto non si disperda in attività elementari che spezzano la continuità del suo lavoro e ritardano la consegna dell'opera; meglio ancora sarebbe se le squadre fossero due con due muratori che lavorano allo stesso piano, due manovali che approvvigionano e distribui-

scono mattoni e malta e un altro manovale che si dedica esclusivamente alla formazione della malta, a preparare e sollevare meccanicamente i mattoni, ecc.

Non va dimenticato, inoltre, che la buona riuscita di un lavoro richiede un'organizzazione di squadre ben amalgamate per qualificazione professionale, per operatività omogenea e per caratterialità simile dei singoli operai, in modo da non creare dannosi attriti operativi e personali.

L'organizzazione delle maestranze, infine, proprio a causa della variabilità del loro comportamento e del loro rendimento, deve avvenire confrontando le quantità dei materiali da mettere in opera e il tipo di lavorazione prevista con le rese medie delle prestazioni rilevate nei precedenti lavori simili eseguiti da quelle specifiche squadre.

La rilevazione e la revisione continua dei dati, anche in funzione delle diverse condizioni di lavoro, consentono di formare voci di archivio (*schedulazione*) necessarie per valutare la previsione di impegno di manodopera e la sua effettiva utilità all'interno delle lavorazioni da eseguire.

3. *Macchine*: quelle necessarie in un cantiere sono di vario tipo a seconda della natura dell'opera da costruire. In edilizia possiamo dire che almeno due tipi di macchine entrano quasi sempre nel ciclo produttivo: quelle per il movimento terra necessarie per spianare, sbancare, fare scavi a sezione obbligatoria, e le gru per movimentare i materiali in orizzontale e in verticale. Non sono certo le uniche (di volta in volta si può avere la presenza di impianti di betonaggio, impianti di frantumazione degli inerti, impianti per la produzione di conglomerati bituminosi, nastri trasportatori, carrelli scorrevoli, teleferiche, gru *derrick*, gru *blondin*, ecc.), ma la loro presenza è praticamente costante a causa dell'organizzazione economica del cantiere, in quanto oltre due terzi della movimentazione di materiale avviene con macchine a fune. Solo in casi particolari possono mancare o perché non utili o perché non impiegabili materialmente, come, per esempio, in determinati cantieri di recupero ove o non è necessario eseguire opere richiedenti tali macchine, oppure gli spazi a disposizione sono tanto angusti che gli scavi e le movimentazioni dei materiali si devono effettuare a mano.

Per ogni macchina l'azienda avrà una scheda di identificazione sulla quale sono riportate le caratteristiche tecniche, lo schema di installazione, le istruzioni per l'uso, i tipi di manutenzione e la frequenza programmata in funzione dell'impiego o della senescenza degli organi, le manutenzioni effettuate, i consumi, i costi comprensivi delle quote di ammortamento e delle spese di esercizio, il rendimento teorico fornito dalla ditta produttrice e il rendimento effettivo, cioè la produzione oraria effettiva ricavata dalle rese rilevate in precedenza nelle diverse condizioni di lavoro; quest'ultimo è il dato fondamentale per scegliere le macchine in funzione delle necessità produttive di cantiere.

4. *Attrezzature*: comprendono generalmente i mezzi d'opera più piccoli gestiti manualmente dall'operatore. Nel settore edilizio, in particolare, ci sono attrezzature impiegate nei lavori manuali di rifinitura (martelli, picconi, badili, cazzuole, ecc.), altre utilizzate in operazioni che necessitano di elevata potenza meccanica (vibratori per c.c.a., trapani, seghe circolari, ecc.), altre ancora costituiscono elementi di trasporto (carriole, carrelli, benne, ecc.), oppure di contenimento (casseforme metalliche, palancole *Larsen*, ecc.). Fra gli attrezzi, infine, si comprendono anche i sistemi provvisori (cavalletti, ponteggi, morsetti, ecc.).
5. *Prestazioni di terzi*: in sede di pianificazione dell'intervento, inoltre, si possono considerare risorse anche le *prestazioni di terzi*, cioè quegli interventi compiuti da fornitori esterni all'impresa appaltatrice ma impegnati direttamente in un'attività specifica di processo: dalla fornitura di conglomerato cementizio preconfezionato alla formazione di intonaco, dalla fornitura e posa in opera di infissi e serramenti alla posa delle piastrelle di ceramica, dalla fornitura di macchine impiantistiche alla posa in opera degli impianti.

Le prestazioni di terzi possono riguardare molte delle attività del processo edilizio in funzione del grado di organizzazione e di meccanizzazione del cantiere, e comprendono una serie di attività elementari, alcune svolte o svolgibili in un cantiere autonomo esterno, mentre altre, generalmente di completamento e/o di messa in opera, vengono svolte nel cantiere in oggetto, ma sempre con un grado di autonomia operativa molto alto rispetto alla gestione diretta compiuta dall'impresa appaltatrice.

Sono prestazioni che possono essere relative alla sola fornitura di manodopera (per esempio: pavimentisti), oppure alla sola fornitura di macchine (per esempio: noli di gru), oppure ancora a forniture di tecnologie complesse (per esempio: costruzione di micropali), e possono riguardare un numero cospicuo o limitato delle attività di cantiere in funzione di:

- *condizioni ambientali*: ubicazione del cantiere, tipo di intervento, tecnologie costruttive adottate, ecc.;
- *organizzazione di impresa*: consistenza economica dell'azienda, grado di meccanizzazione, tipo di specializzazione e livello di preparazione delle maestranze, ecc.;
- *entità del lavoro da eseguire*: in rapporto alle dimensioni dell'azienda e alle categorie di lavoro abitualmente affrontate;
- *tempi a disposizione*: in relazione sia alla durata contrattuale sia alla tempestività e alla capacità di intervento all'interno di un programma dei lavori già definito;
- *convenienza economica*: mancato ricorso a risorse interne più utilmente impiegabili, alti costi fissi di impresa rispetto alle aziende monoproduttive, ecc.

Il ricorso alle prestazioni che terzi possono offrire può presentare l'indubbio vantaggio di impiegare le tecnologie più idonee che il mercato offre, con riflessi positivi sulla qualità di esecuzione e sui tempi di lavorazione. L'impresa appaltatrice, infatti, deve confrontarsi con il costo di un crescente grado di meccanizzazione del cantiere, che porta a un aumento dell'incidenza del costo di impiego delle macchine e delle attrezzature sul costo globale dell'intervento e, di conseguenza, induce anche una lievitazione dei costi per mano d'opera a causa dell'aumentata richiesta di professionalità per far funzionare e mantenere efficienti macchine e attrezzature di elevata complessità tecnologica (si pensi, per esempio, alle ditte specializzate nella realizzazione di micropali). Il ricorso a mano d'opera specializzata da parte dell'impresa appaltatrice è inoltre legata alla difficoltà di garantire una continuità di lavoro a tali operatori, siano essi addetti alle macchine oppure siano impiegati in lavori prevalentemente manuali di elevata qualità. Non va infine sottovalutata la difficoltà di stimare con precisione gli oneri di ammortamento di investimenti generalmente cospicui per trovare un prezzo d'uso orario conveniente rispetto a quello praticato dalle imprese specializzate.

