

QUADERNI PER IL COORDINATORE

DEMOLIZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

Le tecniche, la sicurezza, la gestione dei rifiuti

di
NICOLA MORDA'

INDICE GENERALE



Premessa	13
----------------	----

CAPITOLO 1

PERCHÉ LE DEMOLIZIONI	15
-----------------------------	----

1.1 Introduzione alle tecniche di demolizione	17
---	----

1.2 Metodi di demolizione: approcci	20
---	----

1.3 Metodi di demolizione: esecuzione	21
---	----

1.4 Attrezzature tradizionali per la demolizione	24
--	----

1.5 Attrezzature meccaniche per la demolizione	27
--	----

1.6 Rischi nelle demolizioni	35
------------------------------------	----

1.7 Pianificazione della demolizione	36
--	----

1.8 Prescrizioni del D.Lgs. 81/08	38
---	----

CAPITOLO 2

FATTORI DI RISCHIO NELLE DEMOLIZIONI	43
--	----

2.1 Rischi ambientali	43
-----------------------------	----

2.1.1 <i>Materiali inquinanti</i>	43
---	----

2.1.1.1 <i>Amianto</i>	45
------------------------------	----

2.1.1.2 <i>Fibre minerali sintetiche</i>	48
--	----

2.1.1.3 <i>PCB</i>	49
--------------------------	----

2.1.1.4 <i>Piombo</i>	50
-----------------------------	----

2.1.1.5	<i>Mercurio</i>	50
2.1.1.6	<i>CFC/HCFC</i>	51
2.1.2	<i>Controllo dell'emissione di fumi</i>	51
2.1.3	<i>Controllo e gestione dei rifiuti</i>	52
2.1.3.1	<i>Definizione del problema</i>	52
2.1.3.2	<i>Tipologia dei rifiuti emessi</i>	54
2.1.3.3	<i>Sostenibilità ambientale dei rifiuti</i>	57
2.2	<i>Rischi fisici</i>	59
2.2.1	<i>Controllo del rumore</i>	59
2.2.1.1	<i>Introduzione</i>	59
2.2.1.2	<i>Quadro legislativo in Italia</i>	59
2.2.1.3	<i>Propagazione del suono</i>	61
2.2.1.4	<i>Metodologia di valutazione previsionale delle emissioni</i>	62
2.2.1.5	<i>Dati per la valutazione previsionale delle emissioni</i>	63
2.2.1.6	<i>Cenni al metodo di calcolo</i>	72
2.2.2	<i>Controllo polveri</i>	72
2.2.2.1	<i>Introduzione</i>	72
2.2.2.2	<i>Individuazione delle sorgenti emissive</i>	81
2.2.2.3	<i>Tecniche di abbattimento</i>	81
2.2.2.4	<i>Valutazione e gestione del rischio polveri</i>	84
2.2.2.5	<i>Linee guida Londra</i>	85
2.2.2.6	<i>Prescrizioni in Svizzera</i>	89
2.2.2.7	<i>Commenti</i>	93
2.2.2.8	<i>Descrizione dei sistemi di mitigazione</i>	94
2.2.2.9	<i>Recenti orientamenti normativi</i>	103
2.3	<i>Rischi meccanici</i>	107
2.3.1	<i>Controllo vibrazioni</i>	107
2.3.1.1	<i>Contesto normativo in Italia</i>	109
2.3.1.2	<i>Propagazione di onde nel terreno</i>	109
2.3.1.3	<i>Attenuazione delle onde sismiche</i>	114
2.3.1.4	<i>Effetti delle onde sismiche</i>	115

2.3.1.5	<i>Disturbo agli occupanti</i>	116
2.3.1.6	<i>Definizioni</i>	117
2.3.1.7	<i>Soglie di percezione umana – Valori limite</i>	119
2.3.1.8	<i>Effetti sulle strutture - Valori Limite</i>	123
2.3.1.9	<i>Indicatori del moto</i>	129
2.3.1.10	<i>Limiti di esposizione – contesto normativo</i>	130
2.3.1.11	<i>Limiti di esposizione – letteratura tecnica consolidata</i>	133
2.3.1.12	<i>Calcolo di PPV - Approccio geofisico</i>	137
2.3.1.13	<i>Calcolo di PPV - Approccio empirico</i>	139
2.3.1.14	<i>Controllo delle deformazioni – cedimenti in fondazione</i>	143
2.4	<i>Rischio macchine</i>	145
2.4.1	<i>Introduzione</i>	145
2.4.2	<i>Attrezzature tradizionali e manuali</i>	147
2.4.3	<i>Profili di rischio delle attrezzature tradizionali</i>	156
2.4.4	<i>Macchine nel cantiere di demolizione</i>	160
2.4.4.1	<i>Macchine per carico del materiale</i>	160
2.4.4.2	<i>Accessori per demolizione</i>	162
2.4.4.3	<i>Macchine a braccio alto</i>	171
2.4.4.4	<i>Robot radiocomandati</i>	178
2.4.5	<i>Schede Bibliografiche di Riferimento (SBR) del CPT Torino</i>	180
2.4.6	<i>Quaderno della SEB sulle Macchine per movimento terra</i>	181
2.4.7	<i>Linee guida NAD per le macchine a "Braccio Alto"</i>	185
2.4.7.1	<i>Valutazione dei rischi</i>	185
2.4.7.2	<i>Norme di buona pratica in cantiere</i>	187
2.4.7.3	<i>Tipologia macchine e prestazioni</i>	190
2.5	<i>Rischi intrinseci alle lavorazioni</i>	198
2.5.1	<i>Aspetti generali</i>	198
2.5.2	<i>Profili di rischio</i>	200



CAPITOLO 3

PIANO DI DEMOLIZIONE: INTRODUZIONE	221
3.1 Piano di demolizione: punti chiave per la stesura	222
3.1.1 <i>Conoscenza del sito</i>	222
3.1.2 <i>Individuazione vincoli normativi</i>	222
3.1.3 <i>Pianificazione delle operazioni</i>	224
3.1.4 <i>Misure di protezione collettiva</i>	225
3.1.5 <i>Stabilità delle strutture</i>	225
3.1.6 <i>Misure di protezione ambientale</i>	226
3.1.7 <i>Misure di sicurezza in cantiere</i>	226
3.2 Valutazione dei rischi	227
3.2.1 <i>Introduzione alla valutazione dei rischi</i>	227
3.3 Stesura del Piano di demolizione	229
3.4 Procedure di comunicazione	229
3.5 Procedure di emergenza	230
3.6 Requisiti delle imprese	230

CAPITOLO 4

MISURE GENERALI DI SICUREZZA.....	233
4.1 Introduzione	233
4.2 Interdizione dell'accesso al sito	233
4.3 Camminamenti di protezione dai detriti	235
4.3.1 <i>Sistemi di protezione e casistiche</i>	235
4.3.2 <i>Prestazioni strutturali del camminamento</i>	238
4.3.3 <i>Esempi di camminamenti</i>	240

