REGIONE SICILIANA

ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ
DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'ACQUA E DEI RIFIUTI
Servizio IV: Gestione Infrastrutture per le Acque
Viale Campania, 36/A, 90143 Palermo

ACCORDO PROT.45419 DEL 31/10/2017
MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI – REGIONE SICILIANA
DELIBERA CIPE N°54/2016 – SCHEDA N°075: DIGA GIBBESI

Progetto per l'affidamento dei servizi di ingegneria relativi allo studio di rivalutazione sismica delle opere strutturali dell'impianto, alla progettazione esecutiva della manutenzione straordinaria della strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie, allo studio interpretativo e alla progettazione esecutiva del riefficientamento della strumentazione di monitoraggio e controllo. CIG 7777139A1F

5 – CAPITOLATO DESCRITTIVO PRESTAZIONALE

relativo ai servizi di ingegneria ed architettura oggetto dell'appalto

Indice

0 – Oggetto dell'appalto
CAPO I - Rivalutazione della sicurezza sismica dello sbarramento in materiale sciolto, delle opere strutturali in calcestruzzo, in calcestruzzo armato e acciaio (SERVIZIO A)
1 - Oggetto della prestazione
2 - Descrizione delle opere oggetto di studio
3 - Regole e norme tecniche da rispettare
4 - Aspetti normativi specifici per le dighe
5 - Requisiti tecnici e contenuti dello studio
6 - Indagini conoscitive
7 - Indicazioni specifiche concernenti l'acquisizione dei dati per la valutazione della sicurezza delle opere accessorie e di scarico in c.a.
8 - Approfondimento geologico e geotecnico ai fini della caratterizzazione dei materiali delle opere e delle fondazioni
9 - Piano di indagini
9.1 - Strutture in c.a.
9.2 - Corpo diga, sponde e terreni di fondazione
10 - Stati limite di riferimento
11 - Azione sismica
12 - Studio sismotettonico: pericolosità sismica
13 - Selezione e scalatura degli accelerogrammi
14 - Analisi sismiche
15 - Combinazione delle azioni
16 - Modello e metodo per le analisi dinamiche
17 - Giudizio di ammissibilità
CAPO II – Progettazione e Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione (SERVIZIO B e SERVIZIO C)
18 - Progettazione
18.1.1 - Principi e finalità della progettazione
18.1.2 - Criteri generali di progettazione
18.1.3 - Proprietà intellettuale e materiale degli elaborati, subentro o sostituzione dei progettisti
18.2 – Progetto definitivo
18.2.1 - Documentazione ed elaborati del progetto definitivo
18.2.2 - Relazioni tecniche
18.2.3 - Studio di impatto ambientale e studio di fattibilità ambientale
18.2.4 - Elaborati grafici del progetto definitivo
18.2.5 - Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti
18.2.6 - Disciplinare descrittivo e prestazionale
18.2.7 - Elenco dei prezzi unitari, computo metrico estimativo e quadro economico del progetto definitivo
18.2.8 - Acquisizione dei pareri e approvazione dei progetti - Conferenza di servizi

18.3 – Progetto esecutivo
18.3.1 - Documentazione ed elaborati del progetto esecutivo
18.3.2 - Relazioni tecniche
18.3.3 - Elaborati grafici del progetto esecutivo
18.3.4 - Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti
18.3.5 - Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
18.3.6 – Cronoprogramma
18.3.7 - Elenco dei prezzi unitari, computo metrico, computo metrico-estimativo
18.3.8 - Quadro economico
18.3.9 - Schema di contratto
18.3.10 - Capitolato speciale d'appalto: criteri generali
18.3.11 - Capitolato speciale d'appalto: lavori a corpo, lavori a misura, lavori in economia
18.3.12 - Validazione del progetto esecutivo
19 – Coordinamento progettuale
19.1 - Le prestazioni
19.2 - Piano di sicurezza
19.3 - I costi per l'attuazione del piano di sicurezza
19.4 - Il fascicolo informativo
19.5 - Coerenza tra gli atti relativi alla sicurezza ed il progetto
19.6 - Altri obblighi del coordinatore per la progettazione
CAPO III - Studio geotecnico interpretativo delle pressioni neutre e dei moti di filtrazione in corpo diga e sponde (SERVIZIO D)
20 – Scopo dello studio e riferimenti
CAPO IV – Servizi topografici e di ispezione tecnica delle opere di ingegneria (SERVIZIO E)
21 – Piano di indagini
22 – Opere da rilevare e da indagare
23 - Rilievo pacometrico, prove sclerometriche e prospezioni radar
24 – Quantità minime del Piano di indagine
CAPO V – Servizi di indagine geognostica, di prelievo e prove di laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica dei materiali resistenti e dei terreni e per la caratterizzazione sismica dei terreni (SERVIZIO F)
25 – Riferimenti
26 – Durata del servizio

0 - Oggetto dell'appalto

Oggetto dell'appalto è il seguente: *"Affidamento dei servizi di architettura e ingegneria relativi allo studio di rivalutazione sismica dello sbarramento e delle opere strutturali dell'impianto, allo studio interpretativo delle pressioni neutre e dei moti di filtrazione in corpo diga e nelle sponde, alla progettazione di fattibilità tecnico-economica, definitiva ed esecutiva della manutenzione straordinaria della strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie e del riefficientamento della strumentazione di monitoraggio e controllo dello sbarramento e delle sponde della DIGA GIBBESI, in territorio del Comune di Sommatino (CL), gestita dalla Regione Siciliana. Codice gara: 075_GIBBESI_01 CUP:G69E18000050001 CIG:7777139A1F.* Detto oggetto si riferisce alla SCHEDA N°075 – DIGA GIBBESI: Manutenzione straordinaria scarichi e impianti" di cui all'Accordo prot.45419 del 31/10/2017 stipulato tra Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione Generale per le Dighe e la Regione Siciliana – Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti. I servizi da effettuare sono quelli di cui alla ***Tabella n. 1 del Disciplinare di gara:***

Descrizione delle prestazioni	CPV	Importo
Servizi di ingegneria: - Rivalutazione della sicurezza sismica dello sbarramento in materiale sciolto, delle opere strutturali in calcestruzzo, in calcestruzzo armato e acciaio **(SERVIZIO A)** - Progettazione di fattibilità tecnico-economica, definitiva ed esecutiva della manutenzione straordinaria della strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie (**SERVIZIO B**) - Progettazione di fattibilità tecnico-economica, definitiva ed esecutiva del riefficientamento/sostituzione/integrazione della strumentazione di monitoraggio e di controllo dello sbarramento e relative sponde (**SERVIZIO C**)	71300000-1	€ 341.000,00
Studi di ingegneria: Studio geotecnico interpretativo delle pressioni neutre e dei moti di filtrazione in corpo diga e sponde (**SERVIZIO D**)	71335000-5	€ 13.000,00
Servizi topografici (**SERVIZIO E**)	71351810-4	€ 6.300,00
Servizi di ispezione tecnica di opere di ingegneria (**SERVIZIO E**)	71631400-4	€ 11.100,00
Servizi di prospezione geologica, geofisica (**SERVIZIO F**)	71351000-3	€ 27.380,00
Servizi di perforazione (**SERVIZIO F**)	76300000-6	€ 86.000,00
Servizi di preparazione e analisi di prove di carotaggio (**SERVIZIO F**)	71351100-4	€ 31.780,00
Carotaggio (**SERVIZIO F**)	76340000-8	€ 7.440,00

CAPO I
RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA DELLO SBARRAMENTO IN MATERIALE SCIOLTO, DELLE OPERE STRUTTURALI IN CALCESTRUZZO, IN CALCESTRUZZO ARMATO E IN ACCIAIO (SERVIZIO A)

1 - Oggetto della prestazione

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi tecnici/attività e di tutte le verifiche propedeutiche ed esaustive al fine della produzione dello studio per la rivalutazione della sicurezza sismica dello sbarramento, delle sponde di invaso e delle opere accessorie della diga.

Le attività e le operazioni concernenti le verifiche in questione sono così articolate:

- ricognizione e verifica della documentazione esistente;
- rilievi integrativi e ricostruzione di eventuali disegni di consistenza oltre quelli già disponibili, ove ritenuto necessario;
- definizione del piano di indagini;
- esecuzione delle indagini e prove di laboratorio;
- direzione lavori, supervisione e controllo in fase di esecuzione delle indagini;
- redazione dello studio geologico;
- redazione dello studio geotecnico con particolare riferimento al corpo diga, anche alla luce dei risultati delle indagini e delle misure già effettuate;
- eventuale studio sismotettonico (ove ritenuto necessario);
- esecuzione delle verifiche sismiche;
- giudizio complessivo sulla sicurezza sismica;

a) definizione degli interventi di miglioramento/adeguamento delle condizioni di stabilità del corpo diga;

b) esame delle possibilità di miglioramento/adeguamento sismico delle opere accessorie, nel caso in cui le verifiche sismiche abbiano avuto esito negativo.

Sono altresì incluse nell'appalto tutte le altre prestazioni che, sebbene sopra non menzionate, si dovessero rendere propedeutiche e/o necessarie nel corso dello svolgimento dell'appalto, ai fini dell'esecuzione delle verifiche sismiche.

2 - Descrizione delle opere oggetto di studio

Per la peculiare descrizione della diga, sponde dell'invaso e opere accessorie da sottoporre a verifica sismica si rimanda alla relativa scheda tecnica allegata al presente capitolato; in questa sede, si riporta l'elenco sottostante:

1. sbarramento
2. spalla sinistra
3. spalla destra
4. sponde
5. casa di guardia
6. sfioratore a calice sinistro
7. sfioratore a calice destro
8. torrino aeroforo sinistro
9. torrino aeroforo destro
10. torrino paratoie scarico di fondo e derivazione
11. opera di imbocco galleria scarico di fondo
12. galleria scarico di fondo – primo tratto (dall'imbocco al torrino paratoie scarico di fondo)
13. galleria scarico di fondo – secondo tratto (dal torrino paratoie scarico di fondo allo sfioratore a calice destro)
14. galleria scarico di fondo – terzo tratto (dallo sfioratore a calice destro alla vasca di dissipazione)
15. galleria scarico di superficie (dallo sfioratore a calice sinistro alla vasca di dissipazione)
16. vasca di dissipazione
17. canale di restituzione in alveo
18. torrino discenderia ai canali di raccolte delle acque di drenaggio
19. cunicoli d'ispezione delle acque di drenaggio
20. pozzetti di ispezione colmata di valle
21. muri di sostegno asserviti alla strada di accesso al coronamento
22. opere murarie minori (muri e tombini) a protezione delle strada di collegamento piazzale casa di guardia – piazzale torre di presa.
23. carroponte pozzo paratoie scarico di fondo

3 - Regole e norme tecniche da rispettare

La studio dovrà essere redatto nel rispetto delle norme che si richiamano, per costituirne parte integrante essenziale.

1) Decreto Legislativo 29 marzo 2004 n. 79, così come convertito in Legge 1 agosto 2004, n° 139 - "*Disposizioni urgenti in materia di sicurezza di grandi dighe.*"
2) D.M. 14 gennaio 2008 – *"NTC 2008 – Norme tecniche per le costruzioni"*, così come modificato ed aggiornato dal D.M. 17 gennaio 2018 – *"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni";*.

3) Decreto Legislativo 6 dicembre 2011, n° 201, convertito in Legge 22 dicembre 2001, n° 214 *"Disposizioni urgenti per la crescita, l'equità ed il consolidamento dei conti pubblici",* con particolare riferimento per le Dighe all'art. 43 *"Alleggerimento e semplificazione delle procedure, riduzione dei costi ed altre misure".*
4) Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 26 giugno 2014 – *"Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) (NTD).*

4 - Aspetti normativi specifici per le dighe

Le verifiche di sicurezza sismica verranno eseguite con riferimento alla normativa per tutte le costruzione in genere [NTC 2018], ma anche alle norme che riguardano in modo specifico gli sbarramenti di ritenuta [NTD 2014].
Vengono nel seguito precisati i seguenti aspetti particolari che verranno approfonditi nei paragrafi successivi.
a - **Tipo di diga:** "*B - Dighe rilevanti per le conseguenze di un eventuale collasso"* (vedi [NTD 2014] § C.7.7.2).
b - **Vita nominale:** vedi [NTD 2014] § H.3.4.1.
c - **Situazioni di verifiche in presenza di sisma**: (1) a serbatoio pieno (con livello alla quota massima di regolazione e (2) a serbatoio vuoto (vedi [NTD 2014] § C.8 e C.7.7.3).
d - **Forze da considerare**: peso proprio, spinta idrostatica, sottospinta, spinta dovuta all'interrimento, azione sismica con relativo incremento inerziale dell'acqua (vedi [NTD 2014] § C.7).
e - **Composizione azioni sismiche:** va adottata la specifica prescrizione della normativa [NTD 2014] - § C.8 punto (d).
f - **Localizzazione delle verifiche allo scorrimento**: piani a varie quote nel corpo diga, piano di fondazione, eventuali piani di stratificazione o di faglia in fondazione (vedi [NTD 2014] § D.2.2.1).
g - **Criterio di rivalutazione sismica per Opere Accessorie e Complementari:** va individuato quali di queste opere sono 'componenti critici' dello sbarramento e 'in particolare è da valutare se il mancato funzionamento, il danneggiamento o la rottura di essi può portare alla perdita di controllo dell'invaso o di funzionalità del serbatoio' (vedi [NTD 2014] § H.4.1).
h - **Normativa attuale**: per opere esistenti, progettate in accordo con norme tecniche previgenti, *"dovranno essere accertate ed esaminate le difformità costruttive rispetto alle presenti norme per le dighe di nuova costruzione"* (vedi [NTD 2014] § H.3.3).
i - **Miglioramento sismico**: l'obbligo di procedere a interventi migliorativi si pone quando le analisi per valutare la sicurezza sismica *"lascino prevedere il raggiungimento di uno SLU (SLV/SLC)"* - (vedi [NTD 2014] § H.2.2).

5 - Requisiti tecnici e contenuti dello studio

L'obiettivo generale dell'azione di riqualificazione sismica deve comprendere i seguenti aspetti:
a- Verifica della stabilità dello sbarramento, inteso come complesso della diga e delle annesse opere di scarico, e della compatibilità delle deformazioni indotte dall'evento sismico, sia nei riguardi del buon contenimento dell'invaso (cedimenti del coronamento), sia nei riguardi di porzioni della struttura fra loro adiacenti, ma differenziate per caratteristiche geometriche (cedimenti differenziali fra zone ad altezza diversa), o per rigidezza dei materiali interessati (cedimenti differenziali fra zone di materiali diversi o al contatto fra le opere murarie).
b- Verifica di stabilità delle opere di scarico.
c- Verifica di stabilità delle opere accessorie.
d- verifica della stabilità delle sponde del serbatoio, ove sussistano situazioni di potenziali dissesti, sia per l'acclività delle sponde, sia per alterazione o dissesto dei terreni interessati.
e- Analisi delle possibilità di eventuale "adeguamento sismico", nel caso in cui le verifiche sismiche della stabilità abbiano avuto esito negativo.

