

COMMITTENTE:

**ASFO**  
**AZIENDA SANITARIA**  
**FRIULI OCCIDENTALE**

**RESPONSABILE**  
**DEL PROCEDIMENTO**  
Ing. Luca Bonadonna

# OSPEDALE DI PORDENONE REVISIONE PROGETTO PRELIMINARE PIANO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA FABBRICATI C-H

 **POLITECNICA**  
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

**PINE**  
**ARQ**

 **COOPROGETTI**

 **STEAM**

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE**  
**PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**  
Ing. Paolo Muratori

**RESP. PROG. EDILE - ARCHITETTONICA**  
Arch. Albert De Pineda

**RESP. PROG. ANTINCENDIO**  
Dott. Massimo Cavazzuti

**CORD. SICUREZZA IN PROGETTAZIONE**  
Ing. Claudio Pongolini

**CORD.PROG. STRUTTURALE**  
Ing. Matteo Bordugo

**RESP. SOSTENIBILITA' AMBIENTALE**  
Ing. Giuseppe Romano

**RESP. GEOLOGIA**  
Dott. Giorgio Contratti

**RESP. PROG. IMPIANTI IDROTERMOSANITARI**  
Prof. Ing. Mauro Strada

**RESP. PROG. IMPIANTI ELETTRICI**  
Ing. David Babetto

**COORDINAMENTO DI PROGETTO**  
Ing. Paolo Muratori  
Ing. Barbara Frascari

**PROGETTO ARCHITETTONICO**  
**E AREE ESTERNE**  
Ing. Barbara Frascari  
Arch. Claudia Romero  
Arch. Nicola Paltrinieri  
Arch. Elisa Molinu  
Ing. Marco Giordani  
Ing. Vittorio Nascetti

**PROGETTO STRUTTURALE**  
Ing. Tiberio Altinier

**INSER. AMBIENTALE E**  
**URBANISTICA**  
Prof. Ing. Edino Valcovich  
Ing. Marco Giordani  
Arch. Massimo Fadel  
Ing. Giuseppe Ligammari

**PROGETTO IMPIANTISTICO**  
Ing. Marco Balestrazzi  
Ing. Felice Giuffrè  
Ing. Alessandro Barberio

## RELAZIONE STRUTTURALE RELAZIONE SISMICA E SULLE STRUTTURE

PARTE D'OPERA	DISCIPLINA	DOC. E PROG.	FASE	REV.
00CH	CA	RT01	2	0

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
04	00CH_CA_RT01_20	4625_1475	-	A4
5				
4				
3				
2				
1				
0	EMISSIONE	26.11.2021	T. Altinier	M.Giordani
REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO
				APPROVATO

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in RTP. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.  
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1	CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	4
<b>2</b>	<b>NOP - COMPLESSO NUOVO OSPEDALE DI PORDENONE .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>6</b>
3.1	NEVE.....	6
3.2	VENTO .....	7
3.3	CARICHI PERMANENTI E SOVRACCARICHI ACCIDENTALI DOVUTI ALLE AZIONI ANTROPICHE .....	7
3.4	AZIONE TERMICA .....	8
<b>4</b>	<b>AZIONE SISMICA .....</b>	<b>9</b>
4.1	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA .....	9
4.2	VITA NOMINALE - CLASSE D'USO - PERIODO DI RIFERIMENTO.....	9
4.2.1	INQUADRAMENTO GEOSISMICO .....	10
4.3	SPETTRI DI RISPOSTA IN CAMPO ELASTICO .....	11
4.3.1	SPETTRO DI PROGETTO ALLO SLC.....	11
4.3.2	SPETTRO DI PROGETTO ALLO SLV.....	12
4.3.3	Spettro allo SLD .....	13
<b>5</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>PADIGLIONE C .....</b>	<b>16</b>
6.1	PREMESSA .....	16
6.2	OGGETTO .....	17
6.3	CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE .....	18
6.4	PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO .....	19
6.4.1	Analisi storico-critica e norme di riferimento .....	19
6.4.2	Rilievo .....	19
6.4.3	Caratterizzazione meccanica dei materiali.....	19
6.4.4	Livelli di Conoscenza (LC) e Fattori di Confidenza (FC) .....	19
6.5	PADIGLIONE C - STATO DI FATTO DELLE STRUTTURE – ANALISI STORICO-CRITICA .....	20
6.5.1	DESCRIZIONE .....	20
6.5.2	STORICO DEGLI INTERVENTI E NORMATIVE UTILIZZATE .....	20
6.6	PADIGLIONE C - CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI .....	22
6.6.1	DESCRIZIONE .....	22
6.6.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	23
6.7	PADIGLIONE C - FATTORE DI CONFIDENZA E STIMA DEL LIVELLO DI CONOSCENZA.....	24
6.8	PADIGLIONE C – SINTESI DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI VULNERABILITA' .....	25
6.8.1	INDICATORI DI RISCHIO NEI DIFFERENTI STATI LIMITE ANALIZZATI .....	26

6.9	PADIGLIONE C - INTERVENTI DI PROGETTO .....	27
<b>7</b>	<b>NUOVO EDIFICIO 118 - MANUTENZIONI .....</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>PADIGLIONE H .....</b>	<b>31</b>
8.1	PREMESSA .....	31
8.2	CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE.....	31
8.3	PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO .....	31
8.3.1	ANALISI STORICO-CRITICA E NORME DI RIFERIMENTO .....	31
8.3.2	RILIEVO E CARATERIZZAZIONE DEI MATERIALI .....	33
8.3.3	LIVELLI DI CONOSCENZA (LC) E FATTORI DI CONFIDENZA (FC) .....	34
8.4	PADIGLIONE H - STATO DI FATTO DELLE STRUTTURE – ANALISI STORICO-CRITICA.....	34
8.4.1	DESCRIZIONE .....	34
8.4.2	STORICO DEGLI INTERVENTI E NORMATIVE UTILIZZATE .....	35
8.5	ANALISI DI VULNERABILITÀ .....	35
8.6	PADIGLIONE H - INTERVENTI DI PROGETTO .....	35



# 1 PREMESSA

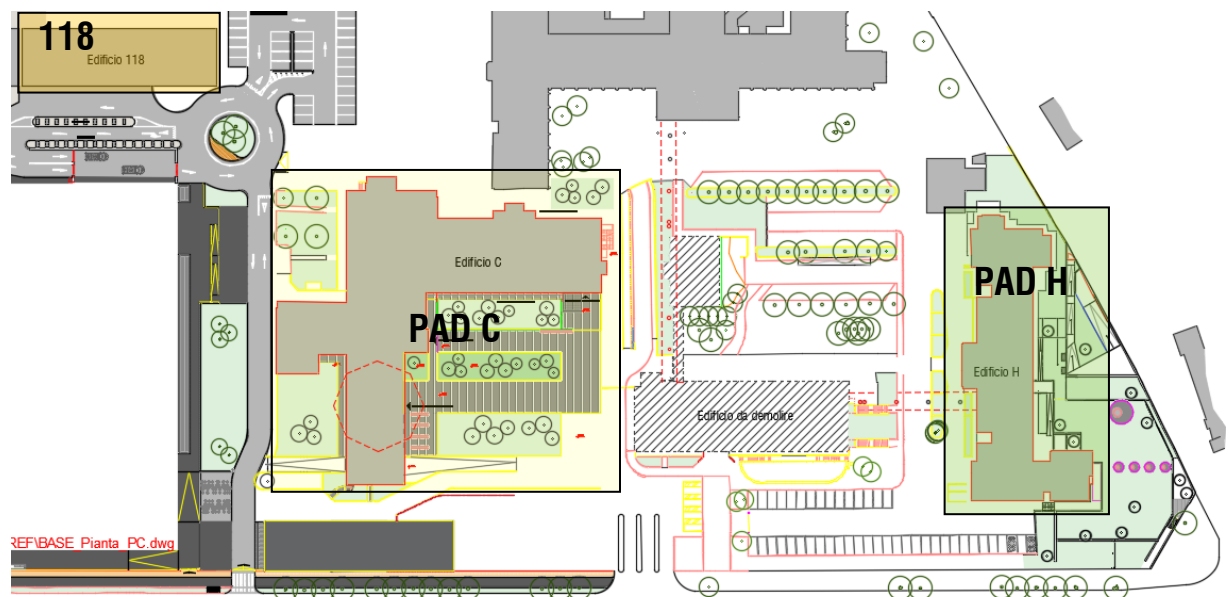
## 1.1 CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione è suddivisa in diversi capitoli relativi ai vari interventi di cui il progetto è composto.