4.4	Ponteggi	242
4.5	Puntelli e supporti temporanei	247
4.5.1	<i>Strutture soggette ad azioni prevalentemente verticali</i>	248
4.5.2	<i>Strutture soggette ad azioni orizzontali</i>	250
4.5.3	<i>Strutture con muri e parti in comune</i>	250
4.5.4	<i>Dimensionamento statico dei puntelli</i>	252
4.6	Protezione del traffico stradale	259
4.7	Ispezione e mantenimento	260

CAPITOLO 5

CONSIDERAZIONI STATICHE GENERALI

5.1	Aspetti generali	261
5.2	Cause di instabilità	263
5.3	Indagini conoscitive sui materiali	264
5.3.1	<i>Strutture in c.a.</i>	264
5.3.2	<i>Strutture in acciaio</i>	264
5.3.3	<i>Strutture in legno</i>	264
5.3.4	<i>Strutture in muratura</i>	265
5.4	Aspetti statici delle varie tecniche di demolizione	265
5.4.1	<i>Concetti generali</i>	265
5.5	Procedure di demolizione per edifici	266
5.6	Metodo top-down manuale	267
5.6.1	<i>Generalità</i>	267
5.6.2	<i>Sequenza di demolizione</i>	267
5.6.3	<i>Demolizione Balconi e sbalzi</i>	268
5.6.4	<i>Demolizione di strutture di facciata</i>	271
5.6.5	<i>Demolizione di solai in c.a.</i>	279



5.6.6	<i>Demolizione di Travi e pilastri interni</i>	281
5.7	Metodo top-down meccanizzato	284
5.7.1	<i>Generalità</i>	284
5.7.2	<i>Sequenza di demolizione</i>	285
5.7.3	<i>Tipologie strutturali ricorrenti</i>	290
5.7.3.1	<i>Balconi e sbalzi</i>	290
5.7.3.2	<i>Pareti, travi e colonne sul perimetro</i>	293
5.7.3.3	<i>Solai, travi e colonne</i>	295
5.8	Aspetti statici	295
5.9	Metodo meccanizzato Cut & Lift	296
5.10	Metodo meccanizzato con macchine a braccio alto	298
5.11	Scheda di sintesi delle metodologie di demolizione	300
5.12	Procedure di demolizione di strutture speciali	302
5.13	Strutture prefabbricate in c.a.	302
5.13.1	<i>Generalità</i>	302
5.13.2	<i>Costruzioni isostatiche</i>	306
5.13.3	<i>Costruzioni prefabbricate continue</i>	308
5.13.4	<i>Stabilità al sollevamento</i>	309
5.13.5	<i>Controventi in esercizio</i>	317
5.14	Strutture precomprese	318
5.14.1	<i>Aspetti generali</i>	318
5.14.2	<i>Rischi connessi alla demolizione di strutture precomprese</i>	318
5.14.2.1	<i>Rilascio dei cavi</i>	318
5.14.2.2	<i>Movimentazione elementi</i>	319
5.14.2.3	<i>Elementi continui</i>	319
5.14.2.4	<i>Strutture precomprese in fasi</i>	320
5.14.3	<i>Identificazione di elementi precompressi</i>	320
5.14.4	<i>Classificazione degli elementi precompressi</i>	321
5.14.5	<i>Procedure di demolizione</i>	323

5.15	Strutture isostatiche	326
5.15.1	<i>Strutture a mensola</i>	327
5.15.2	<i>Strutture reticolari</i>	329
5.16	Strutture in acciaio	331
5.16.1	<i>Stabilità al sollevamento</i>	332
5.17	Serbatoi di stoccaggio	336
5.17.1	<i>Tipologie ed impieghi</i>	336
5.17.2	<i>Operazioni preliminari</i>	341
5.17.3	<i>Messa in sicurezza del serbatoio</i>	342
5.17.4	<i>Demolizione di serbatoi fuori terra</i>	344
5.17.4.1	<i>Serbatoi circolari in acciaio</i>	344
5.17.4.2	<i>Serbatoi composti in acciaio</i>	346
5.17.4.3	<i>Serbatoi in c.a.</i>	348
5.17.5	<i>Demolizione di serbatoi interrati</i>	348
5.17.6	<i>Raccomandazioni generali nella demolizione dei serbatoi</i> ...	349
5.18	Strutture interrate e strutture controterra	351
5.19	Ciminiere	353
5.19.1	<i>Aspetti generali</i>	353
5.19.2	<i>Ciminiere in mattoni</i>	354
5.19.3	<i>Ciminiere in acciaio</i>	360
5.19.4	<i>Ciminiere in c.a.</i>	365
5.20	Tralicci	372
5.20.1	<i>Aspetti generali</i>	372
5.20.2	<i>Metodi di demolizione</i>	372
5.21	Archi in muratura	373
5.22	Strutture danneggiate	375
5.22.1	<i>Calcestruzzo</i>	376
5.22.2	<i>Acciai</i>	378
5.22.3	<i>Legno</i>	381



5.23	Progetto dell'intervento di demolizione	381
5.23.1	Aspetti generali	381
5.23.2	Progettazione dell'intervento di demolizione	382
5.23.3	Check-list demolizione	385

CAPITOLO 6

CASI DI STUDIO	391
----------------------	-----

6.1	Studio interventi di demolizione	391
6.1.1	Demolizione di una travata precompressa	391
6.1.1.1	Caratteristiche dell'opera	392
6.1.1.2	Metodologia d'intervento	393
6.1.1.3	Documentazione disponibile	393
6.1.1.4	Studio delle fasi esecutive	394
6.1.1.5	Analisi statica della campata 10-7	402
6.1.1.6	Verifica delle sollecitazioni con minimo numero dei cavi ...	405
6.1.1.7	Conclusioni sulla statica della travata precompressa	411
6.1.1.8	Condizioni di sicurezza e contrappeso	412
6.1.1.9	Prescrizioni	413
6.1.1.10	Castelli metallici di supporto temporaneo	413
6.1.2	Demolizione di una ciminiera	419
6.1.2.1	Descrizione della struttura	419
6.1.2.2	Scelta della tecnica di demolizione	420
6.1.2.3	Misure generali di sicurezza	420
6.1.3	Kajima cut & take down	421
6.1.3.1	Applicazione del metodo	422
6.1.4	Demolizione dei viadotti sull'autostrada A3 Salerno - Reggio Calabria	424
6.1.4.1	Demolizione Viadotto Sfalassà	426
6.2	Collapsi durante demolizioni e ristrutturazioni	432
6.2.1	Collasso facciata dello Yahoan Building (Giappone)	432
6.2.2	Il collasso dello Jaya Supermarket Petaling Jaya (Malesia) ...	434

6.2.3	<i>Collasso del Seaflag Hotel – Galveston (USA)</i>	438
6.2.4	<i>Collasso dell’Asian Trade Centre a Yau Tong</i>	439
6.2.5	<i>Crollo di un solaio a seguito di ristrutturazione</i>	443
6.2.6	<i>Crollo di una facciata durante una demolizione a Vancouver (Canada)</i>	445
6.3	<i>Sicurezza delle macchine</i>	446
6.3.1	<i>Collasso di una gru a torre</i>	447
6.3.2	<i>Demolizione del Ford Auditorium Detroit (USA)</i>	448

