

Organizzazione del Cantiere

prof. Maurizio NICOLELLA

Appunti di Riccardo Maria Polidoro
riccardo.polidoro.org

Evoluzione storica dei cantieri

Il cantiere dell'opera edilizia "nasce" nel momento in cui l'uomo riflette su come organizzare, trasportare e mettere in opera le risorse necessarie per una costruzione, redigendo a suo modo una planimetria di cantiere nei casi più accurati.

- Stonehenge: cantiere ignoto, soprattutto nelle tecniche di trasporto e posa in opera dei blocchi;
 - Egitto: per la piramide di Cheope si trasportano blocchi su ruote, frequentemente corrispondenti agli attuali blocchi pisé (ottenuti dalla pigiatura della terra appena inumidita entro cassaforme);
 - Roma: si sviluppano più strumenti, tra cui ~~tra~~ attrezzature di sollevamento, strumenti di misura, centine (oggi quasi ignote come sapere tecnico tra gli operai, dunque di difficile realizzazione), ponteggi e tecniche di movimentazione dei blocchi (dadi, tenone-mortasa, forcipe...) antesignani di analoghi sistemi moderni;
 - Medio Evo: Studi maggiori sulle macchine di movimentazione, organizzazione in corporazioni;
 - Prima rivoluzione industriale: si realizzano le prime strutture in acciaio, si progetta la fase realizzativa della opera prevedendo opere provvisorie (ad es. per il cantiere della Torre Eiffel);
 - XX secolo: inizia la sfida per la realizzazione di ponti sempre più lunghi ed arditi, si comprende che il disegno di progetto deve tener conto delle modalità realizzative (dove inserire le opere provvisorie? Come realizzare i vari componenti?);
 - Prefabbricazione: Vede due differenti fasi legate allo sviluppo delle tecniche costruttive, con una prima fase votata alla prefabbricazione pesante (realizzare più componenti possibili in fabbrica per poi assemblarli in cantiere; si realizzano pannelli e pezzi grandi e pesanti per realizzare un rapido montaggio, determinando problemi nelle giunzioni, ponti termici etc) e una seconda legata alla prefabbricazione leggera (solo i singoli componenti sono prefabbricati: travi, pilastri, plinti, pannelli da solaio, travi reticolari...).
- Al giorno d'oggi la prefabbricazione segue anche direzioni diverse:
- Legno: prefabbricazione strettamente legata ad edifici temporanei, spesso definita sostenibile pur essendo il legno lamellare realizzato con resine e collanti e avente tempi di rigenerazione lunghi;
 - Sistemi SR (struttura-rivestimento): anche noti come sistemi costruttivi a secco, prevedono di rendere l'intero prodotto edilizio riciclabile e riutilizzabile nelle sue parti, minimizzando le necessità di smaltimento e reimmettendo il materiale nell'industria anche al termine della vita utile dell'opera.
- Industria 4.0: corrispondente alla fase attuale, si impiegano robot e sistemi di controllo automatizzati oltre a sistemi di controllo del cantiere in remoto

Processo Edilizio

La definizione di processo edilizio è riportata nella norma UNI 10473, che lo descrive come una successione organica e coordinata di operazioni svolte da più soggetti per un determinato scopo.

Le leggi si dividono in cogenti e volontarie; tra le seconde figurano le norme (UNI, DIN, EN, ISO) che riportano indicazioni, suggerimenti e definizioni.

Le regole da rispettare nei rapporti tra soggetti e nello svolgimento dei lavori si dicono procedure.

Per essere efficace l'organizzazione del cantiere e la conseguente realizzazione, un'opera deve essere:

- Programmata
- Realizzata
- Collaudata (coniunzione tra esecuzione e gestione)
- Gestita

4 fasi che devono essere necessariamente integrate, ragionando ad esempio nella redazione del progetto nell'ottica di come l'opera sarà gestita, mantenuta etc.

UNI 10838: Il processo edilizio è una sequenza organizzata di fasi che portano al rilevamento delle esigenze della committenza [Intenza] di un bene edilizio ed al loro soddisfacimento attraverso la progettazione, produzione (dei materiali e delle opere provvisoria, come ponteggi, CHS, mattoni, acciaio → interessa industrie collaterali), costruzione e gestione del bene stesso.

Si distingue tra due principali tipologie di cantiere:

a) Nuova costruzione: votata alla realizzazione di beni non ancora esistenti;

b) Cantiere di recupero: legato a beni esistenti (molto diverse!) e preceduto da un'importante fase di conoscenza.

d.lgs. 81/08 Testo Unico sulla Sicurezza nei luoghi di lavoro (utile in ogni settore lavorativo!)

Il testo unico sulla sicurezza presenta una sezione dedicata unicamente ai cantieri edili in ragione delle loro peculiarità, intendendo per cantiere il luogo in cui si effettuano lavori di ingegneria civile o edili, con un elenco di attività riportato all'Allegato X della norma.

Il titolo IV, come anticipato, è dedicato ai cantieri temporanei e mobili (ovvero all'edilizia) in ragione delle loro specificità:

- Localizzazione del cantiere (coincidente con la posizione dell'edificio; le fabbriche sono localizzate dove il costo della manodopera è minore);
- Ricollocazione della sede produttiva (non possibile in edilizia);
- Contornazione della sede produttiva (non modificabile in edilizia, essendo legata al quantitativo da produrre in cantiere);
- Interventi post-produzione (il prodotto è durevole, dunque soggetto a pochi interventi);
- Manutenzione (solo in presenza di guasti, ad oggi non è prevista programmazione degli interventi);
- Processo non standardizzabile (ogni cantiere è unico);
- Controllo del processo (rapporti tra committente, datore di lavoro e progettista; nell'industria l'impresa coincide col committente);
- Ripartizione dei costi fissi (non possibile in virtù dell'unicità del prodotto)

Nella fase di programmazione/ideazione, il committente affida un incarico — eventualmente tramite un Responsabile Unico del Progetto (RUP) — al progettista o al gruppo di progettisti che si occupano di individuare le esigenze della committenza e trasformarle in requisiti e prestazioni demandate al progetto.

Il committente individua contestualmente un direttore dei lavori, figura che si rapporta con tutti gli altri attori del progetto, e nomina un'impresa che si occupa della realizzazione del progetto.

Tra direttore dei lavori e impresa si instaurano delle interrelazioni formali (ad esempio, il direttore dei lavori redige un ordine di servizio per ogni irregolarità: tutto ciò che non è verbalizzato non ha valore giuridico nel contratto!)

L'impresa a sua volta nomina: Direttore di cantiere (dialoga col DL in colloqui tecnici);

Preposto di cantiere

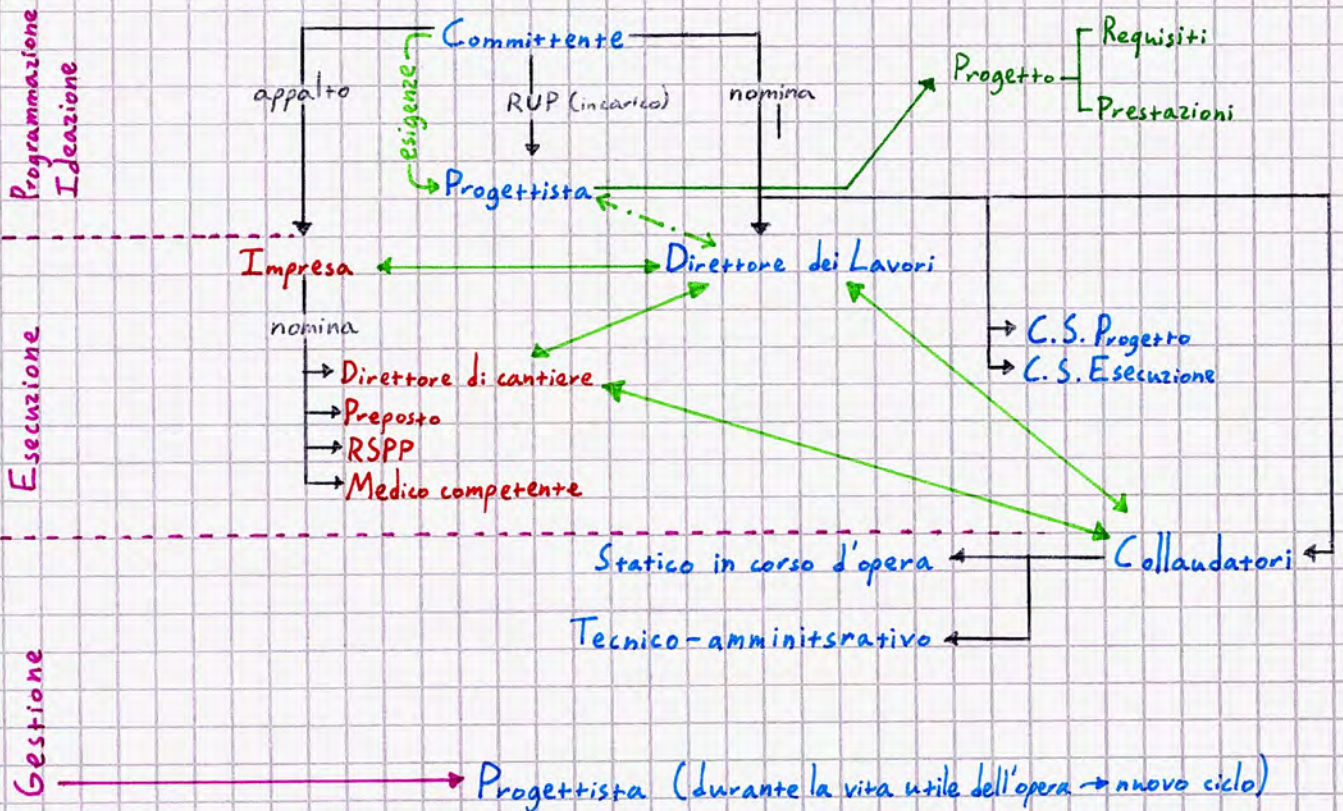
Responsabile di Sicurezza, Prevenzione e Protezione (RSPP)

Medico competente (medicina del lavoro)

Il committente dunque nomina:

- Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione;
 - Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione;
 - Collaudatore statico in corso d'opera (per interventi strutturali);
 - Collaudatore tecnico-amministrativo (a fine cantiere, per la contabilità).
- } Verificano la sicurezza per conto del committente

Nella fase di gestione, se si presentano dei problemi si nomina un progettista e ricomincia il ciclo; in generale nella vita utile di un edificio le prestazioni si riducono finché non è necessario effettuare un intervento. Vale complessivamente la seguente organizzazione:



Attori del processo edilizio

- **Committente:**
 - Ha l'idea;
 - Assume l'iniziativa;
 - Investe i capitali;
 - Espone bisogni ed esigenze.
- } Soggetto da cui parte il processo edilizio

Se è pubblico, vale il d.lgs. 36/2023 (codice dei contratti pubblici) → nomina un RUP.

Se è privato, il soggetto è titolare di diritti reali.

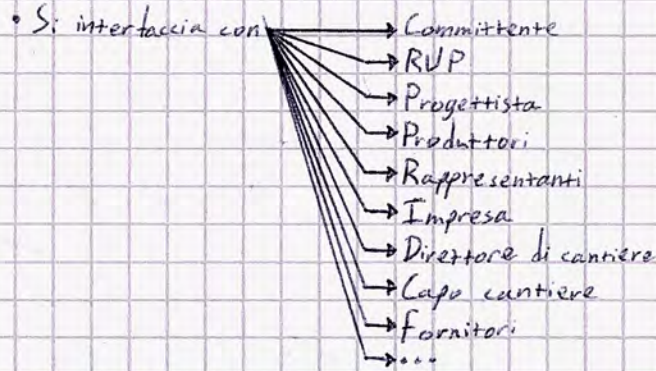
- **Progettista:**
 - È nominato dal committente (direttamente o indirettamente);
 - Analizza bisogni ed esigenze del committente;
 - Redige il progetto;
 - Si interfaccia con:
 - RUP
 - Committente
 - Produttori
 - Rappresentanti
 - Direttore dei lavori

Il progettista può redigere i progetti di fattibilità tecnico-economica ed esecutivo:

- da solo
- in gruppo multidisciplinare (ognuno fa una cosa)
- Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (sciolta a fine lavori)
- Società di Ingegneria: è in Camera di Commercio 3

• **Direttore dei Lavori:** È nominato dal committente (direttamente o indirettamente), può coincidere con il progettista ed esiste quasi sempre l'obbligo di nominarlo; ha molte mansioni di cui 4 fondamentali:

- Controlla che le opere siano eseguite in conformità con il progetto e con il contratto;
- Controlla la qualità dei materiali (accettazione);
- Controlla che le opere siano eseguite a regola d'arte;
- Accerta la ~~qualità~~ quantità di opere eseguite (documenti di contabilità);



• **Coordinatori della Sicurezza** → in fase di progettazione: CSP

- È nominato dal committente (dir/ind);
- Può coincidere col progettista;
- Non sempre c'è obbligo di nomina;
- Redige il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)

→ in fase di esecuzione: CSE

- Può coincidere con il CSP (è buona pratica);
- Non sempre c'è obbligo di nomina;
- Modifica il PSC se necessario ma può anche redigerlo.

• **Direttore dell'esecuzione:**

- Nominato dal Committente per servizi e forniture;
- Provvede al coordinamento, alla direzione e al controllo tecnico-contabile dell'esecuzione del contratto stipulato dalla stazione appaltante assicurando la regolare esecuzione, in conformità ai documenti contrattuali

La figura deriva dalla legge in materia di lavori pubblici (Codice dei Contratti Pubblici per Lavori, Servizi, Forniture); è analoga al direttore dei lavori per legato a servizi e forniture (alcuni servizi possono interessare l'ambito edilizio).

• **Responsabile dei lavori:** Ruolo definito dal T.U. Sicurezza, comunemente viene appellato come responsabile della sicurezza (ma tale denominazione è impropria!)

- Può essere lo stesso committente, RUP, Direttore dei Lavori o altra persona qualificata;
- Si occupa dell'applicazione della normativa sulla sicurezza nei cantieri.

• **Collaudatore Statico in corso d'opera:** interviene sulle strutture partendo dal progetto (ed è dunque corresponsabile in caso di vizi)

- È nominato dal committente;
- Può intervenire sin dalla fase di progettazione (deve);
- Non può coincidere con progettista, Direttore dei Lavori né altri;
- Si occupa delle opere strutturali;
- Si interfaccia con progettista e direttore dei lavori.

• **Collaudatore tecnico-amministrativo:** Controlla il processo edilizio secondo normativa e dà il benestare al saldo all'impresa (dopo essersi interfacciato col Direttore dei Lavori per definire il valore dei lavori eseguiti e delle penali per ritardata consegna, lavori non eseguiti bene, danni...).

Dopo il suo intervento, l'edificio entra in fase di gestione.

- È nominato dal committente;
- Può intervenire anche alla fine dei lavori;
- Controlla aspetti formali e sostanziali sul piano tecnico e amministrativo;
- Redige il certificato di collaudo;
- Dà il benestare al saldo all'impresa;
- Si interfaccia col Direttore dei Lavori.

• **Project Manager:** Inizialmente figura propria delle grandi aziende, in un secondo momento entra anche nel mondo dell'edilizia.

- Gestisce la commessa per conto del committente;
- Si occupa di aspetti manageriali e riguardanti la fase esecutiva.

• **Impresa:** Dimostra le capacità necessarie per assolvere ad un compito e di essere in regola con i contributi.

- È scelta dal committente (dir/ind)
- Può essere da sola o in un'Associazione Temporanea di Imprese;
- Può subappaltare (se previsto);
- Sostiene i costi di produzione;
- Può assumere l'onere della progettazione esecutiva (appalto integrato);
- Deve essere in grado di realizzare il lavoro affidatogli organizzando e gestendo capitali, macchine, operai;
- È tenuta ad eseguire l'opera a perfetta regola d'arte ed in conformità dei relativi progetti e contratti;
- Quando i lavori sono eseguiti in maniera difforme dalle prescrizioni tecniche o con materiali diversi da quelli stabiliti, l'appaltatore dovrà demolirli e rifarli a proprie spese;
- Dopo l'approvazione del collaudo da parte della committenza, è liberata da ogni responsabilità, salvo le garanzie di legge (2 anni per vizi non gravi => la P.A. spesso induce ad una polizza postuma biennale; 10 anni per vizi gravi che impediscono un corretto uso dell'opera)

• **Direttore di cantiere:** Gestisce i lavori per conto dell'appaltatore, interloquisce col direttore dei lavori.

• **Preposto di cantiere:** Deve assicurare in modo continuo ed efficace che il lavoratore segna le disposizioni di sicurezza impartite.

• **RSPP:** Organizza e gestisce tutto il sistema appartenente alla prevenzione e alla protezione dai rischi.

• **RLS:** È il rappresentante per i lavoratori (da loro eletto) per gli aspetti della salute e sicurezza sul lavoro.

• **Capocantiere:** Coordina le maestranze in cantiere.

Le fasi costruttive

Il progetto delle fasi costruttive è successivo alla fase ideativa — che deve però a sua volta tener conto delle dinamiche realizzative — in quanto in cantiere si conducono molte attività diverse raggruppabili in **categorie omogenee** (ad esempio, opere relative alla realizzazione di opere in CLS / fondazioni profonde / impianti di climatizzazione), irrimediabilmente legate tra loro (alcune attività per essere condotte ~~sono~~ richiedono il completamento di altre attività) e che quindi necessitano un **coordinamento**, attesi i tempi delle varie realizzazioni.

È possibile dunque attuare una gerarchizzazione delle operazioni da effettuare entro gli obiettivi del e gli approcci del singolo progetto e senza focalizzarsi su un grado di dettaglio troppo elevato.

Per iniziare la pianificazione operativa si attuano i seguenti procedimenti:

- Esame e valutazione degli elaborati (con riferimento specifico a quelli di maggiore attinenza);

- Costruzione della WBS (Work Breakdown Structure);

Un esempio di WBS è la UNI 8290/1983, in cui c'è una classificazione ramificata di opere secondo 3 diversi livelli di approfondimento (classi di unità tecnologiche — unità tecnologiche — classi di elementi tecnici); i gradi di approfondimento maggiori non sono presenti in normativa in virtù del numero estremamente elevato di elementi tecnici, soprattutto con le evoluzioni tecnologiche: il progettista assegna le proprie specificazioni per ogni classe di elementi tecnologici.

- Estrapolazione dei valori della produzione (quantità di prodotto e di risorse ipotizzabili in numero e tipo) e della conseguente combinazione delle risorse (si verifica se il CLS è in cantiere o meno);

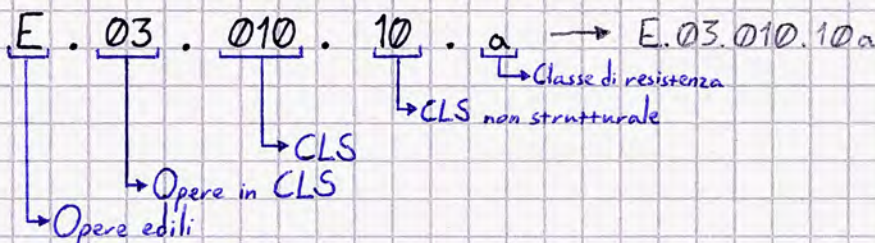
- Definizione della sequenza costruttiva, dunque dei legami tra categorie.

La pianificazione è per definizione l'organizzazione delle risorse (materiali, manodopera, attrezzature da ottimizzare per consentire il profitto garantendo il risultato) per una realizzazione.

Un altro esempio utile (e semplice) di WBS è il **tariffario medio della Regione Campania**, organizzata in voci come una WBS; nel codice identificativo è presente la sigla CAM se la lavorazione rispetta i criteri ambientali minimi, ad esempio se il materiale utilizzato è riciclabile o deriva dal riciclo; ogni voce presenta inoltre una descrizione della lavorazione, l'unità di misura di riferimento per la valutazione della lavorazione, il prezzo unitario e l'incidenza percentuale del prezzo della manodopera sul prezzo del materiale.

Nel progetto, sulla base del Nuovo Codice dei Contratti Pubblici sono previste numerose fasi di elaborazione già nel **progetto di fattibilità tecnico-economica** (corrispondente al precedente progetto definitivo, scomparso in normativa), che include al suo interno il **computo metrico estimativo** (elaborato di progetto che lega la fase attuativa alla fase ideativa, redatto tenendo conto dell'ordine delle operazioni), il **cronoprogramma**, il **piano di sicurezza e coordinamento** (con il proprio cronoprogramma e progetto di cantiere); tra i vari elaborati del progetto esecutivo permangono questi appena citati.

La WBS secondo il tariffario della Regione Campania



Se si redige un computo metrico partendo dalla tariffa, essendo i codici già raggruppati in tariffa come una WBS è possibile realizzare contestualmente WBS e computo metrico: il tariffario è già organizzato secondo una consequenzialità delle fasi esecutive!

Consideriamo ora le varie categorie del capitolo E - Opere edili:

E01 - Scavi

Categoria principalmente legata in ambito edile agli scavi di fondazione; per capire dove e come condurre lo scavo bisogna condurre dei rilievi (con livelli e telemetri laser, ad esempio).

Esistono due diversi tipi di scavo:

- Di sbancamento/a sezione aperta: scavo diffuso sul terreno condotto a quota pari o superiore a quella del mezzo operatore; nei primi 50 cm - 1m di profondità si asporta terreno vegetale. Interessa l'intera area di sedime del fabbricato.
- A sezione obbligata: scavo a sezione ben definita, utilizzato ad esempio per le strutture di fondazione (su plinti o a travi rovesce) o per la posa delle tubazioni di opere idrauliche.

Alla posa in opera delle fondazioni segue un primo getto di pilastri ed un'operazione di rinterro.

Nel caso di scavi profondi, occorre considerare l'angolo di attrito del terreno o prevedere paratie di pali, fatte prima dello scavo e collegate da una trave in sommità che connette i ferri di attesa.

In alternativa, si possono utilizzare delle opere provvisorie, come:

Sbatacchiatura: opera provvisoria (ovvero in opera solo per un tempo limitato, legato alla realizzazione) di contenimento.

Palancole: elementi in lamiera ad Ω , simili alla lamiera grecata per solai collaboranti in acciaio e CLS, in fissa per battitura nel terreno e collegate tra loro per formare l'opera di contenimento; l'intervento richiede costi elevati e produce livelli significativi di rumore.

E02 - Fondazioni profonde

- Pali infissi (battuti);
- Pali trivellati: il terreno oppone minor resistenza, si utilizza una trivella per realizzare un foro in cui si getta il palo.

Pali di diametro inferiore al $\Phi 300$ si dicono micropali; sono utilizzati per interventi di consolidamento sull'esistente (ad esempio in caso di cedimenti fondali).

Esistono più modalità di getto e di armatura, dipendenti dalla specifica scelta tecnologica (si ricordi che i pali lavorano sia di punta che per superficie laterale).

E03 - Calcestruzzi, cassetteforme e acciaio per c.a.

Realizzazione delle strutture portanti

E04 - Solai

E05 - Strutture in vetrocemento

E06 - Strutture in legno (tendenzialmente in lamellare)

E07 - Opere di sottotondo e malte

Inizialmente i massetti si realizzavano "fresco su fresco" con un sabbione e uno spolvero di cemento che, una volta bagnati, garantivano proprietà alliganti; detta tecnologia però non determinava un collaggio uniforme della pavimentazione, dunque oggi al massetto vero e proprio si sovrappongono dei collanti specifici.

E08 - Murature

E09 - Condotti

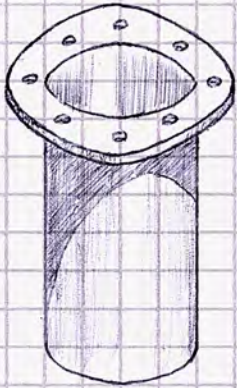
E10 - Isolamenti termici ed acustici: Di proprietà estremamente variabili in virtù delle diverse possibili origini del materiale:

- Vegetale;
- Animale;
- Minerale (Lana di vetro/di roccia, storicamente molto usati);
- Sintetica
 - EPS
 - Poliuretano
 - ...

⚠ Il sughero, ritenuto da molti un materiale sostenibile, non è più in produzione in Italia; adottare detta tecnologia - avente ridotta resistenza termica - significa produrre un elevato impatto dovuto al trasporto ed al riciclo a fine vita del materiale (che richiede processi industriali). Viceversa, i materiali poliuretanici, pur derivando dal petrolio, sono meno impattanti perché prodotti in Veneto.

E11 - Coperture e opere da lattoniere

E12 - Impermeabilizzazioni: Oggi si utilizzano anche malte cementizie addirivate di resine (come il Mapelastix), che non possono essere esposte ad agenti atmosferici diretti e richiedono particolare attenzione nel risvolto; altre tecnologie includono:



Messicano o "bocchettone"
Collega la copertura alla
pluviale:
ghaina
(2 strati)

- Ghaina bituminosa: evoluzione rispetto all'astalfo, applicata nel dopoguerra tramite passaggio in caldaia; teme i raggi UV e va verniciata ogni 2-3 anni. Nell'evoluzione della tecnologia sono state realizzate ghaine con scaglie di ardesia (rosse) che ne garantiscono l'autoprotezione.
- Manti sintetici: utilizzati spesso negli USA, sono in PVC e legati con termosaldatura, richiedono che la copertura sia completamente sgombra;
- Resine: formano manti impermeabili continui di ridotto spessore ed esteticamente gradevoli.
- Impermeabilizzanti a spruzzo: applicabile su interventi precedenti di impermeabilizzazione; esiste anche in poliuretano ma il materiale è infiammabile!
- Tetto rovescio o "freddo": l'impermeabilizzante è sotto l'isolante (al contrario del tetto caldo), una zavorra (pierriscio) completa il pacchetto tecnologico e filtra l'acqua.

E13 - Pavimenti: oltre al pavimento tradizionale esiste il pavimento galleggiante, che posa su piedini con un sistema a incastro che consente la realizzazione di canalizzazioni; sul livello di copertura la tecnologia determina una camera d'aria isolante.



Massetto con collante

E14 - ~~Rivestimenti~~ Marmi, pietre naturali e ricomposte

E15 - Rivestimenti

E16 - Intonaci: realizzati in 4 fasi principali:

- Rinzatto;
- Intonacatura per strati;
- Rasatura (eventualmente armata con RFV);
- Finitura.

Nell'applicazione si utilizzano lenze e guide ("colonne" di intonaco) per garantire spessore costante ed un riferimento per la planarità.

Esistono anche intonaci strutturali, dotati di armatura sintetica e realizzati con malte aventi significative resistenze meccaniche, collegati ad esempio a strutture in muratura (FRCM, CRM)

E18 - Porte e infissi (eventualmente tagliatuoco)

E19 - Opere metalliche: di tutti i tipi, dai parapetti ai trefoli

E20 - Opere da vetrato

E21 - Opere da pittore: la tinteggiatura inizia da una fase di preparazione con stucchi, è dunque difficile da realizzare.

- Tinteggiatura: per pareti e intonaci
- Verniciatura: per legno e ferro

Ciascuna è caratterizzata da specifiche fasi di preparazione.

Sicurezza nei cantieri edili

Storia della sicurezza sul luogo di lavoro

Negli anni '50 nascono delle norme fondamentali in materia di sicurezza nel lavoro:

- d.p.r. 547/55 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- d.p.r. 303/56 Norme per l'igiene sul lavoro;
- d.p.r. 164/56 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

Negli anni '90 si recepiscono le prime direttive EU in materia con il

- d.lgs 277/91 Protezione dei lavoratori da agenti fisici, chimici e biologici

In cui nasce una concezione sistemica dei processi produttivi e una visione globale dei fattori di rischio

Tra il 1994 e il 2008 si hanno ulteriori innovazioni:

- d.lgs 626/94 Sicurezza e salute dei lavoratori durante il lavoro
- d.lgs 494/96 Sicurezza e salute nei cantieri temporanei o mobili
- d.lgs 528/99
- d.p.r. 222/03
- d.lgs. 81/2008 Testo Unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

↳ Titolo IV dedicato ai cantieri temporanei e mobili

↳ Nasce il concetto di salute: mentre la sicurezza è la tutela dagli infortuni, la salute tutela dalle malattie professionali.

