

UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI

TEZĂ DE DOCTORAT
Rezumat

***SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A
CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI***

Doctorand
Ing. Alexandru PUNGOCI

Conducători științifici : Prof.Univ. Dr. Ing. Cristian Pavel
Prof.Univ.Emerit Dr. Ing. Polidor Bratu

BUCUREȘTI
2020

CUPRINS

CAPITOLUL I. STADIUL ACTUAL PRIVIND SISTEMELE DE IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI	6
1.1 Introducere	6
1.2 Stadiul actual în domeniul utilizării sistemelor antiseismice	7
1.3 Conținutul tezei de doctorat	12
CAPITOLUL II. STUDII PRIVIND REDUCEREA RĂSPUNSULUI SEISMIC CU DISPOZITIVE ANTISEISMICE	14
2.1 Aspecte generale	14
2.1.1 Cerințe pentru soluții și tehnologii de protecție seismică	16
2.1.2 Analiza conceptelor de izolare seismică	20
2.1.3 Soluții tehnice actuale	23
2.2 Soluții tehnice de control structural	27
2.2.1 Izolarea și amortizarea pasivă a acțiunilor seismice	28
2.2.1.1 Dispozitive și tehnologii de izolare structurală	28
2.2.1.2 Dispozitive și tehnologii de amortizoare metalice	35
2.2.1.3 Dispozitive și tehnologii cu MBD/MYD	38
2.2.1.4 Dispozitive și tehnologii cu amortizori U-SHAPED	40
2.2.1.5 Dispozitive și tehnologii cu izolatori cu frecare	41
2.2.1.6 Dispozitive și tehnologii cu amortizori vâscoși	44
2.2.2 Soluții tehnice semi-active de amortizare seismică	48
2.2.2.1 Disipatori și amortizoare magnetoreologice	49
2.2.2.2 Amortizoare semi-active cu masa acordată – tip TMD	51
2.2.3 Soluții tehnice hibride de amortizare seismică	55
2.2.4 Soluții tehnice active de amortizare seismică	56
2.3 Studiu comparativ	58
2.3.1 Cazul I	59
2.3.2 Cazul II	61
2.3.3 Cazul III	67

2.3.4 Concluzii preliminare	70
CAPITOLUL III. STUDIU COMPARATIV LA CLĂDIRILE CU PEREȚI DE BETON ARMAT FOLOSIND PRINCIPIUL IZOLĂRII BAZEI ÎN PROIECTAREA SEISMICĂ DIN ROMÂNIA	74
3.1 Aspecte generale	74
3.1.1 Principii teoretice ale proiectării tradiționale a clădirilor din beton armat	76
3.1.2 Aspecte teoretice ale proiectării cu ajutorul izolării bazei	77
3.1.2.1 Conceptul izolării bazei	77
3.1.2.2 Tipuri de izolatori	81
3.2 Prezentarea metodologiei de lucru	88
3.2.1 Alegerea structurilor pentru analiză	88
3.2.2 Proiectarea tradițională a structurilor	91
3.2.2.1 Evaluarea încărcărilor	91
3.2.2.2 Evaluarea forței tăietoare de bază	92
3.2.2.3 Predimensionarea elementelor structurale	93
3.2.2.4 Proiectarea la forțe laterale a structurii	95
3.2.2.5 Calculul elementelor structurale	98
3.2.3 Proiectarea clădirilor izolate seismic	111
3.2.3.1 Predimensionarea și alegerea tipului de izolator	111
3.2.3.2 Modelarea izolatoarelor	113
3.3 Prezentarea conținutului analizelor efectuate în lucrare și rezultatele obținute	114
3.3.1 Rezultate obținute la clădirile neizolate	114
3.3.2 Rezultate obținute la clădirile izolate	127
3.3.3 Concluzii preliminare	175
CAPITOLUL IV. CERINȚE DE PERFORMANȚĂ PENTRU IZOLATORI. ÎNCERCĂRI. INTERPRETAREA REZULTATELOR	178
4.1 Cerințe de performanță pentru izolatori	178
4.1.1 Dependența caracteristicilor orizontale de deformația specifică de forfecare a cauciucului	179
4.1.2 Dependența caracteristicilor orizontale de frecvență	181
4.1.3 Dependența caracteristicilor orizontale de temperatură	181
4.1.4 Dependența caracteristicilor orizontale la solicitări ciclice repetate	182

4.1.5 Capacitate la compresiune la o deplasare laterală egală cu zero	183
4.1.6 Capacitate de deplasare orizontală	183
4.1.7 Rigiditate la compresiune	184
4.1.8 Efect de îmbătrânire	184
4.2 Materiale – Elastomeri	184
4.2.1 Modulul de forfecare dinamic și amortizarea	185
4.2.1.1 Efectul amplitudinii deformației	185
4.2.1.2 Efectul frecvenței	188
4.2.1.3 Efectul temperaturii	189
4.2.1.4 Modul de forfecare și amortizarea după o îmbătrânire anaerobă accelerată...	189
4.2.2 Încercare de aderență	190
4.2.2.1 Neîmbătrânită	190
4.2.2.2 Îmbătrânită	190
4.2.3 Rezistență la cristalizare la temperatură joasă	190
4.2.4 Rezistență la creșterea lentă a fisurii	191
4.2.5 Miez de plumb	191
4.3 Încercările de tip	191
4.4 Încercarea izolatorilor in laborator. Rezultate obținute	194
4.4.1 Încercarea în laborator a izolatorilor de tip HDRB	194
4.4.1.1 Introducere	194
4.4.1.2 Domeniul de aplicare	194
4.4.1.3 Echipamente de testare	195
4.4.1.4 Dispozitiv testat	197
4.4.1.5 Testele efectuate	197
4.4.1.5.1 Rigiditatea la compresiune	198
4.4.1.5.2 Dependența caracteristicilor orizontale de deformația specifică de forfecare a cauciucului	198
4.4.1.5.3 Dependența caracteristicilor orizontale la sollicitări ciclice repetate.....	198
4.4.1.5.4 Capacitate la compresiune la o deplasare laterală egală cu zero	199
4.4.1.5.5 Capacitate de deplasare orizontală	199
4.4.1.6 Rezultatele testului	199

4.4.1.6.1 Rigiditatea la compresiune	200
4.4.1.6.2 Dependența caracteristicilor orizontale de deformația specifică de forfecare a cauciucului	200
4.4.1.6.3 Dependența caracteristicilor orizontale la solicitări ciclice repetate	201
4.4.1.6.4 Capacitate la compresiune la o deplasare laterală egală cu zero	202
4.4.1.6.5 Capacitate de deplasare orizontală	202
4.4.1.7 Protocol de testare	203
4.4.1.8 Diagrame de testare	204
4.4.1.9 Fotografii	214
4.4.2 Încercarea în laborator a izolatorilor de tip LRB	214
4.4.2.1 Introducere	214
4.4.2.2 Echipamente de testare	215
4.4.2.3 Rezultatele testului	215
4.4.2.3.1 Rigiditatea la compresiune	215
4.4.2.3.2 Dependența caracteristicilor orizontale de deformația specifică de forfecare a cauciucului	216
4.4.2.3.3 Dependența caracteristicilor orizontale la solicitări ciclice repetate	217
4.4.2.3.4 Capacitate la compresiune la o deplasare laterală egală cu zero	218
4.4.2.3.5 Capacitate de deplasare orizontală	219
4.4.2.4 Protocol de testare	220
4.4.2.5 Diagrame de testare	220
4.4.2.6 Fotografii	232
CAPITOLUL V. CONTRIBUȚII SI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	233
5.1 Concluzii privind realizarea obiectivelor	233
5.2 Contribuții personale	233
5.3 Direcții de cercetare viitoare	239
BIBLIOGRAFIE	240
ANEXE	
1. Lista de figuri	250
2. Lista de tabele	258

CAPITOLUL I

STADIUL ACTUAL PRIVIND SISTEMELE DE IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

1.1 Introducere

Lucrarea de față are ca obiectiv principal *studiul reducerii efectului acțiunii seismice asupra clădirilor prin metoda izolării bazei de rezemare.*

Primul capitol are un caracter introductiv, în cadrul acestuia fiind prezentate principiile metodei de izolare seismică a bazei, principalele avantaje și o scurtă istorie a acesteia. Sunt stabilite principalele obiective și scopul prezentei cercetări.

Amplasarea izolatorilor seismici duce la o mărire a flexibilității bazei în plan orizontal, în scopul creșterii perioadei de vibrație, în așa fel încât accelerația transmisă structurii să fie considerabil redusă. Comparând variațiile deplasărilor și ale forțelor ce acționează asupra structurii se constată că odată cu schimbarea perioadei de vibrație, la o creștere a deplasărilor la nivelul bazei corespunde o scadere a forțelor ce acționează asupra structurii.

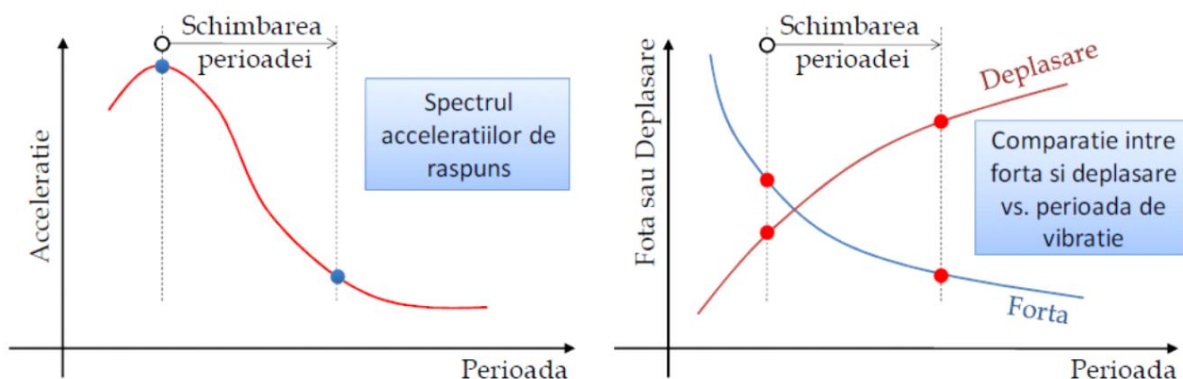


Figura 1.1-1 Principiul teoretic al metodei izolării bazei

a) Spectrul accelerațiilor absolute de răspuns

b) Spectrul deplasărilor de răspuns

1.1 Stadiul actual în domeniul utilizării sistemelor antiseismice

Stadiul actual al dezvoltării protecției seismice oferă – prin amortizarea adăugată – o posibilitate de înscriere a structurii atât în parametrii de comportare (asociați, în primul rând SLS – stării limită de serviciu) cât și într-o stare de rigiditate asociată structurilor multi-etajate. În

etapa preliminară a proiectării structurale este necesară o echivalare a adoptării rigidității sporite și/sau a amortizării adăugate.

