

I controlli sul calcestruzzo operati dalla Direzione Lavori Spea (Gruppo Autostrade SpA)

Cristian Tidu, Spea



I controlli sul calcestruzzo, fresco ed indurito, rivestono una notevole importanza nell'ambito delle attività di accettazione dei materiali svolte dalle Direzioni Lavori Spea presso i principali cantieri autostradali della Committente Autostrade per l'Italia.

Si elencano di seguito alcuni dei **principali cantieri autostradali attualmente in lavorazione o di recente ultimazione:**

- A1 Milano-Napoli - Tratto Variante di Valico - Adeguamento del tratto di attraversamento appenninico tra Sasso Marconi e Barberino di Mugello - Lotti 5A-5B-6-7 9-10-11-12-13
- A1 Milano-Napoli - Ampliamento alla 3^a corsia tratto Firenze nord-Firenze sud
- A3 Napoli-Pompei-Salerno - Ampliamento alla 3^a corsia
- A14 Bologna-Taranto - Tratto Rimini Nord-Pedaso - Ampliamento alla 3^a corsia
- A1 Milano-Napoli - Ampliamento alla 3^a corsia - tratto Roma nord - svincolo di Settebagni (ultimato)
- A9 Lainate-Como-Chiasso - Ampliamento alla 3^a corsia - Tratto Interconnessione di Lainate-Como (Grandate)
- A1 Milano-Napoli - Ampliamento alla 3^a corsia - Tratto Barberino del Mugello-Firenze Nord-Lotto 0
- A12 Rosignano-Civitavecchia - Lotto 1 (ultimato)

Per i diversi cantieri succitati sono stati messi in opera notevoli volumi di calcestruzzo (diverse centinaia di migliaia di mc), nella realizzazione delle principali opere d'arte quali rivestimenti di gallerie naturali, gallerie artificiali, viadotti, cavalcavia, opere di sostegno, fabbricati, ecc.. Come ben noto a seconda della destinazione d'uso, della classe di resistenza e di esposizione sono stati prescritti dai progettisti gli opportuni calcestruzzi da impiegare in armonia con le disposizioni delle norme UNI EN 206 e UNI 11104.

Questo ha comportato, visti i notevoli quantitativi di calcestruzzo richiesti, il ricorso a più impianti di confezionamento del calcestruzzo, implicando da parte della Direzioni Lavori una imponente attività di qualifica delle miscele di calcestruzzo, inizialmente prequalificate dall'Appaltatore, così come prescritto dal quadro normativo (DM 14.01.2008 art. 11.2.2-11.2.3-11.2.5) e dal Capitolato Speciale d'Appalto (CSA).

Oltre ai prelievi prescritti dalla norma per i **CONTROLLI DI ACCETTAZIONE**, vengono effettuate dalle DL numerose verifiche in corso d'opera riguardanti sia i **costituenti del calcestruzzo**, quali aggregati (controlli ogni 8.000 mc di aggregati impiegati), legante, acqua ed additivi, che verifiche riguardanti le **proprietà delle miscele impiegate** (prove sul fresco quali: consistenza - oltre a quelle effettuate in concomitanza dei prelievi dei campioni per il controllo di accettazione, omogeneità, massa volumica, rapporto a/c, acqua essudata, contenuto d'aria e rotture a 7 gg di maturazione).

Nella tabella 1 riepilogativa viene indicato schematicamente, per alcuni cantieri il quantitativo di calcestruzzo previsto nel progetto, il numero di prelievi aggiornato al 31.10.2012 (in conformità con l'art. 11.2.4 del DM 14.01.2008) ed infine il numero di miscele qualificate dalla Direzione Lavori. Mentre nella tabella 2 vengono dettagliati i controlli sul calcestruzzo fresco ed indurito eseguiti sul lotto 6B della A14, al fine di evidenziare l'attività svolta giornalmente dai tecnici Spea e dal Laboratorio Autorizzato TecnoLab.