Si assiste dunque ad un'evoluzione nella concezione del rischio sul lavoro:

- Anni '60-'70: prevale il modello tecnologico-ingegneristico, in cui si ritiene che i sistemi diventano più sicuri se si incrementa la tecnologia e si riduce l'azione umana, ritenendo che chi sbaglia è negligente (operario che si infortuna).
- Anni '80: si sviluppa il modello del fattore umano, in cui si comprende la probabilità di errore umano in ogni operazione e si tende a sviluppare la comunicazione e le interfacce tra diversi attori del processo edilizio; in questi anni è forte l'azione dei sindacati.
- Anni '90: nascono i modelli organizzativi e socio-tecnici e le culture della sicurezza, in cui diventa centrale la pianificazione e l'organizzazione, studiando la globalità del processo attraverso l'analisi degli errori → si passa da un modello di azione tecnica a modelli di azione organizzativa.

d.lgs 626/94: Si introducono diverse novità come:

d.lgs 494/96

s.m.i

- Responsabile dei lavori;
- Coordinatori per la sicurezza (in fase di progettazione e di esecuzione);
- Rappresentante per la sicurezza dei lavoratori (eletto dai lavoratori, sostanzialmente un sindacalista)

Nuove procedure: Notifica preliminare (dal committente/responsabile dei lavori all'ASL competente ed agli enti locali prima dell'inizio dei lavori, indica:

- importo dei lavori;
- generalità dell'impresa;
- responsabili
- Uomini-giorno

Il tutto consente di identificare la soglia di rischio, la durata delle attività e i responsabili della produzione

PSC (redatto dal coordinatore per la sicurezza (in genere il CS in fase di Progetto), tutela la sicurezza per conto del committente e include il numero di lavoratori autonomi, il numero di imprese (se > 1 , anche se non contemporanee, vi è l'obbligo di nomina del CS in fase di Esecuzione) oltre alla durata dei lavori, tutti i fattori di rischio.

Fascicolo tecnico dell'opera (allegato al PSC, tutela i lavoratori nelle future fasi di manutenzione dell'opera)

Piano Operativo di Sicurezza (tutela la sicurezza dei lavoratori per conto del datore di lavoro, ovvero l'impresa)

Novità concettuale: la sicurezza deve essere pianificata, si passa dalle norme tecniche di dettaglio degli anni '50 (ad esempio sulla costruzione di un ponteggio) ad una visione globale del cantiere, con una particolare attenzione verso le interferenze.

Un'interferenza può essere spaziale (due attività nello stesso spazio) o temporale (due attività contemporanee); evitare sovrapposizioni è possibile solo con accorgimenti di tipo organizzativo!

d.lgs. 81/08

Art. 89: Definisce.

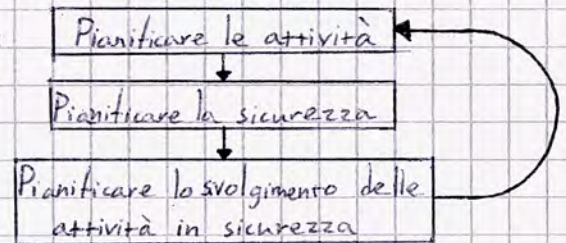
- Cantieri temporanei e mobili: permangono nel tempo strettamente necessario a realizzare l'opera, poi "si spostano" all'opera successiva.
- Committente: soggetto titolare del potere decisionale e di spesa (nelle opere pubbliche è individuato esplicitamente nell'appalto \rightarrow NO sensanti) da cui ha inizio il processo.
- Responsabile dei Lavori: delegato del committente, per il d.lgs 163/06 è il Responsabile del Procedimento.
- Lavoratore autonomo: non è subordinato all'impresa;
- CSP;
- CSE;
- Uomini-giorno: entità presunta del cantiere rappresentata dalla somma delle giornate lavorative prestate dai lavoratori, anche autonomi, previste per la realizzazione di un'opera; è un importante parametro di rischio, con restrizioni per valori superiori a 200. Esempio di calcolo: un cantiere di 5 giorni che occupa 2 lavoratori è definito da 10 uomini-giorno.
- POS: Piano Operativo di Sicurezza, redatto dal datore di lavoro in base al PSC \rightarrow è riferito al singolo cantiere.
- Impresa affidataria: stipula il contratto.
- Impresa esecutrice: esegue i lavori (in caso di subappalto può non coincidere con l'impresa affidataria).
- Idoneità tecnico-professionale: possesso delle capacità organizzative e disponibilità della forza-lavoro, di macchine ed attrezzature in riferimento ai lavori da realizzare.

Statistiche

- Il 60% degli incidenti materiali dipendono da scelte effettuate prima dell'inizio dei lavori, ovvero nelle fasi di programmazione e progettazione; occorre coinvolgere la committenza nel processo preventivo.
- Il 35% degli incidenti mortali dipendono da cadute dall'alto; ciò si può affrontare con una miglior concezione architettonica (progetto) o una miglior concezione di attrezzature, materiali, posti di lavoro (Organizzazione del cantiere).
- Il 28% degli incidenti mortali è dovuto ad attività incompatibili eseguite simultaneamente, legate dunque ad una carenza di organizzazione del cantiere.

Si comprende dunque la necessità di un processo preventivo che deve avere inizio a monte del cantiere, in fase di progetto: essendo ad oggi il progetto/layout di cantiere parte del PSC esso è un elaborato di progetto a tutti gli effetti.

Si ha quindi un ciclo di feedback nella progettazione:



Art. 90 - Obblighi del committente o del responsabile dei lavori

Principalmente, in questo articolo si sancisce che:

1. Si attiene ai principi e alle misure generali di tutela (Art. 15), in particolare:
 - a) al momento delle scelte architettoniche, tecniche ed organizzative, onde pianificare i vari lavori o fasi di lavoro che si svolgeranno simultaneamente o successivamente;
 - b) all'atto della previsione della durata di realizzazione di questi vari lavori o fasi di lavoro.
3. Nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea, il committente - anche nei casi di coincidenza con l'impresa esecutrice - o il responsabile dei lavori, contestualmente all'affidamento dell'incarico di progettazione, designa il CSP.
4. Nei cantieri in cui è prevista la presenza di più imprese esecutrici, anche non contemporanea, il committente o il responsabile dei lavori, prima dell'affidamento dei lavori, designa il CSE, in possesso dei requisiti di cui all'art. 98.
11. La disposizione di cui al comma 3 non si applica ai lavori privati non soggetti a permesso di costruire in base alla normativa vigente e comunque di importo inferiore a 100 000 €. In tal caso, le funzioni del CSP sono svolte dal CSE.

Allegato II - Elenco dei lavori comportanti rischi particolari per la sicurezza e la salute dei lavoratori

Sono indicati numerosi rischi, tra cui quelli rilevanti in ambito edile sono:

- Seppellimento o sprofondamento a profondità > 1,5 m;
- Caduta dall'alto da altezza > 2 m;
- Esposizione a sostanze chimiche o biologiche dannose;
- Radiazioni ionizzanti (meno frequente);
- Prossimità a linee elettriche;
- Rischio annegamento;
- Lavori in pezzi, sterri sotterranei, gallerie;
- Lavori subacquei con respiratori (meno frequente);
- Lavori in cassoni ad aria compressa (meno frequente);

- Lavori comportanti l'impiego di esplosivi
- Lavori di montaggio o smontaggio di elementi prefabbricati pesanti.

Art. 100 - Piano di Sicurezza e Coordinamento

Il piano è costituito da una relazione tecnica con prescrizioni legate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione; esso è inoltre corredato da tavole esplicative di progetto relative agli aspetti della sicurezza, comprendenti almeno una planimetria sull'organizzazione del cantiere e, ove la particolarità lo richieda, una tavola tecnica sugli scavi.

I contenuti minimi del piano e l'indicazione della stima dei costi della sicurezza sono definiti all'allegato XV.

Concetti di salute e sicurezza nel T.U. Sicurezza:

Salute: sul luogo di lavoro rappresenta una buona integrazione tra uomo e ambiente di lavoro.

Sicurezza: stato di fatto cui occorre tendere per garantire in primo luogo la tutela della salute eliminando i rischi.

Tutelare la salute significa cercare di evitare l'esposizione dei lavoratori ad agenti pericolosi che possono provocare malattie professionali; tutelare la sicurezza invece significa cercare di evitare eventi infortunistici.

La tutela del lavoratore nei luoghi di lavoro si concretizza con azioni volte a garantire la salute e la sicurezza.

La salute e la sicurezza si associano alle condizioni di pericolo e di rischio, che interagiscono nei luoghi di lavoro:

Pericolo: potenzialità di una determinata entità di causare un danno più o meno grande alle persone o al contesto, per la UNI EN 292-1 è fonte di possibili danni alla salute.

Rischio: possibilità o frequenza correlata al verificarsi di un evento dannoso, rappresenta la combinazione di probabilità e gravità di possibili lesioni o danni alla salute in situazioni pericolose.

Valutazione del rischio (T.U.S.)

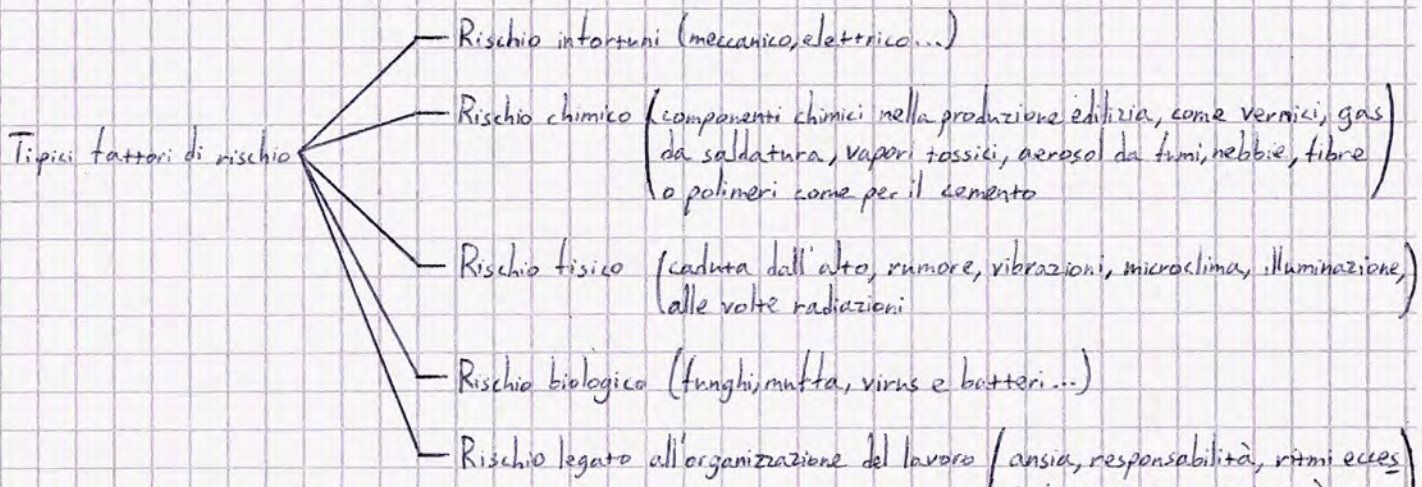
La valutazione del rischio è un procedimento di analisi e ricerca per individuare i potenziali fattori di pericolo legati alla probabilità che questi possano provocare un danno in modo da porre in atto tutte le misure di prevenzione e protezione necessarie, tenendo conto delle priorità.

Scopo della valutazione è ricercare in modo ragionevole e facilmente comprensibile le potenziali fonti di pericolo. Individuare le misure di protezione in modo da eliminare il rischio o - dove ciò non risulti possibile - ridurlo ad un livello ritenuto accettabile e pianificare il miglioramento e il controllo delle condizioni di tutela della salute e della sicurezza sul posto di lavoro, altresì permettere al datore di lavoro di scegliere, dove necessario, i DPI idonei ad avviare, comunque, un programma di informazione e formazione dei lavoratori.

A questo scopo, il datore di lavoro redige il DVR - documento di valutazione dei rischi - che individua i potenziali fattori di rischio di ciascuna attività dell'impresa, e non nella specificità del singolo cantiere; interessa anche la sede della impresa e i generici rischi dei lavoratori, a differenza del POS che è redatto dopo il PSC e ne trae le indicazioni, legandosi al cantiere specifico.

Approccio preliminare alla valutazione del rischio

- ① Osservazione dell'ambiente e/o dei luoghi di lavoro;
- ② Osservazione delle attività e delle mansioni svolte;
- ③ Consultazione dei lavoratori e/o del loro rappresentante per la sicurezza;
- ④ Individuazione di situazioni e/o comportamenti a rischio.

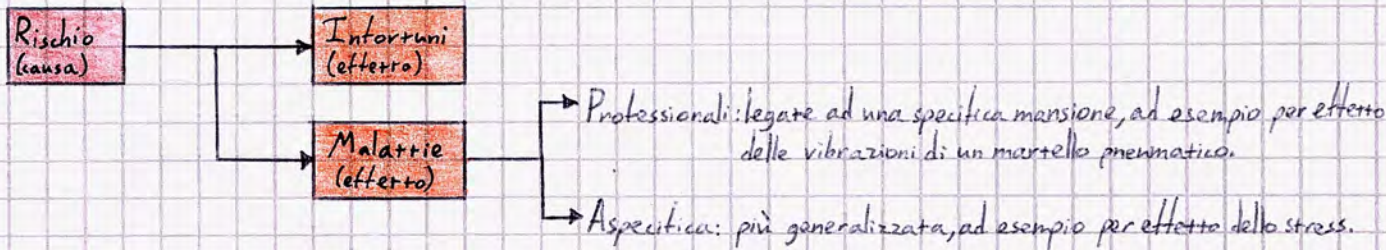


Potenziati fonti di rischio in un cantiere di opere civili

- Contesto e caratteristiche del cantiere;
- Natura del lavoro e procedure di esecuzione; (es. demolizioni)
- Utilizzo di macchinari ed attrezzature; (rischio specifico)
- Impiego di materiali con particolari caratteristiche (es. caratt. chimiche).

Turno di lavoro di un operaio edile:
 8.00 - 12.00
 13.00 - 17.00

Rapporto Rischio-Danni



Quantificazione del rischio

$$R = P \cdot D = 1 \div 16$$

R → Magnitudo del rischio
 P → Probabilità di avvenimento di un evento dannoso
 D → Magnitudo del danno (conseguenze)

Definiti in scale da 1 a 4

P	Descrizione
4	Altamente probabile (normale)
3	Probabile (moderata sorpresa)
2	Poco probabile (grande sorpresa)
1	Improbabile (suscita incredulità)

D	Descrizione
4	Gravissimo (letale, non reversibile, invalidante)
3	Grave
2	Medio
1	Lieve (rapidamente reversibile)

R

4	8	12	16
3	6	9	12
2	4	6	8
1	2	3	4

Se $R > 8$, sono necessarie azioni correttive indilazionabili che devono intervenire innanzitutto sulla riduzione della probabilità di accadimento di un evento; ne segue che la prima strategia d'intervento è l'adozione di misure organizzative. Se ciò non è possibile si punta a mitigare il danno adottando dei DPC - dispositivi di protezione collettiva.
 Se $4 \leq R \leq 8$ si richiedono azioni correttive necessarie da programmare con urgenza;
 Se $2 \leq R \leq 3$ si richiedono azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve-medio termine (se possibile);
 Se $R = 1$ le azioni migliorative sono da valutare in fase di programmazione.

Oltre ai DPL, per ridurre l'entità dei danni, si impiegano DPI aggiuntivi a quelli ordinariamente previsti.

Programma di miglioramento: il piano di lavoro

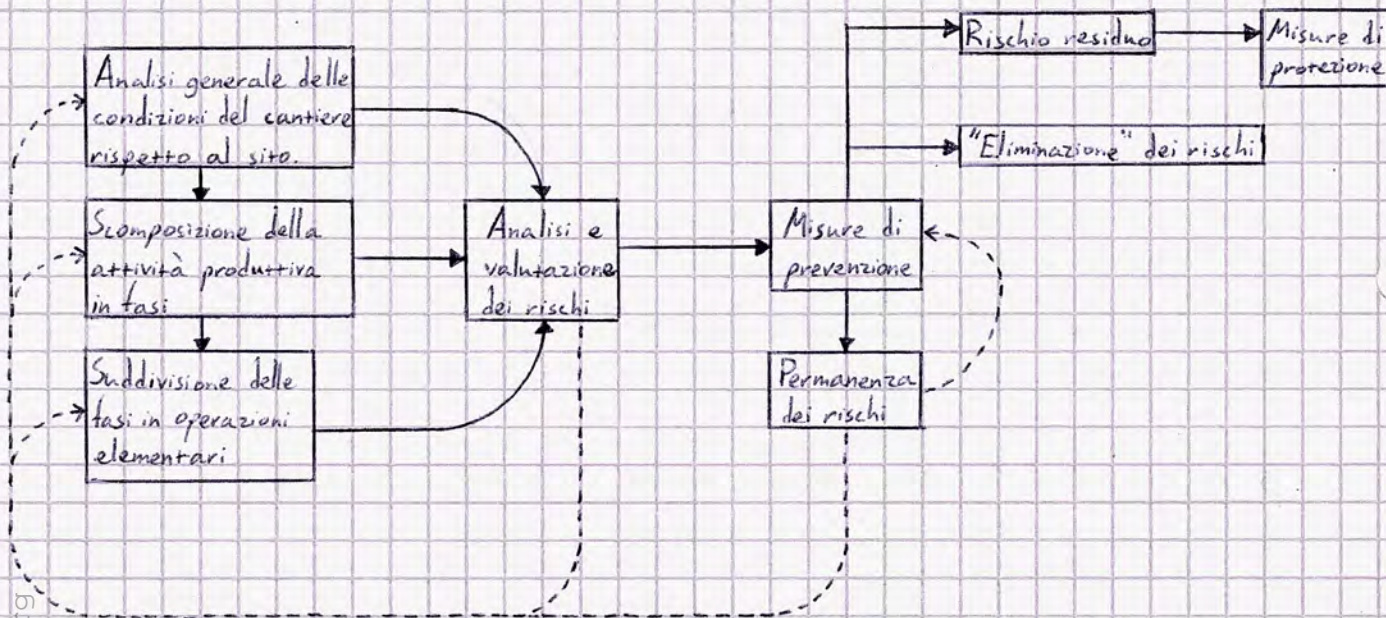
Una volta identificati e valutati i rischi, la prima domanda da porsi è se gli stessi siano o meno controllabili nel modo adeguato e migliorabili nel tempo tramite un programma di attuazione delle misure di sicurezza, tendendo alla loro eliminazione.

La riduzione del rischio si attua tramite:

- ① Misure di prevenzione → prime misure da adottare
- ② Misure di protezione → se il rischio residuo è sensibile dopo aver applicato misure di prevenzione

Procedura

1. Identificazione delle sorgenti di rischio;
2. Individuazione dei rischi (per la sicurezza, per la salute, per la sicurezza e la salute);
3. Valutazione dell'entità dei rischi ($R = P \times D$ dalla matrice);
4. Adozione delle misure di prevenzione e protezione (DPI, variazione di tempi, posti, ecc.);
5. Predisposizione del documento della sicurezza (PSC - POS)



Il piano/progetto operativo

Il progetto operativo contiene tutto ciò che passa tra la fase di ideazione e quella di fruizione; ha per obiettivo l'organizzazione delle attività legate alla produzione ed è stato soggetto a modifica nel 1994 con la revisione legislativa in materia di appalti pubblici che, tra le varie cose, ha inserito nel progetto esecutivo il cronoprogramma ed il PSC (correttamente a sua volta da un cronoprogramma che dovrebbe coincidere con il precedente ma - essendo redatti da soggetti diversi - tendenzialmente ciò non avviene).

Elaborati del piano operativo

- Schema di categoria;
- Schede di procedimento;
- Schema della produzione;
- Programma generale di durata (Cronoprogramma);
- Piani di avanzamento lavori;
- Diagrammi di utenza dei materiali;
- Prospetti di impiego dei mezzi d'opera (attrezzature ed operatori);
- Programma degli approvvigionamenti;
- Programma economico del bilancio.

Prima del 1994 l'organizzazione operativa era appannaggio della impresa; il "progetto" era solo composto da tavole e relazioni. Negli anni '80 nascono metodi logici per definire l'organizzazione della produzione e i relativi elaborati: si traducono le idee in elaborati per la realizzazione efficace dall'impresa.

Schema di categoria

Anche noto come OBS - operational breakdown structure - richiama la struttura di una WBS ma contiene al suo interno l'insieme delle attività scomposte e raggruppate in una struttura non propriamente ad albero: le attività appartenenti ad una determinata categoria - insieme di attività tra loro affini o in ragione di uno stesso esecutore o perché appartenenti allo stesso tipo di attività - secondo una logica consequenziale.

Per ciascun elaborato, è fondamentale capire:

- Cos'è;
- A cosa serve;
- Come si combina con gli altri.

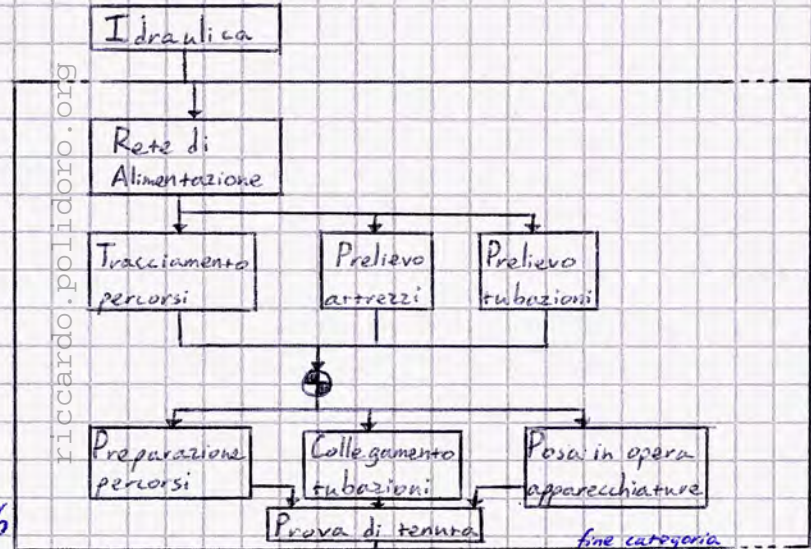
L'elaborato permette di:

- Individuare le partizioni autonome che compongono la categoria;
- Combinare le stesse, attribuendo una consecuzione logica al loro ordinamento;
- Consentire nella successiva fase di analisi l'enucleazione di ciascun procedimento, avendone fissato le condizioni ai limiti attraverso la congruenza con le procedure antecedenti o conseguenti.

Lo schema è redatto dal soggetto responsabile dell'organizzazione della produzione.

La compilazione dell'elaborato è strettamente connessa alla natura e complessità della categoria (es. impianto idrico). In generale si distinguono 4 livelli:

- Partizioni operative complesse: procedimenti multipli (es. rete di alimentazione);
- Procedimenti (attività):
 - concernenti gli approvvigionamenti di materiali e attrezzature o preparatori delle attività produttive (es. tracciamento dei percorsi, prelievo di attrezzature e tubazioni);
 - caratterizzanti le operazioni propriamente produttive (es. preparazione percorsi, posa in opera di tubazioni, realizzazione di collegamenti);
 - di completamento, controllo e recupero di attrezzature e materiali residuati (prove di tenuta, sgombero di cantiere)



Categoria

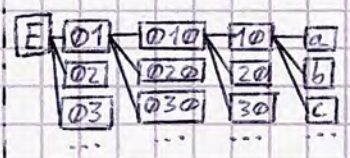
Partizioni operative complesse (proc. multipli)

Procedimenti preliminari (preludono alla produzione)

Procedimenti principali (operatività)

Procedimenti conclusivi

In una WBS:



La struttura di una OBS invece include tutti i procedimenti di una singola categoria per poi "chiederla" a fine lavorazione; i vari ordini sono dettati dalla sequenzialità delle attività, NON dalla gerarchia.

SCHEDE DI PROCEDIMENTO

L'elaborato consente di:

- Individuare la sequenza operativa degli avvenimenti che concorrono allo svolgimento del procedimento;
- Analizzare gli eventi fabbricativi ed il procedimento nel suo complesso, in rapporto ai tempi ed alle procedure di esecuzione;
- Fissare la produzione unitaria ed il corrispondente tempo unitario di produzione;
- Indicare, con riferimento al metodo prescelto, i materiali e le attrezzature occorrenti;
- Stabilire la composizione della squadra da adibire all'esecuzione e i carichi di lavoro da assegnare ai singoli operatori.

Essa è un elaborato di studio di chi si occupa di organizzare il cantiere per la redazione del piano operativo, in quanto consente di definire la **produzione unitaria** (quantità di prodotto nell'unità di tempo) o il **tempo unitario di prodotto** (tempo necessario a realizzare un prodotto unitario).
↳ giornata lavorativa → 8h

La scheda viene realizzata quando, nel corso dello studio di un procedimento, è necessario valutarne il tempo richiesto con l'avvento dei **tempari** - database sui tempi medi di produzione - e delle **tariffe orarie regionali** - basate su analisi temporali, che incidono sulle schede dei prezzi e possono essere consultate - si hanno approcci metodologici più convenienti, dunque la scheda è applicata principalmente per lavorazioni non presenti in tariffa.

Un metodo alternativo per valutare la produzione unitaria è il metodo degli uomini-giorno: noto il parametro u-g e il numero necessario di uomini si ha il tempo cui si riferisce la produzione.

Squadra: entità in grado di portare a termine un'opera; è tipicamente composta da un operaio specializzato (32 €/h) e un operaio comune ("manovale", 26 €/h); meno presenti in cantiere sono gli operai qualificati, aventi una qualifica specifica.

S(%): Percentuale di saturazione delle 8 ore di lavoro di una giornata per le squadre occupate

Diagramma di Gantt: diagramma a barre in cui si inserisce il tempo necessario ad attuare ogni lavorazione e il relativo momento iniziale → componendo il diagramma si ottiene il tempo totale necessario a realizzare l'opera.

In questo caso, su ogni lavorazione sono inoltre presenti numeri identificativi di chi si occupa della lavorazione.

La scheda contiene le seguenti colonne:

- Sigla e denominazione del procedimento (ordinati cronologicamente)
- Produzione unitaria e tempo unitario
- Composizione della squadra con qualifiche e numeri di identificazione
- Percentuale di impiego dei componenti di una squadra (coefficiente di utilizzazione S)
- Sigla e descrizione dei singoli eventi componenti il procedimento (ordinati cronologicamente)
- Ripartizione del tempo assegnato a ciascun evento (Gantt + numero di identificazione degli addetti designati)
- Numero della scheda
- Attrezzi da utilizzare
- Materiali da impiegare con quantità riferite all'unità di prodotto
- Nome dell'analista, identificazione del cantiere, tipo di rilevamento edottato, data, osservazioni.

Tempo unitario: si basa sulle stime temporali di lavorazioni analoghe (ad esempio, il tempo necessario per la posa di un intonaco fibrorinforzato è lo stesso necessario per realizzare un intonaco normale; è il prodotto a definire la differenza di prezzo).

Risorse: tutto ciò che è impiegato per realizzare l'opera a fronte di una spesa in denaro; comprende manodopera, materiali e attrezzature. I relativi costi dipendono da apposite analisi.

