

GARA EUROPEA A PROCEDURA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI INGEGNERIA ED ARCHITETTURA RELATIVI A: VERIFICHE SISMICHE DEL CORPO DIGA E DELLE OPERE ACCESSORIE, INDAGINI GEOGNOSTICHE, SULLE STRUTTURE IN C.A. E RELATIVE PROVE DI LABORATORIO, RICOSTRUZIONE DELLO STATO DI CONSISTENZA DELLE OPERE GIÀ REALIZZATE, RILIEVO PLANOALTIMETRICO DELL’AREA DI INVASO, RIVALUTAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA DEGLI ORGANI DI SCARICO DELLA DIGA, STUDIO SUGLI EFFETTI DELL’ONDA DI PIENA SUI TERRITORI A VALLE, REDAZIONE DEL PROGETTO DI GESTIONE DELL’INVASO, PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DIREZIONE DEI LAVORI, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE, CON OPZIONE PER VIA-VAS PER I “LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIGA DI PIETRAROSSA” IN TERRITORIO DEI COMUNI DI AIDONE (EN) E MINEO (CT) - CUP: G95E18000180001 – CIG: 7928701B0A.

## **DIGA PIETRAROSSA**

### **3) CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE**

relativo ai servizi di ingegneria ed architettura oggetto dell’appalto

- **CAPO I Rivalutazione della sicurezza sismica**
- **CAPO II Ricostruzione dello stato di consistenza delle opere realizzate e rilievo planoaltimetrico dell’area di invaso**
- **CAPO III Progetto di gestione dell’invaso**
- **CAPO IV Studio idrologico-idraulico finalizzato alla rivalutazione degli scarichi**
- **CAPO V Studio degli effetti dell’onda di piena a valle dello sbarramento**
- **CAPO VI Progettazione e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione**
- **CAPO VII Ufficio di Direzione lavori e coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione**

## PREMESSE

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi d'ingegneria e di architettura per l'espletamento di: studio di rivalutazione della sicurezza sismica del corpo diga e delle opere accessorie, indagini geognostiche, sulle strutture in c.a. e relative prove di laboratorio, ricostruzione dello stato di consistenza delle opere già realizzate, rilievo planoaltimetrico dell'area di invaso, rivalutazione idrologica ed idraulica degli organi di scarico della diga, studio sugli effetti dell'onda di piena sui territori a valle, redazione del progetto di gestione dell'invaso, progettazione definitiva ed esecutiva, direzione dei lavori, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, con opzione per VIA-VAS per i "Lavori di completamento della Diga di Pietrarossa" in territorio dei Comuni di Aidone (EN) e Mineo (CT), gestita dalla Regione Siciliana.

Il luogo di svolgimento dei servizi in appalto è sito nei territori comunali di Aidone (EN) e Mineo (CT).

All'atto della sottoscrizione del disciplinare, la Stazione appaltante provvederà a fornire e/o a rendere disponibile al soggetto incaricato in formato cartaceo e, dove possibile, anche in versione digitale, la documentazione propedeutica all'espletamento dei servizi come di seguito specificata:

Progetto esecutivo originario, approvato con prescrizioni dalla IV Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n° 187 del 21/04/1983 ed aggiornato Maggio 1987;

Progetto esecutivo relativo alle "Opere di sistemazione e completamento" redatto nel settembre 1995, sul quale è stato espresso parere favorevole con condizioni da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n° 174/96 del 26/09/1996, e successivamente approvato in linea tecnica e con le condizioni ivi riportate, dal servizio Nazionale Dighe – Ufficio Coordinamento istruttoria progetti e vigilanza Lavori, prot. n° 8034 del 23/12/1996;

Documentazione relativa alle prove sui materiali da costruzione delle opere già realizzate.

Sarà comunque cura ed onere dell'aggiudicatario provvedere al reperimento ed all'acquisizione di ogni altra documentazione ritenuta utile per l'espletamento dei servizi in appalto, anche presso gli Uffici della Direzione Generale per le Dighe in Roma e l'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo.

## CAPO I

### RIVALUTAZIONE DELLA SICUREZZA SISMICA

#### 1 - Oggetto del servizio

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, con riferimento sia a quella disponibile presso la Stazione Appaltante, sia quella reperibile presso le sedi della Direzione Generale per le Dighe in Roma e dell'Ufficio Dighe di Palermo;
- ricostruzione dello stato di consistenza delle opere realizzate (vedi CAPO II);
- 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;
- eventuale studio sismotettonico (ove ritenuto necessario);
- esecuzione delle verifiche sismiche;
- giudizio complessivo sulla sicurezza sismica;
- definizione degli interventi di miglioramento/adequamento delle condizioni di stabilità del corpo diga, ai fini della redazione del successivo progetto di completamento di cui al presente appalto;
- esame delle possibilità di miglioramento/adequamento sismico delle opere accessorie, nel caso in cui le verifiche sismiche abbiano avuto esito negativo, ai fini della successiva redazione del progetto di completamento di cui al presente appalto.

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 - Regole e norme tecniche da rispettare

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

- Decreto Legge 29 marzo 2004 n. 79, così come convertito in Legge 1 agosto 2004, n° 139 - *“Disposizioni urgenti in materia di sicurezza di grandi dighe.”*
- 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”*;
- Decreto Legge 6 dicembre 2011, n° 201, convertito in Legge 22 dicembre 2011, 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”*.
- Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 26 giugno 2014 – *“Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse) (NTD).*

### 3 - Aspetti normativi specifici per le dighe

Le verifiche di sicurezza sismica verranno eseguite con riferimento alla normativa per tutte le costruzioni 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).

### 4 - 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 rigidità 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.

1. Parte generale: 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.
2. 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. 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.
  3. 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. 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.
  4. Caratterizzazione strutturale e geotecnica delle opere: sulla base dei dati acquisiti 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.
  5. 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.
  6. 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.
  7. Esecuzione delle verifiche di stabilità, in tutte le condizioni degli Stati Limite significativi per il tipo di opera considerata.
  8. Parere motivato sull'accettabilità dei risultati ottenuti.
  9. 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:

- 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;
- 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 riguardanti 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;

- 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;
- 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;
- 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;
- 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;
- 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.

## 5 - 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 §8.5.2 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 riferimenti 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.

## **6 - 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:

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

In generale saranno acquisiti dati sugli aspetti seguenti:

- 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;
- identificazione delle strutture di fondazione;
- identificazione delle categorie di suolo secondo quanto indicato al § 3.2.2 delle NTC;
- informazione sulle dimensioni geometriche degli elementi strutturali, dei quantitativi delle armature, delle proprietà meccaniche dei materiali, dei collegamenti;
- informazioni su possibili difetti locali dei materiali;
- informazioni su possibili difetti nei particolari costruttivi (dettagli delle armature, eccentricità travipilastro, eccentricità pilastro-pilastro, collegamenti trave-colonna e colonna-fondazione, etc.);
- informazioni sulle norme impiegate nel progetto originale incluso il valore delle eventuali azioni sismiche di progetto;
- 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).

## **7 - 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 deformazione; 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.

## **8 - Piano di indagini**

### **8.1 - 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 non verranno computati ai fini della durata contrattuale.**

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 dei 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 essere 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 dalle 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, inoltre, 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.

## **8.2 - 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:

- proprietà fisiche e parametri di stato;
- parametri di comportamento;
- 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:

- prove geofisiche accoppiate al sondaggio per identificare la geometria e le proprietà fisiche dei materiali che costituiscono il sottosuolo (profilo stratigrafico);
- 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;
- 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;
- 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  $\gamma$ (dei terreni);
- profilo della velocità delle onde di taglio  $V_S$  del terreno;
- curve di decadimento del modulo di taglio ( $G/G_0$ -  $\psi$  e di incremento del fattore di morzamento ( $D$ -  $\psi$ );
- 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  $G(\psi)$  e  $D(\psi)$  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.

## 9 - 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:

- Stati limite di esercizio
  - Stato limite di operatività (SLO)
  - 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:

1. instabilità del corpo diga e dei terreni o ammassi rocciosi di imposta;
2. instabilità per scorrimento, anche parziale, del corpo diga o meccanismi di rottura locali;
3. 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;
4. deformazioni del corpo diga e/o dei terreni o ammassi rocciosi di fondazione, tali da provocare danni strutturali allo sbarramento o la tracimazione;
5. instabilità dei pendii che possano provocare la tracimazione della diga o danni strutturali;
6. rottura o danno degli organi di scarico e in generale delle opere accessorie, che impediscano il deflusso controllato dal serbatoio;
7. 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.

## 10 - Azione sismica

Sotto l'effetto delle azioni sismiche, per lo sbarramento è sufficiente prendere 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:

- i. 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;
- ii. 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 altri 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 componenti 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.

## **11 - Studio sismotettonico: pericolosità sismica**

Nello studio di pericolosità sismica (che le NTD precisano essere obbligatorio allorché per il sito in esame  $a_g(T_R = 475)$  delle NTC  $\geq 0.15g$ ), 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 derivante 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".

## 12 - 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 preselezione dei segnali.

I gruppi di accelerogrammi registrati devono essere selezionati e scalati in modo tale che i relativi spettri di risposta approssimino 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  $\xi$  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:

1. per ogni coppia di registrazioni orizzontali, si ricostruisce uno spettro SRSS [ $S_{SRSS} = (S_x^2 + S_y^2)^{0.5}$ ]
2. 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  $\psi = 1.41$
3. 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.

## 13 - 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 rigidità), 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 calcolo 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 alla 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.

#### **14 - Combinazione delle azioni**

Per le analisi sismiche, le azioni di calcolo vanno combinate con coefficienti parziali ( $\gamma_f$ ) unitari. I coefficienti  $\Psi$  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. Non è in alcun caso ammissibile l'utilizzo di questa regola di combinazione per le analisi dinamiche al passo.

#### **15 - 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  $FS = 1$  ( $K_h = K_{cr}$ ;  $K_v = \pm K_h/2$ ).

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

1. con il metodo dell'equilibrio limite si calcolano i coefficienti sismici critici ( $K_{cr}$ ) delle superfici di scorrimento, come sopra specificato;
2. con il metodo lineare equivalente, analisi elastica di tipo iterativo, si determina la time-history delle accelerazioni indotte all'interno della diga dal moto sismico;
3. 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.

## 16 - 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:

1. il confronto dei risultati ottenuti con valutazioni semplificate degli spostamenti permanenti, che si possono ottenere utilizzando le note correlazioni empiriche proposte da vari Autori;
2. 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;
3. l'adeguatezza della strumentazione installata, atta al controllo delle condizioni di sicurezza post-sismiche dello sbarramento, in particolare la misura delle pressioni interstiziali;
4. l'ammissibilità degli spostamenti e delle deformazioni per lo SLD e SLC.