CAPITOLO 7

APPENDICI	449
-----------	-------	-----

7.1	<i>Puntelli: tabelle indicative delle portate</i>	449
7.2	<i>Formule ricorrenti di meccanica strutturale</i>	453
7.2.1	<i>Formule classiche travi inflesse</i>	453
7.2.2	<i>Tabelle di Dinamica delle Strutture</i>	471
7.2.3	<i>Instabilità flessionale e flessotorsionale di travi secondo EC3</i>	474
7.2.4	<i>Soluzione elastica di piastre rettangolari inflesse</i>	482
7.2.5	<i>Spinte esercitate da carichi su un terrapieno (NAVFAC)</i>	488
7.2.6	<i>Modulo di reazione di vari tipi di terreno</i>	489
7.2.7	<i>Solaio a pannelli alveolari precompressi</i>	490
7.2.8	<i>Archi elastici: schemi statici ricorrenti</i>	492
7.3	<i>Portanza indicativa di un solaio con travetti in CAP</i>	496
7.4	<i>Portanza di solai in c.a. misti con pignatte</i>	499
7.5	<i>Portanza di solai in c.a. misti con pignatte</i>	500

Bibliografia	503
--------------	-------	-----

Allegati	511
----------	-------	-----



PREMESSA

Le operazioni di demolizione sono tra le attività del settore edilizio con più alto livello di rischio.

Molte delle problematiche connesse con le misure di sicurezza sono comuni indifferentemente dalla scala dell'intervento: dalle grandi demolizioni ad alto contenuto tecnologico a quelle di routine nei lavori di ristrutturazione.

Il presente testo, rivolto principalmente ai Coordinatori della Sicurezza ed ai soggetti responsabili per legge, si inserisce nello scenario normativo dettato dal D.Lgs. 81/08 e dalla relativa giurisprudenza che indicano in modo molto preciso tutti quegli aspetti che occorre analizzare in fase di Progettazione della Demolizione, nell'apposito Piano delle Demolizioni.

Il volume si prefigge di fornire alcune linee guida per applicare quanto indicato dalla normativa, avvalendosi di approcci quanto più possibile quantitativi e con uno sguardo sempre attento verso la letteratura tecnica e il *corpus* normativo internazionale.

Completano l'esposizione lo studio di alcuni interventi di demolizione e l'analisi critica di una serie di incidenti occorsi in vari cantieri.

Nonostante gli sforzi profusi alcuni aspetti potranno essere suscettibili di migliorie; l'autore sarà grato a chi vorrà segnalarle per una maggiore condivisione della conoscenza tecnica del settore.



PERCHÉ LE DEMOLIZIONI



Negli ultimi 30 anni c'è stato un notevole incremento dei lavori di ristrutturazione, con annesse demolizioni più o meno estese, del parco edilizio.

I fattori che determinano tale situazione sono molteplici e possono essere individuati i seguenti come aventi maggior rilevanza:

- vetustà degli immobili;
- minore disponibilità di aree edificabili in centro urbano;
- progresso sociale e tecnologico che rende obsolete molte costruzioni esistenti;
- dismissione di aree precedentemente industriali;
- rinnovamento di impianti industriali;
- interventi di ristrutturazione edilizia.

In Italia il parco edifici presenta una notevole "anzianità di servizio" e molto spesso sono eseguite trasformazioni edilizie con interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, lavori di restauro conservativo, interventi di adeguamento normativo, profondi interventi di riconversione di grandi fabbricati, modifica di grandi infrastrutture. Il quadro relativo agli edifici è rappresentato alla figura 1.1 ed alla figura 1.2.

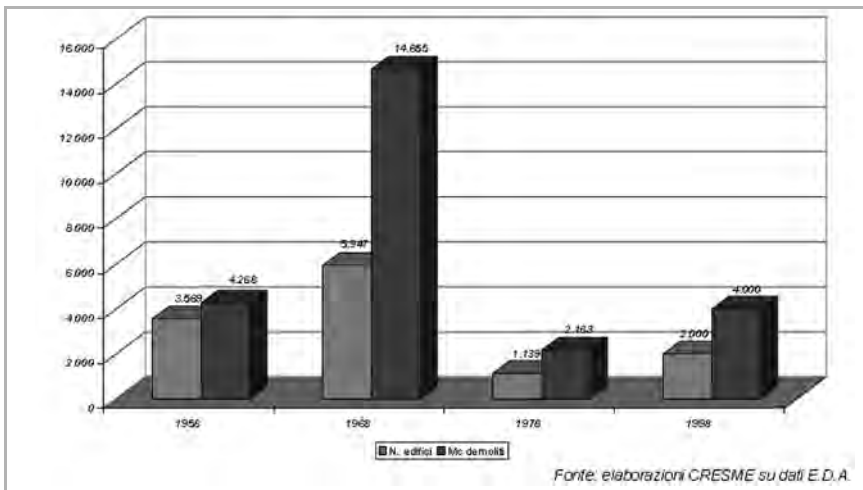


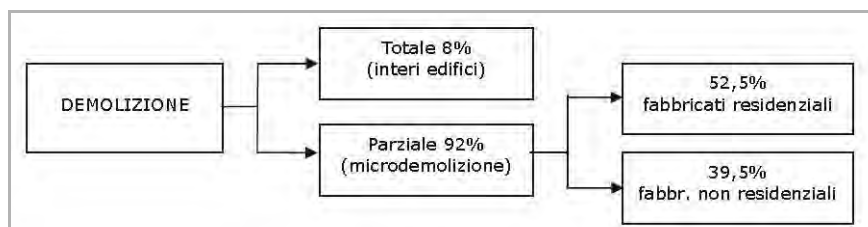
Figura 1.1
Andamento delle demolizioni in Italia dal 1958-1998 (da Gemino s.r.l.)

Tutte queste operazioni, come detto, richiedono interventi di demolizione che presentano una notevole componente di rischio. Secondo le statistiche infatti sono tra le operazioni edilizie più pericolose e con maggiore frequenza di incidenti.

Tab. 1.1- Investimenti nel settore delle costruzioni in Italia (da *Anumba et al.* da dati CRESME)

	1990			2000		
	BILLIONS (LIRE)	MILLIONS (EUROS)	%	BILLIONS	MILLIONS (EUROS)	%
Housing	71141	36,74	52,4	97874	50,54	52,4
New construction	46750	21,14	34,4	45307	23,39	25,1
Refurbishment	24391	12,62	18	52567	27,15	29,1
Non housing	34359	17,74	25,3	49621	25,63	27,5
Public work	30306	15,65	22,3	33067	17,08	18,3
CONSTRUCTION OUTPUT	135806	70,13	100	180562	93,25	100

Figura 1.2
Panorama degli interventi di demolizione in Italia (da ISPESL)



Si stima che circa il 40% degli incidenti nel settore edile si verificano durante interventi su strutture esistenti.

In materia di sicurezza sul lavoro esisteva fin dagli anni '50 un corpus normativo di riferimento che oggi è stato assorbito dal D.Lgs. 81/08 (e successive modifiche) nato con l'intento di riferirsi ad un testo unico. Tuttavia al tema della sicurezza nelle demolizioni è dedicato poco e limitato spazio, peraltro mutuato integralmente dai primi illuminati decreti degli anni '50. Benché i principi cardine siano ben delineati restano ampie zone grigie dovute a cinquant'anni di progresso tecnico. Si auspica pertanto di poter disporre presto di linee guida specifiche, regole e protocolli da seguire, proprio come accade in alcuni paesi stranieri magari avvalendosi della preziosa esperienza di aziende specializzate nel settore.

