



REGIONE TOSCANA GIUNTA REGIONALE

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TORRENTE CASTRO DALLA LOC. COGNAIA FINO AL PONTE DELLA PARATA E DEL TORRENTE BICCHIERAIA DALLA LOC. LA PACE ALLA CONFLUENZA NEL COMUNE DI AREZZO

CUP: D13H20000190002

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CODICE PROGETTO: DODS2019AR0002

ELABORATI PROGETTUALI - STRALCIO FUNZIONALE 1 PP03 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

ING. MARIANNA BIGIARINI

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI PROFESSIONISTI

MANDATARIO



Via Aretina 167/b
Firenze (FI) 50136
tel. 055.6587050
info@studiohydrogeo.it

MANDANTE



Lungarno Guido Reni, 55
San Giovanni Valdarno (AR) 52027
tel. 055.9155832
info@gheta.it

MANDANTE



Viale Colombo, 9bis
Marina di Carrara (MS) 54033
tel. 0585.1812375
info@tecnocreo.it

MANDANTE



Via Masaccio, 242
Firenze (FI) 50132
tel. 055.577860
ing.cantinileonardo@gmail.com

REV.

DATA EMISSIONE

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

A

DICEMBRE 2020

L.CANTINI

G.GAZZINI

G.GAZZINI

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. ANALISI DEI CARICHI.....	2
3.1 CARICHI DOVUTI ALLE AZIONI DA TRAFFICO	2
3.2 CARICHI DOVUTI ALLE ABITAZIONI IN PROSSIMITÀ	3
3.3 ALTRI CARICHI AGENTI	4
3.4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA DEL TERRENO	5
4. VERIFICHE SVOLTE.....	5
5. MATERIALI IMPIEGATI	6
5.1 MATERIALI PER PARETI DI SOSTEGNO IN C.A.....	6
5.2 ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI	7
5.2.1 Drenaggio dei muri	7
5.3 PIANO DI MANUTENZIONE.....	7

Indice delle figure

1 Tab. 5.1.II NTC 2018	3
2 Fig. 5.1.2 NTC 2018	4
3 Tab. 3.2.II NTC 2018	5
Figura 4 Tab. 6.2.I NTC 2018	6
Figura 5 Tab. 6.2.II NTC 2018	6
Figura 6 Tab. 6.5.I Ntc 2018	6

1. PREMESSA

La presente relazione di calcolo ha come oggetto le opere di carattere strutturale necessarie per la sistemazione idraulica dei due torrenti Castro (dalla località Cognaia fino al ponte della Parata) e Bicchieraia (dalla località la Pace alla confluenza con il torrente Castro).

I manufatti progettati sono muri di sostegno a mensola posizionati all'interno dell'alveo e sono suddivisibili in due tipologie:

- Muro in C.A. di sostegno con parete verticale a sezione costante con ciabatta di fondazione sia a monte che a valle;
- Muro in C.A. di sostegno con parete verticale a sezione variabile con ciabatta di fondazione esclusivamente a valle.

Per i particolari di armatura e dimensionali si rimanda alle tavole strutturali

La progettazione degli elementi strutturali si è basata sulla valutazione preliminare dei vincoli di ingombro dovuti sia agli elementi urbani esistenti (ponti, strade, piste ciclabili, etc.etc.), che alla presenza di costruzioni esistenti talvolta molto addossate alle sponde dell'alveo oltre, ovviamente, alla necessità di sezione di alveo al fine di contenere le portate di progetto.

In merito ai carichi agenti si sono fatte valutazioni di massima dei carichi dovuti alle abitazioni, non si conoscono infatti in modo dettagliato tipologia costruttiva, tipologia di solai (di piano e di copertura) presenza o meno di piani interrati, distribuzione interna di massima degli ambienti; si è provveduto comunque ad una stima ritenuta cautelativa da riverificare nelle fasi successive del progetto.

Le azioni di tipo stradale sono state valutate come carichi permanenti, anche in questo caso si è optato per una stima in eccesso delle sollecitazioni.