## CAPO II

### RICOSTRUZIONE DELLO STATO DI CONSISTENZA DELLE OPERE REALIZZATE E RILIEVO PLANO-ALTIMETRICO DELL'AREA DI INVASO

#### 17 - Oggetto del servizio

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi tecnici/attività relativi ai rilievi di tutti i manufatti già realizzati nello stato in cui si trovano, ai fini della produzione dei disegni di consistenza del corpo diga e delle opere accessorie, nonché di quelle destinate all'utilizzazione irrigua delle acque invase.

Prevede inoltre l'esecuzione del rilievo plano-altimetrico di dettaglio dell'area di invaso, dell'estensione di circa 460 Ha, ai fini anche della verifica ed eventuale revisione della curva aree-volumi.

L'esecuzione della prestazione deve sempre e comunque essere adempiuta secondo le regole dell'arte e l'affidatario dovrà conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi e; dovrà ottemperare ad ogni obbligo derivante dalla necessità di compiere le attività previste in sicurezza.

La stazione appaltante ha piena facoltà di apportare tutte quelle varianti, aggiunte e soppressioni che si ritenessero utili nell'interesse dell'opera senza che per ciò l'affidatario possa accampare diritti di sorta per compensi speciali od aumenti di prezzi.

La stazione appaltante si riserva la facoltà di ordinare l'esecuzione di alcune attività e sospenderne altre anche iniziate, quando ciò fosse richiesto da particolari circostanze di luogo e di fatto, senza che per questo l'affidatario possa pretendere compensi o prezzi diversi da quelli segnati in elenco.

#### 18 – Definizione del piano di lavoro

Prima di procedere all'esecuzione del rilievo topografico, dovrà essere redatto un piano di lavoro in accordo con il committente, in cui vengono definiti e concordati alcuni dettagli del rilievo ed in particolare:

- posizione planimetrica delle sezioni;
- definizione degli estremi di sezione;
- estensione presunta delle sezioni da rilevare;
- determinazione di una rete di capisaldi di appoggio da materializzare (almeno 7);
- verifica della presenza di capisaldi esistenti relativi a rilievi effettuati con metodologie compatibili con il presente lavoro e capisaldi di sezione del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (SIMI);
- ubicazione dei capisaldi IGMI95 eventualmente da utilizzare come basi per il rilievo GPS, in alternativa all'uso della rete dinamica nazionale ITALPOS.

Ciascuna sezione da rilevare sarà identificata da un codice alfanumerico che dovrà essere concordato e accettato dalla stazione appaltante.

Le sezioni da rilevare saranno rappresentate su base cartografica con opportuno tratto che le distingua chiaramente dagli altri elementi cartografici ed etichettate secondo il suddetto codice identificativo. Sulla base cartografica in formato numerico, il tracciato planimetrico delle sezioni da rilevare verrà rappresentato tramite elementi di tipo polilinea su layer denominato SEZIONI. I relativi formato DXF/ DWG).

Dovrà essere rappresentata con opportuno simbolo sulla cartografia la posizione dei capisaldi istituiti e di quelli eventualmente presenti.

Le posizioni presunte dei capisaldi, sia per quelli realizzati ex-novo sia quelli esistenti verranno rappresentate sulla base cartografica numerica tramite elementi tipo point su un unico layer denominato CAPOSALDO.

Eventuali modifiche planimetriche delle sezioni da rilevare potranno essere indicate dalla stazione appaltante durante l'esecuzione dei lavori senza che l'impresa possa accampare diritti di sorta per compensi speciali o aumenti di prezzi unitari.

## **19 – Pulizia e sfalcio delle zone interessate dai rilievi**

La ditta incaricata provvederà all'esecuzione delle attività di pulizia, sfalcio e/ o decespugliamento che si rendessero necessarie, con eventuale abbattimento di cespugli e arbusti. Sarà cura della ditta incaricata ottenere le eventuali necessarie autorizzazioni per le suddette operazioni di pulizia attenendosi alle prescrizioni impartite dalle competenti autorità. Sarà inoltre cura ed onere della Ditta incaricata il trasporto e lo smaltimento a discarica autorizzata posta a qualsiasi distanza dal cantiere, dei materiali di risulta delle sopra menzionate lavorazioni.

## **20 - Specifiche tecniche per l'acquisizione dei dati**

Per la realizzazione degli elaborati che costituiranno il rilievo in oggetto, si prevede la successione delle seguenti fasi operative.

### ***a. Sistema di coordinate***

Ove non specificato altrimenti nel presente Capitolato, il sistema di coordinate di riferimento per tutte le attività di cui ai successivi articoli è il seguente: Roma 40, coordinate piane della proiezione Gauss-Boaga fuso EST espresse in metri, quote riferite al geoide ITALGEO 2005; i dati acquisiti in campagna con la strumentazione GPS dovranno essere inquadrati nel sistema di riferimento della rete dinamica nazionale ETRF 2000.

### ***b. Reperimento base cartografica di riferimento, monografie e dati geodetici***

La ditta incaricata provvederà a proprie spese al reperimento delle basi cartografiche disponibili; provvederà altresì a proprie spese al reperimento degli elementi geodetici, delle monografie sui riferimenti trigonometrici e altimetrici utili alla esecuzione e alla restituzione dei rilievi, nonché alla fornitura dei grigliati IGM (griglia \*.gk2) per la conversione nel sistema altimetrico nazionale ITALGEO 2005.

### ***c. Capisaldi della rete di rilevamento***

Il rilievo delle sezioni e dei piani quotati verrà effettuato con l'utilizzo della tecnologia GPS RT, saranno comunque materializzati almeno 7 capisaldi di rilevamento, i quali saranno definiti nello stesso sistema di coordinate adottato.

I capisaldi dovranno essere distribuiti in modo da essere utilizzabili come appoggio e per creare una rete poligonale quanto più omogenea e contenente tutti i tratti fluviali e le aree da rilevare.

La distanza di ciascun caposaldo da quello più vicino non deve essere superiore a 4000 m, ovvero dovrà garantire il rilievo GPS in realtime delle sezioni fluviali e dei piani quotati, facendo base sul caposaldo più opportuno e garantendo le precisioni nominali e le tolleranze richieste.

L'ubicazione dei capisaldi deve garantire la trasmissione del segnale tra i ricevitori in modo da permettere il rilievo GPS in realtime anche per sistemi GPS BASE ROVER.

## **21 – Rilievo piano altimetrico dei capisaldi della rete**

Ciascun caposaldo di inquadramento verrà rilevato mediante GPS, attraverso misure differenziali in modalità statica, con un tempo di stazionamento sul singolo punto stimato tra 30 e 45 minuti. Tale modalità di rilievo e tempo di acquisizione permetteranno di ottenere un set di punti di riferimento, all'interno dell'area di rilievo, dotati di qualità metrica di ordine millimetrico riferendosi a due capisaldi della rete IGMI95. Il calcolo delle coordinate piano altimetriche riferite all'ellissoide internazionale WGS, dovrà essere fatto rispetto al caposaldo IGMI95 più vicino, mentre il calcolo rispetto al secondo caposaldo IGMI95 dovrà servire come controllo dei risultati ottenuti.

Il rilievo GPS dei capisaldi dovrà essere eseguito con due stazioni GPS in doppia frequenza, con tempi di osservazione non inferiori a 30 minuti, intervallo tra le epoche di 10 secondi, valori di PDOP non superiori a 6 e almeno satelliti osservabili ad elevazione minima di 10° sopra l'orizzonte. Le modalità e le condizioni di misura dovranno comunque garantire, per ciascuna base-line rilevata, una precisione relativa non inferiore a 1ppm.

Anche con l'uso della rete ITALPOS si dovrà operare in modalità statica.

Le modalità e le condizioni di misura dovranno comunque garantire, per ciascuna base-line rilevata, una precisione relativa non inferiore a 5 mm +o- 1ppm.

Unitamente ai risultati dell'elaborazione dovranno essere forniti i file dei dati registrati nel corso della sessione di misura, convertiti nel formato internazionale di interscambio RINEX.

I dati relativi al singolo caposaldo dovranno essere sintetizzati in una monografia, il cui schema deve essere concordato e approvato dalla stazione appaltante, che deve contenere almeno i seguenti dati:

- codice identificativo del caposaldo;
- localizzazione (indirizzo e indicazioni per il ritrovamento);
- data del rilievo;
- accessibilità;
- coordinate piano altimetriche;
- indicazione planimetrica su cartografia 1:25000 e 1:5000;
- fotografia del punto materializzato.

Il rilievo delle sezioni e dei capisaldi della rete di inquadramento dovrà essere restituito sotto forma di files DWG/ DXF, utilizzando i layers che dovranno essere preventivamente concordati con la stazione appaltante.

## **22 - Rilievo delle sezioni fluviali**

Le sezioni del corso d'acqua eventualmente oggetto del rilievo propedeutico agli studi di cui al successivo Capo V, saranno quelle definite nel Piano di Lavoro di cui all'articolo 18 del presente Capitolato Speciale d'Appalto, in modo che sia precisata l'ubicazione planimetrica, l'estensione e gli estremi di sezione che possono non coincidere con i punti più esterni del rilievo della sezione).

Durante l'esecuzione del rilievo la committenza potrà decidere di modificare l'ubicazione planimetrica delle sezioni, senza che per ciò l'Impresa possa accampare diritti di sorta per compensi speciali od aumenti di prezzi unitari all'infuori del pagamento dei rilievi, in base ai prezzi unitari a base del Contratto.

Per ciascuna sezione fluviale dovranno essere definiti gli estremi in sponda destra e sinistra, che dovranno essere posizionati in asse al tracciato definito negli elaborati planimetrici del Piano di Lavoro.

Gli estremi saranno posizionati indicativamente e materializzati con segni temporanei. In campagna gli estremi dovranno essere materializzati con picchetti provvisori, fintantoché non verrà completato il rilievo della sezione fluviale.

I due estremi di ciascuna sezione saranno rilevati mediante GPS attraverso misure differenziali in modalità Cinematica é consentito esclusivamente l'uso di ricevitori in doppia frequenza. Ciascun estremo di sezione verrà univocamente definito attraverso le sue coordinate planoaltimetriche. La conoscenza delle coordinate planimetriche potrà consentire in tempi successivi l'agevole riposizionamento sull'estremo di sezione, utilizzando la stessa metodologia di rilievo GPS.

