



CONVEGNO INTERNAZIONALE DI ESPLOSIVISTICA CIVILE

DEMOLIZIONE DI PONTI CON ESPLOSIVI **ABBRUCH VON BRÜCKEN MIT SPRENGSTOFFE**

Roberto Folchi
NITREX srl

1. Le DEMOLIZIONI CON ESPLOSIVI
2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA
3. QUALIFICHE, COMPETENZE ED ESPERIENZE NECESSARIE
4. MEZZI, ATTREZZATURE E MATERIALI
5. QUANTIFICAZIONE IMPATTO:
 - vibrazioni
 - lancio di frammenti e polveri
 - sovrappressione in aria e rumore

1. ABBRUCHSPRENGUNG
2. Italienische GESETZGEBUNG UND VERORDNUNG
3. QUALIFIKATIONEN, FÄHIGKEITEN UND ERFAHRUNG FÜR DIE AUSFÜHRUNG
4. MITTEL, AUSRÜSTUNG UND MATERIALIEN
5. QUANTIFIZIERUNG DER AUSWIRKUNG:
 - Schwingung
 - Splitterung und staub
 - Luft Überdruck und Lärm

PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E CONTROLLO, LEZIONI APPRESE ENTWERFEN, AUSFÜHRUNG UND KONTROLLE, ERFAHRUNGEN

A. ponte/**Brücke** TANAGRO

B. viadotto/**Viadukt** PIETRASTRETTA

C. viadotto **/Viadukt** ITALIA - video

1. DEMOLIZIONI DI PONTI CON USO CONTROLLATO D'ESPLOSIVO

1. PERCHÉ?

- superamento durata di vita operativa “*life-cycle*”
- degrado meccanico
- obsolescenza

2. QUANDO con esplosivi in alternativa ai mezzi meccanici?

- altezza oltre i 12 ÷ 30 m (difficoltà d'accesso e manovra per mezzi meccanici)
- precarie condizioni d'assetto statico

3. COME?

- abbattimento al suolo mediante cinematismo (la struttura viene disarticolata a “meccanismo”, per essere demolita a terra con mezzi meccanici convenzionali)
- demolizione integrale (strutture massicce oppure strutture su pendii acclivi con rischio di pattinamento del relitto verso la pila da salvaguardare)

1. WARUM?

- Überschreitung der Betriebsdauer „*life-cycle*“
- Verschlechtern
- Obsoleszenz

2. WANN mit Sprengstoffen als Alternative zu mechanischen Mitteln?

- Höhe über 12 ÷ 30 m (Zugang und Manövrierschwierigkeiten für mechanische Mittel)
- Prekäre statische Trimm Bedingungen

3. WIE?

- zu Boden stoßen durch Auslösen eines kinematischen Mechanismus (die hyperstatische oder isostatische Struktur wird in einen „Mechanismus“ zerlegt, der mit Standard Bagger am Boden abgerissen werden kann)
- Vollständiger Abriss (massive Bauwerke oder Bauwerke an steilen Hängen mit der Gefahr, dass das Wrack in Richtung des zu sichernden Stapels rutscht)

4. CRITERI DI SCELTA tra demolizione con esplosivi e meccanica

- tempi d'esecuzione: con esplosivi pari a 20%+50% di quelli della demolizione meccanica
- costi: inferiori alla metà
- sicurezza: maggiore, per:
 - assenza di personale nelle aree pericolose durante le fasi a rischio
 - precisione nell'esecuzione, per la possibilità di rimozione contemporanea o con progressione temporale predeterminata, di vincoli in più punti della struttura così da innescare il collasso controllato (es. «stampelloni»)
- impatto ambientale: minore, per durata ed intensità dei fattori d'impatto:
 - vibrazioni
 - polvere
 - sovrappressione in aria e rumore
 - emissioni in aria

4. WAHLKRITERIEN zwischen Sprengstoffabbruch und mechanischem

- Ausführungszeiten: mit Sprengstoff, der 30 % bis 50 % des Sprengstoffs bei mechanischer Sprengung entspricht
- Kost: weniger als die Hälfte
- Sicherheit: Größer in folge von:
 - Abwesenheit von Personal in gefährlichen Bereichen während gefährdeter Phasen
 - Ausführung Präzision, aufgrund der Möglichkeit, Einschränkungen an mehreren Punkten der Struktur gleichzeitig oder in einem vorgegebenen Zeitverlauf zu beseitigen, um den „kontrollierten“ Einsturz auszulösen (z. B. «stampelloni»).
- Geringere Umweltbelastung: aufgrund der Dauer und Intensität der Einflussfaktoren:
 - Schwingung
 - staub
 - Luft Überdruck und Lärm
 - Luftemissionen