Le caratteristiche del terreno derivano dalla relazione geologica preliminare, in assenza di un dato esatto la posizione della falda è stata valutata in modo da minimizzare di volta in volta i fattori di sicurezza delle verifiche.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7/C.S.LL.PP

NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

3. ANALISI DEI CARICHI

Come già espresso nella premessa la definizione dei carichi è stata fatta basandosi su due principi:

- Stima a favore di sicurezza dei carichi agenti
- Valutazione di tutte le azioni dovute ai carichi agenti

Ovviamente questo ha portato a valori elevati delle forze sugli elementi strutturali ma ci consente un buon grado di sicurezza per le fasi successive del progetto.

3.1 CARICHI DOVUTI ALLE AZIONI DA TRAFFICO

La valutazione di questo tipo di carico è stata molto complessa in quanto le azioni da traffico sono molto variabili e devono comprendere anche carichi non statici (frenatura, accelerazione); a questo scopo si è deciso di considerare i carichi forniti dalla normativa NTC 2018 nella Tab 5.1. Il considerando il carico della corsia N°1 (la più gravosa) con un $FS > 2$.

si è considerato quindi un valore di 20 kN/m² come carico permanente non strutturale uniformemente distribuito.

Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

1 Tab. 5.1.II NTC 2018

3.2 CARICHI DOVUTI ALLE ABITAZIONI IN PROSSIMITÀ

Ai fini della valutazione del carico dovuto agli edifici posti in prossimità degli elementi oggetto di progettazione si è deciso di procedere allo studio di un'abitazione tipo sia come tipologia costruttiva che come elementi strutturali che la compongono.

I parametri presi in considerazione sono i seguenti:

- Dimensioni in pianta 10x10 m
- 3 piani fuori terra ed assenza di cantine o piani interrati
- Altezza massima dei paramenti murari 10 m

Su questo edificio tipo è stata svolta un'analisi dei carichi di massima:

- Carico dovuto alla copertura
 - o Peso proprio di solaio 3.5 kN/m²
 - o Carico permanente non strutturale 1.5 kN/m²
 - o Carico variabile neve 1.20 kN/m²
- Carico dovuto ai solai di piano
 - o Peso proprio di solaio 3.5 kN/m²
 - o Carico permanente non strutturale 2.0 kN/m²
 - o Carico variabile cat. A 2.0 kN/m²

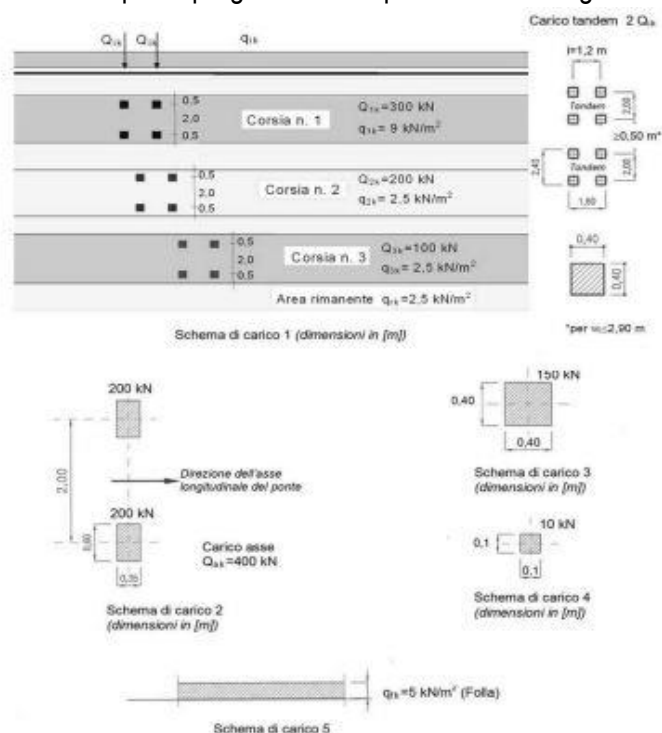
Il peso proprio della muratura è stato considerato pari a 20 kN/m³ ed uno spessore di 0.3 m