Tabella 1. Quadro sintetico - controllo calcestruzzo

Cantiere	Calcestruzzo STRUTTURALE in progetto (mc)	numero prelievi al 31.10.12 per controlli di accettazione	numero miscele qualificate
Austrada A1 Milano-Napoli-Variante di Valico Lotto 5A	443.691,00	5.526	88
Austrada A1 Milano-Napoli-Variante di Valico Lotto 5B	174.359,00	2.334	41
Austrada A1 Milano-Napoli-Variante di Valico Lotti 6-7	681.000,00	5.200	138
Austrada A1 Milano-Napoli-Variante di Valico Lotti 9-10-11-	1.002.191,00	20.664	267
Austrada A1 Milano-Napoli-Variante di Valico Lotti 12-17	299.172,00	5.240	53
Austrada A1 Milano-Napoli-Variante di Valico Lotto 13-	161.174,00	4.686	51
Austrada A1 Milano-Napoli-Ampliamento alla 3a corsia -tratto Barberino del Mugello- Firenze Nord- Lotto 0	154.025,00	986	54
Austrada A1 Milano-Napoli-ampliamento alla 3a corsia tratto Firenze nord- Firenze sud Tratta A	50.070,00	1.460	12
Austrada A1 Milano-Napoli-ampliamento alla 3a corsia tratto Firenze nord- Firenze sud TrattaB	321.054,00	5.428	72
Austrada A1 Milano-Napoli-ampliamento alla 3a corsia tratto Firenze nord- Firenze sud Tratte C	206.670,00	2.555	67
Autostrada A9 Lainate - Como - Chiasso- Ampliamento alla 3a corsia- Tratto: Interconnessione di Lainate - Como(Grandate)	120.074,00	2.684	20
Autostrada A14 Bologna -Taranto-tratto Rimini Nord-Pedaso- Ampliamento alla 3a corsia Lotti 1A-1B	286.318,00	5.061	44
Autostrada A14 Bologna -Taranto-tratto Rimini Nord-Pedaso- Ampliamento alla 3a corsia Lotto 2	269.035,00	5.317	68
Autostrada A14 Bologna -Taranto-tratto Rimini Nord-Pedaso- Ampliamento alla 3a corsia Lotto 3	141.144,00	3.500	20
Autostrada A14 Bologna -Taranto-tratto Rimini Nord-Pedaso- Ampliamento alla 3a corsia Lotto 4	229.578,00	5.014	33
Autostrada A14 Bologna -Taranto-tratto Rimini Nord-Pedaso- Ampliamento alla 3a corsia Lotto 5	220.000,00	617	22
Autostrada A14 Bologna -Taranto-tratto Rimini Nord-Pedaso- Ampliamento alla 3a corsia Lotto 6A	48.000,00	1.781	26
Autostrada A14 Bologna -Taranto-tratto Rimini Nord-Pedaso- Ampliamento alla 3a corsia Lotto 6B	92.146,00	2.825	25
Autostrada A1 Milano -Napoli - Ampliamento alla 3ª corsia -tratto Roma nord- svincolo di Settebagni	57.478,00	1.997	18
Autostrada A12- Rosignano-Civitavecchia- Lotto 1	19.309,00	362	4
TOTALI	4.976.488,00	83.237	1.123

Tabella 2. A14 Lotto 6B: prove sul calcestruzzo al 31.10.12

Prove sull'indurito	numero prove
Resistenza a compressione a 7 gg:	n. serie 2825
Resistenza a compressione a 28 gg:	n. serie 2825
Prove sul fresco:	
Consistenza:	n. 3039
Contenuto d'aria:	n. 1446
Acqua essudata:	n. 1742
Rapporto a/c:	n. 536
Massa volumica:	n. 2562
Omogeneità:	n. 1274

ESTRATTI DAL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Si riportano di seguito alcuni estratti del Capitolato Speciale d'Appalto (CSA) al fine di meglio specificare la tipologia e l'entità dei controlli previsti ed eseguiti sul calcestruzzo.