La scheda di procedimento si basa tipicamente su analisi indirette (tempari), in quanto le analisi dirette sono condotte cronometrando direttamente le operazioni di cantiere per ricavarne un dato statistico. In alternativa, è anche ammesso il metodo analitico degli uomini-giorno.

Esempio di scheda:

Sigla procedimento	Procedimento (Descrizione)	Produzione unitaria	Composizione squadra	% S (%)
		es. ym^2/g	ID tipo operaio	
		Tempo unitario	1	
		es. th/m^2	2	
Sigla Evento	Descrizione	Tempo Unitario (min.)	Ore lavorative (Gantt)	
Modalità di rilevamento	MATERIALI	codici mat.	OSSERVAZIONI	
N° scheda	ATTREZZATURE	codici attr.		

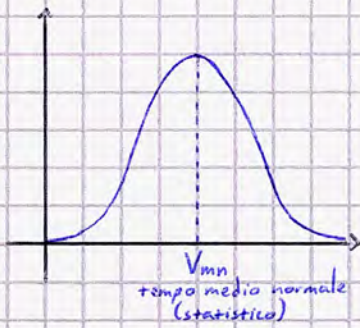
Dati complessivi sul procedimento

Dati sui singoli eventi componenti

Dati a completamento della scheda e delle modalità di intervento

Il calcolo della produzione unitaria, come anticipato, si può effettuare tramite analisi indirette basate sui tempi o tramite il metodo analitico degli uomini-giorno.

- **Temperari:** la rilevazione dei tempi di esecuzione delle opere permette la costruzione di una gaussiana, da cui si ricava il dato medio normale - misurato in "condizioni standard" per ciascuna regione - che viene poi corretto in virtù di fattori che influenzano detta durata:



$$V = V_{mn} \cdot \sigma \cdot w \cdot d$$

σ - Fattore soggettivo: dipende dal soggetto che si occupa della lavorazione e il relativo grado di specializzazione;

w - Fattore oggettivo: dipende dalla natura del lavoro (ad esempio, nel caso della posa di un intonaco, riguarda il tipo di intonaco (natura) e la geometria della parete, sia essa liscia, curva o frastagliata);

d - Fattore ambientale: riguarda sia l'ambiente in generale (clima) che quello di lavoro (interno/esterno/su ponteggio/a terra...).

- **Uomini-giorno:** si valuta il numero di giorni necessari per una lavorazione unitaria dal rapporto tra l'incidenza della manodopera e il costo totale giornaliero della manodopera.

L'incidenza della manodopera è rappresentata nel tariffario come una percentuale riferita al costo della lavorazione in sé, da cui il costo totale della manodopera si ottiene come prodotto tra l'importo totale e l'incidenza della manodopera.

In fase di previsione si definisce quanti e quali operai operano al giorno (parametro di progetto), da cui si può ricavare il costo giornaliero della manodopera (in base a note pubblicate dalla camera di commercio) e valutare a cascata il rapporto tra costo totale e il costo giornaliero, ovvero il numero di giorni.

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
CATEGORIE	IMPORTO	INCIDENZA % MANODOPERA	COSTO TOTALE MANODOPERA	PRESENZA MEDIA GIORNALIERA DI OPERAI	COSTO GIORNALIERO MANODOPERA	UOMINI GIORNO
~	Computo	Tariffa (%)	$= b \cdot c$	Da fissare	$= e \cdot \text{mercatale}$	d/f

↳ costi unitari

Cronoprogramma

È un diagramma di Gantt; è fondamentale stabilire le durate e i legami tra le attività:



Inizio - Inizio



Fine - Inizio (Sequenza)



Fine - Fine



Fine - Inizio "meno N" (Connessione)

Gli schemi con azioni contemporanee implicano tempi minori di realizzazione, dunque una rapida consegna e un maggior utile all'impresa (minor costo di manodopera).

Per uno schema di connessione occorre determinare il valore di n : di norma dette operazioni sono costituite da una lavorazione limitante (comanda il rapporto) ed una limitata (richiede l'esecuzione della limitante per essere condotta). Consideriamo le possibili partizioni di due attività (muratura - intonaco), scomponendo ad esempio l'attività relativa all'intero fabbricato nelle sue porzioni relative ai singoli livelli:

Muratura (limitante)
Intonaco (limitato)

1	1	2	2	3	3
		1	2	3	

Questa soluzione lavora "a singhiozzo", non portando vantaggi economici alla impresa (chi conviene ritardare la spesa dei capitali)

$\times n \times$

1	1	2	2	3	3	
				1	2	3

Condizione più conveniente

Per definire il valore di n dunque occorre:

- Definire limitante e limitato;
- Valutare le possibili partizioni delle attività;
- Si aggiunge al tempo di completamento del limitante il tempo per l'ultima partizione del limitato;
- Si aggiungono a ritroso i tempi propri del limitato per comprenderne il momento iniziale.

Schema della produzione

È un elaborato che riporta i tempi necessari a realizzare in ogni sua parte il prodotto edilizio allo scopo di promuovere e formulare ipotesi circa la prevedibile utilizzazione di operatori e macchine e prospettare la durata complessiva delle operazioni ed i tempi di esecuzione di ciascuna di esse. L'elaborato consente di:

- Ordinare cronologicamente le lavorazioni, individuabili tramite il comparto metrico relativo all'oggetto della costruzione;
- Esplicitare voci che non sono palesi nel comparto (ad esempio perché finalizzate solo all'organizzazione del cantiere, come per la realizzazione di recinzioni o l'installazione di postazioni di lavoro);
- Comporre le operazioni secondo cicli fabbricativi antecedenti, costituiti da categorie edilizie;
- Delinare in forma globale i caratteri essenziali della produzione con riferimento a mezzi d'opera e tempi esecutivi.

L'elaborato persegue i seguenti obiettivi:

- Riportare i lavori necessari a realizzare in ogni sua parte il prodotto edilizio (organizzazione delle risorse);
- Prefigurare i tempi alla base delle singole attività.

In teoria la stima dei tempi per le operazioni nel comparto metrico coincide coi tempi del cronoprogramma!

INTESTAZIONE E GENERALITÀ IMPRESA - CANTIERE									
N° ORD	Categoria	Designaz. Lavori	U.M.	Quantità	Attrezzature	N° Squadre	Prod. Unitaria	Prod. TOT	Durata (gg)
Prog. DA FISSARE	N. ORD. TAR.	Computo metrico ad eccezione delle prime righe, legate all'organizzazione del cantiere			"predimensionamento" delle risorse, di norma per ogni voce si associa una sola delle due colonne: la capacità di un camion dipende dal mezzo non dal numero di operatori; si riporta solo ciò che è determinante per la produzione unitaria.		Produzione di una squadra/mezzo	Produzione di tutte le squadre	Rapporto tra colonna 5 e colonna 9, corretto dato per eccesso correlativamente

Logicamente, la somma delle durate è maggiore della durata prevista dal cronoprogramma: è come se tutte le attività fossero in sequenza!

L'elaborato però consente la costruzione del diagramma di Gantt per categorie.

La produzione unitaria può essere moltiplicata per un indice di efficienza in funzione delle obiettive condizioni di impiego della squadra/attrezzatura

Programma generale di durata (Cronoprogramma)

Elaborato di previsione atto a configurare complessivamente nel tempo - l'andamento dei lavori raccolti sinteticamente nelle categorie fabbricative; consente di:

- Esprimere graficamente la durata da assegnare ad ogni categoria;
- Individuare le massime ^{sovrapposizioni} compatibili con le lavorazioni appartenenti a ciascuna categoria;
- Stabilire per ogni categoria i momenti di inizio e termine delle operazioni e relative interruzioni;
- Prevedere in termini di convenienza il grado di sovrapposizione da istituire tra le singole categorie di lavori per assicurare il loro svolgimento continuativo;
- Verificare che, in base agli apprestamenti indicati nello schema della produzione ed alle sovrapposizioni adottate, il tempo assegnato alla costruzione sia compreso nei termini fissati per l'ultimazione dei lavori.

Si tende dunque a studiare i legami tra le categorie per ottenere la massima sovrapposizione possibile tra le attività garantendo al contempo la continuità della manodopera (obiettivo del piano di avanzamento dei lavori); insieme al Piano di Avanzamento dei Lavori consente di conoscere:

- Quando bisogna consegnare i materiali;
- Quando occorrono le attrezzature;
- Quando devono operare le varie squadre.

Nell'elaborato si riportano le categorie (in sigla e per esteso) organizzate cronologicamente e una scansione temporale che riferisce durata e date di inizio e termine delle varie attività; il tempo è espresso in trimestri e periodi e valutato in giornate lavorative convenzionali; alla base del diagramma è previsto il riferimento all'anno, al mese e alla settimana da esprimersi nella fase dispositiva dei lavori.

Piano di avanzamento dei lavori

Elaborato che riporta, con riferimento al tempo ed in maniera dettagliata, l'andamento dei lavori che formano oggetto dei procedimenti componenti ciascuna categoria (ad esempio, per le opere strutturali in C.S. si riportano tutte le operazioni delle squadre di ferriaioli - cementisti - carpentieri per ogni gruppo di elementi costruttivi).

Il piano è come un cronoprogramma per una singola categoria; specifica la squadra che esegue ciascun procedimento e presenta tempi valutati come il prodotto tra tempo unitario e quantità di prodotto.

In corrispondenza dello spazio assegnato ad ogni categoria sono riportati 3 allineamenti:

- Programmazione a lungo termine (a inizio cost.)
- Programmazione a breve termine (a inizio categ.)
- Confronto durante l'esecuzione + rispondenza.

Diagramma di utenza dei materiali

È un elaborato che riporta gli impieghi di materiali in funzione dell'avanzamento dei lavori e, conseguentemente, fissa i termini e le occorrenze di forniture necessarie ad assicurare continuità alla realizzazione del programma prestabilito.

L'elaborato consente di:

- Prospettare graficamente nel tempo i consumi di ciascun materiale, ricavando dalle schede dei procedimenti che lo utilizzano le quantità occorrenti per la produzione unitaria e confrontando queste alle durate di tali procedimenti desumibili dal piano di avanzamento dei lavori da prendere in esame;
- Individuare, in rapporto alle unità di fornitura prescelte, le date oltre le quali i lavori si arrestano per indisponibilità di materiale in cantiere.

⚠ Il diagramma non si riferisce ad ogni singolo materiale qual esso è ma ad elementi complessi ottenuti da una composizione di materiali (quantificati in base al diagramma); ad esempio, un diagramma delle tramezzature contiene studi su ogni materiale componente le tramezzature stesse.

Il diagramma contiene:

- Frontespizio - con indicazioni sul tipo di elaborato, sul cantiere e sulla categoria di riferimento;
- Scale grafiche - da riferire alle quantità dei prodotti finiti da eseguire (verde), dei materiali complessi da comporre (sfondo celeste) e dei componenti primari da approvvigionare (giallo).

Nella costruzione delle scale grafiche è fondamentale specificare le unità scalari degli elementi:

Le unità scalari dei componenti primari devono essere, rispetto a quelle del materiale complesso, nello stesso rapporto nel quale i componenti sono presenti nel complesso: ad 1m^3 nella scala dei conglomerati cementizi deve corrispondere:

- 860 L nella scala del pietrisco;
 - 430 L nella scala della sabbia;
 - 300 kg nella scala del cemento.
- dosaggio di esempio

Tale condizione deve essere analogamente verificata per il prodotto finito rispetto ai materiali complessi che lo compongono.

	m^3	m^3	m^3	m^3	m^2
	2,4	1,4	0,8	1,6	800
	2,1	1,3	0,7	1,4	700
	1,8	1,1	0,6	1,2	600
	0,3	0,2	0,1	0,2	100
Acqua					
Polvere di marino					
Grissello					
Malta					
Intonaco a strucco					

- Diagramma, con linee che indicano la presenza di materiale in cantiere nel tempo (dipende dalle dimensioni del cantiere, dei depositi di materiali e dalle modalità di trasporto dei materiali al cantiere); si può conoscere, a partire da una determinata fornitura, il momento in cui i materiali si esauriscono (operazione effettuata per i materiali umidi, ovvero realizzati con l'uso di acqua).

Il diagramma si compila riportando in corrispondenza del giorno in cui iniziano le lavorazioni che impiegano i materiali in esame la produzione giornaliera fissata che — finché durano le condizioni per essa fissate, come il numero di squadre — si incrementa del medesimo valore per tutti i giorni corrispondenti alla durata prevista. In un qualsiasi giorno lavorativo è possibile leggere contemporaneamente l'entità di prodotto finito da ottenere dall'inizio dei lavori e le relative occorrenze di materiali complessi e componenti primari.

Il diagramma consente di individuare i termini entro cui devono pervenire in cantiere le forniture dei componenti primari e le date entro cui dovranno essere disposte (sia per forniture uniche che scaglionate).

Le unità di fornitura dei componenti primari sono solitamente indicate con simboli diversi (●), disposti nelle celle del diagramma corrispondenti ai termini entro cui tali unità devono pervenire in cantiere.

Prospetto delle attrezzature

Deriva dal cronoprogramma, indica l'impiego nel tempo delle attrezzature in cantiere, consentendo di fornire alla direzione d'impresa una immediata e completa visione degli apprestamenti di attrezzature previsti nel periodo di fabbricazione.

Le attrezzature sono riportate nell'ordine con cui sono richieste — in base alle schede di procedimento — mentre i relativi tempi sono riferiti al cronoprogramma e al piano di avanzamento dei lavori di riferimento; dallo schema della produzione si ricava il numero di operatori.

Esempio

Per un CLS confezionato in cantiere si utilizza la betoniera, che mescola i componenti del conglomerato; in alternativa sarebbe possibile trasportare CLS già confezionato tramite autobetoniera o, per cantieri molto grandi, realizzare una centrale di betonaggio.

Prospetto degli operatori

come Cronoprogramma

Quadro degli operatori impiegati per il conseguimento della produzione, viene fornito alla direzione d'impresa per provvedere al reclutamento del personale secondo il piano di utilizzazione in esso predisposto.

L'elaborato consente di riesaminare criticamente i piani di avanzamento dei lavori con l'obiettivo di conseguire una buona ripartizione nel tempo della manodopera, riducendo gli inconvenienti da rapporti di lavoro troppo brevi o discontinui (o conseguenti da un eccessivo di vario) nelle varie fasi della costruzione; consente inoltre di fornire indicazioni sulle interferenze.

L'elaborato è così formato:

- Dalle schede dei procedimenti [schema di produzione] si rileva il numero di operatori richiesti, ripartiti per qualifiche e retribuzioni;
- Dai piani di avanzamento dei lavori [cronoprogramma] si ricavano date di inizio/fine e durate dei procedimenti;
- Si riporta, per ogni giornata lavorativa, il numero complessivo delle presenze in corrispondenza delle specializzazioni indicate nel frontespizio;
- Si compila il riepilogo delle presenze giornaliere in base alle qualifiche degli operai;
- Si fanno analoghe valutazioni per gli operatori addetti ai servizi generali il cui impiego non è riportato nelle schede di procedimento.

Prospetto delle forniture

Elaborato in base al quale si fissano - ordinandole cronologicamente - le scadenze cui dicomare gli ordini per le forniture in riferimento ai termini prestabiliti entro cui gli approvvigionamenti dovranno pervenire in cantiere.

Vale la seguente simbologia:

- ∞ → Giorno in cui il materiale occorre in cantiere (data oltre cui la produzione si arresta);
- ⊙⊙ → Giorno in cui si effettua l'ordine del materiale;
- ⊙⊙ → Giorno in cui si verifica la disponibilità di materiale in cantiere e la data di effettiva consegna.

L'elaborato consente alla direzione d'impresa di programmare le ordinazioni in base ai piani di avanzamento della produzione evitando ritardi (interazioni) e anticipi (intralci) nella consegna.

Il prospetto offre tutti gli elementi per stipulare contratti che impegnino le ditte fornitrici di rispettare i termini di consegna per non incorrere in penali.

Programma del bilancio

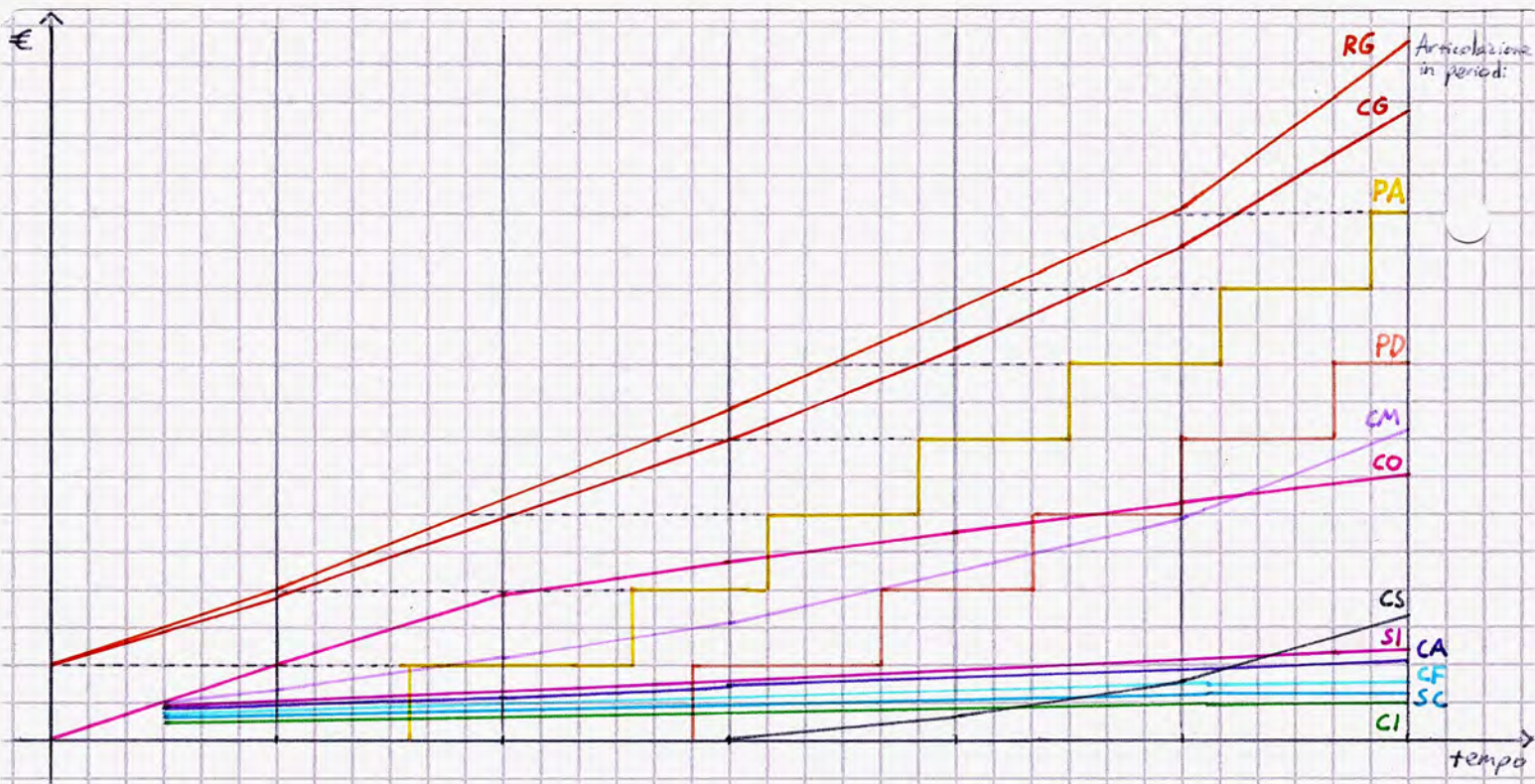
Elaborato che traduce le ipotesi di produzione formulate nella programmazione in previsioni di bilancio tramite un'analisi cronologica delle componenti di costo e dei ricavi presumibili.

L'elaborato consente di:

- Seguire il comportamento economico della produzione procurando informazioni utili ad assumere, nell'eventualità di scostamenti dalle previsioni, i provvedimenti amministrativi conseguenti;
- Evidenziare - a fronte degli esborsi - le entrate derivanti (nel caso di appalti) dai pagamenti liquidati in corso d'opera e (per le costruzioni gestite in proprio) dagli anticipi erogati sulle vendite così da ottenere il probabile andamento della redditività del lavoro.

Nel programma sono presenti i seguenti diagrammi:

- Costo generale (CG) preventivato per una costruzione: somma di capitoli autonomi di spesa, ovvero:
 - impianto e gestione del cantiere;
 - conduzione dell'impresa per la parte imputabile al singolo lavoro;
 - forniture di materiali; attrezzature ed operatori;
 - sub-appalti e oneri di finanziamento.
- Costo di impianto del cantiere (CI): si ricava dal relativo progetto di organizzazione, non essendo in genere oggetto del computo metrico estimativo.
- Spese di gestione del cantiere (SC): si determina in riferimento agli oneri per le utenze (energia elettrica, consumi idrici, spese telefoniche, ...), per vigilanza e assicurazioni, imposte, per sgombero e recuperi a ultimazione dei lavori, per manutenzione delle opere sino al collaudo.
- Spese di gestione dell'impresa (SI): si individua tramite le aliquote delle componenti figurative di costo imputabili al singolo lavoro (ad es. incidenza % annua in considerazione dell'importo economico annuo dell'appalto) e riportate progressivamente nel tempo (es. costo della sede, P.T.A., ecc.)
- Costo degli operatori (CO): si desume dal relativo progetto, in base alle presenze giornaliere degli operatori, distinti per qualifiche retributive. Rapportando tali unità ai costi corrispondenti, comprensivi degli oneri contributivi si ottiene, per ogni giorno, l'importo parziale che verrà cumulato a quello precedentemente maturato.
- Costo delle attrezzature (CA): si ricava, conoscendo le attrezzature occorrenti e le durate di impiego previste, moltiplicando queste al costo unitario di funzionamento - cioè di noleggio o al costo unitario deducibile dalle quote di ammortamento, manutenzione ed esercizio se l'attrezzatura è in dotazione all'impresa. Si comprenderanno altresì i costi degli utensili di cantiere assegnati alle squadre per il compimento dei lavori.
- Costo delle forniture di materiali (CM): viene compilato distintamente per ciascuna fornitura se questa è scaglionata nel tempo, sulla base delle quantità consegnate e rapportate ai rispettivi prezzi unitari.
- Costo dei lavori in subappalto (CS): si determina riportando nel tempo gli esborsi da corrispondere a terzi e -
 (cottini di mano d'opera) se non compresi nei relativi prospetti - gli oneri per la eventuale dotazione di
 (forniture in opera) materiali, prodotti, attrezzature e assistenza al montaggio.
- Costo dei finanziamenti (CF): aliquota di costo per le esposizioni finanziarie.
- Ricavi (RG): Previsione di incassi; per la costruzione di edifici destinati alla vendita si determinano in funzione dei prezzi e delle modalità e scadenze di pagamento concordate con gli acquirenti. Per le costruzioni in appalto, si determinano applicando i prezzi convenuti in contratto (stati di avanzamento dei lavori) alle quantità di lavori che si presume di eseguire ricavate dai piani di avanzamento a concorrenza dell'importo dei pagamenti in acconto. In base agli elaborati del piano operativo si prefigurano l'andamento dei pagamenti (grafico a scaletta PA) e l'eventualità di pagamenti ritardati (grafico a scaletta PD): per quest'ultimo, si provvede a compilare un grafico che porta in conto, alle scadenze successive a quelle contrattuali, anche gli interessi da aggiungere all'importo dei mandati, per effetto di pagamenti diffe-
 riti.



Il Progetto del Cantiere (Layout)

Negli anni '80 il progetto era organizzato a cascata: dopo l'intervento di Architetti, Strutturisti, Impiantisti... si giungeva alla redazione del progetto di cantiere, onere dell'impresa in interazione col capocantiere.

Con una serie di ricerche si cerca di dare una scientificità al processo; con la Legge Merloni del 1994 si afferma che il Layout di Cantiere è parte degli elaborati del PSC, nel progetto esecutivo (fino a poco tempo fa prerogativa del progettista; a seguito di varie fasi di ammissibilità e meno dell'appalto integrato oggi l'impresa può redigere un proprio progetto definitivo).

La dignità del progetto di cantiere resta al progettista; l'elaborato è oggi incluso anche nel progetto di fattibilità; inizialmente non teneva conto della natura dell'impresa ma ciò sarà modificato.

Nel PSC è richiesto almeno un layout di cantiere: ciò perché la fabbrica progredisce nel tempo e con essa le relative lavorazioni, dunque anche il layout cambia nel tempo.

Il layout va fatto parallelamente al cronoprogramma; sai quando servono certe aree per determinate lavorazioni, poiché la normativa di sicurezza preme sul concetto di interferenza, spaziale e temporale insieme: intersecando layout e cronoprogramma sai esattamente dove e quando avvengono le lavorazioni.

Organizzazione degli spazi di cantiere

Si considerano 4 diverse macroaree:

- Postazioni delle unità operative (squadre) e utilità site nelle postazioni (prodotto dell'attività della squadra, ad es. armature lavorate);
- Logistica di cantiere (spazi tra gli operatori, materiali, attrezzature... movimentazione in genere);
- Scorte di utilità: dove depositare il materiale da usare; dimensionamento e posizionamento dei depositi (dipende da come va stoccato il materiale: le barre di armatura sono lunghe 12m, il cemento è raccolto in sacchi da 25 kg);
- Sistemi di trasporto (sia trasporto esterno che circolazione interna; la seconda è da minimizzare per i costi e i rischi).

d. lgs. 81/08 (T.U. Sicurezza) Allegato XV: indica i contenuti minimi del PSC, che contiene tra le varie cose:

- Relazione concernente individuazione, analisi e valutazione dei rischi concreti in riferimento all'area e all'organizzazione di cantiere;
- Il cronoprogramma dei lavori e l'entità presunta di cantiere in uomini-giorno;
- Almeno una planimetria di cantiere.

Ogni layout di cantiere è composto da:

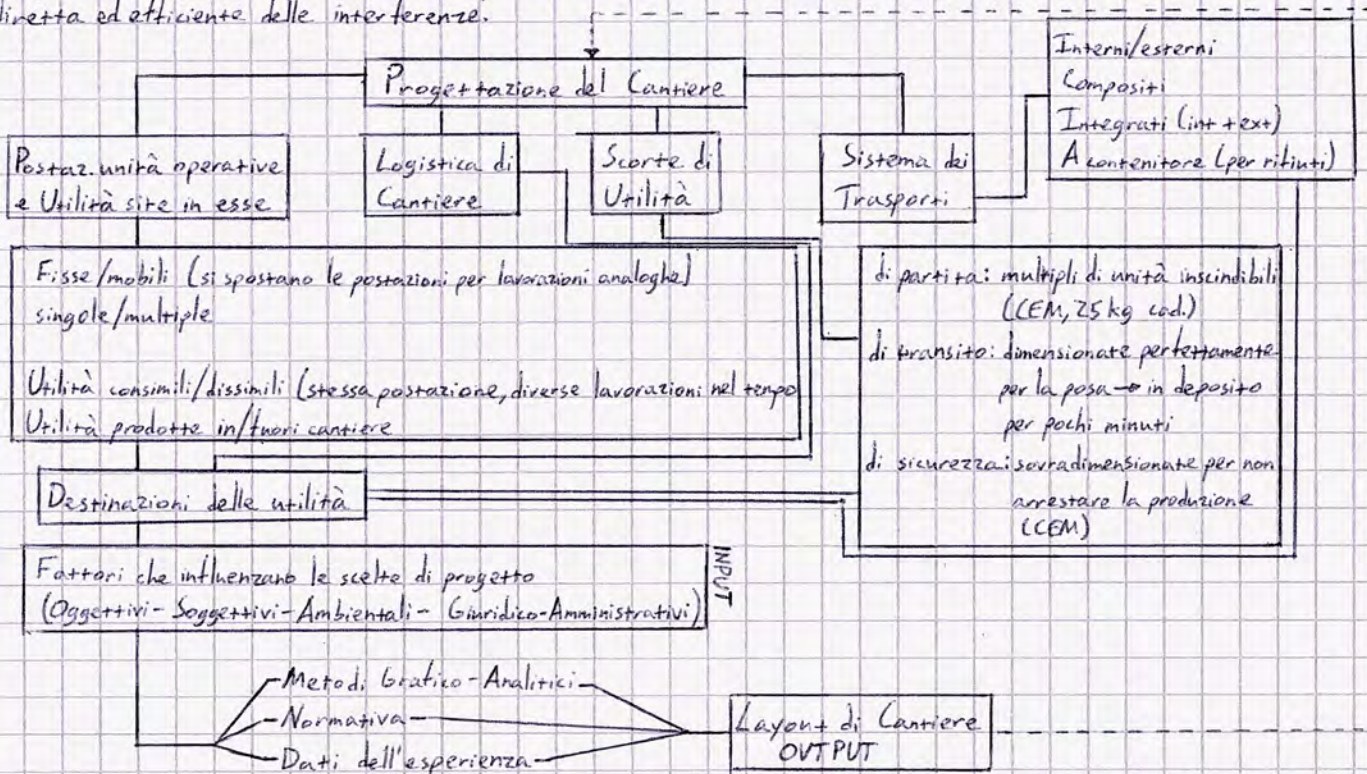
Non esiste una legenda normata, in una redazione di progetto è sufficiente essere chiari.

