



Acea Elabori SpA

LG 008A – (Allegato 1) - Ed. 2 - Rev. 0

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008
"Standard e requisiti minimi per la progettazione
strutturale e geotecnica"

Validità: 16 settembre 2019

REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONI	
Responsabile Competenza Geotecnica	Centro di Strutture e Angelo Marchetti	Responsabile Gestione Qualità	Sistema Laura CAPUANI	Rappresentante della Direzione del Integrato Ambiente e Sicurezza	Paolo MORICONI

INDICE

1	MODALITÀ DI DISTRIBUZIONE	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
2	SCOPO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
3	CAMPO DI APPLICAZIONE	4
4	ANALISI DEI CARICHI	4
	4.1 TIPOLOGIA E DEFINIZIONE DEI CARICHI.....	4
	4.1.1 TIPO G ₁ : CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI:	4
	4.1.2 TIPO G ₂ : CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	4
	4.1.3 TIPO Q: CARICHI VARIABILI	5
	4.1.4 TIPO E: AZIONI SISMICHE.....	5
	4.2 MODALITÀ DI CALCOLO DELLE AZIONI.....	5
	4.2.1 TIPO G ₁	5
	4.2.2 TIPO G ₂	7
	4.2.3 TIPO Q.....	8
	4.2.4 TIPO E	9
5	COMBINAZIONI DI CARICO	11
6	PARAMETRI DI PROGETTO.....	13
	6.1 DETERMINAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO	13
	6.2 SPECIFICHE SUI MATERIALI.....	13
	6.2.1 MATERIALI PER IL PROGETTO DI NUOVE STRUTTURE	14
	6.2.1.1 Specifiche tecniche per i principali materiali da costruzione: Riferimenti normativi	14
	6.2.2 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DA CONSIDERARE PER LA VERIFICA DI COSTRUZIONI ESISTENTI	15
	6.2.2.1 Costruzioni esistenti con struttura in Muratura	16
	6.2.2.2 Costruzioni esistenti con struttura in Cemento Armato	19
	6.2.2.2.1 Metodo HOLOS.....	23
	6.2.2.3 Costruzioni esistenti con struttura in Acciaio	28
	6.3 RIEPILOGO APPROCCI DI NORMATIVA PER LA VERIFICA DELLE OPERE GEOTECNICHE ..	30
7	SCHEDA DI PROGETTAZIONE	31
	7.1 VASCHE CONTENENTI LIQUIDI.....	31
	7.2 CAMERA DI MANOVRA	33

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

7.3 ALTRI MANUFATTI	36
7.4 PLATEE PER IMPIANTI	37
7.5 MURI DI SOSTEGNO	39
7.6 OPERE PROVVISORIALI DI STABILIZZAZIONE SCAVI ED AREE DI CANTIERE	41
7.7 PARATIE	42
7.8 MICROTUNNELING.....	45
7.9 PREFABBRICATI.....	45
7.10 COSTRUZIONI ESISTENTI	45

1 PREMESSA

Con riferimento alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica", la presente Nota Tecnica ha lo scopo di dettagliare gli standard di calcolo e verifica per la progettazione strutturale e geotecnica prevista nell'ambito della progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva affidata alla Società.

2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente documento si applica all'attività di progettazione svolta nell'ambito del Centro di Competenza (CdC) "Strutture e Geotecnica" della Soc. ACEA Elabori SpA e deve quindi essere applicata da tutto il personale coinvolto in tale attività, al fine di standardizzare la produzione degli elaborati prodotti.

I criteri descritti in questa istruzione devono essere estesi anche agli eventuali Consulenti Specialistici esterni, qualora la documentazione da loro prodotta diventi parte integrante dei documenti progettuali, senza ulteriori elaborazioni da parte dei tecnici del citato CdC.

3 ANALISI DEI CARICHI

3.1 Tipologia e definizione dei carichi

3.1.1 TIPO G₁: CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI:

- Peso proprio degli elementi strutturali;
- Peso proprio del terreno, quando pertinente alla struttura;
- Spinte indotte dal terreno (esclusi gli effetti dovuti ai carichi accidentali);
- Spinte indotte dai fanghi nelle vasche (per modeste oscillazioni del pelo libero);
- Spinte indotte dall'acqua di falda (per modeste oscillazioni del pelo libero).

3.1.2 TIPO G₂: CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Peso proprio degli elementi non strutturali;
- Peso proprio delle apparecchiature;

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Spinte indotte dai fanghi nelle vasche (per non modeste oscillazioni del pelo libero, si considera solo il delta di innalzamento e/o abbassamento);
- Spinte indotte dall'acqua di falda (per non modeste oscillazioni del pelo libero, si considera solo il delta di innalzamento e/o abbassamento);
- Spinte indotte dal terreno per effetto dei carichi permanenti non strutturali.

3.1.3 TIPO Q: CARICHI VARIABILI

- Sovraccarichi;
- Carichi accidentali stradali;
- Vento/neve/temperatura;
- Spinte indotte dal terreno per effetto dei sovraccarichi.

3.1.4 TIPO E: AZIONI SISMICHE

- Azioni sismiche derivanti dall'inerzia degli elementi strutturali e non strutturali;
- Incremento dinamico di spinta del terreno derivante dall'azione sismica;
- Spinta idrodinamica dei fanghi nelle vasche;
- Spinta idrodinamica dell'acqua di falda (per terreni ad alta permeabilità);
- Azione sismica delle apparecchiature.

3.2 Modalità di calcolo delle azioni

3.2.1 TIPO G₁

- *Peso proprio struttura:*

Il peso proprio dell'elemento strutturale è calcolato come prodotto fra il volume dell'elemento stesso per il peso specifico del materiale di cui è costituito:

$$p_{pr} = \gamma_m \cdot s \cdot A$$

con:

γ_m , peso specifico del materiale costituente l'elemento strutturale;

A, area trasversale dell'elemento strutturale;

s, spessore dell'elemento.

- *Spinta statica del terreno:*

La spinta del terreno è definita dall'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete, in presenza di falda (Q_f , quota della falda):

- per profondità $z < Q_f$:

$$\sigma_h(z) = K_o \cdot \gamma_{nat} \cdot z$$

- per profondità $z > Q_f$:

$$\sigma_h(z) = K_o (\gamma_{nat} \cdot Q_f + \gamma' \cdot (z - Q_f)) + \gamma_w \cdot (z - Q_f)$$

con:

- z , profondità dal p.c.;
- γ_{nat} , peso dell'unità di volume del terreno;
- $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$;
- γ_{sat} , peso saturo dell'unità di volume del terreno;
- γ_w , peso specifico dell'acqua;
- $K_o = (1 - \sin(\phi_d)) \cdot OCR^n$
 - OCR , grado di sovraconsolidazione, pari a 1;
 - $n = 0.54 \cdot 10^{\frac{-I_p}{281}}$, con I_p indice di plasticità per terreni a grana fina;
 - ϕ_d angolo di resistenza a taglio che caratterizza il terreno, in dipendenza dei coefficienti parziali $\gamma_{\phi M1} = 1$ e $\gamma_{\phi M2} = 1.25$ indicati in normativa, determinabile con la seguente espressione:

$$\phi_{dM1} = \arctg\left(\frac{\tan(\phi_k)}{\gamma_{\phi M1}}\right),$$

$$\phi_{dM2} = \arctg\left(\frac{\tan(\phi_k)}{\gamma_{\phi M2}}\right)$$

Con:

- ϕ_k valore caratteristico dell'angolo di resistenza a taglio del terreno;
- $\gamma_{\phi M1}$ coefficiente di riduzione, pari a 1 per la condizione statica M1.
- $\gamma_{\phi M2}$ coefficiente di riduzione, pari a 1.25 per la condizione statica M2.

