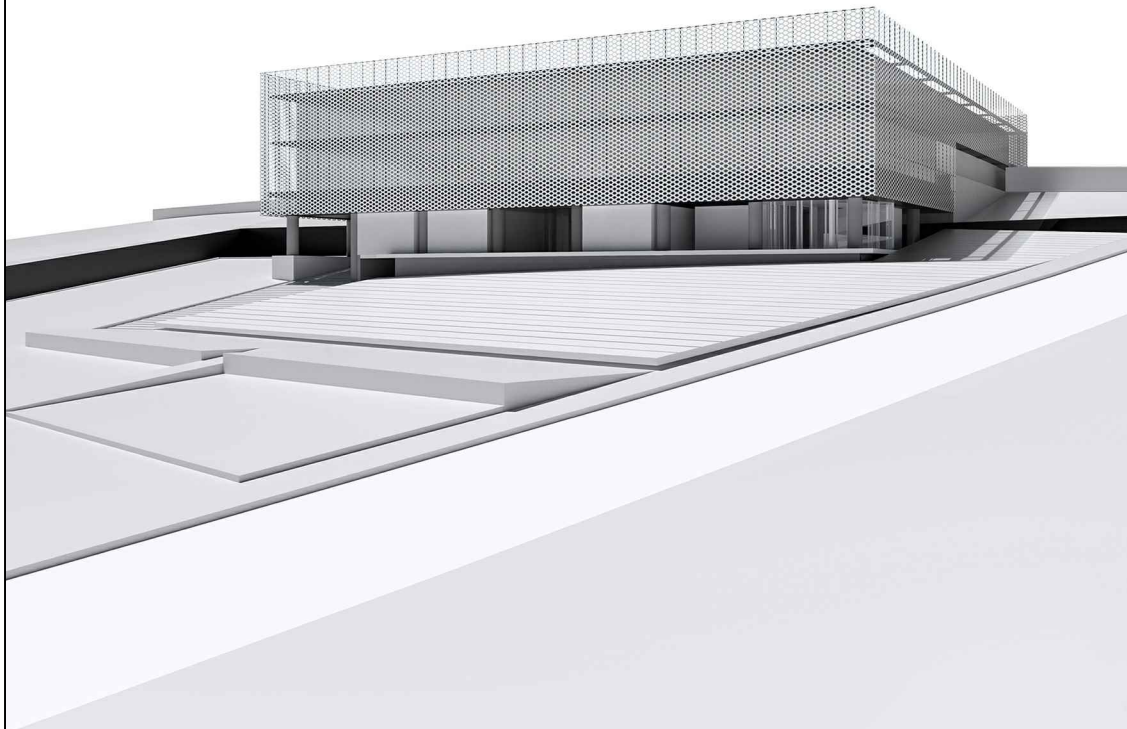


Comune di Camerino
CRU_CENTRO RICERCA UNIVERSITARIA
Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile n.489 / 2017 art.6

PROGETTO ESECUTIVO



UNIVERSITA' DI CAMERINO
SAAD

Scuola di Ateneo
Architettura e Design "E. Vittoria"

Responsabile Unico del Procedimento:
Ing. Gian Luca Marucci

Coordinamento Progetto:
prof. Luigi Coccia
prof. Graziano Leoni

Progettazione Architettonica:
prof. Luigi Coccia
prof. Marco D'Annunziis

Progettazione Strutturale:
prof. Andrea Dall'Asta
ing. Stefano Pasquini

Progettazione Impiantistica:
ing. Matteo Massaccesi

Monitoraggio e sensoristica
Prof. Alessandro Zona

Consulenza Geologica:
dott. Giuseppe Capponi

Consulenza Geotecnica:
ing. Michele Morici

Progettazione del verde:
arch. Sara Cipolletti
arch. Alessandro Gabbianelli

Collaboratori:
arch. Alessandro Caioni
dott. Jacopo Di Antonio
ing. Laura Gioiella
ing. Fabio Micozzi
arch. Fabio Scarpecci

ELABORATO:
D R 0 2 (0)

relazione sui materiali

15.12.2018

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 1 di 12 |

| | |
|---|-----------|
| SOMMARIO | 1 |
| 1 CONGLOMERATI CEMENTIZI | 2 |
| 1.1 <i>Prescrizioni sui materiali.....</i> | 2 |
| 1.2 <i>Caratteristiche meccaniche</i> | 4 |
| 2 ACCIAIO PER ARMATURE | 5 |
| 2.1 <i>Prescrizioni sui materiali.....</i> | 5 |
| 2.2 <i>Caratteristiche meccaniche</i> | 5 |
| 3 CARPENTERIA METALLICA | 6 |
| 3.1 <i>Prescrizioni sui materiali.....</i> | 6 |
| 3.2 <i>Caratteristiche meccaniche</i> | 8 |
| 4 Attribuzione della Classe di esecuzione della struttura..... | 10 |
| 4.1 <i>Classe di importanza</i> | 10 |
| 4.2 <i>Categoria di servizi</i> | 10 |
| 4.3 <i>Categoria di produzione</i> | 10 |
| 4.4 <i>Determinazione della Classe di esecuzione della struttura.....</i> | 10 |