L'aumentata tendenza del mercato di rivolgersi a prestazioni di terzi per un numero sempre maggiore di lavori induce due tipi di riflessione, una legata al merito di uno specifico cantiere, e una legata ad aspetti economici di settore. L'appaltatore che ricorre a imprese subappaltatrici riceve un indubbio beneficio per la economicità dell'operazione, in quanto acquista esperienza e professionalità in cambio di costi contenuti rispetto a quelli che sosterebbe se usasse risorse dirette, e comunque può mettere in concorrenza diversi fornitori per strappare il prezzo più conveniente, tranne quei pochi casi in cui riceve un danno economico derivato dal continuo aumento della forza contrattuale delle squadre di specialisti che tendono a organizzarsi e a costituire forme di oligopolio per cui il prezzo risulta indipendente dai costi effettivi ma viene valutato secondo la massimizzazione del profitto. Il mercato e la sua struttura produttiva, invece, ne riceve un danno poiché tende a provocare sia una diffusa diseducazione tecnica delle maestranze che finiscono per conoscere ed eseguire solo una limitata gamma di lavori, sia la progressiva scomparsa delle maestranze in grado di fornire quelle attenzioni e quei contributi costruttivi che il cantiere necessita proprio per la sua limitata industrializzazione.

L'impovertimento tecnico delle aziende risulta evidente negli interventi di recupero edilizio, nei quali molte imprese sono costrette a ricorrere a numerose prestazioni di terzi a causa della perdita (per età o per disaffezione) delle maestranze capaci di particolari lavorazioni senza essere riuscite a far rimanere tali conoscenze all'interno dell'azienda, attraverso la formazione professionale di giovani in grado di dare continuità a quel bagaglio di esperienze che andava inteso non solo come patrimonio dell'impresa stessa ma anche di tutta la collettività locale.

La quantità e la qualità delle risorse, come accennato, si ricavano direttamente dalle descrizioni di capitolato e dai computi metrici quando vi sono richiami espliciti (per esempio, scavo a mano, scavo meccanico), oppure possono essere dedotte in funzione del tipo di lavorazione da compiere (per esempio, solaio in opera, solaio in pannelli prefabbricati), delle condizioni ambientali dei cantieri (per esempio, scavo senza aggotamento oppure compreso aggotamento), oppure ancora dei tempi a disposizione per il completamento dell'opera. Mentre per i materiali, infatti, le indicazioni sono quasi sempre univoche (mattoni semipieni, barre di acciaio FeB44k, tubazioni in c.a.v., ecc.) e supportate da normative specifiche, a meno di non trovarsi in presenza di un capitolato prestazionale che richiede solo una particolare risposta dall'oggetto in descrizione (per esempio, parete di tamponamento esterno che fornisca determinate caratteristiche statiche, igrotermiche e acustiche senza specificare se sono costituite da mattoni di laterizio o di laterizio alveolato o da blocchi di conglomerato cementizio alleggerito, o da pannelli prefabbricati, ecc.), le scelte di mano d'opera, macchine e attrezzature sono legate più strettamente all'organizzazione d'impresa.

Il dimensionamento quantitativo e qualitativo di queste ultime risorse viene eseguito valutando di volta in volta il fabbisogno di ogni cantiere in funzione dell'entità delle opere da eseguire, con particolare attenzione ai tipi di lavorazione previsti e ai tempi concessi, in modo da trovare un equilibrio fra lo svolgimento regolare delle attività e l'impiego di uomini e mezzi proporzionati alle effettive capacità e/o possibilità produttive.

3.5.6 Progettazione logistica e cinematica del cantiere

La pianificazione delle risorse si propone di individuare e di coordinare tutte le attività necessarie al conseguimento degli obiettivi di partenza attraverso l'analisi delle modalità di sviluppo delle attività complesse e l'ottimizzazione della sequenza delle attività elementari.

L'analisi operativa del cantiere viene, infatti, condotta attraverso l'individuazione delle categorie di lavoro da eseguire (impianto di cantiere, movimenti terra, fondazioni, strutture in elevazione, impianti, finiture, ecc.), lo studio delle attività principali che le caratterizzano, la scomposizione delle attività elementari che le compongono, lo studio delle procedure esecutive, e per ognuna di queste vanno approfondite le modalità operative, i tipi di risorse coinvolte e le eventuali alternative.

La pianificazione operativa del cantiere (Tabella 3.17) deve essere condotta secondo una sequenza di operazioni sintetizzabili nelle fasi seguenti.

1. *Analisi dell'organismo edilizio e sua scomposizione in classi di elementi tecnici* (per esempio: strutture di fondazione dirette o indirette; strutture di elevazione verticali, orizzontali, inclinate; strutture di contenimento).

Tabella 3.17 Progettazione operativa del cantiere – 1. Sequenza delle attività nella pianificazione.

1. Analisi dell'organismo edilizio e sua scomposizione in classi di elementi tecnici
2. Individuazione degli elementi tecnici
3. Individuazione delle categorie delle opere e di procedimenti
4. Progettazione tecnologico-esecutiva
5. Analisi delle risorse per categorie di opere
6. Valutazione delle rese
7. Individuazione dei costi unitari per ogni risorsa
8. Valutazione del costo unitario per categoria di opere
9. Compilazione del computo metrico estimativo

2. *Individuazione degli elementi tecnici* (per esempio: plinti, travi rovesce, platie, pilastri, travi, solai).
3. *Individuazione delle categorie delle opere e di procedimenti* (per esempio scavo di sbancamento, scavo a sezione obbligatoria, preparazione e posa in opera di calcestruzzo, di armature, di casseforme).
4. *Progettazione tecnologico-esecutiva*
 - descrizione dei tipi di lavorazione;
 - individuazione dei materiali e componenti;
 - analisi delle condizioni operative di cantiere;
 - definizione delle modalità esecutive;
 - elaborazione di grafici esemplificativi.
5. *Analisi delle risorse per categorie di opere*
 - *materiali*: descrizione, quantificazione, computo metrico, definizione grafica e descrittiva del progetto tecnologico;
 - *macchine e attrezzature*: per le funzioni fondamentali di carico e scarico; di deposito; di confezionamento; di sollevamento; di messa in opera;
 - *manodopera*: specializzazione e qualificazione delle maestranze, formazione delle squadre tipo;
 - *prestazioni di terzi* (forniture esterne): secondo il tipo di lavorazione, il tipo di tecnologia, la convenienza economica e programmatica.
6. *Valutazione delle rese*: tempi necessari di messa in opera secondo ogni unità di misura convenzionale (h/m, h/m², h/m³, ecc.).
7. *Individuazione dei costi unitari per ogni risorsa*, costo unitario dedotto:
 - dal costo orario della manodopera;
 - dal costo di acquisto dei materiali (con riferimento particolare a quelli concordati periodicamente dal responsabile degli acquisti con i fornitori prescelti);
 - dal costo dei noli delle macchine e delle attrezzature o dai costi diretti se essi sono di proprietà dell'impresa esecutrice.

Tabella 3.18 Progettazione operativa del cantiere – 2. Fattori di analisi della tecnica operativa.

Fattori di analisi	Elementi di progetto
Analisi della natura e delle quantità delle opere da realizzare	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborati di progetto • Computo metrico • Capitolato speciale d'appalto
Analisi dei fabbisogni, della disponibilità e dei limiti di impiego delle risorse	<ul style="list-style-type: none"> • Studi di programmazione • Esigenze di approvvigionamento • Convenienza di gestione diretta o di ricorso a imprese esterne
Analisi della convenienza di impiego di macchine e di attrezzature	<ul style="list-style-type: none"> • Dati tecnici delle macchine • Schede di macchine o di inventario permanente • Condizioni di noleggio
Analisi delle opere provvisoriale prescritte dal coordinatore per la sicurezza	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi costruttivi previsti • Normativa vigente
Analisi dei procedimenti prescelti dall'impresa e soggetti a norme specifiche di prevenzione infortuni	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemi costruttivi scelti • Normativa vigente

8. *Valutazione del costo unitario per categoria di opere*, ottenuta abbinando la quantità di risorse previste per le singole lavorazioni dei procedimenti costruttivi in esame con i prezzi unitari.