Nel caso in cui sussistano delle condizioni di spinta attiva e passiva fare riferimento alle opportune formulazioni per il calcolo di K_a e K_p .

- *Spinta statica acqua di invaso nelle vasche:*

Spinta statica dell'acqua d'invaso nella vasca, espressa con l'integrale della seguente distribuzione di pressione sulla parete:

$$p_w(z') = \gamma_w \cdot z'$$

con:

- z' , profondità dal livello massimo d'invaso.

3.2.2 TIPO G₂

- *Peso permanente non strutturale:*

Il carico permanente (P_{per}) è dato dal peso degli elementi non strutturali, che può essere modellato come una forza concentrata o un carico distribuito.

- *Forze indotte dal terreno per effetto dei sovraccarichi G₂ e Q:*

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

L'incremento di spinta, indotto dal sovraccarico stradale uniformemente distribuito, è dato dall'integrale dalla seguente distribuzione di pressione:

$$\Delta\sigma_{hM1} = K_{0M1} \cdot g_2$$

$$\Delta\sigma_{hM2} = K_{0M2} \cdot g_2$$

Nel caso in cui sussistano delle condizioni di spinta attiva e passiva fare riferimento alle opportune formulazioni per il calcolo di K_a e K_p .

3.2.3 TIPO Q

Per i sovraccarichi fare riferimento alla Tab. 3.1.II delle NTC 2018.

Per i carichi accidentali stradali fare riferimento al par. 5.1.3.3 delle NTC 2018..

Per vento/neve/temperatura fare riferimento ai cap. 3.3/3.4/3.5 delle NTC 2018 e s.m.i..

- *Forze indotte dal terreno per effetto dei sovraccarichi Q:*

L'incremento di spinta, indotto dal sovraccarico stradale uniformemente distribuito, è dato dall'integrale dalla seguente distribuzione di pressione:

$$\Delta\sigma_{hM1} = K_{0M1} \cdot q_{str}$$

$$\Delta\sigma_{hM2} = K_{0M2} \cdot q_{str}$$

con q_{str} carico stradale, in genere posto pari a 2 t/m².

Nel caso in cui sussistano delle condizioni di spinta attiva e passiva fare riferimento alle opportune formulazioni per il calcolo di K_a e K_p .

3.2.4 TIPO E

- *Azioni sismiche inerziali della struttura:*

Azioni sismiche derivanti dall'inerzia degli elementi strutturali e non strutturali: far riferimenti alle indicazioni riportate nel D.M. 17 gennaio 2018.

- *Azione sismica delle apparecchiature, dei serbatoi e degli elementi strutturali secondari:*

Effettuare la valutazione facendo riferimento alle formule per l'azione statica lineare par. 7.3.3.2 delle NTC 2018 o al calcolo dell'azione impulsiva e convettiva di serbatoi contenenti liquidi ed al paragrafo 7.2.3. e C7.2.3 per gli elementi strutturali secondari

- *Incremento dinamico della spinta del terreno per azioni sismiche:*

Incremento dinamico di spinta del terreno; nel caso struttura rigida, con parete verticale e terrapieno orizzontale, tale azione si ottiene integrando la seguente distribuzione uniforme di pressione:

$$p_E = k_h \cdot \gamma^* \cdot H$$

con:

- k_h , coefficiente di spinta sismica orizzontale secondo il D.M. 17/01/2018
- H_i , altezza della parete interrata;
- γ_i^* , peso dell'unità di volume del terreno.

Nel caso in cui sussistano delle condizioni di spinta attiva e passiva fare riferimento alle opportune formulazioni di Mononobe Okabe per il calcolo dei coefficienti di spinta.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- *Spinta idrodinamica dell'acqua di falda:*

L'incremento dinamico di spinta dell'acqua di falda è determinabile integrando la seguente distribuzione di pressione:

$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'}$$

con:

- k_h è il coefficiente di spinta sismica orizzontale secondo le NTC2018
 - H_w altezza dell'acqua;
 - γ_w , peso specifico dell'acqua.
 - Z' profondità della falda.
- *Spinta idrodinamica dell'acqua/fango di invaso:*

L'incremento dinamico di spinta dell'acqua d'invaso presente all'interno della vasca, dovrà essere valutato sulla base delle formulazioni presenti nell'Eurocodice 8, in riferimento alla teoria dello **sloshing** o ad altri testi di comprovata validità.

4 Combinazioni di carico

Combinazioni di carico allo S.L.U.

Di seguito è riportata una tabella con l'elenco, non esaustivo, delle combinazioni di carico, con i relativi coefficienti parziali previsti dal D.M. 17/01/2018, da utilizzare per le analisi agli stati limite ultimi.

Combinazioni S.L.U.																		
	A1-M1					A2-M2					Sisma							
Tipo di carico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PESO PROPRIO	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOVR. PERM.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
SOVR. PERM. APPAREC.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1
TERRENO A1-M1	1,3	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TERRENO A2-M2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
INVASO VASCA 1	1,3	1,3	0	0	1,3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
INVASO VASCA 2	1,3	0	1,3	0	1,3	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOVR. ACCID.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SOVR. ACCID. A1-M1	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOVR. ACCID. A2-M2	0	0	0	0	0	1,3	1,3	1,3	1,3	0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SPINTA IDROD. X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	-1	0,3	0,3	-0,3	-0,3
SPINTA IDROD. Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	-1	1	-1
SISMA TERR. X+ SX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0,3	0	0
SISMA TERR. X- DX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0,3	0,3
SISMA TERR. Y+ SX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	0	1	0	1	0
SISMA TERR. Y- DX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	0	1	0	1
SISMA APPAREC. X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	-1	0,3	0,3	-0,3	-0,3
SISMA APPAREC. X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	-1	1	-1
SISMA STR. X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	-1	0,3	0,3	-0,3	-0,3

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

SISMA STR. Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	-1	1	-1
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	------	-----	------	---	----	---	----

Vasche piene - con terreno	Vasca1 piena - con terreno	Vasca2 piena - con terreno	vasca vuota - con terreno	vasca piena - senza terreno	Vasche piene - con terreno	Vasca1 piena - con terreno	Vasca2 piena - con terreno	vasca vuota - con terreno	vasca piena - senza terreno
----------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------	-----------------------------

Combinazioni di carico allo S.L.E.