Inoltre, per rispondere compiutamente alle prescrizioni della normativa vigente lo studio dovrà essere articolato come segue.

a) <u>Parte generale:</u> questa parte è intesa a fornire tutti gli elementi per identificare e caratterizzare l'impianto interessato e per indicare l'oggetto e le finalità dello Studio. In particolare gli argomenti da trattare saranno i seguenti.
   - dati d'identificazione dell'impianto, con le principali caratteristiche;
   - oggetto e finalità dello studio, con riferimento alla normativa vigente, ai previsti intenti della stessa e alle oggettive condizioni delle opere costituenti l'impianto;
   - riferimenti alla normativa vigente;
   - caratteristiche dello sbarramento, come complesso di diga e opere di scarico, del serbatoio e relative sponde, e delle opere accessorie significative per il buon funzionamento di tutto l'impianto;
   - esame dello stato di conservazione delle opere da verificare.
b) <u>Parte conoscitiva: questa parte è finalizzata alla descrizione e commento delle caratteristiche essenziali di tutte le opere interessate dalle verifiche sismiche, come risultanti sia dalla Documentazione in possesso del Gestore, sia dai risultati delle indagini programmate.</u> Dovranno essere trattati esaurientemente i seguenti aspetti:
   - caratterizzazione di tutte le opere d'interesse, sia per quanto riguarda le proprietà geometriche e strutturali, sia gli aspetti geologici e geotecnici delle relative fondazioni;
   - stato di conservazione delle opere stesse.
c) <u>Quadro geologico: sulla base dell'analisi della documentazione esistente dovrà valutarsi la necessità di redigere un nuovo Studio Geologico o integrare l'esistente, al fine di definire il modello geologico di riferimento.</u> Esso dovrà comunque interessare tutti i terreni dell'imposta diga, sia sul fondo valle che sulle sponde, e comprendere la ricostruzione della situazione litologica, stratigrafica, strutturale e sismotettonica di tutta la zona di imposta.

d) Caratterizzazione strutturale e geotecnica delle opere: sulla base dei dati acquisti dalla documentazione esistente e dei risultati ottenuti con le nuove indagini programmate, anche per queste opere verranno definiti tutti i dati necessari per la corretta modellazione di calcolo, per le specifiche verifiche che saranno previste secondo la importanza della singola opera nel complesso generale dello sbarramento.
e) Caratterizzazione morfologica e geotecnica delle sponde del serbatoio: le sponde del serbatoio dovranno essere esaminate attentamente, al fine di accertare l'eventuale presenza di zone di dissesto in atto o potenziale. In base alle risultanze di tale esame dovrà essere fornita una dettagliata descrizione delle sponde stesse e del loro stato di sicurezza. Nel caso risultino individuate zone di dissesto, verranno caratterizzate sia per l'aspetto morfologico che per quello geotecnico, in base alle risultanze delle indagini allo scopo previste.
f) Definizione dell'azione sismica, in relazione ai siti interessati e alle caratteristiche delle opere in esame, in termini di parametri di pericolosità sismica di base e conseguentemente in termini di coefficienti sismici, di spettri di risposta e di accelerogrammi.
g) Esecuzione delle verifiche di stabilità, in tutte le condizioni degli Stati Limite significativi per il tipo di opera considerata.
h) Parere motivato sull'accettabilità dei risultati ottenuti.
i) Esame delle possibilità di adeguamento sismico, per le principali opere che abbiano denunciato un grado di stabilità non soddisfacente o cedimenti non compatibili con il buon comportamento dell'opera.

Rimandando agli articoli successive per maggiori specifiche, si riportano nel seguito alcune disposizioni comuni:

1) preliminarmente alla valutazione di sicurezza è necessario esaminare il comportamento dello sbarramento durante l'esercizio, per evidenziare eventuali insufficienze originarie legate a carenze progettuali o realizzative, o criticità successivamente intervenute;
2) in particolare, anche attraverso l'esame della documentazione disponibile, occorre:
   - controllare il comportamento dell'opera mediante l'esame della serie storica dei dati di monitoraggio;
   - considerare i vari aspetti rguardanti la sicurezza (interrimento, opere di scarico, casa di guardia, potenziali situazioni critiche delle sponde, altre opere rilevanti);
   - porre particolare attenzione all'esame della risposta della diga agli eventi sismici avvenuti durante l'esercizio;

1. l'esame del comportamento rilevato con il monitoraggio è necessario anche per la calibrazione dei modelli di calcolo. Nel caso in cui i dati strumentali siano di scarsa qualità o poco rappresentativi, e conseguentemente non fosse possibile effettuare una calibrazione attendibile del modello di calcolo, sarà necessario adottare ulteriori margini di sicurezza nelle verifiche. Si potranno, ad esempio, utilizzare fattori di confidenza più gravosi per le resistenze dei materiali;
2. le verifiche devono essere effettuate mediante analisi progressive, a complessità crescente, che illustrino dettagliatamente anche i risultati di modelli più semplici e che esaminino, da un punto di vista ingegneristico oltre che numerico, l'attendibilità e le conseguenze della complessità via via introdotte nel calcolo;
3. il giudizio conclusivo sullo studio eseguito deve essere formulato tenendo conto di tutte le analisi effettuate, anche attraverso il confronto con i risultati di analisi semplificate;
4. se le verifiche non consentono di esprimere un giudizio positivo per la sicurezza, nelle more degli approfondimenti richiesti e della definizione dei conseguenti interventi, dovrà essere valutata l'opportunità di definire un livello di invaso ritenuto di assoluta sicurezza per evitare rilasci incontrollati, anche a seguito di meccanismi di collasso che potrebbero instaurarsi anche in caso di sisma;
5. i dati di ingresso, le ipotesi formulate ed i risultati devono essere esposti in maniera esauriente, chiara, leggibile e comprensibile, sia nel testo, sia nelle tabelle e negli elaborati grafici. Nella relazione illustrativa deve essere esposto un giudizio ingegneristico motivato di accettabilità dei risultati.

6 - Indagini conoscitive

Per il caso in esame, il corpo diga, le opere accessorie e quelle di scarico sono da inquadrarsi come costruzioni esistenti ai sensi del Cap. 8 del DM 17/01/2018. Per la valutazione della sicurezza sismica delle stesse è necessario conseguire un livello di conoscenza adeguato sia rispetto alla geometria e ai dettagli costruttivi, sia rispetto alle caratteristiche meccaniche dei materiali.

Per quanto definito al §8.2 del DM 2018, la valutazione della sicurezza delle opere esistenti deve tenere conto dei seguenti aspetti:

- la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione;
- possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione;
- la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti;
- le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

Nella definizione dei modelli strutturali, si dovrà, inoltre, tenere conto che:

- la geometria e i dettagli costruttivi sono definiti e la loro conoscenza dipende solo dalla documentazione disponibile e dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive;
- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali non risente delle incertezze legate alla produzione e posa in opera ma solo della omogeneità dei materiali stessi all'interno della costruzione, del livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse;

- i carichi permanenti sono definiti e la loro conoscenza dipende dal livello di approfondimento delle indagini conoscitive.

Si dovrà prevedere l'impiego di metodi di analisi e di verifica dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile e l'uso, nelle verifiche di sicurezza, di adeguati "fattori di confidenza", che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.
Deve altresì specificarsi che i contenuti del Cap.8 delle NTC 2018 costituiscono un riferimento generale che può essere integrato, in casi particolari, da valutazioni specifiche ed anche alternative da parte del progettista, comunque basati su criteri e metodi di comprovata validità.
Come indicato al §8.5 del DM 2018, nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi.
Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal Progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale attendibile della costruzione. Per una corretta identificazione dell'organismo strutturale il DM 2018 suggerisce una strategia di indagine volta alla progressiva acquisizione di informazioni tecniche e storiche dell'opera. Nell'ordine la norma individua le seguenti fasi: Analisi storico critica, Rilievo e Caratterizzazione meccanica dei materiali, finalizzate al conseguimento del Livello di Conoscenza.

Analisi storico critica

Al §8.5.1 la norma (DM 2018) stabilisce che ai fini di una corretta individuazione del sistema strutturale esistente e del suo stato di sollecitazione è importante ricostruire il processo di realizzazione e le successive modificazioni subite nel tempo dal manufatto, nonché gli eventi che lo hanno interessato. Di particolare importanza è il reperimento degli elaborati progettuali originali.
Le indagini storiche, con particolare riferimento alle norme che hanno regolato la costruzione, forniscono un sussidio complementare qualora gli elaborati progettuali risultassero parzialmente disponibili, incompleti o difformi. Sulla base dei dati raccolti nella fase di ricerca storica, si possono trarre conclusioni di tipo operativo per la modellazione meccanica globale.

Rilievo

Al §8.5.2 la norma (DM 2018) specifica che il rilievo geometrico-strutturale dovrà essere riferito sia alla geometria complessiva dell'organismo che a quella degli elementi costruttivi, comprendendo i rapporti con le eventuali strutture in aderenza. Nel rilievo dovranno essere rappresentate le modificazioni intervenute nel tempo, come desunte all'analisi storico-critica. Il rilievo deve individuare l'organismo resistente della costruzione, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi. Dovranno altresì essere rilevati i dissesti, in atto o stabilizzati, ponendo particolare attenzione all'individuazione dei quadri fessurativi e dei meccanismi di danno. Anche al §C8.5.2 della circolare 617/2009 si specifica che un passo fondamentale nell'acquisizione dei dati necessari a mettere a punto un modello di calcolo accurato di una costruzione esistente è costituito dalle operazioni di rilievo della geometria strutturale. Il rilievo si compone di un insieme di procedure relazionate e mirate alla conoscenza della geometria esterna delle strutture e dei dettagli costruttivi. Questi ultimi possono essere occultati alla vista (ad esempio disposizione delle armature nelle strutture in c.a.) e possono richiedere rilievi a campione e valutazioni estensive per analogia.

Caratterizzazione meccanica dei materiali

Al §8.5.3 è stabilito che il piano delle indagini fa comunque parte sia della fase diagnostica che del progetto vero e proprio, e dovrà essere predisposto nell'ambito di un quadro generale volto a mostrare le motivazioni e gli obiettivi delle indagini stesse.
Le indagini dovranno essere attendibili ed in numero statisticamente significativo. Un aiuto, non esaustivo, ai fini della definizione delle resistenze dei materiali può ricavarsi dalle norme dell'epoca della costruzione.
La norma è prevalentemente indirizzata a fornire indicazioni su edifici e per questi fornisce iferimenti sul quantitativo di indagini da eseguire sui materiali. Nel caso di opere diverse è opportuno di volta in volta stabilire un programma di indagini congruo soprattutto in riferimento alle dimensioni volumetriche strutturali dell'opera.

Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Il DM 2018 stabilisce al §8.5.4 che sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate, saranno individuati i "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali), e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella conoscenza dei parametri del modello. Una guida alla stima dei fattori di confidenza da utilizzare, in relazione ai livelli di conoscenza raggiunti, è fornita nella Appendice C8A della Circolare 617/2009.

7 - Indicazioni specifiche concernenti l'acquisizione dei dati per la valutazione della sicurezza delle opere accessorie e di scarico in c.a.

Così come indicato al §C.8.A.1.B le fonti da considerare per l'acquisizione dei dati necessari sono:

a) documenti di progetto con particolare riferimento a relazioni geologiche, geotecniche e strutturali ed elaborati grafici strutturali;
b) eventuale documentazione acquisita in tempi successivi alla costruzione;
c) rilievo strutturale geometrico e dei dettagli esecutivi;
d) prove in-situ e in laboratorio.

In generale saranno acquisiti dati sugli aspetti seguenti:

1. identificazione dell'organismo strutturale e verifica del rispetto dei criteri di regolarità indicati al § 7.2.2 delle NTC, sulla base dei disegni originali di progetto opportunamente verificati con indagini in-situ, oppure con un rilievo ex-novo;
2. identificazione delle strutture di fondazione;
3. identificazione delle categorie di suolo secondo quanto indicato al § 3.2.2 delle NTC;
4. informazione sulle dimensioni geometriche degli elementi strutturali, dei quantitativi delle armature, delle proprietà meccaniche dei materiali, dei collegamenti;
5. informazioni su possibili difetti locali dei materiali;
6. informazioni su possibili difetti nei particolari costruttivi (dettagli delle armature, eccentricità travipilastro, eccentricità pilastro-pilastro, collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione, etc.);
7. informazioni sulle norme impiegate nel progetto originale incluso il valore delle eventuali azioni sismiche di progetto;
8. informazione sulla natura e l'entità di eventuali danni subiti in precedenza e sulle riparazioni effettuate.

Il numero delle prove e la localizzazione dovrà essere tale da pervenire ad un livello di conoscenza di **LC3**: **Conoscenza accurata**, e pertanto:

Geometria: la geometria della struttura è nota o in base a un rilievo o dai disegni originali. In quest'ultimo caso è effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelli riguardanti i dettagli strutturali, saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare. Ulteriori specifiche per le strutture in c.a. e acciaio sono fornite al §C8A.1.B.5 e §C8A.1.B.6 della Circolare 617/2009.

Dettagli costruttivi: i dettagli sono noti o da un'esaustiva verifica in-situ oppure dai disegni costruttivi originali. In quest'ultimo caso è effettuata una limitata verifica in-situ delle armature e dei collegamenti presenti negli elementi più importanti. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

Proprietà dei materiali: informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali sono disponibili in base ai disegni costruttivi o ai certificati originali, o da esaustive verifiche in-situ. Nel primo caso sono anche eseguite estese prove in-situ; se i valori ottenuti dalle prove in-situ sono minori di quelli disponibili dai disegni o dai certificati originali, sono eseguite esaustive prove in-situ. I dati raccolti saranno tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare.

La valutazione della sicurezza nel caso di conoscenza accurata verrà eseguita mediante metodi di analisi lineare o non lineare, statici o dinamici.

La norma (DM 2018) fornisce le seguenti definizioni finalizzate all'individuazione della geometria, dei dettagli costruttivi e delle proprietà dei materiali.

Geometria (carpenterie)

Disegni originali di carpenteria: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali.

Disegni costruttivi o esecutivi: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali. In aggiunta essi contengono la descrizione della quantità, disposizione e dettagli costruttivi di tutte le armature, nonché le caratteristiche nominali dei materiali usati.

Rilievo visivo: serve a controllare la corrispondenza tra l'effettiva geometria della struttura e i disegni originali di carpenteria disponibili. Comprende il rilievo a campione della geometria di alcuni elementi. Nel caso di modifiche non documentate intervenute durante o dopo la costruzione, sarà eseguito un rilievo completo descritto al punto seguente.

Rilievo completo: serve a produrre disegni completi di carpenteria nel caso in cui quelli originali siano mancanti o si sia riscontrata una non corrispondenza tra questi ultimi e l'effettiva geometria della struttura. I disegni prodotti dovranno descrivere la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettere di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali con lo stesso grado di dettaglio proprio di disegni originali.

Dettagli costruttivi

Progetto simulato: serve, in mancanza dei disegni costruttivi originali, a definire la quantità e la disposizione dell'armatura in tutti gli elementi con funzione strutturale o le caratteristiche dei collegamenti. E' eseguito sulla base delle norme tecniche in vigore e della pratica costruttiva caratteristica all'epoca della costruzione.

Verifiche in-situ limitate: servono per verificare la corrispondenza tra le armature o le caratteristiche dei collegamenti effettivamente presenti e quelle riportate nei disegni costruttivi, oppure ottenute mediante il progetto simulato.

Verifiche in-situ estese: servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali come alternativa al progetto simulato seguito da verifiche limitate, oppure quando i disegni costruttivi originali sono incompleti.

Verifiche in-situ esaustive: servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

Proprietà dei materiali

Calcestruzzo: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.

Acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima, salvo

nel caso in cui siano disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni, nella normativa dell'epoca.
Unioni di elementi in acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima.
Metodi di prova non distruttivi: Sono ammessi metodi di indagine non distruttiva di documentata affidabilità, che non possono essere impiegati in completa sostituzione di quelli sopra descritti, ma sono consigliati a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti con prove distruttive. Nel caso del calcestruzzo, è importante adottare metodi di prova che limitino l'influenza della carbonatazione degli strati superficiali sui valori di resistenza.
Prove in-situ limitate: servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute o dalle normative in vigore all'epoca della costruzione, o dalle caratteristiche nominali riportate sui disegni costruttivi, o da certificati originali di prova.
Prove in-situ estese: servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali.
Prove in-situ esaustive: servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali, e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

8 - Approfondimento geologico e geotecnico ai fini della caratterizzazione dei materiali delle opere e delle fondazioni

Non è generalmente sufficiente una caratterizzazione basata unicamente sugli atti di progetto e/o di collaudo. E' preferibile effettuare campagne di indagine integrative, programmate con specifico riferimento alle valutazioni oggetto di studio e proporzionate all'importanza della diga. Le indagini dovranno consentire la caratterizzazione delle grandezze necessarie per le successive valutazioni, in funzione delle specifiche procedure adottate per le valutazioni stesse.
In presenza di parametri fisico-meccanici di incerta caratterizzazione sperimentale (ad es., la resistenza per attrito delle interfacce), è necessario individuare un intervallo di valori che il parametro può assumere. I limiti di detto intervallo possono essere stabiliti con riferimento ad indicazioni di letteratura. Dovranno quindi essere effettuate analisi parametriche per valutare l'importanza dei singoli fattori sui risultati (vedi NTD D.1.3. – Analisi sismiche *" per tenere conto, in modo cautelativo, della incertezza nella determinazione dei parametri del modello").*
Nel caso di dighe di importanza modesta in zone a bassa sismicità, per le quali sussistono ampi margini per la sicurezza in condizioni sismiche, è possibile ridurre l'onere collegato alle indagini, purché si adottino ulteriori margini di sicurezza nelle verifiche. Come già anticipato, si potranno ad esempio ridurre i parametri di resistenza dei materiali con opportuni fattori di confidenza.
Le fondazioni dovranno essere correttamente ed approfonditamente indagate, fornendo una caratterizzazione geotecnica. Per le dighe fondate su ammassi rocciosi, assume importanza fondamentale lo studio geomeccanico con l'individuazione e caratterizzazione delle discontinuità. In particolare per le dighe ad arco dovranno essere indagate le spalle dello sbarramento al fine di individuare eventuali cunei *potenzialmente instabili.*
Si raccomanda di utilizzare metodi di analisi statistica per attribuire una distribuzione di probabilità al valore di ciascun parametro di resistenza o deformabilità.
I fattori di confidenza, eventualmente utilizzati per ridurre le resistenze dei materiali, saranno stabiliti dal progettista, che dovrà fornirne espressa motivazione. Ad esempio, un fattore di confidenza definito attraverso il test *t-student* potrà essere applicato alla media campionaria di un dato parametro per tenere conto della significatività del campione. Si suggerisce in tal caso di adottare un livello di confidenza almeno pari al 95%.
In particolare, nel caso di dighe in materiali sciolti, la caratterizzazione dei materiali **in campo dinamico** deve essere effettuata con specifiche prove in situ o in laboratorio; nel caso di forti deformazioni angolari indotte da sismi di intensità elevata, devono essere effettuate prove che consentono di determinare le variazioni volumetriche e l'aumento delle pressioni interstiziali durante i carichi ciclici, nonché l'eventuale decadimento della resistenza al crescere delle deformazioni.
In mancanza di prove, o nell'impossibilità di effettuarle per terre a granulometria grossolana, occorre considerare l'influenza della possibile variazione dei parametri di maggiore importanza.
I terreni considerati nel modello (diga e fondazione) devono essere caratterizzati nei riguardi delle deformazioni volumetriche: se risultano avere comportamento contraente, occorre definire l'entità delle sovrappressioni interstiziali che possono manifestarsi in funzione del numero dei cicli e dell'intensità della deformazioni; se il comportamento è dilatante, occorre considerare la possibile riduzione della resistenza verso valori residui.
E' necessario effettuare verifiche a liquefazione per tutti i materiali della diga o della fondazione con caratteristiche granulometriche critiche, specie in presenza di modeste caratteristiche meccaniche.
La verifica all'erosione interna deve prevedere almeno la verifica dell'esistenza dei filtri e della loro validità a livello progettuale.