In particolare nella presente relazione facente parte del progetto preliminare sono stati analizzati gli interventi nei seguenti corpi di fabbrica:

- 1) Adeguamento sismico e nuova realizzazione ipogea del **Padiglione C**;
- 2) Nuovo edificio **118**;
- 3) Considerazioni preliminari sul **Padiglione H**;

Relativamente agli interventi sui padiglioni esistenti si sono svolte invece delle prime considerazioni di carattere qualitativo sull'intervento da eseguirsi (con stime quantitative inerenti l'entità economica) riguardanti l'adeguamento sismico dei padiglioni alla luce delle informazioni oggi disponibili sulle strutture degli edifici.



NUOVA PLANIMETRIA

## **2 NOP - COMPLESSO NUOVO OSPEDALE DI PORDENONE**

Le opere strutturali di progetto prevedono:

- Adeguamento sismico padiglione C mediante opere in c.a.. L'intervento previsto è conforme alla decisione dell'Azienda di recepire tutte le prescrizioni normative e tecniche concordate con gli enti. Sarà realizzato un ampliamento ipogeo a struttura portante in c.a. nel fronte sud sulla sagoma dell'ex pronto soccorso;
- Adeguamento sismico padiglione H mediante nuove opere in muratura e rinforzi strutture portanti esistenti. L'intervento è conseguente dalla variazione di destinazione d'uso dell'edificio pur rimanendo all'interno della stessa classe d'uso;
- Nuovo edificio 118, nuovo edificio isolato a due piani fuori terra a struttura portante in c.a.;

Tutte le opere previste riguardano l'ambito del progetto denominato Nuovo Ospedale di Pordenone. Gli edifici del complesso saranno rispondenti alle attuali normative in materia di strutture. Nei confronti delle sollecitazioni sismiche, in particolare, saranno rispettate le prescrizioni del p.to 8.4.3 dell'aggiornamento delle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni del 17.01.2018 fino ad ottenere l'adeguamento sismico delle strutture esistenti sia in muratura, padiglione H, sia in c.a.

### 3 ANALISI DEI CARICHI

#### 3.1 NEVE

Zona	I – Alpina
Altezza sul livello del mare	$a_s = 43 \text{ m}$
Topografia	Normale
Carico neve al suolo caratteristico	$q_{sk} \quad 1.50 \quad \text{kN/m}^2$
Inclinazione della falda rispetto all'orizzontale	$\alpha \quad 0^\circ < 30^\circ$
Tipo di copertura piana	
Coefficiente di forma copertura	$\mu_1 \quad 0.80$
Coefficiente di esposizione	$c_e \quad 1.00$
Coefficiente termico	$c_t \quad 1.00$
Carico neve copertura piana	$q_{s1} = q_{sk} \mu_1 c_t c_e = 1.20 \quad \text{kN/m}^2$

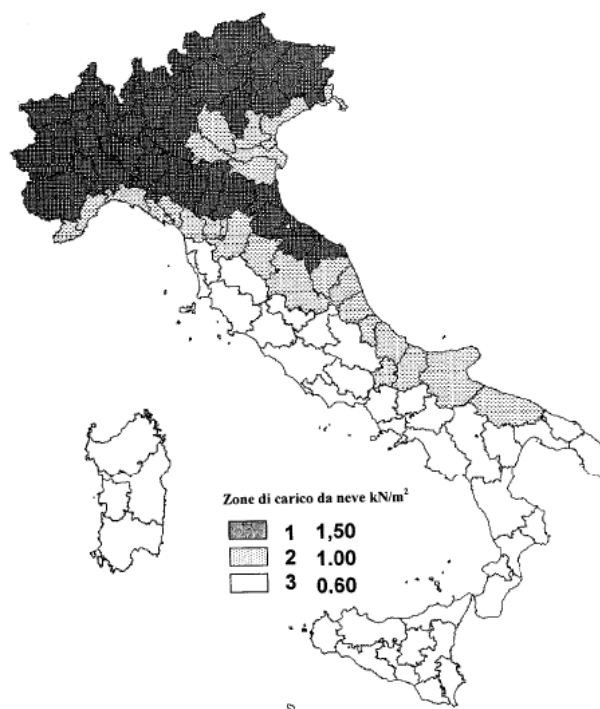


Figura 3.4.1 – Zone di carico da neve

## 3.2 VENTO

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$ [1/s]
<input checked="" type="radio"/>	1 Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (eccetto prov. Trieste)	25	1000	0,010
<input type="radio"/>	2 Emilia Romagna	25	750	0,015
<input type="radio"/>	3 Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (eccetto Prov. Reggio Calabria)	27	500	0,020
<input type="radio"/>	4 Sicilia e prov. Reggio Calabria	28	500	0,020
<input type="radio"/>	5 Sardegna Orientale	28	750	0,015
<input type="radio"/>	6 Sardegna Occidentale	28	500	0,020
<input type="radio"/>	7 Liguria	28	1000	0,015
<input type="radio"/>	8 Prov. Trieste	30	1500	0,010
<input type="radio"/>	9 Isole (eccetto Sicilia Sardegna)	31	500	0,020



Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Altitudine sul livello del mare del sito $a_s$ [m]	43
Velocità del vento di riferimento $v_b$ [m/s]	25

### Pressione cinetica di riferimento

$q_b = 1/2 * \rho * v_b^2$ [N/m <sup>2</sup> ]	391
--	-----

### Coefficiente di forma

$c_p$ : funzione della geometria o tipologia di costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento

### Coefficiente dinamico

$c_d$ : tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla vibrazione del fabbricato

### Coefficiente di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	2 km	10 km	30 km	500m
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**

\* Categoria II in zona 1,2,3,4  
 Categoria III in zona 5  
 \*\* Categoria III in zona 2,3,4,5  
 Categoria IV in zona 1

ZONA 6					
	costa	mare	2 km	10 km	30 km
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	mare	costa	
	1,5 km	0,5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*

\* Categoria II in zona 8  
 Categoria III in zona 7

ZONA 9		
	mare	costa
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

CLASSE DI RUGOSITA' DEL TERRENO	
	Descrizione
<input type="radio"/>	A aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici di altezza media superiore ai 15 m
<input checked="" type="radio"/>	B Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
<input type="radio"/>	C Aree con ostacoli diffusi, aree con rugosità non riducibili alle classi A,B,D
<input type="radio"/>	D Aree prive di ostacoli

CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO			
	$k_t$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
<input type="radio"/>	I	0,17	0,01
<input type="radio"/>	II	0,19	0,05
<input type="radio"/>	III	0,2	0,1
<input checked="" type="radio"/>	IV	0,22	0,3
<input type="radio"/>	V	0,23	0,7

Altezza massima dell'edificio [m]	20
-----------------------------------	----

$c_e$	2,28
-------	------

Pressione del vento (a meno del coefficiente di forma) $p$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0,89
---	------

**Nota:** l'azione del vento risulta trascurabile rispetto all'azione orizzontale prodotta dall'evento sismico di progetto, pertanto, in questa fase progettuale, le verifiche di resistenza per le condizioni di carico da vento saranno trascurate.

## 3.3 CARICHI PERMANENTI E SOVRACCARICHI ACCIDENTALI DOVUTI ALLE AZIONI ANTROPICHE

Di seguito si definiscono i carichi di progetto che vengono applicati alle strutture, oltre ai pesi propri degli elementi strutturali. Si è concordato con il committente che per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17.01.2018 in funzione della destinazione d'uso.



**Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
C	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	$\geq 6,00$ —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 — —	1,20 secondo categoria di appartenenza —	1,00 — —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				

### 3.4 AZIONE TERMICA

Struttura protetta termicamente:

**Tabella 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici**

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

Azione termica applicata alla struttura:  $\Delta T_u = \pm 10^{\circ}\text{C}$

## 4 AZIONE SISMICA

### 4.1 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

Localizzazione: Comune di Pordenone

Altitudine del sito: 43 m s.l.m.

Longitudine: 12.652995°

Latitudine: 45.968061°

### 4.2 VITA NOMINALE - CLASSE D'USO - PERIODO DI RIFERIMENTO

Di seguito si assumono i seguenti parametri sismici

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

#### 2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di  $C_U$  anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

#### 4.2.1 INQUADRAMENTO GEOSISMICO

Sulla base della relazione geologica del dott. G. Contratti dell'ottobre 2015 si assumono i seguenti parametri caratteristici del terreno:

Ai fini valutazione della stabilità del sito e della definizione dell'azione sismica di progetto (NT 2008 § 3.2.2) sono stati eseguiti sondaggi sismici di tipo passivo che hanno permesso di misurare la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) e di assegnare quindi ai terreni la Categoria di sottosuolo B

**Categoria B** = rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Relativamente alle condizioni topografiche con riferimento alla Tab. 3.2.IV delle NT 2008 si potrà assumere la Categoria T1

**Categoria T1** = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i$

**N.B. i parametri caratteristici del terreno dovranno essere aggiornati ai sensi delle nuove NTC 2018** ma sostanzialmente non si riscontrano sostanziali differenze rispetto alla paramertizzazione utilizzata nel progetto preliminare 2015.