- Griglia lettere-numeri → coordinate;
- Impronta dell'edificio;
- Viabilità degli automezzi in cantiere;
- Organizzazione dei banchi di lavoro e dello stoccaggio in una sequenza in cui è necessario effettuare la lavorazione, tale per cui il deposito del materiale grezzo dev'essere vicino all'area di sosta dell'automezzo esterno che lo trasporta, la zona del materiale lavorato deve essere prossima alla gru (i materiali più presenti o più pesanti devono essere più vicini alla gru); se il materiale non richiede lavorazione, il suo stoccaggio deve essere prossimo alla sua destinazione finale (frazionando le aree se necessario).
- Posizionamento e raggio della gru (deve essere il più possibile prossima al baricentro volumetrico dell'edificio, ovvero più prossima al maggior quantitativo di volume da realizzare);
- Zona dei servizi generali: baracche di cantiere, includono spazi per:
 - Guardiano (ingresso);
 - Ristoro (riparo dove poter mangiare);
 - Infermeria;
 - Spogliatoio;
 - Baracche per i tecnici (Direttore di Cantiere/dei Lavori/dell'Impresa);
- Allacciamenti agli impianti di cantiere: senza realizzare opere inutili, si tende a far coincidere gli impianti con quelli che saranno dell'edificio:
 - Acqua;
 - Elettricità;
 - Allontanamento dei reflui;
 - ...
- Viabilità: il percorso deve consentire lo scarico in sicurezza del materiale grezzo o semilavorato; di norma si indica l'area di viabilità con una campitura puntinata (funzionale), le condizioni fisiche dello spazio invece dipendono dalla natura del terreno, che deve quantomeno essere compattato o ricoperto di pietrisco.
- Aree di stazionamento dei mezzi: bisogna prevedere aree specifiche per la sosta dei veicoli nello scarico che non intralcino la circolazione di altri mezzi.

Circa le autobetoniere, il numero di postazioni informa il tempo e le quantità di getto: un edificio simmetrico può prevedere due punti di sosta simmetrici, da cui ogni postazione definisce un getto che interessa metà fabbricato; definendo i quantitativi trasportati da ogni autobetoniera si ha una miglior qualità di CLS.

Dimensioni e importanza del cantiere →

Al giorno d'oggi il layout di cantiere può essere realizzato in ambiente BIM, consentendo una visualizzazione diretta ed efficiente delle interferenze.



riccardo.polidoro.org

Occupazione temporanea di suolo pubblico: operazione spesso necessaria (ad esempio per il deposito di materiale), ha una procedura standardizzata.

Perimetro di cantiere: necessario per la recinzione, di dimensioni minime per limitare gli oneri di sorveglianza; se il perimetro del cantiere coincide con quello del lotto e la recinzione è prevista anche a fine progetto conviene realizzarla a monte (come gli allacciamenti).

Depositi dei mezzi d'opera: ricovero in sicurezza di macchinari e attrezzature (no furti).

Posti di lavoro: attenzione alle interferenze! Lo stesso vale per i depositi dei materiali.

Le traiettorie di operatori e materiali devono essere il più possibile indipendenti; dai percorsi si comprendono immediatamente le interferenze.

A valle di tutto si definiscono le aree di circolazione interna: note le dimensioni dei depositi si conoscono quelle degli automezzi, dunque le interferenze e il peso economico della circolazione interna.

Si rimanda alle slide per vari diagrammi di flusso così impostati:

Titolo: cosa bisogna decidere;
 Bianco: parametro da fissare;
 Blu: parametro deciso a monte;
 Bianco corsivo: deciso in precedenza, influenza le decisioni attuali.

Servizi generali: baracche di cantiere

Il cantiere di recupero

Prima fase di un intervento su edificio esistente è il cantiere della conoscenza: si installa per conoscere a fondo un edificio esistente, in base alle indagini condotte si redige il progetto.

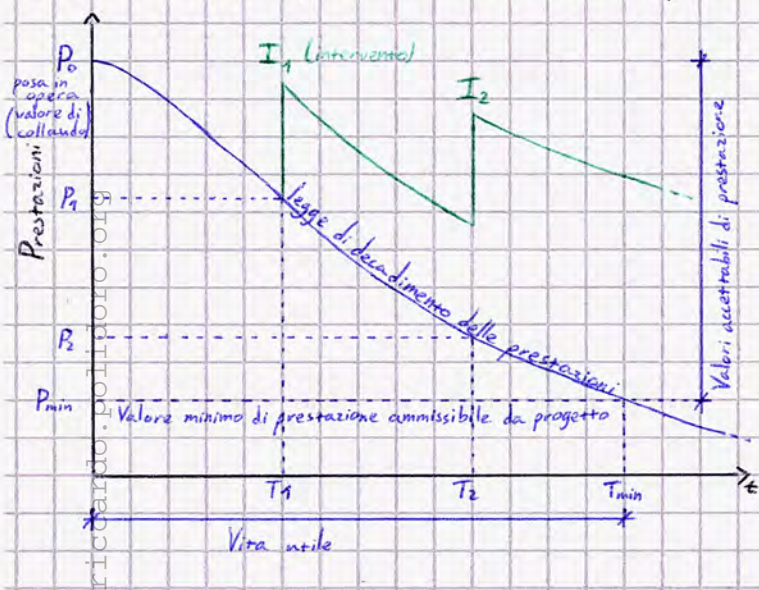
UNI 10914/2001: definisce il recupero edilizio come l'insieme di tutte le azioni tecniche, amministrative, organizzative e costruttive che interverranno sul costruito, finalizzate a mantenere o aumentare le prestazioni residue del bene; si distingue tra mantenimento e miglioramento e si riprende la concezione anglosassone che vede il recupero come un servizio da garantire più che un progetto.

Nel cantiere di recupero la tecnologia della produzione tende talvolta a riprodurre le tecniche utilizzate per la realizzazione o le successive trasformazioni del bene; la progettazione tecnologica deve sempre essere attentamente valutata in relazione alle scelte tecniche già eseguite in passato e di conseguenza il progetto del cantiere deve tener conto della riproposizione/conservazione di queste scelte e della morfologia organizzativa e spaziale che ne deriva.

Fino al 1978 la definizione di recupero edilizio era molto variegata; nella L. 857/1978 viene tutto regolarizzato definendo anche i tipi di lavoro.

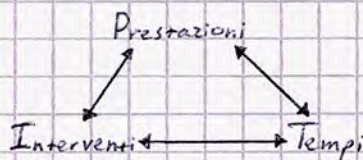
Centrale è il concetto di prestazione, ovvero la risposta che un elemento costruttivo fornisce a una richiesta (emanata da chi usa l'edificio); il recupero si mostra necessario quando gli edifici perdono di prestazioni.

Il decadimento delle prestazioni è fisiologico; esso può accuirsi puntualmente a seguito di eventi accidentali.



Nota la legge di decadimento delle prestazioni di uno specifico elemento (ad esempio quella di una lampadina è $\frac{1}{t}$), si osserva che con l'attuazione di interventi aumenta la vita utile.

Esiste un legame circolare tra:



Partendo dalla scelta dell'intervento da attuare, corrispondente alla definizione di un livello di prestazione, dalla legge di decadimento è noto il momento necessario per l'attuazione.

In relazione al decadimento, la scelta di intervenire va attuata in base a due diverse situazioni:

- Nessun intervento: nessuna spesa aggiuntiva, l'elemento deve essere sostituito a fine vita;
- Interventi: spesa maggiore nel corso della vita utile, che però aumenta. Una maggior manutenzione però implica maggior impatto ambientale.

UNI 9910/1991: Si effettua una classificazione degli interventi edilizi sull'esistente; le categorie manutentive sono basate sulla strategia secondo due macro famiglie:

• Ripristino delle prestazioni: (Se $t_i \geq T_{min}$ → stato di guasto)

• Manutenzione correttiva:

- A guasto avvenuto (nessuna strategia);
- Di emergenza o accidentale (eventi imprevedibili).

• Manutenzione preventiva:

- Ciclica o di soglia (cadenzata in periodi fissati);
- Predittiva (legata all'uso di IoT, IA, sensori che valutano in tempo reale la vita utile residua);
- Secondo condizione (controllo periodico, intervento nel momento in cui il controllo non è soddisfatto);
- Di opportunità (intervento conseguente alla necessità di intervenire su un altro componente ad esso legato, come nel caso di intonaco e tinteggiatura aventi legame tecnologico e fisico; alcuni interventi sono più convenienti se fatti contemporaneamente!)

• Incremento delle prestazioni:

• Manutenzione migliorativa.

Tornando al cantiere di recupero, in virtù della preesistenza dell'edificio e delle sue caratteristiche il cantiere è vincolato nelle seguenti scelte:

- Allestimento;
- Fasi operative;
- Tecnologie impiegate.

Il tutto è spesso difficilmente standardizzabile e meccanizzabile

La conseguenza è che il processo costruttivo deve essere organizzato ad hoc con logiche costruttive che strutturano la sequenza delle fasi in funzione della necessità di mantenere/conservare/trasformare i sistemi tecnologici esistenti.

Rispetto ad un cantiere ordinario inoltre sorgono numerose peculiarità:

- Non ci sono certezze: il progetto si completa in corso d'opera perché sono frequenti "sorprese e novità" sul cantiere, soprattutto a livello di patologie;
- Scarso prevedibilità della consequenzialità degli interventi;
- Estrema variabilità delle situazioni;
- Metodologia di intervento non standardizzabile, anche dopo aver compiuto molte esperienze.

Un cantiere di recupero/restauro si differenzia da un cantiere standard perché si occupa di un manufatto esistente, in cui il progetto è condizionato da imprevisti di entità tale da essere in grado di mettere in discussione il progetto anche in corso d'opera.

d.p.r. 380/01: definisce 4 categorie di intervento sull'esistente:

- Manutenzione ordinaria;
- Manutenzione straordinaria;
 - leggera (2016)
 - pesante
- Restauro e risanamento conservativo (residuale);
- Ristrutturazione edilizia.

d.lgs. 222/16: biforca manutenzione straordinaria e restauro in due sottocategorie:

- Leggera: intervento non di natura strutturale;
- Pesante: intervento strutturale.

Lo stesso vale per la ristrutturazione edilizia:

- Leggera: stessa sagoma e volume;
- Pesante: cambiano sagoma e volume.

Priorità di un cantiere di recupero:

- Arrestare subito eventuali condizioni di pericolo;
- Puntellamenti e presidi per ridurre il pericolo per l'incolumità pubblica nell'intervento;
- Indagini conoscitive sulle situazioni di maggior pericolo;
- Arresto del processo di degrado;
- Avvio dell'attività di rimozione delle cause del degrado;
- Ripristino e incremento dei livelli prestazionali.

Aspetti caratterizzanti di un cantiere di recupero rispetto a una nuova costruzione:

- Rilievo (non solo geometrico ma anche delle caratteristiche costruttive);
- Sicurezza (non si conosce l'edificio, può crollare);
- Logistica (accesso al cantiere etc. segue modalità diverse);
- Rifiuti (poco strido in una nuova costruzione rispetto al recupero o alla demolizione e ricostruzione → sostenibilità).

Rilievo: con droni, laserscanner, termografie,...

Sicurezza: gli interventi devono essere condotti garantendo sia la sicurezza dei lavoratori che quella dell'edificio, evitando fenomeni di instabilizzazione dovuti ad esempio al taglio del nucleo di una muratura.

Demolizioni: tra le attività più pericolose, da studiare nella dinamica di caduta per comprendere quali vincoli strutturali dover declassare; nel Testo Unico Sicurezza è prevista l'elaborazione di un piano delle demolizioni ad ordine del datore di lavoro. Si distingue tra le seguenti tipologie di demolizione:

- Tradizionale: non interessa il recupero del materiale per il riuso, distruzione indistinta;
- Selettiva: le operazioni sono ordinate con un primo smontaggio di elementi riciclabili e riutilizzabili;
- Mirata: si demoliscono solo parti specifiche o singoli elementi costruttivi;
- Controllata: controllo preciso della dinamica di demolizione.

Le demolizioni possono anche essere manuali, condotte con la martellina o il palo di ferro (sciamarella); in questi casi l'operaio è a ridosso dell'opera da demolire, dunque è importante l'ordine delle operazioni: si parte dall'idea di separare la struttura in elementi singoli utilizzando puntelli e opere provvisorie per garantire il distacco delle opere adiacenti.

Il piano delle demolizioni è parte degli elaborati del POS; si propone di seguito un generico ordine delle operazioni, sottolineando che bisogna prima individuare il maggior numero possibile di debolezze nell'edificio (premettendo che molte non sono rilevabili).

Nel caso di una demolizione selettiva, occorre prevedere depositi separati per ogni elemento da recuperare per categorizzarli.

1. Consolidamento con opere provvisorie;
2. Smontare l'edificio dall'alto → copertura (a falde o solaje, tecnologie diverse in base alla tecnica costr.);
3. Demolizione dei muri portanti;
4. Rimozione degli sbalzi: spesso sorretti da elementi interni all'edificio (muratura o lastre a bilanciere);
5. Scale: ultimo elemento da rimuovere perché generalmente è un corpo irrigidente.

Per le strutture metalliche il processo è più governabile, consistente in un rovesciamento del processo costruttivo tagliando i bulloni (riciclati in fonderia).

Logistica: Spazi limitati, soprattutto nei centri storici, determinano problemi di trasporto e installazione in cantiere.

Gestione dei rifiuti di cantiere: la normativa è progressivamente più severa (ultima legge del 2022) e richiede di documentare ogni trasporto (soggetto a controlli e costituente reato penale per il produttore dei rifiuti, ovvero l'impresa); ciò perché oggi il rifiuto è considerato una risorsa utilizzabile per materiali di riciclo, definendo un'economia circolare.

Negli anni '60 non esisteva alcuna cultura, le discariche di materiali edili erano poco fuori le città; negli anni '80 nasce la cultura dell'usa e getta... in tempi recenti si parla di economia circolare e riutilizzo degli scarti, nel progetto diventa fondamentale il Life Cycle Assessment.

In Italia il settore edile è uno dei primi motori degli investimenti, ricoprendo un ruolo di elevato peso economico (10% PIL) e rilevanza sociale. Allo stesso tempo, il settore è responsabile del 45% dei consumi energetici e del 20% di produzione di gas serra, ne consegue un elevato impatto ambientale che è a sua volta tra le cause della crisi dell'ambiente e della industria delle costruzioni; è necessario un contributo significativo in termini di qualità e sostenibilità.

Macchine e Attrezzature di Cantiere

Le macchine e le attrezzature di cantiere si dividono in 5 categorie:

- Movimento terra (compattamento, scavo, trasporto);
- Trasporto materiali (in e da/verso il cantiere);
- Sollevamento;
- Confezionamento (CLS/malte);
- Opere in fondazione

Le macchine e attrezzature sono descritte nello art. IV del d.lgs. 81/08 (T.U. Sicurezza), in cui si specifica che la scelta del tipo di macchina va fatta molto attentamente in base agli specifici obiettivi (dimensioni, cingoli/ruote, conformazione).

Movimento terra

In base agli obiettivi si distingue tra:

Rottura del terreno	→	Rippers
Scavo e carico del terreno	→	Escavatore/Pala meccanica
Trasporto	→	Autocarro/Dumper
Scavo e trasporto	→	Apripista (Dozer, di cui il Bulldozer è una specifica tipologia)
Scavo, trasporto, carico e scarico	→	Ruspa (Scraper)
Livellamento	→	Livellatrice (Grader)
Compattazione	→	Rulli

In generale, una singola macchina è composta da:

- Corpo macchina: può avere o meno un'unità rotante, coincide spesso con la postazione dell'operatore;
- Unità funzionale: parte di estremità legata ad una specifica funzione.


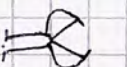

Escavatore: macchina più versatile nelle applicazioni, ha un corpo rotante e all'estremità può montare attrezzi di diversi tipi (benna/marrello pneumatico/...). È composto da:

- Carro (cingolato o geminato);
- Unità rotante e corpo macchina;
- Unità funzionale.

Il sistema di comando della macchina è solitamente idraulico, anche se esistono applicazioni a funi (soprattutto nel dragaggio).

I cingoli sono preferibili alle ruote in caso di superfici accidentate e cedevoli; il mezzo è però più lento e pesante - malgrado una miglior distribuzione del carico a terra - e non può essere omologato per la circolazione su strada.

La benna può essere:

- Dritta o frontale  → nella direzione del moto
- Rovescia  → opposta alla direzione del moto, verso l'operatore
- Mordente  a tenaglia
- Trascinata  impiegata per il dragaggio

La valutazione dei tempi di produzione deriva da uno studio dell'articolazione delle fasi di operazione della macchina:

- 1) Scavo
- 2) Rotazione del corpo macchina carico
- 3) Scarico (su autocarro o in area apposita)
- 4) Rotazione a ruote verso la zona di scavo

~ 1m30s (ma dipende dalle dimensioni della macchina)

La produttività oraria presunta della macchina escavatrice nello specifico cantiere è inoltre calcolabile con una formula che, partendo dalla produzione teorica media ed applicandovi coefficienti tabellati (e ricavati empiricamente nelle normative) selezionati in base alle condizioni del cantiere specifico consente una congrua valutazione.

La scelta della specifica macchina dipende innanzitutto dalle dimensioni dello scavo e dalla massima distanza di scavo raggiungibile dall'escavatore in esame; in funzione delle esigenze del volume di scavo invece si sceglie la dimensione della benna.

Circa le possibili unità funzionali di un escavatore, si elencano di seguito le più utilizzate:

- Benna dentata (scavo)
- Martellone
- Benna trapezoidale
- Benna mordente
- Seghe circolari
- Pettine
- Tenaglia

Gli escavatori inoltre si classificano in 3 categorie dimensionali:

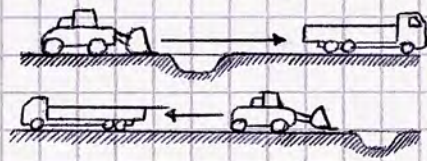
- Mini: lavorano in spazi ristretti o a filo delle strutture, la rotazione del corpo macchina avviene entro i limiti di sagoma (bobcat);
- Escavatore articolato: presenta appoggi snodati e consente di operare anche in condizioni orografiche ostiche;
- Escavatore a tazze: dispositivo fisso che opera in continuo, può essere a nastro o a ruota; consente di scavare e scaricare contestualmente ed è solitamente usato in opere civili (dighe)



Pala meccanica: non presenta un terminale versatile e non ha un'unità rotante; può spostare il terreno raccolto anche a grande distanza ed è dunque considerata una macchina di scavo e trasporto; può essere sia cingolata che gommata.

Il ciclo di lavorazione informa la tipologia di benna; si distinguono 3 tipologie di manovra:

- Carico/scarico frontale
- Carico anteriore/scarico posteriore
- Carico anteriore/scarico laterale (benna apposita)



Anche in questo caso la dimensione della macchina dipende dallo specifico contesto.

Terna: macchina bifrontale dotata di pala meccanica ed escavatore, consente una doppia applicazione senza dover cambiare macchine; la scelta della dimensione dipende da problematiche oggettive e il suo impiego è preferibile solo se è necessaria versatilità (a scapito delle potenzialità operative dei singoli elementi). Presenta due stabilizzatori sul lato dell'escavatrice per evitare il ribaltamento nelle operazioni di scavo di particolare intensità.

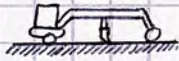
Aprista: presenta un cucchiaio frontale per spingere, spostare o livellare il terreno. Si dividono in:

- Bulldozer: il cucchiaio è parallelo al terreno e ortogonale alla direzione del moto;
- Angle dozer: il cucchiaio ruota attorno a un asse verticale (30°);
- Tilt dozer: il cucchiaio ruota attorno ad un asse orizzontale (15°).

Ruspa: macchina composta da un trattore ed un elemento posteriore a cassone con un fondo apribile che cattura il terreno per poi chiudersi una volta riempito; in edilizia serve solo in applicazioni preliminari su grandi cantieri.



Livellatrice: macchina solitamente articolata dotata di una lama livellatrice, usata per strade o grandi cantieri edili.



Rippers: anche detti scarificatori, presentano denti sulla parte anteriore per frantumare rocce o terreni costipati in maniera tale da consentire gli scavi.

Rulli: esistono di vari tipi, costipano la superficie secondo due diverse modalità:

- Statici: ruote pesanti, anche gommate con cunei confinanti
- Dinamici: battono sul piano campagna.

Trasporto

Autocarri: mezzi gommati e omologati, di dimensione relativamente ridotta, distinti in base al carico trasportato:

- Leggeri: fino a 3,5t
- Medi: 3,5 ÷ 10t
- Pesanti: 10 ÷ 50t

1m³ di terreno corrisponde a 13000 - 16000 kg.

Autoarticolati: macchine composte da una motrice dotata di ralla, elemento a cerniera che consente la rotazione del perno che costituisce il legame col rimorchio.

Autotreni

Dumppers: trasportano molto materiale ma solo in ambito di cantiere, hanno un cassone che si ribalta e sono di notevoli dimensioni:

- Leggero 1 ÷ 3 m³;
- Pesante 25 ÷ 30 m³.



Carri rimorchio: possono presentare diversi sistemi di scarico, con pistone idraulico (ribaltamento posteriore/laterale) o apertura di paratie (posteriori o laterali).

Trasporto su rotaie: su ferrovie a scartamento ridotto (lente, usate per il trasporto di materiali edili), utili per cantieri che si sviluppano linearmente per molti km come quelli per le ferrovie. Non consentono elevate pendenze o curve strette e sono legati alle rotaie.

Trasporto continuo: utilizzabile anche nei cantieri di recupero, utilizza dispositivi di trasporto:

- Nastro di gomma;
- A piastra (due piastre sorreggono un rullo, per carichi pesanti);
- A tazze (nastro ed elevatore a tazze per scaricare su un autotreno);
- A coilea (utilizzato nel trasporto del CS in cantiere se per motivi di spazio non è possibile utilizzare la pompa o un'auto betoniera).

La scelta dipende dalla specifica configurazione del terreno.

Impianti funiculari: utili in posti non serviti da collegamenti adeguati, ad esempio in montagna, possono essere terrestri o aeree.

Nelle infrastrutture che devono superare valloni si impiegano anche teleferiche con gru a fune (blondins) dotate di una fune traente e funi stabilizzanti.

Macchine di sollevamento

Nell'allegato V del T.U. Sicurezza sono descritte come macchine dotate di ganci o altri dispositivi di trattenuta del carico atte a sollevare carichi; si distingue tra:

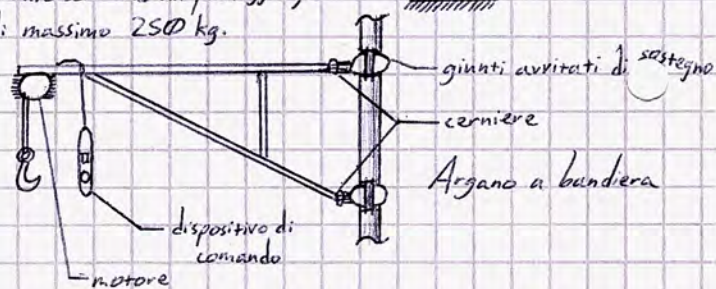
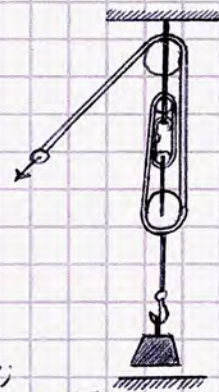
- Paranchi
- Martinetti
- Argani
- Grn

Paranco: carrucola o gruppo di carrucole per sollevare pesi, possono avere l'insieme di funi non visibile, nel qual caso si distingue tra paranchi a leva o a catena.

Martinetto: idraulico o a vite ("crick"), sviluppa una forza in grado di sollevare carichi anche significativi (può sollevare strutture, puntellare coperture...)

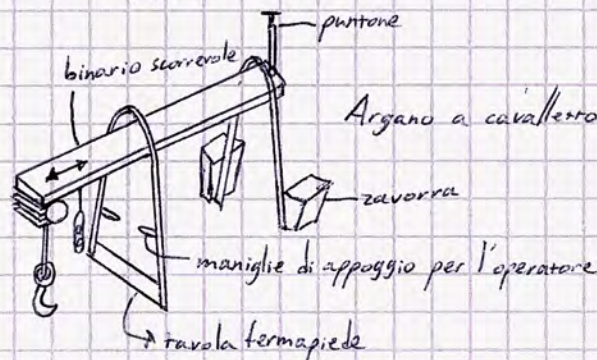
Argano: Si distingue in due tipologie:

- A bandiera: si muove a bandiera, è tipicamente incernierato ad un ponteggio; ha una portata (peso trasportabile) di massimo 2500 kg.
- A cavalletto: presenta una struttura di sostegno autonoma, zavorrata e con un puntone per fissarsi ad un eventuale solaio superiore ed evitare il ribaltamento, ha una portata massima di 1t.



Grn: macchine di sollevamento e trasporto più diffuse e complesse, presentano una struttura reticolare portante (calcolata), una parte che prende il carico ed una che lo solleva. Le grn più utilizzate in edilizia sono:

- Grn a torre
- Grn su autocarro



Le grn a torre sono composte da una base zavorrata che poggia su una fondazione apposita, una torre dotata di ralla, un braccio sul quale è montato il gancio con un argano su carrello ed un controbraccio zavorrato; esistono però anche grn automontanti o con altri schemi meno tradizionali.

Le grn possono effettuare le seguenti operazioni:

- Se la grn a torre è su un binario, la sua base può traslare lungo una direzione (edifici in linea);
- Rotazione del braccio;
- Traslazione del carrello (binari sul braccio);
- Traslazione di argano e gancio (sollevamento).

Anche le grn si dividono in leggere e pesanti; quelle pesanti hanno la cabina di manovra in alto, a metà torre o tra la torre e il braccio; per gli elevati rischi associati all'esercizio le grn richiedono operatori altamente specializzati; il loro organo di presa è tipicamente un gancio.