Il Capitolato Speciale d'Appalto prescrive che l'Appaltatore debba eseguire la **PREQUALIFICA** dei materiali e degli impasti in tempo utile prima della qualifica all'impianto, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori una RELAZIONE DI PREQUALIFICA contenente:

- a) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati e i dati di assorbimento delle varie dimensioni dell'aggregato;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria aggiunta, il valore previsto della consistenza al cono (o altro metodo se richiesto), per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) le caratteristiche dell'impianto di confezionamento, i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) la documentazione che attesta una produzione con processo industrializzato del calcestruzzo;
- f) i risultati delle prove di prequalifica all'impianto.

Viene prescritta inoltre la **QUALIFICA** all'impianto con lo scopo di verificare sia l'efficienza dell'impianto (che dovrà essere sempre munito di FPC) sia le caratteristiche delle miscele che si devono produrre. Detta qualifica viene generalmente eseguita con il supporto di laboratori Ufficiali/Autorizzati dal Ministero, e vengono effettuate, su almeno tre impasti consecutivi, le seguenti verifiche:

1. il valore medio della resistenza a compressione a 28 giorni (R_m) che dovrà soddisfare i diversi limiti prescritti a seconda della classe di Rck, dovrà inoltre essere misurata la resistenza a compressione a 2 e 7 giorni;
2. il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di consistenza dichiarata ± 20 mm. Salvo requisiti diversi definiti in Progetto o individuati dalla Direzione dei Lavori in funzione delle condizioni di impiego, la consistenza deve mantenersi:

- per almeno 60 minuti per temperature fino a 20°C;
- per almeno 45 minuti per temperature fino a 30°C;
- 3. deve essere verificata l'omogeneità del calcestruzzo all'atto del getto su due campioni, prelevati rispettivamente a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera; deve risultare:
 - una differenza dell'abbassamento al cono non superiore a 30 mm,
 - una differenza tra le percentuali in peso di passante al vaglio a maglia quadrata da 4 mm dei due campioni non superiore al 4%;
- 4. il rapporto acqua/cemento determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 6393, non deve differire di + 0.03 da quello dichiarato nella prequalifica;
- 5. il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco dev'essere superiore al 98% del teorico;
- 6. il bleeding (secondo UNI 7122, p. 5.2) deve essere minore dello 0,1% dell'acqua di impasto.

Le resistenze medie a compressione per ciascun tipo di calcestruzzo, misurate a 2 e 7 giorni sui provini prelevati dall'impasto di prova all'impianto, non devono discostarsi di $\pm 15\%$ dalle resistenze indicate nella relazione di prequalifica.

La Direzione Lavori esegue **CONTROLLI PERIODICI IN CORSO D'OPERA** per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica e l'utilizzo delle miscele previste per le varie parti delle opere.

Il CSA prescrive che la confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita presso gli impianti preventivamente approvati dalla Direzione Lavori in fase di qualifica delle miscele.

Alla fine di ogni turno di lavoro l'Appaltatore trasmette al Responsabile del Controllo Qualità dei Materiali, incaricato dal Direttore dei Lavori, copia dei tabulati riportanti i dati di carico d'ogni impasto eseguito durante il turno stesso.

La mancata consegna dei tabulati comporta la non conformità del conglomerato cementizio prodotto durante l'intera giornata lavorativa.

È obbligatorio l'impiego di premescolatori fissi per i calcestruzzi aventi resistenza a compressione di 40 MPa o maggiore o aventi rapporto a/c di 0,45 o minore e per i calcestruzzi aerati.

Gli impianti di betonaggio devono essere del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, delle aggiunte minerali e del cemento e a volume per gli additivi; la precisione delle apparecchiature per il dosaggio sono quelli della norma UNI EN 206-1; viene controllato il contenuto d'umidità degli aggregati in funzione del quale deve essere corretto il dosaggio d'acqua di impasto.