9. *Compilazione del computo metrico estimativo*.

I fattori di analisi della tecnica operativa fondamentali per l'organizzazione della produzione possono individuarsi in:

- entità dell'oggetto da costruire, che richiede un'organizzazione più semplice o più complessa (per esempio, un edificio di piccole dimensioni rispetto a uno molto articolato oppure a un intervento composto da più costruzioni);
- tecnologie adottabili, che sono imposte dalle specifiche tecniche del capitolato speciale;
- ripetitività dei componenti, che influenzano le economie di scala realizzabili;
- tempo di realizzazione concesso dal contratto, che può essere suddiviso per consegne progressive e può prevedere un premio per la consegna anticipata;
- area disponibile per la cantierizzazione dei materiali, delle macchine, dei servizi, ecc., che condiziona le cadenze e l'entità degli approvvigionamenti.

ti, le modalità operative delle squadre, la velocità e la frequenza degli interventi, la convenienza del ricorso a ditte esterne come fornitrici di applicazioni specifiche;

- produttività necessaria per rispettare le condizioni contrattuali di durata dei lavori e per mantenere i costi nei limiti previsti, che richiede la valutazione della meccanizzazione del cantiere e, quindi, deve prevedere sia la valutazione della convenienza di determinate macchine, sia l'opportunità di usare macchine di proprietà oppure di ricorrere al noleggio;
- prescrizioni per il rispetto della sicurezza basate sulle tecniche costruttive previste dal progetto, che sono previste nei documenti preparati dal coordinatore della sicurezza in fase di progettazione e hanno carattere cogente per l'impresa;
- prescrizioni relative ai rischi e alle misure di sicurezza da adottare, che devono essere compiute anche per le tecniche costruttive e per le macchine che l'impresa sceglie, in autonomia, per la realizzazione dell'opera.

Tali considerazioni consentono di affermare che i fattori di analisi della tecnica operativa (Tabella 3.18), impostata sulla base del tipo di progetto, del ciclo produttivo adottabile e dei tempi a disposizione, possono essere esemplificati nei seguenti punti:

- *analisi della natura e delle quantità delle opere da realizzare;*
- *analisi dei fabbisogni, della disponibilità e dei limiti di impiego delle risorse;*
- *analisi della convenienza di impiego di macchinari e di attrezzature;*
- *analisi delle opere provvisoriale prescritte dal coordinatore della sicurezza;*
- *analisi dei procedimenti prescelti dall'impresa e soggetti a norme specifiche di prevenzione infortuni.*

Particolare attenzione deve essere rivolta alla progettazione logistica del cantiere, poiché risulta di grande importanza definire le soluzioni da adottare in funzione di un miglioramento produttivo tramite l'applicazione di soluzioni esecutive conformi e foriere di risparmi temporali significativi, di semplificazioni operative, di economie di scala, ecc.

I criteri di ottimizzazione logistica, quindi, non possono prescindere dalla ricerca di soluzioni diverse da confrontare, dalla valutazione dei tempi di gestione operativa, dalle previsioni di costi da sostenere (trasporti, installazioni, ecc.).

A fronte dei fattori di valutazione dell'organizzazione operativa del cantiere è necessario stabilire i criteri metodologici per la progettazione logistica (Tabella 3.19, a pagina seguente) che possono essere individuati in:

- *miglioramento progressivo di soluzioni significative;*
- *confronto con soluzioni alternative;*
- *esplorazione sistematica di soluzioni possibili;*
- *scelta dell'unità operativa.*

Tabella 3.19 Progettazione operativa del cantiere – 3. Criteri metodologici di progettazione logistica.

Fattori	Elementi di progetto
Miglioramento progressivo di soluzioni significative	<ul style="list-style-type: none"> • In funzione dei parametri produttivi noti • In funzione delle esigenze specifiche dedotte dall'analisi operativa del progetto
Confronto di soluzioni alternative	<ul style="list-style-type: none"> • Individuazione di soluzioni • Criteri di valutazione delle soluzioni • Costi di trasporto • Aree di minimo costo • Confronto fra costi di trasporto • Confronto fra costi di installazione • Applicazione dei criteri di valutazione alle soluzioni individuate
Esplorazione sistematica di soluzioni possibili	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione delle variabili decisionali • Rappresentazione matematica dei vincoli logistici • Definizione in termini matematici della funzione che lega le variabili (utilità-benefici-costi)
Scelta dell'unità operativa	<ul style="list-style-type: none"> • Centro operativo a impostazione fissa • Stazioni operative multiple • Numero delle stazioni localizzazione

La progettazione dello specifico impianto di cantiere (Tabella 3.20) viene condotta, in funzione delle opere da costruire, sulla base di:

- *documenti di progetto esterno*: elaborato dal progettista e integrato da rilievi effettuati autonomamente dall'impresa per verificare la correttezza e la completezza degli stessi;
- *documenti di progetto interno*: relativi alla definizione delle esigenze produttive e alla progettazione delle macchine, delle attrezzature, ecc., in funzione della produttività attesa, delle caratteristiche plano-altimetriche dell'area di insediamento e degli edifici circostanti;
- *dislocazione sull'area disponibile*: della viabilità, dei servizi, delle aree di servizio alla produzione, ecc.

La definizione delle scelte esecutive da realizzare per rendere il cantiere operativo a tutti gli effetti (Tabella 3.21, a pagina seguente), riguarda la decisione da prendere riguardo ai seguenti fattori:

- integrazione dei percorsi interni con la viabilità di accesso;
- dimensionamento e organizzazione dei percorsi interni;

Tabella 3.20 Progettazione operativa del cantiere – 4. Progettazione dell'impianto di cantiere.

Fattori	Elementi di progetto
Documenti di progetto esterno	<ul style="list-style-type: none"> • Progetto esecutivo (planimetrie, piante, prospetti, sezioni) • Piano quotato e rilievi strumentali diretti • Sezioni e profili della zona e dei fabbricati • Misure di sicurezza prescritte
Documenti di progetto interno	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione delle esigenze produttive <ul style="list-style-type: none"> — Progetto impianti di sollevamento e trasporto — Progetto impianti di malta e conglomerati — Progetto di installazione delle macchine — Calcolo della potenza motrice necessaria — Tipi e quantità dei materiali — Progetto dei tipi di costruzioni provvisorie — Progetto delle adduzioni (energia elettrica, acqua, ecc.) • Definizione delle esigenze di superfici libere <ul style="list-style-type: none"> — Aree ubicazione macchine — Aree di lavorazione — Aree di stoccaggio — Uffici — Parcheggi • Definizione delle esigenze temporali <ul style="list-style-type: none"> — Programma dei lavori — Sottoprogrammi dei procedimenti costruttivi
Dislocazione sull'area libera disponibile	<ul style="list-style-type: none"> • Rete viaria interna al cantiere e accessi dell'esterno • Servizi generali • Aree di deposito e stoccaggio • Aree per impianti di produzione di semilavorati • Aree per depositi e magazzini macchine • Impianti di produzione di malta e conglomerati • Aree occupate da opere provvisionali (ponteggi, impianti <i>wellpoint</i>, ecc.)

- dimensionamento e posizione dei servizi;
- sistemi di sicurezza;
- dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti tecnici;
- dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti di produzione dei materiali;
- dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti per trasporto e sollevamento;
- dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti di produzione di semilavorati.

