

COMUNE DI PALAU

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA -
COMPONENTE 1 -ISTRUZIONE E RICERCA - INVESTIMENTO 3.3: "PIANO DI MESSA IN
SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELLE SCUOLE"

OGGETTO:

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA
SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO DI VIA DEL FARO
PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA

STUDIO DI VULNERABILITÀ SISMICA
SCHEMA DI VULNERABILITÀ SISMICA STATO DI FATTO

TAVOLA

ALLEGATO
VS 1.0

SCALA

1:50

COMMITTENTE

Comune di Palau
Piazza Popoli d'Europa, 1
07020 Palau

PROGETTISTA

dott. ing. Andrea Pippia
via G. Mazzini, 9
07026 Olbia
tel/fax 0789 26846

RESPONSABILE SETTORE TECNICO
dott. Giovanni Tiveddu

R.U.P.
dott. Giovanni Tiveddu

DATA Gennaio 2022

AGG.

FILE 1_FONDAZIONE.dwg

ARCHIVIO IMP.2021.016

COMUNE DI PALAU

Provincia Sassari

SCHEDA DI VULNERABILITÀ SISMICA

OGGETTO: Verifica di vulnerabilità sismica della Scuola secondaria di primo grado "Grazia Deledda" in via del Faro a Palau

COMMITTENTE: Comune di Palau

Olbia, 20/01/2022

Il Tecnico incaricato

(Ing. Andrea Pippia)

Studio Ing. Andrea Pippia
Via Mazzini n° 9 – 07026 OLBIA (SS)
0789 26846 - ing-andreapippia@tiscali.it

1 - EDIFICIO

Classe d'uso	V _N	V _R	Materiale Principale	Coordinate geografiche ED 50		Categoria Sottosuolo	Condizioni Topografiche	
				Latitudine	Longitudine		Categoria	S _T
Classe 3	[anni] 50	[anni] 75	C.A.	41.185046	9.381525	A	T1	1.00

LEGENDA: Edificio

V _N	Vita nominale dell'edificio
V _R	Periodo di riferimento per l'azione sismica.
Materiale Principale	[CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura.
Latitudine	Latitudine geografica del sito.
Longitudine	Longitudine geografica del sito.
Categoria Sottosuolo	Tipo terreno prevalente, categoria di suolo di fondazione: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m.
Categoria Topografica	[T1] = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$ - [T2] = Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ - [T3] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i = 30^\circ$ - [T4] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.
S _T	Coefficiente di amplificazione topografica.

2 - PERICOLOSITA' SISMICA

Parametri di pericolosità sismica								
Stato Limite	a _g /g	F ₀	T* _c	C _c	T _B	T _c	T _D	S _s
			[s]		[s]	[s]	[s]	
SLO	0.0224	2.658	0.291	1.00	0.097	0.291	1.690	1.00
SLD	0.0279	2.704	0.303	1.00	0.101	0.303	1.711	1.00
SLV	0.0556	2.936	0.358	1.00	0.119	0.358	1.822	1.00
SLC	0.0662	3.027	0.384	1.00	0.128	0.384	1.865	1.00

LEGENDA: Pericolosità sismica

Stato Limite	[SLC] = stato limite di collasso - [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
a _g	Accelerazione di picco al suolo.
F ₀	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
T* _c	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
C _c	Coefficienti di amplificazione di T* _c .
T _B	Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T _c	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T _D	Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
S _s	Coefficiente di amplificazione stratigrafica.