Fermo restando quanto stabilito dal DM riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione viene controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding secondo UNI 7122). La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono (slump), come disposto dalla norma UNI EN 12350.

Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nel mix-design di prequalifica.

Ad ogni controllo viene redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzioni Lavori, ad eccezione del caso in cui il controllo viene eseguito in concomitanza con il prelievo dei campioni nel qual caso i valori riscontrati vengono trascritti direttamente nel verbale di prelievo.

Qualora l'abbassamento, con tolleranza di ± 2 cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di successive manipolazioni, ma sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

La prova d'omogeneità sarà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4 mm. La percentuale in peso di aggregato grosso nei due campioni non dovrà differire più del 6%.

Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria secondo la Norma UNI EN 12350-7 è richiesta per tutti i calcestruzzi aerati. Quando il contenuto percentuale d'aria aggiunta non sarà quello preliminarmente stabilito l'autobetoniera viene allontanata dal cantiere.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco viene controllato in cantiere, secondo la Norma UNI 6393, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase d'indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati, eventualmente necessari per fornire indicazioni circa lo scassero e la movimentazione nel caso di elementi prefabbricati. Ai fini contabili viene eseguita la rottura a compressione dei provini a 7 gg di maturazione, al fine di consentire la contabilizzazione provvisoria delle parti d'opera realizzate, verificando il rispetto dei valori attesi in armonia con la curva di qualifica.

Conclusioni

L'attività di qualifica, controllo ed accettazione del calcestruzzo come si è visto, ed il controllo qualità dei materiali/lavorazioni in genere, è indubbiamente svolta dalle Direzioni Lavori Spea con la massima attenzione e rigore al fine di assicurare la corretta esecuzione delle opere in conformità al progetto, e garantire gli organi di collaudo e la Committente in merito alla qualità dei materiali impiegati nelle infrastrutture. Le attività di prova vengono svolte sia da tecnici Spea che con il supporto dei laboratori autorizzati dal Ministero, presenti su ogni cantiere autostradale.

Spea Ingegneria Europea, è la società di ingegneria del Gruppo Autostrade.

Fondata nel 1961 a Milano, dall'incorporazione dell'ufficio tecnico dell'impresa Italstrade, il suo nome prende origine dall'acronimo di "Società Progettazioni Edili Autostradali". Solo alla fine degli anni '80 il logo viene abbreviato in quello attuale. *Spea* sviluppa servizi integrati di ingegneria nel settore delle infrastrutture di trasporto: studi e progetti, direzione dei lavori, monitoraggio e manutenzione.

I tecnici *Spea* si occupano sia di infrastrutture nuove, sia di adeguamento ed ampliamento di strutture esistenti ai nuovi standard di sicurezza. Nuovi progetti, opere di ripristino e manutenzione, catasti informatizzati, studi di impatto e inserimento ambientale, monitoraggio ambientale e opere di mitigazione sono al servizio del gestore per la sicurezza dell'utente, la tutela dell'ambiente e la salvaguardia del territorio.

Le *principali attività* della *Spea* riguardano:

Studi e progetti di strade, autostrade (ne ha progettate più di 5.000 km) ed altre infrastrutture di trasporto; di impatto ambientale; di riequilibrio e conservazione dell'ambiente e di ripristino di aree ad elevata valenza ecologica; di monitoraggio ambientale.

Direzione dei lavori per assicurare la corretta esecuzione delle opere in conformità al progetto, nel rispetto degli obiettivi contrattuali e delle norme di legge ed assicurando il controllo degli standard di sicurezza durante l'avanzamento di ogni fase del cantiere.

Monitoraggio e manutenzione dove svolge servizi per la sicurezza e la manutenzione programmata di strutture ricadenti sulla rete autostradale di Gruppo, che comprendono ispezioni, controlli non distruttivi e schedature per ponti e viadotti, gallerie e opere d'arte minori.