Tabella 3.21 Progettazione operativa del cantiere – 5. Fattori di progettazione logistica

Fattori	Elementi di progetto
Integrazione dei percorsi interni con la viabilità di accesso	<ul style="list-style-type: none"> • Accessi carrabili all'area • Accessi pedonali all'area
Dimensionamento e organizzazione dei percorsi interni	<ul style="list-style-type: none"> • Percorsi interni • Piazzali • Rampe • Posti di lavoro e di passaggio
Dimensionamento e posizione servizi	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Generali</i>: depositi e stoccaggio dei materiali • <i>Logistici</i>: baraccamenti per il personale e di supporto alla direzione lavori • <i>Assistenziali</i>: servizi sanitari
Sistemi di sicurezza (opere provvisorie e di sicurezza)	<ul style="list-style-type: none"> • Ponteggi metallici fissi e mobili • Impalcature in legno • Trasporto dei materiali • Trasporto e montaggio delle strutture prefabbricate
Dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti tecnici	<ul style="list-style-type: none"> • Impianto elettrico • Impianto idrico • Impianto di aria compressa • Impianto di vapore
Dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti di produzione dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Impianto di frantumazione degli inerti • Impianto di betonaggio • Impianto di produzione conglomerati bituminosi
Dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti per trasporto e sollevamento	<ul style="list-style-type: none"> • Nastri trasportatori • Funicolari terrestri (carrelli scorrevoli) • Funicolari aeree (teleferiche) • Gru a torre • Gru <i>derrick</i> • Gru <i>blondin</i>
Dotazione, dimensionamento e organizzazione degli impianti di produzione di semilavorati	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti di prefabbricazione • Impianti di stoccaggio • Impianti di trasporto e sollevamento

All'interno della pianificazione operativa dell'intervento va compresa anche la progettazione delle postazioni delle unità operative a cui si affida il compito di gestire il flusso di materiali, semilavorati e prodotti finiti (in una parola le *utilità*) dal punto di rifornimento ai luoghi di destinazione che possono essere di trasformazione (per esempio impianti di betonaggio) e/o di

Tabella 3.22 Progettazione operativa del cantiere – 6. Analisi della progettazione cinematica.

Fattori	Elementi di progetto
Localizzazione delle utenze	<ul style="list-style-type: none"> • Disposizione progettuale • Computo metrico
Determinazione delle utilità	<ul style="list-style-type: none"> • Quantità e qualità dei materiali • Quantità e qualità dei semilavorati • Quantità e qualità dei prodotti finiti
Individuazione delle postazioni delle unità operative	<ul style="list-style-type: none"> • Posizione relativa ai centri di deposito • Posizione relativa ai centri di stoccaggio • Posizione relativa ai centri di produzione • Posizione relativa alle fasi di costruzione
Analisi delle unità operative per la ricerca di quelle più efficienti e più economiche	<ul style="list-style-type: none"> • Scorte di utilità presso le unità operative • Scorte di transito • Scorte di partita • Scorte di sicurezza • Criteri di approvvigionamento • Progettazione dei flussi di utilità • Gestione dei flussi di utilità

messa in opera (di conglomerato cementizio, di manufatti in c.c.a. prefabbricati, di serramenti, ecc.).

I fattori del trasporto interno rivestono una grande importanza nella pianificazione delle attività, ma assumono anche una valenza notevole nelle valutazioni economiche del cantiere, sia per i costi di ammortamento, che variano al variare del tipo di macchina impiegata, sia per i costi indotti al processo produttivo qualora la macchina è sottodimensionata o disposta in modo errato per le esigenze del cantiere, sia ancora, se la macchina risulta sovradimensionata, a causa dei costi che indirettamente tale scelta può far gravare su un altro cantiere alla cui gestione era indispensabile quella potenzialità produttiva.

Lo studio del flusso delle utilità, indicato con il termine di *cinematica*, richiede una conoscenza accurata non solo delle risorse produttive da coinvolgere, ma anche della successione delle fasi della costruzione. La combinazione di questi due fattori deve essere approfondita in modo da definire sia la disposizione (diffusione o concentrazione) nel progetto spaziale e tecnologico dei materiali e delle tecnologie, cioè di quale parte del progetto è interessata dall'uso di quei determinati materiali e di quelle determinate tecnologie, sia le quantità di tali risorse (ricavate dal computo metrico) (Tabella 3.22).

Tale analisi verrà completata dallo studio:

- delle potenzialità produttiva delle macchine impiegabili;
- delle fasi di trasporto e delle posizioni delle unità operative (operatori, squadre interne dell'impresa, squadre dei subappaltatori) relativa ai centri di deposito, ai centri di stoccaggio, ai centri di produzione e alle fasi di costruzione;
- delle scorte (scorte di utilità presso le unità operative, scorte di transito, scorte di partita, scorte di sicurezza), sia alla definizione dei criteri di approvvigionamento, della progettazione e della gestione dei flussi di utilità.

Ciò consente di individuare la localizzazione più conveniente delle unità operative all'interno del cantiere, anche in funzione della possibilità di costituire piccole o grandi scorte di utilità, e quindi di poter contare su determinate autonomie operative fra due rifornimenti successivi.

Il sistema logistico e la cinematica di cantiere, e quindi i problemi di localizzazione delle unità operative, possono essere affrontati analizzando le caratteristiche degli elementi costituenti e applicando un criterio di controllo reiterato delle scelte intermedie effettuate.

3.5.7 Strumenti di gestione delle responsabilità

La scomposizione dei lavori consente di individuare il personale a cui affidare le responsabilità del processo produttivo in esame.

L'organigramma funzionale costituisce l'ossatura dell'organizzazione e schematizza i rapporti fra gli operatori interni tramite l'indicazione dei rapporti gerarchici nella logica delle funzioni aziendali coinvolte. Esso rappresenta l'organizzazione informale che porta ogni progetto/processo ad avere una propria identità organizzativa interna e viene correlato alle funzioni di coordinamento che agiscono sulle risorse per conseguire obiettivi di progetto vincolati in funzione di tempo, costo e risultato tecnico (Figura 3.3).

La *struttura organizzativa interna al processo produttivo (Organization Break-down Structure, OBS)* dipende da quella generale dell'impresa e definisce le strutture formali interne ai processi e le modalità di gestione. L'articolazione della commessa viene esplicitata attraverso un grafico a matrice, nel quale le ordinate sono costituite dalle attività elementari, mentre le ascisse rappresentano la struttura organizzativa della specifica commessa. Il punto di intersezione è denominato *voce di controllo*.

Risulta di fondamentale importanza che in questa fase di studio del progetto, in cui si sono individuate la WBS e la OBS, si proceda a un loro incrocio per attribuire la responsabilità dei pacchetti di lavoro in modo coerente alle varie unità operative.

Per questa ragione è possibile associare alla WBS una matrice delle responsabilità che metta in comunicazione le componenti principali del lavoro derivan-