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 2 di 12 |

Nella seguente relazione vengono illustrate le caratteristiche dei materiali usati in fase di progettazione e le relative procedure di controllo e prelievo in cantiere.

1 CONGLOMERATI CEMENTIZI

1.1 Prescrizioni sui materiali

I conglomerati cementizi da porre in opera saranno composti da:

- aggregato (UNI ENV 12620 e UNI EN 13055-1);
- acqua (UNI EN 1008: 2003);
- cemento (UNI EN 197);
- additivi (UNI EN 934-2) superfluidificanti e ritardanti, se occorrenti per garantire le prestazioni del calcestruzzo in base al tempo di trasporto;

ed avranno le seguenti caratteristiche:

- calcestruzzo per opere non armate (magrone di pulizia, sottofondazione e livellamento):
 - classe res. Rck C12/15 MPa
 - classe di esposizione X0 (UNI EN 206-1:2016)
 - contenuto minimo in cemento 150 kg/mc
- calcestruzzo per fondazioni (pali, plinti, travi di fondazione e muri di contenimento):
 - classe res. Rck C25/30 MPa
 - classe di esposizione XC2 (UNI EN 206-1:2016)
 - copriferro minimo 30 mm
 - diametro max inerti 20 mm
 - rapporto max acqua/cemento 0.6
 - contenuto minimo in cemento 300 kg/mc
 - classe di consistenza slump S4

| | | |
|-------------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 3 di 12 |

- calcestruzzo per pilastri, capitelli, travi in elevazione, solette, solai predalles:
 - classe res. Rck C28/35 MPa
 - classe di esposizione XC1 (UNI EN 206-1:2016)
 - copriferro minimo 30 mm
 - diametro max inerti 20 mm
 - rapporto max acqua/cemento 0.60
 - contenuto minimo in cemento 300 kg/mc

- calcestruzzo per solai hi-bond:
 - classe res. Rck C28/35 MPa
 - classe di esposizione XC1 (UNI EN 206-1:2016)
 - copriferro minimo 30 mm
 - diametro max inerti 15 mm
 - rapporto max acqua/cemento 0.60
 - contenuto minimo in cemento 300 kg/mc
 - classe di consistenza slump S4

- calcestruzzo per sbalzi esterni e baggioli:
 - classe res. Rck C32/40 MPa
 - classe di esposizione XC4 (UNI EN 206-1:2016)
 - copriferro minimo 30 mm
 - diametro max inerti 20 mm
 - rapporto max acqua/cemento 0.50
 - contenuto minimo in cemento 340 kg/mc
 - classe di consistenza slump S4

- calcestruzzo per parete di contrasto della prova di spinta:
 - classe res. Rck C35/45 MPa
 - classe di esposizione XC2 (UNI EN 206-1:2016)

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 4 di 12 |

diametro max inerti 20 mm

rapporto max acqua/cemento 0.60

contenuto minimo in cemento 300 kg/mc

classe di consistenza slump S4

Trattandosi di manufatto caratterizzato da un quantitativo di miscela omogenea che richiede l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea, è obbligatorio il controllo di accettazione da effettuare sui getti di calcestruzzo che sarà di **tipo B**. Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Per quanto non indicato si rimanda al cap.11.2 del DM 2018

1.2 Caratteristiche meccaniche

La resistenza di calcolo a compressione, f_{cd} vale:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$$

dove:

- $\alpha_{cc} = 0.85$ è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;
- $\gamma_C = 1.5$ è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;
- f_{ck} è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

Per quanto non indicato si rimanda al cap.4.1 del DM 2018

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 5 di 12 |

2 ACCIAIO PER ARMATURE

2.1 Prescrizioni sui materiali

Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurne l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento conforme alle UNI EN ISO 15630-1:2010 (accertamento proprietà meccaniche), aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica di snervamento $f_{sk} \geq f_{y,nom} = 450 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{t,nom} = 540 \text{ MPa}$
- allungamento percentuale $A_{gt,k} \geq 7,5 \%$
- modulo elastico $E_s = 210.000 \text{ MPa}$

Per quanto non indicato si rimanda al cap.11.3.2 del DM 2018.