Questo volume si propone come un ulteriore contributo alla tematica della sicurezza nelle demolizioni partendo dal panorama internazionale e introducendo



alcuni aspetti che fuori dai confini Italiani sono diventati degli standard e che costituiscono una base comune a tutti i soggetti coinvolti. Trattandosi di un argomento fortemente specialistico non ambisce a volerne illustrare tutti gli aspetti di dettaglio, anche per la specificità che caratterizza gran parte degli interventi.

Pertanto per aspetti quali demolizione con esplosivi, idrodemolizione, non presenti in questa trattazione, si rimanda agli ottimi riferimenti bibliografici esistenti sul mercato.

Ciò che invece non si trova altrove è la discussione circa i nuovi concetti che nel contesto delle demolizioni è opportuno ritenere come reali vincoli progettuali proprio come accade all'estero. E' il caso delle vibrazioni indotte dalle operazioni di demolizione, le questioni di controllo delle immissioni nell'ambiente circostante di polveri e rumore che perturbano la quiete ambientale dell'ara limitrofa.

Parlare di vincoli non vuole costituire delle restrizioni per le imprese ma piuttosto una tutela delle stesse e della committenza oltre che delle legittime aspettative dei cittadini. E' questa l'ottica con cui molti enti istituzionali negli USA e in Australia realizzano gli interventi pubblici.

Nel continuo mutare dell'approccio normativo che per quanto riguarda le questioni tecniche si orienta spesso verso una metodologia prestazionale e non prescrittiva, è utile se non necessario allargare l'orizzonte e drenare esperienze da contesti in cui tale mutamento è in essere.

Un ulteriore aspetto che il testo affronta è la definizione di metodologie standard di approccio alla demolizione sia per gli edifici sia per strutture più specifiche, con particolare evidenziazione degli aspetti statici da esaminare nella stesura di un PSC e del relativo piano di demolizione.

Ampio spazio è dedicato poi alle attrezzature e alle macchine oggi presenti sul mercato a disposizione delle aziende di demolizione.

1.1 Introduzione alle tecniche di demolizione

Le tecniche di demolizione attualmente utilizzate sono il frutto di una incubazione tecnologica che è partita in Italia dal 1970, ed ha visto la nascita e la presenza sul mercato di varie imprese specializzate che spesso per esigenza di specifici cantieri precorrono la tecnologia stessa (cfr. Tab 1.1).

Tab. 1.2 - Evoluzione tecnologica nelle demolizioni (da NAD ridisegnata)

PROBLEMATICA	TECNICHE STORICHE	INNOVAZIONI TECNOLOGICHE
- Controllo e sicurezza nella demolizione	- Bocce per demolizione - Scalzamento manuale degli edifici finalizzato al crollo	- Pinze demolitrici (per cemento e/o metallo) - Pinze frantumatici - Martelli idraulici
- Controllo e sicurezza della demolizione in quota	- Ponteggio ancorato a struttura in demolizione - Crollo per trazione e spinta - Incendio alla base del fabbricato per compromettere la struttura e generare il crollo	- Escavatori dotati di bracci (lunghi) - Sistema di demolizione (fly demolition) montato su gru - Sistemi di controllo remoto dei mezzi (radiocomando, videocamere) - Sistemi automatici per il contenimento della caduta delle macerie in quota
- Controllo delle demolizioni finalizzate ad ottenere interventi selettivi e poco invasivi	- Demolizione a mazza - Demolizione con martello pneumatico manuale	- Taglio a disco o a filo diamantato - Malte espandenti - Frese manuali - Pinze manuali
- Demolizione in ambienti particolari	- Ossitaglio	- Taglio o scarifica a freddo con acqua ad alta pressione che per il c.a.) - Sistemi controllo remoto dei mezzi (radiocomando, videocamere)
Sicurezza e salubrità degli ambienti per gli addetti alla demolizione	- Sommarie protezione degli addetti - Bagnatura delle superfici da demolire	- Controlli remoti delle macchine - Macchine (miniescavatori) piccole ed utilizzabili in sostituzione del martello pneumatico manuale - Cabine FOPS e ROPS - Insonorizzazione e controllo delle vibrazioni - Sistemi di ventilazione/aspirazione - Sistemi di abbattimento polveri con nebulizzatori

Per classificare le tecniche di demolizione è utile individuare alcuni punti chiave.



A) Oggetto

La demolizione può riguardare:

- l'intera struttura;
- una parte di essa (demolizione parziale).

B) Approccio

A livello di approccio la demolizione può essere suddivisa in:

- demolizione progressiva selettiva;
- demolizione per collasso deliberato;
- demolizione per rimozione di elementi.

C) Metodologia

A livello metodologico possiamo individuare le seguenti categorie:

- demolizione manuale;
- demolizione meccanica.

Un intervento di demolizione sarà la combinazione dei tre precedenti aspetti.

La scelta del metodo dipende da molti fattori. Secondo *Holdsworth*, che ha raccolto studi di altri autori, si possono individuare le seguenti macro-aree:

- 1) sicurezza degli operatori e incolumità pubblica;
- 2) aspetti ambientali;
- 3) aspetti economici;
- 4) tempistiche;
- 5) aspetti fisici relativi all'immobile.

A loro volta suddivise da studi successivi in ulteriori sottoaree che *Holdsworth* ha così schematizzato (Tab. 1.3).

Tab. 1.3 - Fattori chiave per la scelta del metodo di demolizione secondo Holdsworth

Abudayyeh et al (1998)		Abdullah (2003)		Hurley et al (2001)		
1	Financial considerations	1	Financial considerations	1	Cost	Financial
2	Time available	2	Time constraints	2	Time period	
3	Strength and quality of the structure	3	Stability of the structure	3	Structural form of the building	Physical
4	Shape, size and accessibility	4	Shape and size of the structure	4	Scale of construction	
		5	Location and accessibility of the structure	5	Location of the building	
5	Amount of concrete to be removed	6	Extent of demolition	6	Scope of the demolition	
6	Worker and public safety	7	Health & Safety	7	Safety	H&S
7	Environmental concerns	8	Environmental concerns	8	Previous use of the building	Environmental
8	Recycling	9	Recycling	9	Proposed fate of the building	
9	Transport and disposal of debris.	10	Transport consideration			
		11	Presence of hazardous material	10	Culture of the demolition contractor	
		12	Structural engineer approval			
		13	Client specification	11	Permitted level of nuisance	

1.2 Metodi di demolizione: approcci

In base alla natura dell'intervento e all'ambiente circostante si possono individuare tre tipologie di approccio di demolizione. Per tale classificazione risultano preziosi gli studi effettuati da *Anumba, et. al.*



Demolizione progressiva selettiva

Si procede con la rimozione controllata di parti di struttura, mantenendo staticamente efficienti le parti rimanenti.

Questa metodologia è tipicamente utilizzata nei casi in cui lo spazio delle operazioni è molto limitato. E' il caso della rimozione di partizioni interne, controsoffitti, porzioni strutturali, reti di servizi interni.