Di seguito è riportata una tabella con l'elenco, non esaustivo, delle combinazioni di carico, con i relativi coefficienti parziali previsti dal D.M. 17/01/2018, da utilizzare per le analisi agli stati limite di esercizio

Tipo di carico	Combinazioni S.L.E.												
	Rare					Frequenti					Quasi Permanenti		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PESO PROPRIO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOVR. PERM.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TERRENO A1-M1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
TERRENO A2-M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVASO VASCA 1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
INVASO VASCA 2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1
SOVR. ACCID.	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
SOVR. ACCID. A1-M1	1	1	1	1	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0,8	0,8	0,8
SOVR. ACCID. A2-M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPINTA IDROD. X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPINTA IDROD. Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISMA TERR. X SX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISMA TERR. X DX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISMA TERR. Y SX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

SISMA TERR. Y DX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISMA STR. X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISMA STR. Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Vasche piene - con terreno
Vasca1 piena - con terreno
Vasca2 piena - con terreno
vasca vuota - con terreno
vasca piena - senza terreno
Vasche piene - con terreno
Vasca1 piena - con terreno
Vasca2 piena - con terreno
vasca vuota - con terreno
vasca piena - senza terreno
Vasche piene - con terreno
Vasca1 piena - con terreno
Vasca2 piena - con terreno

5 PARAMETRI DI PROGETTO

5.1 Determinazione della costante di sottofondo

La costante di Winkler deve essere univocamente determinata, sulla base di opportuna formulazione che correli stratigrafia del terreno e geometria dell'opera geotecnica (non è sufficiente inserire riferimenti da letteratura che dipendono soltanto dalla natura del terreno)

5.2 Specifiche sui materiali

I materiali ed i prodotti per uso strutturale delle opere soggette al rispetto delle NTC2018 devono corrispondere alle specifiche di progetto che provvedono alla loro identificazione e qualificazione con riferimento alle prescrizioni contenute nel Cap.11 delle NTC2018.

I materiali ed i prodotti di cui é prevista in progetto l'utilizzazione, devono essere altresì sottoposti alle procedure ed alle prove sperimentali di accettazione, prescritte nelle NTC. Esse devono essere dettagliatamente richiamate nella relazione sui materiali.

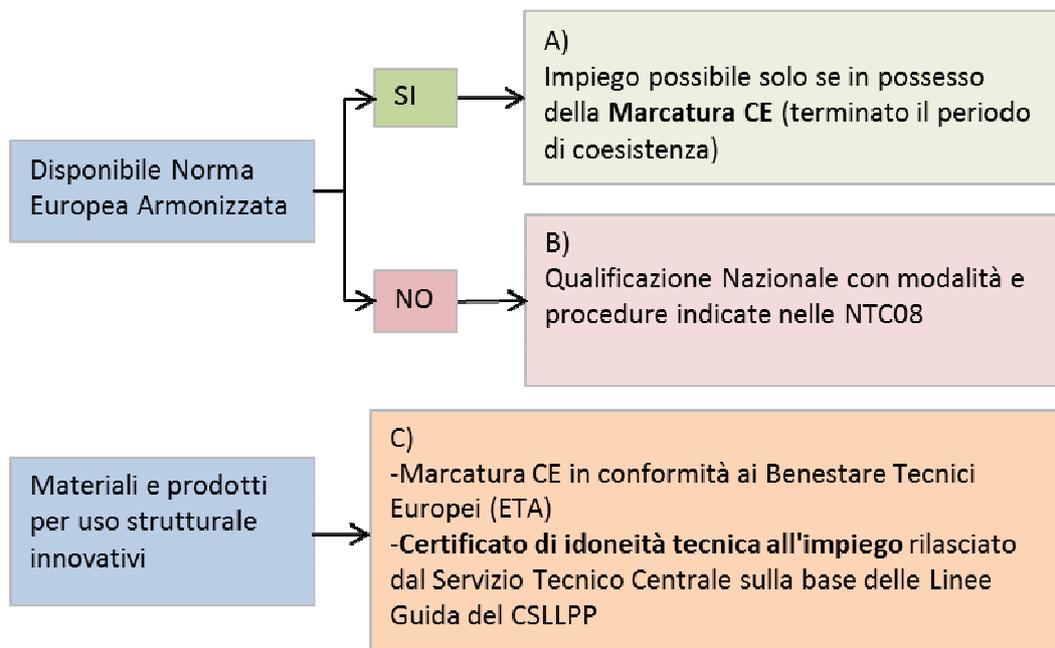
Attraverso una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione, sin dal progetto ne va garantita la durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture, essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera, indicandone gli accorgimenti adottati.

5.2.1 MATERIALI PER IL PROGETTO DI NUOVE STRUTTURE

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere, secondo quanto indicato nel Cap. 11 delle NTC2018:

- **identificati** univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- **qualificati** sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- **accettati** dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione possono configurarsi i seguenti casi A), B) e C):



5.2.1.1 Specifiche tecniche per i principali materiali da costruzione: Riferimenti normativi

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

CALCESTRUZZO	Composizione, processi di maturazione	UNI EN 13670:2010
	Procedure di posa in opera	UNI EN 1992-1-1:2005
	Aggregati per il calcestruzzo	UNI EN 12620 UNI EN 13055-1
	Classe di esposizione ambientale	UNI EN 206:2014 UNI 11104:2004
	Leganti	UNI EN 197-1 Legge 26/05/1965 n. 595
	Additivi	UNI EN 934-2
	Aggiunte: <ul style="list-style-type: none"> • ceneri volanti • Fumi di Silice 	UNI EN 450-1 UNI EN 13263-1
Acqua d'impasto	UNI EN 1008:2003	
ACCIAIO PER CALCESTRUZZO	Proprietà meccaniche	UNI EN ISO 15630-1:2010
ACCIAIO DA CARPENTERIA	Conformità acciai: <ul style="list-style-type: none"> • Acciai laminati • Tubi senza saldature • Tubi saldati • Palancole metalliche • Nastri zincati di spessore $\leq 4\text{mm}$ • Acciai inossidabili 	UNI EN 10025-1 UNI EN 10210-1 UNI EN 10219-1 UNI EN 10248-1:1997 UNI EN 10346:2009 UNI EN 10088-4 UNI EN 10088-5

5.2.2 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DA CONSIDERARE PER LA VERIFICA DI COSTRUZIONI ESISTENTI

Si definisce costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento, la struttura completamente realizzata. Per la definizione delle proprietà dei materiali occorre preliminarmente definire il **Livello di Conoscenza** acquisito per la struttura in esame mediante l'indagine dei seguenti parametri in situ:

- Geometria

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Dettagli Costruttivi
- Proprietà dei materiali

Per ciascun parametro le NTC2018 definiscono diversi livelli di approfondimento (limitato, esteso esaustivo).

In relazione al livello di approfondimento raggiunto per ciascuno dei suddetti parametri viene definito per la struttura in esame un **Livello di Conoscenza** .

I livelli di Conoscenza previsti dalla Norma sono tre. A ciascun Livello di conoscenza corrisponde un **Fattore di confidenza**, un coefficiente riduttivo da applicare alle proprietà dei materiali.