Sarà inoltre cura rilevare con il GPS, ove possibile, altri punti di riferimento significativi, fissi ed inamovibili come manufatti ed opere d'arte presenti nei pressi degli estremi di sezione. La determinazione delle coordinate di questi punti potrà rendersi utile per una eventuale e futura triangolazione di una stazione, da utilizzare per un nuovo rilievo della sezione con strumento ottico.

I punti della sezione fluviale dovranno essere acquisiti sul piano verticale passante per gli estremi di sezione.

Il rilievo verrà effettuato mediante GPS, operando sempre in RTK real time;

In alternativa al rilievo GPS, qualora le condizioni vegetative della fascia fluviale non consenta un agevole acquisizione del segnale satellitare, le sezioni fluviali potranno essere rilevate attraverso una stazione totale dotata di registratore automatico. In tale caso il posizionamento e la triangolazione della stazione totale dovrà essere effettuato rispetto a due punti di coordinate GPS note, che eventualmente potranno coincidere con gli estremi di sezione, purché materializzati anche in via temporanea.

La sezione dovrà essere estesa al di fuori della zona di pertinenza fluviale, quando e come indicato nella cartografia e/ o nelle specifiche del Piano di Lavoro di cui all'articolo 18.

Per completezza si precisa che per argine si intende il baluardo fisico, naturale o artificiale, a difesa del corso delle acque che serva ad impedire, in tutto od in parte, le alluvioni derivanti dalla formazione delle piene.

Con riferimento alle lunghezze delle sezioni da rilevare il rilievo di dettaglio della fascia di pertinenza fluviale dovrà comprendere le intere strutture arginali (ove presenti) e i fossi a piè d'argine, con ulteriore estensione di circa 10 m sul piano campagna adiacente.

La quantità dei punti rilevati dipenderà dalla conformazione dell'alveo e dalle caratteristiche delle zone circostanti. Questi saranno posizionati mediamente a distanze parziali di , ma all'interno dell'alveo e a distanze parziali di m al di fuori dello stesso, con maggiore densità in presenza di manufatti idraulici e discontinuità altimetriche.

Per il rilievo della parte sommersa si dovrà prevedere l'uso di aste o scandagli anche a mezzo di natante (ove necessario). La tolleranza indicata per tale operazione dovrà essere di 30-40 mm per punti considerati stabili (muri, gradoni, manufatti fissi, etc.) e di circa 50-100 mm per punti nel terreno considerati instabili.

La distanza dei punti parziali dall'allineamento non dovrà essere superiore a 1/ 100 della distanza fra i capisaldi di sezione, o fra gli estremi di sezione ove non esistano i capisaldi, e comunque non superiore ad 1.00 m.

Le sezioni dovranno essere restituite in formato DWG/ DXF complete di numerazione, data del rilievo, distanze parziali, distanze progressive e quote dei punti e livello idrometrico al momento del rilievo. Sulle sezioni sarà inoltre evidenziata la posizione del caposaldo di sinistra e di quello di destra.

Dovranno essere riportati su layer distinti la linea relativa alla quota di riferimento con relativo valore, la linea della sezione e in caso di ponti la linea dell'estradosso e dell'intradosso. Le sezioni saranno rappresentate sia in scala distorta in dipendenza dalla forma e dalle dimensioni della sezione, sia in scala indistorta.

Le sezioni dovranno essere sviluppate proiettando i punti battuti sull'allineamento congiungente gli estremi di sinistra e di destra idrografica, e quindi calcolando la distanza progressiva a partire dal riferimento di sinistra verso quello di destra. Tratti di sezione rilevati oltre l'estremo di sinistra riporteranno distanze negative.

Il rilievo delle sezioni e dei capisaldi della rete di inquadramento dovrà essere restituito sotto forma di files DWG/ DXF, utilizzando i layers che dovranno essere preventivamente concordati con la stazione appaltante.

Dovranno essere prodotte delle tavole in scala 1:2.000, su base cartografica opportuna, in cui verranno rappresentati con opportuni simbolismi parte degli elementi grafici inseriti nel file dxf di cui sopra, ed in particolare: capisaldi, linea teorica della sezione rilevata.

### **23 – Rilievo piano altimetrico**

Si prevede la realizzazione di piani quotati estensivi dell'area di invaso.

Nelle aree possono essere presenti manufatti ed edifici isolati.

Il rilievo potrà essere effettuato per mezzo di GPS in modalità RTK, anche Base-Rover o in alternativa stazione totale dotata di registratore automatico, seguendo le specifiche indicate per il rilievo delle sezioni fluviali.

La densità dei punti battuti dovrà essere  $\geq 20$  punti/ Ha (maglia 25x25).

In ogni caso dovranno essere rilevate le discontinuità morfologiche presenti sul terreno, i tracciati e le quote significative del reticolo drenante, oltre ad eventuali manufatti, infrastrutture, edifici, nelle loro forme geometriche principali.

La finalità è l'integrazione del dato cartografico per giungere ad un raffittimento delle informazioni per la restituzione in scala 1:500 – 1:1.000 delle aree di invaso.



I piani quotati di cui al presente articolo dovranno essere rappresentati su tavole in scala opportuna, in cui sono riportati: capisaldi, punti battuti, quota dei punti, linee e graficismi rappresentativi degli elementi fisici rilevati. Gli elementi fisici rilevati con i piani quotati di dettaglio dovranno inoltre essere individuati con elementi polilinea (di un punto di polilinea per ciascun punto battuto, attribuendo a ciascuna polilinea il layer rappresentativo dell'elemento rilevato (edificio, carreggiata stradale, sommità di sponda etc.)). Per la restituzione dovranno essere attribuiti dei codici specifici ai punti rilevati appartenenti alla stessa tipologia di elementi.

#### **24 – Rilievi geometrici dei manufatti**

Il rilievo dovrà fornire le principali caratteristiche geometriche delle varie opere realizzate, ed è finalizzato alla esaustiva descrizione generale delle stesse. Pertanto i punti significativi dovranno essere preliminarmente concordati con la stazione appaltante.

Il rilievo geometrico dei manufatti dovrà essere condotto con le strumentazioni più adeguate affinché possa ottenersi una tolleranza sulle misure ottenute pari a  $\pm 2$ cm.

La restituzione grafica del rilievo geometrico dei manufatti, su grafici in scala comunque non inferiore 1:100, dovrà comprendere i seguenti elaborati:

- pianta di tutti i livelli significativi;
- rappresentazione dei prospetti (ove applicabile);
- sezioni trasversali e longitudinali in numero adeguato alla rappresentazione del manufatto;
- particolari costruttivi dello stato di fatto con indicazione della sezione muraria e degli apparati tecnologici e strutturali ove presenti.

#### **25 – Copie elaborati**

Dovranno essere riprodotti in tre copie su cartaceo ed una copia su supporto ottico, completa di fotografie, i seguenti elaborati finali:

- Piano di lavoro;
- Relazione tecnica illustrativa;
- Elaborati descrittivi dei capisaldi;
- Monografie relative alle sezioni fluviali;
- Tavole con la planimetria del rilievo;
- Tavole con i piani quotati di dettaglio;
- Tavole con il rilievo dei manufatti;
- Documentazione fotografica;

Dovranno inoltre essere forniti sul supporto ottico anche tutti i file in formato DXF ed ASCII rappresentativi del rilievo.

## CAPO III

### PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO

#### 26 - Oggetto dell'appalto

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi d'ingegneria e di architettura per la redazione del progetto di gestione dell'invaso ai sensi dell'art. 114 del D.Lgs. 152/2006.

#### 27 - Aspetti generali e richiami normativi

Secondo il D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004 il Progetto di Gestione dell'invaso (PGI) "definisce il quadro previsionale delle operazioni di svasso connesse con le attività di manutenzione dell'impianto". In tal senso il PGI rappresenta un valido strumento conoscitivo e di pianificazione integrata degli interventi per il controllo dei sedimenti in ingresso nel serbatoio, il mantenimento o il ripristino della capacità di invaso, la salvaguardia della funzionalità dei dispositivi idraulici di scarico della diga per garantire il necessario livello di sicurezza a favore della popolazione e del territorio a valle dello sbarramento. Esso deve essere uno strumento flessibile da aggiornare, su richiesta del gestore, della Regione e/o dall'Autorità di vigilanza, sulla base dei risultati ottenuti e dei dati di monitoraggio acquisiti nel tempo anche attraverso l'attuazione delle operazioni per il recupero di volume utile ed efficienza degli scarichi. Il PGI è redatto ai sensi dell'art.114 del D. Lgs. 03/04/2006, n. 152, e ss.mm.ii., in conformità al D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004, nel rispetto degli indirizzi di progettazione e gestione prescritti nel presente disciplinare.

#### 28 - Contenuti dei progetti di gestione degli invasi

I contenuti di cui al D.M. Ambiente e Tutela del Territorio del 30/06/2004, art.3, comma 2, sono minimi e inderogabili. Il Progetto di Gestione dell'Invaso sarà strutturato in due sezioni così distinte:

- 1) Caratterizzazione di base;
- 2) Piani Operativi.

##### 28.1 - Caratterizzazione di base

La prima sezione del PGI dovrà contenere le seguenti informazioni:

- a) Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso;
- b) Descrizione dell'opera di sbarramento;
- c) Caratteristiche del bacino idrografico;
- d) Caratterizzazione dell'invaso
- e) Programma generale delle attività di svasso/sfangamento

I contenuti specifici sono riportati di seguito.

##### 28.1.a - Descrizione geografica del territorio e ubicazione dell'invaso

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- descrizione del contesto territoriale a monte e a valle dell'invaso con l'individuazione delle aree soggette a vincoli;
- descrizione del bacino idrografico diretto e allacciato nonché del reticolo idrografico;
- informazioni sull'impianto: denominazione, ubicazione, Provincia e Comune in cui ricade l'opera, concessionario, gestore, ingegnere responsabile; elenco dei Comuni posti a valle dello sbarramento; indicazione delle coordinate Gauss Boaga fuso 2/UTM WGS del baricentro dello sbarramento;
- cartografia in scala adeguata, almeno 1:50000 (IGMI), 1:25000 (IGMI) e 1:10000 (CTRN) riportante l'ubicazione della diga, il perimetro dell'invaso in condizioni di massimo invaso e il perimetro del bacino idrografico avente come sezione di chiusura lo stesso sbarramento.

##### 28.1.b - Descrizione dell'opera di sbarramento

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- descrizione della diga, ricostruzione storica dell'attività gestionale con particolare riferimento all'interrimento del serbatoio interessato;

- localizzazione e descrizione, anche delle caratteristiche geometriche e funzionali, della diga, delle opere accessorie e dei manufatti di servizio;
- individuazione di altri sbarramenti presenti a monte e a valle dell'invaso oggetto di studio;
- descrizione delle caratteristiche morfologiche originarie del fondo del serbatoio e di eventuali modifiche eseguite dopo la costruzione dell'invaso, con allegata cartografia a curve di livello almeno in scala 1:2000 del fondo al momento della realizzazione dello sbarramento.