Collasso deliberato

Si procede con la rimozione di elementi chiave a livello statico in modo da provocare il collasso completo o parziale della struttura. Quest'ultima deve quindi essere staticamente sconnessa dalla parte esente da demolizione. La tecnica è utilizzata quando lo spazio circostante la struttura è sufficiente a consentire in sicurezza tale operazione.

Rimozione di elementi

La demolizione di parti di struttura viene effettuata per de-costruzione e smontaggio.

Gli aspetti critici della demolizione in questi casi riguardano le incertezze che spesso attorniano l'oggetto dell'intervento. Infatti valutazioni errate e indagini incomplete possono avere gravi conseguenze sui fattori chiave raccolti da *Holdsworth* (Tab. 1.3).

A tal fine l'Associazione Nazionale delle Aziende di Demolizione (NAD) individua alla tabella 1.4 il quadro di cause-effetti che influiscono su un intervento di demolizione.

1.3 Metodi di demolizione: esecuzione

Considerando invece gli aspetti metodologici, (punto C § 1.1), si possono fornire le seguenti indicazioni.

Demolizione manuale

In origine le demolizioni erano svolte con attrezzature manuali. Oggi, nonostante la meccanizzazione in molti interventi è ancora necessario o conveniente intervenire manualmente.

La casistica più ricorrente annovera le seguenti operazioni:

- riduzione di grossi elementi di carpenterie metalliche non accessibili alle macchine;

- recupero di parti impiantistiche (es. valvole, tubi, cavi ecc.);
- recupero di piccole attrezzature impiantistiche (esempi?);
- recupero cavi e strumentazioni;
- esecuzione di tagli e fori in solette, muri ecc.;
- rimozione di parti secondarie quali controsoffitti, infissi ecc.;
- demolizioni localizzate di parti strutturali.

Le attrezzature tipicamente usate consistono in:

- seghe a disco diamantato e mototroncatrici a catena diamantata;
- martelli pneumatici o elettrici;
- cannelli ossiacetilenici;
- arnesi manuali.

Sotto, l'immagine di una demolizione totalmente manuale effettuata in India: da notare la mancanza di protezioni sui bordi dell'edificio e il corposo accumulo di detriti.

Figura 1.3
Fasi di una
demolizione
manuale (India)



Demolizione meccanica

La maggior parte delle demolizioni avviene con l'utilizzo di macchine specializzate: da quelle di piccole dimensioni adatte ad esempio per ambienti

interni, spesso radiocomandate se in ambienti ostili, sino alle grandi macchine munite di appositi strumenti di frantumazione o taglio.

La scelta delle macchine avviene in relazione alle disponibilità di accesso e agli spazi di manovra.

In ampi spazi è sovente l'uso di escavatori a braccio alto (*high reach*) per la demolizione di strutture di notevole altezza, o di scavatori da demolizione per strutture meno estese verticalmente.

Per strutture particolarmente alte è spesso utilizzata una tecnica nota come **flying demolition** che prevede l'uso di un inserto di demolizione sospeso al braccio di una gru.

Quando le demolizioni sono da eseguirsi in ambito urbano è utilizzata una tecnica detta **top-down** o **floor-by-floor** che consiste nell'uso di macchine di piccola e media taglia e di attrezzi manuali per la demolizione controllata di porzioni strutturali piano per piano sino a terra o a quota idonea alle macchine di demolizione a terra, tipicamente escavatori da demolizione.

Alcune strutture possono essere agevolmente demolite sezionando in conci e posate a terra tramite l'utilizzo di gru o caricate su mezzi di trasporto. E' il caso di tralicci metallici, serbatoi sopraelevati, strutture prefabbricate o reticolari in acciaio.

In ambienti ostili, quali ad esempio all'interno di forni industriali o in presenza di materiali altamente pericolosi, è frequente l'utilizzo di macchine radiocomandate munite di appositi attrezzi di demolizione. Queste macchine sono anche utilizzate su piani di lavoro sospesi per operazioni ad alta quota, come nel caso di ciminiere industriali.



Tab. 1.4 - Fattori di incertezza: danni e rimedi (da NAD integrata)

FATTORE DI INCERTEZZA	DANNI	FATTORI DI SCELTA COINVOLTI	MISURE DI PREVENZIONE
Scarsa documentazione o non rispondenza alla reale situazione	Errata scelta della tecnica di demolizione, crolli e danni a cose e persone	(1), (3), (4)	Ricerca della documentazione, analisi, integrazione e verifica con rilievi in sito Acquisizione del supporto di imprese specializzate di comprovata esperienza
Incertezza relativa ai materiali componenti e presenti nella struttura	Danni ambientali, esposizione degli operatori. Fermo cantiere per rinvenimento di sostanza pericolose	(1), (2), (3), (4)	Indagine e ispezione accurate, campionamenti analitici mirati. Acquisizione del supporto di imprese specializzate di comprovata esperienza

Tab. 1.4 - (segue) Fattori di incertezza: danni e rimedi (da NAD integrata)

FATTORE DI INCERTEZZA	DANNI	FATTORI DI SCELTA COINVOLTI	MISURE DI PREVENZIONE
Incertezza sulle attività di bonifica	Errata pianificazione delle attività di bonifica interferenza con le attività di demolizione	(1), (3), (4)	Analisi delle fasi di demolizione e bonifica; scomposizione in dettaglio delle operazioni e accurate pianificazione temporale con metodo Gantt e Pert
Incertezza sull'impatto ambientale	Danni causati alle strutture limitrofe; danni ambientali; fermi cantiere	(1), (2), (3), (4)	Accurata procedura VIA; valutazione di metodi e provvedimenti per limitare gli effetti sull'ambiente circostante.
Sommatoria degli oneri di sicurezza	Infortuni e incidenti; danni a persone e cose	(1), (3), (4)	Stima analitica dei costi; scelta coerente delle tecniche di demolizione

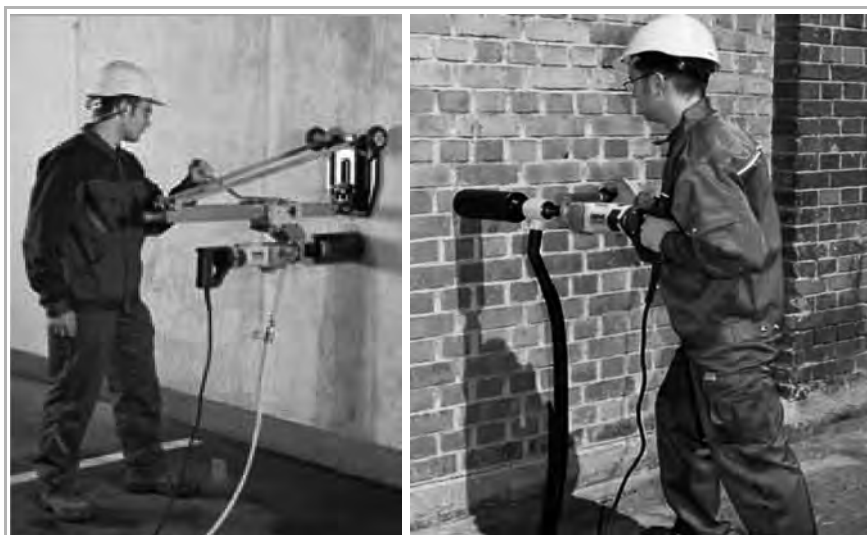
1.4 Attrezzature tradizionali per la demolizione

Al capitolo 2 (a pag. 43) sono dettagliatamente descritte le attrezzature utilizzate per la demolizione e le loro condizioni di utilizzo in sicurezza.