9 - Piano di indagini

9.1 - Strutture in c.a.

Oltre alle attività di rilievo si dovrà procedere alla caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali mediante le più comuni tipologie di prove distruttive e non distruttive. Tali prove sono sostanzialmente finalizzate alla

determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in sito, della resistenza a trazione dell'acciaio da cemento armato e da carpenteria, della resistenza a compressione della muratura.
Dovrà pertanto essere progettato specifico piano di indagini che dovrà tenere conto delle dimensioni delle opere e della ripetitività o variabilità degli elementi strutturali.
La percentuale degli elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:
(a) nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si dovrà tenere conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale;
(b) le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione; ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per il livello di conoscenza è opportuno tenere conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali con esclusione delle staffe;
(c) ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.
(d) il numero di provini può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale; nel caso del calcestruzzo in opera tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tenere conto nel pianificare l'indagine; sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.
Il piano delle indagini potrà essere sottoposto da parte della Stazione Appaltante all'Organo di Vigilanza per la necessaria autorizzazione preventiva. In ogni caso, i tempi necessari per autorizzazioni o pareri non verranno computati ai fini della durata contrattuale.
Il Piano di indagine proposto dovrà avere il contenuto minimo di cui alle quantità indicate nell'elaborato n°12: "Accertamento dello stato di consistenza dello sbarramento e delle opere strutturali" facente parte del Progetto Esecutivo approvato DDS n°******* del **********.**
Per quanto riguarda le indagini di tipo strutturale, si elencano di seguito alcune tipologie di prove che dovranno essere previste sui manufatti, fermo restando la possibilità di programmare ulteriori prove necessarie per il raggiungimento del livello di conoscenza richiesta.
Prove distruttive
La caratterizzazione delle proprietà meccaniche del materiali sarà principalmente basata su prove meccaniche invasive generalmente classificate come distruttive. Di seguito si illustrano le tipologie di prove di cui si propone l'utilizzo per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in sito, della resistenza a trazione dell'acciaio da cemento armato e da carpenteria, della resistenza a compressione della muratura.
Quando le prove sono programmate su campioni da prelevare in sito, occorre porre attenzione a che i prelievi siano eseguiti nelle zone di minor sollecitazione degli elementi strutturali interessati. Il tecnico dovrà valutare, ad esempio nel caso della casa di guardia, sotto la sua responsabilità, l'opportunità di ricorrere al puntellamento fin quando i danni prodotti dal prelievo non saranno ripristinati.
Carotaggio e prova di compressione monoassiale
La valutazione della resistenza del calcestruzzo in opera si basa comunemente sulla determinazione della resistenza a compressione mediante una prova di compressione monoassiale eseguita in laboratorio su provini cilindrici estratti da elementi strutturali di edifici e manufatti in genere esistenti. Per quanto riguarda le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione si può fare riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2009 *"Prelievo sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione"*. L'operazione di carotaggio dovrà essere prevista in modo tale da minimizzare l'influenza del carotaggio stesso sui risultati della prova di compressione. I risultati delle prove devono essere riportati in rapporti di prova emessi da laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Noto il risultato delle prove di compressione, la restituzione della resistenza cubica e cilindrica del calcestruzzo in opera avviene mediante il ricorso a correlazioni di letteratura di comprovata validità; i risultati delle prove di compressione sulle carote saranno corretti tenendo conto dell'influenza della geometria del campione e di tutti i fattori perturbativi che caratterizzano il prelievo. Noti i valori medi delle resistenze in sito, i valori caratteristici delle resistenze cubiche e cilindriche si possono dedurre dalle correlazioni proposte al paragrafo 11.2.10.1 delle vigenti NTC08 e ss.mm.ii.. Gli altri parametri costitutivi del calcestruzzo possono dedursi dalle correlazioni proposte dalle stesse NTC08 e s.m.i. ai paragrafi 11.2.10.2 e 11.2.10.3. In esito alle prove di compressione il tecnico dovrà produrre una relazione con il procedimento adottato per la determinazione della resistenza in opera, le formule di correlazione adottate e i relativi riferimenti bibliografici. Alla relazione dovrà essere allegata la documentazione fotografica relativa a ogni carota appena estratta e a ogni prova di compressione.
Prova di carbonatazione
La prova di carbonatazione è finalizzata alla determinazione dello spessore carbonatato di calcestruzzo sulle carote appena estratte. Si può fare riferimento alle norme UNI 9944 "Corrosione protezione dell'armatura del calcestruzzo". I risultati della prova devono essere rappresentati in forma tabellare e contenere l'indicazione dell'elemento strutturale oggetto di prelievo, della posizione di prelievo del campione, della sigla identificativa del campione e degli spessori di calcestruzzo carbonatato misurati a partire dalle due estremità della carota. Le ubicazioni delle aree di prova dovranno es-

sere chiaramente indicati su piante, sezioni e prospetti in scala 1:100. L'indagine dovrà essere documentata da immagini fotografiche di ogni campione con particolare riferimento ai momenti prima e dopo l'esecuzione della prova.

Prove sull'acciaio per cemento armato

Salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni nella normativa dell'epoca di edificazione del fabbricato in esame, l'identificazione della classe dell'acciaio in un edificio e/o manufatto esistente si ottiene mediante estrazione di campioni di armatura su cui eseguire prove di trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e dell'allungamento a rottura. Per l'esecuzione della prova di trazione si può far riferimento alle NTC08 e s.m.i. e alla norma UNI EN ISO 6892-1:2009 *"Materiali metallici – prova di trazione"*. Per tutti gli spezzoni di armatura testati deve essere prodotto un rapporto ufficiale di prova emesso da laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Le ubicazioni degli elementi strutturali oggetto di prelievo e le posizioni dei campioni prelevati dovranno essere chiaramente indicati su piante e sezioni e/o prospetti (in caso di edifici) in scala 1:100. Alla relazione dovrà essere allegata la documentazione fotografica relativa a tutte le fasi di prova.

Prove non distruttive

Nella determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali, dovranno essere effettuate estese indagini non distruttive che, non possono essere impiegate in completa sostituzione dei metodi distruttivi, ma solo a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti dalle prove distruttive.

Prova sclerometrica

L'indagine sclerometrica, è finalizzata alla valutazione della durezza superficiale del calcestruzzo e può essere utilizzato per valutarne l'omogeneità in sito, per stimare le variazioni nel tempo delle proprietà meccaniche e per individuare zone di degrado del calcestruzzo. La resistenza del calcestruzzo può essere valutata in funzione dell'indice di rimbalzo utilizzando il diagramma fornito dal costruttore dello strumento. La normativa di riferimento per le prove sclerometriche è la UNI EN 12504-2:2012 *"Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico"*. Il report delle prove sclerometriche deve contenere una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in scala 1:100. Per ciascuna area indagata devono essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, gli indici di rimbalzo di tutte le battute, il valore dell'indice di rimbalzo medio, la posizione dello strumento (verticale, orizzontale, inclinato) e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

Prova sonica

Nel caso del conglomerato cementizio il metodo ultrasonico è utilizzato per valutare l'omogeneità in situ e stimare la resistenza degli elementi strutturali. Oltre che per la stima della resistenza meccanica del calcestruzzo, le prove ultrasoniche consentono di rilevare:

− il grado di omogeneità del materiale;
− la presenza di vuoti, lesioni o discontinuità delle strutture;
− i difetti di getto;
− le eventuali variazioni delle proprietà nel tempo causate dalla storia dell'elemento (manutenzione, sollecitazioni, degrado, ecc.).

La normativa di riferimento per le prove ultrasoniche è la UNI EN 12504-4:2005 *"Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici"*. In esito alle prove soniche il tecnico deve produrre una relazione contenente una chiara indicazione delle aree di indagine su piante, sezioni e prospetti strutturali in scala 1:100. Per ciascuna area indagata devono essere riportati in forma tabellare l'eventuale codice identificativo dell'area di prova, l'elemento strutturale oggetto di prova, le velocità misurate e la resistenza stimata del calcestruzzo. Dovrà essere, inoltre, allegata la documentazione fotografica relativa alla prova su DVD.

Metodo sonreb

Il metodo Sonreb consiste nella combinazione dei risultati dell'indagine ultrasonica e sclerometrica con l'obiettivo di ottenere risultati più attendibili sulla stima della resistenza a compressione del calcestruzzo. Il metodo consente di superare gli errori che si ottengono utilizzando separatamente il metodo sclerometrico, che è un metodo di indagine superficiale, e il metodo ultrasonico, che invece è un metodo di indagine volumetrico. In pratica la combinazione delle due tecniche di indagine permette di correlare la resistenza meccanica misurata in superficie (prova sclerometrica) con la tessitura strutturale in profondità (trasmissione ultrasuoni), coinvolgendo in definitiva l'intero corpo della struttura indagata. Per il report dei risultati si può far riferimento a quanto richiesto separatamente per le singole prove ma, in aggiunta deve essere indicata, per ogni area di indagine la resistenza stimata del calcestruzzo ottenuta combinando i risultati dei due metodi mediante formule di letteratura, di comprovata validità, di cui si dovrà indicare il riferimento bibliografico.

Prova pacometrica

La prova pacometrica è finalizzata al rilievo delle armature su manufatti per i quali non è nota la disposizione delle armature e consente di conoscere la loro effettiva posizione e il loro numero, senza danneggiare la struttura in esame. L'utilizzo del pacometro, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalla norme BS 1881- 204:1988 *"Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters"*.

Prova termografica

L'analisi termografica deve essere condotta in modo esteso al fine di individuare la presenza di strutture, modificazioni della stessa, giunti sismici o comunque elementi non visibili ad occhio nudo. La relazione finale dell'indagine termografica deve contenere una pianta in scala 1:100 con l'indicazione delle pareti murarie oggetto di indagine. Per ciascuna di esse dovranno essere riportate le immagini termografiche, in scala opportuna, con una legenda che associ ad ogni colore il corrispondente intervallo di temperatura. I risultati dovranno essere forniti anche in formato DWG. La relazione, inol-

tre, dovrà contenere una descrizione dei risultati ottenuti e la loro interpretazione ai fini del rilievo di tutti gli aspetti di cui sopra in tutti gli elementi strutturali indagati.

9.2 - Corpo diga, sponde e terreni di fondazione

Un ruolo chiave nella caratterizzazione geotecnica - sismica occupano le indagini geofisiche di tipo sismico, che rappresentano il metodo di elezione per una misura della velocità di propagazione delle onde di taglio e quindi del parametro V_{s30}, normativamente idoneo alla individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento, necessarie alla definizione dell'azione sismica di progetto mediante l'approccio semplificato richiesto dalle NTC2018.

Potranno prevedersi, laddove ritenuto necessario:

1) prove geofisiche di superficie (sismica a rifrazione, riflessione) per la valutazione della morfologia del bedrock e della stratigrafia di massima su tutto lo sviluppo dell'invaso;

2) misure di V_s con metodi non invasivi ed a basso costo o con sistemi ad energizzazione attiva (ad es. Sasw o Masw) o ad energizzazione passiva (tipo ReMi, Esac, Spac) a valle della diga;

3) indagini dirette di rilevamento per riconoscere, quantificare e cartografare le unità geologiche suscettibili di amplificazione sismica, instabilità dei pendii e liquefazione in accordo con l'OPCM n. 3274/2003 e NTC2018;

4) un sondaggio sul coronamento delle sponde della diga che arrivi sino al piano di fondazione per verificare la condizione del terreno di sottofondazione;

5) analisi spettrale dei microtremori ambientali a stazione singola (tipo Tromino), che attraverso l'inversione delle curve dei rapporti spettrali H/V, consentono di stimare oltre alla frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo il profilo sismo-stratigrafico delle onde V_s. Le misure con il Tromino sono da estendere a tutte le sponde al fine di redigere una carta delle frequenze.

La caratterizzazione geotecnica di un deposito di terreno richiede la definizione di informazioni che possono essere raggruppate in:

a) proprietà fisiche e parametri di stato;
b) parametri di comportamento;
c) caratteri strutturali.

Le proprietà fisiche sono quelle proprietà dei terreni riferibili a grandezze fisiche come pesi, volumi e dimensioni geometriche dei grani. I parametri di stato invece sono quei parametri che descrivono lo stato iniziale del deposito di terreno ed includono le tensioni litostatiche, la storia dello stato tensionale e deformazionale, la porosità, la distribuzione spaziale dei grani o delle particelle, il grado di saturazione, e per i materiali a grana fine la curva di compressibilità intrinseca del materiale.

Laddove i dati messi a disposizione dalla Stazione Appaltante non fossero ritenuti motivatamente sufficienti dall'Appaltatore, ai fini del raggiungimento del livello di conoscenza richiesto, dovrà essere pertanto previsto apposito programma di indagini geotecniche comprendente:

1. prove geofisiche accoppiate al sondaggio per identificare la geometria e le proprietà fisiche dei materiali che costituiscono il sottosuolo (profilo stratigrafico);
2. le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo saranno determinate per mezzo di prove da eseguire in laboratorio su campioni di terreno indisturbati (pesi di volume, granulometria, contenuto d'acqua). A queste potranno essere accoppiate prove in situ;
3. misure di permeabilità e consolidazione, analisi della risposta dei terreni sotto falda ad una variazione del regime idraulico o tensionale. Le NTC2018 al Cap. 6 Paragrafo 5.1 prescrivono di estendere le indagini geofisiche in modo tale da consentire la verifica delle condizioni di stabilità locale e globale del complesso opera-terreno, tenendo in considerazione eventuali moti di filtrazione;
4. misura delle pressioni interstiziali mediante piezometri.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni ai fini sismici prevede la definizione delle seguenti caratteristiche:

- peso dell'unità di volume γ (dei terreni);
- profilo della velocità delle onde di taglio V_S del terreno;
- curve di decadimento del modulo di taglio (G/G_0- γ) e di incremento del fattore di morzamento (D-γ);
- stima degli eccessi di pressione interstiziale.

Per la determinazione delle proprietà dinamiche dei terreni si ricorrerà alle prove geofisiche, sopra indicate, affiancate a prove di laboratorio per determinare G_0 e D_0 e le leggi $G(\gamma)$ e $D(\gamma)$ in un campo di deformazioni ben più ampio e sotto condizioni accurate, controllate e riproducibili di sollecitazione e deformazione.