### **28.1.c - Caratteristiche del bacino idrografico**

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- descrizione delle caratteristiche del bacino idrografico sotteso allo sbarramento e ad esso allacciato, relativamente alle componenti naturali (morfologiche, geo-litologiche, idrologiche; pedologiche) e a quelle antropiche (uso del suolo e attività agricole, centri abitati, fonti potenzialmente inquinanti, scarichi urbani, attività industriali e attività minerarie attive o dismesse) corredata da cartografia tematica in scala adeguata;
- descrizione delle caratteristiche meteorologiche e idrologiche del bacino.

Le informazioni e i dati necessari potranno essere acquisiti sulla base di documentazione bibliografica e cartografica esistente nonché dagli elaborati del vigente Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Regione Siciliana.

### **28.1.d - Caratterizzazione dell'invaso**

In sintesi le analisi e i dati richiesti riguarderanno:

- 1) Indicazioni quantitative dei sedimenti (ex art. 3 comma 2 lettera a del D.M. 30/06/2004) contenenti: la determinazione del volume di sedimenti presenti nel serbatoio al momento della redazione del progetto e il tasso di interrimento annuo dell'invaso.
- 2) Indicazioni qualitative dei sedimenti e delle acque (ex art. 3 comma 2 lettere b, c, d del D.M. 30/06/2004) contenenti: il campionamento a più quote con apposito natante, le analisi di laboratorio e i risultati analitici.

### **Valutazione quantitativa:**

Il volume medio del materiale solido che si depositerà annualmente può essere stimato con metodo indiretto semi-empirico utilizzando modelli come: il Soil and Water Assessment Tool (SWAT) dell'United States Department of Agriculture (USDA); modelli parametrici su base empirica tipo Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) dell'USDA; e/o altri metodi sufficientemente sperimentati e documentati. In funzione del grado di incertezza dei dati disponibili sarà auspicabile effettuare la ricerca utilizzando due o più metodi.

### **Valutazione qualitativa:**

Caratterizzazione dei sedimenti: Le indagini, di cui all'art. 3 comma 2 lettere b del D.M. 30/06/2004, sono finalizzate alla caratterizzazione delle qualità chimiche e granulometriche dei sedimenti presenti nell'area dell'invaso e lungo le aste fluviali, estendendo lo studio, ove necessario, alle caratteristiche mineralogiche e biologiche per evidenziare eventuali effetti tossici.

I sedimenti vanno caratterizzati dal punto di vista qualitativo, ai sensi del titolo V della parte quarta del D.Lgs 152/2006, anche allo scopo di verificare, in caso di rimozione dei sedimenti, un loro possibile riutilizzo o prevedere il loro smaltimento in discarica controllata. Per la scelta delle metodiche di campionamento e analitiche da adottare si farà riferimento alle più avanzate tecniche di impiego generale, riconosciute a livello nazionale o internazionale. Le indagini in questione saranno eseguite sulla base di un **Piano di campionamento** riguardante la valutazione qualitativa sia dei sedimenti sia delle acque. Il Piano sarà preventivamente approvato dalla Stazione appaltante.

Per la caratterizzazione dei sedimenti è previsto il prelievo di campioni il cui numero varierà in funzione delle caratteristiche morfologiche del bacino, della superficie di massimo invaso e considerando:

- la classificazione a tergo dello sbarramento, dove maggiore sarà la spinta dei sedimenti;
- la morfologia del bacino imbrifero sotteso allo sbarramento;

- le caratteristiche idrauliche delle aste affluenti e ai rispettivi sottobacini;
- l'eventuale presenza di "singolarità" del fondale, come cavità naturali, cave per l'estrazione di materiale solido, avandiga, zone di confluenza di aste fluviali, canali, innesti di canali, manufatti di diversa natura.

Le analisi saranno eseguite da laboratori pubblici o privati in possesso dei necessari requisiti di qualità e che utilizzano metodologie ufficialmente riconosciute.

Sui campioni prelevati saranno effettuate le seguenti analisi:

- 1) granulometriche;
- 2) chimiche: da eseguire in ottemperanza a quanto previsto dall'allegato 2 al titolo V della parte quarta del D.Lgs. 152/2006, e in particolare: il campione per l'analisi chimica sarà privo della frazione maggiore di 2 cm e le determinazioni analitiche dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a mm 2; la concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro; i parametri chimici da determinare sono almeno carbonio organico totale, arsenico, antimonio, cadmio, cromo totale, manganese, mercurio, nichel, piombo, rame, zinco; inoltre, in funzione delle pressioni esistenti nel bacino idrografico a monte, devono essere selezionati ulteriori parametri inorganici e organici tra quelli riportati nella tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V parte quarta del D.Lgs 152/2006 e della tabella 2 dell'allegato A al D.M. dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 6 novembre 2003, n. 367;
- 3) mineralogiche, ove necessario;
- 4) saggi biologici da effettuarsi su tre differenti ruoli trofici, per evidenziare eventuali effetti tossici.

Caratterizzazione delle acque e del materiale solido in sospensione: Le indagini, di cui all'art. 3 comma 2 lettere c, d, e del D.M. 30/06/2004, sono finalizzate alla caratterizzazione delle qualità chimico-fisiche delle acque da invasare derivanti da specifiche analisi su campioni, con almeno due campionamenti. Per la scelta delle metodiche di campionamento e analitiche da adottare si farà riferimento alle più avanzate tecniche, riconosciute a livello nazionale o internazionale.

I parametri da determinare sono:

- pH, temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica specifica;
- solidi sospesi totali (SST), BOD5, COD, azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, fosforo totale;
- manganese, arsenico, cadmio, cromo totale, cromo esavalente, mercurio, nichel e piombo disciolti.

A questi devono essere aggiunti i contaminanti organici e inorganici rappresentativi delle pressioni presenti nel bacino a monte dello sbarramento, tra quelli indicati dalle tabelle 1/A e 1/B dell'allegato 1 alla parte terza del D.Lgs 152/2006.

Per assumere informazioni sulle caratteristiche qualitative e quantitative del materiale solido che si avrebbe in sospensione nel corso d'acqua di valle in occasione di morbide in assenza dello sbarramento di cui all'art. 3 comma 2.e del D.M. 30/06/2004, si dovrà predisporre una campagna di misure di portata liquida e del trasporto solido in sospensione in una sezione appropriata immediatamente a monte dell'invaso che consenta di stimare i parametri di correlazione tra concentrazione dei solidi sospesi e portata dei corsi d'acqua tributari.

### **28.1.e - Programma generale delle attività di svaso/sfangamento**

Ai sensi dell'art. 3 del comma 2.f del D.M. 30/06/2004, il progetto di gestione dovrà includere un quadro previsionale, scandito da un cronoprogramma, delle operazioni ordinarie e straordinarie connesse con le attività per la manutenzione dell'impianto, per la rimozione di sedimenti, ovvero delle possibili alternative, per recuperare capacità d'invaso entro la scadenza della concessione e ripristinare/mantenere la funzionalità dei dispositivi di scarico dello sbarramento.

Ai sensi dell'art.3, comma 3, del D.M. 30/06/2004 il PGI deve contenere le seguenti indicazioni:

- il volume di materiale solido che si prevede di rimuovere dal serbatoio;
- le modalità di rimozione del materiale, i mezzi utilizzati e stima del loro numero, le piste di accesso o altre infrastrutture esistenti o da realizzare;

- le modalità di riutilizzo o di smaltimento del materiale rimosso, in relazione alla qualità dei sedimenti asportati e alle caratteristiche richieste per lo specifico riutilizzo;
- le aree di dislocazione del materiale rimosso che devono essere poste in condizioni di sicurezza idraulica in rapporto: alla stabilità degli ammassi, all'esposizione a fenomeni erosivi, alla dislocazione in aree golenali, al verificarsi di piene del fiume;
- in caso di collocazione ancorché provvisoria del sedimento rimosso nell'ambito dello specchio liquido, dovrà prevedersi la verifica di stabilità delle sponde interessate dal deposito;
- eventuali studi e valutazioni di incidenza ambientale connessi alla gestione dei sedimenti rimossi e alla localizzazione delle aree di stoccaggio.

Nello specifico, per l'obiettivo di cui alla lettera a) del richiamato comma 3 art. 3 D.M. 30/06/2004, il soggetto incaricato si atterrà alle seguenti indicazioni:

- il "volume minimo di sedimento da rimuovere" è quello giacente a tergo dello sbarramento e quello ostruente gli scarichi di fondo e le opere di derivazione, nei limiti e con le precauzioni dell'ingegneria geotecnica;
- la quantità di sedimento da rimuovere sarà proposto dal soggetto incaricato alla Stazione appaltante che, prima dell'assenso, ne valuterà la fattibilità sulla scorta di considerazioni economiche, ambientali, ingegneristiche e gestionali;
- in ragione del regime torrentizio dell'asta fluviale di valle non sono ammessi rilasci a valle di sedimenti ed è consentita la previsione del Deflusso Minimo Vitale nullo.

In via urgente e provvisoria, il Progetto di Gestione può prevedere la movimentazione nell'ambito dello specchio liquido esclusivamente del sedimento, per un volume non superiore a  $m^3 10.000$ , da rimuovere per il ripristino e/o il mantenimento dell'efficienza degli organi di scarico. La definitiva rimozione del sedimento, temporaneamente allocato entro il perimetro dell'area lacuale, dovrà prevedersi nelle successive fasi operative contemplate dal cronoprogramma.

## 28.2 - Piani operativi

Le operazioni ordinarie e straordinarie previste dal quadro previsionale del PGI, per la manutenzione dell'impianto, la tutela della funzionalità degli scarichi profondi e il recupero graduale della capacità d'invaso, trovano attuazione nei diversi piani operativi da eseguire entro la residua durata della concessione. In conseguenza della prima fase conoscitiva (caratterizzazione di base) e della pianificazione temporale degli interventi, il soggetto incaricato dovrà predisporre i relativi Piani operativi da sottoporre alla preliminare valutazione della Stazione appaltante.

A tal fine, per ogni Piano operativo, contemplato dal PGI, dovrà predisporre un apposito documento tecnico riportante in forma sintetica:

- gli aspetti funzionali, tecnici e gestionali caratterizzanti le operazioni da eseguire;
- l'analisi delle possibili ed eventuali alternative rispetto alle soluzioni operative individuate;
- le diverse fasi e la stima sommaria per l'esecuzione degli interventi inclusi nel piano operativo.