Le attrezzature tipicamente utilizzate sono di seguito riportate.

- Carotatrici

Figura 1.4
Carotatrice
(da catalogo
Rems)



Alla successiva figura 1.5 si riporta una fase della demolizione con la tecnica delle carote affiancate.



- Tagliamuri a disco diamantato (sega a binario)



QUADERNI
per il coordinatore



Figura 1.5
Demolizione per
carotaggio con
tecnica delle
carote affiancate



Figura 1.6
Taglio muro con
sega a binario
(foto dell'autore)

- Mototroncatrici a disco diamantato

Sono analoghe alle classiche smerigliatrici ma sono munite di un disco diamantato in grado di eseguire tagli netti su moltissimi materiali.



Figura 1.7
a sinistra

Mototroncatrice a disco diamantato

a destra

Motosega a catena diamantata
(Catalogo Husqvarna)

- Mototroncatrici a catena diamantata.
- Martelli demolitori elettrici o pneumatici.

Figura 1.8

Martello demolitore



Caratteristiche	PIC 13	PIC 10
Peso	13 kg	10 Kg.
Diametro utensile	22x82.5 Hex	22x82.5 Hex
Portata olio	7-15 lit/min	7-15 lit/min
Pressione MAX	140 Bar	140 Bar
Contro pressione max	25 Bar	25 Bar
Energia per colpo	40 J	40 J
Numero colpi minuto	2000 max	2000 max

1.5 Attrezzature meccaniche per la demolizione

Le macchine utilizzate in demolizione sono degli escavatori, progettati appositamente per le operazioni di demolizione, sul cui braccio possono essere montati diversi accessori:

- pinze combi;
- cesoie;
- frantumatori fissi e mobili;
- benne e pinze a ragno (o a grappolo);
- martelli demolitori idraulici.

Gli escavatori per demolizione hanno dimensioni e massa estremamente variabili: da qualche tonnellata fino a colossi di oltre 300 tonnellate.

Gli accessori indicati sono spesso utilizzati anche su mini escavatori e sulle terne.

La macchine a braccio alto sono invece attrezzature speciali che consentono di raggiungere altezze fino a 60 metri, la figura 1.17 ne illustra le componenti. Si riportano alcune immagini dell'utilizzo di tali macchine.



Figura 1.9
Mini escavatore
con martello
demolitore

►
Figura 1.10
 Macchine con
 cesoia



►
Figura 1.11
 A sinistra
 Cesoia al lavoro
 a destra
 Macchina con
 cesoia per
 struttura metallica



►
Figura 1.12
 A sinistra
 Frantumatore
 mobile su
 escavatore
 gommato
 a destra
 Frantumatore
 mobile su
 macchina
 di piccole
 dimensioni





QUADERNI
per il coordinatore

▲
Figura 1.13
A sinistra
Frantumatore su
escavatore al
lavoro
a destra
Frantumatore
fisso

◀
Figura 1.14
Utilizzo della
pinza Combi

◀
Figura 1.15
Benna mordente

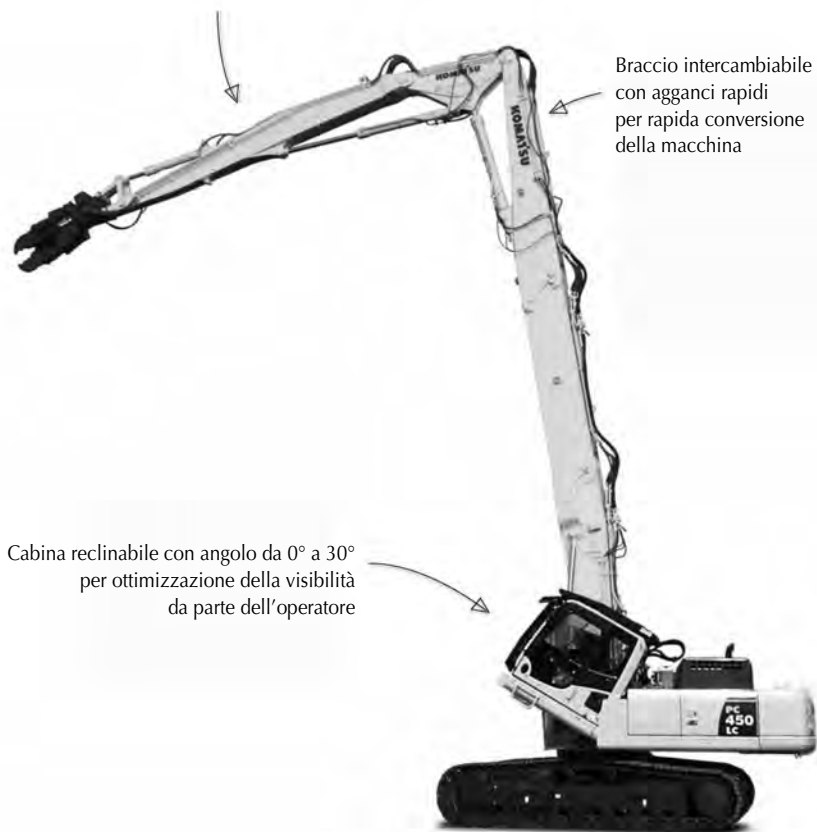
►
Figura 1.16
A sinistra
Pinza Combi
al lavoro
a destra
Pinza a ragno



►
Figura 1.17
Macchina
a braccio alto

Sistemi di sicurezza

- sensore per segnalazione d'inclinazione eccessiva del braccio
- cabina FOPS conforme ISO10262 livello II
- camera per visione posteriore con sensore di allarme





QUADERNI
per il coordinatore



Figura 1.18
Macchina
a braccio alto



Figura 1.19
Macchina
a braccio alto ed
escavatore con
cesoia in cantiere

►
Figura 1.20
Frantumatore
mobile su braccio
alto





▲ **Figura 1.21**

A sinistra
Miniescavatore
con martello
demolitore
a destra
Robot
radiocomandato
con martello per
demolizione
(Brokk)

▲ **Figura 1.22**
Macchina
radiocomandata
al lavoro (Brokk)

▲ **Figura 1.23**
Macchina
robotizzata
sospesa

►
Figura 1.24
Escavatore con
martello sospeso
ad una gru



►
Figura 1.25
Flying demolition:
la macchina è
portata in quota
tramite gru
(Despe)



►
Figura 1.26
Flying demolition
dettaglio
dell'attrezzo
sospeso la gru
stessa (General
Smontaggi)



1.6 Rischi nelle demolizioni

Quando si parla di rischi associati alle attività di demolizione si fa riferimento a situazioni di collasso intempestivo delle strutture o parti di esse spesso generate da assenza di metodologia e di una precisa pianificazione delle operazioni. Nei grandi cantieri i *general contractor* affidano gli interventi ad alto contenuto tecnologico a ditte specializzate che hanno ormai studiato protocolli ad elevati livelli di sicurezza danno precise garanzie al committente. In interventi di minore entità ciò non avviene e l'intervento è sottovalutato. I casi più frequenti di incidenti si registrano nelle demolizioni associate a cantieri medio-piccoli.