CAPITOLUL II

STUDII PRIVIND REDUCEREA RĂSPUNSULUI SEISMIC CU DISPOZITIVE ANTISEISMICE

2.1 Aspecte generale

Tot mai multe clădiri, indiferent de gradul acestora de importanță, sunt proiectate să reziste la mișcarea seismică prin utilizarea tehnologiilor de amortizare seismică. Acestea au rolul de a absorbi și mai apoi disipa energia indusă în structură de către hazardul seismic. Scopul folosirii acestora este dat de nevoia de a îmbunătăți comportarea structurii din punct de vedere al ductilității sau pentru a prelua în totalitate încărcările de ordin seismic¹.

2.1.1 Cerințe pentru soluții și tehnologii de protecție seismică

În cazul în care se dorește adăugarea unor elemente suplimentare cu caracter disipativ (de tipul tehnologiilor speciale de amortizare seismică activă sau semi-activă) ecuația de echilibru dinamic devine:

$$M_{\ddot{q}}(t) + C_{\dot{q}}(t) + Q_r(q(t)) = -M_{\ddot{q}_s}(t) + D_u(t) \quad (2.1.1-1)$$

unde:

D reprezintă matricea locațiilor de aplicare ale forțelor de control seismic $u(t)$

2.1.3 Soluții tehnice actuale

Trebuie remarcat că la nivelul contribuțiilor științifice actuale nu există o delimitare sau clasificare clară a tehnologiilor speciale de amortizare seismică, atât pentru construcțiile civile cât și pentru lucrările de artă. Ca atare, clasificările actuale depind preponderent de tipologia

¹ Adrian Haiducu, Dan Crețu, *Sisteme moderne pentru atenuarea efectului acțiunii seismice*, București, UTCB, 2009, 26 pag., disponibil la <http://cfdp.utcb.ro/catedre/rezistenta/Articole/haiducudis0609.pdf>.

amortizorilor proiectați de către diverse companii de profil.

Capitolul al doilea prezintă tipurile de dispozitive antiseismice utilizate la izolarea seismică a structurilor. Sunt detaliate modurile de alcătuire, principiile de funcționare, comportamentul acestora, dar și relațiile de calcul ale principalelor caracteristici necesare pentru modelarea lor. Sunt prezentate atât tipurile de izolatori consacrate, care au fost utilizate cu succes în practică, cât și noi mecanisme de izolare propuse de cercetătorii în acest domeniu. Autorul prezintă avantajele și dezavantajele acestor dispozitive, precum și domeniile lor de aplicabilitate.

În general, acest capitol prezintă o gama variată de concluzii și de rezultate, atât la nivel numeric – prin calcul (cu ajutorul programelor FRP Analysis, SeismoStruct, AmQuake) cât și teoretic – tehnologic, pe baza specificațiilor tehnice privind comportarea sistemelor destinate amortizării prin sisteme antivibratorii și antiseismice a structurilor civile.

În cadrul acestui capitol a fost analizată și studiată posibilitatea utilizării, ca soluție alternativă la metodele convenționale de izolare și conformare seismică, tehnologiilor speciale de amortizare și disipare a energiei seismice în construcțiile civile. De asemenea, în urma studierii bibliografiei aferente, s-au formulat o serie de concluzii parțiale corespunzătoare fiecărei etape de studiu specifice problematicii tehnologiilor speciale de amortizare și disipare seismică.

Din analiza comparativă a rezultatelor obținute, se desprind următoarele:

1. Evaluarea corectă a acțiunii seismice asupra unei structuri trebuie să țină seama de următorii factori: tipul de seism și intensitatea acestuia (rapid-lent, magnitudine), tipul de sol al amplasamentului, caracteristicile structurale (tipul de structură, materiale folosite, sistem structural). A ține seama doar de valoarea de vârf a accelerației terenului fără a lua în considerare tipul de seism posibil nu este suficientă.
2. În evaluarea mecanismului de formare a articulațiilor plastice – în vederea procesului de retrofitare seismică, este necesar a se lua în considerare toate caracteristicile elementelor structurale ce urmează a fi reabilitate (armare, procent de armare, tip de armare) și nu doar caracteristicile secțiunii sau rigiditățile acesteia;
3. Tehnologiile ce folosesc principiul de izolare a bazei structurilor s-au dovedit cele mai eficiente și viabile pentru tipurile de structuri avute în vedere. Se remarcă, astfel, o serie de exigențe de conformare antiseismică, precum: perioada proprie de vibrație a sistemului de izolare trebuie aleasă astfel încât să depășească perioadele de vibrații induse de mișcarea seismică cea mai probabilă; la structurile cu baza izolată trebuie să se asigure un

coeficient din amortizare de cel puțin 10% pentru obținerea unui randament al amortizării cât mai adecvat; prin comparație cu sistemele TMD, în cazul izolării bazei, structurile amortizate au o comportare relativ constantă pe parcursul solicitării seismice;

4. Gradul de reducere al acțiunii seismice depinde totalmente de sistemul structural amortizat, de tipul izolării seismice și de mișcarea seismică preconizată a fi amortizată de sistemele disipative;
5. Montarea unor sisteme de amortizare și disipare înainte de darea în folosință a clădirilor reabiliteate convențional ar fi prevenit avariile structurale în cazul unor cutremure de peste 7.2 grade pe scara Richter;
6. Deși reabilitarea clasică este una eficientă, *am scos* în evidență că există un comportament structural net îmbunătățit în cazul utilizării unor tehnologii neconvenționale;
7. În cazul sistemului neconvenționale propuse, nu sunt de așteptat avarii structurale ce pot afecta stabilitatea generală pentru evenimente seismice de până la 7.8 grade pe scara Richter cu o accelerație de vârf a solului de până la 0.6g.
8. Gradul de îmbunătățire a comportamentului dinamic pentru tehnologiile disipative (față de tehnologiile de reabilitare clasice) este de 25%;
9. Creșterea amortizării generale nu ajută la micșorarea amplitudinilor seismice maxime, ci doar la o atenuare mai rapidă a mișcării, în anumite limite ale amortizării;
10. Există o serie de situații în care tehnologiile de amortizare seismică își dovedesc limitările:
11. În anumite situații (supra-amortizare), s-a constatat că sistemele cu baza izolată au un răspuns dinamic de amortizare mult mai slab decât în cazul sistemelor fără tehnologie disipativă montată;
12. În cazul sistemelor cu pistoane hidraulice, intrarea în serviciu a acestora se face doar după ce mișcarea seismică a înregistrat amplitudinea maximă;
13. În cazul pistoanelor cu lichid vâcos, sunt necesare forțe de revenire pentru aducerea sistemului disipativ în starea inițială;

În ansamblu, strict din punctul de vedere al controlului structural, s-a arătat că fiecare dintre tehnologiile enumerate prezintă o serie de limitări specifice în ceea ce privește montajul sau utilizarea în condiții optime a sistemelor în cauză. **Necunoașterea** acestora sau **exploatarea**

defectuoasă pot conduce la **reale dezastre – colaps progresiv sau generalizat**, deoarece mare parte dintre aceste sisteme exercită forțe de control structural ce pot fi mult mai dăunătoare decât înseși hazardele seismice, în cazurile nefericite.

Din punct de vedere teoretic, se constată că la nivelul contribuțiilor științifice actuale nu există o delimitare sau clasificare clară a tehnologiilor neconvenționale de amortizare seismică, atât pentru construcțiile civile cât și pentru lucrările de artă. Ca atare, clasificările actuale sunt realizate uneori empiric și depind preponderent de clasificarea variată pe care o dau diverse companii dezvoltatoare de tehnologii speciale de disipare și amortizare seismică.

CAPITOLUL III

STUDIU COMPARATIV LA CLĂDIRILE CU PEREȚI DE BETON ARMAT FOLOSIND PRINCIPIUL IZOLĂRII BAZEI IN PROIECTAREA SEISMICĂ DIN ROMÂNIA

1.1.1.1 Conceptul izolării bazei

Principiul fundamental al izolării bazei este acela de a modifica răspunsul clădirii astfel încât terenul să se miște sub clădire fără a transmite mișcarea acesteia. Sistemul ideal ar consta într-o separație totală, dar, în realitate, este necesar să existe câteva zone de contact între structură și teren.