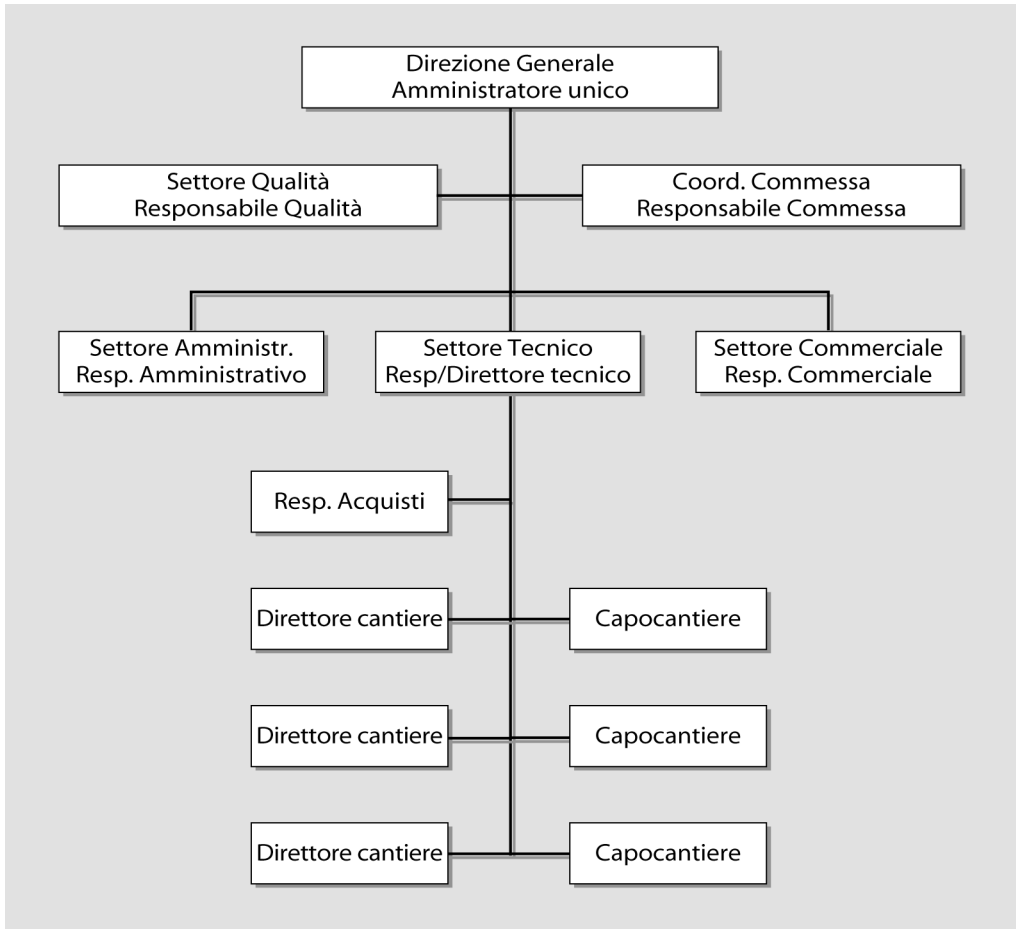


Figura 3.3 Organigramma funzionale di una impresa

ti dalla “scomposizione” con la struttura organizzativa (OBS) attribuendo una responsabilità a ogni livello della WBS e/o specifica attività.

Si possono avere *Matrici delle responsabilità* relative al processo generale di costruzione (si veda la Tabella 3.23, a pagina seguente, nella parte relativa all’*Urbanizzazione di Piano Particolareggiato*), e si possono avere *Matrici delle responsabilità* relative a singole procedure attivate per la gestione del cantiere (si veda la Tabella 3.23, nella parte relativa alla *Gestione Acquisti*).

3.6 La gestione delle fasi esecutive e il Piano della Produzione

3.6.1 La gestione delle fasi esecutive

Fase di esecuzione

La fase di esecuzione riguarda l’attivazione di tutte le attività previste e diventa il momento di verifica della accuratezza e della precisione con cui si è ope-

Tabella 3.23 Matrice delle responsabilità – Scomposizione del lavoro (WBS – OBS) Interazione tra pacchetti di lavoro e responsabilità.

Urbanizzazione di Piano Particolareggiato						
STRUTTURA DEL LAVORO	Resp. Commessa	Direttore Cantiere	Capo Cantiere	Capo Squadra A	Capo Squadra B	Capo Squadra C
Commessa	R	R				
<i>Lavori stradali</i>	R	R	R			
Tracciamento	S	R	R			
Movimenti di terra	S	R	R	R		
Reti interrato	S	R	R		R	
Massicciata Stradale	S	R	R			R
Finiture	S	R	R			R
Legenda: R = Responsabile I = Informato S = Supervisore		OBIETTIVO – Coordinare la struttura organizzativa con i pacchetti di lavoro (derivanti dalla scomposizione), attribuendo una responsabilità a ogni livello della WBS e/o alla specifica attività.				

Gestione Acquisti					
STRUTTURA DELLA PROCEDURA	Resp. Acquisti	Resp. Commessa	Direttore Cantiere	Resp. Qualità	Capo Cantiere
Emissione richiesta di acquisto		R	R		R
Emissione richiesta di offerta	R	S	I	I	
Emissione ordini di acquisto	R	S	I	I	
Qualifica dei fornitori	R	S		S	
Redaz. <i>budget</i> annuale consumi	R	S			
Controllo forniture	I	S	R	I/S	R
Aggiorn. registro ordini acquisto	R	I		I/S	
Aggiorn. archivio ordini acquisto	R			I/S	
Legenda: R = Responsabile I = Informato S = Supervisore		OBIETTIVO – Coordinare la struttura organizzativa con la procedura operativa (Gestione Acquisti), attribuendo una responsabilità a ogni livello della WBS e/o alla specifica attività.			

rato durante lo studio del cantiere per la valutazione delle risorse e della loro organizzazione spaziale e temporale nella conduzione dei lavori.

Il controllo costante da attuare durante la gestione del cantiere riguarda quattro punti.

1. Gli aspetti tecnici di realizzazione delle opere e del livello di qualità ottenuto, relativi a:
 - materiali impiegati:
 - controllo all'ordine e alla consegna in cantiere della qualità e della quantità concordata di ogni singola consegna attraverso la verifica dei documenti di trasporto, e dei certificati di accompagnamento;
 - controllo della collocazione dei materiali approvvigionati per garantire il mantenimento delle prestazioni attese (per esempio i termoisolanti vanno protetti dalle intemperie);
 - tecniche e modalità di esecuzione previste dal Capitolato Speciale: controllo della corretta preparazione e messa in opera, comprese le operazioni accessorie (come per esempio le cassetture per i getti di calcestruzzo, la piombatura delle strutture, il serraggio dei bulloni di strutture metalliche, le cassematte per gli infissi);
 - previsioni operative per il mantenimento dei livelli prefissati di produzione: particolare riguardo deve essere rivolto al coordinamento delle squadre interne e dei fornitori esterni sia dal punto di vista della tempistica di intervento, sia dal punto di vista operativo della sovrapposizione delle attività per poter intervenire con gli adeguamenti necessari.
2. Gli aspetti economici relativi a:
 - rispondenza fra le spese sostenute nel corso dei lavori e i costi preventivati in sede di offerta;
 - rispondenza fra le spese sostenute nel corso dei lavori e quelle relative al contenimento entro la massima esposizione finanziaria prevista per quel cantiere.
3. Gli aspetti temporali relativi a:
 - rispondenza fra le durate delle singole attività e quelle previste, sia che risultino a carico dell'impresa appaltatrice che a subappaltatori;
 - rispetto della durata contrattuale dei lavori: particolare riguardo deve essere rivolto al coordinamento delle attività e al controllo costante dei tempi di esecuzione delle singole lavorazioni, per poter effettuare tempestivamente interventi correttivi.
4. Gli aspetti amministrativi relativi a:
 - misurazione dei lavori effettuati;
 - valutazione contabile dei lavori.

L'avanzamento dei lavori viene confrontato periodicamente con i programmi elaborati in precedenza per poter di intervenire sulla produzione e attuare gli even-

tuali adeguamenti necessari in tempo utile: in tal modo si può ricondurre la produzione nei termini preventivati e non si compromette la prosecuzione dei lavori.

Fase di controllo

La fase di controllo va a interessare ogni singolo procedimento e si svolge secondo una successione di interventi: il rilievo, l'analisi, l'intervento.

Il rilievo dell'andamento della produzione consiste nella verifica periodica dello svolgimento dei lavori attraverso la lettura dei fogli di fabbricazione (sui quali vengono riportati tempi e modalità di esecuzione di ogni singolo atto di fabbricazione per ogni giornata lavorativa), posti a confronto con le previsioni contenute nei piani di avanzamento e nel riscontro delle eventuali difformità.