Ulteriore fonte di rischio è l'uso improprio delle attrezzature, meccaniche e manuali, non considerando le istruzioni indicate dal produttore.

La figura 1.27 è un esempio di tale situazione. E' ben difficile che il produttore dell'escavatore abbia omologato il mezzo per tale utilizzo aereo. Pertanto si espone l'operatore a un gravissimo rischio di caduta dall'alto.

Le condizioni del sito possono non garantire operazioni in sicurezza: ad esempio durante le demolizioni *piano-per-piano* la presenza dei cavedi verticali non bordati da parapetto, espone gli operatori a cadute dall'alto.

Dall'analisi dei report degli incidenti analizzati da *Anumba (2004)* emergono circostanze ricorrenti:

- collasso di parti strutturali;
- ribaltamento di parti strutturali;
- urti con detriti provenienti dall'alto;
- schiacciamenti da macchine in movimento;
- contatto con parti di macchine in movimento.

Un aspetto spesso trascurato, ma che tutti i protocolli standard cui si farà riferimento nei prossimi capitoli raccomandano di curare, è la messa in sicurezza delle strutture soggette a demolizione parziale. Ovvero attuando particolari quali un adeguato controventamento, la recinzione del sito come nel rifacimento delle facciate di edifici in muratura, la presenza di un'adeguata cartellonistica di segnalazione che evidenzia i rischi presenti nell'area.



Figura 1.27
Utilizzo
improprio di
macchine

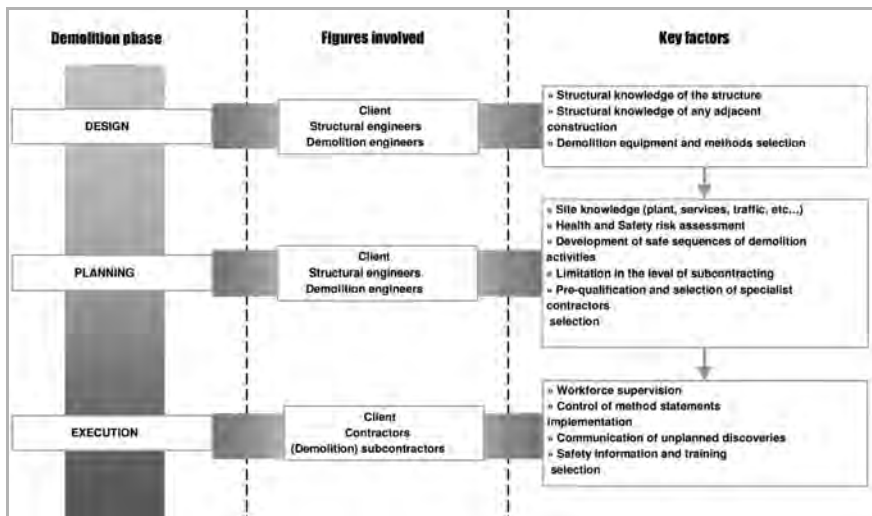
E' cioè di fondamentale importanza un'adeguata progettazione dell'intervento per la gestione e minimizzazione dei rischi.

1.7 Pianificazione della demolizione

Dalla breve introduzione svolta sin qui è ormai chiaro che la demolizione è un intervento che necessita di una corretta pianificazione in fase di progetto (cfr. Fig. 1.28).

Gli aspetti da considerare sono molteplici e possiamo certamente individuare i seguenti:

- conoscenza adeguata della struttura;
- conoscenza adeguata del sito;
- individuazione di vincoli di carattere ambientale;
- presenza di sottoservizi da mantenere;
- richieste del committente e degli enti preposti al rilascio delle autorizzazioni;
- corretta individuazione del budget da destinare.



La fase progettuale deve essere tale, ossia è necessario redigere un apposito documento progettuale corredato da disegni esplicativi della sequenza delle fasi operative: bonifiche, demolizioni, traffico di cantiere ecc., delle tecniche adottate, di eventuali analisi ambientali e strutturali, progetto di strutture temporanee di supporto e di sollevamento, piani di lavoro e di sollevamento, computi metrici e stima dei costi della sicurezza.

►
Figura 1.28
Fasi
della
pianificazione
della demolizione
(da Anumba
et. al)



L'idea del legislatore che, all'art. 151 comma 2, impone la redazione di un programma delle demolizioni è questa!

Non è ne sufficiente nè utile un documento puramente descrittivo e generico, non calato nella realtà dell'oggetto su cui intervenire. Non è utile all'impresa esecutrice, nè al coordinatore in fase di esecuzione nè alla committenza, esposti a tutte le aleatorietà che un documento incompleto ed approssimativo può generare.

L'esperienza dimostra che molto spesso l'oggetto da demolire presenta degli aspetti non noti a priori e che saranno manifesti solo durante le lavorazioni. Ciò è ancor più vero nelle demolizioni parziali con notevole influsso a livello di costi e tempi di cantiere.

Il NAD fornisce una serie di punti che devono costituire una linea guida per gestire a monte eventuali situazioni di questo tipo minimizzandone l'impatto complessivo.

I punti indicati sono i seguenti.

Tab. 1.5 - Linee guida NAD per la minimizzazione degli effetti degli imprevisti

1. prevedere adeguate risorse per le indagini preliminari finalizzate a valutare quantitativamente e qualitativamente le attività da svolgere;
2. prevedere adeguati tempi per l'ottenimento delle autorizzazioni;
3. istituire adeguati criteri e sistemi di valutazione e selezione delle imprese;
4. prevedere adeguate risorse per una adeguata gestione delle comunicazioni col territorio;
5. prevedere adeguate risorse economiche per la sicurezza in cantiere e istituire un efficace sistema di controllo degli investimenti;
6. prevedere la stesura di un adeguato capitolato di appalto che tenga conto della variabilità della commessa e preveda la gestione anche di eventi straordinari

I punti segnalati dal NAD meritano qualche considerazione, oltre quelle più ovvie ma che sono spesso disattese per primo dai committenti (cfr. i punti 1 e 2 della tab. 1.5).

Un aspetto che si ritiene innovativo è quello segnalato al punto 4: la comunicazione.

All'estero, soprattutto negli USA e in Australia, è molto diffusa la prassi di informare il pubblico sulle lavorazioni che saranno eseguite e di comunicare in anticipo eventuali possibili disagi dando evidenza di tutti gli interventi volti a minimizzarli, costituendo una barriera a contestazioni inutili e pretestuose. Ciò è certamente utile per prevenire la fastidiosa controversie, vere o fittizie, che spesso si instaurano in fase preliminare o durante il corso dei lavori. All'autore risulta che in grandi cantieri in Italia si è iniziato ad attuare una strategia di tale tipo e che essa produce, a consuntivo, ottimi risultati.