Alla luce di questi dati il carico tipo per le abitazioni è pari a 45.2 kN/m² cautelativamente arrotondato al valore di 50 kN/m² (50 kPa)

3.3 ALTRI CARICHI AGENTI

Una delle sezioni tipo è stata verificata considerando come carico agente la combinazione di due diversi elementi:

- Spinta sul muro dovuta alla scogliera in blocchi di roccia (70x150 cm) con peso proprio pari a 20 kN/m³
- Azione della folla agente sul piede di fondazione a valle, anche in questo caso si è preso a riferimento le indicazioni delle NTC 2018 per la progettazione di ponti che nella Figura 5.1.2 indica un valore 5 kN/m²



2 Fig. 5.1.2 NTC 2018

3.4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA DEL TERRENO

La valutazione delle azioni esercitate dal terreno a monte dell'opera sul manufatto stesso si è basata sulla relazione geologica che ci ha fornito le caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno.

In mancanza di una valutazione esatta dell'altezza della falda questa è stata considerata, di volta in volta, nella posizione più gravosa ai fini delle verifiche svolte.

Dal punto di vista sismico il terreno è stato classificato di categoria **C** secondo quanto indicato nella tabella Tab. 3.2.II delle NTC 2018, sulla base delle prove eseguite in situ fornite dalla Regione Toscana.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

3 Tab. 3.2.II NTC 2018

4. VERIFICHE SVOLTE

Le verifiche sono state svolte secondo quanto indicato al par. 6.5 delle NTC 2018 con particolare riferimento alle indicazioni del punto 6.5.3.1.1 relativo ai "muri di sostegno" oltre a quanto indicato al par. 7.11.6 con specifico riferimento al punto 7.1.6.2.

A tale scopo si è utilizzato il software MDC 2021 ed il software Slope 2021 entrambi della software house Geostru.

Nello specifico sono state svolte le seguenti verifiche:

- Verifiche di tipo GEO
 - o Scorrimento del piano di posa;
 - o Collasso per carico limite del complesso fondazione - terreno
 - o Ribaltamento
 - o Stabilità del complesso opera di sostegno - terreno
- Verifiche di tipo STR
 - o Raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali

Le verifiche svolte sono quelle richieste dalla normativa utilizzando la combinazione

A2+M2+R2 per la sola verifica di stabilità globale;

A1+M1+R3 per tutte le altre verifiche

Dove i coefficienti da utilizzare per le azioni, i parametri geotecnici e dei coefficienti parziali sono indicati in tabella

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(b)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Figura 4 Tab. 6.2.I NTC 2018

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_Y	γ_Y	1,0	1,0

Figura 5 Tab. 6.2.II NTC 2018

Tab. 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Figura 6 Tab. 6.5.I Ntc 2018

Tutte le verifiche sono state svolte **trascurando** il contributo del terreno a valle del manufatto.

5. MATERIALI IMPIEGATI

5.1 MATERIALI PER PARETI DI SOSTEGNO IN C.A.

Ai fini del calcolo degli elementi strutturali sono stati considerati i seguenti materiali:

- Magrone di sottofondo di spessore non inferiore a 10 cm con calcestruzzo di classe C12/15
- Calcestruzzo di classe C28/35 con classe di esposizione XC2 per la ciabatta di fondazione con diametro massimo degli inerti <32 mm
- Barre ad aderenza migliorata di acciaio saldabile per cemento armato secondo D.M. 17/01/2018 classe B450C