Livello di conoscenza [LC]	Fattore di confidenza [FC]
LC1	1,35
LC2	1,20
LC3	1,00

Di seguito la definizione dei parametri necessari per la definizione del Livello di Conoscenza per Costruzioni Esistenti rispettivamente con struttura in:

- Muratura
- Cemento Armato
- Acciaio

5.2.2.1 Costruzioni esistenti con struttura in Muratura

Nella tabella seguente si riportano in dettaglio le ispezioni da svolgere in-situ per i tre parametri (Geometria, Dettagli Costruttivi e Proprietà dei Materiali) per i diversi livelli di approfondimento indicati nelle NTC2018 e relative Istruzioni.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Geometria	<p>Il rilievo in-situ deve riguardare nello specifico i seguenti elementi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - piano per piano di tutti gli elementi in muratura - delle volte (spessore e profilo) - dei solai e della copertura (tipologia ed orditura) - Scale - Tipologia di fondazione - Eventuale quadro fessurativo 	
Dettagli costruttivi	<p>a) qualità del collegamento tra pareti verticali;</p> <p>b) qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ed eventuale presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento;</p> <p>c) esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture;</p> <p>d) presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti;</p> <p>e) presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità;</p> <p>f) tipologia della muratura (a un paramento, a due o più paramenti, con o senza riempimento a sacco, con o senza collegamenti trasversali, etc.), e sue caratteristiche costruttive (eseguita in mattoni o in pietra, regolare, irregolare, etc.).</p>	
	Verifiche in situ LIMITATE	<p>Rilievi visivi</p> <p>Rimozione intonaco</p> <p>Saggi nella muratura</p> <p>Verifica ammorsamenti</p>
	Verifiche in situ ESTESE ED ESAUSTIVE	<p>Rilievi visivi estesi in modo sistematico all'intero edificio</p> <p>Rimozione intonaco</p> <p>Saggi nella muratura</p> <p>Verifica ammorsamenti</p>
Proprietà dei Materiali	<p>Valutazione della qualità muraria in relazione ad aspetti della "Regola dell'Arte"</p> <p>Presenza di elementi di collegamento trasversali</p> <p>Tessitura e orizzontalità della giacitura</p> <p>Qualità e consistenza della malta</p> <p>Caratterizzazione con Prove Sperimentali di malte e pietre e/o mattoni</p>	

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

	Indagini in situ LIMITATE	<ul style="list-style-type: none"> - Esami visivi della superficie muraria (rimozione intonaco 1m x 1m preferibilmente negli angoli) - Valutazione di massima della compattezza della malta - Valutazione di massima comportamento monolitico verificando con saggi localizzati nello spessore murario la connessione interna
	Indagini in situ ESTESE	<ul style="list-style-type: none"> - Esami visivi della superficie muraria (rimozione intonaco 1m x 1m preferibilmente negli angoli) per ogni tipo di muratura presente - Valutazione del comportamento monolitico verificando con saggi localizzati nello spessore murario la connessione interna per ogni tipo di muratura presente - Prove con Martinetto Piatto Doppio - Prove di caratterizzazione della malta - Prove non distruttive possono essere usate a completamento delle distruttive (soniche-sclerometriche-penetrometriche nella malta) <p>Qualora esista comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, possono essere utilizzate prove eseguite su altre costruzioni presenti nella stessa zona</p>
	Indagini in situ ESAUSTIVE	Indagini visive, saggi interni e prove come nei punti precedenti che per numero e qualità siano in grado di consentire di valutare le caratteristiche meccaniche della muratura.

A seconda dei livelli di approfondimento raggiunti per i diversi parametri si definisce il **Livello di Conoscenza** della struttura ed il relativo **Fattore di Confidenza** secondo quanto riportato nella seguente tabella.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

5.2.2.2 Costruzioni esistenti con struttura in Cemento Armato

Nella tabella seguente si riportano in dettaglio le ispezioni da svolgere in-situ per i tre parametri (Geometria, Dettagli Costruttivi e Proprietà dei Materiali) ed i diversi livelli di approfondimento indicati nella Norma.

Geometria	<p>Caratteristiche geometriche degli elementi strutturali attraverso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disegni originali di carpenteria - Rilievo completo <p>Occorre conoscere:</p> <p>g) identificazione del sistema resistente alle forze orizzontali in entrambe le direzioni;</p> <p>h) tessitura dei solai;</p> <p>i) dimensioni geometriche di travi, pilastri e pareti;</p> <p>j) larghezza delle ali di travi a T;</p> <p>k) possibili eccentricità fra travi e pilastri ai nodi.</p> <p>Per l'identificazione dei dettagli costruttivi, i dati raccolti devono includere i seguenti:</p> <p>l) quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri e pareti;</p> <p>m) quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave-pilastro;</p> <p>n) quantità di armatura longitudinale nei solai che contribuisce al momento negativo di travi a T;</p> <p>o) lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;</p> <p>p) spessore del copriferro;</p> <p>q) lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre.</p> <ul style="list-style-type: none"> - informazione sulla natura e l'entità di eventuali danni subiti in precedenza e sulle riparazioni effettuate. 	
Dettagli costruttivi	<p>Quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, per il c.a., i collegamenti per l'acciaio, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti</p> <ul style="list-style-type: none"> - Progetto simulato - Disegni originali - Verifiche in situ <p>Le verifiche vanno estese ad un'opportuna percentuale di elementi strutturali primari come indicato in tab. C8.5.V</p>	
	Verifiche in situ LIMITATE	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.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

	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
Proprietà dei Materiali	<p>Proprietà meccaniche dei materiali ottenute attraverso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metodi di indagine distruttivi Clis: estrazione campioni da sottoporre a prove a compressione fino a rottura Acciaio: estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione - Metodi di prova non distruttivi ad integrazione di quelli distruttivi <p>Per l'identificazione dei materiali, i dati raccolti includono i seguenti:</p> <p>r) resistenza del calcestruzzo;</p> <p>s) resistenza a snervamento, di rottura e deformazione ultima dell'acciaio.</p>	
	Prove in-situ LIMITATE	<p>Proprietà dei materiali ottenute da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - normative vigenti all'epoca di costruzione - caratteristiche nominali sui disegni costruttivi - certificati originali di prova
	Prove in-situ ESTESE	<p>In assenza di disegni costruttivi o di certificati originali di prova</p> <p>Qualora i risultati delle prove in-situ limitate risultino inferiori a quanto riportato nei documenti originali</p>
	Prove in-situ ESAUSTIVE	<p>Come per le prove in situ ESTESE ma per un Livello di conoscenza accurata</p>

Per la quantificazione delle prove da realizzare in situ si fa riferimento alla seguente tabella di Normativa:

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Tabella C8.5.V – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

NOTE ESPLICATIVE ALLA TABELLA C8.5.V E C8.5.VI

Le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e 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 tiene 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 tener 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 riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI 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 tener 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.

A seconda dei livelli di approfondimento raggiunti per i diversi parametri si definisce il **Livello di Conoscenza** della struttura ed il relativo **Fattore di Confidenza** secondo quanto riportato nella seguente tabella.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

5.2.2.2.1 Metodo HOLOS

Come noto la resistenza di un calcestruzzo in opera è differente da quella derivante da controlli di accettazione derivanti da prove su cubetti standard (resistenza potenziale del calcestruzzo); infatti in questi casi si dovrà tenere debito conto dei possibili effetti dovuti alla posa in opera ed alla maturazione del calcestruzzo, sui risultati dei prelievi; per tale ragione la verifica o il prelievo in opera del calcestruzzo indurito non può essere sostitutivo dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati durante i getti, preparati, maturati e sottoposti a prova in conformità alla UNI EN 12390-parti 1, 2, 3 e 4.