## 4.3 SPETTRI DI RISPOSTA IN CAMPO ELASTICO

### 4.3.1 SPETTRO DI PROGETTO ALLO SLC

**Response Spectrum Italian NTC2008 Function Definition**

Function Name:  Function Damping Ratio:

**Parameters**

☒ ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude  
☐ ag, F0 and Tc\* - by Island  
☐ ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree):   
 Site Latitude (degree):   
 Island Name:   
 Limit State:   
 Usage Class:   
 Nominal Life:   
 Peak Ground Acc., ag/g:   
 Magnification Factor, F0:   
 Reference period, Tc\*:   
 Spectrum Type:   
 Soil Type:   
 Topography:   
 h/H ratio:   
 Spectrum Period, Tb:   
 Spectrum Period, Tc:   
 Spectrum Period, Td:   
 Damping Percentage, Xi:   
 Behavior Factor, q:

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.3864
0.1655	0.9488
0.4966	0.9488
0.5966	0.7897
0.6966	0.6764
0.7966	0.5915
0.8966	0.5255
0.9966	0.4728

**Function Graph**

( 1.4605 , 0.323 )

#### 4.3.2 SPETTRO DI PROGETTO ALLO SLV

**Response Spectrum Italian NTC2008 Function Definition**

Function Name:  Function Damping Ratio:

**Parameters**

☒ ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude  
☐ ag, F0 and Tc\* - by Island  
☐ ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree):   
 Site Latitude (degree):   
 Island Name:   
 Limit State:   
 Usage Class:   
 Nominal Life:   
 Peak Ground Acc., ag/g:   
 Magnification Factor, F0:   
 Reference period, Tc\*:   
 Spectrum Type:   
 Soil Type:   
 Topography:   
 h/H ratio:   
 Spectrum Period, Tb:   
 Spectrum Period, Tc:   
 Spectrum Period, Td:   
 Damping Percentage, Xi:   
 Behavior Factor, q:

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.3602
0.1631	0.8877
0.4893	0.8877
0.5893	0.7371
0.6893	0.6301
0.7893	0.5503
0.8893	0.4884
0.9893	0.4391

**Function Graph**

### 4.3.3 Spettro allo SLD

**Response Spectrum Italian NTC2008 Function Definition**

Function Name:  Function Damping Ratio:

**Parameters**

☒ ag, F0 and Tc\* - by Latitude/Longitude  
☐ ag, F0 and Tc\* - by Island  
☐ ag, F0 and Tc\* User Specified

Site Longitude (degree):   
 Site Latitude (degree):   
 Island Name:   
 Limit State:   
 Usage Class:   
 Nominal Life:   
 Peak Ground Acc., ag/g:   
 Magnification Factor, F0:   
 Reference period, Tc\*:   
 Spectrum Type:   
 Soil Type:   
 Topography:   
 h/H ratio:   
 Spectrum Period, Tb:   
 Spectrum Period, Tc:   
 Spectrum Period, Td:   
 Damping Percentage, Xi:   
 Behavior Factor, q:

**Define Function**

Period	Acceleration
0.	0.1626
0.1454	0.3958
0.4361	0.3958
0.5361	0.322
0.6361	0.2714
0.7361	0.2345
0.8361	0.2064
0.9361	0.1844

**Function Graph**

( 0.1634 , 0.3958 )

## 5 COMBINAZIONI DI CARICO

La combinazione di carico sismica per i vari stati limite presi in esame è:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Dove

- G1 = carichi permanenti;
- G2 = carichi permanenti portati;
- P = precompressione;
- E = azione sismica;
- Q<sub>kj</sub> = azione dovuta ai carichi mobili;
- ψ<sub>2j</sub> = coefficiente di combinazione.

Le combinazioni statiche allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio seguono le leggi di seguito elencate:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

I coefficienti γ e ψ presi in considerazione per le combinazioni allo stato limite ultimo STR e per le combinazioni allo stato limite di esercizio RARA, FREQUENTE e QUASI PERMANENTE /sono riportati di seguito (Tabella 2.5.I e Tabella 5.1.VI, punto 2.6.I DM 14/01/2008):

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\Psi_{0j}</math></b>	<b><math>\Psi_{1j}</math></b>	<b><math>\Psi_{2j}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.



## 6 PADIGLIONE C

### 6.1 PREMESSA

Di seguito si riportano le considerazioni preliminari effettuate per la definizione del Fattore di Confidenza da adottare per la verifica di sicurezza delle Strutture del Padiglione C dell'Ospedale "Santa Maria degli Angeli" di Pordenone che verrà eseguita propedeuticamente alla fase di progettazione definitiva.

Le informazioni raccolte sono state desunte dal materiale progettuale reperito presso il Genio Civile di Pordenone ed i Servizi Tecnici Regionali di Pordenone nonché dalla documentazione messaci a disposizione da parte della Azienda Sanitaria contenente i rilievi e controlli svolti a seguito dell'espletamento della gara per "Progettazione preliminare e generale dell'intervento di riordino dell'attività dell'Ospedale di Pordenone" svoltosi nel 2006. Più specificamente le relazioni tecniche descrittive allegate al suddetto progetto e redatte da Jacobs Italia S.p.a., come mandataria dell'ATI, a firma dell'ing. Calza della Cooperativa Ingegneri e Architetti di Reggio Emilia.

La costruzione dell'edificio avviene tra il 1983 e 1986. Successivamente vengono realizzate le opere per la costruzione di un'elisupeficie in copertura tra il 1999 e il 2000.

Nella documentazione rinvenuta presso gli archivi regionali e nel rilievo geometrico dettagliato, allegati al progetto preliminare e nel presente definitivo, si derivano le informazioni generali riguardo le caratteristiche strutturali delle parti dell'edificio.

La costruzione, come specificato ai punti successivi, sarà considerata di classe d'uso IV ( p.to 2.4.2 del DM 14.001.2008) mentre per opere ordinarie  $VN \geq 50$  anni ( p.to 2.4.1). Il periodo di riferimento per l'azione sismica pertanto risulta  $VR = 50 \times 2.0 = 100$  Anni.

Tale indicazione (sia di classe che di vita utile) è stata fornita nel corso di un incontro interlocutorio con i rappresentanti della DIREZIONE CENTRALE INFRASTRUTTURE, MOBILITA' PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E LAVORI PUBBLICI di Pordenone (ex Servizi Tecnici Regionali); si tratta dell'organismo tecnico preposto al controllo delle pratiche sismiche strutturali del Friuli Venezia Giulia.

L'edificio oggetto dell'analisi non è sottoposto a vincolo di tutela ai sensi della L. 142 e pertanto le opere strutturali saranno non necessitano di parere preventivo della soprintendenza.

## 6.2 OGGETTO

L'edificio in esame è quello di più recente costruzione del complesso ospedaliero.



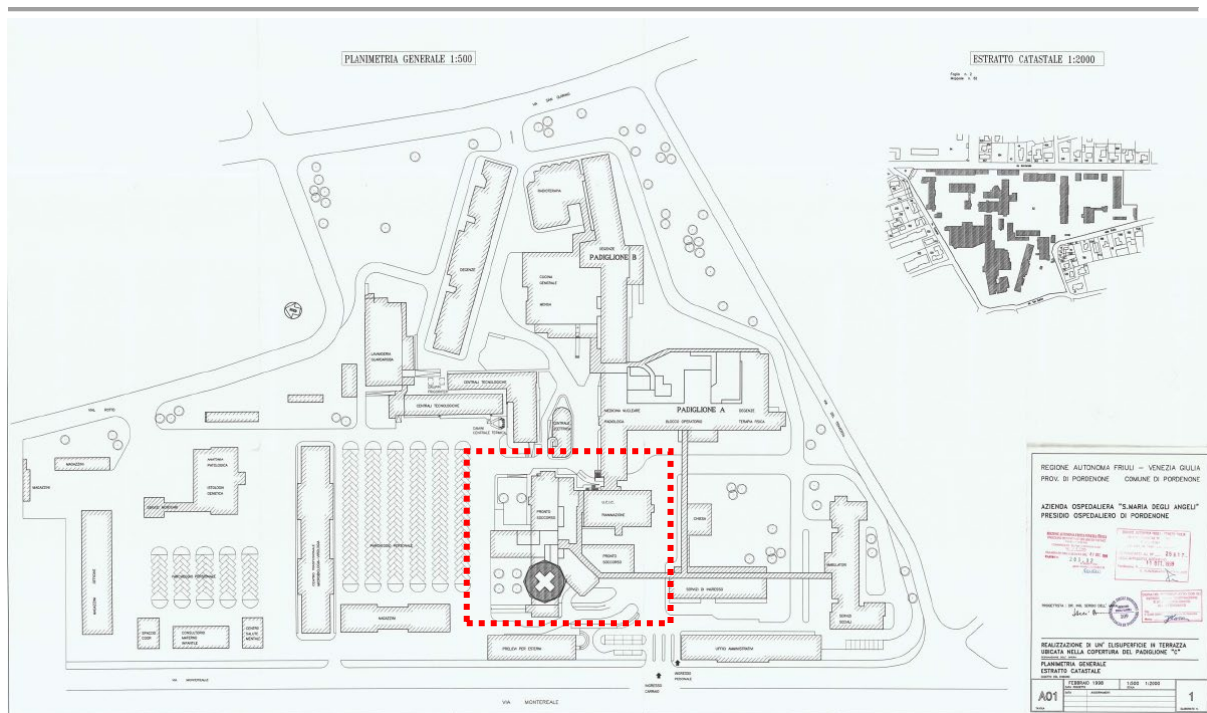
Attualmente il Padiglione C ospita i seguenti reparti:

- PS Spogliatoi – cabine elettriche – archivi
- PT Pronto Soccorso – Accettazione Spedalità – 118 – Rianimazione, Terapia intensiva
- P1 Medicina d'urgenza e degenza breve internistica
- P2 Medicina interna 1
- P3 Medicina interna 2

Al piano quarto sono presenti uffici amministrativi.

Il complesso strutturale che costituisce detto padiglione è formato da tre corpi di fabbrica strutturalmente indipendenti. Il più alto ha piano interrato, piano terra e 4 livelli in elevazione più copertura. Mentre gli altri due sono corpi di fabbrica ad un singolo piano che ospitano rispettivamente il Pronto Soccorso e la Rianimazione.

L'anno di costruzione è il 1984, ma recentemente (anno 1999) è stata condotta una sopraelevazione per la realizzazione di un eliporto in copertura con conseguente verifica sismica delle strutture.



## 6.3 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE

La valutazione della sicurezza strutturale viene condotta con la cosiddetta analisi di vulnerabilità che consiste nel verificare le strutture, alla luce delle norme attualmente vigenti, assumendo le caratteristiche dei materiali come da dati reperiti e corrette in funzione del Livello di Conoscenza.

Con l'analisi di vulnerabilità si valuta in che misura la struttura sia rispondente ai requisiti minimi di sicurezza previsti dalle norme ed eventualmente è propedeutica ad un intervento di adeguamento o miglioramento che tenga conto anche dalle previsioni di sviluppo futuro del complesso ospedaliero anche mediante una analisi costi-benefici .

## **6.4 PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO**

Con riferimento a quanto prescritto dal D.M.14.01.2008 al cap. 8 e, in particolare dalla relativa circolare esplicativa n.617 del 2009, si illustra il procedimento da seguire per la definizione del livello di vulnerabilità di un edificio esistente a partire dal livello di conoscenza delle strutture.

### **6.4.1 Analisi storico-critica e norme di riferimento**

Di grande utilità è la conoscenza della storia costruttiva dell'edificio anche per poter comprendere quali siano stati i criteri di progettazione e di calcolo delle strutture. Si procederà al reperimento di tutto il materiale disponibile. In particolare:

- Elaborati grafici e relazioni di calcolo del progetto originario e di eventuali interventi successivi
- Certificati di prova sui materiali
- Certificati di collaudo

### **6.4.2 Rilievo**

Indispensabile risulta essere un rilievo quanto più accurato possibile con lo scopo di verificare le effettive dimensioni planoaltimetriche dell'edificio e la geometria dei principali elementi strutturali, nonché dei dettagli costruttivi. Anche in presenza degli elaborati grafici di progetto originari, è opportuno verificarne la rispondenza allo stato di fatto.

### **6.4.3 Caratterizzazione meccanica dei materiali**

Già con l'analisi storica e con i documenti si ottengono delle informazioni utili alla caratterizzazione dei materiali. E' opportuno, comunque, approfondire quanto più possibile la conoscenza dei materiali utilizzati per il confezionamento delle strutture.

Si procederà, quindi, a reperire tutte le informazioni utili allo scopo e, se necessario, procedere ad eseguire dei saggi in situ eseguendo prove di tipo diretto o indiretto.

### **6.4.4 Livelli di Conoscenza (LC) e Fattori di Confidenza (FC)**

I livelli di conoscenza LC e i relativi fattori di confidenza da adottare nell'analisi sono efficacemente illustrati, in funzione della completezza delle informazioni raccolte, nella seguente tabella:



Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

## 6.5 PADIGLIONE C - STATO DI FATTO DELLE STRUTTURE – ANALISI STORICO-CRITICA

Di seguito si dà conto delle indagini svolte per la definizione Fattore di Confidenza da adottare nelle analisi.

### 6.5.1 DESCRIZIONE

#### PROGETTO ORIGINARIO

Denuncia delle opere strutturali: n. 1572 del 21.05.1986 - Archivio della Direzione Provinciale dei Lavori Pubblici di Pordenone - Regione Autonoma del Friuli Venezia Giulia con integrazione n. 2425 del 05.12.1986.

Norme tecniche di riferimento: Legge n.1086 del 05.11.1971 e D.M. 04.04.1983

Norme sismiche di riferimento: Legge n.64 del 02.02.1974 e D.M. 19.06.1984

#### INTERVENTO PER COSTRUZIONE DI ELIPORTO CON RIVERIFICA DELLE STRUTTURE

Denuncia delle opere strutturali: n. 25617 del 11.10.1999 - Archivio della Direzione Provinciale dei Lavori Pubblici di Pordenone - Regione Autonoma del Friuli Venezia Giulia

Norme tecniche di riferimento: Legge n.1086 del 05.11.1971 e D.M. 16.01.1996

Norme sismiche di riferimento: Legge n.64 del 02.02.1974 e D.M. 09.01.1996

### 6.5.2 STORICO DEGLI INTERVENTI E NORMATIVE UTILIZZATE

La cronologia della progettazione e dei successivi interventi sull'edificio in esame è la seguente:

**Edificio 1 pad. C**

**Età di costruzione**

Anno di progettazione	Anno di ultimazione della costruzione	Riferimento normativa tecnica	Riferimento normativa sismica	Numero di deposito data e luogo
1982	1987	D.M. 26/03/1980	D.M. 03/03/1975	14955 1982 16356 1984 <small>GENIO CIVILE DI PORDENONE</small>

**INTERVENTI SUCCESSIVI DI MODIFICA**

Anno	Tipo di intervento strutturale	Riferimento normativa tecnica	Riferimento normativa sismica	Numero di deposito data e luogo
24/07/1997 <small>COMUNE DI PORDENONE concessione 98/61112</small>	miglioramento <small>Collegamento tra i padiglioni A e H</small>	D.M. 09/01/1996	D.M. 16/01/1996	23234 24/06/1998 <small>Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Provinciale Servizi Tecnici Pordenone</small>
12/03/1999 <small>COMUNE DI PORDENONE concessione 98/43248</small>	ADEGUAMENTO <small>Realizzazione di elisuperficie (SOPRAELEVAZIONE)</small>	D.M. 09/01/1996	D.M. 16/01/1996	25617 11/10/1999 <small>Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Provinciale Servizi Tecnici Pordenone</small>
07/04/2000 <small>COMUNE DI PORDENONE concessione 5148</small>	miglioramento <small>SCALA DI EMERGENZA</small>	D.M. 09/01/1996	D.M. 16/01/1996	28122 07/02/2001 <small>Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Provinciale Servizi Tecnici Pordenone</small>

<b>ULTIMO COLLAUDO STATICO</b>	12/09/2000 <small>COLLAUDO EFFETTUATO IN OCCASIONE DELL'ADEGUAMENTO PER SOPRAELEVAZIONE RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DELL'ELISUPERFICIE</small>
--------------------------------	---

**Edificio 2 pad. C**

**Età di costruzione**

Anno di progettazione	Anno di ultimazione della costruzione	Riferimento normativa tecnica	Riferimento normativa sismica	Numero di deposito data e luogo
1982	1987	D.M. 26/03/1980	D.M. 03/03/1975	14955 1982 16356 1984 <small>GENIO CIVILE DI PORDENONE</small>

**INTERVENTI SUCCESSIVI DI MODIFICA**

Anno	Tipo di intervento strutturale	Riferimento normativa tecnica	Riferimento normativa sismica	Numero di deposito data e luogo
-	-	-	-	-
<b>ULTIMO COLLAUDO STATICO</b>	1987			

Edificio 3 pad. C

### Età di costruzione

Anno di progettazione	Anno di ultimazione della costruzione	Riferimento normativa tecnica	Riferimento normativa sismica	Numero di deposito data e luogo
1982	1987	D.M. 26/03/1980	D.M. 03/03/1975	14955 1982 16356 1984

GENIO CIVILE DI PORDENONE

INTERVENTI SUCCESSIVI DI MODIFICA				
Anno	Tipo di intervento strutturale	Riferimento normativa tecnica	Riferimento normativa sismica	Numero di deposito data e luogo
-	-	-	-	-

ULTIMO COLLAUDO STATICO	1987
-------------------------------	------

L'edificio di maggiore altezza è stato riverificato sismicamente nel 1999 in occasione della realizzazione dell'eliporto. In tale frangente la normativa tecnica di riferimento in vigore era il D.M. 09.01.1996 e la relativa normativa sismica il D.M. 16.01.1996.