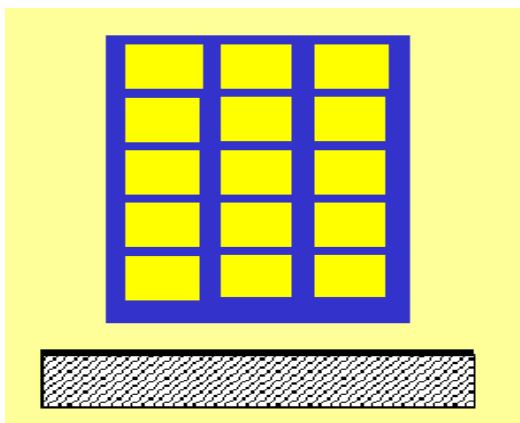


Figura 3.1.2.1-1 "Sistemul ideal al izolării bazei"

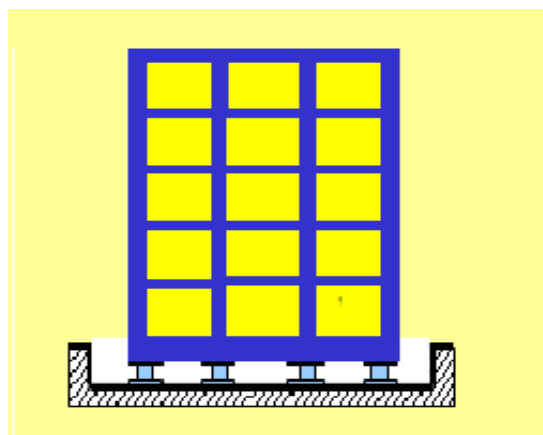


Figura 3.1.2.1-2 "Sistemul real al izolării bazei"

Capitolul al treilea prezintă un studiu comparativ la clădirile cu pereți de beton armat folosind principiul izolării bazei în proiectarea seismică din România. Pentru prezentul studiu s-au analizat 9 modele de structuri, comparându-se *proiectarea tradițională a structurilor* (luând în considerare modelarea interacțiunii teren-structură) cu *proiectarea clădirilor izolate seismic* (luând în considerare izolarea bazei).

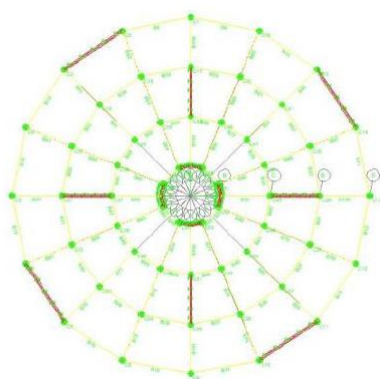


Figura 3.2.1-1
"Plan clădire circulară"

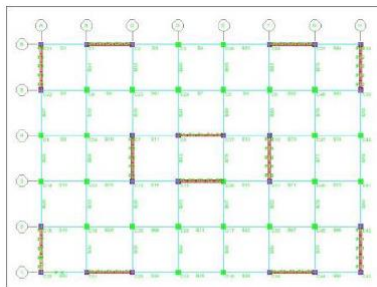


Figura 3.2.1-2
"Plan clădire dreptunghiulară"

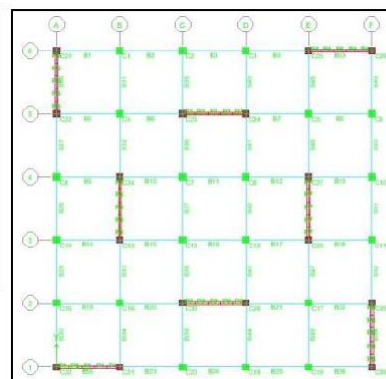


Figura 3.2.1-3
"Plan clădire
dreptunghiulară"

3.2.2.1 Modelarea izolatoarelor

Pentru modelarea sistemului de izolare a bazei, în ambele variante, s-a considerat structura așezată pe un radier din beton armat. Sistemul de izolare este realizat dintr-un număr de izolatori stabiliți pentru fiecare clădire în parte. S-au folosit două tipuri de izolatori, anume izolatori cu amortizare ridicată (HDRB - High Damping Rubber Bearing) și LRB (Lead Rubber Bearings) înlocuiți pentru modelare cu elemente de tip „link”, pentru calcul considerându-se un coeficient de amortizare $\nu = 16\%$ respectiv $\nu = 28\%$ din amortizarea critică

3.3 Prezentarea conținutului analizelor efectuate în lucrare și rezultatele obținute

3.3.1 Rezultate obținute la clădirile neizolate

În urma predimensionării s-au obținut următoarele rezultate:

- grosimea plăcii este de $H_{pl}=13\text{cm}$ pentru toate clădirile analizate
- secțiunea grinzilor este de $25 \times 50\text{ cm}$ pentru clădirile dreptunghiulare și patrate
- la clădirile circulare s-au ales 3 secțiuni: $25 \times 65\text{cm}$, $25 \times 50\text{cm}$ și $25 \times 30\text{cm}$

- secțiunile stâlpilor și pereților sunt prezentate în următorul tabel

	Circulara			Dreptunghiulara			Patrata		
Secțiuni	S+P+4E	S+P+9E	S+P+14E	S+P+4E	S+P+9E	S+P+14E	S+P+4E	S+P+9E	S+P+14E
Pereti	15cm	25cm	30cm	15cm	25cm	30cm	15cm	25cm	30cm
Stalpi	35x35cm	50x50cm	60x60cm	35x35cm	50x50cm	60x60cm	35x35cm	50x50cm	60x60cm

Tabel 3.3.1-1 "Secțiuni elemente"

3.3.2 Rezultate obținute la clădirile izolate

În urma calculelor de predimensionare s-au ales următoarele tipuri de izolatori pentru cladirile analizate.

• Izolatori de tip HDRB

Nr. Etaje	Circulara			Dreptunghiulara			Patrata		
S+P+4E	Tip izolator	PmaxSLU	22050	Tip izolator	PmaxSLU	20150	Tip izolator	PmaxSLU	18900
	HDH800x128	PmaxSeism	19500	HDH750x135	PmaxSeism	14700	HDH750x165	PmaxSeism	10900
	Nr. Izolatori	Kr	5.5	Nr. Izolatori	Kr	4.58	Nr. Izolatori	Kr	3.75
	4	ξ	16	4	ξ	16	4	ξ	16
		Smax [mm]	260		Smax [mm]	270		Smax [mm]	330
S+P+9E	Tip izolator	PmaxSLU	36050	Tip izolator	PmaxSLU	22050	Tip izolator	PmaxSLU	20650
	HDH1000x180	PmaxSeism	26600	HDH800x128	PmaxSeism	19800	HDH750x150	PmaxSeism	12450
	Nr. Izolatori	Kr	6.11	Nr. Izolatori	Kr	5.5	Nr. Izolatori	Kr	4.12
	8	ξ	16	8	ξ	16	8	ξ	16
		Smax [mm]	360		Smax [mm]	260		Smax [mm]	300
S+P+14E	Tip izolator	PmaxSLU	47600	Tip izolator	PmaxSLU	40050	Tip izolator	PmaxSLU	28000
	HDH1200x168	PmaxSeism	47600	HDH1100x154	PmaxSeism	40050	HDH900x144	PmaxSeism	25200
	Nr. Izolatori	Kr	9.42	Nr. Izolatori	Kr	8.64	Nr. Izolatori	Kr	6.19
	8	ξ	16	8	ξ	16	8	ξ	16
		Smax [mm]	340		Smax [mm]	310		Smax [mm]	290

Tabel 3.3.2-1 "Tipuri de izolatori HDRB"

• Izolatori de tip LRB

Nr. Etaje	Circulara			Dreptunghiulara			Patrata		
S+P+4E	Tip izolator	PmaxSLU	14800	Tip izolator	PmaxSLU	2000	Tip izolator	PmaxSLU	9650
	LRN900x162	PmaxSeism	10800	LRS450x96	PmaxSeism	1150	LRS1000x180	PmaxSeism	7100
	Nr. Izolatori	Kr	5.23	Nr. Izolatori	Kr	0.89	Nr. Izolatori	Kr	240
	8	ξ	28	48	ξ	28	8	ξ	28
		Smax [mm]	330		Smax [mm]	200		Smax [mm]	360
S+P+9E	Tip izolator	PmaxSLU	36250	Tip izolator	PmaxSLU	5350	Tip izolator	PmaxSLU	18900
	LRN1400x252	PmaxSeism	26750	LRS750x135	PmaxSeism	3900	LRN1000x200	PmaxSeism	11600
	Nr. Izolatori	Kr	8.16	Nr. Izolatori	Kr	1.8	Nr. Izolatori	Kr	5.23
	8	ξ	28	48	ξ	28	8	ξ	28
		Smax [mm]	510		Smax [mm]	270		Smax [mm]	400
S+P+14E	Tip izolator	PmaxSLU	26450	Tip izolator	PmaxSLU	7500	Tip izolator	PmaxSLU	25550
	LRN1200x116	PmaxSeism	19450	LRS900x144	PmaxSeism	6750	LRN1200x192	PmaxSeism	25550
	Nr. Izolatori	Kr	6.99	Nr. Izolatori	Kr	2.4	Nr. Izolatori	Kr	7.87
	12	ξ	28	48	ξ	28	8	ξ	28
		Smax [mm]	440		Smax [mm]	290		Smax [mm]	390

Tabel 3.3.2-2 "Tipuri de izolatori LRB"

- S-au obținut următoarele deplasări laterale la bază

	HDRB			LRB		
	x	y	Dmax_HDRB	x	y	Dmax_LRB
S+P+4E_c	0.2567	0.2428	0.26	0.2092	0.1941	0.33
S+P+4E_d	0.2411	0.2411	0.27	0.1913	0.1914	0.2
S+P+4E_p	0.2418	0.2418	0.33	0.1919	0.1919	0.36

Tabel 3.3.2-3 "Tabel deplasări laterale la bază"

- S-au obținut următoarele eforturi în elementele structurale:

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	642.895	217.906	252.43	1281.713	680.11	1087.778	608.648	266.873	294.97
E3	1669.5	890.329	1206.407	3438.277	2254.427	3589.311	1720.798	1015.046	1095.384
E2	2962.693	1938.017	2832.863	6188.765	4707.779	7461.123	3209.613	2298.216	2435.44
E1	4573.064	3207.521	5205.792	9364.081	7859.779	12374.42	5032.192	4175.411	4281.551
P	6518.477	4378.952	8677.503	12765.28	11331.96	17618.74	7105.622	6779.988	6485.193

Tabel 3.3.2-4 " Momente maxime în pereții clădirilor S+P+4E"

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	261.92	112.78	149.64	471.81	265.64	422.92	162.75	45.94	149.64
E3	439	272.19	396.66	796.63	575.87	912.95	347.55	210.93	396.66
E2	551.5	395.16	618.39	1019.21	866.21	1365.77	488.9	389.92	618.39
E1	662.46	462.22	858.1	1173.9	1092.2	1702.34	609.51	587.15	858.1
P	748.63	414.52	1202.81	1229.37	1184.22	1789.92	682.43	824.87	1202.81