3 - SISTEMA RESISTENTE

Sistema resistente			
Tipologia Struttura	Telai Multicampata	Pareti Accoppiate	Distribuzione Tamponature in Pianta
Cemento Armato Esistente a	☒	-	Regolare

LEGENDA: Sistema resistente

Tipologia Struttura	<u>Cemento armato</u> : Telaio - Pareti - Mista telaio-pareti - Due pareti per direzione non accoppiate - Deformabili torsionalmente - Pendolo inverso; <u>Muratura</u> : Un solo piano - Più di un piano; <u>Acciaio</u> : Telaio - Controventi concentrici diagonale tesa - Controventi concentrici a V - Mensola o pendolo invertito - Telaio con tamponature
---------------------	--

4 - REGOLARITA' DELLA STRUTTURA

Regolarità della struttura	
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La distribuzione di masse e rigidità è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidità nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento	NO
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	SI
Ciascun orizzontamento ha una rigidità nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidità degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione	SI
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio	SI
Massa e rigidità rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della	SI

costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidità non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidità si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base

Il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti

NO

Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento

SI

5 - LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Livello di conoscenza e fattore di confidenza	
Livello di conoscenza	Fattore di confidenza
LC2	1.20

LEGENDA: Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Livello di conoscenza [LC1] = Conoscenza Limitata - [LC2] = Conoscenza Adeguata - [LC3] = Conoscenza Accurata.

Fattore di confidenza Fattore di confidenza applicato alle proprietà dei materiali.

6 - MATERIALI

MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato														
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Classe Rck 300_FeB 38k - (C20/25)														
001	24 000	0,000010	31 447	12 583	60	F	30,00	-	0,85	1,50	11,76	0,99	2,56	002
Classe Rck 200_FeB 38k - (Rck 200)														
003	24 000	0,000010	25 491	12 583	60	F	20,00	-	0,85	1,50	7,84	0,76	1,95	002

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.

γ_k Peso specifico.

α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.

E Modulo elastico normale.

G Modulo elastico tangenziale.

C_{Erid} Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E_{sisma} = E·C_{Erid}].

Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).

R_{ck} Resistenza caratteristica cubica.

R_{cm} Resistenza media cubica.

%R_{ck} Percentuale di riduzione della R_{ck}.

γ_c Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.

f_{cd} Resistenza di calcolo a compressione.

f_{ctd} Resistenza di calcolo a trazione.

f_{cfm} Resistenza media a trazione per flessione.

n Ac Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																	
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	LMT	f _{yk}	f _{tk}	f _{yd}	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SL} V	γ _{M3,SL} E	γ _{M7} NCn t	Cnt
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]							
Acciaio FeB 38k - Acciaio in Tondini - (FeB 38k)																	
002	78 500	0,000010	210 000	80 769	F	-	380,00	-	275,36	-	1,15	-	-	-	-	-	-

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.

γ_k Peso specifico.

α_{T, i} Coefficiente di dilatazione termica.

E Modulo elastico normale.

G Modulo elastico tangenziale.

Stz Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).

LMT Campo di validità in termini di spessore t, (per profili, piastre, saldature) o diametro, d (per bulloni, tondini, chiodi, viti, spinotti)

f_{yk} Resistenza caratteristica allo snervamento

Caratteristiche acciaio																	
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	LMT	f _{yk}	f _{tk}	f _{yd}	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SL_E}	γ _{M7} NCn t	Cnt
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]							
f _{tk}	Resistenza caratteristica a rottura																
f _{yd}	Resistenza di calcolo																
f _{td}	Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).																
γ _s	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.																
γ _{M1}	Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.																
γ _{M2}	Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.																
γ _{M3,SLV}	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).																
γ _{M3,SLE}	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).																
γ _{M7}	Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCnt = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.																
NOTE	[-] = Parametro non significativo per il materiale.																

TENSIONI AMMISSIBILI ALLO SLE DEI VARI MATERIALI

Tensioni ammissibili allo SLE dei vari materiali			
Materiale	SL	Tensione di verifica	σ _{d,amm} [N/mm ²]
Cls Rck 300_FeB 38k	Caratteristica(RARA)	Compressione Calcestruzzo	12,45
	Quasi permanente	Compressione Calcestruzzo	9,34
Acciaio FeB 38k	Caratteristica(RARA)	Trazione Acciaio	253,33
Cls Rck 200_FeB 38k	Caratteristica(RARA)	Compressione Calcestruzzo	8,30
	Quasi permanente	Compressione Calcestruzzo	6,23

LEGENDA:

SL Stato limite di esercizio per cui si esegue la verifica.
σ_{d,amm} Tensione ammissibile per la verifica.