Si prevedono pertanto prove di colonna risonante e triassiale ciclico per dare una definizione completa del comportamento dinamico dei terreni di nostro interesse. I due gruppi di prove, in situ (geofisiche) e in laboratorio (colonna risonante e triassiale ciclico), sono complementari, infatti le prime forniscono una caratterizzazione alle piccole deformazioni, mentre le prove di laboratorio definiscono il comportamento del terreno in tutto il campo di deformazioni.

10 - Stati limite di riferimento

La valutazione della sicurezza dei serbatoi (inteso come l'insieme dello sbarramento e delle sponde naturali), con riferimento al D.M. 26/06/2014, deve prendere in considerazione i seguenti stati limite:

- <u>Stati limite di esercizio</u>

1. Stato limite di operatività (SLO)
2. Stato limite di danno (SLD)

- Stati limite ultimi
  - Stato limite di salvaguardia della vita (SLV)
  - Stato limite di collasso (SLC)

Secondo quanto prescritto dal D.M. 26/06/2014, la valutazione della sicurezza dei serbatoi deve essere effettuata con riferimento alle seguenti condizioni caratteristiche:

- normale funzionamento(SLO);
- passaggio dalla condizione di danni riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua a danni non riparabili, senza rilascio incontrollato di acqua (SLD);
- danni che determinano il rilascio incontrollato di acqua, o comunque rischio di perdite di vite umane (SLV);
- collasso della struttura (SLC).

Per ciò che riguarda specificatamente gli organi di scarico e le opere accessorie, deve essere presa in considerazione la situazione, corrispondente al raggiungimento dello stato limite ultimo associato alla perdita non controllata dell'acqua invasata, come evincibile dal seguente elenco degli stati limite da considerare in generale:

8. instabilità del corpo diga e dei terreni o ammassi rocciosi di imposta;
9. instabilità per scorrimento, anche parziale, del corpo diga o meccanismi di rottura locali;
10. rottura per erosione interna; fessurazioni nel corpo diga, nei terreni o ammassi rocciosi di fondazione, negli elementi di tenuta o nelle superfici di contatto manufatto-terreno, tali da provocare una filtrazione incontrollata;
11. deformazioni del corpo diga e/o dei terreni o ammassi rocciosi di fondazione, tali da provocare danni strutturali allo sbarramento o la tracimazione;
12. instabilità dei pendii che possano provocare la tracimazione della diga o danni strutturali;
13. rottura o danno degli organi di scarico e in generale delle opere accessorie, che impediscano il deflusso controllato dal serbatoio;
14. condizione di piena che porti alla tracimazione del coronamento con conseguenti danni gravi fino alla possibilità di collasso dello sbarramento.

I principali stati limite di esercizio da considerare sono:

- eccesso di tensioni o deformazioni del corpo diga e/o nei terreni di fondazione;
- danneggiamento degli organi di scarico superficiali o profondi;
- danneggiamento delle opere di derivazione;
- danneggiamento dei sistemi di misura e controllo.

11 - Azione sismica

Sotto l'effetto delle azioni sismiche, per lo sbarramento è sufficiente prenedere in considerazione lo SLD (Stato Limite di Danno) e lo SLC (Stato Limite di Collasso).

Se in base alla pericolosità sismica di riferimento (NTC) risulta $a_g(TR = 475) \geq 0.15g$, è necessario effettuare uno studio sismotettonico avente due finalità:

a. definire l'azione sismica di riferimento per il sito in termini di spettro di risposta elastico in accelerazione, tenendo conto dei caratteri sismogenetici dell'area in esame e della risposta sismica locale RSL. L'azione sismica così definita non deve comunque risultare meno gravosa di quella derivante dalle indicazioni di norma;
b. individuare la presenza di strutture sismogenetiche potenzialmente in grado di produrre fagliazione di superficie in corrispondenza dello sbarramento o delle opere di scarico e derivazione. In tale eventualità occorre chiarire l'entità degli spostamenti attesi in termini probabilistici.

Devono essere valutati gli effetti della risposta sismica locale. Il metodo semplificato previsto al § 3.2.2 delle NTC, basato sull'attribuzione del sito a una categoria stratigrafica (A-E) può essere utilizzato solamente quando l'ammasso di fondazione sia privo di forti contrasti di impedenza, o quando il substrato rigido si trovi a una profondità superiore a 30 m. Negli atri casi dovranno essere effettuate specifiche analisi di RSL.

Per le analisi dinamiche al passo è necessario ricorrere ad una descrizione dell'azione sismica mediante accelerogrammi. Si dovranno utilizzare accelerogrammi registrati, selezionati e scalati secondo i criteri indicati nel seguito. Ciascun accelerogramma descrive una componente, orizzontale o verticale, dell'azione sismica; l'insieme delle tre componenti (due orizzontali, tra loro ortogonali, ed una verticale), registrate nello stesso evento, costituisce un gruppo di accelerogrammi.

Il numero minimo di gruppi di accelerogrammi per le analisi dinamiche al passo è pari a 3 per le dighe in muratura e 5 per le dighe in materiali sciolti. Le grandezze di risposta da utilizzare per le verifiche corrispondono a quelle più gravose ottenute con i diversi gruppi di accelerogrammi. Se si utilizzano almeno sette gruppi di accelerogrammi, gli effetti sulla struttura sono rappresentati dai valori medi degli effetti più sfavorevoli ottenuti.

L'insieme di accelerogrammi dovrà rispettare criteri di compatibilità con lo spettro di risposta elastico di riferimento. E' possibile riferirsi ai criteri di compatibilità formulati da normative italiane o internazionali. Nel caso di modelli di calcolo tridimensionali, si raccomanda di adottare un criterio di compatibilità che tenga adeguatamente conto di entrambe le compenenti orizzontali del moto.

E' ammessa la scalatura in ampiezza degli accelerogrammi (evitando di modificarne il contenuto in frequenza) e cercando di limitare il valore del fattore di scala. Lo stesso fattore di scala dovrà essere applicato alle due componenti

accelerometriche orizzontali di ciascun gruppo; un diverso fattore di scala potrà essere adottato per la componente verticale.
Si suggerisce di adottare un numero di accelerogrammi superiore ai minimi sopra specificati qualora sia necessaria una migliore approssimazione dell'azione sismica di riferimento.

12 - Studio sismotettonico: pericolosità sismica

Nello studio di pericolosità sismica (che le NTD precisano essere obbligatorio allorché per il sito in esame a_g(TR = 475) delle NTC ≥ 0.15g), si raccomanda di valutare per l'area in esame tutte le informazioni aggiuntive, a scala regionale, che consentano di migliorare l'attendibilità delle previsioni della Norma. Ciò sia per distribuzione, estensione e localizzazione delle aree sismogenetiche, sia per leggi di attenuazione specifiche, ritenute maggiormente rappresentative dell'area in esame. In assenza di tali informazioni aggiuntive è del tutto inutile la mera ripetizione delle procedure implementate per la mappa di pericolosità italiana delle NTC.
Lo studio di pericolosità sismica può essere condotto con un approccio probabilistico (PSHA) ovvero deterministico (DSHA). Entrambi gli approcci possono essere adottati per valutare lo spettro di risposta dell'evento utilizzato per la verifica allo SLC, avendo comunque cura di esporre le motivazioni a supporto della scelta fatta. Ovviamente l'azione corrispondente allo SLD deve essere valutata con l'approccio probabilistico.
In tutti i casi è necessario ricordare che i risultati dello studio di pericolosità sono fortemente condizionati dalle relazioni di attenuazione (GMPE) utilizzate. Per la mappa di pericolosità sismica MPS04 sono stati utilizzati quattro insiemi di relazioni definite sulla base di dati europei (ASB96: Ambraseys et al., 1996), italiani (SP96: Sabetta-Pugliese, 1996), e locali (REG.A: relazioni regionalizzate con set A di profondità, REG.B: relazioni regionalizzate con set B di profondità, proposte da Malagnini et al., 2000-2002 e da Morasca et al., 2006).
L'uso di relazioni di attenuazione diverse da quelle adottate dalla vigente mappa di pericolosità è ammesso, purché motivato da specifiche considerazioni legate ai caratteri della sismicità locale.
Si dovrà inoltre tenere conto dei meccanismi di faglia associati alle strutture sismogenetiche.
Nella valutazione del massimo terremoto credibile MCE secondo l'approccio deterministico, particolare attenzione va posta alla stima dei valori di magnitudo massima associata a ciascuna sorgente sismogenetica; l'origine di tali valori (dato storico, ovvero dervante da considerazioni sismologiche e geofisiche) deve essere indicata. Inoltre, per determinare i parametri di scuotimento si utilizzerà l'84° percentile delle leggi di attenuazione.
Al riguardo comunque, costituiranno riferimento le "Linee-guida per la redazione e le istruttorie degli studi sismotettonici relativi alle grandi dighe", predisposte nell'ambito dell'"Accordo ai sensi dell'art. 15 della l. 241/90 e ss.mm.ii. tra la Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture Idriche ed Elettriche del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per la redazione di linee-guida per gli studi sismotettonici finalizzati alla rivalutazione della pericolosità sismica dei siti delle grandi dighe".

13 - Selezione e scalatura degli accelerogrammi

Per la selezione degli accelerogrammi da utilizzare nelle analisi dinamiche si ricorre alle banche dati rese disponibili da organismi istituzionali italiani o stranieri.
E' innanzitutto necessario soddisfare i criteri di sismo-compatibilità: le registrazioni selezionate devono essere compatibili con il modello sismotettonico regionale, la magnitudo e la distanza epicentrale di uno o più eventi di scenario e con le caratteristiche geotecniche delle stazioni di registrazione dei segnali rispetto a quelle del sito di costruzione. Questo criterio va applicato nella fase di pre selezione dei segnali.
I gruppi di accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati in modo tale che i relativi spettri di risposta aprossimino gli spettri di risposta elastici nel campo dei periodi propri di vibrazione di interesse per il problema in esame.
L'intervallo di periodi di interesse deve essere stabilito dal progettista con riferimento alle caratteristiche dinamiche del caso in esame. L'intervallo 0,15 – 2 s, proposto dalle norme per le costruzioni civili non è necessariamente valido per le dighe, la cui risposta è spesso condizionata dalle alte frequenze. Pertanto, per la singola diga in esame, il progettista dovrà stabilire, dandone motivazione, un intervallo di frequenze di interesse; si dovrà inoltre tenere conto delle eventuali modifiche di rigidezza conseguenti all'entrata in campo non lineare dello sbarramento o delle sue parti.
Nello specifico, la compatibilità con lo spettro di risposta elastico deve essere verificata in base alla media delle ordinate spettrali ottenute con i diversi accelerogrammi per un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ del 5%. L'ordinata spettrale media non deve presentare uno scarto in difetto superiore al 10% ed uno scarto in eccesso superiore al 30%, rispetto alla corrispondente componente dello spettro elastico, in alcun punto dell'intervallo dei periodi di vibrazione di interesse per l'opera in esame per i diversi stati limite.
Nel caso di analisi 2D, l'applicazione del suddetto criterio di spettro-compatibilità è immediata. La compatibilità delle componenti orizzontali e verticali andrà trattata separatamente. I fattori di scala delle N componenti orizzontali saranno determinati in modo che il loro spettro medio sia compatibile con lo spettro di riferimento. Si procede analogamente per la componente verticale.
Nel caso di analisi tridimensionale, l'applicazione del criterio di spettro compatibilità comporta l'adozione di un unico fattore di scala per entrambe le componenti orizzontali. E' possibile riferirsi ai criteri di compatibilità multi componente formulati da normative internazionali (es. ASCE 7).
Una possibile procedura è la seguente:

A. per ogni coppia di registrazioni orizzontali, si ricostruisce uno spettro SRSS [$S_{SRSS} = (S_x^2 + S_y^2)^{0.5}$]

B. le coppie di registrazioni devono essere selezionate in modo tale che lo spettro medio SRSS di tutte le coppie approssimi lo spettro di riferimento, moltiplicato per un coefficiente $\alpha = 1.41$
C. è possibile scalare ciascuna coppia di registrazioni attraverso un unico fattore di scala, che può differire tra le diverse coppie.

Per le componenti verticali si procede separatamente, come descritto per le analisi piane.

14 - Analisi sismiche

L'uso di modelli di calcolo complessi (ad es. non lineari) deve essere accompagnato da una caratterizzazione dei materiali specifica ed approfondita, che consenta di stabilire con adeguata confidenza tutti i parametri del modello. Diversamente, sarà necessario indagare, con studi parametrici, l'influenza di ciascuno di essi. E' comunque necessario confrontare i risultati delle analisi complesse con quelli ottenuti con metodi di analisi più semplici, basati su ipotesi conservative.

L'analisi della risposta sismica deve essere preceduta dall'esame delle condizioni deformative e tensionali in condizioni statiche. Si precisa che, essendo queste analisi finalizzate ad una stima delle condizioni di esercizio, le azioni vanno combinate con i loro valori nominali (coefficienti parziali unitari).

La spinta idrodinamica potrà essere calcolata attraverso una modellazione diretta del fluido (ad es. utilizzando elementi finiti acustici o elementi finiti elastici con opportuni parametri di rigidezza), ovvero attraverso metodi semplificati basati sul concetto delle c.d. masse aggiunte. Nel caso di analisi sismiche pseudo-statiche o dinamiche con spettro di risposta, per il calco della sovrappressione idrodinamica dovrà adottarsi lo stesso valore di accelerazione utilizzato per il calcolo delle forze di inerzia agenti sulla massa muraria.

La spinta dovuta all'interrimento in condizioni sismiche dovrà essere valutata con i metodi propri della spinta delle terre.

Non è generalmente ammissibile l'utilizzo di un coefficiente di smorzamento superiore al 5%; al contrario, devono essere adottati valori inferiori nel caso in cui i fenomeni di isteresi nei materiali siano modellati esplicitamente adottando legami costitutivi non lineari. L'eventuale utilizzo di un valore superiore al 5% dovrà essere giustificato con riferimento al particolare caso in esame.

Nel caso in cui si adotti un modello di calcolo che simuli la propagazione delle onde sismiche nella roccia di fondazione (cd. fondazione con massa), è necessario effettuare analisi di validazione della soluzione numerica. Tali analisi, che dovranno essere documentate, si basano sul confronto delle soluzioni numeriche, ottenute con il modello, con soluzioni rigorose di letteratura, ottenute con metodi analitici, numerici o misti. Le analisi di validazione potranno eventualmente essere riferite a modelli ausiliari che riproducano le ipotesi lla base delle soluzioni di letteratura. Sarà sempre necessario almeno verificare che il modello sia capace di riprodurre, in campo libero, gli accelerogrammi preventivamente selezionati.

Non è ammesso l'utilizzo del metodo ETA come unico approccio di verifica; lo stesso, che può essere adottato per valutazioni qualitative e quantitative nel contesto di analisi multimetodologiche, deve comunque essere affiancato da analisi dinamiche tradizionali.

15 - Combinazione delle azioni

Per le analisi sismiche, le azioni di calcolo vanno combinate con coefficienti parziali (γ_f) unitari. I coefficienti Ψ per le azioni variabili sono definiti dalla Norma.

Per ciascuno stato limite (SLD, SLC) andranno in ogni caso considerate le situazioni di serbatoio pieno (livello di invaso alla massima regolazione) e serbatoio vuoto, nelle condizioni termiche più gravose. Livelli di invaso intermedi vanno considerati se significativi.

La combinazione direzionale 100%-300%, prevista dalla Norma per le componenti orizzontali del sisma, può essere utilizzata soltanto per le analisi pseudo-statiche o dinamiche con spettro di risposta. <u>Non è in alcun caso ammissibile l'utilizzo di questa regola di combinazione per le analisi dinamiche al passo.</u>

16 - Modello e metodo per le analisi dinamiche

Occorre evitare una eccessiva differenziazione dei materiali, trascurando nel modello di calcolo zone e strati di modesta importanza ed elementi della sezione di spessore trascurabile (scogliera, filtri etc.) dei quali peraltro non si dispone, in genere, dei parametri meccanici.

E' pertanto preferibile fare riferimento a modelli più semplici e compiutamente definiti.

Per ciascuna superficie di scorrimento significativa (escludendo quelle corticali) è utile presentare preliminarmente i risultati di un'analisi pseudostatica che esamini la variazione del coefficiente di sicurezza in funzione del coefficiente sismico fino alla condizione FS = 1 (Kh = Kcr; Kv = ± Kh/2).