Il Primo dei piani operativi dovrà avere come obiettivo prioritario il ripristino della piena funzionalità degli organi di scarico della diga e relative opere connesse (gallerie, condotte, derivazioni) secondo le indicazioni e le modalità attuative precedentemente indicate. Il piano in questione costituirà, previa valutazione della Stazione appaltante, la base tecnico-programmatica su cui sviluppare ed elaborare la successiva progettazione definitiva/esecutiva per l'attuazione degli interventi di riabilitazione dei dispositivi di scarico.

## 29 - Documentazione tecnica a supporto dei servizi oggetto dell'appalto

All'atto della sottoscrizione del disciplinare, la Stazione appaltante provvederà a fornire e/o a rendere disponibile per l'eventuale consultazione in formato cartaceo e, dove possibile, anche in versione digitale al soggetto incaricato la documentazione propedeutica all'espletamento del servizio, come meglio specificato nella relativa scheda tecnico-descrittiva allegata al presente capitolato.

### **30 - Conclusione della prestazione**

La prestazione di cui al presente Capo è conclusa con il parere tecnico favorevole della Struttura Regionale incaricata dell'istruttoria e comprende il parere rilasciato dall'Autorità di Vigilanza, ai sensi dell'art. 114 comma 5 del D.Lgs. 152/2006.

## CAPO IV

### RIVALUTAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA

#### 31 - Oggetto dell'appalto

L'appalto prevede l'esecuzione dei servizi di architettura e ingegneria per la rivalutazione idrologica ed idraulica degli organi di scarico progettati e già realizzati, ai fini dell'eventuale, qualora necessario, adeguamento in fase di progettazione definitiva ed esecutiva.

#### 32 - Aspetti generali e richiami normativi

In adempimento alla disposizione di cui all'art. 4, comma 1, del D.Lgs. 29 marzo 2004, n. 79, "Disposizioni urgenti in materia di sicurezza di grandi dighe e di edifici istituzionali" convertito con Legge n. 139 del 28 maggio 2004, tutte le dighe iscritte all'ex R.I.D. devono essere sottoposte a verifiche idrauliche, sulla base dei criteri nel seguito specificati. Le verifiche richieste devono consentire una valutazione della sicurezza idrologico-idraulica degli sbarramenti tenuto conto dei progressi tecnico-scientifici registrati nel campo dell'idrologia, nonché delle serie di dati direttamente registrati durante l'esercizio dei serbatoi o comunque resi disponibili.

#### 33 - Contenuti dello studio di rivalutazione della sicurezza idrologico-idraulica

Le verifiche devono contenere la valutazione della portata di piena con periodo di ritorno di 100, 200, 500, 1000 anni. La portata con tempo di ritorno 1000 anni è considerata la portata di riferimento.

Le valutazioni dovranno essere effettuate mediante idonee metodologie probabilistiche che:

1. utilizzino l'informazione idrologica ed idrografica più aggiornata disponibile nel bacino idrografico sotteso dallo sbarramento; in assenza di tali informazioni si dovrà fare riferimento a dati di bacini limitrofi il più possibile omogenei da un punto di vista idrologico;
2. integrino l'informazione idrologica di cui al punto precedente con i dati registrati durante l'esercizio dello sbarramento (livelli di invaso, portate affluenti, derivate e scaricate) nel corso di eventi di piena.

Al fine di convalidare ulteriormente i risultati ottenuti potrà essere compiuto un confronto tra le portate al colmo ottenute con le metodologie che utilizzano l'informazione locale con quelle ottenibili utilizzando i metodi di regionalizzazione.

Qualora per la portata di riferimento calcolata con le precedenti ipotesi non sia rispettato il franco previsto dal D.M. 24/03/1982, dovrà essere considerato l'effetto di laminazione esercitato dall'invaso.

Tale elaborazione dovrà determinare la quota raggiunta nel serbatoio effettuando la laminazione dell'idrogramma di piena che consente il rispetto del franco con le modalità di scarico previste dal citato D.M. 24/03/1982. La verifica dovrà anche valutare il tempo di ritorno della portata che determina l'annullamento del franco.

Per la determinazione dell'idrogramma di piena dovranno essere utilizzati modelli afflussi-deflussi tarati su eventi registrati sul bacino imbrifero dello sbarramento oppure, in assenza di eventi significativi registrati, occorrerà fare riferimento a modelli fisicamente basati che considerino la morfologia del bacino.

In entrambi i casi sopra esposti, con o senza laminazione, dovrà essere specificata separatamente la portata esitata dai singoli organi di scarico presenti sullo sbarramento (superficie, alleggerimento, mezzofondo e fondo).

Nel caso di scaricatori di superficie non regolati da paratoie, se questi sono suscettibili di ostruzione da parte di materiale galleggiante a causa della loro conformazione (soglie intervallate da pile con luce netta inferiore a 10 m; franco fra la quota di sottotrave della passerella e la quota di massimo invaso inferiore a 1 m; scarichi con sifoni autoadescanti etc.), i calcoli sopra richiesti dovranno essere effettuati anche ipotizzando una riduzione del 50% dello sviluppo complessivo delle luci sfioranti.

Nel caso di scaricatori di superficie presidiati da paratoie automatiche, i calcoli dovranno essere effettuati anche ipotizzando il blocco totale di almeno il 50% delle paratoie stesse. Nel caso di un'unica paratoia, sarà ipotizzato il blocco totale di quest'ultima.

Se gli scaricatori sono soggetti ad ingolfamento (calici), andrà calcolata la quota di saturazione degli stessi per le varie condizioni sopra richiamate.

La revisione idraulica dovrà anche valutare il tempo di ritorno della massima portata che consente il corretto funzionamento delle opere di dissipazione.



## CAPO V

### STUDIO SUGLI EFFETTI DELL'ONDA DI PIENA A VALLE

#### **34 - Requisiti degli studi**

Gli studi relativi alle onde di piena artificiali conseguenti a manovre degli organi di scarico o ad ipotetico collasso delle dighe devono essere redatti secondo le indicazioni di seguito riportate.

I sopraindicati elaborati forniscono informazioni sugli scenari degli incidenti probabili in materia di dighe, anche sulla base dei quali sono redatti dai Prefetti i relativi piani di emergenza.

Gli studi dovranno essere condotti in ottemperanza alle disposizioni di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2014 in merito alle manovre degli organi di scarico.

#### **35 - Descrizione della diga**

Nella prima parte degli studi devono essere riportate tutte le informazioni di carattere generale utili per la identificazione e localizzazione della diga e per la conoscenza del suo utilizzo e della sua gestione. In esso sono pure descritte le principali caratteristiche dello sbarramento, dei suoi organi di scarico dell'invaso artificiale nonché del bacino idrografico sotteso ed è inoltre segnalata e localizzata la presenza di altri sbarramenti posti a monte e/o a valle della diga. Con riferimento al progetto originario della diga, è indicata la portata di progetto degli organi di scarico, così come rivalutata in seguito agli studi idrologici previsti nel presente appalto di servizi ed, eventualmente, le valutazioni delle portate di piena affluenti nel bacino con assegnato tempo di ritorno. Ove disponibile è riportata anche l'entità della massima piena osservata.

#### **36 - Analisi idraulica dell'alveo a valle dello sbarramento**

Lo studio deve esaminare la variabilità dei parametri maggiormente significativi e di più incerta determinazione (scabrezze, interrimento, effetti bidimensionali, etc), motivando adeguatamente la scelta dei valori assunti nel calcolo.

##### **36.1. Ipotesi di manovra**

Negli studi è valutato, separatamente, l'effetto della manovra dei soli organi di scarico profondi e di manovra contemporanea degli organi di scarico superficiali e profondi. Nelle elaborazioni sono adottate le manovre di massima rapidità compatibili con il funzionamento anche anomalo od accidentale degli organi di scarico. Quale schema semplificato può essere adottato quello di manovre istantanee.

Nel caso di manovra congiunta degli scarichi superficiali e profondi, deve essere verificato che lo schema di manovra adottato individui effettivamente la condizione più gravosa nei riguardi del picco della portata complessivamente effluente.

Dovranno comunque essere effettuati gli studi relativi almeno alle seguenti condizioni:

studio idraulico di propagazione in moto vario dell'onda di piena generata dalla manovra di apertura dello scarico di fondo;

studio idraulico di propagazione in moto vario dell'onda di piena generata dalle manovre contemporanee e non dello scarico di superficie e dello scarico di fondo;

studio idraulico di propagazione in moto vario dell'onda di piena generata dal collasso della diga (dam break).

studio idraulico di propagazione in moto vario dell'onda di piena, rischio idraulico a valle, relativa alla massima portata transitabile in alveo senza che si verificano danni alle abitazioni e/o alle attività produttive, per il successivo aggiornamento del Documento di Protezione Civile.

##### **36.2. Condizioni idrauliche e valutazione delle portate effluenti**

La valutazione delle portate effluenti attraverso gli organi di scarico è effettuata assumendo, quale condizione preesistente alla manovra, un livello del serbatoio pari alla quota massima di regolazione. Nelle elaborazioni si tiene conto delle variazioni del livello idrico nel serbatoio artificiale indotte dall'apertura degli

scarichi. Per gli invasi di grande capacità, quale schema semplificato, può essere adottato un livello idrico del serbatoio di ritenuta costante nel tempo. Quest'ultimo schema deve comunque essere associato all'ipotesi di istantaneità della manovra di apertura degli scarichi. Si ipotizza che gli scarichi rimangano completamente aperti a tempo indeterminato.

### ***36.3. Rilievi della geometria a valle della diga***

La caratterizzazione geometrica delle aree potenzialmente soggette ad inondazione deve essere effettuata in base alla cartografia numerica DEM e DMS della Regione Siciliana a risoluzione 2 m x 2 m, e con l'ausilio di specifici rilievi in sito; questi dovranno essere effettuati in numero sufficiente a consentire la validazione/correzione della cartografia numerica mediante acquisizione con metodi speditivi GPS delle sezioni trasversali. Per le caratteristiche dei rilievi vale quanto già richiamato al precedente Capo II.

Inoltre i rilievi dovranno essere estesi a tutte quelle sezioni corrispondenti a particolari configurazioni morfologiche dell'asta fluviale o caratterizzate dalla presenza di infrastrutture in alveo che possono assumere un ruolo di controllo delle modalità del deflusso durante il transito della piena artificiale, come ad esempio: tombini, attraversamenti, soglie di fondo, traverse, ponti, muri di sponda, arginature etc..

Nei calcoli sono sempre utilizzate le sezioni normali alla direzione del moto dopo aver verificato che esse risultino non solo in numero adeguato ma anche localizzate in modo da consentire una corretta descrizione della variabilità della geometria dell'alveo e della valle.