Si rimanda alla pratica di denuncia ed autorizzazione n.25617 presso l'Archivio della Direzione Provinciale dei Lavori Pubblici di Pordenone - Regione Autonoma del Friuli Venezia Giulia .

Per tale motivo, anche in relazione a quanto previsto dalla successiva O.P.C.M.3274, art. 5, non essendo cambiata la classificazione sismica del comune di Pordenone nel passaggio dalla previgente classificazione a quella introdotta nel 2003, in virtù della Delibera della Giunta Regionale n.2325 del 01.08.2003, art.8 – lettera c), non dovrebbe essere necessaria una ulteriore verifica sismica.

## 6.6 PADIGLIONE C - CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI

### 6.6.1 DESCRIZIONE

Si dispone del progetto originario completo in tutte le sue parti, nonché dei progetti dei successivi interventi operati sulle strutture. Inoltre si dispone della relazione di verifica sismica condotta a seguito della sopraelevazione per la realizzazione dell'eliporto dall'ing. Dell'Anna, con indicazione delle geometrie degli elementi strutturali e delle relative armature.

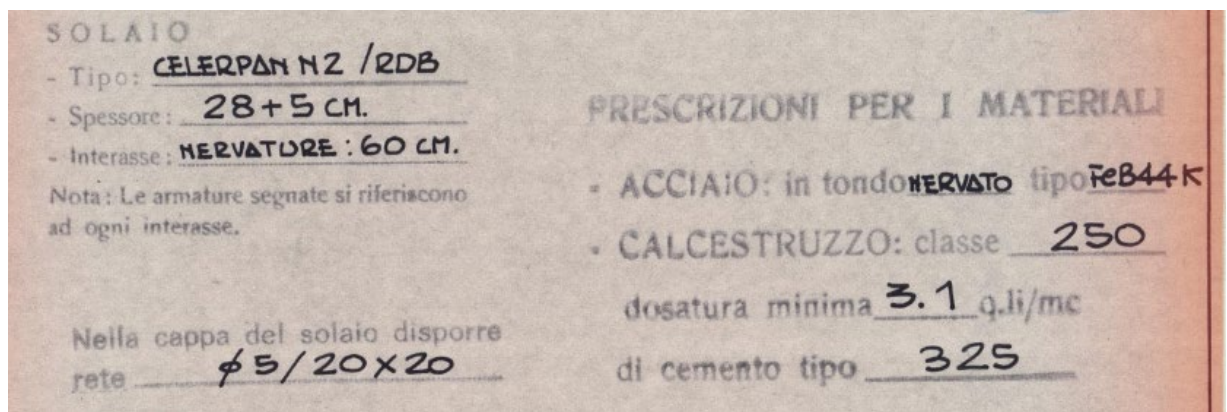
Descrizione generale della tipologie strutturali:

Fondazioni: travi rovesce a formare un graticcio

Pilastrate:	a sezione tonda o rettangolare
Travate:	in spessore di solaio
Solai:	a lastre precomprese dello spessore di 33 cm, con cappa superiore da 5 cm
Setti:	pareti in c.a. di spessore 25 cm, dei vani ascensore con disposizione in pianta regolare
Scale:	in c.a. a soletta rampante
Copertura:	in acciaio

## 6.6.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali di progetto sono ampiamente descritti nella relazione di calcolo originaria e desunti dalle prove sui materiali che si allegano.



Inoltre è utile riferimento la relazione di calcolo a firma dell'ing. Dell'Anna datata 1999 con cui il progettista riverifica l'edificio principale a seguito della progettazione dell'eliporto in copertura:

### 4.4 – Caratteristiche dei materiali impiegati

#### 4.4.1- Calcestruzzo

- Opere di fondazione:  
calcestruzzo avente resistenza caratteristica  $R_{ck} = 250 \text{ Kg/cm}^2$
- Opere in elevazione:  
calcestruzzo avente resistenza caratteristica  $R_{ck} = 300 \text{ Kg/cm}^2$
- Strutture di orizzontamento:  
calcestruzzo avente resistenza caratteristica  $R_{ck} = 300 \text{ Kg/cm}^2$

#### 4.4.2- Solai

- Solai a lastre nervate precomprese tipo Celerpan RDB aventi i requisiti di cui al pgf. 7° del DM. 9.1.1996.

#### 4.4.3- Acciaio

Acciaio in tondo nervato per opere di c.a. tipo Fe B44 k controllato in stabilimento



## 6.7 PADIGLIONE C - FATTORE DI CONFIDENZA E STIMA DEL LIVELLO DI CONOSCENZA

In base alla informazioni raccolte e ai dati ottenuti, si può delineare la seguente situazione circa la conoscenza della struttura del fabbricato:

Geometria: Disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione

Dettagli strutturali: Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ

Proprietà dei materiali: Certificati di prova originari

Sulla base di quello che viene stabilito dalla circolare, di cui si riporta un estratto:

Tabella C8A.1.2 – 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	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

si considera che, nonostante le informazioni complete relativamente ai disegni costruttivi e alle caratteristiche dei materiali, un numero estremamente limitato di tavole risultano mancanti, per cui è necessario dedurre le caratteristiche strutturali, essenzialmente in merito alle armature, di alcuni elementi per analogia rispetto agli stessi elementi collocati ai piani di cui sono disponibili le caratteristiche.

Si ritiene pertanto di considerare il livello di conoscenza acquisito come **LC2 - conoscenza adeguata**:

#### LC2: Conoscenza adeguata

*Geometria:* la geometria della struttura è nota o in base a un rilievo o dai disegni originali. In quest'ultimo caso viene effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelli riguardanti i dettagli strutturali, saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un'analisi lineare o non lineare.

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

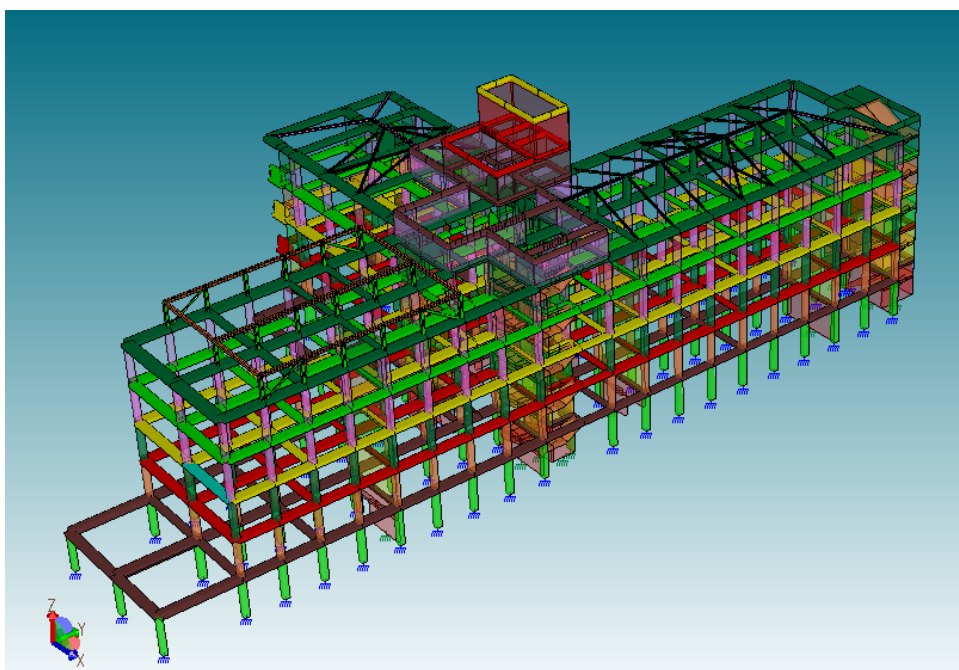
*Proprietà dei materiali:* informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali sono disponibili in base ai disegni costruttivi o ai certificati originali di prova, o da estese verifiche in-situ. Nel primo caso sono anche eseguite limitate prove in-situ; se i valori ottenuti dalle prove in-situ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

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

a cui corrisponde un fattore di confidenza **FC = 1.2**.