Si distingue tra le seguenti tipologie di grn:

- Tradizionali
- Flat top (sommità piatta)
- Con braccio a rotata variabile

Queste tipologie sono montate per elementi attraverso l'ausilio di un'autogra (con 4 stabilizzatori); esistono però anche grn automontanti a rotazione rapida o bassa, solitamente leggere.

Grn con braccio a volata variabile: il braccio si può estendere.

Per ogni grn esiste un grafico carico massimo - braccio massimo: ad ogni distanza del carrello si associa un carico massimo.

Le informazioni fondamentali per definire la grn più adatta da impiegare in un cantiere sono le seguenti:

• Sbraccio $\begin{cases} \rightarrow$ nominale (dall'asse della torre);
 \rightarrow utile (la filo con la torre)

Da queste discendono:

- Carico: portata caratteristica/massima;
- Altezza.

- Momento nominale (carico \cdot sbraccio);
- Portata al massimo sbraccio;
- Raggio di ingombro;
- Portata utile;
- ...

Un altro parametro da non trascurare riguarda i tempi e le modalità di montaggio ed analoghe condizioni logistiche, dipendenti dalle caratteristiche di accesso e dalle necessità di tempo per la realizzazione.

Le grn poggiano tipicamente su fondazioni a platea progettate con una resistenza di 3 kg/cm^2 , sono solitamente montate con l'ausilio di autogrù.

Uno dei principali problemi di esercizio delle grn è la loro stabilità, ad esempio in previsione del vento si effettuano due verifiche:

- In esercizio: si assume una pressione del vento di 30 daN/m^2 e un coefficiente di sicurezza di 1,5;
- A vuoto: $p = 100 \text{ daN/m}^2$, c. sic. 1,2.

La grn può operare per velocità del vento inferiori a 72 km/h ; nel caso di velocità superiori la grn non può operare e, se su binario, deve essere ancorata con stralli.

Bisogna inoltre effettuare una prova di carico, considerando un carico maggiore del 20% rispetto al carico massimo nelle condizioni più sfavorevoli, verificando che la deformazione del braccio sia entro $1/1000$ della luce.

Circa l'operatore, un gruista deve essere in ottima forma fisica, avere perfetta vista e udito (per segnalazioni acustiche di pericolo), ottime capacità di concentrazione, non soffrire di vertigini e claustrofobia.

Il montaggio della torre va condotto indossando i DPI corretti:

- Elmetto;
- Guanti;
- Scarpe di sicurezza;
- Imbracatura (distribuisce il carico da contraccepo conseguente a una caduta evitando la morte).

Autogrù: è composta dai seguenti componenti:

- Autotelaio;
- Torretta girevole;
- Braccio (telescopico e idraulico);
- Stabilizzatori.

Anche per l'autogrù sussiste il grafico distanze - altezza del braccio telescopico - carico massimo; in base all'altezza raggiunta, al peso e alla portata si distinguono in leggere, medie o pesanti.

Grn a portale: raramente utilizzata in ambito edile, è tipica degli stabilimenti industriali; è composta da un telaio a cavalletto in acciaio poggiato su un binario e dotato di una grn a fune.

Derrick: presentano notevoli capacità di carico e raggiungono altezze considerevoli, hanno un braccio a volata variabile e sono solitamente impiegate per opere civili; si distingue tra Derrick a funi/stralli e Derrick a puntoni.

Grù a bandiera: simili all'argano a bandiera ma con una portata significativamente maggiore, sono tipiche in applicazioni di ingegneria civile.

Per motivi di sicurezza, le grù sono dotate di limitatori:

- Di carico: non sempre presenti in virtù delle prescrizioni da scheda tecnica;
- Di movimento: Rotazione (il braccio della grù non deve uscire dai limiti di cantiere)
Scorrimento sui binari
- Di velocità: per ciascuno dei 4 movimenti principali della grù

Macchinari per il confezionamento

Dedicati evidentemente alla realizzazione di malte e calcestruzzi, le tipologie sono essenzialmente distinguibili in base alle quantità di prodotto richieste nell'unità di tempo. Si distingue tra:

- Betoniere;
- Impastatrici;
- Molazze;
- Centrali di betonaggio.

Tutte queste macchine sono soggette al marchio CE, richiedono manutenzione e hanno dei requisiti di protezione elettrica dagli agenti atmosferici almeno IP44.

Betoniere: si distinguono essenzialmente in tre diverse tipologie:

- A bicchiere rovesciabile: si può rovesciare l'impasto quando è pronto (in un contenitore per il trasporto);
- A tamburo cilindrico: le pale interne ruotano su un asse, mescolando l'impasto
- A riflusso: la rotazione inversa delle pale porta ad una fuoriuscita dell'impasto

Sono dispositivi spezzabili atti alla preparazione di calcestruzzi e malte, la preparazione richiede 5-10 min.

Impastatrici: utilizzate per il confezionamento di CLS con inerti piccoli o malte, presentano una griglia superiore da cui si carica il materiale e talvolta una linea dentata per aprire le confezioni di malte predosate (con inerti e legante già dosati, si richiede solo l'aggiunta di acqua) in maniera più agevole.
Si distinguono due tipologie di impastatrici:

- A piatto circolare;
- Ad albero orizzontale.

Molazze: costituite da una coppia di macine che schiacciano l'impasto per renderlo più omogeneo, sono evidentemente applicabili solo per il confezionamento di malte; sono particolarmente utili se tra gli inerti fini figura anche la pozzolana, che richiede una maggior lavorazione.

Centrali di betonaggio: realizzate in cantieri di ragguardevoli dimensioni, in quanto hanno un alto costo di esercizio e occupano superfici importanti in virtù della presenza di silos di stoccaggio, nastri trasportatori, tramogge per gli aggregati, serbatoi di H₂O... Più di frequente si ricorre a centrali di betonaggio esterne al cantiere, trasportando il CLS tramite autobetoniera.

Autobetoniera: trasferisce il CLS da una centrale di betonaggio esterna al cantiere; mediante trasporto 3-4 m³, le autobetoniere pesanti arrivano anche a 100 m³. Nel trasporto, il tamburo è posto in continua rotazione per evitare la segregazione delle fasi; è evidente che la qualità del CLS dipende dalla distanza tra cantiere e centrale di betonaggio: SOLO SE esplicitamente prescritta, nel trasporto è anche possibile aggiungere acqua all'impasto.

Pompa: utilizzata per trasportare CLS ad elevate altezze/distanze, può essere fissa in cantiere o su una macchina a sé che lavora in tandem con l'autobetoniera (richiedendo spazio di manovra aggiuntivo); la pompa specifica definisce portate e distanze (l'altezza massima è comunque di 100 m); è importante garantire una portata minima per evitare la segregazione: è più conveniente prevedere più punti di sosta per l'auto betoniera che una sola pompa!

Altre annotazioni:

Per garantire che le operazioni della grù siano eseguite in sicurezza si prevedono varie segnalazioni acustiche e luminose.

I carichi devono essere attentamente assicurati e imbracati.

Il posto di manovra dev'essere raggiunto in sicurezza, da esso tutto il cantiere dev'essere visibile.

Autobetonpompa (BTP): Autobetoniera con pompa integrata, utilizzata per getti di dimensione moderata (per getti di grande dimensione si preferiscono pompe fisse in cantiere).

Macchine per opere di fondazione

Si dividono in base alla funzione in:

- Macchine per sondaggi:
- Sonde
 - a percussione
 - a rotazione
 - Perforatrice: a percussione e rotazione

Consentono di estrarre carote (sonde) su cui poter eseguire prove in laboratorio o di determinare la resistenza del terreno in sito tramite penetrometri (statici/dinamici), come per la prova SPT.

Macchine per prove di resistenza dei terreni

- Macchine per opere di fondazioni profonde
- pali trivellati: eseguiti con una perforatrice a vite, con cui si trivella un foro in cui vengono posizionate le armature per poi gettare il C.C.S.
 - pali battuti: posti in opera con un battipala, tipicamente sono prefabbricati. La tecnologia è molto rumorosa, non c'è economia nel lavoro; è oggi poco usata.

Macchine per posa in opera di palancole: le palancole, lamiera ad Ω con elevata rigidità trasversale collegate in testa tramite bulloni, sono solitamente battute essendo impiegate in grandi opere infrastrutturali, lontano dai centri abitati. Esistono però delle nuove metodologie che impiegano una macchina agganciata a delle palancole già in opera (le prime sono comunque battute) per spingere le successive nel terreno, provocando rumore minore.

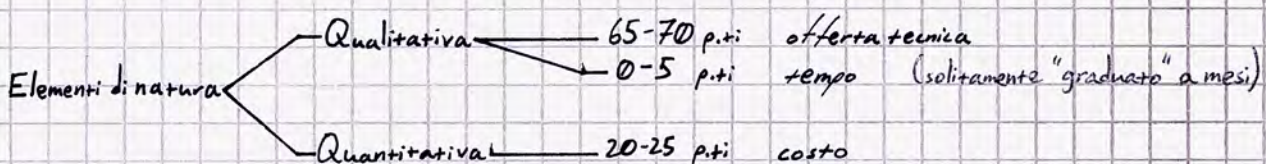
OEPV - Offerta economicamente più vantaggiosa

Rappresenta uno dei criteri di vittoria nelle gare d'appalto; si ricorda che un appalto è un contratto pubblico per lavori, servizi e forniture.

Nel Codice dei Contratti Pubblici, alla OEPV era associato, in alternativa, il criterio del minor prezzo (utilizzabile solo per gare con importo inferiore ai 2 milioni di €); nel Nuovo Codice dei Contratti Pubblici, del 2023, il criterio del minor prezzo è applicabile solo per servizi e forniture standardizzate, in cui la manodopera occupa al più il 50% dell'importo; in alternativa alla OEPV si può avvalere, per lavori di importo inferiore ai 140 000 €, dell'affidamento diretto, in cui il RUP, verificata la presenza di un'impresa certificata con peculiari competenze nel settore, affida i lavori direttamente; in gare successive è però tenuta a rispettare il criterio di rotazione (non ben definito nella legge).

Ad oggi l'OEPV è il criterio di base delle gare, superato solo da nell'appalto integrato - reintrodotta dal decreto semplificazioni, viene riproposta nel Codice - in cui il vincitore si occupa, oltre che della realizzazione dell'opera, della sua progettazione esecutiva.

Il criterio dell'OEPV è sostanzialmente rimasto invariato rispetto al Codice precedente, con l'eccezione della abrogazione dei limiti e delle proporzioni tra punteggi, ora a discrezione della stazione appaltante; in realtà, dalle gare recenti risultano comunque rispettati i limiti della legge precedente, così definiti:



Tra gli elementi concorrenti a livello qualitativo, sono rilevanti:

- Requisito ecologico o di ecosostenibilità: rispetto dell'ambiente, compensazione delle emissioni e altre misure legate allo scambio di energie non rinnovabili;
- Condizioni di consegna, problemi di durata del cantiere;
- Organizzazione dell'impresa;
- Qualità: criterio più importante, riguarda miglioramenti del progetto della stazione appaltante dal punto di vista prestazionale (ad esempio, una riduzione delle dispersioni energetiche e un aumento dell'isolamento termico tramite la adozione di un diverso pannello isolante; altre possibili soluzioni riguardano l'aspetto statico o manutentivo), in ambiti specificati nel bando di gara. Poiché detti miglioramenti presuppongono una maggior spesa per l'impresa a fronte dell'impossibilità di aumentare il costo dei lavori posto a base di gara, in questo criterio si può riscontrare un margine implicito per un ulteriore ribasso, associato a quello economico.

Il bando di gara indica gli elementi di natura qualitativa e quantitativa richiesti, scorpendoli in dei sub-criteri; tra questi è spesso presente il sub-criterio legato all'organizzazione del cantiere, con frequenti riferimenti alla riduzione dello impatto delle attività di cantiere sulle aree circostanti, a un minor inquinamento acustico, a una minor produzione o una miglior gestione delle polveri...

In molti bandi di gara comuni, l'organizzazione del cantiere ha un peso elevato a fronte di una diffusione ridotta di competenze sul territorio.

Il disciplinare di gara può eventualmente specificare le indicazioni per ciascun sub-criterio.

Un altro criterio premiale frequente è legato al riutilizzo del materiale, particolarmente se il trasporto a un sito di recupero è ridotto; ad esso si associa il monitoraggio ambientale (ppm, rumore, temperatura, umidità...).

Nel caso di criteri di sicurezza, possono essere impiegati badge magnetici per gli operai, sistemi di telecamere a circuito chiuso e, per un maggior controllo, un sistema di gestione del cantiere in remoto.

Lavori in quota, rischi di caduta dall'alto, protezione dei posti di lavoro

Il T.U. Sicurezza (d.lgs. 81/08) definisce all'Art. 107 i lavori in quota come lavori in cui l'operatore si trova al di sopra di 2m da un piano stabile; in queste condizioni sono valide diverse prescrizioni del T.U.S. dovute ai rischi associati a queste lavorazioni, quantificati in base agli studi dell'Istituto di Sorveglianza Nazionale degli Infortuni Mortali, che ogni 4 anni produce una relazione da cui risulta che in un cantiere edile circa il 32% delle vittime deriva da incidenti legati al rischio di caduta dall'alto di infortunati (seguito da un 17% legato al rischio di caduta dall'alto di gravi, ovvero di pesi).

Nel Capo II del Titolo IV (cantiere temporanei e mobili) del T.U.S. sono raccolte le Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni e nei lavori in quota (anche non edili, come il taglio di alberi ad alto fusto).

Un esempio di attività legata al rischio di caduta dall'alto è il montaggio e lo smontaggio di ponteggi (se montato a regola d'arte, il suo utilizzo non determina rischio di caduta), l'utilizzo di piattaforme di lavoro telescopiche (PLAC) o ponteggi sospesi (opere provvisorie sospese - appese in copertura e che possono salire e scendere - utilizzate anche per la pulizia dei vetri negli edifici alti e particolarmente utili in presenza di vincoli al suolo che non consentono l'installazione di ponteggi), ma anche le opere di scavo: tutte le norme di protezione delle attività di scavo derivano principalmente dal rischio di caduta dall'alto!

Circa l'utilizzo di scale a pioli, il T.U.S. specifica che esse non possono essere utilizzate per lavori ma solo per superare dislivelli, salvo che per casi eccezionali di attività a basso rischio e breve durata o nel caso in cui non sia possibile adottare dispositivi più sicuri.

Art. 111: Obblighi del datore di lavoro nell'uso di attrezzature per i lavori in quota

Se i lavori non possono essere condotti in condizioni di sicurezza e in condizioni ergonomiche adeguate, il datore di lavoro sceglie attrezzature più idonee a garantire e mantenere le condizioni di sicurezza dei lavoratori rispettando i seguenti criteri:

- Priorità verso le misure di protezione collettiva rispetto a quelle di protezione individuale;
- Dimensioni delle attrezzature commisurate alla natura del lavoro ed ai relativi rischi.

Il datore di lavoro, in particolare:

- Definisce i posti di lavoro temporanei;
- Dispone l'uso di scale a pioli per lavori esclusivamente nel caso in cui l'utilizzo di attrezzature più sicure non è giustificato per il poco rischio e la breve durata o per le condizioni del sito;
- Dispone l'uso di funi per la sicurezza contro le cadute (come la linea vita), che può essere temporanea o permanente);
- Individua misure per minimizzare i rischi dei lavoratori, insiti nelle attrezzature in questione;
- Dispone lo svolgimento dei lavori esclusivamente in caso di condizioni meteorologiche adeguate;
- Dispone il divieto di assumere bevande alcoliche nel cantiere e ai lavoratori che si occupano di lavori in quota.

Se nei lavori in quota non è possibile adottare misure di protezione collettiva, bisogna prevedere l'uso di Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) ad uso specifico con diversi elementi, non necessariamente compresenti (linea vita, imbricatura, assorbitore di energia...). I DPI associati al rischio di caduta dall'alto sono categorizzate in base alla loro funzione principale:

- Sistemi di trattenuta: evitano che l'operatore si avvicini al punto di caduta (non arresta la caduta dall'alto!), limita il movimento dell'operatore, non sono destinati a situazioni di lavoro in cui l'operatore necessita di essere sostenuto da un dispositivo di trattenuta del corpo (ad esempio per evitare scivolamenti e cadute), sono tipicamente utilizzati nell'installazione di un parapetto temporaneo, dispositivo di protezione collettiva nel rifacimento di coperture.
- Sistemi di posizionamento sul lavoro: permette a una persona di lavorare sostenuta in tensione così da evitare la caduta (ad esempio, una linea vita); evita la caduta, consente al lavoratore di posizionarsi MA non è destinato ad arrestare la caduta dall'alto, in quanto serve un dispositivo di arresto caduta associato (altrimenti bisogna installare un parapetto).
- Sistema di accesso su fune: permette ai lavoratori di raggiungere e lasciare il posto di lavoro in tensione o in sospensione, evita o arresta la caduta, consente lo spostamento in verticale e in orizzontale, funziona con una fune di lavoro ed un ulteriore ancoraggio di sicurezza.
- Sistema di arresto caduta: arresta la caduta e limita la forza d'urto sul corpo del lavoratore nell'arresto della caduta (utilizzato di frequente nel montaggio di ponteggi fissi).
- Sistema di salvataggio: sistema di protezione per salvare sé stessi o gli altri nella caduta;

Protezione dei posti di lavoro

Tra i dispositivi di protezione collettiva, uno dei più utilizzati riguarda la protezione dalla caduta di gravi dall'alto: sopra le postazioni di lavoro posizionate nel raggio d'azione di una gru è necessario un solido impalcato che protegga dalla caduta di materiali; nel caso di lavoro su ponteggi, assolve analoga funzione la mantovana [parasassi], lastrina diagonale in prossimità del ponteggio per proteggere le postazioni di lavoro o il suolo pubblico dalla caduta di materiali.

Per le operazioni di tiro in alto e calo in basso servono opportuni apprestamenti di protezione: frequentemente, il posto di carico e manovra argani è delimitato da una barriera.

I lavori che producono schegge (come quelli di spicconatura) richiedono la protezione sia degli operatori che di chi transita in prossimità, adottando mantovane o teli sui ponteggi (l'apertura delle maglie dei teli è commisurata all'entità e la dimensione dei gravi).

Art. 108 Viabilità nei cantieri

Nel cantiere bisogna garantire la viabilità di persone e veicoli

Art. 109 Recinzioni di cantiere

Le recinzioni rispettano diverse esigenze in base alle esigenze del cantiere (evitare l'accesso di estranei e la propagazione di disagi all'esterno dovuti alle attività di cantiere).

Art. 110 Luoghi di transito

Sotto ponti aerei, ponti a sbalzo, scale aeree e simili bisogna delimitare l'area per evitare il transito o prescrivere l'uso di dispositivi idonei di protezione (tettoie e simili)

Art. 116 Sistemi di accesso e posizionamento con funi

Il datore di lavoro impiega i ^{suddetti} ~~seguenti~~ sistemi, che devono rispettare i seguenti requisiti:

- Ancoraggio con ² funi ancorate separatamente (una di accesso, discesa e sostegno; una ausiliaria, di sicurezza);
- Adeguata imbracatura di sostegno ancorata alla fune di sicurezza;
- Fune di lavoro con meccanismo autobloccante.

Art. 117: Lavori in prossimità di parti attive

Si definiscono parti attive componenti come linee elettriche; anche le interferenze tra lavoratori e linee elettriche sono da gestire con opportuni accorgimenti.

Opere provvisionali

Buona parte delle opere provvisionali sono utilizzate in relazione ai lavori in quota.

Le opere provvisionali sono, per definizione, opere la cui permanenza è limitata rispetto all'edificio (ciò però non è sempre vero:

nell'edificio bancario realizzato da Norman Foster a Londra presenta delle gru permanenti in copertura per garantire una più facile manutenzione!)

Una prima classificazione di opere provvisionali, basata sulle funzioni, consente di definire le seguenti tipologie:

- Opere di servizio: necessarie per l'accesso ai posti di lavoro (es. passerelle);
- Opere di sicurezza: per la protezione del posto di lavoro;
- Opere per consentire attività di lavoro in quota (es. ponteggi);
- Opere di sostegno: per sorreggere elementi non stabili (es. sbatacchiature, puntellature);
- Opere di protezione delle persone estranee al cantiere, che potrebbero essere accidentalmente coinvolte (es. recinzioni);
- Opere per garantire standard di comfort (es. servizi generali di cantiere).

È evidente che detta opere sono in esercizio per una durata strettamente legata alla loro utilità per l'esecuzione dei lavori; di norma non sono incorporate alle opere da realizzare.

Tra i vari riferimenti normativi, quello principale è il d.lgs. 81/08 (T.U. Sicurezza).

Le NTC fissano la vita nominale delle opere provvisionali per definirne il calcolo:

NTC 2008: ≤ 10 anni

NTC 2018: definisce le costruzioni provvisorie e temporanee, con vita nominale di 10 anni.

Opere provvisionali di servizio

Le opere di servizio coincidono essenzialmente con i ponteggi, che possono essere fissi o mobili.

L'idoneità di un ponteggio deve essere innanzitutto verificata dal datore di lavoro.

Ponteggi fissi

Per i ponteggi fissi per lavori di ingegneria civile in quota o che richiedono sicurezza contro il rischio di caduta sono distinti dalla normativa in 3 classi di carico, dipendenti dal carico di servizio da considerare agente sugli impalcati; al di sotto dei 20m di altezza esistono delle autorizzazioni ministeriali che definiscono per ogni ponteggio la dinamica di montaggio e il massimo carico sopportabile (non richiedendo un calcolo strutturale). Le tre categorie sono:

- Ponteggi da manutenzione;
 - Ponteggi da costruzione;
 - Piattaforme di carico.
- ↓ CARICO

I ponteggi fissi sono classificati anche in base ai loro elementi costitutivi

- PTP: ponteggi a telai prefabbricati;
- PTG: ponteggi a tubi e giunti;
- PMTP: ponteggi a montanti e traversi prefabbricati

⚠ Bisogna sempre verificare che tutti gli elementi del ponteggio presentino il marchio dello stesso fabbricante; in caso contrario non è garantita la sicurezza del ponteggio, che non è verificata!

Gli elementi costitutivi di un ponteggio fisso possono distinguersi in:

- Base: piastra metallica per definire un appoggio stabile, solitamente poggia a sua volta su una base catarinfrangente in plastica. La base presenta un giunto a vite per consentirne la regolazione in altezza su superfici irregolari, così da garantire l'allineamento dei piani di lavoro.
- Telaio: costituito da due montanti collegati da traversi, un esempio è il telaio ad H, prefabbricato (gli elementi sono saldati) e proprio del PTP;
- Stilata: successione verticale di telai;
- Campo: spazio tra due telai;
- Corrente: elemento orizzontale; se a 1m di altezza rispetto al piano di calpestio lo si definisce mancorrente, fungendo anche da corrimano.
- Diagonale: elemento controventante;
- Impalcato: si realizza con tavole di alluminio (PTP, modulare) o legno (PTG: non è possibile segare l'alluminio ed adattarlo a una forma precisa, a differenza del legno che però richiede attenzione nell'ancoraggio alla struttura).
- Botola: passaggio tra due piani di un ponteggio;
- Sottoponte: impalcato sottostante il piano di lavoro, utile per limitare gli effetti della caduta di gravi; ad esso si associa di norma una mantovana.
- Nodi: elementi cruciali nella realizzazione di un PTG;
- Parapetto: svolge una funzione quasi equivalente al mancorrente;
- Mantovana;
- Teli/Stuoie: contengono il materiale incoerente risultante da spaccatura etc, evitando la caduta;
- Ancoraggi: vincolano il ponteggio all'edificio/opera, vanno applicati ogni 2 livelli di ponteggio (3,60m) e ogni 4 montanti (complessivamente, uno ogni 22m²); tipicamente chimici (iniettano resine nell'edificio), si dividono in normali/speciali/speciali a V a seconda della loro giacitura rispetto alla parete; logicamente i tasselli a V sono più resistenti alle azioni orizzontali.

• Pezzi speciali: tra questi, si segnalano:

• Trave carraia: trave reticolare utile per aprire vani e consentire il passaggio di veicoli sotto il ponteggio;

• Mensola: consente di allargare il piano di calpestio o di porsi a sbalzo (un operaio lavora in una larghezza di circa 1 m)



Per selezionare la tipologia più adatta di ponteggio per una specifica lavorazione, può essere utile considerarne i vantaggi e gli svantaggi:

- PTP: composizione di elementi in acciaio a loro volta composti da tubi saldati e con predisposizione maschio-femmina per consentire i collegamenti in altezza oltre alla presenza di perni per il collegamento di correnti e diagonali, presenta elementi alti al più 2 m e di larghezza tra 1,05 e 1,20 m. La tecnologia definisce opere più leggere, più veloci da montare ma vincolate rispetto alla forma dell'edificio, che deve essere tendenzialmente regolare.
- PTG: è caratterizzato da giunti liberamente orientabili che consentono una piena libertà a livello di forma ma implicano un montaggio più complesso e lungo, implicando costi maggiori. Il serraggio dei giunti deve essere effettuato con una chiave dinamometrica; la vasta gamma di elementi di collegamento consente la massima flessibilità.
- PMTP: gli elementi tubolari verticali presentano delle rosette con aole che definiscono una predisposizione ad accogliere gli elementi orizzontali; la presenza di più fori consente una gamma abbastanza vasta di angolazione degli elementi. Essendo il brevetto particolarmente recente, non è molto disponibile sul mercato ed è quindi piuttosto costoso.

Nella realizzazione di un ponteggio valgono le seguenti regole generali:

- Corrente principale ad altezza $\geq 1,00$ m dal piano di calpestio dell'operaio;
- Altezza della tavola fermapiede ≥ 20 cm;
- Spazi liberi tra correnti ≤ 60 cm;
- Altezza dell'ultimo montante ≥ 120 cm;
- Distanza tra il ponte di servizio e il sottoponte di sicurezza ≤ 250 cm;
- Mantovane: almeno una ogni 12 m di altezza, proiezione tra 1,1 e 1,5 m a terra (la prima si monta al primo impalcato);
- Distanza tra le tavole di impalcato e l'opera servita ≤ 20 cm: imposta dalla normativa per prevenire infortuni, è un criterio impossibile da rispettare in ogni punto del ponteggio (a causa di riseghe e altre variazioni di forma dell'edificio, come gli sbalzi); in questi casi si rivela necessaria l'installazione di un parapetto interno, smontato e rimontato dal lavoratore in una singola lavorazione (che interessa un solo "modulo" di parapetto).

La realizzazione di ponteggi per un cantiere è inoltre soggetta ad una serie di obblighi documentali, diversificati in base al limite di altezza di 20 m della struttura temporanea:

- $H \leq 20$ m:
 - Autorizzazione ministeriale del ponteggio (relativa al ponteggio specifico, ne indica i limiti di esercizio);
 - Libretto d'uso e manutenzione;
 - Attestazione di conformità del venditore;
 - Disegno esecutivo (schema di montaggio).

• $H \geq 20$ m o ponteggio di elevata complessità (forma/sovraccarichi):

- Progetto specifico (con calcoli);
- Montaggio da tecnici abilitati specifici;
- Montaggio caratterizzato dalla redazione del PiMUS (Piano Montaggio Uso Smontaggio).

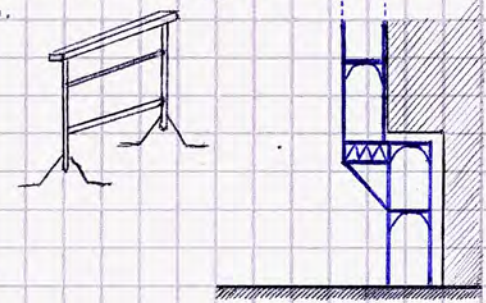
Partenza larga: il primo impalcato del ponteggio è più largo, solitamente viene utilizzato come deposito materiali.