Nell'uso della cartografia deve essere sempre accertato che, dalla data del rilevamento, non siano intervenuti mutamenti nell'uso del territorio limitrofo al corso d'acqua, o lungo l'alveo stesso il cui mancato rilievo possa alterare significativamente i risultati dello studio o ridurre l'immediata utilizzabilità ai fini della Protezione Civile.

### ***36.4. Ipotesi di cedimento***

Nelle dighe di materiali sciolti l'asportazione del rilevato avviene con modalità di sviluppo della breccia nel corpo diga dipendenti dall'intensità dell'azione erosiva dell'acqua trascinante lo sbarramento.

Da quanto suddetto ne consegue che l'asportazione del rilevato risulta praticamente sempre parziale e progressiva.

### ***36.5. Condizioni idrauliche alla rottura***

Per le dighe di materiali sciolti si ipotizza che il collasso sia dovuto ad una piena di carattere eccezionale, non smaltita dagli organi di scarico della diga, e che causi perciò il completo riempimento del serbatoio ed il sormonto dello sbarramento.

Come condizione idraulica iniziale è dunque da assumersi un livello del serbatoio pari alla quota del coronamento della diga.

Salvo casi particolari, riferibili a dighe con invasi di modesto volume o dighe soggette ad onde di piena da rottura di sbarramenti posti a monte, le portate in ingresso al serbatoio durante lo svolgersi del fenomeno di efflusso per brecciatura della diga possono essere trascurate, risultando il loro effetto contenuto nei riguardi del processo di generazione dell'onda di piena artificiale da rottura.

Le portate rilasciate attraverso gli organi di scarico superficiale sono valutate in relazione ai livelli idrici presenti nel serbatoio. Trattandosi di livelli superiori a quelli di progetto, occorre verificare la reale capacità di smaltimento delle portate da parte delle opere di scarico. Le portate rilasciate attraverso gli scarichi di mezzofondo e di fondo possono invece essere trascurate.

### ***36.6. Metodi di valutazione delle portate uscenti attraverso la breccia***

Le portate uscenti attraverso la breccia a seguito del collasso di uno sbarramento di ritenuta sono valutate utilizzando metodologie di simulazione numerica. Non è però escluso il ricorso a modelli fisici.

Per le dighe di materiali sciolti l'idrogramma delle portate effluenti va determinato utilizzando modelli matematico-numeriche che permettono di riprodurre l'interazione tra la corrente defluente attraverso la breccia ed il materiale solido costituente il rilevato.

È raccomandato il confronto tra i risultati forniti dai modelli matematico-numeriche con le formule empiriche basate su analisi statistiche dei dati relativi ai casi storici di rottura.

### **36.7. Trasporto di materiale solido**

Le modificazioni della configurazione dell'alveo fluviale per fenomeni di deposito o di erosione durante il passaggio delle piene da rottura di dighe, possono portare a marcati scostamenti, spesso a svantaggio della sicurezza, tra i reali livelli del pelo libero e le corrispondenti valutazioni fatte supponendo il fondo dell'alveo fisso.

I modelli a fondo mobile - che descrivono il propagarsi dell'onda di piena le modificazioni dell'alveo e le interazioni tra tali due fenomeni - sono tuttavia alquanto complessi, spesso di difficile applicazione a situazioni reali e, generalmente, non implementati in codici di calcolo di facile impiego.

Negli studi, quindi, è sufficiente il riferimento a considerazioni di tipo qualitativo, che consentono di individuare le zone presumibilmente soggette ad elevato deposito, con possibilità di marcati sopralzi del pelo libero od ostruzione di luci di opere di attraversamento, e le zone ove e da attendersi una forte erosione, con rischio di crolli lungo le sponde ed improvvisa immissione di quantità notevoli di materiale solido in alveo. Nei casi in cui le considerazioni di tipo qualitativo facciano emergere un'influenza notevole dei fenomeni di trasporto dei sedimenti sull'estensione delle aree potenzialmente inondabili, è auspicabile che se ne tenga conto, anche in maniera approssimata, nel modello a fondo fisso, ovvero che si ricorra all'impiego di modelli anche semplificati a fondo mobile.

### **36.8. Estensione del tratto fluviale soggetto al calcolo di propagazione**

Il calcolo di propagazione è esteso a tutto il tratto fluviale a valle della diga lungo il quale le massime portate dovute all'onda artificiale si mantengono superiori alle portate naturali considerate nella formulazione dei piani di previsione e prevenzione degli eventi di piena naturali. In mancanza di indicazioni specifiche, può essere assunta una portata di piena naturale associata ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Il principio suddetto si mantiene valido anche nel caso di confluenza in laghi naturali: il calcolo può essere arrestato solo allorchè l'effetto di laminazione del lago sia tale che nell'emissario le portate defluenti non superino quelle considerate nei piani di previsione e prevenzione delle piene naturali.

### **36.9. Propagazione dell'onda di piena**

Lo studio della propagazione verso valle dell'onda di piena dovuta a manovre degli organi di scarico delle dighe o a rottura è affrontato, di norma, per mezzo di simulazione numerica. Non è però escluso l'impiego di modelli fisici. In ogni caso, la ricostruzione del fenomeno di propagazione idraulica dovrà prevedere una schematizzazione 2D e/o 1D-2D accoppiata, per tenere in conto la non univocità della direzione del flusso in occasione degli eventi di piena, in relazione alla morfologia delle aree in studio.

All'atto della scelta del codice di calcolo è opportuno sincerarsi che esso sia stato sottoposto ad ampie verifiche e sia stato validato sulla base di situazioni reali.

In tutti i casi si fa riferimento a modelli di propagazione della piena che considerano l'alveo fisso, cioè non soggetto a processi di erosione o deposito.

Il modello impiegato deve tenere conto di tutti i parametri e condizioni che possono portare a sensibili scostamenti dei risultati, quali ad esempio coefficiente di scabrezza, la presenza di ostacoli naturali o artificiali (ponti, viadotti, rilevati etc.) forti variazioni longitudinali e trasversali dell'alveo, etc.

In particolare il modello di propagazione deve tener conto:

- dell'eventuale presenza di marcati restringimenti delle sezioni idrauliche, sia di carattere naturale che legati alla presenza di strutture in alveo;
- dell'inondazione di ampie aree pianeggianti o fortemente urbanizzate;
- del sormonto di arginature o altre condizioni che portino alla formazione di zone allagate ove sia notevole l'espansione laterale della piena.

L'alveo a valle dello sbarramento va considerato inizialmente asciutto.

L'estensione del tratto fluviale soggetto al calcolo di propagazione deve essere non minore di 20 km a meno che esso non confluisca prima in mare o in un lago di grande capacità. In caso di confluenza in un altro corso d'acqua, il calcolo può essere arrestato solo allorchè quest'ultimo presenti portate di piena naturali nettamente maggiori di quelle oggetto dello studio e cioè nei casi in cui sia scontato che la piena dovuta a manovre degli organi di scarico defluisca ben contenuta nell'alveo naturale a valle della confluenza.

In generale, qualora nell'area di studio siano presenti due o più invasi, non può essere escluso a priori che le onde di piena interferiscano fra loro, creando una sovrapposizione di effetti che potrebbe tradursi in una crisi idraulica. Pertanto detta eventuale sovrapposizione dovrà essere tenuta in debito conto in fase di studio.

### **37 - Rappresentazione dei risultati**

Il principale risultato richiesto agli studi in questione è l'individuazione delle zone soggette a potenziale inondazione: la mappa delle aree allagabili è la sintesi dei risultati delle varie elaborazioni che riveste la maggiore importanza.

Riveste fondamentale importanza, anche alla luce del successivo aggiornamento del Documento di Protezione Civile, l'individuazione della massima portata transitabile in alveo senza che si verifichino danni alle abitazioni e/o alle attività produttive.

La rappresentazione della massima estensione di tali aree deve, ovviamente essere chiara e di facile lettura e localizzazione. È dunque necessario che essa sia tracciata su una cartografia quanto più completa ed aggiornata possibile. È opportuno che nelle zone di maggiore espansione dell'inondazione, siano anche riportate le curve di egual valore dei tiranti idrici.

Deve anche essere fornito, su supporto magnetico, un file ASCII in cui sono riportate le coordinate geografiche dei vertici della poligonale che descrive il perimetro delle aree allagate.

La rappresentazione dei risultati dello studio è completata con ulteriori elaborati tra i quali gli involuppi tracciati lungo tutto il tratto di fiume oggetto del calcolo di propagazione:

- delle massime altezze idriche;
- dei carichi idraulici totali;
- dei tempi di arrivo del colmo e delle quote del pelo libero;
- delle velocità della corrente;
- delle portate defluenti.

È inoltre, ritenuto particolarmente utile che gli studi riportino anche i profili idrici longitudinali della piena per almeno tre istanti significativi.

Per completezza di esposizione, devono essere riportate anche le tabulazioni, eventualmente sintetiche, dei valori numerici delle principali grandezze in gioco, fornite dai vari metodi o codici di calcolo adottati.

Occorre anche riportare, in forma grafica e tabellare, la curva di espansione dell'invaso e quella delle portate degli scarichi in funzione della quota di invaso.

## CAPO VI

### PROGETTAZIONE E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

#### 38 - Progettazione

##### 38.1.1 - Principi e finalità della progettazione

1. 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.
2. 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.
3. I progetti, con le necessarie differenziazioni in relazione alla loro specificità e dimensione sono redatti nel rispetto degli standard 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.

##### 38.1.2 - Criteri generali di progettazione

1. 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.
2. 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:
  - 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 l'ambiente;
  - b) l'indicazione degli accorgimenti atti ad evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici ed atmosferici;
  - c) 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;
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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 suddetti elaborati progettuali, differenti da quelli sopra menzionati. Non dovranno esserci discordanze tra la versione cartacea e quella su supporto informatico del progetto.

7. 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.

### **38.1.3 - Proprietà intellettuale e materiale degli elaborati, subentro o sostituzione dei progettisti**

Il progetto resta di proprietà piena e assoluta della Stazione appaltante, che può introdurre 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 informativi 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.

## **38.2 – Progetto definitivo**

### **38.2.1 - Documentazione ed elaborati del progetto definitivo**

1. Il progetto definitivo è redatto sulla base delle indicazioni:
  - Progetto esecutivo di costruzione dell'Invaso di Pietrarossa, aggiornamento Ottobre 1987;
  - Progetto esecutivo "Serbatoio di Pietrarossa sul Torrrente Margherito – Opere di sistemazione e completamento" approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n° 174/96 del 26/09/1996;
  - risultanze delle verifiche sismiche nonché degli studi di rivalutazione idrologica ed idraulica degli scarichi;e 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.
2. Il progetto definitivo comprende:
  - a) relazione descrittiva;
  - b) relazioni geologica, geotecnica, idrologica, idraulica, sismica;
  - c) relazioni tecniche specialistiche;
  - d) rilievi planaltimetrici 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.