## **6.8 PADIGLIONE C – SINTESI DEI RISULTATI DELL'ANALISI DI VULNERABILITA'**

Preliminarmente è necessario effettuare alcune considerazioni qualitative sull'impianto strutturale generale del fabbricato.



La struttura è costituita prevalentemente, come usuale per l'epoca di costruzione, da telai orditi in un'unica direzione (direzione Y). La porzione di fabbricato a nord presenta, invece, una orditura dei telai che si può considerare spaziale. Le strutture verticali sono poi integrate da un sistema di pareti molto rigide con una distribuzione in pianta, però, piuttosto disomogenea.

Questa impostazione strutturale evidenzia le sue peculiarità nel comportamento dinamico del fabbricato già nell'analisi modale. E' immediato intuire che, per le rigidità in gioco, le azioni orizzontali siano quasi completamente demandate alle pareti, pertanto l'orditura monodirezionale dei telai, alla fine si risolve in un comportamento strutturale più omogeneo e meno vincolato alla distribuzione delle rigidità delle pareti in pianta, nella direzione di orditura dei medesimi, e al contrario, per la direzione ortogonale, interamente correlato alla distribuzione delle pareti in pianta.

Quanto detto trova riscontro nelle deformate associate alle combinazioni non lineari nelle due direzioni, in cui, per il sisma in direzione X c'è uno spostamento molto più marcato dell'ala ovest del fabbricato che evidenzia un comportamento torsionale dovuto principalmente al fatto che, a fronte della numerosità di nuclei e pareti irrigidente delle ali nord ed est, l'ala ovest presenta una sola parete, che, per di più è indebolita da una apertura al piano terra. Mentre in direzione Y il comportamento appare più traslazionale.

Quanto detto circa il ruolo controventante appannaggio principalmente delle pareti in c.a., trova riscontro nel fatto che le verifiche dei meccanismi duttili e fragili portano ad una limitazione nel tempo di ritorno del sisma limite della struttura soprattutto a causa del fatto che le pareti stesse non risultano verificate. Gli elementi strutturali dei telai, infatti, risultano poco sollecitati dalle forze orizzontali. Comunque, per quanto sopra considerato, si riscontra che la limitazione sul tempo di ritorno del sisma risulta molto più marcata per le azioni in direzione X.

### 6.8.1 INDICATORI DI RISCHIO NEI DIFFERENTI STATI LIMITE ANALIZZATI

**PGA,c e Tr,c per ciascuna combinazione non lineare analizzata**

STATO LIMITE ULTIMO

CCNL	Collasso fragile			Collasso duttile		
	passo	PGA,CLU	Tr,cu	passo	PGA,CLU	Tr,cu
1	3	0.64	30	3	0.64	30
2	6	0.78	43	0	0.64	30
3	5	0.98	68	49	3.80	2475
4	4	0.80	47	46	3.80	2475
5	3	0.64	30	3	0.64	30
6	6	0.78	43	0	0.64	30
7	5	0.98	68	49	3.80	2475
8	4	0.80	47	46	3.80	2475
9	2	0.64	30	2	0.64	30
10	4	0.72	38	0	0.64	30
11	4	0.97	67	29	3.80	2475
12	2	0.79	45	28	3.80	2475
13	2	0.64	30	2	0.64	30
14	4	0.72	38	0	0.64	30
15	4	0.97	67	29	3.80	2475
16	2	0.79	45	28	3.80	2475

SPOSTAMENTI			
SLD		SLO	
d	Tr,d	d	Tr,d
1.24	112	0.79	45
1.08	87	0.72	37
3.21	1336	2.55	625
2.43	541	1.25	114
1.24	112	0.79	45
1.08	87	0.72	37
3.21	1336	2.55	625
2.43	541	1.25	114
1.66	220	1.14	95
1.51	176	1.08	85
3.55	1906	2.58	653
3.12	1223	1.25	114
1.66	220	1.14	95
1.51	176	1.08	85
3.55	1906	2.58	653
3.12	1223	1.25	114

Sintetizzando i risultati ottenuti si ha che per i diversi stati limite considerati i parametri minimi che definiscono la capacità sismica del fabbricato sono:

Stato limite ultimo:	$PGA_{min} = 0.64, T_{r,min} = 30$ anni
Stato limite di danno:	$T_{r,min} = 87$ anni
Stato limite di operatività:	$T_{r,min} = 37$ anni

## 6.9 PADIGLIONE C - INTERVENTI DI PROGETTO

Si prevede di demolire interamente uno dei corpi di fabbrica minori, quello che attualmente ospita il Pronto Soccorso e riorganizzare distributivamente le strutture rimanenti.

In più il progetto prevede di adibire l'intero padiglione ad uffici, eccezion fatta per l'ambulatorio di dialisi al piano terra.

Con riferimento all' ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 3274 del 20 marzo 2003." Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. (Ordinanza n. 3274)" , in particolare all'art. 2 comma 5, si cita che " *Nel caso di opere progettate secondo le norme vigenti successivamente al 1984 e relative, rispettivamente, alla prima categoria per quelle situate in zona 1, alla seconda categoria per quelle in zona 2 ed alla terza categoria per quelle in zona 3, non è prescritta l'esecuzione di una nuova verifica di adeguatezza alla norma.*"

Inoltre, con riferimento a quanto previsto al cap. 8 del **D.M.14.01.2008**, gli interventi di adeguamento si rendono obbligatori quando si intenda:

- Sopraelevare la costruzione;
- Ampliare la costruzione mediante opere strutturalmente connesse ad essa;
- Apportare variazioni di classe e/o uso che comportino incremento dei carichi globali in fondazione superiori al 10%;
- Effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.

Dunque, non ricorre alcuna delle precedenti condizioni tra le opere in progetto.



**Viste le risultanze dell'analisi di vulnerabilità, tuttavia,** l'Azienda Sanitaria ha richiesto per il padiglione C l'adeguamento ai sensi del DM17.01.2018.

Seguendo le considerazioni tratte dall'analisi di vulnerabilità soprattutto in merito al comportamento dinamico del fabbricato si prevede di integrare i setti in c.a. nella direzione ortogonale allo sviluppo dei telai principali. Poiché, inoltre, la vulnerabilità del fabbricato è fortemente influenzata dai meccanismi di rottura fragile in particolare dei setti in

c.a. e dei nodi dei telai, si prevede in consolidamento diffuso sulle strutture esistenti che vada a conseguire la resistenza dei setti e dei nodi necessaria.

#### PADIGLIONE C - NUOVO AMPLIAMENTO

L'ampliamento del padiglione C, nel sedime dell'attuale pronto soccorso, è costituito da un fabbricato ipogeo con una corte interna realizzato con una struttura a telaio in c.a. su fondazione diretta continua e pareti controterra sempre in c.a. I solai saranno di tipo predalles 5+16+4 cm.

## **7 NUOVO EDIFICIO 118 - MANUTENZIONI**

Il nuovo edificio 118 e manutentori sarà un edificio di due piani fuori terra realizzato in setti portanti perimetrali e centrali. Di seguito si descrivono brevemente le nuove strutture:

- fondazioni continue in c.a. di spessore 50 cm in corrispondenza dei setti e al di sotto dei pilastri;
- setti perimetrali di sp. 25 cm;
- setti interni di spessore 25 cm di appoggio solai;
- pilastri in c.a. con la funzione di sostegno verticale;
- primo solaio con travi in altezza e solaio tipo predalles  $h = 30$  cm;
- solaio di copertura in struttura prefabbricata di travi a "T" rovescia appoggiati ai pilastri ed al setto perimetrale e tegoli TI di altezza 40 cm e soletta irrigidente superiore di 4-5 cm. Il solaio è privo di appoggi intermedi ed ha luce da parete a parete;

## **8 PADIGLIONE H**

### **8.1 PREMESSA**

Il padiglione H, nato nel 1961 - 66 come divisione medica e soggetto ad intervento di adeguamento strutturale nel 1991, ad oggi è adibito a laboratorio e prelievi. Le opere di progetto prevedono un sostanziale adattamento funzionale ad uffici amministrativi, aule formazione e convegni. Per la sua importanza all'interno del complesso l'edificio sarà adeguato da un punto di vista sismico ai sensi del p.to 8.4.3 delle nuove N.T.C.