Se si ricorre alla procedura di Makdisi e Seed, l'analisi andrà articolata in tre fasi:

- con il metodo dell'equilibrio limite si calcolano i coefficienti sismici critici (Kcr) delle superfici di scorrimento, come sopra specificato;
- con il metodo lineare equivalente, analisi elastica di tipo iterativo, si determina la time-history delle accelerazioni indotte all'intyerno della diga dal moto sismico;
- con il metodo di Newmark si valutano i cedimenti permanenti causati dalle accelerazioni impresse alle varie superfici limite; gli accelerogrammi utilizzati nel calcolo degli spostamenti permanenti sono rappresentativi del campo di variazione dell'accelerazione all'interno della superficie di scorrimento (procedura di Chopra).

Deve essere espresso uno specifico giudizio sulla effettiva validità dei risultati ottenuti con riferimento alle ipotesi poste alla base del modello. Il metodo lineare equivalente, infatti, può non fornire valori attendibili quando il campo deformativo indotto dalla sollecitazione dinamica supera la soglia di 10^{-3} – 10^{-4}. Evidenze di insufficienza del modello sono valori di smorzamento localmente superiori al 10% o inconsuete amplificazioni e deamplificazioni delle accelerazioni lungo la verticale.
Per livelli di deformazioni superiori al campo di deformazione sopra indicato, occorre utilizzare metodi non lineari e valutare il possibile incremento di pressione interstiziale o di decadimento della resistenza dei materiali.

17 - Giudizio di ammissibilità
Stato Limite di Danno (SLD): le deformazioni permanenti sono accettabili se dell'ordine del centimetro e la risposta sismica risulta connotata da un comportamento essenzialmente elastico.
Stato Limite di Collasso (SLC): lo spostamento massimo è ammissibile se inferiore ad una quota parte della differenza tra la quota di massima ritenuta e la quota sommitale dell'elemento di tenuta. Il cedimento calcolato deve essere confrontato con l'altezza della diga: cedimenti inferiori all'1% dell'altezza della diga sono, in linea generale, accettabili.
Il giudizio ingegneristico motivato di accettabilità dei risultati dovrà anche considerare:

a) il confronto dei risultati ottenuti con valutazioni semplificate degli spostamenti permanenti, che si possono ottenere utilizzando le note correlazioni empiriche proposte da vari Autori;
b) il rischio di perdita di funzionalità dell'elemento di tenuta, quella di integrità dei filtri, anche con riferimento agli spostamenti calcolati lungo le superfici critiche in relazione allo spessore ed alla geometria dei vari strati;
c) l'adeguatezza della strumentazione installata, atta al controllo delle condizioni di sicurezza post-sismiche dello sbarramento, in particolare la misura delle pressioni interstiziali;
d) l'ammissibilità degli spostamenti e delle deformazioni per lo SLD e SLC.

CAPO II
PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE (SERVIZIO B E SERVIZIO C)

18 - Progettazione
18.1.1 - Principi e finalità della progettazione

- La progettazione ha come fine la realizzazione di un intervento di qualità e tecnicamente valido, nel rispetto del rapporto ottimale fra i benefici e i costi globali di costruzione, manutenzione e gestione. La progettazione è inoltre tesa a minimizzare l'uso di risorse materiali non rinnovabili e massimizzare il riutilizzo di risorse naturali impegnate dall'intervento, nonché alla massima facilità ed economicità di manutenzione, efficienza costante nel tempo dei materiali e dei componenti, possibilità di facile sostituzione degli elementi, compatibilità dei materiali e agevole controllabilità delle prestazioni dell'intervento nel tempo.
- Il progetto è redatto, salvo quanto diversamente ed espressamente disposto dal responsabile del procedimento, in conformità all'articolo 23 del D.Lgs. n. 50/2016 e ss.mm.ii., nonché agli articoli ancora vigenti del D.P.R. n. 207/2010.
- I progetti, con le necessarie differenziazioni in relazione alla loro specificità e dimensione sono redatti nel rispetto degli standards dimensionali e di costo e in modo da assicurare il massimo rispetto e compatibilità con le caratteristiche del contesto territoriale e ambientale dell'intervento, nelle fasi di costruzione che di gestione.

18.1.2 - Criteri generali di progettazione

- Al fine di potere effettuare la manutenzione e le eventuali modifiche dell'intervento nel suo ciclo di vita utile, gli elaborati del progetto sono aggiornati in conseguenza delle varianti o delle soluzioni esecutive che si siano rese necessarie, su indicazione del progettista, in modo da rendere disponibili tutte le informazioni sulle modalità di realizzazione dell'opera o del lavoro.
- Gli elaborati progettuali prevedono misure atte ad evitare effetti negativi sull'ambiente e sul paesaggio in relazione all'attività di cantiere ed a tal fine comprendono:
  - uno studio della viabilità di accesso ai cantieri, ed eventualmente la progettazione di quella provvisoria, in modo che siano contenuti l'interferenza con il traffico locale ed il pericolo per le persone e l'ambiente;
  - l'indicazione degli accorgimenti atti ad evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici ed atmosferici;
  - la localizzazione delle cave eventualmente necessarie e la valutazione sia del tipo e quantità di materiali da prelevare, sia delle esigenze di eventuale ripristino ambientale finale;
- I progetti sono redatti considerando anche il contesto in cui l'intervento si inserisce in modo che esso non pregiudichi l'accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione delle opere, degli impianti e dei servizi esistenti.
- I progetti devono essere redatti secondo criteri diretti a salvaguardare nella fase di costruzione e in quella di esercizio gli utenti e la popolazione interessata dai fattori di rischio per la sicurezza e la salute degli operai.
- Tutti gli elaborati devono essere sottoscritti dal progettista o dai progettisti responsabili degli stessi nonché dal progettista responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche.
- Al termine della prestazione, a qualsiasi livello di progettazione così come in caso di eventuale variante, il progettista dovrà consegnare:
  elaborati grafici: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; due copie su supporto informatico in formati standardizzati non protetti, compatibili, riproducibili, copiabili e modificabili con i più diffusi programmi

software disponibili in commercio; ed in particolare una copia dei file in formato DWG e una copia in formato PDF;
elaborati di testo: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; due copie su supporto informatico in formati standardizzati non protetti, compatibili, riproducibili, copiabili e modificabili con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; ed in particolare una copia dei file in formato DOC e, ove occorre, in XLS, nonché una copia in formato PDF;
elaborati fotografici: tre copie complete su carta sottoscritte dai progettisti; una copia su supporto informatico in formato PDF, non protetto, compatibile, riproducibile, copiabile e modificabile con i più diffusi programmi software disponibili in commercio; il supporto dovrà contenere anche i file in formato JPEG delle immagini e fotografie utilizzate.
Il Responsabile del procedimento, a sua discrezione, potrà richiedere altri formati e/o estensioni dei dei suddetti elaborati progettuali, differenti da quelli sopra menzionati. Non dovranno esserci discordanze tra la versione cartacea e quella su supporto informatico del progetto.

- L'Aggiudicatario ha inoltre l'obbligo di produrre eventuali altre copie degli elaborati progettuali che, ad insindacabile giudizio del R.U.P., dovessero occorrere per l'ottenimento di pareri e nulla osta, propedeutici all'approvazione finale del progetto, senza che ciò costituisca motivo di richiesta di ulteriori oneri da parte del progettista.

18.1.3 - Proprietà intellettuale e materiale degli elaborati, subentro o sostituzione dei progettisti
Il progetto resta di proprietà piena e assoluta della Stazione appaltante, che può introdurvi tutte le varianti ed aggiunte che ritenga necessarie, senza che l'Assuntore possa sollevare eccezioni di sorta, sempre che il progetto non venga modificato in modo tale che ne risultino alterati radicalmente gli aspetti più caratteristici o snaturati i criteri informatori essenziali. Restano altresì nella proprietà materiale e legale della Stazione appaltante, gli elaborati, i documenti, gli atti, comunque formati e su qualunque supporto, prodotti dal professionista nell'ambito dell'incarico.

18.2 – Progetto definitivo
18.2.1 - Documentazione ed elaborati del progetto definitivo

- Il progetto definitivo è redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato e di quanto emerso in sede di eventuale conferenza di servizi, contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio della concessione edilizia, dell'accertamento di conformità urbanistica o di altro atto equivalente, nonché dell'acquisizione di pareri tecnici o amministrativi anche esterni agli organi della stazione appaltante.
- Il progetto definitivo comprende:
  a) relazione descrittiva;
  b) relazioni geologica, geotecnica, idrologica, idraulica, sismica;
  c) relazioni tecniche specialistiche;
  d) rilievi planoaltimetrici e studio di inserimento urbanistico;
  e) elaborati grafici;
  f) studio di impatto ambientale ove previsto dalle vigenti normative ovvero studio di fattibilità ambientale;
  g) calcoli preliminari delle strutture e degli impianti;
  h) disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici;
  i) piano particellare di esproprio;
  l) computo metrico estimativo;
  m) quadro economico.
- La documentazione di cui al comma 2, lettere b), f) e g) è prescritta solo in quanto necessaria in relazione alle caratteristiche del sito sul quale si interviene o in quanto prevista dalla vigente normativa, ad eccezione della relazione geologica che è sempre necessaria qualora trattasi di interventi di nuova costruzione, di ricostruzione, di ampliamento o di ristrutturazione edilizia.
- La documentazione di cui al comma 2, lettera i) è prescritta ogni qualvolta l'intervento interessi l'occupazione, temporanea o permanente di suoli o altri immobili di proprietà di soggetti diversi dall'amministrazione, ovvero l'espropriazione o l'asservimento con diritti reali degli stessi suoli o altri immobili.
- Gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli preliminari sono sviluppati ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano apprezzabili differenze tecniche o di costo.

18.2.2 - Relazioni tecniche

1. La relazione descrittiva di cui all'articolo 1.2.1, lettera a), fornisce i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, il rispetto del prescritto livello qualitativo, dei conseguenti costi e dei benefici attesi.

2. In particolare la relazione:
a) descrive, con riferimento ai singoli punti della relazione illustrativa del progetto preliminare, i criteri utilizzati per le scelte progettuali, gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali scelti, i criteri di progettazione delle strutture e degli impianti, in particolare per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione;

b) riferisce in merito a tutti gli aspetti riguardanti la topografia, la geologia, l'idrologia, il paesaggio, l'ambiente che sono stati esaminati e risolti in sede di progettazione attraverso lo studio di fattibilità ambientale, ove previsto, nonché attraverso i risultati di apposite indagini e studi specialistici;
c) indica le eventuali cave e discariche da utilizzare per la realizzazione dell'intervento con la specificazione dell'avvenuta autorizzazione;
d) riferisce in merito all'idoneità delle reti esterne dei servizi atti a soddisfare le esigenze connesse all'esercizio dell'intervento da realizzare e in merito alla verifica sulle interferenze delle reti aeree e sotterranee con i nuovi manufatti;
e) contiene le motivazioni che hanno indotto il progettista ad apportare variazioni alle indicazioni contenute nel progetto preliminare;
f) riferisce in merito al tempo necessario per la redazione del progetto esecutivo aggiornando, se del caso, quello indicato nel cronoprogramma del progetto preliminare.

3. La relazione geologica comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del ssttosuolo, definisce il modello geologico-tecnico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici nonché il conseguente livello di pericolosità geologica e il comportamento in assenza e in presenza delle opere previste.

4. La relazione geotecnica definisce, alla luce di specifiche indagini geotecniche, il comportamento meccanico del volume di terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che a sua volta influenzerà il comportamento del manufatto stesso. Illustra inoltre i calcoli geotecnici per gli aspetti che si riferiscono al rapporto del manufatto con il terreno.

5. Le relazioni idrologica e idraulica riguardano lo studio delle acque meteoriche, superficiali e sotterranee. Gli studi devono indicare le fonti dalle quali provengono gli elementi elaborati ed i procedimenti usati nella elaborazione per dedurre le grandezze di interesse.

6. Ove la progettazione implichi la soluzione di questioni specialistiche, queste formano oggetto di apposite relazioni che definiscono le problematiche e indicano le soluzioni da adottare in sede di progettazione esecutiva.

18.2.3 - Studio di impatto ambientale e studio di fattibilità ambientale

- Lo studio di impatto ambientale, ove previsto dalla normativa vigente, è redatto secondo le norme tecniche che disciplinano la materia ed è predisposto contestualmente al progetto definitivo sulla base dei risultati della fase di selezione preliminare dello studio di impatto ambientale, nonché dei dati e delle informazioni raccolte nell'ambito del progetto stesso anche con riferimento alle cave e alle discariche.
- Lo studio di fattibilità ambientale, tenendo conto delle elaborazioni a base del progetto definitivo, approfondisce e verifica le analisi sviluppate nella fase di redazione del progetto preliminare, ed analizza e determina le misure atte a ridurre o compensare gli effetti dell'intervento sull'ambiente e sulla salute, ed a riqualificare e migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale avuto riguardo agli esiti delle indagini tecniche, alle caratteristiche dell'ambiente interessato dall'intervento in fase di cantiere e di esercizio, alla natura delle attività e lavorazioni necessarie all'esecuzione dell'intervento, e all'esistenza di vincoli sulle aree interessate. Esso contiene tutte le informazioni necessarie al rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni in materia ambientale.

18.2.4 - Elaborati grafici del progetto definitivo

- Gli elaborati grafici descrivono le principali caratteristiche dell'intervento da realizzare; essi individuano le caratteristiche delle fondazioni e sono redatti nelle opportune scale in relazione al tipo di opera o di lavoro, puntuale o a rete, da realizzare, ad un livello di definizione tale che nella successiva fase di progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.
- Per gli edifici, i grafici sono costituiti, salva diversa motivata indicazione del progetto preliminare e salva diversa determinazione del responsabile del procedimento, da:
  a) stralcio dello strumento urbanistico generale o attuativo con l'esatta indicazione dell'area interessata all'intervento;
  b) planimetria d'insieme in scala non inferiore a 1:500, con le indicazioni delle curve di livello dell'area interessata all'intervento, con equidistanza non superiore a cinquanta centimetri, delle strade, della posizione, sagome e distacchi delle eventuali costruzioni confinanti e delle eventuali alberature esistenti con la specificazione delle varie essenze;
  c) planimetria in scala non inferiore a 1:500 con l'ubicazione delle indagini geologiche;
  d) planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alle dimensioni dell'intervento, con indicazione delle indagini geotecniche e sezioni, nella stessa scala, che riportano il modello geotecnico del sottosuolo;
  e) planimetria in scala non inferiore a 1:200, in relazione alle dimensioni dell'intervento, corredata da due o più sezioni atte a illustrare tutti i profili significativi dell'intervento, anche in relazione al terreno, alle strade ed agli edifici circostanti, prima e dopo la realizzazione, nella quale risultino precisati la superficie coperta di tutti i corpi di fabbrica. Tutte le quote altimetriche relative sia al piano di campagna originario sia alla sistemazione del terreno dopo la realizzazione dell'intervento, sono riferite ad un caposaldo fisso. La planimetria riporta la sistemazione degli spazi esterni indicando le recinzioni, le essenze arboree da rimuovere e quelle da porre a dimora e le eventuali superfici da destinare a parcheggio; è altresì integrata da una tabella riassun-

tiva di tutti gli elementi geometrici del progetto: superficie dell'area, volume dell'edificio, superficie coperta totale e dei singoli piani e ogni altro utile elemento;

f) le piante dei vari livelli, nella scala prescritta dai regolamenti edilizi o da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 con l'indicazione delle destinazioni d'uso, delle quote planimetriche e altimetriche e delle strutture portanti. Le quote altimetriche sono riferite al caposaldo di cui alla lettera c) e in tutte le piante sono indicate le linee di sezione di cui alla lettera e);

g) un numero adeguato di sezioni, trasversali e longitudinali nella scala prescritta da regolamenti edilizi o da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100, con la misura delle altezze nette dei singoli piani, dello spessore dei solai e della altezza totale dell'edificio. In tali sezioni è altresì indicato l'andamento del terreno prima e dopo la realizzazione dell'intervento, lungo le sezioni stesse, fino al confine ed alle eventuali strade limitrofe. Tutte le quote altimetriche sono riferite allo stesso caposaldo di cui alla lettera e);

h) tutti i prospetti, a semplice contorno, nella scala prescritta da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 completi di riferimento alle altezze e ai distacchi degli edifici circostanti, alle quote del terreno e alle sue eventuali modifiche. Se l'edificio è adiacente ad altri fabbricati, i disegni dei prospetti comprendono anche quelli schematici delle facciate adiacenti;

i) elaborati grafici nella diversa scala prescritta da normative specifiche e comunque non inferiore a 1:100 atti ad illustrare il progetto strutturale nei suoi aspetti fondamentali, in particolare per quanto riguarda le fondazioni;

j) schemi funzionali e dimensionamento di massima dei singoli impianti, sia interni che esterni;

k) planimetrie e sezioni in scala non inferiore a 1:100, in cui sono riportati i tracciati principali delle reti impiantistiche esterne e la localizzazione delle centrali dei diversi apparati, con l'indicazione del rispetto delle vigenti norme in materia di sicurezza, in modo da poterne determinare il relativo costo;

- Le prescrizioni di cui al comma 2 si riferiscono agli edifici. Esse valgono per gli altri lavori e opere puntuali per quanto possibile e con gli opportuni adattamenti, concordati con il responsabile del procedimento.
- Per interventi su opere esistenti, gli elaborati indicano, con idonea rappresentazione grafica, mediante retini o colorazioni indelebili, comunque in modo inequivocabile, le parti conservate, quelle da demolire o rimuovere e quelle nuove.
- Per i lavori e le opere a rete i grafici sono costituiti, oltre che da quelli già predisposti con il progetto preliminare, e salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento, anche dai seguenti elaborati, nelle scale adeguate:

a) stralcio dello strumento urbanistico generale o attuativo con l'esatta indicazione dei tracciati dell'intervento; se sono necessari più stralci è redatto anche un quadro d'insieme;

b) planimetria con le indicazioni delle curve di livello delle aree interessate dall'intervento, con equidistanza non superiore a un metro, dell'assetto definitivo dell'intervento e delle parti complementari; se sono necessarie più planimetrie è redatto anche un quadro d'insieme;

c) profili longitudinali con chiara indicazione delle lunghezze, delle altezze e delle sezioni trasversali;

d) piante, sezioni e prospetti di tutte le opere d'arte, manufatti e opere speciali comunque riconducibili ad opere puntuali, secondo i criteri di cui al comma 2.