La scelta di un ponteggio deriva da numerose combinazioni possibili; tra i ponteggi fissi i principali discrimini riguardano peso, geometria e tipologia di lavori; esistendo anche ponteggi mobili in tempi recenti si è iniziato ad impostare delle analisi multicriteriali in luogo delle classiche decisioni empiriche.

Le condizioni atmosferiche sono una condizione importante nell'approccio ai ponteggi (vento, pioggia...), particolarmente nel caso di ponteggi mobili come la navicella, appesa alla copertura e che quindi può oscillare anche considerevolmente.

Esistono altre tipologie di ponteggi fissi degni di nota nelle applicazioni edili:

- Ponteggi su cavalletti: fissi, usati solo per lavori al suolo o all'interno degli edifici, devono poggiare su un piano liscio e orizzontale e hanno un'altezza massima di 2000cm.
- Ponteggi a sbalzo: necessario ad esempio se il filo della facciata è a sbalzo rispetto ai primi livelli oppure nel caso di interventi localizzati, o ancora per lavori su cavalcavia, in cui la struttura è ancorata alla carreggiata e scende sui piloni (si utilizza di norma il PTG i cui giunti, che lavorano per attrito, pongono le aste verticali in trazione).



Ponteggi mobili

Presentano un più rapido montaggio e smontaggio a fronte di lavori più lenti e una minor capacità di ospitare lavoratori contemporaneamente; presentano inoltre un costo al molo significativamente maggiore rispetto ai ponteggi fissi.

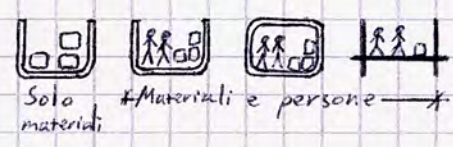
Ponteggi sospesi: privi di piloni e sostegni intermedi, presentano appoggi in corrispondenza delle loro estremità (che si collegano alla sommità dell'edificio); sono solitamente abbinati a una manovrana. Costituiti da una struttura in alluminio, con comandi elettrici e cavi di sostegno in acciaio, si distinguono tra leggeri e pesanti in base al numero di argani (2-4), al sovraccarico massimo (1000 kg/m, operatori inclusi, in quello leggero), alla larghezza; quella pesante può non essere provvista del parapetto sul lato dell'edificio se vincolata a una distanza di massimo 10cm dalla parete; si richiede comunque in questo caso una spanda di arresto al piede di almeno 5cm.

⚠ Il ponteggio è sorretto da un contrappeso, dunque bisogna garantire che il solaio di copertura possa sopportare il carico indotto dall'opera provvisoria.

Ponteggio autosollevante: raccoglie a sua volta due tipi di attrezzature, considerate dal punto di vista normativo (d.lgs. 81/08) come macchine, dunque sono oggetto di una direttiva a parte:

- ELEVATORI DA CANNIERE (per il trasporto di persone e materiali)

Consentono di salire e scendere di quota comodamente; presentano dei simboli che ne indicano la destinazione:



La distinzione principale tra i singoli elevatori dipende da dove è posizionato il comando: se si trova in cesta, il dispositivo è destinato al trasporto di persone.

Si distingue tra:

- Montacarichi: comando in cesta;
- Piattaforma di trasporto: a cesta aperta, presenta 4 sponde (h=1,00m) che si ribaltano per rendere più agevole lo scarico di materiali;
- Ascensore: a cabina chiusa, è più veloce.


• PLAC - Piattaforma di Lavoro Autosollevante su Colonne

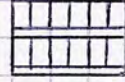
Distinta in prima battuta tra i tipi di colonna (chiusa - scatolare - o tralicciata), più leggera a parità di inerzia ma suscettibile di arrampicamento in

assenza di manovrana); trasporta prevalentemente persone e un po' di materiale, in base all'utilizzo e all'estensione della facciata su cui si opera si distingue in più tipologie:

- Monocolonna: in caso di poco spazio;
- Bicolonna: più utilizzato;
- Multicolonna: per facciate particolarmente lunghe;
- A colonna inclinata: per facciate inclinate.

Un'altra distinzione riguarda i piani di lavoro:

- Un piano di lavoro 
- Due piani di lavoro con movimento simultaneo;
- Due piani con movimento indipendente.



⚠ In esercizio è necessario bloccare il cancelletto di estremità per non consentire il passaggio tra PLAC adiacenti.

Gli ancoraggi all'edificio si effettuano in corrispondenza delle colonne; ogni dispositivo è dotato di dispositivo para cadute (come nei regolari ascensori).

Ponti su ruote: noti comunemente come trabattelli, sono solitamente utilizzati all'interno per interventi di manutenzione o per l'accesso alle postazioni di lavoro; consentono di lavorare ad altezze di massimo 12m all'interno e di 8m all'esterno (viene spesso usato a seguito dello smontaggio del ponteggio fisso per ultimare i lavori ai primi livelli dell'edificio, sotto la manovrana, così da "ridurre il tempo di occupazione di scuola pubblica").
È modulare come il ponteggio a telai, consente l'installazione di più piani di lavoro a quote intermedie. La base è dotata di ruote e stabilizzatori.

Piattaforme telescopiche

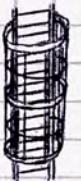
Note in gergo come ragno, hanno un funzionamento di tipo idraulico ed esistono di varie tipologie (tra cui quelle autocarrianti, montate su un autocarro, o quelle a pantografo, che consentono il solo movimento verticale); sono particolarmente costose (500€ al giorno per la macchina, cui si aggiungono gli oneri per almeno due operai), vengono quindi impiegate per interventi localizzati, come la spicatura di intonaci in altezza. I comandi possono essere a terra o in cesta.

Scale

Attrezzature da cantiere normate dal d.lgs. 81/08 e catalogate in:

• Scala portatile: spostabile a mano, distinte tra quelle a pioli (pedata < 8cm) e a gradini (pedata > 8cm); possono essere utilizzate solo per raggiungere i posti di lavoro o per lavori brevi e poco impegnativi.

• Scala fissa: solitamente installata per salire in copertura in assenza di torrone sul lastrico di copertura, è ancorata alla facciata (con pioli a distanza di almeno 15 cm dalla parete) e dotata di guardiacorpo (di diametro 60 cm).



Le scale portatili si distinguono tra scale in appoggio, scale doppie e scale trasformabili.

Andatoie e Passerelle

Il d.lgs 81/08 le definisce come segue:

• Andatoia: rampa inclinata che in una costruzione civile collega diversi palchi o tavolati in ponte di fabbrica;

• Passerella: piccolo ponte fisso o mobile di legno o acciaio, destinato al passaggio di pedoni o veicoli leggeri.

Entrambe presentano le seguenti caratteristiche:

- Larghezza $\geq 0,60$ m se destinata ai soli lavoratori;
 $\geq 1,20$ m se destinata anche al trasporto di materiali.
- Inclinazione $\leq 45\%$.

Si osserva dalle tipiche applicazioni che l'andatura è utilizzata come praticabile su strutture con pericoli di cedimento o di scivolamento dell'operaio (come in caso di coperture voltate in lamiera grecata), possono essere dotate di parapetto o di linea vita.

II P.MUS

Il Piano di Montaggio, Uso e Smontaggio, relativo ai ponteggi fissi, è un documento di cantiere fondamentale; essendo i ponteggi di proprietà dell'impresa, la redazione del piano è a carico dell'impresa (la forma del ponteggio segue sempre quella dell'edificio; ne segue che la redazione del P.MUS, insieme al calcolo dei ponteggi, è spesso oggetto di consulenze tecniche).

Dal d.lgs. 81/08 risulta che le operazioni di montaggio e smontaggio vanno condotte in presenza del preposto di cantiere, delegato al rispetto della sicurezza nelle sue fasi fondamentali.

Il P.MUS è firmato dal datore di lavoro (se ha esperienza in materia), da un tecnico abilitato o da un coordinatore per la sicurezza (o altre figure affini).

Il P.MUS è obbligatorio per:

- ponteggi metallici fissi;
- altre opere provvisorie con elementi di ponteggi metallici (es. puntellature);
- ponteggi realizzati con elementi in legno (non più utilizzati).

L'allegato 22 del T.U. Sicurezza indica i contenuti minimi del P.MUS:

- Identificazione e riferimenti del luogo e del datore di lavoro;
- Identificazione della squadra di lavoratori, compreso il preposto: gli addetti alle operazioni di [S]montaggio devono essere in possesso di apposita certificazione;
- Identificazione del ponteggio (l'autorizzazione ministeriale dev'essere custodita in cantiere)
- Disegno esecutivo del ponteggio: definisce il ponteggio nei suoi dettagli fondamentali (tra cui, ad esempio, l'appoggio); di norma lo si rappresenta in pianta e prospetto, con una rappresentazione schematica semplificata; contiene anche indicazioni sui massimi carichi sopportabili o su dove vanno effettuati gli ancoraggi, di non elementare definizione: se il ponteggio viene ancorato in punti non accessibili a valle dello smontaggio (ad esempio in prossimità di porte e finestre), le lavorazioni in corrispondenza di essi si effettuano contestualmente allo smontaggio del ponteggio, rendendo necessaria la realizzazione di intonaco e tinteggiatura contestualmente, non consentendo all'intonaco di asciugarsi interamente, il che porta ad una distinguibilità dei punti in cui erano posizionati gli ancoraggi a opera ultimata.

Nel cantiere bisogna prevedere uno spazio in cui sono conservati tutti i documenti.

Accettazione di materiali e componenti

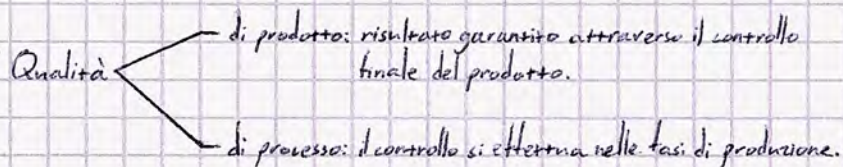
Le 4 mansioni fondamentali del Direttore dei lavori sono:

- Controllo dell'esecuzione per conformità a progetto e contratto; \rightarrow allegati (capitolato speciale e prestazionale)
- Controllo dell'esecuzione a regola d'arte; \rightarrow murature a piombo e a squadra con risari ben fatti... Il termine deriva dalla manualistica tecnica dell'Ottocento.
- Accettazione di materiali e componenti; \rightarrow le leggi definiscono i criteri di accettazione (responsabilità penale)
- Accertamento quantitativo delle opere eseguite. \rightarrow il DL è responsabile della contabilizzazione delle opere eseguite (in base ai documenti riconosciuti da normativi).

Per l'accettazione di materiali e componenti vigono due norme fondamentali:

- Regolamento europeo 305/2011 - RPC (regolamento dei prodotti da costruzione): relativo a tutti i materiali non strutturali ed alcuni strutturali;
- N.T.C.: regolano i controlli di accettazione dei materiali strutturali.

Il D.L. svolge controlli di qualità di prodotto in relazione ai controlli di accettazione del materiale, NON di posa in opera (controllo della qualità di processo), pure da effettuare. La qualità si distingue quindi in:



Il D.L., all'ingresso di un nuovo materiale in cantiere, controlla la marchiatura CE e il documento di trasporto, oltre al DoP in cui le prestazioni del materiale sono certificate da un tecnico, incaricato dal produttore (tra le varie voci rientra ad esempio il sistema di valutazione della costanza della qualità).

Il controllo qualità rappresenta la misura del rapporto tra risultati e richiesta, tra prestazioni (individuata dal progettista in base alle richieste del committente) e requisiti (del committente).

RPC

Recepito dalla omonima direttiva (DPE) europea, è attivo dal 2011 e sancisce 7 requisiti fondamentali per la commercializzazione di prodotti da costruzione con l'apposizione di marchiatura CE (dotata di specificazioni aggiuntive rispetto ad altri prodotti di commercio), di cui l'ultimo è aggiuntivo rispetto alla direttiva. Il CPR (RPC in inglese) governa la produzione e distribuzione dei materiali e prodotti dell'edilizia ponendo particolare attenzione a:

- Piccole e micro imprese;
- Difesa della salute dei lavoratori;
- Difesa dei consumatori;
- Difesa dell'ambiente.

La RPC è relativa a tutti i prodotti implementati in tutta la loro vita utile in un'opera edilizia; contiene indicazioni per tutti i materiali non strutturali e per alcuni strutturali (aggiuntive alle NTC).

I sette requisiti del regolamento sono:

- Resistenza meccanica e stabilità: la costruzione deve resistere meccanicamente alle azioni di progetto senza sviluppare deformazioni non compatibili o tali da danneggiare gli elementi non strutturali;
- Sicurezza in caso di incendio: l'incendio non deve provocare danni - anche strutturali - all'edificio, bisogna limitare la propagazione del fuoco e garantire la possibilità temporale dell'arrivo dei soccorsi;
- Igiene, salute e ambiente: Categoria molto vasta, pone l'attenzione sullo sviluppo di gas tossici nella vita utile del materiale, sulle reazioni che possono rendere il materiale nocivo, sulla salubrità dell'ambiente, sulla dispersione di sostanze pericolose;
- Sicurezza e accessibilità nell'uso: sicurezza tale da limitare il più possibile i rischi d'incidente, accessibilità a un edificio pubblico globale e garantita per tutti;
- Protezione contro il rumore: la quantificazione obiettiva del rumore, definita come L_{dB} rispetto al rumore di fondo registrato, deriva da una prima norma del 1995;
- Risparmio energetico e isolamento termico: vige un obbligo di legge sull'efficienza nei consumi di energia di ciascun edificio, con particolare riguardo all'isolamento passivo e all'autonomia energetica;

(7) • Uso sostenibile delle risorse naturali: A sua volta suddiviso in:

- Riutilizzo o riciclabilità delle opere di costruzione, dei materiali e delle loro parti dopo la demolizione (materiali C.A.M. (=) riutilizzati da demolizioni o riciclabili in seguito);
- Durabilità delle opere di costruzione (minor numero di interventi nel ciclo di vita);
- Uso nelle opere di costruzione di materie prime e secondarie (ovvero da riciclo) ecologicamente compatibili (non implica strettamente materiali naturali).

La marchiatura CE è apposta esclusivamente se il materiale rispetta tutti i requisiti del CPR; è inoltre necessario che il produttore rediga la DoP, declaration of performance, per certificarne le prestazioni.

In corrispondenza della marchiatura CE vanno inoltre inseriti i dati su chi e quando sono certificate le proprietà del materiale (⚠️ la distanza tra C ed E nel marchio è normata, da non confondere col marchio China export: CE ≠ (CE))

DoP: documento vero e proprio organizzato per punti:

Punto 9: prestazione dichiarata.

Inclunde:

- Caratteristiche essenziali → requisiti
- Prestazione
- Specifiche tecniche armonizzate

Punto 10: assunzione di responsabilità del certificatore (con firma)

Tra i contenuti della DoP figurano i sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione, che in un certo senso gradmano l'attendibilità delle prestazioni misurate e la relativa costanza, con una scala a cinque voci:

Sistema	Azione	Sistemi				
1+	Controllo della produzione in fabbrica	1+	1	2+	3	4
1	Prove su campioni prelevati in fabbrica					
2+	Determinazione del prodotto-tipo in base a prove di tipo, calcoli di tipo, valori desunti da tabelle e documentazione					
3	Ispezione iniziale dello stabilimento di produzione e del controllo della produzione in fabbrica					
4	Prove di controllo di campioni prelevati prima dell'immissione sul mercato					
	Sorveglianza, valutazione e verifica continue del controllo della produzione in fabbrica	1+	1	2+	3	4
		1+	1	2+	3	4

- Fabbricante del prodotto
- Organismo notificato di certificazione (si occupa di questo)
- Laboratorio di prove notificato

Il livello 3, organizzandosi con prove a carico di un laboratorio terzo, viene solitamente adottato in relazione a prove specifiche - come prove di reazione al fuoco - non richiedendo i passaggi successivi.

TAB - Technical assessment bodies

Gli organismi di valutazione tecnica effettuano la valutazione e rilasciano la valutazione tecnica europea in un'area di prodotto per la quale è stato designato (intissi/impianti antiscendio/pavimentazioni... tutto definito nell'Allegato IV del CPR). I requisiti dei TAB sono (le competenze):

- Analisi dei rischi;
- Determinazione dei criteri tecnici;
- Definizione dei metodi di valutazione;
- Determinazione del controllo specifico della produzione in fabbrica;
- Valutazione del prodotto;
- Gestione generale

Il P.MUS

Il Piano di Montaggio, Uso e Smontaggio è un documento operativo - ovvero presente in cantiere - per tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori (serve agli addetti al montaggio, uso, smontaggio del ponteggio). È firmato da:

- Datore di lavoro (se con maturate esperienze);
- Tecnico abilitato alla progettazione del ponteggio;
- Preposto di cantiere (con sufficiente esperienza);
- RSPP: Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione, si occupa della valutazione dei rischi e della sicurezza.

L'obbligo di redazione del P.MUS è del Datore di Lavoro, che ai sensi dell'Art. 136 del d.lgs. 81/08 incarica una persona competente (ovvero nell'elenco appena citato).

riccardo.polidoro.org

Si ha obbligo di redazione per:

- Tutti i ponteggi metallici fissi (indipendentemente dalle dimensioni);
- Altre opere provvisorie con elementi di ponteggi metallici fissi;
- Ponteggi in legno

Il PIMUS non si redige per le opere provvisorie diverse dai ponteggi.

Contenuti:

- Identificazione del luogo di lavoro;
- Identificazione del datore di lavoro che procede al montaggio;
- Identificazione della squadra di lavoratori (incluso preposto e addetti alle operazioni di montaggio);
- Identificazione del ponteggio

Autorizzazione ministeriale:

- Presente in cantiere;
- Facilmente riconducibile al ponteggio in cantiere

Contiene:

- Dati del ponteggio con descrizione, modello, marchio e numero identificativo dell'autorizzazione ministeriale;
- Descrizione del ponteggio:
 - Numero di impalcati e di stralate, passo, dati dimensionali;
 - Sistemi di protezione dalla caduta di materiali;
 - Classe di carico;
 - Altri dati di morfologia del ponteggio.
- Disegno esecutivo, che contiene:
 - Generalità e firma del progettista del ponteggio (se è previsto un progetto) o di una persona competente di cui all'Art. 136 del d.lgs. 81/08;
 - Il progetto del ponteggio è necessario se:
 - L'altezza del ponteggio supera i 20m;
 - Gli elementi utilizzati per il ponteggio non seguono le configurazioni previste dall'autorizzazione ministeriale;
 - Si utilizzano sistemi diversi (promiscui) in uno stesso ponteggio (es. PMTP + PTG)
 - Dettagli costruttivi (come il piede del montante, con basette di appoggio, necessariamente su superficie piana);
 - Sovraccarichi massimi per m² di impalcato;
- Indicazioni generali per le operazioni di montaggio, trasformazione e smontaggio del ponteggio, con:
 - Modalità di tracciamento del ponteggio;
 - Descrizione di DPI e attrezzature da utilizzare;
 - Misure di sicurezza da adottare in presenza eventuale di linee elettriche aeree;
 - Tipo e modalità di realizzazione dei ponteggi
 - Misure di sicurezza da adottare in caso di cambiamenti nelle condizioni meteorologiche;
 - Misure di sicurezza contro la caduta di materiali e oggetti;
- Illustrazione "passo-passo" delle modalità di montaggio, trasformazione e smontaggio (anche con diagrammi);
- Indicazione delle verifiche da fare prima della messa in esercizio (sia a livello documentale che fisicamente sull'opera provvisoria).

All'ultimo impalcato, l'altezza del parapetto deve essere di almeno 1m20.

Controlli di accettazione dei materiali strutturali: il Calcestruzzo

Il calcestruzzo è un materiale che richiede necessariamente controlli in cantiere, con prelievi da condurre secondo le dinamiche delle NTC. In aggiunta alle norme tecniche, per il direttore dei lavori valgono i seguenti riferimenti normativi:

Art. 1662 del Codice Civile: Il committente ha il diritto di controllare lo svolgimento dei lavori e di verificarne lo stato. Con leggi successive è subentrato l'obbligo di nomina del direttore dei lavori salvo che per interventi di manutenzione ordinaria;

d.lgs. 36/2023 Nuovo Codice dei Contratti Pubblici: presenta l'allegato II. 14 con tutte le disposizioni vigenti sulla direzione dei lavori.

Art. 114 Direzione dei lavori ed esecuzione dei contratti:

L'esecuzione dei contratti a oggetto di lavori, servizi e forniture è diretta dal RUP, che controlla i livelli qualitativi prestazionali; nella fase di esecuzione il RUP si avvale del direttore dell'esecuzione del contratto (servizi/forniture) o del direttore dei lavori, del collaudatore

e del coordinatore della sicurezza; il RUP inoltre accerta il corretto ed effettivo svolgimento delle funzioni ad ognuno affidate.

Negli appalti "importanti" il direttore dei lavori è affiancato da collaboratori in un ufficio di direzione dei lavori, composto da:

- Direttore operativo: per mansioni specialistiche (es. Direttore Operativo Impianti);
- Ispettore di cantiere: più presente in cantiere, effettua misure e tiene conto della contabilità.

Il controllo tecnico contabile e amministrativo avviene anche attraverso metodi e strumenti di gestione informativa digitale, per eseguire i lavori a regola d'arte e in conformità al progetto e al contratto (⚠ informatizzazione ≠ digitalizzazione).

d.p.r. 380/2001 T.U. Edilizia; Artt. 64, 65: Il direttore dei lavori e il costruttore hanno la responsabilità della rispondenza opera-progetto; a strutture ultimate (il DL attesta la fine delle strutture e si iniziano le operazioni di collando), entro 60 giorni, il direttore dei lavori deposita una relazione con:

- Certificati delle prove;
- Esito delle prove di carico;
- Indicazioni sulla tesatura dei cavi e sistemi di messa in coazione (sc e.a.p.).

⚠ L'iter entro cui si inserisce il DL coi controlli di accettazione è il seguente:

- **Identificazione:** il produttore descrive e identifica le caratteristiche del prodotto (es. CLS);
- **Qualificazione:** si caratterizza il prodotto finale tramite prove sperimentali (da soggetti terzi per la certificazione, ad esempio per le barre di acciaio);
- **Accettazione:** responsabilità del DL, con prove in cantiere.

Genio Civile: per "opere minori" il DL può coincidere col collaudatore, essendo necessaria una semplice dichiarazione di esecuzione a regola d'arte.

NTC 2018 - Capitolo 11: materiali e prodotti a uso strutturale

- Par. 2: CLS;
- Par. 3: Acciaio;
- Par. 7: Legno;
- Par. 10: Muratura.

Paragrafo 2 → CLS, materiale strutturale più utilizzato in Italia, sin dal primo dopoguerra; nel secondo dopoguerra vede un vero e proprio BOOM nel secondo dopoguerra in virtù della poca regolamentazione sul materiale (da ciò deriva il fatto che la vita nominale delle strutture ordinarie è fissata a 50 anni), il che porta oggi alle prime demolizioni dei balconi per il degrado.

Inizialmente il CLS era classificato in base al dosaggio di cemento per m^3 di impasto [$\frac{kg}{m^3}$]; oggi si definiscono diversi fattori:

- **Classe di resistenza:** definita dal progettista, controllata dal Direttore dei Lavori e dal collaudatore, il DL in particolare controlla il materiale con prove su cubi di CLS di lato 150 mm (prova su CLS indurito);
- **Diametro massimo degli aggregati:** per prassi fissato a 32 mm (parametro inasistente nel passato);
- **Classe di consistenza S:** definita in base alla prova col Cono di Abrams, definisce la lavorabilità del CLS e dipende (la selezione) dall'elemento da realizzare e dal tipo di manufatto (in passato, il trasporto dalla centrale di betonaggio prevedeva l'aggiunta progressiva d'acqua, che implica minor resistenza e maggior ritiro);
- **Classe di esposizione ambientale:** dipendente dall'esposizione del CLS in ambiente (non considerata in passato)

Numero di classi adottate in una singola opera da limitare per evitare complicazioni logistiche e pratiche.

- Classi di esposizione:
- X0 non esposto
 - XC rischio di carbonatazione (1-4)
 - XD rischio di cloruri (non mare) (1-4)
 - XS rischio di cloruri (mare) (1-3)
 - XF rischio gelo-disgelo (1-4)
 - XA rischio attacco chimico (1-3)

Rapporto acqua-cemento:
 media 0,5
 range 0,45 - 0,60
 dipende da classe di esposizione e classe di resistenza

Esistono tabelle che legano classe di esposizione, massimo rapporto acqua-cemento, minima classe di resistenza utilizzabile e minimo contenuto in kg/m^3 di cemento (presenti in NTC, derivano dalla UNI EN 206, recepita dalla UNI 11054).

I controlli di qualità del CLS sono articolati in più fasi:

1. Valutazione preliminare di resistenza;
2. Controllo della produzione;
3. Controllo di accettazione (su miscela omogenea, ovvero su ogni specifico tipo di miscela omogenea);
4. Controllo di resistenza in opera;
5. Prove complementari.

1. Valutazione preliminare: il produttore, nel suo rapporto con l'impresa (costruttore), produce un'attestazione di qualità e prestazioni del CLS, con informazioni anche sullo stabilimento di produzione (deve essere certificato); il sistema di controllo della qualità del prodotto - detto FPC (factory production control) - non va confuso come controllo di processo.

Per produzioni di CLS $< 15000 \text{ m}^3$ effettuate in cantiere con processi temporanei e non industrializzati ("piccolo cantiere"), la responsabilità della valutazione preliminare di resistenza è del costruttore; tenendo conto che il condizionamento non è automatico ma con misurazioni empiriche, è evidente la necessità di un documento che attesti la prestazione del CLS: il Direttore dei Lavori deve avere evidenza documentale dei criteri e delle prove utilizzate per determinare la resistenza caratteristica (analoga se la centrale di betonaggio è in cantiere).

Durabilità del CLS: attitudine a garantire un determinato livello prestazionale per un periodo determinato a determinate condizioni di esposizione; è un requisito obbligatorio per il progettista. Inclusa solo con le NTC08, con prescrizioni.

2. Prelievo dei provini: un prelievo equivale alla formazione di due cubi, è un controllo di produzione, da fare in presenza del DL con la pesa in cubettiere, la cui custodia è a cura del DL (che deve etichettare e siglare il provino oltre a redigere il verbale di prelievo, indicando la data e la provenienza del getto sulla struttura, così da definire in caso di prove non soddisfacenti la regione di manufatto interessata, su cui intervenire con un adeguamento o in cui bisogna declassare il CLS).

Il controllo va effettuato con prove di Laboratorio (in laboratori accreditati dal Ministero); dopo essere stato scasserato il cubetto deve essere posto in un ambiente a umidità costante per impedire fenomeni fessurativi; per garantire detta condizione essi vengono totalmente immersi in acqua. Le prove a compressione vengono effettuate tra il 28° e il 30° giorno.

3. Controllo di accettazione del CLS: vanno eseguiti dei controlli per ciascuna miscela omogenea (ovvero per ciascuna miscela avente le stesse caratteristiche, come la classe di esposizione o la classe di resistenza); il controllo, che si declina in due tipi differenti in base all'entità del CLS utilizzato, ha esito positivo se la resistenza effettiva è compatibile con le esigenze di progetto, ovvero se:

$$\bullet R_{c, \text{minimo}} \geq R_{ck} - 3,5$$

$$\bullet R_{c, \text{medio}, 28} \begin{cases} \text{A} \\ \text{B} \end{cases} \geq R_{ck} + 3,5$$

caratterizzato da più provini

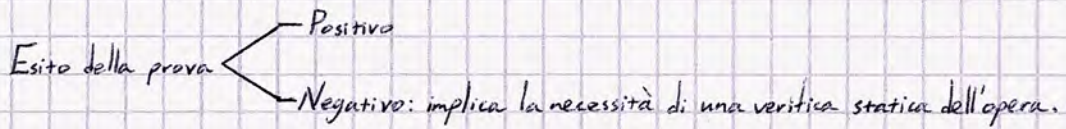
I controlli di tipo A sono eseguite per miscele il cui getto non supera i 15000 m^3 ; in questi casi vanno eseguiti 3 prelievi ogni 3000 m^3 e comunque almeno 1 prelievo al giorno, con al più un prelievo ogni 1000 m^3 di getto.