Ogni *scostamento dalle previsioni* va sottoposto ad analisi per verificare se le anomalie sono dovute a:

- studio del progetto: errate valutazioni nell'individuazione e nella quantificazione delle risorse;
- pianificazione delle risorse: errata valutazione delle tipologie procedurali e delle produzioni unitarie preventivate;
- grado di efficienza dei gruppi produttivi: inadeguatezza degli impianti e/o delle squadre previste rispetto al tipo, all'entità e alle modalità della produzione richiesta. In questo caso si rende necessario il recupero di efficienza tecnologica e produttiva attraverso una riorganizzazione oppure un aumento del gruppo produttivo;
- insorgenza di varianti al progetto o intervento di fattori esterni imprevedibili: richiedono una ridefinizione dell'organizzazione delle risorse e dei tempi di esecuzione.

Effettuata l'analisi delle cause che hanno provocato lo scostamento dei lavori dalle previsioni si procede alla definizione dei contenuti tecnico-economici dell'intervento specifico.

In ogni operazione di adeguamento del processo produttivo devono essere direttamente coinvolti i responsabili delle unità operative e i responsabili delle squadre, sia per lasciare un margine di autonomia nel decidere modalità di esecuzioni a loro più congeniali, sia per ottenere interventi tempestivi e adeguati, sia per avere il loro coinvolgimento massimo nella verifica dei comportamenti e dei rendimenti, sia, infine, per definire compiutamente i procedimenti da seguire in casi analoghi.

L'*assiduità del controllo*, esteso a ogni livello di responsabilità all'interno dell'azienda, e l'attenzione rivolta alle modalità di intervento consentono di:

- definire sistemi di controllo adeguati per ogni procedura esecutiva;
- abituare i vari livelli di responsabilità a elaborare piani precisi e impartire disposizioni mirate e complete in ogni aspetto operativo;

- analizzare il comportamento e i rendimenti dei gruppi produttivi per conoscere il livello di produttività ottenibile;
- promuovere all'interno dell'azienda un flusso continuo e completo di informazioni obiettivamente riscontrate durante l'esecuzione dei lavori.

Questi dati consentono di adeguare le procedure di analisi dei lavori successivi in modo da effettuare scelte operative e applicare sistemi di controllo basati su fattori produttivi rilevati in condizioni similari.

3.6.2 Il Piano della Produzione

Il Piano della Produzione costituisce il documento operativo per l'applicazione dei principi del *Project Management* all'attività di cantiere, in modo da assicurare la corretta impostazione, la gestione e il controllo delle varie attività. Contiene la descrizione dell'organizzazione del processo produttivo e chiarisce tempi, modalità operative, responsabilità e interazioni con l'organizzazione aziendale.

Il Piano è il fulcro del sistema di gestione messo in atto dall'azienda e si configura come lo strumento nel quale confluiscono e si strutturano:

- le attività di analisi e di previsione;
- le azioni da svolgere;
- gli *input* dal contesto;
- i consuntivi parziali dello svolgimento delle attività;
- i segnali di rischio e di criticità.

Ma il Piano è anche lo strumento di controllo del processo attraverso la verifica periodica della qualità del prodotto realizzato, del rispetto dei tempi previsti, del rispetto dei costi preventivati, della definizione delle criticità e della tempestività e dell'efficacia degli interventi correttivi.

Nel settore delle costruzioni la gestione e il controllo della realizzazione del progetto richiede due tipi di controllo:

- controllo tecnico (verifica *performance* tecnica);
- controllo economico (tempi e costi).

Fattore organizzativo fondamentale risulta la gestione della informazione tramite la comunicazione e la formalizzazione dei rapporti sia esterni (con la direzione lavori, con gli enti di controllo, ecc.), sia interni (col responsabile degli approvvigionamenti, con il responsabile della verifica dello stato di andamento dei pagamenti, ecc.).

Il Piano della Produzione, basato sul processo di pianificazione e controllo, deve essere aggiornato con continuità e tempestività, analizzando le tendenze, monitorando le aree a rischio, fornendo previsioni.

L'aggiornamento consente di controllare la validità dello studio iniziale, di verificare gli scostamenti rispetto alle previsioni iniziali, di attuare gli interventi

di correzione necessari. L'importanza dei controlli e delle verifiche è tale che esse devono essere pianificate prima dell'inizio dei lavori e previste a cadenze regolari, per ripianificare eventualmente le fasi successive.

In questo passaggio per ogni *work-package* risulta importante la definizione di:

- risorse necessarie (in particolare, il tipo di risorse, le modalità di consumo, le disponibilità, le prestazioni, ecc.);
- durata dei WP (e i collegamenti con i WP precedenti);
- costo delle risorse dei WP (quindi, costo complessivo del processo);
- avanzamento della produzione (sulla base delle attività).

Ogni fase esecutiva (caratterizzata da qualità, tempi, costi) deve essere monitorata e valutata singolarmente e poi in modo integrato (*valutazione integrata*) con le altre fasi per determinare le interdipendenze dal punto di vista sia del tipo di problemi che possono insorgere e del loro peso specifico, sia delle ricadute di carattere organizzativo e delle conseguenze sulla qualità del prodotto, del costo, del tempo.

La verifica periodica degli scostamenti dei tempi concordati e dei costi previsti rispetto alle previsioni consente di individuare i punti di sofferenza del processo, valutare l'ordine dei problemi, intervenire per risolvere difficoltà tecniche e per recuperare i costi eccedenti e i tempi perduti.

La complessità della fase di esecuzione dipende dalla complessità del progetto e delle condizioni dell'insediamento, per cui al crescere della complessità devono essere aumentati il numero e il livello dei controlli.

Alle variabili legate al progetto particolare attenzione richiedono:

- le variabili derivanti da vincoli interni ed esterni al processo produttivo, (dalla tutela dell'ambiente alla sicurezza dei prodotti, dalle condizioni fisico-ambientali del luogo alla disponibilità di area per l'accantieramento, dalle tipologie costruttive alle tecnologie compatibili);
- le variabili incluse nei vincoli contrattuali, per i quali si richiede l'attivazione della funzione di assistenza normativa e legale;
- i parametri introdotti dai vincoli (tecnici, economici, temporali) dell'approvvigionamento sul mercato di materiali, semilavorati, prodotti finiti, per i quali è necessario uno scambio di informazioni con i responsabili della funzione approvvigionamento.

L'entità dei vincoli ambientali, normativi e operativi devono essere non solamente oggetto di un esame approfondito in sede di progettazione ma, qualora si rendesse necessario, devono essere messi in evidenza in fase di analisi del contratto per integrare i patti e le condizioni da prevedere nel contratto.

Il Piano della Produzione deve usare tutti gli strumenti utili per la scomposizione del processo in fasi operative, la definizione delle fasi operative non utilmente scomponibili, la specificazione di ogni fase operativa secondo la sequen-

za, le caratteristiche e i criteri di gestione procedurale delle attività componenti, la responsabilizzazione degli operatori, la definizione di strumenti e di sistemi di controllo.