- Per ogni intervento, indipendentemente dalla tipologia e categoria, gli elaborati grafici del progetto definitivo comprendono la rappresentazione delle opere e dei lavori necessari ad evitare effetti negativi sull'ambiente e sul paesaggio in relazione all'attività di cantiere, comprendendo:

a) uno studio della viabilità di accesso ai cantieri, ed eventualmente la progettazione di quella provvisoria, in modo che siano contenuti l'interferenza con il traffico locale e il pericolo per le persone e per l'ambiente;

b) l'indicazione degli accorgimenti atti a evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici e atmosferici;

c) la localizzazione delle cave eventualmente necessarie e la valutazione del tipo e della quantità di materiali da prelevare, nonché delle esigenze di eventuale ripristino ambientale finale.

18.2.5 - Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti

I calcoli preliminari delle strutture e degli impianti devono consentire di determinare tutti gli elementi dimensionali, dimostrandone la piena compatibilità con l'aspetto architettonico ed impiantistico e più in generale con tutti gli altri aspetti del progetto. I calcoli delle strutture comprendono i criteri di impostazione del calcolo, le azioni, i criteri di verifica e la definizione degli elementi strutturali principali che interferiscono con l'aspetto architettonico e con le altre categorie di opere.

I calcoli degli impianti devono permettere, altresì, la definizione degli eventuali volumi tecnici necessari e, per quanto riguarda le reti e le apparecchiature degli impianti, anche la specificazione delle caratteristiche.

I calcoli di dimensionamento e di verifica delle strutture e degli impianti devono essere sviluppati ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo. Nel caso di calcoli elaborati con l'impiego di programmi informatizzati, la relazione di calcolo specifica le ipotesi adottate e fornisce indicazioni atte a consentirne la piena leggibilità.

18.2.6 - Disciplinare descrittivo e prestazionale

Il presente disciplinare descrittivo e prestazionale precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto; esso contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

18.2.7 - Elenco dei prezzi unitari, computo metrico estimativo e quadro economico del progetto definitivo

Il computo metrico-estimativo viene redatto applicando alle quantità delle lavorazioni i prezzi unitari riportati nell'apposito elenco dei prezzi unitari, dedotti dai prezziari dell'amministrazione o dai listini correnti nell'area interessata ovvero dai prezzi che il progettista, sulla base del proprio apprezzamento tecnico scientifico di tipo discrezionale, ritenga di applicare, anche in relazione alla situazione di mercato per la zona e lavori analoghi.

Per eventuali voci mancanti o per prezzi unitari non determinabili ai sensi del precedente comma, il relativo prezzo viene determinato mediante regolare analisi come di seguito descritto:

a) applicando alle quantità di materiali, mano d'opera, noli e trasporti, necessari per la realizzazione delle quantità unitarie di ogni voce, i rispettivi prezzi elementari dedotti da listini ufficiali o dai listini delle locali camere di commercio ovvero, in difetto, dai prezzi correnti di mercato;

b) aggiungendo ulteriormente una percentuale variabile tra il 13 e il 15 per cento, a seconda della categoria e tipologia dei lavori, per spese generali;

c) aggiungendo infine una percentuale del 10 per cento per utile dell'appaltatore.

In relazione alle specifiche caratteristiche dell'intervento il computo metrico estimativo può prevedere le somme da accantonare per eventuali lavori in economia, da prevedere nel contratto d'appalto o da inserire nel quadro economico tra quelle a disposizione dell'amministrazione.

L'elaborazione della stima sommaria dell'intervento deve essere effettuata attraverso programmi di gestione informatizzata; i programmi devono essere preventivamente accettati dal responsabile del procedimento.

Il risultato del computo metrico estimativo dell'intervento e delle espropriazioni confluisce nel quadro economico dell'intervento.

Le varie voci di lavoro del computo metrico estimativo vanno aggregate secondo le rispettive categorie di appartenenza, generali e specializzate, allo scopo di rilevare i rispettivi importi, in relazione ai quali individuare:

- la categoria prevalente;
- le categorie scorporabili di importo superiore al 10% dell'importo totale dei lavori oppure a 150.000 euro e subappaltabili a scelta del concorrente;
- nell'ambito delle categorie suddette, quelle di cui all'art. 89, comma 11, del codice, derinite strutture, impianti ed opere speciali;
- quelle ricadenti nel sopra indicato comma 11 che superano il 10%.

18.2.8 - Acquisizione dei pareri e approvazione dei progetti - Conferenza di servizi

La prestazione progettuale relativa al progetto definitivo comprende tutti gli adempimenti tecnici, con la formazione di relazioni, elaborati, rappresentazioni, illustrazioni e ogni altro atto necessario, ancorché non specificato in precedenza, necessari alla acquisizione dei pareri, delle autorizzazioni, dei nulla osta, dei certificati, delle attestazioni e di ogni altro atto di assenso, comunque denominato, ovvero di deposito di denuncie di inizio attività o altri adempimenti simili, anche presso amministrazione ed enti diversi, in particolare per il conseguimento, ove necessari o prescritti dall'ordinamento:

a) in materia di dighe;

b) in materia sanitaria o igienico-sanitarie;

c) in materia di prevenzione incendi;

d) in materia di strutture armate o in relazione alla disciplina per le costruzioni in zona sismica;

e) in materia storica e/o architettonica ex titolo I del decreto legislativo n. 490 del 1999;

f) in materia ambientale e/o paesaggistica ex titolo II del decreto legislativo n. 490 del 1999;

g) in materia di vincolo idrogeologico, di vincolo idrico-fluviale o idrico-demaniale;

h) in materia di accessi, svincoli o altre connessioni con la viabilità provinciale, regionale o statale;

i) in materia di approvvigionamento delle risorse energetiche e di collegamento alle reti relative al ciclo delle acque, anche tramite semplici allacciamenti ai soggetti erogatori dei pubblici servizi, compresa la definizione dei relativo costi e contributi necessari a tali allacciamenti;

l) in materia edilizia e urbanistica;

m) in materia di valutazione di impatto ambientale.

La prestazione progettuale comprende tutti gli adempimenti di cui al primo periodo, eventualmente necessari o prescritti per la richiesta o l'ottenimento di finanziamenti da parte di soggetti diversi dall'amministrazione.

La prestazione progettuale comprende altresì tutti gli adempimenti di cui al primo periodo, eventualmente necessari o prescritti per la valutazione e l'approvazione del progetto in ambito di conferenza di servizi, nonché la partecipazione personale o tramite propri associati alla stessa conferenza di servizi, qualora a tali conferenze sia stato convocato il progettista.

Nel progetto definitivo sono comprese le prestazioni relative alla eventuale redazione e presentazione di una relazione che attesti la conformità del progetto alle prescrizioni urbanistiche ed edilizie, nonché l'esistenza dei nulla osta di conformità alle norme di sicurezza, sanitarie, ambientali e paesistiche, ai sensi dell'articolo 4, comma 16, del decreto-legge n. 398 del 1993, convertito dalla legge n. 493 del 1993, come sostituito dall'articolo 2, comma 60, della legge n. 662 del 1996 (1), nonché di una eventuale relazione che attesti la conformità alle disposizioni in materia di eliminazione e superamento delle barriere architettoniche di cui ai sensi dell'articolo 24, comma 3, della legge n. 104 del 1992 e all'articolo 21, comma 1, decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503.

18.3 – Progetto esecutivo

18.3.1 - Documentazione ed elaborati del progetto esecutivo

Il progetto esecutivo costituisce l'espressione attuativa e cantierabile di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente e in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisionali. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate in sede di rilascio dei provvedimenti abilitativi o di accertamento di conformità urbanistica, di conferenza di servizi, di pronuncia di compatibilità ambientale e di altre autorizzazioni obbligatorie, ovvero il provvedimento di esclusione delle procedure, ove previsti.

Il progetto esecutivo comprende:

a) relazione generale;
b) relazioni specialistiche;
c) elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;
d) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
e) piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
f) piani di sicurezza e di coordinamento;
g) computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;
h) cronoprogramma;
i) elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi;
l) quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro;
m) schema di contratto e capitolato speciale di appalto.

E' vietato prevedere negli atti progettuali che uno o più d'uno degli adempimenti di cui al precedente comma, con particolare riguardo ai particolari costruttivi, ai calcoli strutturali o impiantistici, siano a carico dell'appaltatore ovvero siano da definire in corso d'opera.

La qualità della documentazione e degli elaborati deve essere tale da non rendere necessari interventi successivi di adeguamento.

18.3.2 - Relazioni tecniche

1. La relazione generale descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi. Se il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, la relazione precisa le caratteristiche illustrate negli elaborati grafici e le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti da utilizzare.
2. La relazione generale contiene l'illustrazione dei criteri seguiti e delle scelte effettuate per individuare sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni spaziali, tipologiche, funzionali, architettoniche e tecnologiche previste dal progetto definitivo approvato; la relazione contiene inoltre la descrizione delle indagini, rilievi e ricerche effettuati al fine di ridurre in corso di esecuzione la possibilità di imprevisti.
3. La relazione generale dei progetti riguardanti gli interventi complessi è corredata:

a) da una rappresentazione grafica di tutte le attività costruttive suddivise in livelli gerarchici dal più generale oggetto del progetto fino alle più elementari attività gestibili autonomamente dal punto di vista delle responsabilità, dei costi e dei tempi;
b) da un diagramma che rappresenti graficamente la pianificazione delle lavorazioni nei suoi principali aspetti di sequenza logica e temporale, ferma restando la prescrizione all'impresa, in sede di capitolato speciale d'appalto, dell'obbligo di presentazione di un programma di esecuzione delle lavorazioni riguardante tutte le fasi costruttive intermedie, con la indicazione dell'importo dei vari stati di avanzamento dell'esecuzione dell'intervento alle scadenze temporali contrattualmente previste.

4. Le relazioni geologica, geotecnica, idrologica e idraulica illustrano puntualmente, sulla base del progetto definitivo, le soluzioni adottate.
5. Per gli interventi di particolare complessità, per i quali si sono rese necessarie, nell'ambito del progetto definitivo, relazioni specialistiche, queste sono sviluppate in modo da definire in dettaglio gli aspetti inerenti alla esecuzione e alla manutenzione degli impianti tecnologici e di ogni altro aspetto dell'intervento o del lavoro, compreso quello relativo alle opere a verde.
6. Le relazioni contengono l'illustrazione di tutte le problematiche esaminate e delle verifiche analitiche effettuate in sede di progettazione esecutiva.

18.3.3 - Elaborati grafici del progetto esecutivo

1. Gli elaborati grafici esecutivi, eseguiti con i procedimenti più idonei, comprendono:

a) gli elaborati che sviluppano nelle scale ammesse o prescritte, tutti gli elaborati grafici del progetto definitivo;
b) gli elaborati che risultino necessari all'esecuzione delle opere o dei lavori sulla base degli esiti, degli studi e di indagini eseguite in sede di progettazione esecutiva.
c) gli elaborati di tutti i particolari costruttivi;
d) gli elaborati atti ad illustrare le modalità esecutive di dettaglio;

e) gli elaborati di tutte le lavorazioni che risultano necessarie per il rispetto delle prescrizioni disposte dagli organismi competenti in sede di approvazione dei progetti preliminari, definitivi o di approvazione di specifici aspetti dei progetti;
f) gli elaborati di tutti i lavori da eseguire per soddisfare le esigenze di evitare effetti negativi sull'ambiente, sul paesaggio e sul patrimonio storico, artistico e archeologico in relazione all'attività di cantiere, con particolare riguardo a:
   - uno studio della viabilità di accesso ai cantieri, ed eventualmente la progettazione di quella provvisoria, in modo che siano contenuti l'interferenza con il traffico locale e il pericolo per le persone e per l'ambiente;
   - l'indicazione degli accorgimenti atti a evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici e atmosferici;
   - la localizzazione delle cave eventualmente necessarie e la valutazione del tipo e della quantità di materiali da prelevare, nonché delle esigenze di eventuale ripristino ambientale finale;
   - lo studio e la copertura finanziaria per la realizzazione degli interventi di conservazione, protezione e restauro volti alla tutela e salvaguardia del patrimonio di interesse artistico e storico e delle opere di sistemazione esterna;

g) gli elaborati atti a definire le caratteristiche dimensionali, prestazionali e di assemblaggio degli eventuali componenti prefabbricati.

2. Gli elaborati sono comunque redatti in scala non inferiore al doppio di quelle del progetto definitivo o comunque in modo da consentire all'esecutore una sicura interpretazione ed esecuzione dei lavori in ogni loro elemento.

18.3.4 - Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti

1. I calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti, nell'osservanza delle rispettive normative vigenti, possono essere eseguiti anche mediante utilizzo di programmi informatici.
2. I calcoli esecutivi delle strutture consentono la definizione e il dimensionamento delle stesse in ogni loro aspetto generale e particolare, in modo da escludere la necessità di variazioni in corso di esecuzione.
3. I calcoli esecutivi degli impianti sono eseguiti con riferimento alle condizioni di esercizio, alla destinazione specifica dell'intervento e devono permettere di stabilire e dimensionare tutte le apparecchiature, condutture, canalizzazioni e qualsiasi altro elemento necessario per la funzionalità dell'impianto stesso, nonché consentire di determinarne il prezzo.
4. La progettazione esecutiva delle strutture e degli impianti è effettuata unitamente alla progettazione esecutiva delle opere civili al fine di prevedere esattamente ingombri, passaggi, cavedi, sedi, attraversamenti e simili e di ottimizzare le fasi di realizzazione.
5. I calcoli delle strutture e degli impianti, comunque eseguiti, sono accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.
6. Il progetto esecutivo delle strutture comprende:
a) gli elaborati grafici di insieme (carpenterie, profili e sezioni) in scala non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio in scala non inferiore ad 1:10, contenenti fra l'altro:
1) per le strutture in cemento armato o in cemento armato precompresso: i tracciati dei ferri di armatura con l'indicazione delle sezioni e delle misure parziali e complessive, nonché i tracciati delle armature per la precompressione; resta esclusa soltanto la compilazione delle distinte di ordinazione a carattere organizzativo di cantiere;
2) per le strutture metalliche o lignee: tutti i profili e i particolari relativi ai collegamenti, completi nella forma e spessore delle piastre, del numero e posizione di chiodi e bulloni, dello spessore, tipo, posizione e lunghezza delle saldature; resta esclusa soltanto la compilazione dei disegni di officina e delle relative distinte pezzi;
3) per le strutture murarie: tutti gli elementi tipologici e dimensionali atti a consentirne l'esecuzione.
b) la relazione di calcolo contenente:
1) l'indicazione delle norme di riferimento;
2) la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
3) l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate;
4) le verifiche statiche.
7. Nelle strutture che si identificano con l'intero intervento, quali ponti, viadotti, pontili di attracco, opere di sostegno delle terre e simili, il progetto esecutivo è completo dei particolari esecutivi di tutte le opere integrative.
8. Il progetto esecutivo degli impianti comprende:
a) gli elaborati grafici di insieme, in scala ammessa o prescritta e comunque non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio, in scala non inferiore ad 1:10, con le notazioni metriche necessarie;
b) l'elencazione descrittiva particolareggiata delle parti di ogni impianto con le relative relazioni di calcolo;
c) la specificazione delle caratteristiche funzionali e qualitative dei materiali, macchinari ed apparecchiature.