Tabel 3.3.2-5 " Forțe tăietoare maxime în pereții clădirilor S+P+4E"

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	-536.65	-536.65	-536.65	-427.49	-430.33	-425.72	-284.32	-287.61	-286.91
E3	-1027.69	-1027.69	-1027.69	-838.64	-845.8	-833.78	-558.64	-566.12	-564.3
E2	-1511.25	-1511.23	-1511.23	-1243.76	-1254.4	-1235.01	-829.36	-840.48	-837.55
E1	-1986.01	-1986.08	-1986.08	-1644.08	-1656.89	-1630.64	-1097.67	-1111.62	-1107.64
P	-2447.85	-2447.55	-2447.55	-2036.53	-2049.16	-2017.99	-1362.52	-1378	-1372.65

Tabel 3.3.2-6 " Forțe axiale maxime în pereții clădirilor S+P+4E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	910.957	780.605	1214.427	983.244	733.173	822.641	987.515	890.81	899.654
E8	1247.835	647.019	1010.928	2030.905	594.032	666.667	1283.737	881.693	888.849
E7	1991.456	646.256	991.612	3911.67	473.368	531.811	1987.953	331.63	331.436
E6	3227.297	1022.773	1523.491	6773.159	2592.802	2907.485	3302.395	1006.529	1019.203
E5	4900.981	2548.431	3812.149	10583.13	5803.468	6503.1	5096.286	2653.887	2683.915
E4	6976.785	4576.993	6839.032	15285.84	10126.39	11341.83	7331.978	4852.904	4905.249
E3	9460.469	7165.017	10727.13	20804.09	15518.45	17376.12	10028.56	7661.773	7741.685
E2	12372.76	10391.52	15749.47	27006.91	21779.46	24385.25	13215.88	11188.81	11302.38
E1	15799.13	14412.76	22667.44	33711.18	28489.52	31906.25	16977.84	15780.16	15936.81
P	19585.9	19802.24	33232.69	40567.08	34871.34	39092.34	21178.25	22255.15	22472.19

Tabel 3.3.2-7 " Momente maxime în pereții clădirilor S+P+9E"

SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	194.77	111.44	173.15	290.27	116.14	129.32	197.57	142.35	143.64
E8	464.25	216.13	335.06	653.72	208.37	234.08	472.6	225.41	227.89
E7	634.46	377.81	581.87	1002.46	527.59	591.8	666.81	401.52	405.93
E6	774.51	531.57	812.27	1337.22	876.65	982.56	817.3	570.12	576.25
E5	895.34	687.61	1041.84	1648.83	1240.16	1389.11	948.4	742.56	750.34
E4	1007.8	851.07	1281.75	1933.29	1606.88	1798.96	1076.72	922.34	931.72
E3	1116.64	1026.89	1553	2179.9	1952.85	2185.8	1203.46	1114.56	1125.55
E2	1222.52	1220.5	1902.54	2367.71	2223.57	2489.53	1324.8	1333.62	1346.43
E1	1347.71	1455.32	2490.04	2477.57	2343.33	2626.59	1460.42	1656.55	1672.16
P	1396.62	1868.22	3639.66	2449.58	2194.91	2471.31	1532.27	2237.99	2258.9

Tabel 3.3.2-8 " Forțe tăietoare maxime în pereții clădirilor S+P+9E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	-621.83	-621.81	-621.81	-501.03	-517.04	-511.18	-633.92	-634.39	-634.37
E8	-1196.42	-1196.38	-1196.38	-969.91	-1007.47	-993.91	-1220.57	-1221.46	-1221.43
E7	-1767.67	-1767.61	-1767.61	-1432.94	-1492.07	-1470.67	-1804.27	-1805.54	-1805.49
E6	-2335.37	-2335.29	-2335.29	-1892.51	-1972.48	-1943.11	-2383.85	-2385.46	-2385.41
E5	-2898.06	-2897.96	-2897.96	-2348.95	-2448.08	-2410.71	-2957.81	-2959.71	-2959.64
E4	-3454.58	-3454.46	-3454.46	-2803.74	-2919.37	-2874.17	-3524.71	-3526.84	-3526.76
E3	-4003.63	-4003.5	-4003.5	-3258.66	-3387.28	-3334.69	-4083.02	-4085.33	-4085.24
E2	-4543.88	-4543.72	-4543.72	-3715.89	-3853.29	-3794.08	-4631.16	-4633.6	-4633.51
E1	-5074.03	-5073.89	-5073.89	-4178.08	-4320.37	-4255.73	-5167.33	-5169.77	-5169.67
P	-5592.24	-5592.14	-5592.15	-4646.28	-4787.78	-4719.72	-5690.25	-5693.91	-5693.81

Tabel 3.3.2-9 " Forțe axiale maxime în pereții clădirilor S+P+9E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	2415.263	2036.086	2677.733	2852.705	2399.668	2151.141	2534.532	2071.147	2091.418
E13	2996.79	2622.627	3440.517	4668.414	4054.142	3631.338	3276.733	2844.378	2869.429
E12	3061.522	2666.389	3485.517	5520.025	4818.178	4312.055	3336.684	3042.594	3065.778
E11	2974.29	2294.683	2983.003	5678.265	4594.53	4107.425	3024.186	2793.101	2809.626
E10	3140.67	1509.017	1938.713	5928.97	3362.577	2999.992	2711.289	2096.914	2102.435
E9	3980.779	340.714	409.679	7428.605	1161.476	1026.431	3199.497	947.383	938.395
E8	5582.972	1441.198	1930.501	10667.05	2456.347	2232.195	4878.081	1084.39	1112.863
E7	7831.007	3618.254	4751.221	15396.04	6868.098	6182.842	7409.548	3304.779	3356.702
E6	10619.28	6331.722	8231.747	21346.37	12478.99	11199.75	10547.72	6106.699	6185.118
E5	13891.32	9618.808	12407.52	28374.7	19359.35	17344.1	14193.34	9512.188	9620.426
E4	17632.01	13535.85	17357.73	36398.81	27562.61	24665.8	18312.33	13569.56	13710.88
E3	21854.94	18161.54	23250.07	45335.05	37031.63	33127.98	22917.1	18358.06	18535.85
E2	26623.9	23595.99	30454.2	55050.51	47451.32	42486.15	28090.93	24049.45	24267.8
E1	32100.17	30172.09	40153.53	65358	58171.79	52227.38	34027.35	31322.97	31590
P	37882.26	38793.35	54374.47	75838.89	68060.87	61399.81	40354.65	41186.87	41518.68

Tabel 3.3.2-10 " Momente maxime în pereții clădirilor S+P+14E"

SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
Etaj	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	469.67	402.74	528.81	646.75	550.85	491.78	498.19	420.3	424.24
E13	395.01	111.44	150.34	472.51	249.94	221.03	339.93	81.88	83.41
E12	622.04	299.85	399.45	649.02	51.35	47.45	582.88	275.88	279.71
E11	793.96	449.51	596.63	989.33	383.86	346.36	766.98	429.16	434.7
E10	949.97	598.75	791.99	1360.44	732.95	658.94	944.13	585.95	593.04
E9	1093.45	752.96	991.99	1717.01	1084.97	973.91	1117.53	751.09	759.63
E8	1229.86	913.5	1197.38	2051.01	1443.68	1294.32	1280.85	924.38	934.26
E7	1359.51	1080.21	1406.68	2365.18	1816.21	1626.48	1430.67	1104.45	1115.55
E6	1479.67	1252.99	1618.75	2663.6	2209.21	1976.07	1566.67	1289.9	1302.1
E5	1592.62	1432.91	1835.75	2948.42	2623.91	2344.33	1689.99	1480.4	1493.55
E4	1700.95	1623.2	2068.42	3215.89	3047.91	2721.62	1804.49	1678.53	1692.52
E3	1807.12	1829.3	2343.85	3453.16	3441.57	3076.53	1918.56	1892.32	1907.11
E2	1926.28	2056.29	2726.77	3636.73	3716.36	3337.58	2049.91	2150.43	2166.15
E1	2086.17	2379.15	3485.79	3742.5	3757.73	3412.85	2228.01	2619.8	2637.66
P	2087.6	2987.72	4897.56	3690.46	3408.89	3156.91	2258.96	3408.46	3431.02

Tabel 3.3.2-11 "Forțe tăietoare maxime în pereții clădirilor S+P+14E"

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
Etaj	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	-675.86	-675.83	-675.83	-767.86	-735.27	-724.95	-684.14	-685.85	-685.8
E13	-1303.57	-1303.52	-1303.52	-1574.26	-1498.55	-1474.57	-1321.86	-1325.15	-1325.05
E12	-1929.3	-1929.22	-1929.22	-2378.25	-2258.91	-2221	-1957.91	-1962.69	-1962.54
E11	-2553.09	-2552.98	-2552.98	-3183.73	-3020.5	-2968.29	-2591.88	-2598.1	-2597.91
E10	-3174.08	-3173.95	-3173.95	-3988.65	-3781.94	-3715.05	-3222.9	-3230.49	-3230.26
E9	-3791.66	-3791.51	-3791.51	-4790.57	-4541.69	-4459.8	-3850.24	-3859.12	-3858.85
E8	-4405.14	-4404.95	-4404.95	-5586.5	-5297.71	-5200.61	-4473.14	-4483.2	-4482.89
E7	-5013.79	-5013.58	-5013.58	-6372.98	-6047.43	-5935.09	-5090.8	-5101.93	-5101.58
E6	-5616.89	-5616.65	-5616.65	-7146.02	-6787.75	-6660.36	-5702.39	-5714.47	-5714.08
E5	-6213.68	-6213.4	-6213.4	-7901.19	-7514.99	-7373.05	-6307.06	-6319.92	-6319.51
E4	-6803.35	-6803.05	-6803.05	-8633.61	-8224.91	-8069.21	-6903.88	-6917.38	-6916.94
E3	-7385.09	-7384.75	-7384.75	-9337.9	-8912.6	-8744.35	-7491.87	-7505.87	-7505.41
E2	-7957.99	-7957.62	-7957.62	-10008.2	-9572.45	-9393.32	-8069.99	-8084.35	-8083.87
E1	-8521.21	-8520.84	-8520.84	-10638	-10197.3	-10009.5	-8637.12	-8651.61	-8651.12
P	-9073.39	-9073.2	-9073.2	-11221.1	-10780.4	-10588.6	-9192.08	-9208.27	-9207.77