In base a quanto riportato nelle attuali "Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale di settembre 2017, occorre prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse). Qualora ciò non potesse essere evitato ci si deve aspettare che si verifichi una riduzione nella resistenza;

- le carote che presentano difetti devono essere valutate con cautela e separatamente. Le imperfezioni possono essere dovute, ad esempio, alla presenza di microfessurazioni, vuoti e disomogeneità, generate da segregazione nella posa in opera;
- il rapporto altezza/diametro (snellezza) dei provini deve essere possibilmente pari ad 1 o 2; si deve generalmente evitare, salvo casi particolari, che i provini abbiano snellezza inferiore a 1 o superiore a 2. Possono essere considerate carote con rapporto nominale 2 quelle con rapporto h/d compreso nel range $1,95 \div 2,05$ mentre possono essere considerate carote con rapporto nominale 1 quelle con rapporto h/d compreso nel range $0,95 \div 1,05$;
- è consigliabile effettuare i controlli su carote di snellezza pari a 1 quando si vuole operare in termini di resistenza cubica e quindi effettuare il confronto con R_c , mentre si suggerisce una snellezza pari a 2 quando si vuole operare in termini di resistenza cilindrica e quindi effettuare il confronto con f_c ;
- i campioni estratti devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria (condizioni ottimali sono la vasca o la camera di maturazione). Prima della rottura i campioni devono essere tenuti per almeno 24 ore all'aria;
- nel programmare l'estrazione dei campioni, si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Il valore della resistenza ricavata dalle prove di compressione sui campioni ottenuti per carotaggio, da confrontare con il valore della resistenza di progetto, deve essere elaborato con molta prudenza, in ragione della notevole influenza che diversi fattori hanno sulle caratteristiche delle carote, quali la messa in opera del calcestruzzo indagato, le condizioni di maturazione e le modalità di prelievo delle stesse carote.

La stima, e quindi il giudizio, della qualità del calcestruzzo in opera, formulata sulla scorta della resistenza determinata su carote prelevate, deve fare ricorso a correttivi per compensare il maggiore o minore effetto di confinamento, in funzione della snellezza del campione, applicato dalle piastre alle estremità del campione nella prova di compressione, ma soprattutto dell'effetto del disturbo causato dalle operazioni di prelievo: detensionamento del campione, annullamento del confinamento degli aggregati, deterioramento del legame all'interfaccia legante-aggregato dovuto alle azioni meccaniche di prelievo.

Le Norme esistenti non forniscono però i coefficienti correttivi da applicare per tener conto dell'insieme di tutti gli altri fattori, disturbo a parte, che possono influire sulla resistenza a compressione determinata su carote, i quali, sintetizzando, sono:

- diametro della carota;
- snellezza del campione ossia rapporto h/d ;
- direzione di prelievo rispetto al getto;
- presenza o meno di ferri d'armatura;
- condizioni di umidità del campione;

Un metodo piuttosto completo risulta essere quello proposto dal Prof. Coppola (metodo HOLOS), di cui si riportano i diversi coefficienti correttivi. La scelta di altri eventuali metodi di elaborazione è ovviamente lasciata ai Tecnici incaricati dal Committente per le verifiche della struttura in oggetto.

Geometria delle carote: diametro e snellezza (F_{dia} e $F_{h/d}$)

La resistenza delle carote tende a diminuire all'aumentare del diametro e della snellezza, ossia per carote di altezza maggiore del diametro, in funzione del valore della resistenza misurata su carote. I valori dei due coefficienti sono riportati nelle seguenti tabelle:

DIAMETRO CAROTA d (mm)	50	100	150
F_{dia}	1.06	1.00	0.98

h/d	0.5	0.75	1.0	1.25	1.50	1.75	2.00
$R_{c-carota}$							
15 ÷ 20	0.66	0.83	1.00	1.10	1.20	1.27	1.32
21 ÷ 35	0.70	0.84	1.00	1.06	1.16	1.18	1.22
36 ÷ 50	0.75	0.89	1.00	1.04	1.08	1.10	1.12

Conservazione delle carote dal prelievo all'esecuzione della prova (F_{mc})

In linea generale è possibile affermare che le carote lasciate all'aria ($\approx 48h$) hanno una resistenza superiore rispetto a quelle sottoposte a prova così come ricevute. Invece, le carote conservate in acqua hanno una resistenza inferiore. Quindi, per tener conto di questo effetto si definisce un coefficiente correttivo, funzione dell'umidità del calcestruzzo al momento dell'esecuzione della prova.

TIPO DI CONSERVAZIONE	F_{mc}
come ricevute	1.00
in acqua	1.09
essiccate all'aria	0.96

Conservazione delle carote dal prelievo all'esecuzione della prova (F_{Tor})

Durante l'esecuzione del carotaggio occorre ridurre al minimo gli effetti torsionali che l'utensile provoca sulla struttura in calcestruzzo. Tuttavia, pur fissando saldamente l'utensile, l'operazione di carotaggio non è "indolore" per il calcestruzzo in quanto può determinare la comparsa di microlesioni interne tanto più accentuate quanto più scadente è la qualità del calcestruzzo in opera. Pertanto, di questo effetto (definito di "tormento") se ne deve tener

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

conto attraverso un coefficiente correttivo che varia in funzione della qualità del calcestruzzo in esame.

$R_{c-carota}$	10 ÷ 15	16 ÷ 20	21 ÷ 25	26 ÷ 30	31 ÷ 35	36 ÷ 40	> 40
F_{for}	1.15	1.12	1.10	1.07	1.05	1.02	1.00

Effetto dovuto alla direzione del carotaggio rispetto a quella di getto (F_{Dir})

La resistenza a compressione misurata sulle carote deve essere opportunamente modificata mediante un coefficiente di correzione che tenga conto sia della direzione di estrazione che della posizione nella struttura del prelievo.

POSIZIONE DEL CAROTAGGIO	F_{Dir}	
	DIREZIONE DI PRELIEVO	
	PARALLELA	PERPENDICOLARE
0 ÷ $\frac{1}{3}h$	1.00	1.05
$\frac{1}{3}h$ ÷ $\frac{2}{3}h$		1.075
$\frac{2}{3}h$ ÷ h		1.10

Presenza di ferri d'armatura (F_{Fe})

Nel caso di assenza di ferri d'armatura occorre considerare un coefficiente F_{Fe} pari a 1.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Effetto dell'età della carota e della temperatura di maturazione in cantiere (F_T)

Nel caso di estrazione di campioni dopo il 28° giorno di maturazione di questo effetto non si tiene conto.

5.2.2.3 Costruzioni esistenti con struttura in Acciaio

Geometria	<p>Conoscenza raggiunta attraverso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disegni originali di carpenteria - Rilievo completo <p>Occorre conoscere:</p> <p>t) identificazione del sistema resistente laterale in entrambe le direzioni;</p> <p>u) identificazione dei diaframmi orizzontali;</p> <p>v) forma originale dei profili e dimensioni fisiche;</p> <p>w) area sezionale esistente, moduli di sezione, momenti d'inerzia, e proprietà torsionali nelle sezioni critiche.</p>	
Dettagli costruttivi	<ul style="list-style-type: none"> - Progetto simulato - Disegni originali - Verifiche in situ <p>Le verifiche vanno estese ad un'opportuna percentuale di elementi strutturali primari come indicato in tab. C8A.1.3b</p> <p>Per l'identificazione dei dettagli, i dati raccolti includono posizione e dimensione dei bulloni, dimensioni e spessori delle saldature nelle zone critiche di collegamento.</p>	
	Verifiche in situ LIMITATE	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 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

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Proprietà dei Materiali	Metodi di indagini distruttivi CIs: estrazione campioni da sottoporre a prove a compressione fino a rottura Acciaio: estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione Metodi di prova non distruttivi ad integrazione di quelli distruttivi Per l'identificazione dei materiali, i dati raccolti includono la resistenza del calcestruzzo e la resistenza a snervamento, di rottura e deformazione ultima dell'acciaio.	
	Prove in-situ LIMITATE	Proprietà dei materiali ottenute da: <ul style="list-style-type: none"> - normative vigenti all'epoca di costruzione - caratteristiche nominali sui disegni costruttivi - certificati originali di prova
	Prove in-situ ESTESE	In assenza di disegni costruttivi o di certificati originali di prova Qualora i risultati delle prove in-situ limitate risultino inferiori a quanto riportato nei documenti originali
	Prove in-situ ESAUSTIVE	Come per le prove in situ ESTESE ma per un Livello di conoscenza accurata

Per la quantificazione delle prove da realizzare in situ si fa riferimento alla seguente tabella di Normativa.