Il Piano della produzione deve organizzare le attività operative tramite:

- la pianificazione delle azioni da svolgere e delle connessioni fra di esse;
- l'identificazione degli *input* dal contesto naturale e da quello costruito per adottare le misure necessarie a ottenere i risultati attesi;
- la pianificazione delle attività per conseguire il livello di qualità richiesto;
- l'organizzazione delle attività produttive per rispettare i limiti di costo previsti;
- la programmazione dei tempi parziali e totali per rispettare le scadenze contrattuali;
- la definizione dei livelli di responsabilità dei singoli operatori, definiti in funzione della struttura produttiva, del ciclo produttivo specifico, del tipo di commessa;
- la definizione dei metodi (individuati in sede aziendale) e degli strumenti operativi (direttamente impiegati) da applicare per estrarre i consuntivi parziali dello svolgimento delle attività, per attuare le verifiche opportune durante lo svolgimento delle attività e per controllare le procedure e dei procedimenti operativi messi in atto;
- gli strumenti per l'individuazione dei segnali di rischio e di criticità;
- la gestione delle informazioni (comunicazione e formalizzazione) all'interno dell'azienda e nei rapporti col committente e i suoi rappresentanti.

I risultati ottenuti devono essere verificati in relazione agli obiettivi di partenza, ai procedimenti individuati e alle implicazioni operative.

Contenuti del Piano della produzione

Il Piano della produzione, quindi, viene attuato attraverso una sequenza di attività (Figura 3.24, a pagina seguente) che si possono sinteticamente riassumere in:

- scomposizione dei procedimenti costruttivi:
 - indentificazione dei procedimenti costruttivi e/o delle categorie di lavoro;
 - classificazione dei procedimenti costruttivi sulla base delle tecnologie costruttive;
 - organizzazione degli elementi tecnici nel procedimento costruttivo;
- specificazione delle risorse:
 - definizione dei materiali previsti (qualità e quantità) e loro pianificazione (disponibilità sul mercato, facilità di reperimento, rapidità di approvvigionamento, convenienza economica di impiego, soluzioni alternative);
 - identificazione della meccanizzazione del cantiere tramite la definizione delle macchine utilizzate, delle attrezzature impiegate e degli impianti installati per la singola lavorazione;

Tabella 3.24 Contenuti del piano della produzione.

Dati generali	Dati specifici
Studio di commessa	<ul style="list-style-type: none"> • Codice della commessa • Denominazione cantiere • Descrizione della commessa
Studio del lavoro	<ul style="list-style-type: none"> • Ricerca informazioni necessarie a valutare le occasioni di lavoro • Studio della documentazione di appalto • Definizione dell'offerta economica.
Operazioni preliminari	<ul style="list-style-type: none"> • Ricognizione preliminare • Impianto di cantiere • Documenti da conservare in cantiere • Responsabilità, organizzazione e coordinamento della commessa • Approvazioni da richiedere • Programma dei lavori
Pianificazione del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Pianificazione delle lavorazioni • Programmazione dei tempi • Pianificazione degli approvvigionamenti
Gestione del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Organizzazione delle squadre e dei subappaltatori • Controllo continuo del prodotto
Contabilità del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Contabilità passive (costi) • Contabilità attive (rimborsi)
Controllo del cantiere	<ul style="list-style-type: none"> • Tempistica • Documentazione di cantiere • Approvvigionamenti • Azioni correttive
Consegna opera finita	<ul style="list-style-type: none"> • Sopralluogo col committente • Esame documentazione • Consegna provvisoria • Soluzione delle controversie • Chiusura della commessa

- specificazione delle squadre di lavoro, del numero di operai componenti, del responsabile (caposquadra, capocantiere);
- definizione dell'impresa esecutrice delle singole lavorazioni (impresa appaltatrice o subappaltatore);
- specificazione dei tempi esecutivi e dei costi:
 - definizione della durata di svolgimento e dei costi dei singoli procedimenti;

- articolazione delle successioni operative e temporali;
- specificazione delle possibili contemporaneità e delle eventuali interferenze, spaziali e temporali, con le altre lavorazioni contemporanee;
- valutazione delle implicazioni temporali sulla progettazione operativa ed economica;
- programmazione di tempi e costi dei singoli procedimenti costruttivi e di tutto il processo produttivo;
- confronto con le scadenze contrattuali;
- valutazione delle soluzioni alternative;
- specificazione dei controlli:
 - definizione del sistema di verifica delle opere in fase di esecuzione e al termine dei lavori;
 - definizione dei criteri di accettazione, prove e collaudi sperimentali.

La complessità del processo produttivo e l'articolazione delle attività consentono di valutare le connessioni tra le attività poste in successione e tra quelle che hanno una relazione diretta, pur con uno svolgimento che si sviluppa in una fase parallela, per cui è possibile gestire le attività e gli operatori specifici senza creare discontinuità o intralci produttivi.

In ogni singola fase del Piano della produzione è necessario anche mettere bene in evidenza i legami tra le funzioni aziendali coinvolte e i contributi di conoscenza e di chiarezza che i diversi livelli di responsabilità possono portare nella pianificazione del processo esecutivo, per cui deve indicare le funzioni coinvolte, per ogni attività, e distinguere il grado di coinvolgimento di ognuna di esse.

La gestione del personale dell'impresa prevede l'attribuzione di specifiche mansioni a ogni operatore per cui il personale deve essere scelto (e formato) per la gestione di processi: il personale operativo deve dimostrare capacità organizzative nella conduzione del cantiere, delle procedure da rispettare e dei controlli da effettuare, mentre le maestranze devono conoscere i materiali, i processi costruttivi, le misure di sicurezza, i dispositivi di protezione individuali.

Esempio sintetico di un Piano della produzione

Facendo riferimento a un intervento limitato, si propone, di seguito, una sintetica guida per la realizzazione di un piano della qualità nell'ipotesi di realizzare di un impianto di erogazione gas in un edificio pluripiano posto in centro storico, costituito da numerose unità immobiliari. Il Piano della Produzione viene sviluppato sulla base delle conoscenze tecnologico-impiantistiche, con particolare riguardo alle procedure di posa e messa in opera, alla situazione ambientale del cantiere, alle problematiche legate alla gestione, al funzionamento e alla manutenzione degli impianti e ai costi determinati dalle scelte progettuali.

In Tabella 3.25 a pagina 161 si riporta la matrice delle responsabilità relativa all'impianto d'esempio.

Piano della produzione – Impianto distribuzione gas

1. Oggetto

Elaborazione di uno strumento di gestione per la qualità che consenta di tenere sotto controllo tutti gli aspetti legati alla realizzazione degli impianti tecnici del cantiere in oggetto.

2. Finalità

Ottimizzazione delle procedure progettuali ed esecutive degli impianti e della loro gestione e manutenzione.

3. Riferimenti normativi

Norme UNI-CIG

Regolamento edilizio

4. Campo di applicazione

Il Piano della Produzione ha validità generale per l'impianto erogazione del gas. Presenta molti punti in comune con gli altri impianti tecnici realizzati all'interno del cantiere in oggetto: impianto di riscaldamento; impianto elettrico; impianto idrico-sanitario.

5. Terminologia

DT – Direttore tecnico

DC – Direttore di cantiere

DL – Direttore dei lavori

CC – Capocantiere

IG – Impianto erogazione gas

6. Responsabilità

Il processo di realizzazione dell'impianto è stato scomposto in procedimenti e in attività elementari; per identificare le figure chiave nell'ambito del controllo della qualità dei processi. La Matrice della Responsabilità allegata chiarisce compiti e responsabilità nel caso di subappalto degli impianti.

7. Contenuti del piano

7.1 Dati generali

Il cantiere sorge in un'area collocata nel centro storico della città.

Il Piano della Produzione è legato alla realizzazione di impianti del gas indipendenti per ciascuna unità immobiliare all'interno del cantiere.

RC e CC analizzano le condizioni logistiche del cantiere.

RC coordina i subappaltatori.

RC gestisce i documenti di cantiere.

7.2 Studio di commessa

L'analisi della commessa prende in considerazione gli aspetti produttivi, economici e temporali per l'esecuzione dell'opera.