5.2 ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI

5.2.1 Drenaggio dei muri

I muri di sostegno, dopo la loro realizzazione, necessitano di un terrapieno a monte, la cui quantità dipende dalla forma della scarpata e dalle dimensioni geometriche del muro. Considerato che dietro il muro, l'accumulo di acqua fa aumentare notevolmente il peso specifico del terreno (quindi, la pressione laterale agente sul muro), risulta necessario rivolgere particolare attenzione al materiale impiegato ed alle modalità esecutive del terrapieno posizionato a monte del muro. È opportuno, quindi, realizzare un sistema di drenaggio, capace di ridurre al minimo o, quanto meno, di abbattere il valore della spinta dovuta alla pressione dell'acqua nel terreno, realizzando dei fori di drenaggio, lungo il muro, e mediante riempimento di terreni dotati di elevata permeabilità, come il materiale lapideo con un'opportuna scelta della pezzatura. Il sistema di drenaggio migliore, ma che comporta dei costi maggiori, consiste nel predisporre opportunamente dreni orizzontali o sub-orizzontali, i quali riducono notevolmente la spinta dell'acqua. I dreni verticali posizionati a tergo del muro, più semplici da realizzare, si limitano invece a ridurre sensibilmente il valore della spinta dell'acqua. Affinché essi funzionino correttamente, non devono essere contaminati da altro materiale impermeabile o a bassa permeabilità e devono essere a contatto con l'aria attraverso dei tubi aventi sezione e pendenza sufficienti a favorire lo smaltimento di acqua e sedimenti. Qualunque sia il sistema di drenaggio utilizzato, si deve considerare il problema della collocazione di materiale filtrante, tipo geotessile, sopra i fori dal lato del terrapieno, in maniera da evitare la fuoriuscita del materiale fino, che comporta il ricoprimento degli stessi fori, non permettendo più la fuoriuscita dell'acqua a tergo del muro.

5.3 PIANO DI MANUTENZIONE

Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, secondo il D.P.R. 554/99 e le N.T.C. 2018.

Il manuale d'uso, il manuale di manutenzione ed il programma di manutenzione previsti dal decreto legislativo vengono sviluppati tenendo anche in considerazione i criteri dettati dalle norme *UNI*.

1. Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che 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;

Trattandosi nel caso specifico della progettazione di Opere di Sostegno con struttura in cemento armato, nel seguito si farà riferimento a questa particolare tipologia di opera, fornendo le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione edile.

Manuale d'Uso

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.

Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

Collocazione

L'intervento in esame prevede la costruzione di un'Opera di Sostegno, ubicato nel comune di **Arezzo**
Riguardo alla tipologia dell'opera, si è scelto di realizzare un tipo di muro a: **A mensola**

Descrizione

Le Opere di Sostegno hanno la funzione di contrastare la spinta del terreno, di sostenere un fronte di terreno instabile quando quest'ultimo non si può disporre secondo la pendenza di natural declivio.

La scelta della tipologia di opera adottata è stata effettuata secondo dei requisiti di funzionalità e delle caratteristiche meccaniche del terreno, delle sue condizioni di stabilità, di quella dei materiali di riporto, dell'incidenza sulla sicurezza di dispositivi complementari, quali rinforzi, drenaggi, tiranti ed ancoraggi, e delle fasi costruttive.

E' necessario che sia garantita la sicurezza, dell'opera con adeguati margini di sicurezza, nelle diverse combinazioni di carico delle azioni, anche nel caso di parziale perdita d'efficacia di questi particolari dispositivi.

Nei muri di sostegno, il terreno di riempimento a tergo del muro deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento e deve avere una opportuna granulometria, in modo da consentire drenaggio efficiente.

E' consentito l'utilizzo di geotessili, da interporre tra il terreno in sede e quello di riempimento, con funzione di separazione e filtrazione.

Rappresentazione grafica

Per i dettagli tecnici fare riferimento alle tavole allegate.

Modalità di uso corretto

Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessun motivo. Occorre controllare periodicamente il grado di usura delle parti a vista, al fine di riscontrare eventuali anomalie, come presenza di lesioni, rigonfiamenti, avallamenti, fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. In caso di accertata anomalia occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

Manuale di Manutenzione

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. **Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:**

Risorse necessarie per l'intervento manutentivo

Per eseguire le manutenzioni, contemplate nel presente piano di manutenzione dell'opera, occorre affidarsi ad idonea impresa edile.