Tabel 3.3.2-12 "Forțe axiale maxime în pereții clădirilor S+P+14E"

• Eforturi stâlpi

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
Etaj	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	37.309	33.515	39.515	36.563	32.216	38.088	34.229	31.548	31.778
E3	31.196	27.652	33.503	33.074	29.141	34.871	29.15	26.59	26.799
E2	30.618	27.201	33.322	33.056	29.518	35.104	28.828	26.428	26.688
E1	29.533	28.776	34.077	33.639	32.47	37.572	28.255	28.746	28.698
P	15.339	8.811	5.532	14.812	8.324	7.094	15.094	4.449	7.81

Tabel 3.3.2-13 "Momente maxime în stâlpii clădirilor S+P+4E"

SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	28.59	25.82	30.26	26.34	23.23	27.34	25.92	24	24.17
E3	20.26	17.99	21.86	21.76	19.18	23	19.01	17.39	17.53
E2	20.35	18.27	22.25	21.95	19.7	23.42	19.09	17.71	17.88
E1	18.94	18.27	21.62	21.79	20.9	24.21	18.03	18.13	18.17
P	11.43	4.65	5.97	12.36	5.79	6.31	11.05	4.23	4.67

Tabel 3.3.2-14 "Forțe tăietoare maxime în stâlpii clădirilor S+P+4E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	-139.58	-141.04	-138.57	-191.1	-188.42	-193.34	-137.86	-139.64	-139.51
E3	-294.54	-298.35	-291.82	-411.68	-404.66	-415.93	-287.55	-292.06	-291.74
E2	-449.57	-455.37	-444.9	-631.78	-620.87	-638.3	-438.79	-445.54	-445.06
E1	-606.36	-613.52	-599.58	-851.35	-837.55	-860.46	-592.93	-601	-600.44
P	-765.24	-773.04	-756.44	-1067.84	-1051.47	-1078.02	-751.94	-761.05	-760.63

Tabel 3.3.2-15 "Forțe axiale maxime în stâlpii clădirilor S+P+4E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	115.782	116.838	127.915	147.529	116.838	127.915	117.353	97.881	98.723
E8	103.181	106.979	117.925	136.951	106.979	117.925	104.541	86.657	87.421
E7	106.245	109.45	120.651	139.593	109.45	120.651	109.426	91.201	92.011
E6	105.57	109.768	121.245	138.867	109.768	121.245	109.441	92.276	93.104
E5	102.824	108.361	119.896	135.05	108.361	119.896	107.523	92.342	93.178
E4	97.012	104.069	115.395	127.187	104.069	115.395	102.29	89.923	90.742
E3	87.598	95.762	106.512	114.58	95.762	106.512	93.312	84.419	85.191
E2	74.127	84.952	94.901	96.543	84.952	94.901	79.661	74.371	75.056
E1	54.177	49.681	55.393	70.441	49.681	55.393	60.153	59.876	60.421
P	42.708	0	0	57.101	0	0	47.237	0	0

Tabel 3.3.2-16 "Momente maxime în stâlpii clădirilor S+P+9E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	90.72	75.31	108.61	113.73	90.08	98.58	92.51	77.2	77.86
E8	67.73	55.96	81.39	90.63	70.72	78.08	68.4	56.77	57.27
E7	71.44	59.52	86.7	93.63	73.7	81.25	73.58	61.66	62.21
E6	70.26	59.28	86.82	92.46	73.56	81.25	72.61	61.71	62.27
E5	67.81	58.29	85.76	89.19	72.21	79.86	70.63	61.28	61.83
E4	63.12	55.52	82.06	83.04	68.71	76.1	66.2	58.89	59.42
E3	55.88	50.52	75	73.57	62.37	69.22	59.1	54.19	54.68
E2	45.73	42.65	63.71	60.29	53.43	59.44	48.75	46.25	46.67
E1	31.59	31.38	46.17	42.07	32.28	35.81	34.59	34.92	35.23
P	19.56	4.47	8.01	27.33	15.77	17.88	21.45	5.96	6.01

Tabel 3.3.2-17 "Forțe tăietoare maxime în stâlpii clădirilor S+P+9E"

SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	-134.18	-137.96	-130.33	-167.77	-160.25	-143.2	-193.18	-194.56	-194.47
E8	-289.5	-295.91	-282.99	-358.97	-340.12	-300.02	-355.05	-357.32	-357.18
E7	-443.2	-452.44	-433.44	-550.63	-520.16	-456.7	-519.6	-522.84	-522.63
E6	-596.99	-608.87	-583.49	-743.68	-700.73	-612.91	-686.77	-690.94	-690.66
E5	-751.18	-765.39	-733.33	-938.98	-882.82	-770.1	-857.81	-862.83	-862.48
E4	-906.46	-922.54	-883.71	-1137.51	-1067.69	-930.09	-1033.71	-1039.48	-1039.07
E3	-1063.66	-1081.05	-1035.68	-1340.34	-1256.95	-1095.35	-1215.57	-1221.94	-1221.47
E2	-1223.76	-1241.87	-1190.61	-1548.68	-1452.54	-1268.97	-1404.55	-1411.34	-1410.82
E1	-1387.94	-1406.39	-1350.49	-1763.96	-1657.15	-1455.37	-1601.73	-1608.67	-1608.11
P	-1557.47	-1575.12	-1516.41	-1987.37	-1872.53	-1657.27	-1809.44	-1816.14	-1815.56

Tabel 3.3.2-18 "Forțe axiale maxime în stâlpii clădirilor S+P+9E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	232.969	188.833	238.846	293.34	230.443	214.253	231.541	181.814	183.439
E13	142.843	105.648	147.17	269.195	210.712	195.458	151.147	109.55	110.896
E12	148.515	109.983	153.047	276.533	216.356	200.661	158.359	114.907	116.314
E11	154.431	115.402	159.892	281.032	220.346	204.165	164.842	120.603	122.056
E10	160.217	121.374	167.446	284.496	224.242	207.57	171.666	127.221	128.724
E9	165.081	127.309	174.85	285.593	226.969	209.861	177.526	133.8	135.343
E8	168.38	132.612	181.335	283.551	227.82	210.415	181.759	139.77	141.339
E7	169.523	136.687	186.111	277.588	226.024	208.529	183.657	144.476	146.051
E6	167.96	138.914	188.362	266.983	220.794	203.477	182.57	147.243	148.799
E5	163.161	138.643	187.227	251.022	211.26	194.468	177.88	147.355	148.862
E4	154.612	135.151	181.774	228.989	196.546	180.681	169.021	143.992	145.412
E3	141.766	127.801	171.089	200.176	175.15	160.879	155.33	136.754	138.051
E2	124.272	116.44	155.863	163.825	150.285	137.065	136.586	123.048	124.167
E1	96.048	92.637	116.761	116.701	88.228	84.678	105.496	105.784	106.713
P	103.217	7.81	17.281	85.549	0	0	115.955	2.262	2.246

Tabel 3.3.2-19 "Momente maxime în stâlpii clădirilor S+P+14E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	128.8	95.09	94.27	226.05	177.5	165.06	136.94	99.04	100.28
E13	95.48	70.96	70.37	177.78	139.18	129.03	101.11	73.61	74.51
E12	101.87	76.02	75.39	186.14	145.86	135.27	108.81	79.5	80.46
E11	105.37	79.69	79.04	188.68	148.35	137.43	112.4	83.14	84.13
E10	108.41	83.37	82.68	190.65	150.87	139.63	116.08	87.22	88.24
E9	110.46	86.66	85.95	190.81	152.4	140.91	118.6	90.84	91.88
E8	111.11	89.17	88.43	188.71	152.52	140.88	119.66	93.68	94.72
E7	110	90.47	89.72	183.84	150.7	139.06	118.78	95.26	96.28
E6	106.77	90.13	89.37	175.72	146.4	134.96	115.54	95.11	96.1
E5	101.05	87.69	86.93	163.88	139.02	128.04	109.56	92.72	93.65
E4	92.51	82.62	81.88	147.83	127.95	117.72	100.44	87.52	88.37
E3	80.75	74.43	73.7	127.09	112.26	103.21	87.76	79.08	79.82
E2	65.46	62.68	62.22	101.12	92.89	85	71.26	65.94	66.54
E1	44.29	43.72	41.34	68.53	55.07	52.33	48.11	49.37	49.8
P	35.44	2.02	4.29	40.2	23.41	18.99	39.68	4.2	4.1

Tabel 3.3.2-20 "Forțe taietoare maxime în stâlpii clădirilor S+P+14E"

SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
Etaj	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	-134.71	-139.97	-140.09	-171.01	-223.18	-216.49	-129.14	-131.86	-109.3
E13	-291.52	-300.43	-300.63	-370.34	-474.05	-459.81	-279.4	-284.33	-261.77
E12	-446.12	-459.09	-459.38	-572.26	-728.3	-706.26	-428.94	-436.47	-413.9
E11	-599.96	-617.02	-617.41	-776.04	-987.96	-957.66	-579.35	-589.39	-566.82
E10	-752.98	-774.1	-774.6	-982.31	-1253.59	-1214.54	-730.89	-743.14	-720.56
E9	-905.42	-930.44	-931.07	-1191.41	-1525.51	-1477.25	-883.98	-897.92	-875.35
E8	-1057.61	-1086.26	-1087.03	-1403.57	-1803.59	-1745.7	-1038.99	-1054	-1031.42
E7	-1210.03	-1241.89	-1242.81	-1618.91	-2087.26	-2019.43	-1196.29	-1211.65	-1189.07
E6	-1363.23	-1397.8	-1398.88	-1837.42	-2375.49	-2297.6	-1356.15	-1371.22	-1348.64
E5	-1517.91	-1554.59	-1555.85	-2059.03	-2666.78	-2578.89	-1518.8	-1533.08	-1510.5
E4	-1674.87	-1713.02	-1714.47	-2283.53	-2959.08	-2861.55	-1684.42	-1697.64	-1675.06
E3	-1835.03	-1874.02	-1875.69	-2510.65	-3249.74	-3143.28	-1853.23	-1865.37	-1842.8
E2	-1999.47	-2038.72	-2040.64	-2740.02	-3535.44	-3421.16	-2025.54	-2036.77	-2014.2
E1	-2169.37	-2208.58	-2210.72	-2971.3	-3811.78	-3691.4	-2201.74	-2212.52	-2189.95
P	-2346.42	-2384.6	-2387.09	-3203.42	-4074.29	-3949.37	-2382.57	-2392.1	-2369.54