Tabella C8.5.VI – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di acciaio

Livello di Indagini e Prove	Rilievo (dei collegamenti) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro...)	
<i>limitato</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 15% degli elementi	1 provino di acciaio per piano dell'edificio, 1 campione di bullone o chiodo per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 35% degli elementi	2 provini di acciaio per piano dell'edificio, 2 campioni di bullone o chiodo per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	Le caratteristiche dei collegamenti sono verificate per almeno il 50% degli elementi	3 provini di acciaio per piano dell'edificio, 3 campioni di bullone o chiodo per piano dell'edificio

NOTE ESPLICATIVE ALLA TABELLA C8.5.VI e C8.5.VI

Le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e 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 tiene 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

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

<p>strutturale.</p> <p>(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 tener 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.</p> <p>(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.</p> <p>(d) Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI 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 tener 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.</p>
--

A seconda dei livelli di approfondimento raggiunti per i diversi parametri si definisce il **Livello di Conoscenza** della struttura ed il relativo **Fattore di Confidenza** secondo quanto riportato nella seguente tabella:

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

5.3 Riepilogo Approcci di Normativa per la verifica delle opere geotecniche

Si riporta uno schema utile per la definizione dell'Approccio da considerare, in virtù delle NTC2018, nel progetto delle opere geotecniche.

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

STABILITÀ DEI PENDII NATURALI	TUTTE LE VERIFICHE		
	Approccio 1-Comb.2		
	(A2+M2+R2)		
	A2=M2=1		
OPERE DI MATERIALI SCIOLTI E FRONTI DI SCAVO	TUTTE LE VERIFICHE		
	Approccio 1-Comb.2		
	(A2+M2+R2)		
FONDAZIONI SUPERFICIALI	STABILITÀ GLOBALE	ALTRE VERIFICHE (Azioni assiali e trasversali)	
	Approccio 1-Comb.2	Approccio 2	
	(A2+M2+R2)	(A1+M1+R3)	
FONDAZIONI SU PALI	STABILITÀ GLOBALE	ALTRE VERIFICHE (Azioni assiali e trasversali)	
	Approccio 1-Comb.2	Approccio 2	
	(A2+M2+R2)	(A1+M1+R3)	
MURI DI SOSTEGNO	STABILITÀ GLOBALE	ALTRE VERIFICHE	
	Approccio 1-Comb.2	Approccio 2	
	(A2+M2+R2)	(A1+M1+R3)	
PARATIE	STABILITÀ GLOBALE	VERIFICHE (STR)	VERIFICHE (GEO)
	Approccio 1-Comb.2	Approccio 1-Comb.1	Approccio 1-Comb.2
	(A2+M2+R2)	(A1+M1+R1)	(A2+M2+R1)
TIRANTI DI ANCORAGGIO	TUTTE LE VERIFICHE		
	Approccio 2		
	(A1+M1+R3)		
OPERE IN SOTTERRANEO	VERIFICHE (STR)	VERIFICHE (GEO)	
	Approccio 1-Comb.1	Approccio 1-Comb.2	
	(A1+M1+R1)	(A2+M2+R2)	
	γ_s dei gruppi R1 e R2 pari all'unità		

6 SCHEDE DI PROGETTAZIONE

Nel presente capitolo si riporta un elenco, non esaustivo, con i parametri di progetto per alcune tipologie di manufatti ricorrenti.

6.1 Vasche contenenti liquidi

Parametri di input delle analisi:

- Vita nominale ≤ 50 anni;
- Classe d'uso: // in genere;
- Zona sismica, con relativi valori sismici (a_g, F_0, T_C *);

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Coefficiente di struttura: $q = 1$;
- Durabilità (norme di riferimento UNI EN 206-1, UNI 11104):
 - Classe di esposizione ambientale: *XA2* (in zone marine, in presenza di terreni aggressivi e/o sostanze aggressive nei fanghi, in zone con clima rigido è necessario utilizzare una diversa classe di esposizione);
 - Classe di resistenza a compressione minima: *C32/40*,
 - Rapporto acqua / cemento max: *0.5*;
 - Lavorabilità: *S4/S5*;
 - Diametro massimo dell'aggregato: *32 mm*,
 - Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: *Cl 0.4*,
 - Copriferro minimo: *40 mm*.

Inquadramento geologico tecnico:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici del terreno di fondazione.

Fasi da considerare:

- Realizzativa;
- Eventuali fasi di manutenzione dell'opera;
- Definitiva.

Tipi di sovraccarico da considerare:

- | | |
|---|----------------------|
| - Intercapedine praticabile | Cat. C $q=2,0$ kN/mq |
| - Copertura praticabile | Cat. I $q=2,0$ kN/mq |
| - Copertura accessibile per sola manutenzione | Cat. H $q=0,5$ kN/mq |

Elementi costruttivi:

- Solaio su predalles

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Le verifiche strutturali da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche STR
Verifiche EQU
- S.L.E. : Nelle condizioni Rare, Frequenti, Quasi permanente.
 - Verifiche tensioni di esercizio;
 - Verifiche di deformazione;
 - Verifiche a fessurazione per le Combinazioni di carico:
 - Frequenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.2$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;
 - Quasi permanenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.0$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;
- S.L.V./S.L.C. :
 - Verifiche di resistenza e duttilità secondo le vigenti normative
 - Verifica a Martellamento
La distanza deve essere non minore di $1/100 H \times (a_g S / 0.5g)$ [§7.2.2. NTC2018] dove H è la quota dei punti che si fronteggiano o l'altezza dell'edificio
- S.L.D./S.L.O. : Verifica degli elementi strutturali primari e secondari, degli elementi non strutturali [§7.3.6 NTC2018]

Le verifiche geotecniche da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche GEO
A2-M2-R2 – Verifica a stabilità globale
Par. 6.2.4.2. NTC2018 - Verifiche UPL e HYD
- S.L.E. : par. 6.4.2.2 NTC2018
- Sismiche: par. 7.11.1 e par. 7.11.5.3.1 NTC2018

6.2 Camera di manovra

Parametri di input delle analisi:

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Vita nominale ≤ 50 anni;
- Classe d'uso: // in genere;
- Zona sismica, con relativi valori sismici (a_g, F_0, T_C *);
- Coefficiente di struttura: $q = 1$;
- Durabilità (norme di riferimento UNI EN 206-1, UNI 11104):
 - Classe di esposizione ambientale: **XC2** (in zone marine, in presenza di terreni aggressivi e/o sostanze aggressive nei fanghi, in zone con clima rigido è necessario utilizzare una diversa classe di esposizione);
 - Classe di resistenza a compressione minima: **C25/30**;
 - Rapporto acqua / cemento max: **0.5**;
 - Lavorabilità: **S4/S5**;
 - Diametro massimo dell'aggregato: **32 mm**;
 - Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: **Cl 0.4**;
 - Copriferro minimo: **40 mm**.

Inquadramento geologico tecnico:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici del terreno di fondazione.