3. 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.
4. 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.
5. 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.

### 38.2.2 - 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 sottosuolo, 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.

### 38.2.3 - Studio di impatto ambientale e studio di fattibilità ambientale

1. 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.
2. 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.

### 38.2.4 - Elaborati grafici del progetto definitivo

1. 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.
2. 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 riassuntiva 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 sia 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;
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

### **38.2.5 - 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.

### **38.2.6 - Disciplinare descrittivo e prestazionale**

Il 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.

### **38.2.7 - 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, definite strutture, impianti ed opere speciali;
- quelle ricadenti nel sopra indicato comma 11 che superano il 10%.

### **38.2.8 - 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 all'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 denunce 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 relativi 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.

### **38.3 – Progetto esecutivo**

#### **38.3.1 - 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 provvisorie. 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 ed 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.

### **38.3.2 - 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 all'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.

### **38.3.3 - 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.

### **38.3.4 - 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 a 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 a 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio, in scala non inferiore a 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.

### **38.3.5 - Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti**

1. Il piano di manutenzione prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali 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.

### **38.3.6 - 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.

### **38.3.7 - 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<sup>3</sup> (metri cubi), m<sup>2</sup> (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<sup>2</sup>x 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 sola 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.

### **38.3.8 - 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 e altri immobili
  - 6) spese tecniche
    - a) progettazione, direzione lavori e contabilità
    - b) coordinamento per la sicurezza nel cantiere
    - c) frazionamenti, accatastamenti ecc.
    - d) altre prestazioni
    - e) assicurazione dei dipendenti
  - 7) spese per attività di consulenza e supporto
  - 8) spese per commissioni giudicatrici
  - 9) spese per pubblicità e opere d'arte
    - a) pubblicità
    - b) opere d'arte
  - 10) 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
  - 11) 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.

### **38.3.9 - 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.

### **38.3.10 - 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.

### **38.3.11 - 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 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 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 149, comma 1, del Codice dei Contratti, approvato con D.Lgs. n. 50/2016 e ss.mm.ii., 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.

### **38.3.12 - 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 stanziare per la realizzazione delle opere.

## **39 – Coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione**

### **39.1 - Le prestazioni**

1. Le prestazioni da eseguirsi da parte del coordinatore durante la progettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 91 del D.Lgs. 81/2008, 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.

### **39.2 - 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 D.Lgs. 81/2008 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 nelle quali il lavoro e il relativo cantiere deve o può essere suddiviso.

### **39.3 - 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 offerta in caso di offerta a prezzi unitari, in sede di gara, ai sensi dell'articolo 23, comma 16, del Codice dei Contratti e del punto 4.1.4 dell'Allegato XV al D.Lgs. 81/2008.
2. Il costo per la sicurezza concerne esclusivamente gli adempimenti, gli apprestamenti e le misure proposte nel piano.
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.
4. La stima dovrà essere congrua, analitica per voci singole, a corpo o a misura, riferita ad elenchi prezzi standard o specializzati, oppure basata su prezziari 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.
5. Sia che gli oneri siano valutati a corpo, sia che siano valutati a misura, essi sono invariabili e imm modificabili in sede di gara, sono altresì invariabili e imm modificabili anche nel corso dell'esecuzione dei lavori, salvo i casi particolari previsti dall'ordinamento.

### **39.4 - Il fascicolo informativo**

1. Nella predisposizione del fascicolo il coordinatore tiene conto dei contenuti definiti dall'allegato XVI al decreto 81/2008, 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 23, comma 8, dell'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.

### **39.5 - 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.

### **39.6 - 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 un'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 VII

### DIRETTORE DEI LAVORI, DIRETTORI OPERATIVI, ISPETTORE DI CANTIERE E COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE

#### 40 –Ufficio di Direzione dei Lavori e Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione

##### 40.1.1 - Principi e finalità dell'Ufficio di Direzione dei Lavori

Il Direttore Lavori ha la responsabilità del coordinamento e la supervisione dell'attività dell'ufficio della direzione dei lavori che la Stazione Appaltante ha pensato quale struttura adeguata in relazione alle dimensioni, alla complessità, al carattere multidisciplinare, alla tipologia e categoria dei lavori, a cui affidare i compiti e le attività per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dei lavori in oggetto.

Il responsabile unico del procedimento, nella fase dell'esecuzione dei contratti di lavori, ai sensi dell'art. 101 del D.Lgs. 50/2016 si avvale del direttore dei lavori e del coordinatore in materia di salute e di sicurezza durante l'esecuzione previsto dal D.Lgs. 81/2008 ed accerta il corretto ed effettivo svolgimento delle funzioni ad ognuno affidate.

Per il coordinamento, la direzione dei lavori ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dei contratti pubblici relativi ai lavori, questa Stazione Appaltante ha previsto, in relazione alla complessità dell'intervento, le seguenti figure:

- il Direttore dei Lavori;
- il Coordinatore della Sicurezza in Fase di esecuzione;
- un Direttore Operativo;
- un Direttore Operativo con professionalità Geologo;
- un Ispettore di Cantiere.

La Stazione Appaltante si riserva la possibilità di affidare anche una sola o più delle prestazioni opzionali a suo insindacabile giudizio, senza che l'affidatario possa sollevare eccezioni di sorta.

##### 40.1.2 – Direttore dei Lavori

Il DIRETTORE DEI LAVORI, con l'ufficio di direzione lavori, è preposto al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento affinché i lavori siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto e al contratto. Il direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori, ed interloquisce in via esclusiva con l'esecutore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

Il direttore dei lavori ha la specifica responsabilità dell'accettazione dei materiali, sulla base anche del controllo quantitativo e qualitativo degli accertamenti ufficiali delle caratteristiche meccaniche e in aderenza alle disposizioni delle norme tecniche per le costruzioni vigenti.

Al DIRETTORE DEI LAVORI fanno carico tutte le attività ed i compiti allo stesso espressamente demandati dal codice nonché dal Regolamento di cui al Decreto 7 marzo 2018 n. 49 "Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione".

##### 40.1.3 – Direttori Operativi

Le prestazioni professionali per l'espletamento dell'incarico di Direttore Operativo a supporto del Direttore dei Lavori, rientrano tra riferimenti normativi di cui al D.Lgs 50/2016 che il professionista che svolgerà il ruolo di D.O. è obbligato ad assumere.

Sono ricomprese nel servizio da affidare tutte le prestazioni attinenti all'incarico di Direttore Operativo ai sensi dall'art. 101, comma 4 del D.Lgs. n. 50/2016.

Gli assistenti con funzioni di DIRETTORI OPERATIVI collaborano con il direttore dei lavori nel verificare che le lavorazioni di singole parti dei lavori da realizzare siano eseguite regolarmente e nell'osservanza delle clausole contrattuali. Essi rispondono della loro attività direttamente al direttore dei lavori.

In particolare, nell'ambito dell'Ufficio di Direzione Lavori, il DIRETTORE OPERATIVO GEOLOGO dovrà occuparsi in via prioritaria delle lavorazioni afferenti tutte le opere in fondazione.

Ai direttori operativi possono essere affidati dal direttore dei lavori, fra gli altri, i seguenti compiti:

- a) verificare che l'esecutore svolga tutte le pratiche di legge relative alla denuncia dei calcoli delle strutture;
- b) programmare e coordinare le attività dell'ispettore dei lavori;
- c) curare l'aggiornamento del cronoprogramma generale e particolareggiato dei lavori e segnalare tempestivamente al direttore dei lavori le eventuali difformità rispetto alle previsioni contrattuali proponendo i necessari interventi correttivi;
- d) assistere il direttore dei lavori nell'identificare gli interventi necessari ad eliminare difetti progettuali o esecutivi;
- e) individuare ed analizzare le cause che influiscono negativamente sulla qualità dei lavori e proponendo al direttore dei lavori le adeguate azioni correttive;
- f) assistere i collaudatori nell'espletamento delle operazioni di collaudo;
- g) esaminare e approvare il programma delle prove di collaudo e messa in servizio degli impianti;
- h) direzione di lavorazioni specialistiche
- i) curare la rilevazione e la misurazione delle lavorazioni effettuate e redigere i necessari atti contabili da inserire nella contabilità generale in capo alla Direzione Lavori.

Si richiede inoltre l'obbligo di reperibilità del Direttore Operativo. In tal senso, qualora necessario, la Direzione Lavori e/o la Stazione Appaltante, potranno richiedere la presenza del Direttore Operativo in via d'urgenza e il Direttore Operativo sarà obbligato a sopraggiungere presso il cantiere, entro un massimo di 4 ore.

In via eccezionale e a fronte di motivata impossibilità od assenza del Direttore Operativo, lo stesso può essere sostituito da altro professionista, in possesso di equivalente qualifica professionale, indicato nominativamente in sede di offerta tecnica. Il sostituto, ove individuato, deve far parte dell'organizzazione dell'operatore economico concorrente (ad es: professionista associato, socio, dipendente, collaboratore su base annua). Nel caso in cui il concorrente non abbia nella propria organizzazione tale figura professionale o sia un professionista singolo senza alcun tipo di organizzazione, potrà comunque individuare il sostituto costituendo con altro professionista un Raggruppamento Temporaneo ex art. 46 c.1, lett. e) D.Lgs. n.50/2016). Parimenti potrà essere costituito un Raggruppamento Temporaneo ex art. 46 c.1, lett. e) D.Lgs. n.50/2016), con riferimento ad altre figure professionali che, in sede di offerta tecnica, possono essere indicate a svolgere prestazioni secondarie a supporto del Direttore Operativo.

L'Ufficio della Direzione Lavori sarà composto da un gruppo di professionisti del quale potranno fare parte anche figure professionali interne alla Stazione appaltante; anche il Direttore Operativo sarà parte integrante di tale gruppo e dovrà quindi partecipare alle riunioni periodiche della Direzione Lavori. Parimenti dovrà intervenire, se richiesto, alle riunioni per la redazione di eventuali perizie di variante tecnica e suppletiva che si dovessero redigere in corso dei lavori.

Oltre al professionista eventualmente individuato come sostituto del Direttore Operativo, anche gli altri professionisti eventualmente individuati in sede di offerta tecnica dovranno collaborare con il Direttore Lavori che li coordinerà nell'ambito dell'Ufficio della Direzioni Lavori

È possibile che l'Impresa appaltatrice disponga, d'intesa con il Committente, lavorazioni da svolgersi su più turni, in notturna e nei giorni festivi con sabati e domeniche compresi. In tal caso dovrà comunque essere garantita, se richiesta, la presenza del Direttore Operativo.