Tabel 3.3.2-21 "Forțe axiale maxime în stâlpii clădirilor S+P+14E"

• Eforturi grinzi:

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
Etaj	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	49.939	49.94	49.94	101.545	101.548	101.548	46.655	46.656	46.656
E3	46.835	46.836	46.836	101.518	101.518	101.518	44.334	44.337	44.337
E2	46.14	46.134	46.134	102.553	102.569	102.569	44.045	44.038	44.038
E1	46.097	46.138	46.138	102.467	102.37	102.37	44.601	44.644	44.644
P	45.489	45.306	45.306	104.313	105.016	105.016	44.832	44.644	44.644

Tabel 3.3.2-22 "Momente pozitive maxime în grinzile clădirilor S+P+4E"

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
Etaj	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	-101.866	-101.865	-101.865	-108.716	-108.703	-109.924	-111.236	-111.229	-111.229
E3	-98.077	-98.079	-98.079	-147.199	-147.189	-146.944	-101.312	-101.3	-101.3
E2	-92.599	-92.593	-92.593	-140.571	-140.539	-140.891	-97.049	-97.051	-97.051
E1	-85.795	-85.859	-85.859	-132.394	-132.512	-129.614	-89.393	-89.288	-89.288
P	-76.223	-76.027	-76.027	-119.315	-118.436	-106.37	-80.438	-80.59	-80.59

Tabel 3.3.2-23 "Momente negative maxime în grinzile clădirilor S+P+4E"

	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
Etaj	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E4	96.95	96.95	96.95	104.7	104.7	79.55	99.57	99.57	99.57
E3	91	91.01	91.01	126.54	126.53	98.53	91.32	91.32	91.32
E2	88.35	88.34	88.34	124.86	124.86	96.99	89.36	89.36	89.36
E1	85.4	85.45	85.45	122.38	122.39	93.83	86.31	86.28	86.28
P	81.03	80.86	80.86	119.02	118.96	87.87	82.56	82.54	82.54

Tabel 3.3.2-24 "Forțe tăietoare maxime în grinzile clădirilor S+P+4E"

SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	73.675	96.95	88.069	87.129	75.315	78.25	74.608	57.637	55.134
E8	95.356	78.937	114.287	113.942	95.37	99.193	107.197	85.925	80.333
E7	93.807	77.876	113.382	112.327	94.501	98.321	105.366	84.658	79.927
E6	93.087	77.917	114.316	111.577	94.548	98.469	105.012	85.358	80.843
E5	89.552	75.97	112.549	107.963	93.167	97.116	100.928	83.457	79.354
E4	83.191	71.855	107.765	100.996	89.854	93.731	93.053	78.665	75.054
E3	73.383	64.797	98.876	89.976	83.944	87.599	80.489	69.859	66.857
E2	59.606	54.043	84.732	74.278	74.717	77.954	62.47	55.933	53.654
E1	41.407	38.697	64.347	53.157	61.194	63.781	38.249	35.799	34.248
P	18.334	18.192	35.534	27.395	44.425	45.952	7.284	7.709	8.899

Tabel 3.3.2-25 "Momente pozitive maxime în grinzile clădirilor S+P+9E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	-168.171	-148.677	-190.473	-221.367	-192.506	-199.095	-170.852	-151.357	-145.905
E8	-181.855	-159.482	-207.835	-270.858	-237.089	-244.659	-185.964	-163.688	-156.929
E7	-181.917	-159.843	-209.242	-268.976	-235.771	-243.395	-186.233	-164.251	-157.975
E6	-180.796	-159.829	-210.339	-267.813	-235.945	-243.741	-185.615	-164.794	-158.857
E5	-176.231	-157.454	-208.205	-262.223	-233.186	-241.014	-181.431	-162.917	-157.504
E4	-167.743	-152.076	-201.873	-251.518	-226.573	-234.231	-173.159	-157.916	-153.148
E3	-154.568	-142.701	-189.936	-234.567	-214.685	-221.866	-159.935	-148.681	-144.69
E2	-135.992	-128.287	-170.877	-210.37	-196.009	-202.308	-140.946	-134.058	-130.972
E1	-111.325	-107.646	-143.158	-178.022	-169.104	-174.041	-115.376	-112.862	-110.772
P	-79.633	-79.719	-104.288	-136.689	-132.192	-135.086	-82.28	-83.373	-83.409

Tabel 3.3.2-26 "Momente negative maxime în grinzile clădirilor S+P+9E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E9	77.51	69.48	86.69	92.06	83.64	85.57	108.29	100.19	74.06
E8	78.41	68.72	89.65	111.27	100.98	103.29	112.71	103.03	74.17
E7	79.48	69.99	91.22	112.15	102.07	104.38	112.36	102.87	75.52
E6	80.81	71.78	93.51	113.21	103.51	105.89	112.14	103.15	77.32
E5	81.25	73.17	95.01	113.55	104.72	107.1	110.31	102.31	78.63
E4	80.6	73.86	95.29	112.86	105.27	107.61	106.72	100.13	79.11
E3	78.55	73.45	93.78	110.83	104.78	106.98	100.99	96.12	78.33
E2	74.83	71.53	89.85	107.16	102.81	104.74	92.76	89.78	75.83
E1	69.13	67.54	82.83	101.58	98.86	100.38	81.7	80.6	71.04
P	61.47	61.36	71.84	94.23	93.01	93.91	67.46	67.8	64.19

Tabel 3.3.2-27 "Forțe tăietoare maxime în grinzile clădirilor S+P+9E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	174.253	139.951	178.863	201.707	159.075	141.646	166.545	125.868	127.198
E13	203.893	163.199	209.639	264.947	210.836	187.757	203.752	156.178	157.732
E12	204.09	163.454	210.378	263.228	209.293	186.055	205.672	157.715	159.295
E11	207.832	167.156	215.535	269.149	214.651	190.58	211.087	162.589	164.22
E10	210.221	170.288	220.129	273.047	219.14	194.212	214.725	166.624	168.296
E9	210.869	172.546	223.693	274.494	222.359	196.63	216.603	169.856	171.557

SISTEME DE PROTECȚIE ANTISEISMICĂ A CONSTRUCȚIILOR CIVILE SI INDUSTRIALE PRIN
IZOLATORI ȘI AMORTIZORI SEISMICI

E8	208.967	173.178	225.241	272.28	223.214	196.864	215.793	171.474	173.186
E7	203.86	171.495	223.861	265.406	220.686	194.014	211.597	170.791	172.49
E6	194.912	166.762	218.581	252.909	213.697	187.126	203.301	167.037	168.692
E5	181.51	158.202	208.368	233.853	201.095	175.178	190.221	159.394	160.971
E4	163.041	144.976	192.107	207.3	181.604	157.045	171.689	146.992	148.449
E3	138.883	126.181	168.587	172.289	153.837	131.504	147.045	128.895	130.188
E2	108.388	100.791	136.472	127.842	116.177	97.146	115.602	104.074	105.152
E1	70.894	67.774	93.894	72.78	66.647	52.257	76.697	71.24	72.046
P	26.607	24.446	43.721	65.275	46.599	42.076	30.018	30.688	31.171

Tabel 3.3.2-28 "Momente pozitive maxime în grinzile clădirilor S+P+14E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	-248.336	-210.522	-253.508	-367.711	-318.583	-298.204	-258.154	-214.185	-215.622
E13	-277.057	-235.267	-283.094	-443.159	-386.289	-361.707	-276.4	-227.912	-229.497
E12	-279.313	-237.272	-285.978	-443.4	-386.402	-361.436	-280.659	-231.336	-232.962
E11	-282.898	-240.874	-291.017	-449.397	-391.93	-366.114	-285.999	-236.167	-237.843
E10	-285.347	-244.105	-295.736	-453.514	-396.743	-370.026	-289.847	-240.412	-242.131
E9	-285.971	-246.403	-299.359	-455.09	-400.249	-372.69	-291.788	-243.751	-245.501
E8	-283.978	-247.032	-300.912	-452.824	-401.276	-373.064	-290.983	-245.444	-247.205
E7	-278.68	-245.271	-299.439	-445.634	-398.721	-370.181	-286.696	-244.769	-246.515
E6	-269.421	-240.362	-293.936	-432.487	-391.43	-363.014	-278.195	-240.934	-242.636
E5	-255.565	-231.5	-283.329	-412.38	-378.158	-350.464	-264.775	-233.1	-234.721
E4	-236.482	-217.817	-266.456	-384.309	-357.53	-331.317	-245.748	-220.371	-221.869
E3	-211.528	-198.374	-242.051	-347.251	-328.03	-304.245	-220.434	-201.79	-203.119
E2	-180.039	-172.134	-208.721	-300.152	-287.928	-267.74	-188.138	-176.324	-177.431
E1	-141.335	-138.003	-164.847	-241.96	-235.474	-220.247	-148.143	-142.834	-143.664
P	-94.908	-93.813	-111.131	-172.028	-169.345	-160.932	-99.493	-100.411	-100.904

Tabel 3.3.2-29 "Momente negative maxime în grinzile clădirilor S+P+14E"