Le reti elettrosaldate da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurne l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto. Si utilizzeranno reti tipo B450A in conformità alla UNI EN ISO 15630-1:2010 e al cap.11.3.2 del DM 2018.

2.2 Caratteristiche meccaniche

La resistenza di calcolo dell'acciaio da armatura f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

dove:

- $\gamma_s = 1.15$ è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;
- f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

Per quanto non indicato si rimanda al cap.4.1 del DM 2018

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 6 di 12 |

3 CARPENTERIA METALLICA

3.1 Prescrizioni sui materiali

Carpenteria metallica

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio conforme alle UNI EN 10025 per i prodotti piani e lunghi laminati a caldo, UNI EN 10210 per i profili cavi senza saldatura, UNI EN 10219 per i profili cavi saldati e UNI EN 10346 per lamiera zincata piegata a freddo.

Si adottano i seguenti tipi di acciaio:

- | | |
|--|------------------------|
| - Pilastrini, controventi, travi e orditura secondaria | S355(H) J0 |
| - Lamiera zincata piegata a freddo | S280GD+Z |
| - Piastra ortotropica (acciaio corten) | S355K2W+N (EN 10025-5) |

La durabilità è assicurata da cicli protettivi di verniciatura per i componenti principali e da zincatura e successiva verniciatura per gli elementi esposti all'esterno e realizzati con componenti di modesto spessore, quali, ad esempio, i parapetti della copertura e le scale di servizio esterne.

Per quanto riguarda la verniciatura, si fa riferimento alle seguenti classi di corrosività (UNI EN-12944-1):

| | | |
|------------------|----|--|
| Elementi interni | C1 | Classe di corrosività molto bassa (Edifici riscaldati con atmosfera pulita) |
| Elementi esterni | C3 | Classe di corrosività media (Ambienti con modesto inquinamento) |

È richiesta una classe di durabilità alta (H) (UNI EN 12944-1)

La preparazione della superficie e il ciclo di verniciatura verrà definito in coerenza con le classi prestazionali scelte (C1-H per le parti interne e C3-H per le parti esterne) facendo riferimento alle norme UNI EN 12944-4 (preparazione delle superfici), e scegliendo il ciclo di verniciatura tra quelli proposti in UNI EN 12944-5 (sistemi di verniciatura). Si farà inoltre

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 9 di 12 |

- Modulo elasticità trasversale $G = 80770$ MPa
- Coefficiente dilatazione termica $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ °C⁻¹
- Densità $\rho = 7850$ kg/m³

Per quanto non indicato si rimanda al cap.4.2 del DM 2018

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria <i>Relazione sui materiali</i> | PROGETTO DEFINITIVO |
| | | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 10 di 12 |

4 ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI ESECUZIONE DELLA STRUTTURA

Conformemente a quanto previsto dalla norma UNI EN 1090:2, la struttura oggetto di studio presenta le seguenti caratteristiche:

4.1 Classe di importanza

Stando a quanto stabilito dalla norma EN 1990:2002, nell'appendice B, la struttura oggetto di studio risulta avere classe di importanza pari a **CC2** e cioè: 'Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe, di dimensioni contenute, o di importanza normale'

4.2 Categoria di servizi

Stando a quanto stabilito dalla norma EN 1090, nel prospetto B.1, la struttura oggetto di studio risulta avere categoria di servizi pari a **SC2** e cioè: 'Strutture e componenti con connessioni progettate per azioni sismiche nelle regioni con alta attività sismica e in DCM e DCH'

4.3 Categoria di produzione

Stando a quanto stabilito dalla norma EN 1090, nel prospetto B.2, la struttura oggetto di studio risulta avere categoria di produzione pari a **PC2** e cioè: 'Componenti saldati realizzati da prodotti di acciaio di classe S355 e maggiore'

4.4 Determinazione della Classe di esecuzione della struttura

| Classi di importanza | | CC1 | | CC2 | | CC3 | |
|-------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Categoria di servizio | | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 |
| Categorie di produzione | PC1 | EXC1 | EXC2 | EXC2 | EXC3 | EXC3 | EXC3 |
| | PC2 | EXC2 | EXC2 | EXC2 | EXC3 | EXC3 | EXC4 |

Stando a quanto stabilito dalla norma EN 1090, nel prospetto B.3 (sotto riportato), la struttura oggetto di studio, in base a quanto sin'ora esposto, risulta avere Classe di esecuzione '**EXC3**'
Si riportano nel seguito tutti i **requisiti**, richiesti dalla EN 1090-2 al prospetto A.3, relativi alla classe esecuzione '**EXC3**'