### **8.2 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE**

La valutazione della sicurezza strutturale viene condotta con la cosiddetta analisi di vulnerabilità che consiste nel verificare le strutture, alla luce delle norme attualmente vigenti, assumendo le caratteristiche dei materiali come da dati reperiti e corrette in funzione del Livello di Conoscenza.

Con l'analisi di vulnerabilità si valuta in che misura la struttura sia rispondente ai requisiti minimi di sicurezza previsti dalle norme ed eventualmente è propedeutica ad un intervento di adeguamento o miglioramento che tenga conto anche dalle previsioni di sviluppo futuro del complesso ospedaliero anche mediante una analisi costi-benefici. I risultati delle analisi di vulnerabilità forniscono frazioni o percentuali che derivano dal rapporto fra domanda di resistenza alle sollecitazioni esterne previste dalla norma vigente e la capacità di risposta strutturale. Le analisi svolte saranno di tipo non lineare, tali quindi di fornire una risposta ad una sollecitazione incrementale fino al raggiungimento del collasso stabilito in modo convenzionale come decremento di resistenza oltre il limite ammissibile o il superamento del limite di spostamento massimo.


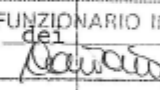

### **8.3 PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO**

La procedura per la valutazione della vulnerabilità sarà eseguita ai sensi del punto 8.4 delle NTC e viene di seguito riassunta.

#### **8.3.1 ANALISI STORICO-CRITICA E NORME DI RIFERIMENTO**

Il fabbricato è conosciuto in modo approfondito, sono stati rintracciati i disegni del progetto originario, dell'intervento di adeguamento del 1991, le prove sui materiali ed il collaudo dell'epoca. In data recente, 2013 - 2015 è stato eseguito un rilievo geometrico dei piani interrato e terra. Le verifiche dell'edificio esistente sono state eseguite con la norme tecniche dell'epoca, D.M. 24.01.1986 " Norme Tecniche relative alle costruzioni antisismiche" e del D.M. 09.01.1987 "Norme Tecniche per la costruzione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura" ed altre.



Arch. n° 009761	
Comune di <u>PORDENONE</u>	PR
<u>COLLAUDO STATICO</u>	
dell'adeguamento antisismo effettuato al padiglione <u>"C"</u> -ex 1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup> Divisioni mediche- spiccato nell'in- sediamiento del complesso ospedaliero cittadino, subur- bio di via MonteReale e di proprietà comunale con vin- colo di destinazione a attività ospedaliere condotte dall' U.S.l. n° 11 "PORDENONESE".	
0000000000	REGIONE AUTONOMA FRIULI - VENEZIA GIULIA DIREZIONE PROVINCIALE DEI SERVIZI TECNICI PORDENONE L. 5-14-1971, N. 1088 - L.R. 9-5-1988 N. 27
COLLAUDATORE: Ing. Dr Nello Boer, iscritto con il n° 8 9461 all'Ordine degl'Ingegneri di Pordenone; iscritto inoltre, con il n° 24 nell'Elenco regionale dei Collaudatori statici.	DELL'APPOSITO ARCHIVIO. Pordenone, li 14.05.1991 IL FUNZIONARIO INCARICATO 
PROGETTISTA e DIRETTORE LAVV: Dott. Arch. Maurizio A- quino, all'Albo professionale di Pordenone con il N. 104.	
CALCOLATORE: Dott. Ing. Carlo Carniello, al medesimo Ordine di Pordenone con il N. 160.	
IMPRESA EDILE: la S.p.A. "PRESOTTO", portunaonense, iscritta con il N. 51755006 all' A.N.C.E. in Roma.	
COMMITTENTE dell'incarico professionale: lo stim.mo Presidente dell'U.S.l. n° 11 Gr. Uff. Dott. Lucio Candotti per comunicazione foglio Prot. N° 12159/ /T3 del 14.05.1991.	COPIA DEL PRESENTE ATTO CON GLI ESTREMI DELLA REGISTRAZIONE E' STATO CONSEGNATO ALL'INTERESSATO Sig. <u>TONEGATTI MAURIZIO</u> Il quale sottoscrive in segno di ricevuta.  Firma

Intestazione verbale di collaudo del 07.07.1991

NUMERO	CONTRASSEGNO PROVENIENZA DEL PROVINO	DATA DI PREPARAZIONE DICHIARATA	PESO g	PESO DELLA UNITA' DI VOLUME kg/dm <sup>3</sup>	DIMENSIONI cm	SUPERFICIE In cm <sup>2</sup>	RESISTENZA UNITARIA A COMPRES- SIONE N./mm <sup>2</sup>
1	TRAVI DI FONDAZ.	5/3/91	8.360	2,48	15X15X15	225	44,5
2	"	"	8.432	2,50	"	"	43,4
3	CORDOLI SOLAIO	4/4/91	8.530	2,53	"	"	46,1
4	"	"	8.460	2,51	"	"	43,5

Q



### 8.3.2 RILIEVO E CARATERIZZAZIONE DEI MATERIALI

Pag. 33/40

### 8.3.3 LIVELLI DI CONOSCENZA (LC) E FATTORI DI CONFIDENZA (FC)

Il livello di conoscenza della struttura è determinato in funzione della completezza delle informazioni raccolte, nella seguente tabella:

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

In particolare a seguito dei verbali sulle caratteristiche dei materiali della campagna di indagini in previsione il livello di conoscenza della struttura e il fattore di confidenza relativo raggiunto sarà pari rispettivamente a LC2 e  $FC = 1.20$ .

## 8.4 PADIGLIONE H - STATO DI FATTO DELLE STRUTTURE – ANALISI STORICO-CRITICA

### 8.4.1 DESCRIZIONE

L'edificio originario è stato edificato agli inizi degli anni '60 a partire dal corpo centrale, con scantinato, seguito da due corpi laterali di tre piani a partire dal piano terra. Le strutture portanti verticali sono costituite da murature perimetrali in mattoni forati di spessore almeno 40 cm e da una fila interna di pilastri in c.a. 30x50 cm a sostegno di una trave in c.a. interna al solaio.

Le murature del piano interrato, parzialmente contro terra sono in c.a pieno con scarsa presenza di armatura all'interno.

I solai di piano son in latero cemento di spessore 25+3 con assenza di cappa collaborante. I solai sono ben inseriti nelle murature ed ancorati a cordoli perimetrali. Sono presenti vani scala ed ascensore in c.a e solette piene di ancoraggio ai solai.

La copertura è realizzata con travi ribassate in c.a. in corrispondenza dei pilastri e solai in laterizio trasversali.

La struttura complessivamente non sembra schematizzabile a comportamento scatolare, non ha piani rigidi, le murature son adeguatamente dimensionate per prevenire i meccanismi a ribaltamento fuori piano. Per i meccanismi globali di rottura a taglio e pressoflessione necessitano probabilmente di interventi di rinforzo sia nella direzione trasversale che longitudinale.

#### **8.4.2 STORICO DEGLI INTERVENTI E NORMATIVE UTILIZZATE**

Come detto in precedenza la ricerca d'archivio ha portato alla luce la seguente cronologia degli interventi:

- 1960 - 1964 edificazione del corpo centrale e dei corpi laterali in diretta continuità;
- 1991 realizzazione dei giunti tecnici e di doppi muri portanti in bimattoni con irrigidimento trasversale e longitudinale;

Le normative utilizzate per il progetto ed i lavori dell'epoca tenevano già conto delle azioni sismiche ( D.M. 1986) e i tre corpi risultanti sono stati riverificati utilizzando i metodi di verifica accettati all'epoca ( POR verifica ultima a taglio delle murature ).