Etaj	Dreptunghiulara			Circulara			Patrata		
	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB	Neizolata	HDRB	LRB
E14	137.17	120.78	139.4	154.83	95.51	89.63	149.91	130.67	131.3
E13	159.74	141	162.42	189.59	117.06	109.64	156.35	134.52	135.23
E12	160.3	141.51	163.24	189.36	118.74	111.24	157.75	135.64	136.37
E11	161.96	143.17	165.56	191.22	121.58	113.81	160.2	137.85	138.6
E10	163.06	144.62	167.68	192.47	124.82	116.78	161.9	139.73	140.5
E9	163.35	145.65	169.31	192.94	128.11	119.82	162.77	141.22	142.01
E8	162.47	145.94	170.02	192.24	131.13	122.63	162.4	141.98	142.77
E7	160.1	145.15	169.37	190.05	133.55	124.95	160.47	141.67	142.45
E6	155.97	142.96	166.92	186.06	135.03	126.47	156.65	139.94	140.71
E5	149.77	139	162.18	179.96	135.22	126.87	150.63	136.43	137.15
E4	141.24	132.89	154.65	171.46	133.71	125.8	142.1	130.71	131.39
E3	130.07	124.2	143.76	160.24	130.06	122.88	130.74	122.38	122.97
E2	115.99	112.46	128.89	145.98	123.77	117.67	116.25	110.95	111.45
E1	98.67	97.2	109.24	128.35	114.29	109.68	98.32	95.88	96.25
P	78.05	77.31	85.63	107.4	101.8	99.14	76.66	77.02	77.24

Tabel 3.3.2-30 "Forțe tăietoare maxime în grinzile clădirilor S+P+14E"

S-au prezentat rezultatele obținute ale analizelor efectuate pentru structurile neizolate si izolate, din care rezultă următoarele:

 Din punct de vedere al perioadelor fundamentale de vibrație:

- Pentru clădirile cu 5 niveluri perioadele fundamentale de vibrație cresc de cca 20 de ori în cazul utilizării izolatorilor de tip HDRB respectiv de 15 ori în cazul utilizării izolatorilor de tip LRB;
- Pentru clădirile cu 10 niveluri perioadele fundamentale de vibrație cresc de cca 9 de ori în cazul utilizării izolatorilor de tip HDRB respectiv de 7.4 ori în cazul utilizării izolatorilor de tip LRB;
- Pentru clădirile cu 15 niveluri perioadele fundamentale de vibrație cresc de cca 5.4 de ori în cazul utilizării izolatorilor de tip HDRB respectiv de 4.7 ori în cazul utilizării izolatorilor de tip LRB;
- Concluzie – cu cât clădirile sunt mai rigide cu atât lungirea perioadelor fundamentale de vibrație prin utilizarea izolatorilor seismici este mai redusă.
- In general perioadele fundamentale de vibrație în cazul utilizării izolatorilor de tip LRB sunt circa 80% din perioadele fundamentale de vibrație pentru cazul utilizării izolatorilor seismici de tip HDRB (asadar HDRB-ul flexibilizează cu 20% mai mult structura față de LRB).

 Din punct de vedere al deplasărilor:

- Pentru clădirile cu 5 niveluri, drifturile cresc în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip HDRB cu circa 30% respectiv cu 50% în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip LRB;
- Pentru clădirile cu 10 niveluri, drifturile cresc în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip HDRB cu circa 2% respectiv cu 20% în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip LRB;
- Pentru clădirile cu 15 niveluri, drifturile scad în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip HDRB cu circa 2% respectiv și cresc cu 2% în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip LRB;
- În cazul utilizării izolatorilor seismici, cu cât clădirile au mai multe niveluri (sunt mai flexibile) drifturile scad, respectiv cu cât clădirile sunt mai rigide (mai puține niveluri) drifturile cresc. Se constată că mai eficiente din punct de vedere al drifturilor sunt izolatoarele seismice de tip HDRB.

- La bază se constată că în medie deplasările cresc mai mult pentru clădirile care utilizează izolatori seismici de tip LRB față de HDRB.
- Pentru clădirile cu 5 niveluri deplasările sunt în medie de cca 30 cm, pentru clădirile cu 10 niveluri sunt de 35 cm, iar pentru clădirile cu structura duală cu 15 niveluri ajung la circa 40 cm.

 Din punct de vedere al eforturilor secționale în elementele structurii:

- Pentru pereții din b.a:
 - Eforturile secționale de tip momente încovoietoare și forțe tăietoare, la pereții din b.a., în cazul utilizării izolatorilor seismici, se reduc la circa 48-93% din eforturile corespunzătoare structurii neizolate;
 - Eforturile secționale de tip forțe axiale practic rămân cu aceleași valori;
 - Eforturile secționale scad mai mult în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip HDRB față de LRB.
- Pentru stâlpii din b.a:
 - Eforturile sectionale de tip momente încovoietoare și forțe tăietoare, la stâlpii din b.a., în cazul utilizării izolatorilor seismici, se reduc la circa 68-98% din eforturile corespunzătoare structurii neizolate;
 - Eforturile sectionale de tip forțe axiale practic rămân cu aceleași valori;
 - Eforturile sectionale scad mai mult în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip HDRB față de LRB.
- Pentru grinzile din b.a:
 - Prin utilizarea izolatorilor seismici, eforturile secționale pe grinzi (momente încovoietoare pozitive și negative precum și forțele tăietoare) scad numai pentru clădirile cu mai mult de 5 niveluri. Cu cât clădirea are mai multe niveluri se constată o scădere din ce în ce mai mare (86-95% la 10 niveluri).
 - De asemenea se constată că (în sensul celor prezentate mai sus) eforturile scad mai mult în cazul utilizării izolatorilor seismici de tip HDRB față de cei de tip LRB.

Având în vedere toate cele prezentate anterior, pentru clădirile care se proiectează cu structura duală din b.a. cu regim mic și mediu de înălțime (până în 15 niveluri) se constată că izolatorii seismici de tip HDRB sunt mai eficienți față de izolatorii seismici de tip LRB.

CAPITOLUL IV

CERINȚE DE PERFORMANȚĂ PENTRU IZOLATORI. ÎNCERCĂRI. INTERPRETAREA REZULTATELOR

4.1 Cerințe de performanță pentru izolatori

Izolatorii seismici trebuie să preia încărcările gravitaționale ale structurii fără a dezvolta efecte semnificative de curgere lentă și să reziste acțiunilor ne-seismice, cum ar fi încărcarea din vânt și deplasările induse de variația de temperatură. Aceștia trebuie să asigure structurii o valoare redusă a frecvenței proprii de vibrație orizontală, printr-o rigiditate orizontală redusă sau alte mijloace. Aceștia trebuie să fie capabili să urmărească deplasările orizontale mari produse de acțiunea seismică, fiind în același timp capabile să preia în siguranță încărcările gravitaționale ale structuri și eforturile verticale produse de acțiunea seismică. Aceștia trebuie să asigure un nivel de amortizare suficient pentru a controla adecvat deplasările orizontale produse de acțiunea seismică, cu excepția cazului în care amortizarea este asigurată de dispozitive suplimentare.

Izolatorii trebuie proiectați și produși astfel ca să poată urmări mișcările de translație și de rotație impuse de acțiunea seismică și de alte acțiuni, fiind în același timp capabile să preia eforturile verticale produse de încărcarea gravitațională, acțiunea seismică și alte acțiuni variabile. Aceștia trebuie să funcționeze corect dacă sunt supuși acțiunilor mediului pe durata de serviciu de proiectare. În cazul în care există posibilitatea ca izolatorii să fie supuși unor condiții de mediu și de aplicare excepționale, cum ar fi imersiunea în apă, expunerea la ulei sau substanțe chimice, sau instalarea într-o zonă cu un risc ridicat de incendiu, trebuie luate măsuri suplimentare (a se vedea EN 1337-9) în lumina unei definiții precise a condițiilor.

Capitolul al patrulea prezintă cerințele de performanță pentru izolatori, încercări asupra acestora și interpretarea rezultatelor obținute. Este prezentat un raport de încercare asupra izolatorilor de tip HDRB (aparate de reazem din cauciuc cu amortizare mare), și asupra izolatorilor de tip LRB (aparat de reazem din cauciuc și miez de plumb), încercări ce au fost realizate în laboratorul ISOLAB , Italia (laborator ce face parte din Grupul Soletanche-Freyssinet).

Izolatorii antiseismici supuși încercărilor au fost produși pentru aceste teste și sunt prototipuri. Acești izolatori nu sunt furnizați pentru nicio instalație și pentru niciun fel de clădire.

4.4.1 Încercarea în laborator a izolatorilor de tip HDRB

4.4.1.1 Introducere

FPC Italia funcționează cu un sistem de asigurare a calității conform standardului EN ISO 9001: 2015. Toate testele menționate au fost efectuate la ISOLAB din Montebello della Battaglia (Pavia, Italia) în zilele de 24 iulie 2018 și 30 octombrie 2018, fiind asistate de către organismul de certificare ICECON-CERT.

4.4.1.2 Domeniul de aplicare

Dispozitivele tip: HDRB 1,4-16 2-700x900x120, furnizate pentru lucrarea: CANTIERE SVILUPPO GENOVA, sunt compuse prin asamblarea a două elemente elastomerice de geometrie: 700x900x120 fiecare. Acest raport se referă la teste care au fost efectuate pe un singur element de elastomer tip HDRB 1,4-16 700x900x120.