5. TENDENZA DEL MERCATO

- incremento del numero di ponti che si stanno approssimando o hanno già superato la durata di vita (in Italia > 30.000)
- incremento della quantità di manutenzioni straordinarie (per budget ridotto o impossibilità di interrompere il traffico)
- incremento delle demolizioni meccaniche con mezzi meccanici speciali (escavatori sempre più grandi)

6. COMPETENZE TECNICHE degli operatori dell'ingegneria degli esplosivi

- progressivo rapido depauperamento delle competenze tecniche e dell'etica del lavoro (come i tutti i settori della tecnica)

5. MARKT-TREND

- Anstieg der Anzahl von Brücken, die sich ihrer „life-cycle“ nähern oder überschritten haben (in Italien > 30.000)
- Erhöhung des Betrags der außerordentlichen Instandhaltung (aufgrund gekürzter Budgets oder Unmöglichkeit den Verkehr zu unterbrechen)
- Anstieg der mechanischen Abrisse mit speziellen mechanischen Mitteln (immer größere Bagger)

6. TECHNISCHE FÄHIGKEITEN von Sprengstoffingenieuren

- Fortschreitende und schnelle Verschlechterung der technischen Fähigkeiten und der Arbeitsmoral (wie in allen anderen technischen Bereichen)

2. LEGISLAZIONE E NORMATIVA

Pubblica sicurezza:

- R.D. 18/6/31 n. 773 Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza”: R.D. 18/6/31 n. 773.
- R.D. 6.5.40, n. 635: Regolamento per l'esecuzione del Testo Unico 18/06/31 n. 773 delle leggi di Pubblica Sicurezza. **NORMATIVA RESIDUALE – superata in molte parti da normativa più recente e di origine comunitaria – non emendata nel testo.**
- D. Lgs. 7/97 Recepimento della direttiva 93/15/CEE relativa all'armonizzazione delle disposizioni in materia di immissione sul mercato e controllo degli esplosivi ad uso civile (**ora superata dalla direttiva “Esplosivi per uso civile 2014/28/EU, 93/15/CEE”: TRACCIABILITÀ ESPLOSIVI, ECC.).**
- D.M. 272/2002 Regolamento di esecuzione del decreto legislativo 2 gennaio 1997, n. 7, recante le norme di recepimento della direttiva 93/15/CEE relativa all'armonizzazione delle disposizioni in materia di immissione sul mercato e controllo degli esplosivi per uso civile
- D. M. Interno 15.8.05: Speciali limiti all'importazione, commercializzazione, trasporto e impiego di detonatori ad accensione elettrica a bassa e media intensità nonché all'impiego e al trasporto degli altri esplosivi di 2a e 3a categoria, ai sensi dell'articolo 8, comma 1, del D.L. 27.7.05, n. 144, convertito, con modificazioni, dalla legge 31.7.05, n. 155 ratificato dal DM 8.4.2008.

Prevenzione degli infortuni:

- DPR 19/03/56 n. 302: Prevenzione degli infortuni nella produzione e nell'impiego degli esplosivi. (SUPERATO DA D.Lgs 81/2008 – di riferimento)
- DPR 20/03/56 n. 230: Prevenzione degli infortuni ed igiene dei lavori in sotterraneo. (SUPERATO DA D.Lgs 81/2008 – di riferimento)
- **D.Lgs 81/2008**

Polizia mineraria (di riferimento per le demolizioni):

- DPR 128/59: Norme di Polizia delle miniere e delle cave. (PARTE ESPLOSIVI)
- D.Lgs. 624/96: Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee.
- D. M. Industria 14.7.79: Norme per il rilascio dell'idoneità di prodotti esplosivi ed accessori di tiro all'impiego estrattivo, ai sensi dell'art. 687 del DPR 128/59.
ELENCO ESPLOSIVI RICONOSCIUTI IDONEI DALLO STATO ITALIANO – in contrasto con direttive comunitarie su libera circolazione merci (tra cui gli esplosivi)

Principale normativa specialistica:

- DIN 4150-1 del 2001: Erschütterungen im Bauwesen - Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen (**Le vibrazioni nelle costruzioni: acquisizione delle grandezze fisiche correlate alle oscillazioni**).
- DIN 4150-2 del 1992: Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (**...: effetto sulle persone**).
- **DIN 4150-3 del 2016: Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen im bauliche Anlagen (...: effetti sui manufatti).**
- UNI 9614 del 1990: Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo.
- UNI 9916 del 2004: Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- U.S.B.M. R.I. 8507, Siskind D.E., Stagg J.W., Kopp J.K. Dowding C.H., Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration from Surface Mine Blasting, 1980.