7 - METODO DI ANALISI

Metodo di analisi		
Analisi	Fattore di comportamento q nella direzione del sisma	
	Sisma orizzontale in direzione X	Sisma orizzontale in direzione Y
Dinamica modale con fattore di struttura q	1.500	1.500

LEGENDA: Metodo di analisi

Analisi Tipo di analisi usata per la verifica sismica e il calcolo degli indicatori di rischio sismico.
Fattore di comportamento q [-] = Non significativo per il tipo di analisi usata.

8 - PERIODI FONDAMENTALI E MASSE PARTECIPANTI

Periodi fondamentali e masse partecipanti				
Direzion e	Periodo	Modo di vibrare	Masse partecipanti	Coefficiente di partecipazione
	[s]		[%]	
X	0.487	1	58.04	995.99
Y	0.403	2	40.20	828.84

LEGENDA: Periodi fondamentali e masse partecipanti

Periodo Periodo di vibrazione nella direzione considerata.
Modo di vibrare Modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Masse partecipanti Percentuale di masse partecipanti relative al modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Coefficiente di partecipazione Coefficiente di partecipazione massimo, in valore assoluto, nella direzione considerata.

9 - CAPACITA' - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA SOSTENIBILE

Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile				
SL	Tipo di rottura	Materiale/Terreno	PGA _c	T _{RC}
			[a _g /g]	[anni]
SLD	Spostamento Interpiano (SLD)	-	0.1229	>2475
SLO	Spostamento Interpiano (SLO)	-	0.0755	>2475
SLV	Carico Limite Terreno	TER	0.0139	22
SLV	Flessione o Pressoflessione	CA	0.0000	0
SLV	Taglio	CA	0.0000	0
SLV	Rottura del Nodo	CA	0.0000	0

LEGENDA: Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile

Stato Limite	Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
Materiale	Tipologia di materiale per il tipo di rottura considerato: [CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura - [TER] = Terreno - [-] = Parametro non significativo per il tipo di rottura.
Tipo di rottura	Tipo di rottura per differenti elementi o meccanismi.
PGA_c	Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di accelerazione al suolo. Se $PGA_c=0$ -> l'elemento risulta non verificato già per i carichi verticali presenti nella combinazioni sismica $[G_k+\Sigma_i(\psi_{2,i}Q_{k,i})]$. Se $PGA_c=NS$ -> Non significativo per valori di $PGA_c \geq 1000$.
T_{RC}	Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di periodo di ritorno.

10 - DOMANDA - ENTITÀ DELL'AZIONE SISMICA ATTESA

Domanda - Entità dell'azione sismica attesa		
Stato Limite	PGA _D [a _g /g]	T _{RD} [anni]
SLO	0.0224	45
SLD	0.0279	75
SLV	0.0556	712
SLC	0.0662	1462

LEGENDA: Domanda - Entità dell'azione sismica attesa

Stato Limite	Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività - [SLC] = stato limite prevenzione collasso.
PGA_D	Domanda in termini di accelerazione al sito ($S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$).
T_{RD}	Domanda in termini di periodo di ritorno.

11 - INDICATORI DI RISCHIO SISMICO

Indicatori di rischio sismico		
Stato Limite	$\zeta_B (\alpha_{PGA})$	α_{TR}
SLO	3.371	5.193
SLD	4.413	5.143
SLV	0.000	0.000

LEGENDA: Indicatori di rischio sismico

Stato Limite	Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
$\zeta_B (\alpha_{PGA})$	Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di accelerazione: PGA_c/PGA_D - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100. [0] -> la minima capacità, fra tutti i meccanismi di verifica considerati, è nulla. N.B. ζ_B : simbologia NTC18; α_{PGA} : simbologia NTC08.
α_{TR}	Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di periodo di ritorno: $(T_{RC}/T_{RD})^{0.41}$ - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100.

Olbia, lì 20/01/2022

Il Tecnico incaricato

Ing. Andrea Pippia