Fasi da considerare:

- Realizzativa;
- Eventuali fasi di manutenzione dell'opera;
- Definitiva.

Tipi di sovraccarico da considerare:

- | | |
|---|-----------------------|
| - Camera di manovra | Cat. E2 $q=4,0$ kN/mq |
| - Copertura praticabile | Cat. I $q=2,0$ kN/mq |
| - Copertura accessibile per sola manutenzione | Cat. H $q=0,5$ kN/mq |

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Elementi costruttivi:

- Solaio alveolare

Le verifiche strutturali da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche STR
Verifiche EQU
- S.L.E. : Nelle condizioni Rare, Frequenti, Quasi permanente.
 - Verifiche tensioni di esercizio;
 - Verifiche di deformazione;
 - Verifiche a fessurazione per le Combinazioni di carico:
 - Frequenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.3$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;
 - Quasi permanenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.2$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;
- S.L.V./S.L.C. :
 - Verifiche di resistenza e duttilità secondo le vigenti normative
 - Verifica a Martellamento
La distanza deve essere non minore di $1/100 H \times (a_g S / 0.5g)$ [§7.2.2. NTC2018] dove H è la quota dei punti che si fronteggiano o l'altezza dell'edificio
- S.L.D./S.L.O. : Verifica degli elementi strutturali primari e secondari, degli elementi non strutturali [§7.3.6 NTC2018]

Le verifiche geotecniche da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche GEO
A2-M2-R2 – Verifica a stabilità globale
Par. 6.2.4.2. NTC2018 - Verifiche UPL e HYD
- S.L.E. : par. 6.4.2.2 NTC2018
- Sismiche: par. 7.11.1 e par. 7.11.5.3.1 NTC2018

6.3 Altri manufatti

Parametri di input delle analisi:

- Vita nominale ≤ 50 anni;
- Classe d'uso: *II*;
- Zona sismica, con relativi valori sismici (a_g , F_0 , T_C *);
- Coefficiente di struttura: $q = 1$;
- Durabilità (norme di riferimento UNI EN 206-1, UNI 11104):
 - Classe di esposizione ambientale:
 - *XC2* per le fondazioni (in zone marine, in presenza di terreni aggressivi, in zone con clima rigido è necessario utilizzare una diversa classe di esposizione);
 - *XC3* per le parti fuori terra
 - Classe di resistenza a compressione minima:
 - *C 25/30* per le fondazioni
 - *C 28/35* per l'elevazione
 - Rapporto acqua / cemento max: *0.6*;
 - Lavorabilità: *S4/S5*;
 - Diametro massimo dell'aggregato: *32 mm*;
 - Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: *Cl 0.4*;
 - Copriferro minimo: *40 mm*.

Inquadramento geologico tecnico:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici del terreno di fondazione.

Fasi da considerare:

- Realizzativa
- Eventuali fasi di manutenzione dell'opera

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Definitiva.

Le verifiche strutturali da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche STR
Verifiche EQU
- S.L.E. : Nelle condizioni Rare, Frequenti, Quasi permanente.
 - Verifiche tensioni di esercizio;
 - Verifiche di deformazione;
 - Verifiche a fessurazione per le Combinazioni di carico:
 - Frequenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.3$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;
 - Quasi permanenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.2$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;
- S.L.V./S.L.C. :
 - Verifiche di resistenza e duttilità secondo le vigenti normative
 - Verifica a Martellamento
La distanza deve essere non minore di $1/100 H \times (a_g S / 0.5g)$ [§7.2.2. NTC2018] dove H è la quota dei punti che si fronteggiano o l'altezza dell'edificio
- S.L.D./S.L.O. : Verifica degli elementi strutturali primari e secondari, degli elementi non strutturali [§7.3.6 NTC2018]

Le verifiche geotecniche da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche GEO
A2-M2-R2 – Verifica a stabilità globale
Par. 6.2.4.2. NTC2018 - Verifiche UPL e HYD
- Sismiche: par. 7.11.1 e par. 7.11.5.3.1 NTC2018

6.4 Platee per impianti

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Parametri di input delle analisi:

- Vita nominale ≤ 50 anni;
- Classe d'uso: *II*;
- Zona sismica, con relativi valori sismici (a_g , F_o , T_c *);
- Coefficiente di struttura: $q = 1$;
- Durabilità (norme di riferimento UNI EN 206-1, UNI 11104):
 - Classe di esposizione ambientale: *XC2* (in zone marine, in presenza di terreni aggressivi, in zone con clima rigido è necessario utilizzare una diversa classe di esposizione);
 - Classe di resistenza a compressione minima: *C 25/30*;
 - Rapporto acqua / cemento max: *0.6*;
 - Lavorabilità: *S4/S5*;
 - Diametro massimo dell'aggregato: *32 mm*;
 - Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: *Cl 0.4*;
 - Copriferro minimo: *40 mm*.

Inquadramento geologico tecnico:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici del terreno di fondazione.

Fasi da considerare:

- Realizzativa
- Eventuali fasi di manutenzione dell'opera
- Definitiva.

Tipi di sovraccarico da considerare:

- Sovraccarico Cat. E2q=4,0 kN/mq

Le verifiche strutturali da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche STR
Verifiche EQU
- S.L.E. : Nelle condizioni Rare, Frequenti, Quasi permanente.
 - Verifiche tensioni di esercizio;
 - Verifiche di deformazione;
 - Verifiche a fessurazione per le Combinazioni di carico:
 - Frequenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.3$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;
 - Quasi permanenti:
 - **apertura delle fessure $w = 0.2$ mm, parti strutturali a contatto con i fanghi;**
- S.L.V./S.L.C. :
 - Verifiche di resistenza e duttilità secondo le vigenti normative
 - Verifica a Martellamento di
La distanza deve essere non minore di $1/100 H \times (a_g S/0.5g)$ [§7.2.2. NTC2018] dove H è la quota dei punti che si fronteggiano o l'altezza dell'edificio
- S.L.D./S.L.O. : Verifica degli elementi strutturali primari e secondari, degli elementi non strutturali [§7.3.6 NTC2018]

Le verifiche geotecniche da effettuare:

- S.L.U. : A1-M1-R3 – Verifiche GEO
A2-M2-R2 – Verifica a stabilità globale
Par. 6.2.4.2. NTC2018 - Verifiche UPL e HYD
- Sismiche: par. 7.11.1 e par. 7.11.5.3.1 NTC2018

6.5 Muri di sostegno

Parametri di input delle analisi:

- Vita nominale ≤ 50 anni;
- Classe d'uso: *II*;
- Zona sismica, con relativi valori sismici (a_g, F_o, T_c *);

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Coefficiente di struttura: $q = 1$;
- Durabilità (norme di riferimento UNI EN 206-1, UNI 11104):
 - Classe di esposizione ambientale: *XC2* (in zone marine, in presenza di terreni aggressivi, in zone con clima rigido è necessario utilizzare una diversa classe di esposizione);
 - Classe di resistenza a compressione minima: *C 25/30*,
 - Rapporto acqua / cemento max: *0.6*;
 - Lavorabilità: *S4/S5*;
 - Diametro massimo dell'aggregato: *32 mm*;
 - Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: *Cl 0.4*;
 - Copriferro minimo: *40 mm*.
 - Porre in opera il terreno di riempimento a tergo del muro opportunamente costipato e con granulometria adeguata all'efficace drenaggio separato dal terreno naturale da geotessili con funzione di separazione e filtrazione

Inquadramento geologico tecnico:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici del terreno di fondazione.