E' pertanto favorevolmente accolta l'osservazione del NAD in merito a tale aspetto, e quindi nel seguito del volume si individueranno alcune delle cause che sono spesso state oggetto di contestazioni all'estero e saranno forniti gli strumenti analitici di cautela.

Un ulteriore punto che merita di essere rimarcato è quello relativo alla qualificazione delle imprese, che per gli interventi privati non hanno alcun obbligo di legge sotto tale aspetto.

1.8 Prescrizioni del D.Lgs. 81/08

La legge di riferimento in materia di sicurezza sul lavoro è il D.Lgs. 81/08, con le modifiche che si sono succedute dopo l'emanazione.

Il decreto disciplina anche i lavori di demolizione, specificatamente alla Sezione VIII dell'Allegato 6, articoli dal n. 150 al n. 156 (figura 1.31). Ma da un'analisi comparata delle prescrizioni ivi contenute e di quanto si esporrà nel seguito emerge la necessità di un approfondimento normativo. Infatti, come è facile notare, il testo del 2008 ripropone esattamente le stesse prescrizioni in materia di demolizione presenti nei decreti degli anni '50.

Molte delle prescrizioni sono riconducibili al caso della demolizione *top-down*: negli anni '50 non erano però presenti le attrezzature meccaniche attuali e le demolizioni si svolgevano a mano o con macchine di piccola taglia. Era invece presente il concetto di demolizione per collasso deliberato (oggi art. 155 del D.Lgs. 81/08) anche di intere strutture.

L'articolo 151, "Ordine delle demolizioni", Comma 2 prescrive la necessità di redazione del *programma delle demolizioni* atto a tenere conto di quanto sin qui esposto.

Il legislatore riconosce l'importanza della sicurezza statica in vari punti:

- Art. 150 comma 1: *impone la verifica delle condizioni statiche della struttura;*
- Art. 150 comma 2: *impone il puntellamento o rafforzamento in casi di dubbia consistenza statica risultanti dalle indagini del comma precedente;*
- Art. 151 comma 1: *le demolizioni devono essere eseguite con ordine e con cautela senza pregiudizi della stabilità dell'opera e di quelle adiacenti;*
- Art. 152 comma 2: *gli operatori non devono lavorare sui muri in demolizione se superiori di altezza superiore ai 2m.*

E' imposta la salvaguardia dell'incolumità pubblica nell'area di intervento:

- Art. 153 comma 1: *utilizzo di canali convogliatori per lo carico delle macerie;*



- *Art. 154 comma 1: interdizione del traffico nell'area sottostante alla demolizione e realizzazione di appositi sbarramenti dell'area.*

Sono inoltre presenti alcuni aspetti che oggi si prestano ad interpretazione estensiva della norma e che è bene tenere in conto nella fase di pianificazione dell'intervento di demolizione.

Ci si riferisce in particolare ai seguenti articoli:

- *Art. 153 comma 3: riduzione della produzione delle polveri;*
- *Art. 155 comma 5: impedimento di danni per effetto delle vibrazioni indotte dallo scuotimento del terreno durante le demolizioni.*

La terminologia, nelle prescrizioni dei vari articoli del testo, essendo mutuata dai decreti degli anni '50 è lo specchio delle conoscenze dell'epoca ma i concetti sono chiari e rigorosi e indicano quanto attuali norme e raccomandazioni dispongono oggi e che saranno trattati nel seguito.

E' quindi necessario che tali aspetti facciano parte in modo completo del piano delle demolizioni.

Si pensi ad esempio alle lesioni di facciata per eccessiva vibrazione: oggi sono definite dalle norme "danni cosmetici" ma il legislatore del D.Lgs. 81/08 non indica se le lesioni sono strutturali o meno. Quindi ad una interpretazione estensiva del precetto una lesione è tale ed è sottoposta all'articolo 155, c. 5.

Un aspetto che si ritiene interessante è invece quanto riportato all'Allegato X: demolizioni e smantellamenti sono classificati come lavori di ingegneria civile. Questo è senza dubbio un riconoscimento che accredita legislativamente quanto riportato nel presente volume, che è la trasposizione di gran parte della realtà del settore.

Estratto del D.Lgs. 81/08

ALLEGATO X

ELENCO DEI LAVORI EDILI O DI INGEGNERIA CIVILE DI CUI ALL'ARTICOLO 89 COMMA 1, LETTERA A)

1. I lavori di costruzione, manutenzione, riparazione, demolizione, conservazione, risanamento, ristrutturazione o equipaggiamento, la trasformazione, il rinnovamento o lo smantellamento di opere fisse, permanenti o temporanee, in muratura, in cemento armato, in metallo, in legno o in altri materiali, comprese le parti strutturali delle linee elettriche e le parti strutturali degli impianti elettrici, le opere stradali, ferroviarie, idrauliche, marittime, idroelettriche e, solo per la parte che comporta lavori edili o di ingegneria civile, le opere di bonifica, di sistemazione forestale e di sterro.

2. Sono, inoltre, lavori di costruzione edile o di ingegneria civile gli scavi, ed il montaggio e lo smontaggio di elementi prefabbricati utilizzati per la realizzazione di lavori edili o di ingegneria civile.

L'orientamento attuale delle norme è sempre più rivolto al carattere della "garanzia di prestazione" indicando meri principi e pochi aspetti quantitativi. I tecnici sono quindi responsabili secondo le loro conoscenze e capacità e secondo il loro grado di confidenza con il progresso tecnologico, con il quadro normativo complessivo, con le norme volontarie di buona pratica (Istruzioni, norme UNI ed anche norme estere di "comprovata validità") a porre in essere tutte le misure tese al soddisfacimento della prestazione richiesta dalla norma.

Questo apre uno scenario molto ampio ed è bene essere al corrente dello stato dell'arte in molte discipline, affiancandosi quando necessario a specialisti del settore.

D.Lgs. 81/08 Demolizioni

SEZIONE VIII

Art. 150 - Rafforzamento delle strutture

1. Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.
2. In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli imprevisti.

Art. 151 - Ordine delle

1. I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.
2. La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Art. 152 - Misure di sicurezza

1. La demolizione dei muri effettuata con attrezzature manuali deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione.
2. E' vietato lavorare e fare lavorare gli operai sui muri in demolizione.
3. Gli obblighi di cui ai commi 1 e 2 non sussistono quando trattasi di muri di altezza inferiore ai due metri.

Art. 153 - Convogliamento del materiale di demolizione

1. Il materiale di demolizione non deve essere gettato dall'alto, ma deve essere trasportato oppure convogliato in appositi canali, il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta.
2. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati.
3. L'imboccatura superiore del canale deve essere realizzata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone.
4. Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.
5. Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.

Art. 154 - Sbarramento della zona di demolizione

1. Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.
 2. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.
-

Art. 155 - Demolizione per rovesciamento

1. Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.
2. La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti di altre parti.
3. Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.
4. Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.
5. Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolose per i lavoratori addetti.

Art. 156 - Verifiche

1. Il Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali, sentita la Commissione consultiva permanente, può stabilire l'obbligo di sottoporre a verifiche ponteggi e attrezzature per costruzioni, stabilendo le modalità e l'organo tecnico incaricato.
-