Livello minimo delle prestazioni

Le strutture in c.a. devono garantire la durabilità nel tempo in funzione della classe di esposizione prevista in fase di progetto, in modo da garantire la giusta resistenza alle diverse sollecitazioni di esercizio previste in fase di progettazione. Esse devono garantire stabilità, resistenza e durabilità nel tempo. Gli elementi

strutturali non dovranno presentare fessurazioni o altre alterazioni superficiali. Per i livelli minimi prestazionali si

rimanda alle norme vigenti in materia al momento della progettazione.

Anomalie riscontrabili:

Cedimenti: cedimenti dovute a cause diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Lesioni: si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza ed il tipo.

Fessurazioni: presenza di rotture singole, ramificate, ortogonali o parallele all'armatura, che possono interessare l'intero spessore dell'elemento strutturale (parete di elevazione, mensola di fondazione, pali, tiranti, etc.), e comportare lo spostamento reciproco delle parti.

Umidità: presenza di umidità dovuta spesso a risalita capillare con comparsa di macchie dovute ad assorbimento di acqua.

Erosione superficiale: asportazione di materiale dalla superficie, dovuta a processi di natura diversa. Quando siano note le cause del degrado, possono essere utilizzati anche termini come: erosione per abrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

Esposizione dei ferri di armatura: distacchi di parte di calcestruzzo superficiale (copriferro) ed esposizione dei relativi ferri di armatura a fenomeni di corrosione, per l'azione degli agenti atmosferici.

Patina biologica: strato sottile, morbido ed omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a vista dello stato di conservazione del manufatto, trattandosi di lavori da affidare a impresa edile. In particolare, potrà essere individuata l'eventuale presenza di processi di corrosione con progressiva riduzione del copriferro, o la comparsa di lesioni e fessurazioni.

Manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà consultare tecnici qualificati, per effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture. Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a seconda del tipo di dissesto riscontrato.

Programma di Manutenzione

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporali o programmate al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.

Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:

Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di

seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

Stabilità

Le opere di sostegno dei terreni, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili devono assicurare stabilità e resistenza. Deve essere assicurata la stabilità rispetto a tutti i meccanismi di stato limite, quali, scorrimento sul piano di posa, ribaltamento, rottura per carico limite dell'insieme fondazione-terreno, stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

Le strutture di fondazione devono essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti, dovuti all'azione di sollecitazioni, quali ad esempio carichi e forze sismiche. I cedimenti al di sotto della fondazione dell'opera devono essere controllati, considerando un adeguato spessore di terreno.

In presenza di costruzioni preesistenti, interagenti con l'opera di sostegno, il comportamento di quest'ultima deve garantirne i previsti livelli di funzionalità e stabilità. In particolare, si devono valutare gli spostamenti del terreno a tergo dell'opera e verificare la loro compatibilità con le condizioni di sicurezza e funzionalità delle costruzioni preesistenti.

Sottoprogramma dei Controlli

Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera. Per i controlli di seguito riportati è previsto, esclusivamente, un tipo di controllo a vista.

Controllo della integrità delle opere in c.a.

Il controllo dell'integrità delle opere in c.a., va eseguito individuando la presenza di eventuali anomalie come: fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Frequenza del controllo: annuale.

Verifica dello stato del calcestruzzo

La verifica dello stato del calcestruzzo, va effettuato controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione. Frequenza del controllo: annuale.

Controllo delle parti in vista dell'opera

Le parti in vista dell'opera, vanno controllate al fine di ricercare eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.). Frequenza del controllo: annuale.

Controlli strutturali dettagliati

Controlli strutturali approfonditi vanno effettuati in occasione di manifestazioni e calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.) o manifestarsi di smottamenti circostanti. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione

Il sotto programma degli interventi di manutenzione, riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene. Nel caso delle Opere di Sostegno si prevedono i seguenti interventi:

Interventi sull'opera

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. La diagnosi deve essere resa dal tecnico abilitato che riporterà, in elaborati esecutivi, gli interventi necessari. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Consolidamento dell'opera

Consolidamento dell'opera, in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti di destinazione o dei sovraccarichi. Anche tale intervento va progettato da tecnico abilitato ed eseguito da impresa idonea. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso ed 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.