Fasi da considerare:

- Realizzativa (stabilità del terreno durante le fasi di scavo);
- Eventuali fasi di manutenzione dell'opera
- Definitiva.

Tipi di carico e sovraccarico da considerare:

- Sovraccarichi, carichi stradali, rilevati ed eventuali edifici adiacenti.
- Interazione terreno strutture effetti della filtrazione e dell'inclinazione
- Le azioni sul muro devono essere valutate con riferimento all'intero paramento di monte compreso il basamento di fondazione

Le verifiche strutturali da effettuare:

- S.L.U. : Approccio 2 - Verifiche STR
Verifiche EQU (i coefficienti R3 si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti)
- S.L.E. : Nelle condizioni Rare, Frequenti, Quasi permanente.
 - Verifiche tensioni di esercizio;
 - Verifiche di deformazione;
 - Verifiche a fessurazione per le Combinazioni di carico:
 - Frequenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.3 \text{ mm}$;
 - Quasi permanenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.2 \text{ mm}$;
- S.L.V./S.L.C. :
 - Verifiche di resistenza e duttilità secondo le vigenti normative

Le verifiche geotecniche da effettuare:

- S.L.U. : Approccio 2 – Verifiche GEO
A2-M2-R2 – Verifica a stabilità globale
Par. 6.2.4.2. NTC2018 - Verifiche UPL e HYD
- Sismiche: par. 7.11.1 e par. 7.11.6.3.NTC2018

Altre verifiche previste dalla Normativa:

- In assenza di sistemi di drenaggio nelle verifiche SLU ipotizzare che la superficie libera della falda non sia inferiore a quella del livello di sommità dei terreni con bassa permeabilità ($k < 10^{-6} \text{ m/s}$)

6.6 Opere provvisorie di stabilizzazione scavi ed aree di cantiere

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Dove l'altezza di scavo superi 1.5 m é necessario effettuare le verifiche di stabilità del fronte di scavo in fase provvisoria.

Parametri di input delle analisi:

- Per costruzioni provvisorie in opera meno di 20 anni, solo analisi statica;
- Per costruzioni provvisorie in opera per più di 20 anni, Vita nominale = 10 anni;
- Classe d'uso: II;
- Zona sismica, con relativi valori sismici (a_g , F_o , T_c *);
- Coefficiente di struttura: $q = 1$;

Inquadramento geologico tecnico:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici del terreno di fondazione.

Fasi da considerare:

- Realizzativa (fasi di scavo e messa in opera di puntoni/tiranti);
- Definitiva.

Tipi di carico e sovraccarico da considerare:

- Carichi stradali, rilevati ed eventuali edifici adiacenti.

Verifiche:

- Svolgere le verifiche STR e GEO previste dalla Norma

6.7 Paratie

Parametri di input delle analisi:

- Vita nominale ≤ 50 anni;

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Classe d'uso: //;
- Zona sismica, con relativi valori sismici (a_g , F_a , T_c *);
- Coefficiente di struttura: $q = 1$;

PER PARATIE DI PALI

- Durabilità (norme di riferimento UNI EN 206-1, UNI 11104):
- Classe di esposizione ambientale: XC2 (in zone marine, in presenza di terreni aggressivi, in zone con clima rigido è necessario utilizzare una diversa classe di esposizione);
- Classe di resistenza a compressione minima: C 25/30;
- Rapporto acqua / cemento max: 0.6;
- Lavorabilità: S4/S5;
- Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm;
- Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4;
- Copriferro minimo: 40 mm.

PER PARATIE DI MICROPALI

- Classe di resistenza a compressione minima: C 20/25;
- Classe minima per l'acciaio di armatura del Micropalo S235

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

Inquadramento geologico tecnico:

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici del terreno di fondazione.

Fasi da considerare:

- Realizzativa (fasi di scavo e messa in opera di puntoni/tiranti);
- Eventuali fasi di manutenzione dell'opera
- Definitiva.

Tipi di carico e sovraccarico da considerare:

- Carichi stradali, rilevati ed eventuali edifici adiacenti.

Le verifiche strutturali da effettuare:

S.L.U. : Approccio 1 - Verifiche STR

Verifiche EQU

S.L.E. : Nelle condizioni Rare, Frequenti, Quasi permanente.

- Verifiche tensioni di esercizio;
- Verifiche di deformazione;
- Verifiche a fessurazione per le Combinazioni di carico:
- Frequenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.3 \text{ mm}$;
- Quasi permanenti:
 - apertura delle fessure $w = 0.2 \text{ mm}$;

S.L.V./S.L.C. :

- Verifiche di resistenza e duttilità secondo le vigenti normative

Le verifiche geotecniche da effettuare:

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

S.L.U. : Approccio 1 – Verifiche GEO

A2-M2-R2 – Verifica a stabilità globale

Par. 6.2.4.2. NTC2018 - Verifiche UPL e HYD

- Sismiche: par. 7.11.1 e par. C7.11.6.2.NTC2018

6.8 Microtunneling

Svolgere le verifiche facendo riferimento a:

- French Society for Trenchless Technology (FSTT), "Microtunneling and Horizontal Drilling", French National Project Microtunnels, ISTE Ltd, (2006);
- DWA-A-161E "Static Calculation of Jacking Pipes".

6.9 Prefabbricati

- Per strutture di modesta importanza in fase di definitivo inserire la scheda tecnica di prodotto che coincida con quanto riportato nelle specifiche
- Per opere complesse inserire verifiche di primo dimensionamento delle membrature prefabbricate che costituiscono il manufatto

6.10 Costruzioni esistenti

Per gli interventi su strutture esistenti si dovrà eseguire una Valutazione della sicurezza secondo quanto previsto al paragrafo 8.3 e 8.5 delle NTC2018 e relative Istruzioni.

Di seguito si riporta la classificazione dei vari interventi su strutture esistenti:

Tipi di intervento:

- Intervento di adeguamento

Obbligatorio in caso di:

- Sopraelevazione
- Ampliamento della costruzione
- Cambio di destinazione d'uso che comporti aumenti di carico in fondazione >10%

Nota Tecnica allegata alla Linea Guida LG008 "Standard e requisiti minimi per la progettazione strutturale e geotecnica"

- Interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo diverso dal precedente

- Intervento di miglioramento

Interventi finalizzati ad accrescere le capacità di resistenza delle strutture esistenti alle azioni considerate

- Riparazione o intervento locale

Se l'intervento riguarda singole parti o porzioni limitate della struttura

- Riparazione rafforzamento o sostituzione di singoli elementi strutturali (travi, architravi, porzioni di solaio, pilastri, pannelli murari)
- Sostituzione di coperture e solai senza variazione significativa di rigidezza
- Ripristino o rinforzo delle connessioni tra elementi strutturali diversi se migliorano il comportamento globale della struttura
- Apertura di vano nella parete muraria con opportuno rinforzo se la rigidezza dell'elemento variato non cambia significativamente e la resistenza e la capacità di deformazione non peggiorino

- Valutazione della sicurezza:

Il livello di sicurezza per analisi sismiche dovrà essere espresso in termini di ζ_E pari al rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

Il livello di sicurezza per analisi non sismiche dovrà essere esplicitato attraverso il parametro ζ_V pari al rapporto tra il valore massimo del sovraccarico variabile verticale sopportabile da quella parte di costruzione e il valore del sovraccarico variabile che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.