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria | PROGETTO DEFINITIVO |
| | <i>Relazione sui materiali</i> | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 11 di 12 |

| Punto | Requisito |
|--|--|
| 4 - Specifiche e documentazione | |
| 4.2 Documentazione del costruttore | |
| 4.2.1 - Documentazione della qualità | SI |
| 5 - Prodotti costituenti | |
| 5.2 Identificazione, documenti di controllo e tracciabilità | |
| Documento di controllo | Vedere prospetto 1 |
| Tracciabilità | SI (completa) |
| Marcatura | SI |
| 5.3 Prodotti strutturali di acciaio | |
| 5.3.2 Tolleranze di spessore | Classe A |
| 5.3.3 Finiture superficiali | Condizioni più stringenti se specificate |
| 5.3.4 Proprietà particolari | Discontinuità interne di classe di qualità S1 per giunti a croce saldati |
| 6 - Preparazione ed assemblaggio | |
| 6.2 Identificazione | Elementi finiti/Certificati di controllo |
| 6.4 Taglio | |
| 6.4.3 Taglio termico | EN ISO 9013 |
| 6.5 Formatura | |
| 6.5.3 Raddrizzatura a fiamma | Deve essere sviluppata idonea procedura |
| 6.6 Foratura | |
| 6.6.3 Esecuzione dei fori | Punzonamento + alesatura |
| 6.7 Fresature | Raggio minimo 5 mm |
| 6.9 Assemblaggio | Deriva: Allungamento funzionale tolleranza classe 2 |
| 7 - Saldature | |
| 7.1 Generalità | EN ISO 3834-2 |
| 7.4 Qualifica delle procedure di saldatura e del personale che esegue la saldatura | |
| 7.4.1 Qualifica delle procedure di saldatura | Vedere prospetti 12 e 13 |
| 7.4.2 Qualifica dei saldatori e degli operatori | Saldatori: EN 287-1 Operatori: EN 1418 |
| 7.4.3 Coordinamento di saldatura | Conoscenze tecniche secondo i prospetti 14 o 15 |
| 7.4.1 Preparazione del giunto | Non è ammessa la prefabbricazione dei primers |
| 7.5.6 Attacchi temporanei | L'utilizzo deve essere specificato. Fresatura e bulinatura non sono ammesse |
| 7.5.7 Punti di saldatura | Procedura di saldatura qualificata |
| 7.5.9 Saldatura di testa | Pezzi di flusso e riflusso |
| 7.5.9.1 Generalità | Sostegno permanente continuo |
| 7.5.9.2 Saldature su un solo lato | |
| 7.5.17 Esecuzione di saldatura | |
| 7.6 Criteri di accettazione | EN ISO 5817 |
| 9 - Montaggio | |
| 9.6 Montaggio e lavoro in cantiere | |
| 9.6.3 Movimentazione e stoccaggio in cantiere | Procedura normalizzata documentata |
| 9.6.5.3 Incastro e allineamento | Spessori fissati mediante saldatura soggetta ai requisiti del punto 7 |
| 12 - Ispezione, prova e correzione | |
| 12.4.2 Controllo dopo la saldatura | |
| 12.4.2.2 Scopo dei controlli | CND: vedere prospetto 24 |
| 12.4.2.5 Correzione delle saldature | Secondo WPQ |
| 12.4.4 Prove di produzione | Se specificate |

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| D. R02 | CRU_Centro Ricerca Universitaria <i>Relazione sui materiali</i> | PROGETTO DEFINITIVO |
| | | Rev. 01 - Dicembre 2018 |
| | | Pag. 12 di 12 |

| | |
|---|---|
| 12.5.2 Controllo di collegamenti bullonati precaricati | Come segue |
| 12.5.2.2 Prima del serraggio | Controllo della procedura di serraggio |
| 12.5.2.3 Durante e dopo il serraggio | 1° step di serraggio 2° step di serraggio Sequenziale di tipo A |
| 12.5.2.4 Metodo di coppia | Localizzazione del lotto di assemblaggio Controllo della procedura di serraggio (Ogni lotto di bulloni) 2° step di serraggio |
| 12.5.2.5 Metodo combinato | 1° step di serraggio Controllo della marcatura 2° step di serraggio |
| 12.5.3.1 Ispezione, collaudo e riparazione di rivetti a caldo | Prova ring sequenziale di tipo A |
| 12.7.3.1 Indagine dellaposizione geometrica dei nodi di connessione | Registrazioni delle indagini |