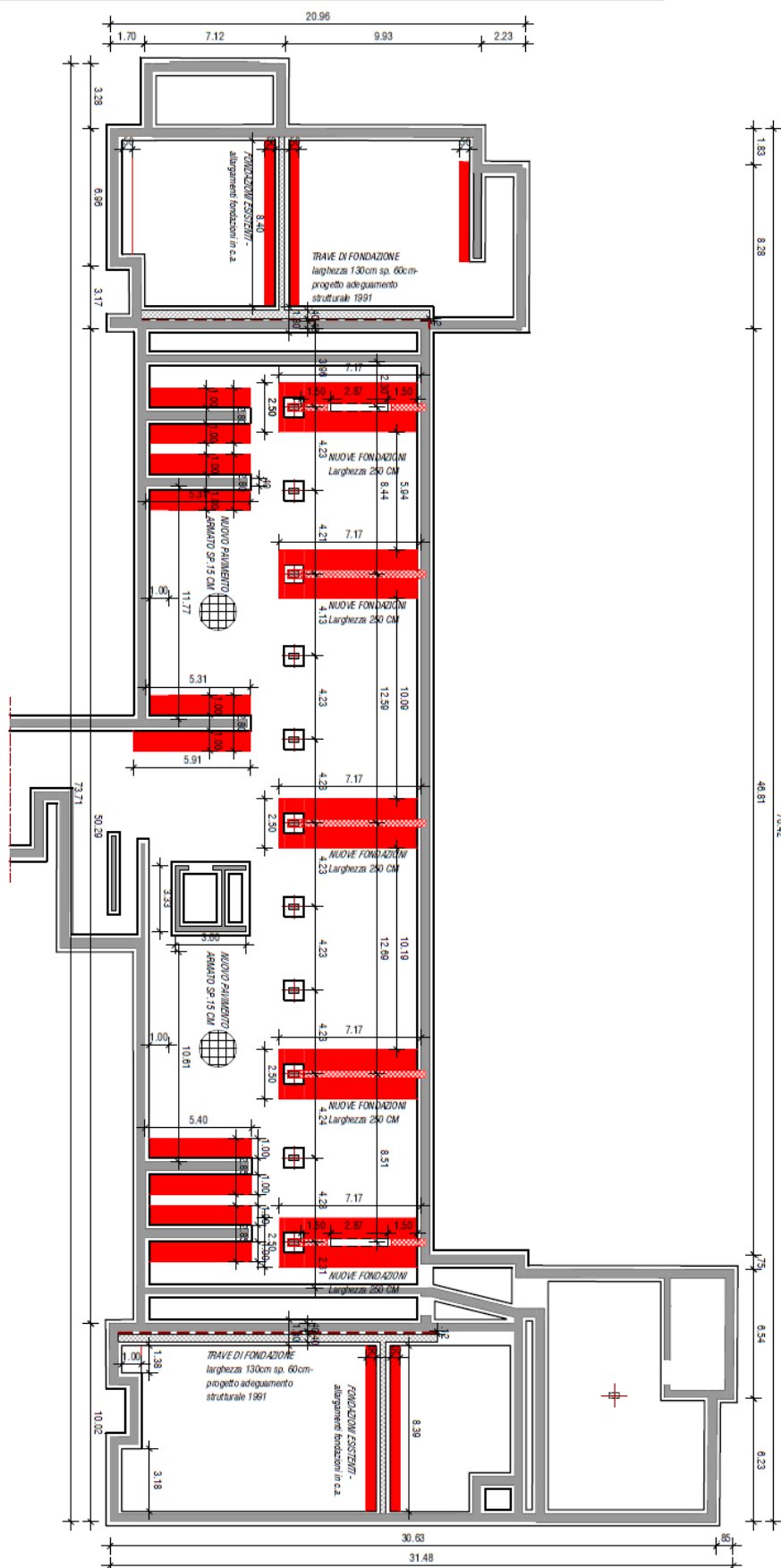
#### **8.5 ANALISI DI VULNERABILITÀ**

Come previsto dalla norma vigente sarà necessaria la verifica di vulnerabilità dei tre corpi di fabbrica citati e di conseguenza procedere con il progetto di adeguamento sismico. Le opere previste si spingeranno dal rinforzo delle murature perimetrali esistenti alla demolizione e nuova costruzione di maschi in muratura di spessore 40 cm internamente alla manica principale.

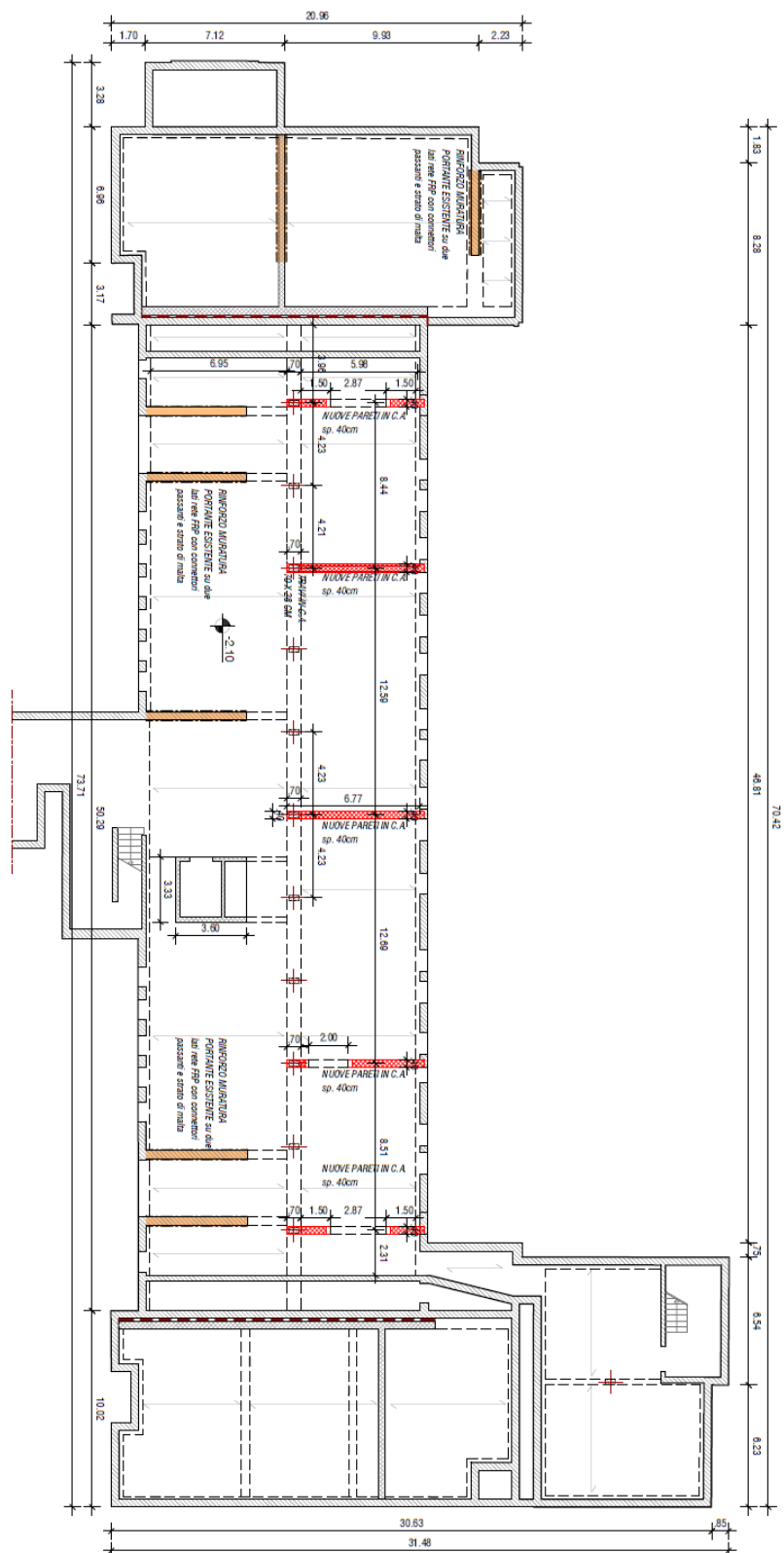
#### **8.6 PADIGLIONE H - INTERVENTI DI PROGETTO**

L'intervento di progetto prevede l'adeguamento sismico ai sensi delle nuove NTC, il D.M. 17.01.2018, dei corpi di fabbrica del padiglione giuntato in due punti. Le opere principali sono riassunte nelle tavole grafiche allegate e di seguito descritte brevemente.

- nuovi setti trasversali in muratura di sp. 40 cm nel corpo centrale da sommare a quelli esistenti. Sarà realizzata pertanto una serie di elementi sismo resistenti a distanza massima di circa 7.0m. tutti i maschi portanti esistenti in direzione trasversale saranno opportunamente rinforzati con la tecnologia usuale della rete e betoncino con la variante della rete in fibra FRP e fiocchi di collegamento adeguatamente distribuiti e ancorati. La rete viene intasata con un'unica mano di malta di calce e cemento a confezionare una lastra portante doppia tale da incrementare la resistenza a taglio e pressoflessione della parete;
- rinforzo della parete longitudinale principale nelle due porzioni di muro dove sono molto numerosi i fori di apertura di finestre. Il rinforzo è realizzato sempre con FRP e doppia lastra di rete e betoncino;
- nuovi rinforzi delle pareti perimetrali trasversali dei corpi laterali. Le nuove pareti avranno resistenze notevolmente superiori a quelle attuali;
- nuove pareti in c.a. al piano interrato con fondazioni nastriformi tali da riprendere le sollecitazioni sismiche massime. Anche le murature perimetrali e centrali al di sotto dei setti portanti avranno rinforzi di fondazioni in modo da rendere adeguati gli scarichi alla base.



Fondazioni



Piano interrato