Valgono le seguenti prescrizioni per le costruzioni realizzate con getti entro il limite di 15000 m^3 :

- $< 100 \text{ m}^3$: Si effettuano 3 prelievi, con deroga al limite minimo di prelievi giornalieri.
- $100 - 300 \text{ m}^3$: 3 prelievi ogni 100 m^3 con obbligo di prelievo giornaliero.
- $300 - 1500 \text{ m}^3$: 3 prelievi ogni 300 m^3 di miscela con approssimazione per eccesso (ad esempio per 1100 m^3 bisogna eseguire 4 prove), con obbligo di prelievo giornaliero.

Tipo B: per opere con più di 1500 m^3 di getto; si effettua 1 prelievo ogni 100 m^3 e per ogni giorno di getto, con un numero di prelievi almeno pari al numero di giorni di getto.

I laboratori di prove, accreditati dal Ministero, rilasciano il certificato di prova, avente valore ufficiale solo se il Direttore dei Lavori redige, dopo il verbale di prelievo, un verbale di richiesta prove e certificazione: in caso contrario, la prova è indicativa, non ufficiale.



In caso di esiti negativi, il costruttore deve rimediare al problema, adottando una di 3 possibili soluzioni (dipendenti dall'entità della differenza di comportamento rispetto alle previsioni progettuali):

- Lavori di consolidamento;
- Degradificazione dell'opera (cambio di destinazione d'uso);
- Demolizione dell'opera.

Poiché nel corso della maturazione dei provini (28 gg) i lavori procedono, può essere necessario effettuare dei saggi in corso d'opera, attuando prove sul CLS indurito, divise in:

- Semidistruttive: principalmente legate all'esecuzione di carotaggi, atti a prelevare provini cilindrici di diametro almeno pari a 3 volte il diametro massimo degli aggregati (che ricordiamo essere 32 mm), ovvero di almeno 10 cm .
- Non distruttive: sono frequenti le prove selenometriche (misurano il rimbalzo di un pistone che impatta sulla superficie così da definirne la durezza superficiale, ricavando di conseguenza la resistenza a compressione; la prova non è affidabile alla luce delle disomogeneità nel materiale) e ultrasoniche, che richiedono in ogni caso la rimozione delle finiture per esporre il CLS; in virtù della scarsa attendibilità delle singole prove si preferiscono in questi casi le prove SONREB, che combina entrambe.

A queste possono aggiungersi delle prove complementari - non obbligatorie - eventualmente disposte dal DL o dal collaudatore; frequenti ad esempio sono le prove di carico su solai e sbalzi.

A livello statistico, le cause di corrosione delle armature in strutture in CLS-A (principale problematica del materiale: la carbonatazione non altera significativamente le proprietà del CLS) sono imputabili a:

- Cattivo comportamento del materiale - $4,5\%$
 - Assenza di manutenzione - $7,5\%$
 - Errori progettuali - 37%
 - Errori esecutivi - 51%
- il ruolo del progettista e del DL è estremamente rilevante.

Controlli di accettazione dei materiali strutturali: altri materiali

Acciaio

Si classifica in base alle sue tre destinazioni

- per CLS-A ordinario
- per c.a.p.
- da carpenteria pesante

Essendo un materiale significativamente industrializzato, esistono diverse fasi di controllo sin dallo stabilimento da cui il materiale esce con marcatura CE e dichiarazione di prestazione.

Vengono inoltre disposti dei controlli nei centri di trasformazione (in cui il materiale viene trasformato per realizzare, ad esempio, pilastri flangiati o gabbie d'armatura preformate) oltre che in cantiere.

Acciai per armature: sono sostanzialmente il B450C e il B450A, di cui il secondo non è praticamente mai usato in virtù della maggior duttilità del primo (le altre caratteristiche sono equivalenti).

La barra di armatura è la classica fornitura (esistono anche i rotoli), con elementi di lunghezza 12m, spesso piegate in due ~~o~~ per un più agevole trasporto.

Per l'acciaio, il prelievo viene condotto in base ai lotti di produzione: bisogna prelevare 3 barre da 120cm per ogni classe diametrale impiegata e prima del getto; il DL redige il verbale di prelievo e cerca di etichettare la barra, chiedendo al laboratorio l'esecuzione delle prove.

Le barre sono sottoposte a prove di trazione, controllando che le caratteristiche dell'acciaio sono compatibili con le ipotesi progettuali; se i criteri non sono soddisfatti, si effettuano 10 provini aggiuntivi (dato che sono più verosimili difetti occasionali e errori nella prova, attesa la produzione seriale del materiale).

Se l'acciaio arriva in cantiere già segomato e trasformato, come nel caso di gabbie preformate, il DL si informa sulle trasformazioni eseguite.

Nel caso di reti e tralicci (per travetti) elettrosaldati (i ferri sono ancora legati a mano solo per reti di classe diametrale superiore al $\Phi 14$, sotto cui esistono reti e tralicci elettrosaldati), si verifica la resistenza a trazione, lo snervamento e il distacco tra gli elementi saldati.

Carpenteria pesante: esistono più tipi di profili:

- laminati mercantili: angolari, L, T, bandelle;
- laminati ad U: bandelle poi piegate;
- travi ad ali parallele (HE, IPE, UPN);
- scatolari e tubi.
- Prodotti derivati: derivanti da centri di trasformazione (pilastri flangiati, di collegamento con strutture in CLS)
 - profilati a freddo;
 - lamiere;
 - tubi saldati

I prelievi in questo caso dipendono dal peso: si conducono 3 provini ogni 90 tonnellate, con almeno 3 campionamenti (per la carpenteria pesante; per gli altri elementi la dinamica è analoga ma con pesi di riferimento diversi).

Bulloni, chiodi e connettori a pioli: sono anch'essi soggetti a controlli, considerando 3 campioni ogni 100 pezzi.

I controlli, da effettuare prima della posa, possono essere condotti anche a seguito della posa prelevando pezzi di ala per valutare le caratteristiche di resistenza.

Le certificazioni sono parzialmente a cura del costruttore e in parte a cura del DL, che può chiedere ulteriori prove, ad esempio per gli elementi preassemblati dai centri di trasformazione.

Legno

Anch'esso classificato in più tipologie:

- Legno massiccio;
- Legno strutturale giuntato;
- Legno lamellare / massiccio incollato;
- Pannelli a base di legno (da riciclo).

Marchi CE e con dichiarazione di prestazione

I controlli di accettazione sono piuttosto complessi: il materiale presenta per sua natura molti difetti, richiedendo un primo controllo visivo, ammettendo una tolleranza del 5% sul totale del materiale.

Anche in questo caso è prevista la possibilità di trasformare il materiale in centri di trasformazione, richiedendo controlli di marcatura CE, D.o.P., certificazioni di prestazione della fabbrica.

Muratura portante

Materiale eterogeneo e anisotropo; l'accettazione è legata ai conci in pietra e alla malta.

Gli elementi murari devono essere conformi alla normativa UNI EN 771 e devono presentare marcatura CE, rispettando inoltre i sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione (p. 45).

La malta non viene realizzata in stabilimento; tipicamente si utilizzano malte premiscelate, quasi industriali nella produzione e nei controlli.

Per entrambi gli elementi il DL controlla la marcatura CE e valuta le caratteristiche (f_k , f_{vk} , E , G) rispetto a quelle di progetto; per la malta di opere strutturali si ammette una resistenza minima di $2,5 \text{ N/mm}^2$.

Anche in questo caso le verificazioni sono fornite dal costruttore e in parte dal DL, che oltre alla prova di resistenza a compressione può disporre eventuali prove complementari.

Metodologie di valutazione dei rischi

I documenti che riguardano la salute e sicurezza dei lavoratori sono:

- Committente → PSC
- Datore di lavoro → DVR - Documento di valutazione dei rischi (riguarda le attività dell'impresa in generale)
POS - Documento specifico del cantiere, redatto anche sulla base del PSC.

Oltre alla matrice $R = P \times D$ esistono altri metodi di valutazione dei rischi, meno utilizzati nel settore edile; in particolare, il metodo FMEA si basa sul calcolo dell'affidabilità di un componente.

Art. 17 T.U.S: Obblighi non delegabili del datore di lavoro

- Valutazione dei rischi;
- Nomina del RSPP.

Entrambe legate ai rischi!

La valutazione del rischio è un'analisi, una ricerca atta a rilevare i possibili fattori di pericolo legati alla probabilità che questi possano provocare un danno, stimando in base a queste due variabili la magnitudo in modo tale da porre in atto tutte le misure di prevenzione e protezione necessarie, tenendo conto delle priorità.

Tra le misure di prevenzione, non è da sottovalutare la formazione/informazione.

Ricordiamo che:

- Rischio: combina probabilità con effetto dell'intormentia;
- Pericolo: è intrinseco nella specifica attività.

L'analisi dei rischi è quindi votata a comprendere le attività per mitigare il pericolo e quale approccio impiegare nella mitigazione.

I possibili metodi di valutazione sono i seguenti; in genere si preferisce la matrice perché più automatizzante e facile da utilizzare in un progetto; ciò può però indurre all'errore!

1. Analisi storica: si occupa di capire cosa è successo nel passato nella specifica attività; è quindi basata su dati statistici (con fonte principale l'INAIL, che per oltre a studi e letteratura scientifica in materia) e consente di cogliere i pericoli maggiormente correlati all'attività, fornendo una visione globale del problema.

2. Check list: si elencano gli aspetti positivi, negativi e le peculiarità rispetto all'intormentia nella specifica attività; consente più possibili livelli di dettaglio, ma è molto qualitativa e spesso non porta a liste complete.

Priorità: si punta prima alla prevenzione, ovvero la mitigazione delle probabilità (pericolo), poi la protezione.

I binomi introdotti dalla nuova normativa sulla sicurezza sono:

Rischio - Pericolo
Prevenzione - Protezione
Salute - Sicurezza
Formazione - Informazione

È importante distinguere tra:

Tutela della salute
(contro malattie professionali)
Tutela della sicurezza
(contro gli intormentia)

3. HAZOP: Hazard and operability analysis, basata sul brainstorming, ovvero sul confronto tra i diversi soggetti coinvolti nel processo edilizio.

4. FMEA: Failure ~~and~~ ^{and} mode effects analysis; analizza i modi e gli effetti del guasto di un componente (ad esempio un pilastro) osservandone l'intero ciclo vitale (ad esempio sin dal confezionamento del CLS in stabilimento), è un metodo analogo a quello matriciale e prevede il prodotto di 3 fattori:

- Severity - gravità;
- Occurrence - probabilità di accadimento;
- Detection - possibilità di prevedere l'evento o effettuare diagnosi sull'elemento

1 ÷ 5

$$S \times O \times D = RPN, \text{ Risk Priority Number. } \in [1; 125]$$

5. What if: ulteriore approccio di brainstorming, prevede la realizzazione di un elenco di domande e risposte tra l'evento ipotizzato e le possibili conseguenze (fortemente qualitativo).

6. Job Safety Analysis: sintesi e combinazione di più metodi, coinvolge significativamente gli operatori con questionari (anonimi), immaginando di sopperire i lavori nelle loro singole partizioni.

Le fasi della valutazione dei rischi devono essere incluse nel DVR, che contiene:

- Studio e analisi delle attività di azienda, lavoratori, mansioni;
- Individuazione dei pericoli presenti (intrinseci nelle specifiche attività);
- Valutazione dei rischi dando luogo possibilmente ad una quantificazione;
- Individuazione delle misure di prevenzione e protezione da inserire in un programma di miglioramento.

Per le aziende con meno di 10 dipendenti è possibile redigere un DVR standardizzato, con procedure semplificate rispetto al DVR ordinario; ciò è possibile in alcuni casi specifici anche per imprese con meno di 50 dipendenti.

Prevenzione: può essere di due tipi:

Infortunio: effetto dovuto a un incidente

Malattia professionale: malattia causata dall'attività lavorativa, può essere aspecifica.

• Primaria: Complesso di azioni su:

- Sorgente
 - Eliminazione della sostanza nociva
 - Modifica del processo produttivo
 - Modifica dell'impianto
 - Modifica dell'organizzazione del lavoro (es. manutenzioni)

- Propagazione
 - Aspirazione localizzata
 - Ventilazione
 - Organizzazione del lavoro (layout)

- Persona
 - DPI
 - Diversa organizzazione del lavoro (+ turni \Rightarrow -esposizione / informazione \Rightarrow + consapevolezza)

contro i rischi sul lavoro.

• Secondaria: Ricerca di alterazioni precoci per evitare che la malattia si manifesti e si propaghi (tipico per attività in cui non sono presenti DPI efficaci, come l'utilizzo del martello pneumatico), si concretizza in:

- Sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti a rischi professionali;
- Accertamento del rilascio dell'idoneità ai lavoratori;
- Accertamenti periodici per la verifica e il controllo della salute.

Principi generali di prevenzione

- "Eliminazione" del rischio;
- Riduzione del rischio alla fonte;
- Prevenzione integrata (misure tecniche, produttive, organizzative);
- Rispetto dei principi di ergonomia;
- Limitare al minimo il tempo e la quantità di soggetti esposti al rischio;
- Uso limitato di agenti chimici;
- Visite periodiche sanitarie.

Struttura di un DVR

- Premessa;
- Identificazione dell'azienda;
- Descrizione dei luoghi di lavoro e dei processi produttivi;
- Criteri di valutazione dei rischi;
- Analisi e valutazione dei rischi;
- Verifica dei luoghi di lavoro e dei processi produttivi;
- ...

Rischi connessi alle bonifiche da Amianto

MCA → materiali contenenti amianto

Gli edifici costruiti negli anni '60 sono spesso realizzati in amianto, materiale il cui nome deriva dal greco ἀμιαντος, che significa incorcchiabile: scoperto in epoca molto antica, viene utilizzato dai greci e dai romani per i tetti delle edicole votive in virtù dell'elevata resistenza al fuoco.

L'amianto è un prodotto naturale derivato a minerali silicatici, di cui solo alcuni sono nocivi (La rigore sarebbe necessaria una distinzione tra i materiali nello smaltimento): il problema principale è il Crisotilo/Asbesto bianco/Amianto di serpentino; il materiale rilascia fibre microscopiche di cui alcune di una specifica dimensione sono dannose, provocando malattie all'apparato digerente e respiratorio.

Essendo il BOOM edilizio parallelo allo sviluppo del materiale, l'amianto viene molto utilizzato e prodotto; allo stesso tempo però l'Italia è tra le prime nazioni a comprendere la necessità di bandire il materiale, attuando una disposizione in materia nel 1992, 11 anni prima dell'omologa determinazione dell'Unione Europea, tramutata in obbligo nel 2006.

In Italia, la presenza percentuale di amianto è classificata con i seguenti impieghi:

(non è italiano ma ok)

- 69% cemento-amianto
- 10% coibentazioni

risultano da smaltire ancora 16 Mm² di coperture e 1,5 mt di cemento amianto!

I metodi di censimento dell'amianto sono molto vari, comprendendo rilievi aerei con mappatura delle coperture (4% della superficie costruita a inizi anni 2000) o la concentrazione dei mesoteliomi in Italia (correlati all'amianto e molto concentrati nei poli industriali della penisola).

Se rinvenuto, esistono 3 possibilità di intervento:

- Smaltimento: l'intervento è formalmente a basso costo, si è però determinata una speculazione sullo smaltimento che ha portato a una lievitazione dei prezzi (174-220 €/t, a fronte di 20740 €/t in Germania) che ha reso talvolta più conveniente il trasporto a smaltimento in Germania.
- Confinamento
- Incapsulamento: prevede di coprire l'elemento con una vernice protettiva che lo incapsula, è l'intervento meno costoso ma non è particolarmente efficace su superfici orizzontali o suborizzontali esposte agli agenti atmosferici.

Tra i vari strumenti normativi nazionali contro l'amianto, spiccano per rilevanza:

- L. 257/92: prima legge, vieta l'impiego del materiale
- d.lgs 27/97, modificato dal d.lgs. 389/97 e trasformato nella L. 426/98, elenca 6 metodologie di intervento in fabbricati contenenti amianto.

Tecniche di bonifica

- **Rimozione:** determina un rischio elevato per l'ambiente e per i lavoratori, è obbligatoria evitare l'uso di demolitori e le rotture, richiedendo elevate attenzioni anche verso le attività di soggetti esterni al cantiere.
- **Incapsulamento:** si utilizzano almeno due strati di vernice, ciascuno di colore diverso per consentire un miglior monitoraggio visivo.
- **Confinamento:** chiusura in barriere a tenuta.

Per anni negli interventi si preferiva la scelta di minor costo, la legge ha poi obbligato l'attuazione di campagne di monitoraggio per gli interventi diversi dalla rimozione.

In Italia il materiale viene distinto tra friabile e compatto (la Environmental Protection Agency USA invece distingue in altamente/media mente/poco friabile) per definirne l'integrità.

Per intervenire su elementi costruttivi in amianto, si redige un piano di lavoro impiegando esclusivamente ditte specializzate, da consegnarsi all'ASL almeno 30 giorni prima, indicando tempi e orari di lavoro. Il piano contiene:

- Misure per la limitazione del danno alle persone;
- Assunzione di responsabilità del Direttore dei Lavori (se l'inquinamento ambientale è significativo)

L'area di intervento viene rilasciata solo nel momento in cui il livello di inquinamento è sotto i limiti di norma.

In queste attività sono necessari POS e DVR specifici; la formazione è obbligatoria per l'abilitazione a questo tipo di intervento.

Il cantiere di rimozione amianto è particolare: non è possibile staccare il materiale, che deve essere smaltito subito e inserito in imballaggi specifici contraddistinti dalla lettera **A**; sono inoltre necessari DPI particolari, con tute totali strettamente legate e sigillate a stivali in gomma e guanti oltre a apparecchi di respirazione ad alta filtrazione; il tutto (lavoratori inclusi) viene immediatamente isolato e lavato a fine attività.

A fine lavori, il rilascio del certificato di rilascio dell'area autorizza il ripristino delle regolari attività nell'area.

Rischi Fisici

Da normativa, detti rischi sono associati a:

- Rumore, ultrasuoni, infrasuoni;
- Vibrazioni meccaniche;
- Campi elettromagnetici, radiazioni ottiche;
- Microclima;
- Atmosfere iperbariche.

= di interesse in edilizia

Tra Operai Qualificati e Operai specializzati non esiste una suddivisione rigorosa; la confusione in merito nasce all'origine, dagli strumenti normativi; oggi gli OS sono riconosciuti tali in quanto partecipano a corsi di formazione professionale e sono dotati di certificazioni; per operazioni più semplici può essere sufficiente un OQ. Gli Operai Comuni corrispondono ai "manovali": sono privi di specifiche qualitative e ottengono un contributo prevalentemente di tipo fisico.

Per microclima si intende l'insieme di fattori come temperatura, umidità, ventilazione, pulizia.

Temperatura: dipende essenzialmente dalla temperatura esterna e dall'attività che si svolge nell'ambiente

Illuminazione: bisogna porre particolare attenzione al sole; dovrebbe essere sempre garantita l'illuminazione naturale. Gli impianti di illuminazione artificiale devono essere adeguati, fornendo una quantità di lux commisurata alle attività; salvo usi particolari (come le sale operatorie) è necessaria la luce naturale.

Visibilità e illuminazione sussidiaria: necessaria per alcune attività (luci di emergenza); in ambienti con molti lavoratori bisogna stabilire un percorso di evacuazione con uscita all'aperto se manca la corrente (come il percorso antincendio → porte EI).

Costi stimati a tariffa:

rimozione di ondulato ~ 40 €/m² salvo speleazione

incapsulamento 50 €/m²

confinamento 40-50 €/m²

La rimozione è tecnicamente più vantaggiosa, non richiedendo monitoraggio e sostituzione.

Contenuti percentuali di amianto:

Cemento amianto → 15-20%

Lastre da costruzione in materiale leggero → 20-60%

Amianto floccato → 60-100%

In condizioni di particolare necessità, i cantieri edili possono operare anche di notte; in tal caso bisogna garantire un'illuminazione di almeno 30 lux, realizzabile attraverso:

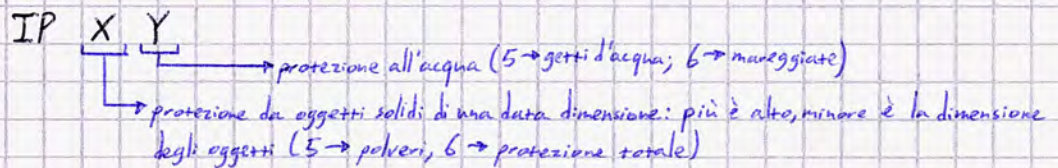
- Impianto fisso (con grado di protezione delle prese esposte rispondente ai requisiti "IP");
- Impianto trasportabile: mobile senza grandi sforzi;
- Impianto mobile/portatile: facilmente trasportabile.

I cantieri stradali ad esempio sono frequentemente attivi di notte e molto segnalati, soprattutto a causa di un elevato rischio di investimento.

Le lampade mobili ad esempio devono poter essere fissate al suolo ed essere allo stesso tempo comodamente trasportabili.

Luci notturne sui ponteggi: necessarie se la struttura impatta sulla strada (es. sul limite del marciapiede), consiste in luminari con alimentazione elettrica che, a differenza dei catarintraingenti (utilizzati in situazioni non pericolose e posizionati sulle basette o sulle cuffie, che serrano i tubolari del ponteggio), emettono luce a prescindere dall'angolo di incidenza dell'osservatore.

Classificazione IP



Vibrazioni

Essendo onde, sono caratterizzate da due grandezze:

- Frequenza: numero di oscillazioni al secondo, diminuisce all'aumentare della massa e aumenta con la rigidità dell'elemento.
- Ampiezza.

Rumore: onde che si propagano in aria

Vibrazioni: onde (oscillazioni meccaniche intorno a un punto di equilibrio) che si propagano nei solidi.

In edilizia si distingue tra due tipi di vibrazioni:

- HAV: hand-arm vibration;
- WBV: whole body vibration.

Esistono tre tipi di vibrazioni dal punto di vista della frequenza:

- Bassa frequenza (~ 2 Hz)
- Media frequenza (2-20 Hz, tipicamente trasmessa dal sedile di escavatori e gru);
- Alta frequenza (> 20 Hz, tipicamente legata alla HAV, causa problemi articolari e neurovascolari).

Gli effetti delle vibrazioni sull'uomo dipendono dai seguenti fattori:

- Regione d'ingresso e direzione;
- Frequenza;
- Accelerazione;
- Intensità;
- Risonanza;
- Durata dell'esposizione.

L'articolo 201 del d.lgs. 81/08 classifica le vibrazioni in base alla loro natura (HAV - WBV) e a due valori di riferimento:

- Livello di azione giornaliero: esposizione media ammissibile;
- Livello limite giornaliero di esposizione: valore limite, ammesso esclusivamente per periodi brevi nell'arco della giornata.

HAV: in edilizia, le principali attività comportanti rischio sono relative all'utilizzo di utensili a percussione (come il martello pneumatico), di tipo rotativo (come le seghe circolari) o per utensili con funzionamento di altro tipo (meno presenti in ambito edilizio; un esempio è la spara-chiodi).

Per una valutazione preliminare del rischio si può ricorrere alle banche dati, che riportano il valore dichiarato dal produttore (utilizzabile solo se si prevede che l'utilizzo sia esattamente uguale a quello considerato per le mi

svorzioni) o il valore misurato su campo.

awrms: esposizione ammissibile per tempi brevissimi, limite massimo di vibrazione

Per le HAV non esistono DPI particolarmente efficaci (l'unico dispositivo è dato dai guanti antivibranti, che riducono le vibrazioni di un quantitativo inferiore al 10% tranne su apparecchiature come le levigatrici), ne segue che la miglior strategia di mitigazione del rischio è legata alla riduzione dell'esposizione o una particolare attenzione nella scelta e nella manutenzione delle attrezzature.

Il datore di lavoro deve infatti elaborare un piano di lavoro con i seguenti criteri:

- Manutenzione dell'attrezzatura;
- Limitazione di intensità e durata dell'esposizione;
- Orari di lavoro adeguati, con appropriati periodi di riposo;
- Formazione (fuori dal cantiere) e informazione, (in cantiere o subito prima) per un uso corretto delle attrezzature.

→ strategia di prevenzione

WBV: produce tipicamente danni alla colonna vertebrale; il rischio è associato all'uso di ruspe, pale meccaniche, scavatori, autogrù, gru...

La valutazione dei rischi per WBV non prevede misurazioni quantitative: la valutazione è effettuata in ottica preventiva in funzione del tipo di attrezzatura da utilizzare (numericamente si considera un valore medio di accelerazione di $1,0 \text{ m/s}^2$ con picco di $1,5 \text{ m/s}^2$).

In questi casi inoltre la manutenzione è limitata a piccole parti del mezzo (ammortizzatori dei sedili; possono anche essere previsti guanti antivibranti per limitare la trasmissione dagli organi di manovra del mezzo). Anche in questo caso quindi il principale intervento di protezione è la scelta della macchina o l'assenza di discontinuità sull'area di lavoro, oltre alla adozione di un comportamento più adeguato dei lavoratori (velocità sostenuta, regolazione del sedile, riduzione al minimo dello uso della retror marcia).

Gestione e conduzione del cantiere

Come è noto, il Direttore dei Lavori (DL) è in una posizione baricentrica nei rapporti tra le figure del processo edilizio; le sue responsabilità sono oggi confluite nell'Allegato XIV del Nuovo Codice dei Contratti Pubblici (d.lgs. 36/2023), che a sua volta accoglie le precedenti disposizioni del DM del 2018 in materia.

Art. 114: In fase di esecuzione il RUP è aiutato da DL, CSE e Collaudatore Statico in corso d'opera; per appalti importanti il DL istituisce un Ufficio di Direzione Lavori con uno o più Direttori Operativi e Ispettori di cantiere.

Committente

- RUP
- DL
- CSE
- Collaudatore statico in corso d'opera (coinvolto nei processi amministrativi più che in cantiere)

Impresa

- Direttore di cantiere
- Preposto di cantiere
- Capocantiere (coordina le maestranze)

Il DL e l'Ufficio sono proposti al controllo tecnico, contabile e amministrativo (rispetto alle patture contrattuali) della realizzazione.

Il controllo della spesa, a carico del DL, non si esaurisce con la contabilità all'attiva dell'opera ma prevede una monitoraggio della spesa durante lo sviluppo dei lavori per prevedere eventuali variazioni di prezzo rispetto all'importo iniziale.

L'unico operatore nel processo edilizio a non poter intervenire in NESSUNA altra fase, assumendo altri ruoli, è il collaudatore.

Direttore operativo: ha funzioni analoghe al DL, viene scelto perché specialista di un aspetto del progetto (impianti, strutture o altri elementi particolarmente complessi); è anche un ausilio del DL (per opere di valenza architettonica particolare ad esempio si nomina un direttore artistico).

Ispettore di cantiere: figura molto operativa e attiva in cantiere, aiuta nella contabilità, verifica il riconoscimento degli operai, eventuali subappalti illeciti, assiste alle prove di laboratorio...

Coordinatore dei flussi informativi: figura pienamente inserita dal d.lgs. 36/2023 in virtù del fatto che la contabilizzazione è ora digitale e bisogna garantire e certificare il flusso informativo.