18.3.5 - Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

1. Il piano di manutenzione prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettualib esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.
2. Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento ed è costituito dai seguenti documenti operativi:
a) il manuale d'uso;
b) il manuale di manutenzione;

c) il programma di manutenzione.
3. Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.
4. Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:
a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
b) la rappresentazione grafica;
c) la descrizione;
d) le modalità di uso corretto.
5. Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.
6. Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:
a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
b) la rappresentazione grafica;
c) la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
d) il livello minimo delle prestazioni;
e) le anomalie riscontrabili;
f) le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
g) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.
7. Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.
Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:
a) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
b) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
c) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.
8. Il programma di manutenzione, il manuale d'uso e il manuale di manutenzione redatti in fase di progettazione sono sottoposti a cura del direttore dei lavori, al termine della realizzazione dell'intervento, al controllo ed alla verifica di validità, con gli eventuali aggiornamenti resi necessari dai problemi emersi durante l'esecuzione dei lavori.
9. Il piano di manutenzione è redatto ogni volta che il responsabile del procedimento, ai sensi dell'articolo 93, comma 2, del Codice dei Contratti approvato con D.Lgs. n. 163/2006, non abbia espressamente indicato la possibilità della sua omissione.

18.3.6 - Cronoprogramma
1. Il progetto esecutivo è corredato dal cronoprogramma delle lavorazioni, decorrente dalla data della consegna.
2. Nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.
3. Nel caso di sospensione o di ritardo dei lavori per fatti imputabili all'impresa, resta fermo lo sviluppo esecutivo risultante dal cronoprogramma.

18.3.7 - Elenco dei prezzi unitari, computo metrico, computo metrico-estimativo
1. Il progetto esecutivo comprende un elenco dei prezzi unitari, eventualmente coincidente con l'elenco dei prezzi unitari predisposto in sede di progettazione definitiva. L'elenco dei prezzi unitari è redatto con un numero d'ordine, un codice univoco di tipo alfanumerico, una descrizione dettagliata e completa di ciascuna lavorazione con indicati gli elementi che la compongono e ne sono pertanto compresi, gli elementi che ne sono esclusi in quanto valutati con altri prezzi unitari, nonché la relativa unità di misura, con i seguenti criteri:
a) le unità di misura ammesse sono i m^3 (metri cubi), m^2 (metri quadrati), m1 (metri o metri lineari), kg (chilogrammi), l (litri), n° (numero o cadauno);
b) limitatamente ai lavori in economia sono ammessi prezzi unitari riferiti a h (ora), g (giorno), m (mese), nonché, per noleggi e trasporti, combinazioni tra le prime unità di misura e i riferimenti in economia (esempi: m^2x g = metro quadrato per giorno, per il noleggio dei ponteggi o kg x km = chilogrammo per chilometro per il trasporto di materiale a discarica);
c) limitatamente a lavorazioni complesse non altrimenti individuabili, possono essere individuate unità di misura diverse da quelle prescritte, purché riconosciute e normalizzate a livello europeo ovvero una combinazione tra le diverse unità di misura;
d) nell'elenco dei prezzi unitari non possono essere utilizzate unità di misura denominate "a corpo" o "a forfait".

e) per i lavori da appaltare con il criterio dell'offerta di prezzi unitari non possono altresì essere utilizzate, quali unità di misura, forme in percentuale;
f) sono utilizzati i prezzi unitari prezzi adottati in sede di progettazione definitiva, integrati, ove necessario, da nuovi prezzi redatti con le medesime modalità;
g) sono vietati l'utilizzo, la previsione o l'inclusione nell'elenco dei prezzi unitari di lavorazioni elementari solo eventuali o delle quali non sia prevista l'esecuzione o, comunque, non sia prevista una reale consistenza all'interno del computo metrico e del computo metrico estimativo.
2. Il computo metrico è redatto mediante l'indicazione delle singole lavorazioni elementari, così come definite nell'elenco dei prezzi unitari, con la descrizione in dettaglio delle singole misurazioni o altro sistema analitico di computo delle relative quantità, con i seguenti criteri:
a) ogni lavorazione elementare è contraddistinta da un numero d'ordine e da un codice coerente con quello dell'elenco dei prezzi unitari, che ne consenta il rinvio senza possibilità di errore o equivoco;
b) le lavorazioni elementari possono essere indicate con una descrizione sintetica, ancorché univoca, ricavata dalla descrizione dettagliata di cui all'elenco dei prezzi unitari;
c) l'unità di misura deve essere la medesima prevista nell'elenco dei prezzi unitari;
d) all'interno di ogni singola voce sono indicate, anche in modo descrittivo, le parti omogenee nelle quali il lavoro può essere frazionato, in modo da individuare agevolmente a quale parte di lavoro si riferisce ogni singola lavorazione.
3. Il computo metrico-estimativo è redatto con gli stessi criteri previsti per il computo metrico, moltiplicando le singole quantità per i prezzi unitari previsti dal relativo elenco, con le seguenti ulteriori prescrizioni:
a) sono redatti, nella parte finale del computo metrico-estimativo, dei quadri riepilogativi dei costi delle varie lavorazioni correttamente suddivisi in relazione:
1) alle diverse categorie dei lavori di cui all'allegato A al regolamento sulla qualificazione;
2) ai gruppi omogenei di lavorazioni da esporre nel capitolato speciale;
3) alle diverse parti funzionali nelle quali sia stata eventualmente prevista la suddivisione dell'intervento.
b) qualora siano previsti sistemi o sub-sistemi di impianti tecnologici, ferma restando la necessità di una solo descrizione dettagliata per voci elementari all'interno del computo metrico e del computo metrico-estimativo, essi devono essere riepilogati ciascuno in un'unica voce omogenea con la relativa unità di misura.
c) qualora il lavoro sia previsto in parti funzionali o sia prevista una contabilità separata per parti ben individuate, il computo metrico-estimativo è redatto distintamente per tali parti.

18.3.8 - Quadro economico
1. Nel quadro economico confluiscono tutti i dati economici previsti dal progetto, così strutturati:
a) lavori
1) lavori a corpo
2) lavori a misura
3) lavori in economia
b) oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza
1) oneri a corpo
2) oneri a misura
3) oneri in economia
c) somme a disposizione dell'amministrazione
1) lavori in economia esclusi dall'appalto
2) rilievi, accertamenti, indagini
3) allacciamenti ai pubblici servizi
4) imprevisti
5) acquisizione aree ed altri immobili
6) accantonamento articolo 133, comma 3, del Codice dei Contratti, approvato con D.Lgs. n. 163/2006;
7) spese tecniche
a) progettazione, direzione lavori e contabilità
b) coordinamento per la sicurezza nel cantiere
c) frazionamenti, accatastamenti ecc.
d) altre prestazioni
d) assicurazione dei dipendenti
8) spese per attività di consulenza e supporto
9) spese per commissioni giudicatrici
10) spese per pubblicità e opere d'arte
a) pubblicità
b) opere d'arte
11) spese per accertamenti, prove e collaudi
a) accertamenti e prove di laboratorio
b) collaudo in corso d'opera
c) collaudo tecnico amministrativo finale
d) collaudo statico
e) collaudi specialistici

12) IVA e altre imposte
a) IVA sul contratto d'appalto
b) IVA sulle spese tecniche
c) altre imposte
2. Per la formazione del quadro economico si adottano i seguenti criteri:
a) alla lettera a) è destinato il risultato del computo metrico-estimativo dei lavori;
b) alla lettera b) è destinato il risultato del computo metrico-estimativo del piano di sicurezza;
c) alla lettera c), i numeri 1, 2, 3, 5 e 8, possono essere scomposti e articolati in ulteriori lettere;
d) alla lettera c), i numeri 7, 11 e 12 possono essere scomposti in modo diverso da quanto proposto;
e) alla lettera c), numero 1, non può essere superato il 5% dell'importo dei lavori e degli oneri;
f) alla lettera c), numero 3, sono destinati i costi preventivati dai soggetti gestori dei servizi da allacciare;
g) alla lettera c), numero 4, non può essere superato il 5% dell'importo dei lavori e degli oneri;
h) alla lettera c), numero 5), è destinato il risultato degli oneri ricavabili del piano particellare e devono essere previsti anche gli oneri fiscali e notarili;
i) alla lettera c), numero 6), devono essere previsti anche gli oneri fiscali e notarili;
l) alla lettera c), numero 10, lettera b), se l'intervento è soggetto agli obblighi della legge n. 717 del 1949, l'importo non deve essere inferiore al 2% dell'importo dei lavori.
3. La struttura di cui al comma 1 è semplificata in relazione al singolo intervento, qualora una o più voci tra quelle elencate non siano previste nell'intervento medesimo; la stessa struttura può essere altresì modificata dal responsabile del procedimento in funzione delle sopravvenute disposizioni regolamentari o altre esigenze.
4. In ogni caso il quadro economico è accompagnato da un quadro economico semplificato coerente con le schede e nella prestazione si intende compresa la redazione del quadro economico previsto dalle predette schede o di formulari predisposti dal responsabile del procedimento finalizzati alla redazione delle schede o alla redazione e trasmissione delle notizie alla vigilanza.

18.3.9 - Schema di contratto
1. Lo schema di contratto contiene, per quanto non disciplinato dal regolamento generale e dal capitolato generale, le clausole dirette a regolare il rapporto tra stazione appaltante e impresa esecutrice, in relazione alle caratteristiche dell'intervento con particolare riferimento a:
a) termini di esecuzione e penali;
b) programma di esecuzione dei lavori;
c) sospensioni o riprese dei lavori;
d) oneri a carico dell'appaltatore;
e) contabilizzazione dei lavori a misura, a corpo;
f) liquidazione dei corrispettivi;
g) controlli;
h) specifiche modalità e termini di collaudo;
i) modalità di soluzione delle controversie.
2. Allo schema di contratto è allegato il capitolato speciale, che riguarda le prescrizioni tecniche da applicare all'oggetto del singolo contratto.

18.3.10 - Capitolato speciale d'appalto: criteri generali
1. Il capitolato speciale d'appalto è diviso in due parti, l'una contenente la descrizione delle lavorazioni e l'altra la specificazione delle prescrizioni tecniche; esso illustra in dettaglio:
a) nella prima parte tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo;
b) nella seconda parte le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; nel caso in cui il progetto prevede l'impiego di componenti prefabbricati, ne vanno precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.
2. Nel caso di interventi complessi di cui all'articolo 2, comma 1, lettera h) del regolamento generale, il capitolato speciale contiene, altresì, l'obbligo per l'aggiudicatario di redigere un documento denominato «piano di qualità di costruzione e di installazione» che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da svolgersi nella fase esecutiva. Il «piano di qualità di costruzione e di installazione» è redatto con i contenuti, le forme e le modalità previste dal regolamento generale.
3. Il capitolato speciale prescrive l'obbligo per l'impresa di presentare, prima dell'inizio dei lavori, un programma esecutivo, anche indipendente dal cronoprogramma predisposto dal progettista, nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.
4. Qualora l'intervento sia scomponibile in più fasi funzionali, in relazione a determinate esigenze di utilizzazione, il capitolato speciale prescrive eventuali scadenze differenziate, sia per l'inizio che per l'ultimazione delle varie lavorazioni, alle quali è connessa la previsione delle penalità.

18.3.11 - Capitolato speciale d'appalto: lavori a corpo, lavori a misura, lavori in economia

1. Ogni lavoro, e il conseguente contratto, può essere a corpo, a misura, ovvero a corpo e misura, come segue:
a) un lavoro è a corpo quando è previsto un con corrispettivo fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti una verifica delle quantità e a prescindere dai prezzi unitari;
b) un lavoro è a misura quando è previsto un con corrispettivo costituito dai prezzi unitari moltiplicati per le quantità delle singole lavorazioni effettivamente eseguite;
c) un lavoro è a corpo e misura quando parte di esso è remunerato con un corrispettivo fisso e invariabile ai sensi della lettera a) e la parte rimanente di esso è remunerato in base ai prezzi unitari e alle quantità eseguite ai sensi della lettera b).
2. Ogni qualvolta sia possibile i lavori sono previsti interamente a corpo.
3. Sono ammessi lavori interamente a misura quando si tratta di lavori di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, di restauro e risanamento conservativo, ovvero di scavi archeologici.
4. Fuori dai casi di cui al comma 3, qualora non sia possibile la previsione di lavori interamente a corpo il corrispettivo può essere previsto in parte a corpo e in parte a misura; tuttavia in tal caso la parte liquidabile a misura deve riguardare le lavorazioni per le quali in sede di progettazione risulta eccessivamente oneroso individuare in maniera certa e definita le rispettive quantità; tali lavorazioni sono indicate nel capitolato speciale con puntuale motivazione di carattere tecnico e con l'indicazione dell'importo sommario del loro valore presunto e della relativa incidenza sul valore complessivo assunto a base di gara; tali indicazioni sono riportate nel provvedimento di approvazione del progetto esecutivo.
5. Nei soli casi in cui, all'interno di lavori a corpo, a misura o a corpo e misura, alcune specifiche lavorazioni non siano in alcun modo preventivabili a corpo o a misura, sono ammesse previsioni di lavori in economia. La previsione di lavori in economia, in ogni caso eccezionale e motivata, non muta la qualificazione del lavoro, e del conseguente contratto, contratto così come definita al comma 1.
6. Per gli interventi il cui corrispettivo è previsto a corpo ovvero per la parte a corpo di un intervento il cui corrispettivo è previsto a corpo e a misura, il capitolato speciale d'appalto indica, per ogni gruppo delle lavorazioni complessive dell'intervento ritenute omogenee, il relativo importo e la sua aliquota percentuale riferita all'ammontare complessivo dell'intervento. Tali importi e le correlate aliquote sono dedotti in sede di progetto esecutivo dal computo metrico-estimativo. Al fine del pagamento in corso d'opera i suddetti importi e aliquote possono essere indicati anche disaggregati nelle loro componenti principali. I pagamenti in corso d'opera sono determinati sulla base delle aliquote percentuali così definite, di ciascuna delle quali viene contabilizzata la quota parte effettivamente eseguita.
7. Per gli interventi il cui corrispettivo è previsto a misura, il capitolato speciale d'appalto precisa l'importo di ciascuno dei gruppi delle lavorazioni complessive dell'opera o del lavoro ritenute omogenee, desumendolo dal computo metrico-estimativo.
8. Ai fini della disciplina delle varianti e degli interventi disposti dal direttore dei lavori ai sensi dell'articolo 132, comma 3, primo periodo, del Codice dei Contratti, approvato con D.Lgs. n. 163/2006, la verifica dell'incidenza delle eventuali variazioni è desunta dagli importi netti dei gruppi di lavorazione ritenuti omogenei definiti con le modalità di cui ai commi 6 e 7.
9. Per la quantificazione degli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza si seguono i medesimi criteri previsti dal presente articolo per i lavori.

18.3.12 - Validazione del progetto esecutivo

1. La stazione appaltante, nei contratti relativi a lavori, verifica la rispondenza degli elaborati e la loro conformità alla normativa vigente.
2. la verifica di cui al comma 1 ha luogo prima dell'inizio delle procedure di affidamento.
3. Al fine di accertare l'unità progettuale, i soggetti di cui al successivo comma 6, prima dell'approvazione ed in contraddittorio con il progettista, verificano la conformità del progetto esecutivo o definitivo rispettivamente, al progetto definitivo o al progetto di fattibilità. Al contraddittorio partecipa anche il progettista autore del progetto posto a base di gara, che si esprime in ordine a tale conformità.
4. La verifica accerta in particolare:
a) la completezza della progettazione;
b) la coerenza e completezza del quadro economico in tutti i suoi aspetti;
c) l'appaltabilità della soluzione progettuale prescelta;
d) i presupposti per la durabilità dell'opera nel tempo;
e) la minimizzazione dei rischi di introduzione di varianti e di contenzioso;
f) la possibilità di ultimazione dell'opera entro i termini previsti;
g) la sicurezza delle maestranze e degli utilizzatori;
h) l'adeguatezza dei prezzi unitari utilizzati;
i) la manutenibilità delle opere, ove richiesta.
5. Gli oneri derivanti dall'accertamento della rispondenza agli elaborati progettuali sono ricompresi nelle risorse stanziate per la realizzazione delle opere.