Dal punto di vista strettamente operativo è necessaria l'analisi del ciclo produttivo e delle condizioni di cantiere compiuti da RC che ha evidenziato che:

- il cantiere è caratterizzato da un'evidente carenza di spazi liberi, che impedisce lo stoccaggio di grandi quantità di materiali, per cui si procede con approvvigionamenti minimi atti a eseguire le lavorazioni previste nei giorni immediatamente successivi;
- la ricerca di standard estetici piuttosto elevati, sia per la posizione particolare del cantiere che per la qualità del contesto costruito, impone alcune scelte progettuali quali l'accorpamento in pochi comignoli di tutte le numerose canne fumarie, onde minimizzare l'impatto estetico della scelta di dotare ogni unità immobiliare di impianti indipendenti;

- le tubazioni del gas inizialmente progettate a vista, cioè esterne ai muri dell'edificio, sono da rendere invisibili su richiesta del committente, per cui le tubazioni vengono installate internamente alle murature dell'edificio nel rispetto delle prescrizioni legate alla normativa specifica.

7.3 Studio del lavoro

Dal punto di vista programmatico per lo studio dell'opera da eseguire è necessario:

- studiare le condizioni contrattuali;
- definire vincoli, allacciamenti, ecc.;
- effettuare un sopralluogo preliminare;
- studiare l'impianto di cantiere;
- definire compiti e mansioni.

Dal punto di vista strettamente operativo è necessario studiare l'opera.

Studio del progetto

Il progetto prevede canne ramificate, tali che un'unica canna di diametro maggiore consenta di servire almeno tre appartamenti sistemati in colonna. Le canne portate sul tetto sono state convogliate insieme, per avere anche un gruppo di otto canne per lo stesso comignolo.

Le tubazioni del gas, collocate internamente ai muri dell'edificio, sono realizzate con rame adeguatamente protetto attraverso una guaina speciale corrugata; in base alla normativa tali tubi vengono posizionati sempre ad almeno 30 cm dal pavimento e a 30 cm dagli spigoli dei muri delle unità immobiliari, secondo percorsi obbligati.

Studio del cantiere

Le dimensioni e la posizione del cantiere richiedono approvvigionamenti quasi giornalieri dei materiali strettamente necessari con un conseguente incremento dei costi per il trasporto e per le operazioni di immagazzinamento. Si è costretti a ricorrere a magazzini più vicini ma più onerosi, rispetto a magazzini lontani ma economici.

7.4 Operazioni preliminari

Dal punto di vista programmatico per l'organizzazione delle attività produttive è necessario:

- analizzare i documenti contrattuali;
- identificare le norme di capitolato da rispettare;
- richiedere le autorizzazioni necessarie;
- programmare i lavori.

Dal punto di vista strettamente operativo è necessario:

- individuare un unico punto dell'edificio in cui concentrare la batteria comprendente tutti i contatori del gas, in accordo con l'Ente preposto all'erogazione; da quel punto la tubazione generale del gas si dirama per andare ad alimentare il contatore di ciascuna unità immobiliare;
- individuare, per ciascuna unità immobiliare, il punto di ingresso della tubazione del gas in corrispondenza del quale viene collocato il rubinetto d'arresto.

7.5 Pianificazione del cantiere

La corretta pianificazione delle operazioni di cantiere richiede di:

- individuare tutti gli elementi che influiscono sulle attività e sui tempi di esecuzione;
- individuare forniture e subappalti;
- documentare il lavoro eseguito.

Dal punto di vista strettamente operativo è necessario:

- individuare il punto di erogazione del gas per il piano cottura di ciascuna cucina;
- prestare notevole attenzione a questa fase perché è la scelta delle posizioni dei rubinetti d'arresto e dei punti di erogazione del gas a determinare il percorso che le tubazioni devono compiere all'interno di ciascuna unità immobiliare;

- stabilire il percorso delle tubazioni nelle singole unità immobiliari e procedere al relativo tracciamento e all'esecuzione dei fori e degli scassi per l'inserimento dei tubi; (tali operazioni riguardano tutti gli impianti realizzati);
- eseguire le tracce;
- posare le tubazioni, e installare i rubinetti del gas nei punti prestabiliti;
- mettere in funzione l'impianto;
- collaudare l'impianto.

7.6 Gestione del cantiere

La gestione del cantiere deve prevedere:

- una *riunione preliminare*: per organizzare le attività da svolgere, le risorse necessarie (manodopera, materiali, macchine attrezzature), i controlli da effettuare;
- l'*apertura del cantiere*: effettuata tramite verbale di inizio lavori;
- l'*approvvigionamento dei materiali*: in collaborazione col Responsabile degli acquisti;
- l'*esecuzione delle lavorazioni dirette e delle forniture di opere*;
- l'*esecuzione dei controlli e dei collaudi interni*;
- la *contabilizzazione dei lavori*;
- la *chiusura del cantiere*;
- i *collaudi finali*.

7.7 Contabilità del cantiere

La gestione economico-finanziaria della commessa richiede prima la contabilità dei costi, poi quella dei prezzi concordati e, infine, l'emissione della relativa fattura.

7.8 Controllo del cantiere

Il controllo delle attività del cantiere avviene attraverso:

- il controllo della conformità di prodotto e di lavorazione;
- il controllo dei tempi di esecuzione;
- il controllo degli approvvigionamenti;
- il controllo finale.

7.9 Consegna opera finita

La consegna dell'opera o di parti di essa avviene tramite:

- il sopralluogo con la DL;
- l'esame della documentazione;
- la consegna totale o parziale dei lavori;
- la chiusura della commessa.

7.10 Elenco allegati

Fra i documenti che consentono di gestire il rapporto con il committente il cantiere si ricordano:

- giornale dei lavori;
- libretto delle misure;
- registro di contabilità.

Fra i documenti aziendali che consentono di gestire il cantiere si ricordano:

- programma dei lavori;
- programma delle risorse;
- piano degli approvvigionamenti;
- piano dei controlli;
- lista delle economie.

Struttura del lavoro	Responsabili					
	Progettista impianti	Direttore dei Lavori	Direttore di Cantiere	Capo Cantiere	Fornitore Subappaltatore	Capo Squadra Fornitore
Individuazione del punto di collocazione della batteria dei contatori del gas	S	R	I	I	I	
Definizione dei punti di collocazione apparecchiature e dei punti di ingresso delle tubazioni del gas	R	R	I	I	I	
Individuazione dei percorsi delle tubazioni	R	R	I	I	I	
Tracciamento dei percorsi			R	R	R	
Esecuzione di fori, scassi, tracce		S	R	R	R	R
Raccolta e allontanamento dei detriti		S	R	R	R	R
Approvvigionamento in cantiere del materiale per le tubazioni		S	R	S	R	
Posa delle tubazioni		S	R	R	R	
Fissaggio delle tubazioni		S	R	R	R	R
Verifica della tenuta dell'impianto		S	R	R	R	
Protezione delle tubazioni		S	R	R	R	R
Installazione dei rubinetti del gas		S	R	R	R	
Messa in funzione e collaudo impianto	I	S	R	R	R	
<p>OBIETTIVO – Coordinare la struttura organizzativa con la struttura del lavoro (derivanti dalla scomposizione), nel caso più articolato in cui l'appaltatore affida l'esecuzione dell'impianto a un fornitore esterno attribuendo una responsabilità a ogni livello della WBS e/o alla specifica attività.</p> <p>LEGENDA: R = Responsabile S = Supervisione I = Informato</p>						

Tabella 3.25 Matrice delle responsabilità – Realizzazione degli impianti tecnici di erogazione gas in edificio nuovo posto in centro storico.