3. QUALIFICHE, COMPETENZE ED ESPERIENZE PER ESECUZIONE A REGOLA D'ARTE

A. Struttura di un progetto di demolizione con esplosivi:

1. Inquadramento del contesto socio-economico ed urbanistico.
2. Definizione delle soggezioni all'esecuzione (fabbricati civili ed industriali, campi elettromagnetici per antenne o linee elettriche, correnti vaganti, condutture gas o combustibili, impianti sensibili alle vibrazioni, recettori sensibili, ecc.).
3. Caratterizzazione geologica e geotecnica (per la sicurezza sismica).
4. Descrizione struttura da demolire e di quelle da salvaguardare.
5. Descrizione del lavoro.
6. Normative e relativi valori limite di riferimento per i fattori d'impatto.
7. Definizione dell'algoritmo per la quantificazione dell'impatto ambientale.

A. Struktur eines Sprengstoffabbruchprojekts:

1. Überblick über den sozioökonomischen und städtischen Umgebung.
2. Definition der auszuführenden Gegenstände (Zivil- und Industriegebäude, elektromagnetische Felder für Antennen oder Stromleitungen, Streuströme, Gas- oder Kraftstoffleitungen, vibrationsempfindliche Anlagen, empfindliche Rezeptoren usw.).
3. Geologische und geotechnische Charakterisierung (für Erdbebensicherheit).
4. Beschreibung des abzureißenden und zu schützenden Strukturen.
5. Stellenbeschreibung.
6. Normen und zugehörige Referenzgrenzwerte für Impact Einflussfaktoren.
7. Definition des Algorithmus zur Quantifizierung der Umweltauswirkungen.

3. QUALIFICHE, COMPETENZE ED ESPERIENZE PER ESECUZIONE A REGOLA D'ARTE

A. Struttura di un progetto di demolizione con esplosivi

8. Quantificazione dei sistemi di contenimento dell'impatto ambientale.
9. Verifica di resistenza della struttura predisposta all'abbattimento con esplosivi (D.L. 81/2008 art. 150) con indagini per la caratterizzazione meccanica, verifica strutturale a rottura per resistenza ultima (NTC) , anche su modello 3D F.E.M. o A.E.M..
10. "Piano di demolizione"- Progetto Esecutivo (D.L. 81/2008 art. 151) con:
 - attività da svolgere
 - risorse
 - tempistiche
 - impatto indotto e verifica di conformità alla normativa.
9. Piano di monitoraggio dell'impatto ambientale.
10. Piano Operativo di Sicurezza con HazOp.

A. Struktur eines Sprengstoffabbruchprojekts

8. Quantifizierung von Systemen zur Eindämmung von Umweltauswirkungen.
9. Überprüfung der Widerstandsfähigkeit der zum Abbruch mit Sprengstoffen vorbereiteten Struktur (Italienischer Gesetzesdekret 81/2008 Art. 150) mit Untersuchungen zur mechanischen Charakterisierung, struktureller Überprüfung des Versagens für die Endfestigkeit (Italienischer Technische Standards für den Bau), auch anhand eines 3D-F.E.M.-Modells. oder A.E.M.
10. „Abbruchplan“ – Ausführungsprojekt (Italienischer Gesetzesdekret 81/2008 Art. 151) mit:
 - Tätigkeit
 - Ressourcen
 - Fristen
 - Auswirkungen und Überprüfung der Einhaltung der Rechtsvorschriften.
9. Plan zur Umweltauswirkungen Überwachung.
10. Betriebssicherheitsplan mit HazOp.

B. Competenze per l'esecuzione a regola d'arte

1. **Rilevante: Ingegneria strutturale, scienza e tecnica delle costruzioni, fisica, scienza dei materiali, teoria della micro fratturazione (Griffith), dinamica della propagazione delle sollecitazioni nei mezzi (Kosky),** esperienze di costruzione e demolizione necessarie per la validazione dei modelli di comportamento a rottura e resistenza ultima).
2. **Ingegneria degli esplosivi** per dimensionamento esplosivi ed incendiivi, caricamento ed innesco in progressione, definizione dell'algoritmo per quantificazione effetti indotti all'intorno.
3. **Sicurezza** (detonica, tecniche d'analisi dei rischi) per analisi dei rischi ed HazOp.
4. **Metrologia.**

B. Fähigkeiten für eine Ausführung nach stand der Technik

1. **Relevant: Bauingenieurwesen, Bauwissenschaften und -technologie, Physik, Materialwissenschaften, Mikrofrakturierungstheorie (Griffith), Dynamik der Spannungsausbreitung in Medien (Kosky),** Bau- und Abbrucherfahrungen, die für die Modellvalidierung (Versagensverhalten und Endfestigkeit) erforderlich sind.
2. **Sprengstofftechnik** für die Dimensionierung von Spreng- und Brandmitteln, progressive Beladung und Zündung, Definition des Algorithmus zur Quantifizierung der in der Umgebung verursachten Auswirkungen.
3. **Sicherheit** (Detonik, Risikoanalyse) für Risikoanalyse und Gefahrenabwehr,
4. **Metrologie.**