19 – Coordinamento progettuale

19.1 - Le prestazioni

1. Le prestazioni da eseguirsi da parte del coordinatore durante la progettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 91 del decreto 81, oltre a quanto previsto dal presente, consistono in:
a)- redazione del piano di sicurezza e di coordinamento;
b)- predisposizione del fascicolo adatto alle caratteristiche dell'opera;
c)- assicurazione, di concerto con il progettista, del coordinamento, della coerenza e della piena compatibilità tra le previsioni e i contenuti degli atti di cui alle lettere a) e b) e le previsioni e i contenuti del progetto.

19.2 - Piano di sicurezza

1. Il piano è un documento complementare al progetto esecutivo che prevede l'organizzazione delle lavorazioni in modo da prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori. La redazione del piano comporta, con riferimento alle varie tipologie di lavorazioni, individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi intrinseci al particolare procedimento di lavorazione connessi a congestione di aree di lavorazioni e dipendenti da sovrapposizione di fasi di lavorazioni, le conseguenti procedure esecutive, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori nonché' la stima dei relativi costi. Il piano contiene in particolare le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva delle varie imprese ovvero dei lavoratori autonomi ed è redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva.
2. Il piano è costituito da una relazione tecnica contenente le coordinate e la descrizione dell'intervento e delle fasi del procedimento attuativo, la individuazione delle caratteristiche delle attività lavorative con la specificazione di quelle critiche, la stima della durata delle lavorazioni, e da una relazione contenente la individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi in rapporto alla morfologia del sito, alla pianificazione e programmazione delle lavorazioni, alla presenza contemporanea di più soggetti prestatori d'opera, all'utilizzo di sostanze pericolose e ad ogni altro elemento utile a valutare oggettivamente i rischi per i lavoratori. Il piano comprende le prescrizioni operative atte a garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e per la tutela della salute dei lavoratori e da tutte le informazioni relative alla gestione del cantiere.
3. Il piano è integrato da un cronoprogramma relativo ai tempi di esecuzione delle singole lavorazioni e del tempo utile totale per la conclusione dei lavori.
4. Nella redazione del piano il coordinatore osserva le modalità prescritte dall'art. 100 del decreto 81 ed i contenuti dettagliatamente specificati nell'allegato XV dello stesso decreto.
5. Il piano è completato da schemi grafici che rendano esplicite le misure di sicurezza previste. Tra gli schemi grafici devono risultare con un buon grado di precisione la sistemazione logistica del cantiere e, in particolare, gli elementi di cui al comma 6 che siano rappresentabili graficamente.
6. Il piano definisce comunque, in relazione al cantiere, almeno i seguenti elementi:
a) modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi, e le segnalazioni;
b) protezioni o misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
c) servizi igienici e assistenziali;
d) protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
e) viabilità di cantiere, accessi alla viabilità esterna, transito mezzi d'opera, zone di stoccaggio e di carico e scarico;
f) impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
g) impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
h) misure generali di protezione contro il rischio di seppellimento da adottare negli scavi;
i) misure generali da adottare contro il rischio di annegamento;
l) misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
m) misure per assicurare la salubrità dell'aria nei lavori in ambienti confinati o con sollevamento di polveri;
n) misure per assicurare la stabilità delle pareti e della volta nei lavori in ambienti confinati;
o) misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto; p) misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
q) disposizioni per consentire la consultazione preventiva dei rappresentanti per la sicurezza sul piano e sulle successive modifiche significative, fornire loro i necessari chiarimenti e acquisire le loro proposte al riguardo;
r) disposizioni per organizzare tra i datori di lavoro, compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione e il coordinamento delle attività nonché' la loro reciproca informazione;
s) valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
t) misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura.
7. Il piano tiene conto di eventuali utenti o altri fruitori del sito oggetto dell'intervento, qualora lo stesso sito sia in qualche modo, in tutto o in parte, aperto all'uso e agibile da parte di questi. In tal caso il piano prevede tutte le misure cautelari e di tutela necessarie o anche solo opportune a garantire l'incolumità degli utenti o degli altri fruitori, anche mediante compartimentazione del cantiere, esecuzione di percorsi protetti provvisori, rotazione cronologica delle varie sezioni nei quali il lavoro e il relativo cantiere deve o può essere suddiviso.

19.3 - I costi per l'attuazione del piano di sicurezza

1. Il costo per la sicurezza, che si identifica negli oneri per l'attuazione delle misure previste dal piano, è inequivocabilmente evidenziato nel piano stesso in modo da essere esposto come costo non soggetto al ribasso o non oggetto di offer-

ta in caso di offerta a prezzi unitari, in sede di gara, ai sensi dell'articolo 132, comma 3, del Codice dei Contratti e del punto 4.1.4 dell'Allegato XV al decreto 81.
2. Il costo per la sicurezza concerne esclusivamente gli adempimenti, gli apprestamenti e le misure proposte nel piano con riferimento ai suoi contenuti rinvenibili nell'articolo 3.0.1., comma 6.
3. Il costo per la sicurezza è individuato mediante computo metrico estimativo, redatto sulla base di un computo metrico che individui quantitativamente gli adempimenti, gli apprestamenti e le misure proposte, e di un elenco prezzi fondato su una adeguata analisi di questi ultimi.
3. La stima dovrà essere congrua, analitica per voci singole, a corpo o a misura, riferita ad elenchi prezzi standard o specializzati, oppure basata su prezzari o listini ufficiali vigenti nell'area interessata, o sull'elenco prezzi delle misure di sicurezza del committente; nel caso in cui un elenco prezzi non sia applicabile o non disponibile, si farà riferimento ad analisi costi complete e desunte da indagini di mercato. Le singole voci dei costi della sicurezza vanno calcolate considerando il loro costo di utilizzo per il cantiere interessato che comprende, quando applicabile, la posa in opera ed il successivo smontaggio, l'eventuale manutenzione e l'ammortamento.
4. Sia che gli oneri siano valutati a corpo, sia che siano valutati a misura, essi sono invariabili e immodificabili in sede di gara, sono altresì invariabili e immodificabili anche nel corso dell'esecuzione del lavori, salvo i casi particolari previsti dall'ordinamento.

19.4 - Il fascicolo informativo
1. Nella predisposizione del fascicolo il coordinatore tiene conto dei contenuti definiti dall'allegato XVI al decreto 81, contenente le informazioni utili ai fini della prevenzione e della protezione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, delle specifiche norme di buona tecnica e dell'allegato II al documento UE 26 maggio 1993 ed inoltre tiene presente che il fascicolo è preso in considerazione all'atto di eventuali lavori successivi sull'opera.
2. Nella redazione e formazione del fascicolo il coordinatore ne garantisce la coerenza con il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, integrante il progetto esecutivo ai sensi dell'articolo 93, comma 5, ultimo periodo, del Codice dei Contratti. Qualora il progettista sia un soggetto diverso dal coordinatore, egli cura i rapporti con quest'ultimo per garantire lo stesso risultato.

19.5 - Coerenza tra gli atti relativi alla sicurezza ed il progetto
1. Il coordinatore deve assicurare che il tempo utile per l'esecuzione dei lavori e il cronoprogramma integranti il piano siano coerenti e compatibili con il tempo utile e il cronoprogramma integranti il capitolato speciale o, preferibilmente, che coincidano.
2. Nella redazione e formazione del fascicolo il coordinatore ne garantisce la coerenza con il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, integrante il progetto esecutivo ai sensi dell'articolo 93, comma 5, ultimo periodo, del Codice dei Contratti.
3. Il coordinatore deve assicurarsi che gli oneri per l'attuazione del piano di sicurezza siano inseriti nel quadro economico del progetto dei lavori da appaltare, separatamente dai lavori a base d'asta soggetti a ribasso o ad offerta.
4. Qualora il coordinatore sia un soggetto diverso dal progettista, egli cura i rapporti con quest'ultimo per garantire gli stessi risultati previsti dai commi 1, 2 e 3. In caso di mancato accordo sugli elementi comuni o da rendere coerenti, il coordinatore espone i dissensi al responsabile del procedimento il quale, sentita l'altra parte, decide in merito. Le decisioni del responsabile del procedimento non possono essere disapplicate.

19.6 - Altri obblighi del coordinatore per la progettazione
1. Il coordinatore mette a disposizione della stazione appaltante, nell'ambito dell'incarico e senza ulteriori compensi, almeno 5 copie del piano e del fascicolo. Mette altresì a disposizione del responsabile del procedimento una ulteriore copia su supporto informatico.
2. A richiesta del responsabile del procedimento il coordinatore mette a disposizione del medesimo un ulteriore numero di copie del piano necessarie a garantirne la consegna a tutte le imprese concorrenti alla gara che ne facciano richiesta.
3. A richiesta del responsabile del procedimento il coordinatore deve mettere a disposizione e consegnare le copie direttamente alle imprese concorrenti che si rivolgano al coordinatore medesimo al suo domicilio.
4. Nei casi di cui ai commi 2 e 3 sono dovute al coordinatore solo le spese vive di riproduzione aumentate:
a) di una percentuale del 50%, nel caso di cui al comma 2, a titolo di rimborso forfetario del tempo necessario alla riproduzione stessa;
b) di una percentuale del 100%, nel caso di cui al comma 3, a titolo di rimborso forfetario del tempo necessario alla riproduzione e alla consegna ai singoli richiedenti.

CAPO III
STUDIO GEOTECNICO INTERPRETATIVO DELLE PRESSIONI NEUTRE E DEI MOTI DI FILTRAZIONE IN CORPO DIGA E SPONDE (SERVIZIO D)

20 – Scopo dello studio e riferimenti
Lo studio si prefigge si fornire un modello interpretativo dell'andamento delle pressioni neutre e dei moti di filtrazione all'interno dello sbarramento in materiale sciolto e nelle relative sponde (sponda destra e sponda sinistra), propedeutico alla progettazione dell'integrazione/sostituzione della strumentazione geotecnica di monitoraggio e controllo dello sbarramento medesimo (SERVIZIO C), in atto insufficiente e non corrispondente alle prescrizioni contenute nel vigente

F.C.E.M. della diga Gibbesi.
Il modello integra i dati delle serie storiche disponibili in diga (indicativamente, piogge, livelli di invaso, pressioni totali, quote piezometriche, …) con l'effettiva consistenza dello sbarramento e delle relative sponde che è prodotto delle PRESTAZIONI E ed F.
Implica che questa prestazione non può essere effettuata senza il supporto cognitivo delle PRESTAZIONI E ed F, quindi, posteriore alle predette. D'altra parte, i dati e le misurazioni disponibili ne costituiscono le premesse, pertanto può essere avviata solo dopo l'acquisizione di dette informazioni.
La SERVIZIO D è conclusa dopo il riscontro favorevole dell'UTD di Palermo o dell'ufficio competente della Direzione Generale per le Dighe, che potrebbe esprimersi con richieste di chiarimenti e/o integrazioni. Il professionista incaricato, oltre a n°2 copie originali, produrrà PDF a colori di ogni elaborato.

CAPO IV
SERVIZI TOPOGRAFICI E DI ISPEZIONE TECNICA DELLE OPERE DI INGEGNERIA (SERVIZIO E)

21 – Piano di indagini
Per i contenuti, si rinvia all'omonimo paragrafo 9.
E' fatto obbligo al professionista incaricato di elaborare il Piano di indagini nel rispetto delle previsioni di cui all'elaborato di progetto "12 – Accertamento dello stato di consistenza delle sbarramento e delle opere strutturali".

22 – Opere da rilevare e da indagare
L'elenco delle opere da rilevare e da indagare è il seguente:
ELENCO A – OPERE DA RILEVARE ED INDAGARE:

1. sbarramento
2. spalla sinistra
3. spalla destra
4. sponde
5. casa di guardia
6. sfioratore a calice sinistro
7. sfioratore a calice destro
8. torrino aeroforo sinistro
9. torrino aeroforo destro
10. torrino paratoie scarico di fondo e derivazione
11. opera di imbocco galleria scarico di fondo
12. galleria scarico di fondo – primo tratto (dall'imbocco al torrino paratoie scarico di fondo)
13. galleria scarico di fondo – secondo tratto (dal torrino paratoie scarico di fondo allo sfioratore a calice destro)
14. galleria scarico di fondo – terzo tratto (dallo sfioratore a calice destro alla vasca di dissipazione)
15. galleria scarico di superficie (dallo sfioratore a calice sinistro alla vasca di dissipazione)
16. vasca di dissipazione
17. canale di restituzione in alveo
18. torrino discenderia ai canali di raccolte delle acque di drenaggio
19. cunicoli d'ispezione delle acque di drenaggio
20. pozzetti di ispezione colmata di valle
21. muri di sostegno asserviti alla strada di accesso al coronamento
22. opere murarie minori (muri e tombini) a protezione delle strada di collegamento piazzale casa di guardia – piazzale torre di presa.

23 - Rilievo pacometrico, prove sclerometriche e prospezioni radar
Da effettuarsi nelle nelle seguenti opere in c.a.:
ELENCO B

5. casa di guardia
6. sfioratore a calice sinistro
7. sfioratore a calice destro
8. torrino aeroforo sinistro
9. torrino aeroforo destro
10. torrino paratoie scarico di fondo e derivazione
11. opera di imbocco galleria scarico di fondo
12. galleria scarico di fondo – primo tratto (dall'imbocco al torrino paratoie scarico di fondo)
13. galleria scarico di fondo – secondo tratto (dal torrino paratoie scarico di fondo allo sfioratore a calice destro)
14. galleria scarico di fondo – terzo tratto (dallo sfioratore a calice destro alla vasca di dissipazione)
15. galleria scarico di superficie (dallo sfioratore a calice sinistro alla vasca di dissipazione)
16. vasca di dissipazione
17. canale di restituzione in alveo
18. torrino discenderia ai canali di raccolte delle acque di drenaggio
19. cunicoli d'ispezione delle acque di drenaggio
20. pozzetti di ispezione colmata di valle

21. muri di sostegno asserviti alla strada di accesso al coronamento
22. opere murarie minori (muri e tombini) a protezione delle strada di collegamento piazzale casa di guardia – piazzale torre di presa.

24 – Quantità minime del Piano di indagine

Le quantità minime delle lavorazioni/attività previste nel Piano di indagine sono le seguenti:

	descrizione	quantità minime	u.m.
1	misurazioni e rilievo geodetico	70	h
2	rilievo pacometrico e restituzione	180	m
3	prova sclerometrica	60	cad
4	trincee esplorative sponde	60	m
5	prospezione radar assetto monostatico	290	m
6	prova MASW	12	corpo
7	prova Down-Hole	24	corpo
8	sondaggi a rotazione per geognostica	1075	m
9	prelievo campione terra indisturbato	25	cad
10	prove di laboratorio su campioni terra	25	cad
11	carotaggio campioni calcestruzzo	20	cad
12	prove schiacciamento calcestruzzi	40	cad
13	estrazione barre armatura	19	cad
14	prove trazione barre di armatura	19	cad
15	montaggio/smontaggio ponteggi	8	corpo

CAPO V
SERVIZI DI INDAGINE GEOGNOSTICA, DI PRELIEVO E PROVE DI LABORATORIO PER LA CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI MATERIALI RESISTENTI E DEI TERRENI E PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI (SERVIZIO F)

25 – Riferimenti

I contenuti del Piano di indagine e le modalità operative sono descritte al paragrafo 9.
Carotaggi, asportazione copriferro e prelievo di campioni di barre di armatura nelle seguenti opere in c.a. di cui all'elenco "B" del paragrafo 23 sopra riportato.
Quantità minime del Piano di indagine come da paragrafo 24 sopra riportato.

26 – Durata dei servizi

La durata dei servizi è indicata nella tabella seguente. I giorni si intendono continuativi e naturali. Ogni termine decorre con esplicita consegna da parte del Direttore del Servizio e viene sospeso con l'avvio della procedura autorizzativa.

Prestazione	Descrizione sintetica	Durata (gg.)
A	Rivalutazione della sicurezza sismica	110
B	Progettazione strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie	40
C	Progettazione strumentazione di monitoraggio e di controllo sbarramento e sponde	30
D	Studio geotecnico interpretativo delle pressioni neutre e dei moti di filtrazione	30
E	Accertamento dell'effettiva consistenza dei manufatti (topografia)	20
F	Indagini e prove di laboratorio e in situ	60

La scansione temporale è la seguente:

giorni	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
	Serv.E												
	servizio F												
			servizio B										
					servizio D								
							servizio C						
			servizio A										

Palermo, settembre 2018

Il redattore e RUP
Ing. Antonino Margagliotta