4 Compiti fondamentali del DL

- Verifica la conformità dell'esecuzione al progetto e al contratto; → contiene tra gli allegati il capitolato speciale, il cronoprogramma, etc.
- Controlla l'esecuzione a regola d'arte delle lavorazioni; → criteri in genere specificati nel capitolato speciale
- Accettazione di materiali e componenti; (RPC-NTC)
- Accertamento quantitativo delle opere eseguite. → dalla contabilità; sulla base del contratto si definisce il pagamento da corrispondere all'impresa (dipendente anche da altri fattori).

I lavori iniziano con la consegna formale dell'area di cantiere; una volta presa in consegna l'area decorrono i tempi per la consegna dell'opera eseguita, dunque l'impresa può iniziare contestualmente i lavori; in questa occasione si redige formalmente il verbale di consegna lavori.

Se l'impresa non si presenta e reitera l'atteggiamento, si considera l'intenzione di rinunciare all'appalto; altrimenti, poiché a inizio lavori l'impresa corrisponde una cauzione alla stazione appaltante essa viene trattenuta, poiché la mancata presenza costituisce un danno.

A volte - ad esempio per la presenza di manifestanti su una zona - si redige una consegna parziale, iniziando i lavori sulle sole aree libere.

In generale, il DL deve notificare al RUP che le aree sono libere, prima e dopo la gara.

Accettazione del materiale: all'arrivo del materiale si effettua un'accettazione temporanea dei materiali ai sensi delle norme, per poi effettuarne una verifica a seguito della posa in opera; fino al collaudo la Stazione Appaltante può contestare all'impresa la qualità dei materiali.

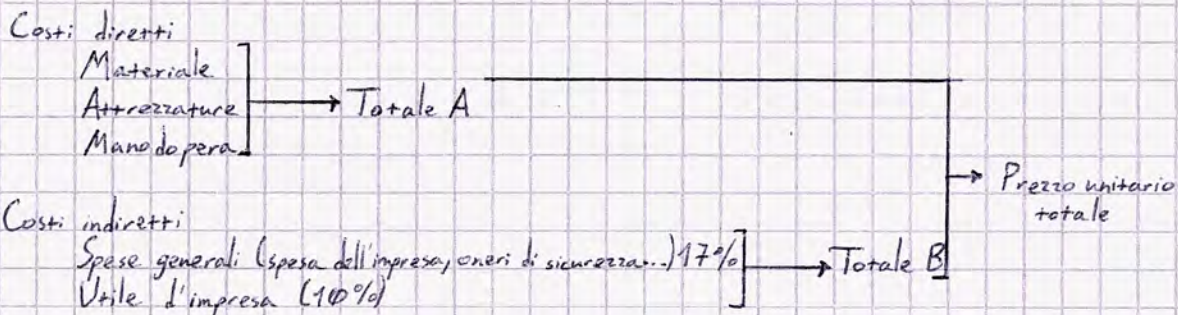
Se il controllo ha esito negativo, lo si trascrive sul giornale dei lavori (per lasciarne una traccia ufficiale)

Il DL (anche il Collaudatore) ha facoltà di disporre prove sul materiale a carico dell'impresa.

Varianti: le norme sono sempre più restrittive in merito; il DL, se nota un'esecuzione non in regola, lo notifica al RUP e, dopo aver dimostrato che ciò deriva da una causa non prevedibile, propone una variante (in assenza di una dimostrazione l'impresa può chiedere un compenso aggiuntivo tramite una riserva) dopo essersi confrontato col progettista per verificare che ciò non sia dovuto ad errori di progettazione.

Se necessaria, la variante deve essere approvata dalla Stazione Appaltante tramite il RUP, altrimenti eventuali spese aggiuntive sono a carico del DL.

Logicamente, anche le varianti sono da contabilizzare; se variano i lavori da svolgere si consulta la tariffa o, in assenza di voci specifiche, si effettua un'analisi prezzi:



Il DL ha la facoltà di introdurre modifiche ai lavori purché essi non stravolgano tecnologicamente l'opera e non comportino un costo significativo (non modificano la natura dell'opera).

Riserva: strumento dell'impresa per "far presente le proprie ragioni" e utile alla Stazione Appaltante per verificare se l'impresa ha osservazioni da fare; si realizza con una prima trascrizione sul primo documento contabile utile, poi trascritta sul registro di contabilità e sul conto finale (necessario per il rispetto dell'accordo) con successive motivazioni.

Sospensione dei lavori: ordinata per cause di forza maggiore, perché l'impresa non è stata retribuita, perché la Stazione Appaltante registra inadempienze da parte dell'appaltatore... Il tutto viene tracciato, indicando la data di sospensione, cosa è in cantiere e l'eventuale data di ripresa.

Nel caso di contraddittori tra appaltatore e stazione appaltante, può verificarsi:

Ogni sinistro deve essere verbalizzato (infortuni, rottura attrezzature, etc)

- Risoluzione del contratto: per gravi inadempimenti (come il mancato rispetto delle norme di sicurezza, gravi inadempimenti nei lavori, etc).
- Recesso: l'impresa può recedere chiedendo - se il recesso è concordato e il contratto lo permette - la corresponsione dei lavori svolti.

Documenti contabili

Sono organizzati secondo un preciso ordine logico:

1. **Giornale dei lavori:** formalmente non è un documento contabile perché non quantifica i lavori; è un diario giornaliero con note sulle persone e attrezzature presenti, su eventuali piogge problematiche, su quando vengono effettuati prelievi per le prove in laboratorio, se vengono iscritte riserve (poi esplicitate sul registro di contabilità).
Il DL verifica il giornale dei lavori ogni 10 giorni per la corretta compilazione, firmandone ogni pagina (con controfirma dell'impresa).
2. **Libretto delle misure:** documento in cui si trascrivono le misure; arrivati a una certa quantificazione dei lavori si annotano le quantità complessive delle opere eseguite, scritte progressivamente (NON TOTALI).
Il nome completo include la dicitura delle lavorazioni e delle provviste in quanto in alcuni casi si annotano anche i materiali trasportati in cantiere (spesa sostenuta dall'impresa).
È strutturalmente analogo al CME ma privo di voci di prezzo, indica le quantità - positive e negative - e eventuali annotazioni (per eventuali note grafiche si utilizza il brogliaccio).
3. **Registro di contabilità:** moltiplica le quantità del libretto per il loro prezzo unitario per ottenere una misura progressiva dei prezzi, indicando un riferimento al numero d'ordine e alla pagina in cui è riportata la voce nel libretto.
Vengono inoltre annotate qui le riserve, non essendovi più lo spazio fisico per apporre si utilizza l'ultima pagina (è necessario salvarle: la controfirma dell'impresa implica un'approvazione; si può anche firmare con riserva o non firmare).
4. **Stato di Avanzamento Lavori S.A.L.:** somma le quantità del libretto entro una certa data così da definire i costi totali delle singole lavorazioni effettuate fino al momento di redazione e firma del SAL; essendo più leggibile, è il documento di riferimento per valutare la corresponsione da disporre all'impresa (di solito il pagamento si effettua ogni volta che il credito della impresa supera una certa soglia).
5. **Certificato di pagamento:** titolo esecutivo al pagamento che accompagna il SAL (alcune imprese con rapporti consolidati con le banche utilizzano il titolo per chiedere anticipazioni nel pagamento).
Dall'importo totale dei lavori si detraggono inizialmente gli importi non soggetti a ribasso (come gli oneri per la sicurezza) per poi applicare il ribasso offerto dall'impresa alla somma rimanente e determinare così, ri-sommando gli importi detrattasi inizialmente perché non soggetti a ribasso, l'importo massimo da corrispondere all'impresa. A questo si detrattano:
 - Anticipazione: spesso corrisposta all'impresa per sovvenzionare l'inizio dei lavori, solitamente pari al 10% dell'importo totale; la si recupera ad ogni pagamento.
 - Pagamenti effettuati ai SAL precedenti.

Nell'ordine logico dei documenti può figurare tra il Registro di contabilità e i SAL, il d. lgs. 36/2023 introduce anche il **Summario del Registro di Contabilità**, che riassume per ogni singolo SAL il quantitativo di opere eseguite di ciascuna voce. Il **summario PUÒ** essere previsto: è utile per il DL per il monitoraggio progressivo della spesa; è un documento del DL.

Il Sommario è così strutturato:

Voce X	Al SAL n° 1 → Quantità 1
	Al SAL n° 2 → Quantità 2

	Somma al SAL n° X → Totale

Nell'elenco degli elaborati, l'ultimo da normativa è il **CONTO FINALE** (≠ contabilità finale, corrispondente con l'ultimo SAL), conto redatto dal DL con tutta la storia dell'appalto (infortuni, sospensioni etc.); è il documento di base per la corresponsione all'impresa perché tiene conto di danni, ritardi, inadempienze, ritardamenti di lavori fatti male e altre detrazioni rispetto a quanto valutato nella contabilità finale; ad esso si allegano tutti i documenti dell'appalto.

Ordini di servizio: se l'impresa non lavora correttamente, a seguito di un primo confronto verbale il DL redige un ordine di servizio (testimonianza scritta), atto formalizzato via PEC.

Ultimazione dei lavori: l'impresa deve avvisare formalmente il DL, si fissa una data di ispezione in cui il DL verifica formalmente la fine dei lavori.

- Se i lavori risultano quasi ultimati, il DL fissa un termine entro 60 giorni per la consegna;
- Se la distanza dal completamento è sostanziale, il DL mette in mora l'impresa con una iscrizione formale di ciò che manca (inviata al RUP).

Quando vengono utilizzati mezzi informatici (obbligatori dal 01/01/2025 per importi > 1M€), i documenti contabili devono essere gestiti in modo interoperabile, con modelli informativi aggiornati nel corso dei lavori.

Oggi la contabilità si effettua con mezzi informatici, se non usati bisogna fornire un'adeguata motivazione e bisogna notificare l'ANAC; le piattaforme inoltre devono essere interoperabili con formati aperti, non proprietari.

Riepilogo: il DL

- Cura che le lavorazioni siano conformi al progetto/contratto e a regola d'arte;
- È responsabile dell'accettazione dei materiali e della contabilità;
- Verifica la regolarità contributiva dell'impresa (previdenziale e assicurativa → DURC), necessaria per il pagamento;
- Cura la costante verifica del piano di manutenzione (documento di progetto, può variare nell'esecuzione), dei manuali d'uso, dei manuali di manutenzione.
- Può occuparsi del Coordinamento per la Sicurezza;
- Notifica gli ordini di servizio;
- Redige il verbale di consegna;
- Ordina le sospensioni;
- Può proporre varianti;
- Redige e firma libretto delle misure, registro di contabilità, SAL;
- Verifica la compilazione del giornale dei lavori e pone le sue osservazioni;
- Redige il certificato di ultimazione lavori;
- Può proporre la risoluzione contrattuale.

Rischi fisici - il rischio rumore

Il rumore è un suono non desiderato, sgradevole, con onde che attraversano l'aria; esiste un valore notevole di 100 dB(A), anche se la soglia di allerta nel settore edile è di 80 dB.

Logicamente, il rumore dipende anche dalla distanza dalla sorgente; si tenta quindi di aumentare al massimo la distanza tra la sorgente di rumore e gli operatori o gli esterni.

A seguito dell'esposizione, possono verificarsi ipacusie temporanee dovute a un livello sonoro costante e ad alto livello, che provoca uno stasamento temporaneo della soglia uditiva.

In generale, l'emissione sonora si valuta in media (giornaliera/settimanale) e di picco. Come per le onde termiche, all'impatto con un ostacolo l'onda viene parzialmente assorbita, riverberata, oltrepassata.

Grandezze di riferimento di un'onda:

- Lunghezza d'onda
- Oscillazione
- Ampiezza
- Velocità di propagazione
- Periodo

Esiste una banca dati per ogni specifica attrezzatura con una classificazione di vari tipi di livelli sonori, frequenza, lunghezza d'onda e l'effetto attenuante dei vari DPI. Ad esempio:

- Martello pneumatico: 113 dB(A)
- Pala meccanica: 104 dB(A) in presa materiale con la benna
- Gruppo elettrogeno 99 dB(A)
- Sega circolare / smerigliatrice angolare: 113 dB(A)

Quando in cantiere sono presenti attrezzature molto rumorose, ci sono 2 azioni possibili:

- Bonifica: interviene sul funzionamento dell'attrezzatura (manutenzione o specifici accessori);
- Misure organizzative: focalizzate sull'isolamento delle operazioni o sulla riduzione dell'esposizione.

Gli effetti nocivi del rumore sono:

- Uditivo: sull'apparato uditivo;
 - Extrauditivo: su altre parti del corpo (ipertensione, apparato digerente);
 - Sull'attività lavorativa ed extralavorativa: ad esempio sul sonno o su altre attività lavorative (disturba anche psichico che incrementa il rischio di altri infortuni e provoca stress ulteriore).
- effetti limitati se il danno è ridotto, possono diventare cronici se il danno è ripetuto.

Effetto uditivo temporaneo → Spostamento Temporaneo di Soglia, avente durata variabile (si riduce la sensibilità)

Effetto uditivo cronico → ipoacusia, dovuta al danneggiamento delle cellule ciliari dell'apparato uditivo.

La norma prevede una tabella statistica in cui si osserva che la percentuale di ipoacusia aumenta all'aumentare dei dB cui si è soggetti nell'attività lavorativa (40 anni a 100 dB(A) ⇒ rischio 44%).

Il d.lgs. 81/08 in merito definisce più formule e grandezze:

Il livello di rumore si misura con il fonometro.

- Livello di esposizione giornaliera
 - Livello di esposizione settimanale
 - Pressione acustica di picco
- definiscono i valori limite di esposizione e i valori superiori/interiori di azione.

Per un livello di esposizione giornaliero > 80 dB(A) bastano 30 min a 92 dB o 15 min a 95 dB (soglia di allerta).

Se il livello di esposizione è:

- Tra 80-85 dB(A) con picco a 135 dB(C) → monitoraggio e visite mediche;
- Tra 85-87 dB(A) è obbligatoria l'uso di DPI oltre al controllo medico;
- > 87 dB(A) con pressione di picco > 140 dB(C) bisogna impiegare misure organizzative, di prevenzione e protezione (ad esempio con schemature sonore, eventualmente temporanee, o coinvolgendo i lavoratori in campagne di formazione e informazione).

I DPI sono di vario tipo:

- Inserto: dischi di schiuma inseriti nel cavo auricolare → riduzione di 10-35 dB;
- Cuffie: riduzione di 20-45 dB;
- Archetti: archetta flessibile con tamponi di schiuma (riduzione di 26 dB);
- Caschi con cuffie integrate: per specifiche lavorazioni in quanto non consentono di ascoltare la voce o gli allarmi sonori, implicando altri rischi.

Visite mediche: ripetute nel tempo, sono obbligatorie oltre un livello di esposizione di 85 dB (Se si sentono meno di 20 dB si è in perfetta forma).

Tra le diverse modalità di organizzazione possibile figura il crono programma del rumore: dal calcolo del livello medio del rumore per ogni categoria d'intervento e dai relativi valori di picco desunti dalla banca dati, si valutano le sovrapposizioni di rumore e quindi i valori il rumore complessivo delle attrezzature contemporaneamente attive (valore di picco → somma algebrica; valore per capite deriva da calcoli più complessi).

Legittima presunzione: un lavoratore in pensione dopo aver lavorato in un'attività molto rumorosa, si dà per scontato che abbia subito un danno: se egli manda una vertenza, l'onere della prova è a carico del datore di lavoro.

Rischio chimico

Legato a specifiche lavorazioni (la saldatura libera gas, la guaina bituminosa posata a caldo idem, etc.), è spesso associato al rischio incendio. Produce danni ai lavoratori (malattia professionale/intentuni). Le possibili strategie di mitigazione del rischio sono:

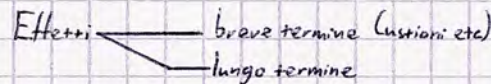
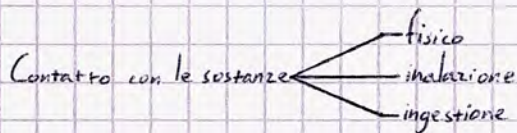
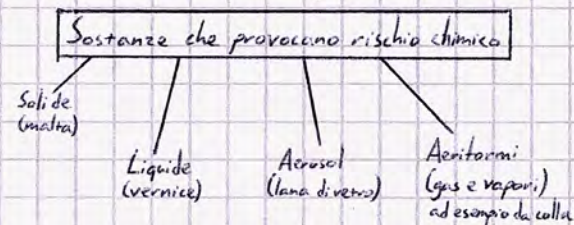
- Riduzione dell'esposizione;
- Metodologia di lavorazione (ad esempio nei riguardi dell'igiene);
- DPI (mascherina, occhiali e guanti da soldatore, etc.);
- Ventilazione dell'ambiente (soluzione ideale dal punto di vista organizzativo);
- DPC: legati alla riduzione/sostituzione degli agenti chimici pericolosi con altri meno pericolosi, tecnologie produttive che contengono la dispersione di sostanze nel cantiere, attenta pianificazione del layout di cantiere (definizione delle postazioni), ventilazione e aspirazione.

la malta cementizia provoca allergie!

In edilizia, il rischio chimico è associato al cemento e alle vernici per lapidi; detto rischio si è molto ridotto nel tempo (ad esempio le vernici non presentano più solventi chimici ma sono ad acqua).

Si è però esposti al rischio in molte categorie di opere:

- Scavo e movimento terra;
- Saldatura;
- Posa della pavimentazione;
- Realizzazione delle strutture di fondazione.



Nella guida all'uso corretto del materiale, per quanto riguarda il rischio chimico sono presenti sull'etichetta specifici pittogrammi (GHS), insieme a categorie di rischio (H → hazard) e norme di sicurezza (P → prudenza).

Scheda di sicurezza: espone i rischi cui il lavoratore è sottoposto nell'uso di un prodotto (utile da illustrare nella fase di formazione e informazione).

Per ogni tipo di operazione si ha sempre esposizione ad almeno un agente chimico!

Misure generali di prevenzione e protezione

- sorveglianza sanitaria.
- non miscelare prodotti senza leggere la scheda di sicurezza.

Rischio biologico

Nel 2020-2022 era obbligatorio realizzare una zona filtro nell'accesso al cantiere (per le ventiche al COVID).

Oggi in cantiere la valutazione si effettua principalmente per gli ambienti chiusi (umidità/condensa/umidità), principalmente in relazione a parassiti/funghi (altre categorie sono batteri e virus), o a lavorazioni come la falegnameria, la discarica (per lo stoccaggio degli scarti) o a categorie INAIL come "uffici".

Rischio incendio ed esplosione

Il peggior piano di emergenza è non avere nessun piano; il secondo peggiore è averne due < perché non sai cosa fare? > -VVEFF

È importante redigere un piano di emergenza ed evacuazione, con punti di raccolta.

Attività lavorative che innescano un incendio

- Posa a caldo della guaina;
- Scintille (dal taglio di oggetti metallici, ad esempio);
- Saldatura;
- Impianto elettrico

Il d.lgs. 81/08 fornisce indicazioni di carattere generale, puntando ad eliminare una delle 3 componenti del triangolo di Kingsley:

- Riduzione della presenza di combustibili: ottenuta con locali ventilati o aumentando le distanze dei depositi di materiale infiammabile;
- Riduzione della probabilità di inneschi: scelte operative e metodologiche (cambiando ad esempio il tipo di saldatura).

Esistono DPI specifici per l'operatore; bisogna però essere anche attenti alla propagazione dell'incendio.

Le normative vigenti sulla prevenzione incendi sono generali, non specifiche per il cantiere; è importante però la formazione di:

- Datore di lavoro;
- Coordinatore della sicurezza;
- Addetto antincendio (formato e responsabile in materia in cantiere).

Il piano di emergenza contiene:

- Azioni da fare e non fare;
- Diagrammi di flusso;
- Numeri da chiamare in caso di emergenza.

Rischi negli scavi, opere in sotterraneo e gallerie

D.M. 11/03/88, Art. 118: Nei lavori di splateamento e sbancamento senza impiego di escavatori meccanici, le pareti del fronte di attacco devono avere inclinazione tale da prevenire frane.
d.lgs. 81/08
Se la profondità di scavo (altezza della parete, in realtà) supera 1m 50, è vietato lo scavo manuale alla base a causa del rischio franamento.

La pendenza del terreno dipende evidentemente dal suo angolo di attrito (si distingue tra terreni coesivi e non coesivi)

Soprattutto in caso di pioggia, è importante progettare opere provvisorie di contenimento dello scavo; la stabilità dello scavo dipende da:

- Profondità di scavo;
- Presenza di H_2O ;
- Cicli di gelo - disgelo;
- Diminuzione della contropressione dei terreni sovrastanti.

Le sponde delle sbancature sono leggermente inclinate per garantirne il proseguimento.

Le norme definiscono anche la distanza minima di deposito del materiale rispetto al ciglio dello scavo.

Pozzi, scavi e cunicoli: se lo scavo è molto in profondità, è necessario rivestire lo scavo e far sì da armarlo in discesa. Essendo necessaria un'elevata attenzione ai gas naturali, serve una continua comunicazione con gli altri e con personale in superficie; può anche essere necessario munirsi di un autorespiratore o di aspiratori per la ventilazione (il gas crea anche grandi problemi per la saldatura!).

Gallerie: la tecnologia realizzativa prevede un primo scavo, un rivestimento temporaneo e l'armatura definitiva; operazione complessa è l'allentamento dello smarino.

La preconsolidazione dello scavo avviene con cerniere e disposizione di armature con un successivo spruzzo (non getto) di CLS.

I principali rischi sono legati a:

- franamento dello scavo;
- investimento;
- Radon / Metano.

Costi e oneri della Sicurezza

⚠ Costi ≠ Oneri

Riferimenti legislativi

d.lgs. 36/2023
All. I.7

Art. 5: attesta che all'interno del Quadro Economico della opera (che ha un costo a base d'asta che non tiene conto di quello effettivo, non considerando IVA, imprevisti, costi amministrativi, etc.) bisogna riportare una stima dei costi della sicurezza, non soggetta al ribasso.

Il d.lgs. 36/23 tratta molti argomenti interamente negli allegati

Art. 6, c.7: La stima dei costi per la sicurezza è contenuta nel PSC (ed è quindi eseguita dal CSP o dal CSE)

Art. 15: il P.F.T.E. contiene già una stima sommaria degli oneri di sicurezza

Art. 17: ribadisce il divieto di ribasso dei costi di sicurezza nel QE.

Art. 22: nel progetto esecutivo si aggiorna la stima del PFTE

Riepiloga i contenuti del PSC → Art. 28: la stima dei costi di sicurezza è contenuta nel PSC.

d.lgs. 81/08
All. XV
Contenuti minimi
del PSC

al punto 4 figurano le aliquote dei costi della sicurezza.
La stima deve essere congrua, analitica, articolata nelle diverse voci, a corpo/misura, **NON** forfettaria.
I costi derivano dal tariffario.

Categorie dei costi della sicurezza

- Apprestamenti previsti nel PSC: trabattelli, locali spogliatoi, recinzioni, Servizi generali o mezzi per l'accesso al cantiere (ciò implica che un ponteggio è un'opera non soggetta a ribasso, anche se nei cantieri di recupero essa ammonta anche a 1/3 del costo totale).
- Misure preventive e protettive e DPI e eventualmente previsti per lavorazioni interferenti (ovvero solo se previsti specificatamente dal CSP come oneri specifici).
- Impianti di protezione da terra/antincendio.
- Mezzi e servizi di protezione collettiva: comprende segnaletica di sicurezza, mezzi di gestione dell'emergenza, mezzi estinguenti...
- Procedure incluse nel PSC per specifici motivi di sicurezza: specifiche modalità di esecuzione.
- Stasamento spaziale/temporale delle lavorazioni: se necessario per evitare interferenze, comporta aumenti dei tempi contrattuali e quindi maggiori oneri per l'impresa, anche per il coordinamento nell'uso di attrezzature da più imprese.

Altri costi, non contenuti nel d.lgs. 81/08, seguono dei criteri generali; principalmente sono riconoscibili come costi per la sicurezza quelli contenuti nella stima del PSC.

Struttura dei costi della sicurezza

Costi della sicurezza → Stimati nel PSC

Oneri della sicurezza → aziendali della sicurezza, legati all'attività svolta.

Secondo il documento ITACA, sono oggetto di stima solo i costi del PSC; i costi stimati sono esclusi dal ribasso; rientrano nelle spese generali parte delle spese di sicurezza.

Costi della sicurezza → Stimati nello specifico PSC
→ Generali, sostenuti, sempre, dal datore di lavoro

Costi della sicurezza = Σ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Costi diretti (\% delle voci di tariffario - CME - sulle specifiche attività)} \\ \text{Costi speciali (da PSC)} \end{array} \right.$

Δ I costi della sicurezza da stima PSC quindi non coincidono con gli oneri aziendali di sicurezza, aggiuntivi a quelli previsti dal PSC.

Modalità di applicazione del ribasso:

a) Importo totale	definiti
b) Oneri di sicurezza	a definiti
c) Importo soggetto al ribasso	a-b
d) Ribasso	x%(c)
e) Importo al netto del ribasso	c-d
f) Importo dell'appalto	e+b

Obblighi documentali da parte di committente, imprese, coordinatori

Si elenca gran parte della documentazione da avere in cantiere in materia di sicurezza, necessaria per dimostrare², in caso di ispezioni da parte dell'organo di vigilanza, l'ottemperanza alle norme vigenti in materia.

• Cartello di cantiere

Certificato di iscrizione dell'impresa alla Cassa IIAA

DURC

Dichiarazione dell'organico annuo (con denunce all'INPS, INAIL, Cassa Edile)

PSC

Notifica preliminare: raccomandata/PEC/sito ASL per avvisare dell'apertura di un cantiere, destinata agli organi di controllo e contenente un elenco dei soggetti intervenuti, a cura del committente o del responsabile dei lavori.

POS: l'approvazione spetta al CSE (ogni eventuale subappaltatore deve redigere un proprio POS tenendo conto di quello dell'impresa affidataria).

Verbali di riunioni preliminare/periodiche di coordinamento

Verbali di sopralluogo del C.S.

Piano delle demolizioni: redatto dall'impresa, è un documento complementare e di dettaglio del PSC \Rightarrow il CS può, su richiesta dell'impresa, modificare il programma o aggiungere misure cautelative, dunque anch'egli adotta misure e valuta i rischi in materia (legalmente è però responsabilità dell'impresa).

Piano antinfortunistico: solo per strutture con elementi prefabbricati, è parte integrante del POS.

Ricevere comunicazioni di assunzione dei lavoratori in cantiere.

Registro infortuni.

Tesserino di riconoscimento (nell'ottica di riconoscere l'attitudine specifica dei lavoratori presenti a determinate attività)

DUVRI: documento unico di valutazione dei rischi di infortuni, redatto dal datore di lavoro; è un documento generico dell'impresa, in quanto le interferenze specifiche del cantiere sono segnalate dal CSE.

Documento di attestazione di avvenuta formazione e informazione.

Verbali di consegna dei DPI (il lavoro è esplicitamente responsabile di inadempienze).

Attestati di formazione dei vari addetti (montaggio ponteggio, RSPP - che redige tipicamente il POS - ...).

Pi.MUS/Autorizzazione ministeriale/Progetto del ponteggio.

Giudizi d'idoneità all'attività professionale di un medico competente.

Regolarità degli impianti elettrici e verifiche periodiche.

Documentazione relativa alle gru.

Documentazione relativa a macchine e attrezzature.

Messa a terra e scariche atmosferiche (con norme del Comitato Elettrotecnico Italiano).

E molto altro...

Fine - Organizzazione del Cantiere

Prof. Maurizio Nicoletta

12.06.2024 - 30L

30.05.2024