LINEE DI VITA



LINEE DI VITA



PERFORAZIONE FORI DA MINA

- rotopercussione

idraulica

mezzi radiocomandati

(diametri piccoli –medi)

carro di
perforazione
gommato,
idraulico, diesel,
radiocomandato



PERFORAZIONE FORI DA MINA

carro multifunzione
cingolato, con
braccio da
perforazione,
idraulico, elettrico,
radiocomandato,
con accessorio per
perforazione



PERFORAZIONE FORI DA MINA



carro di
perforazione
gommato,
idraulico, diesel,
radiocomandato

PERFORAZIONE FORI DA MINA

- manuale, a rotopercussione



PERFORAZIONE FORI DA MINA

- manuale, a carotaggio diamantato



PERFORAZIONE FORI DA MINA

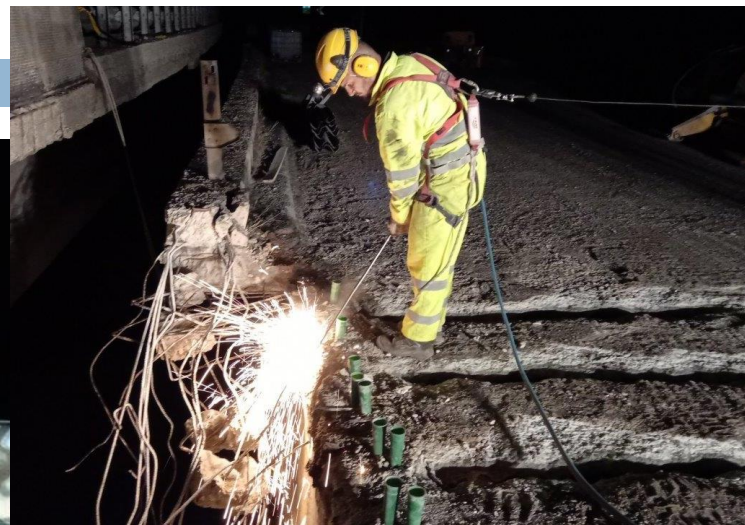
– attività completata sull’impalcato di un ponte con i fori protetti mediante coni di plastica



DEMOLIZIONE MECCANICA – martello idraulico



carro multifunzione,
con MARTELLO
per demolizione



DEMOLIZIONE MECCANICA – martello idraulico



carro multifunzione,
con MARTELLO per
demolizione
su piattaforma aerea
autostabilizzante per
operazioni in quota



DEMOLIZIONE MECCANICA

– frantumatore idraulico



carro multifunzione
con PINZA per
frantumazione

TAGLIO CON UTENSILI DIAMANTATI

“tagliasuolo” per
taglio con disco a
diamante di
spessori di
calcestruzzo armato
sino a 50 cm



4.1.11 TAGLIO CON UTENSILI DIAMANTATI

– A MANO



DISPOSITIVI DI CONTENIMENTO DELL'IMPATTO

– reti di funi d'acciaio



CASE HISTORY PONTE STRADALE: il TANAGRO









CASE HISTORY

VIADOTTO STRADALE: il PIETRASTRETTA

31

















Per una demolizione controllata di successo sono necessari:

- Conoscenze teoriche costantemente validate da continui riscontri sperimentali.
- Conoscenza del comportamento statico e dinamico di «obiettivo» e «recettori».
- Progetto dettagliato, verificato e validato con simulazioni su modelli FEM / AEM, aggiornato coi lavori in corso.
- Risorse umane specializzate, mezzi d'opera e materiali dedicati
- Monitoraggio continuativo impatto ambientale.
- Polizza d'assicurazione appropriata per l'uso di esplosivi alla distanza di lavoro dei recettori.

Für einen erfolgreichen kontrollierten Abbruch benötigen Sie:

- Theoretisches Wissen, das durch experimentelle Erkenntnisse laufend validiert wird.
- Kenntnis des statischen und dynamischen Verhaltens von „Ziel“ und „Rezeptoren“
- Detailliertes Design, validiert mit Simulationen an FEM-/AEM-Modellen, und aktualisiert mit den laufenden Arbeiten.
- Hochspezialisierten Humanressourcen, Spezialmaterialien und –Arbeitsmitteln.
- Kontinuierliche Vermessung der Umweltauswirkungen.
- Geeignete Versicherungspolice für den Einsatz von Sprengstoffen im Arbeitsabstand der Rezeptoren.



In this video we will run through the events again

Domande? Fragen?