Le prestazioni sopra indicate sono da considerarsi il minimo garantito per tutti i concorrenti, a prescindere dai contenuti dell'offerta tecnica presentata. In sede di gara, ciascun concorrente potrà, ove lo ritenga, aumentare il carattere performante e l'efficienza della propria presenza sul cantiere come Direttore Operativo. In tal caso, faranno fede contrattualmente le proposte contenute nell'offerta tecnica dell'aggiudicatario.



#### **40.1.4 – Ispettore di cantiere**

L'assistente con funzioni di ISPETTORE DI CANTIERE collabora con il direttore dei lavori nella sorveglianza dei lavori in conformità delle prescrizioni stabilite nel capitolato speciale di appalto.

La posizione di ispettore è ricoperta da una sola persona che esercita la sua attività in un turno di lavoro.

L'ispettore di cantiere è presente a tempo pieno durante il periodo di svolgimento di lavori che richiedono controllo quotidiano, nonché durante le fasi di collaudo e delle eventuali manutenzioni.

L'ispettore di cantiere risponde della sua attività direttamente al direttore dei lavori.

Agli ispettori possono essere affidati fra gli altri i seguenti compiti:

- a) la verifica dei documenti di accompagnamento delle forniture di materiali per assicurare che siano conformi alle prescrizioni ed approvati dalle strutture di controllo di qualità del fornitore;
- b) la verifica, prima della messa in opera, che i materiali, le apparecchiature e gli impianti abbiano superato le fasi di collaudo prescritte dal controllo di qualità o dalle normative vigenti o dalle prescrizioni contrattuali in base alle quali sono stati costruiti;
- c) il controllo sulla attività dei subappaltatori;
- d) il controllo sulla regolare esecuzione dei lavori con riguardo ai disegni ed alle specifiche tecniche contrattuali;
- e) l'assistenza alle prove di laboratorio;
- f) l'assistenza ai collaudi dei lavori ed alle prove di messa in esercizio ed accettazione degli impianti;
- g) la predisposizione degli atti contabili e l'esecuzione delle misurazioni quando siano stati incaricati dal direttore dei lavori;
- h) l'assistenza al coordinatore per l'esecuzione.

#### **40.1.5 - Principi e finalità del Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la realizzazione dell'opera**

Per le funzioni del COORDINATORE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI si applica l'articolo 92 comma 1 del decreto legislativo n. 81 del 2008 (modificato dall'art. 61, comma 1, del d.lgs. n. 106 del 2009), sicché durante la realizzazione dell'opera, il coordinatore per l'esecuzione dei lavori:

- a) verifica, con opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizioni loro pertinenti contenute nel piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 ove previsto e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;
- b) verifica l'idoneità del piano operativo di sicurezza, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e coordinamento di cui all'articolo 100, assicurandone la coerenza con quest'ultimo, ove previsto, adegua il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 ove previsto, e il fascicolo di cui all'articolo 91, comma 1, lettera b), in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere, verifica che le imprese esecutrici adeguino, se necessario, i rispettivi piani operativi di sicurezza;
- c) organizza tra i datori di lavoro, ivi compresi i lavoratori autonomi, la cooperazione ed il coordinamento delle attività nonché la loro reciproca informazione;
- d) verifica l'attuazione di quanto previsto negli accordi tra le parti sociali al fine di realizzare il coordinamento tra i rappresentanti della sicurezza finalizzato al miglioramento della sicurezza in cantiere;
- e) segnala al committente o al responsabile dei lavori, previa contestazione scritta alle imprese e ai lavoratori autonomi interessati, le inosservanze alle disposizioni degli articoli 94, 95, 96 e 97, comma 1, e alle prescrizioni del piano di cui all'articolo 100, ove previsto, e propone la sospensione dei lavori, l'allontanamento delle imprese o dei lavoratori autonomi dal cantiere, o la risoluzione del contratto. Nel

caso in cui il committente o il responsabile dei lavori non adotti alcun provvedimento in merito alla segnalazione, senza fornire idonea motivazione, il coordinatore per l'esecuzione da' comunicazione dell'inadempienza alla azienda unità sanitaria locale e alla direzione provinciale del lavoro territorialmente competenti;

f) sospende, in caso di pericolo grave e imminente, direttamente riscontrato, le singole lavorazioni fino alla verifica degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle imprese interessate.

In considerazione della complessità dell'opera da realizzare, le attività del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione - CSE - dovranno come minimo comprendere:

- l'aggiornamento trimestrale del PSC e comunque quando necessario sulla base dell'andamento dei lavori;
- l'esame, l'approvazione e il parere del POS presentato da Appaltatore ed eventuali subappaltatori per la firma del proprio Contratto;
- un programma di sopralluoghi cantiere concordato con il Responsabile Unico di Procedimento e con il direttore lavori;
- la stesura di rapporti periodici interni riferiti alle attività svolte nel cantiere;
- la stesura di un rapporto settimanale da trasmettere alla struttura di ogni Appaltatore ed alla Stazione Appaltante: detto rapporto dovrà includere la lista di controllo delle attività di cantiere;
- lo svolgimento di una riunione almeno settimanale con la presenza della struttura di ogni Appaltatore;
- lo svolgimento di riunioni periodiche da programmare con gli enti esterni di competenza interessati dallo svolgimento delle attività dei cantieri;
- lo svolgimento di addestramento specifico dei lavoratori, da effettuarsi da parte di personale specializzato delle imprese operanti in cantiere;
- l'organizzazione e la gestione di un archivio dedicato alla sicurezza;
- aggiornare il fascicolo tecnico, quando occorre;
- coordinare la consultazione tra i Rappresentanti dei lavoratori per la Sicurezza - RLS - e/o il Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza territoriale - RLST - e le imprese operanti in cantiere;
- segnalare alla Stazione Appaltante le inadempienze delle imprese operanti in cantiere, con obbligo di stendere i verbali di contestazione e comunicazione dei provvedimenti disciplinari assunti.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione - CSE - dovrà ordinare la sospensione dei lavori in caso di pericolo grave e imminente o delle lavorazioni che rappresentano un pregiudizio della sicurezza, con l'obbligo della verbalizzazione delle contestazioni, della comunicazione alla Stazione Appaltante della prescrizione degli adeguamenti da porre in opera e verifica della loro applicazione per l'autorizzazione della ripresa delle lavorazioni.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione - CSE -, dovrà garantire la propria presenza in cantiere con cadenza almeno settimanale, nel periodo che intercorrerà dalla Consegna dei Lavori fino alla emissione del Certificato di Collaudo.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dovrà collaborare con il direttore lavori nella verifica che l'Appaltatore, provveda, con riferimento al Progetto dettagliato del cantiere, a rispettare i seguenti impegni:

- a) determinare l'organizzazione complessiva di cantiere necessaria per i lavori affinché venga definito preliminarmente il numero, la loro natura, il rapporto con la viabilità e le problematiche connesse con la loro presenza;
- b) produrre per il cantiere il progetto dettagliato comprendente almeno i seguenti elementi: planimetria del cantiere, indicante fra l'altro le recinzioni delle aree e gli ingressi; lo schema di guardiania; lo schema della viabilità di cantiere, delle aree di manovra e delle zone di parcheggio, nonché delle interferenze con la viabilità ordinaria; gli schemi esecutivi degli allacciamenti elettrici, idrici e fognari provvisori, corredati con l'indicazione dei rispettivi fabbisogni e dell'elenco delle utenze previste; le installazioni per il personale e per i mezzi d'opera; le aree per le lavorazioni di cantiere; i magazzini ed aree di stoccaggio, sia coperte che scoperte; lo schema di illuminazione di cantiere; lo schema del sistema di prevenzione e spegnimento

incendi; lo schema di organizzazione di cantiere; i Piani operativi di sicurezza di cui all'articolo 81 comma 1 lettera h) del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n° 81 e s.m.i.;

c) disporre di tutte le autorizzazioni a suo carico necessarie;

d) disporre degli accordi con gli Enti di competenza per l'allacciamento elettrico, idrico e fognario, e per la messa a discarica del materiale di risulta.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione avrà l'obbligo di verificare, avvalendosi della struttura dell'ufficio della direzione dei lavori, che gli Appaltatori osservino le norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.

A tal riguardo dovrà seguire anche le procedure e scadenze per la liquidazione degli acconti agli Appaltatori degli oneri relativi alla sicurezza.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione opera all'interno dell'ufficio della direzione dei lavori e con lo svolgimento delle funzioni e dei compiti indicati nel precedente punto, attuando ogni utile iniziativa, collabora per la buona riuscita dell'esecuzione dei lavori.

In sede di gara il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione potrà proporre una sua struttura operativa formata dagli assistenti a cui intende ricorrere per il coordinamento e il controllo della sicurezza nei lavori in oggetto.

Il compenso professionale per tutte le figure specialistiche proposte in sede di gara per la struttura operativa del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, dovrà essere compreso in quello proposto dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione e oggetto del Contratto.

Tali assistenti che dovranno possedere i requisiti professionali del coordinatore per l'esecuzione dei lavori stabiliti dall'articolo 98 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i., collaboreranno con il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione nel verificare l'applicazione e il rispetto delle disposizioni dello stesso Decreto Legislativo 81/2008.

Nel corso dei lavori il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione potrà, a propria cura e spese, integrare con ulteriori figure specialistiche di propria fiducia la sua struttura operativa del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione. In tal caso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dovrà avanzare una formale richiesta al Responsabile Unico di Procedimento con la precisa indicazione del ruolo, mansione ed impegno di tempo da assegnare ad ogni figura specialistica di cui intende avvalersi.

Il Responsabile Unico di Procedimento avrà a disposizione 30 (trenta) giorni solari e continuativi per autorizzare l'ingresso in cantiere di ogni figura specialistica che oltre al possesso dei requisiti necessari per lo svolgimento delle mansioni che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione intende affidare senza oneri a carico della Stazione Appaltante, dovrà avere anche le adeguate polizze assicurative per sollevare la Stazione Appaltante da ogni responsabilità nello svolgimento delle mansioni.

Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dovrà operare in regime di Certificazione di Qualità.

#### **40.1.6 – Durata e tempi**

Le attività relative alle prestazioni di Direttore dei Lavori, Direttori operativi, ispettore di cantiere e coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione saranno svolte in correlazione allo svolgimento dei lavori e fino all'approvazione del certificato di collaudo finale dell'opera medesima.