HDRB 1,4-16 700x900x120		
Încărcare verticală maximă asociată stării limită ultime (SLU)	$N_{ULS,max}$	6030 kN
Încărcare verticală maximă în situația sesimică de proiectare	$N_{Ed,max}$	3206 kN
Încărcare permanentă	N_{sd}	2596 kN
Încărcare verticală minimă în situația sesimică de proiectare	$N_{Ed,min}$	898 kN
Modulul de forfecare	G	1.4 MPa
Deplasarea maximă a dispozitivului	d_{max}	± 180 mm
Deplasarea maximă de calcul a dispozitivului	d_{bd}	± 120 mm
Forța maximă	F_{max}	1323 kN
Rigiditatea efectivă	K_{eff}	7.35 kN/mm
Amortizarea efectivă	β_{eff}	16%
Grosimea totală a cauciucului (6 straturi, 20 mm fiecare)	H_g	120 mm
Înălțimea totală vulcanizată	H_t	205 mm

Tabelul 4.4.1.2-1 Caracteristicile dispozitivului de tip HDRB

4.4.1.3 Echipamente de testare

Testele au fost efectuate utilizând echipament cu capacitatea de încărcare verticală de 50000 kN (figura 4.4.1.3-1) și echipament cu capacitate de încărcare verticală de 70000kN (figura 4.4.1.3-2), disponibile în laboratorul ISOLAB.



Figura 4.4.1.3-1 Echipament cu capacitatea de încărcare verticală de 50000 kN



Figura 4.4.1.3-2 Echipament cu capacitatea de încărcare verticală de 70000 kN

4.4.1.7 Protocol de testare

test #	test name	label	main dof	Ampl. [m]	max vel [m/s]	freq [Hz]	load shape	vert load	cycles [#]	notes	notes
1	Compression Stiffness	CS	vert	-	259,55 kN/min	-	loading ramp	2596	-	test performed on a single elastomer element	load applied at a constant loading rate.
2	Horizontal Cyclic Characteristics	HC	long	±0.006	0.019	0.50	sine	3780	3	test performed on a single elastomer element	
3	Horizontal Cyclic Characteristics	HC	long	±0.012	0.038	0.50	sine	3780	3	test performed on a single elastomer element	
4	Horizontal Cyclic Characteristics	HC	long	±0.024	0.075	0.50	sine	3780	3	test performed on a single elastomer element	
5	Horizontal Cyclic Characteristics	HC	long	±0.060	0.188	0.50	sine	3780	3	test performed on a single elastomer element	
6	Horizontal Cyclic Characteristics	HC	long	±0.120	0.200	0.27	sine	3780	3	test performed on a single elastomer element	
7	Horizontal Cyclic Characteristics	HC	long	±0.180	0.200	0.18	sine	3780	3	test performed on a single elastomer element	
8	Repeated Cycling	RC	long	±0.120	0.200	0.27	sine	3780	10	test performed on a single elastomer element	
9	Compression Capacity	CC	vert	-	259,55 kN/min	-	loading ramp	2596	-	test performed on a single elastomer element	load applied at a constant loading rate. Not kept for 3 mins, during which inspection for signs of failure is required
10	Lateral capacity	LC	long	0.207	0.005	-	-	898	-	test performed on a single elastomer element	1) Maximum shear displacement held for 2 mins during which checks for visual signs of failure shall be carried out. The checks also after removing the lateral displacement, but maintaining the compressive load.
11	Lateral capacity	LC	long	0.207	0.005	-	-	3206	-	test performed on a single elastomer element	2) The horizontal displacement capacity shall be checked up to a displacement of 207 mm (1.15*dmx) or a horizontal load of 1521 kN, whichever is reached first.

Tabel 4.4.1.7-1 Protocol de testare

4.4.1.8 Diagrame de testare

a) HDRB 1.4-16 700x900x120 Dispozitiv # 01

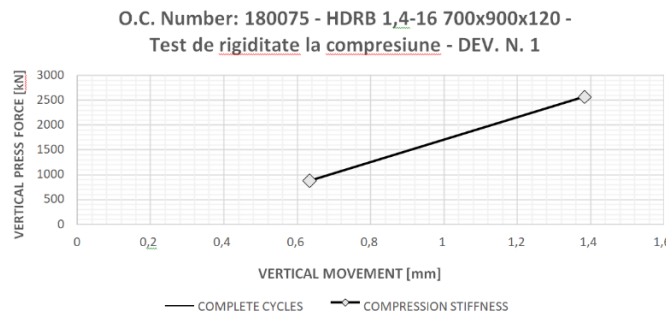


Figura 4.4.1.8-1 Test de rigiditate la compresiune.
Diagrama forță verticală-deplasare verticală

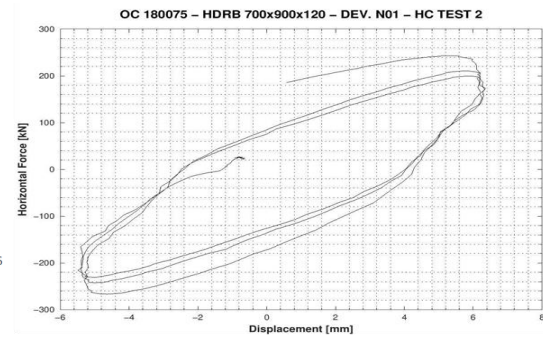


Figura 4.4.1.8-2 Diagrama Forță orizontală
- deplasare (dispozitiv 1 – test 2)

4.4.1.9 Fotografii



Figura 4.4.1.8-21 Fotografii din timpul încercărilor

Se constată ca rezultatele obținute satisfac cerințele de performanță ale standardelor în vigoare. Standardele și documentele aplicate în cazul acestor încercări sunt EN 15129 (SR EN 15129) și protocolul de testare, pentru fiecare încercare în parte.

Pentru izolatorii de tip LRB s-au facut teste in mod similar cu izolatorii de tip HDRB.

CAPITOLUL V

CONTRIBUȚII ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

Ultimul capitol are o structură clasică și prezintă o sinteză a concluziilor care rezultă în urma cercetărilor efectuate de autor în cadrul capitolelor anterioare. Sunt subliniate contribuțiile proprii și se stabilesc direcțiile de cercetare viitoare.

5.1 Concluzii privind realizarea obiectivelor si contributi personale

În conținutul tezei de doctorat au fost îndeplinite următoarele obiective :

- Aprofundarea cunoștințelor cu privire la tipurile, caracteristicile și modelele de calcul ale dispozitivelor antiseismice;
- Documentarea cu privire la utilizarea dispozitivelor de izolare la construcțiile de beton armat;
- Realizarea unor studii de caz privind performanțele și eficiența, în cazuri practice, a celor două tipuri de tehnologii disponibile pentru reabilitarea seismică și/sau conformarea seismică: **convenționale** (clasice) și **neconvenționale** (speciale);
- Realizarea de studii comparative de caz, pentru 9 modele de structuri din b.a., proiectate în concordanță cu codurile actuale, luând în considerare modelarea interacțiunii teren-structură, comparativ cu izolarea bazei ;
- Compararea eficienței între izolatorii seismici de tip HDRB și izolatorii seismici de tip LRB, inclusiv prin încercarea acestora în laborator.

5.3 Direcții de cercetare viitoare

- Realizarea de studii comparative de caz, pentru clădiri existente cu structură din b.a., proiectate în concordanță cu codurile P13-63; P13-70; P100-78; P100-82 si P100-92, în cazul alegerii soluției de izolare seismică a bazei;
- Realizarea de studii comparative cu privire la izolarea seismică a bazei unor tronsoane alăturate ale clădirilor existente cu structură duală. Evitarea ciocnirilor între tronsoane prin utilizarea unor dispozitive speciale de atenuare a acestora sau prin cuplarea tronsoanelor.

Bibliografie selectiva:

1. **Bratu P.**, *Vibrațiile sistemelor elastice*, Ed. tehnica, Bucuresti, 2000, 600 pag.
2. Fenz, D.M. și Constantinou, M.C., *Behaviour of the double concave Friction Pendulum bearing*, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, vol.35, no.11, 2006, p.1403-1424
3. Monfared, H., Shirvani, A., Nwaubani, S. și Lane, B.H., *An investigation into the seismic base isolation from practical perspective*, Journal of Civil Engineering and Structural Engineering, vol.3, no.3, 2013, p.451-463.
4. Nanda, R.P., Agarwal, P. și Shrikhande, M., *Suitable friction sliding materials for base isolation of masonry buildings*, Shock and Vibration, vol.19, no.6, 2012, p.1327-1339
5. Naeim, F. și Kelly, J.M., *Design of Seismic Isolated Structures- From Theory to Practice*, John Wiley & Sons, 1999, ISBN: 0-471-14921-7
6. Aizenberg, I.M., *Construcții cu structură autoadaptabilă la solicitări seismice*.
7. Nazin, V.V., *Buildings on gravitational seismoisolation system in Sevastopol*, Proceedings of the VI Symposium on Earthquake Engineering, Roorkee, India, 1978
8. Olariu, I., Olariu, F. și Sarbu, D., *Base Isolation Versus Energy Dissipation for Seismic*, Romania, vol.no.Agostinelli, 1993, p.1-8.
9. **Bratu P.**, *Mecanica teoretică*, Ed. Impuls, Bucuresti, 2006, 860 pag.
10. **Bratu P.**, *Analiza structurilor elastice. Comportarea la acțiuni statice și dinamice*, Ed. Impuls, Bucuresti, 2011
11. **Bratu P.**, Dobrescu C., *Dynamic Response of Zener-Modelled Linearly Viscoelastic Systems under Harmonic Excitation* Symmetry 2019, 11(8), 1050; <https://doi.org/10.3390/sym11081050> - 15.08.2019;
12. **Bratu P.**, *Hysteretic Loops in Correlation with the maximum dissipated energy, for linear systems*, Symmetry 2019, 11(3), 315; <https://doi.org/10.3390/sym11030315>
13. **Bratu P.**, Buruga A., Chilari O., Ciocodeiu A.I., Oprea I., *Evaluation of the linear viscoelastic force for a dynamic system (m, c, k) excited with a rotating force* RJA vol. 16 no. 1 (2019) Romanian Journal of Acoustics and Vibration 39-46

14. **Bratu P.**, *Parametric assessment of anti-seismic devices according to the nature of kinematic excitation*, Acta Technica Napocensis – Applied mathematics, Mechanics and Engineering, vol. 60, no 2 (2019)
15. **Bratu P.**, Stuparu A., Popa S., Voicu O., Iacob N., Spânu G, *The Dynamic Isolation Performances analysis of the vibrating equipment with elastic links to a fixed fixed base*, ACTA NAPOCENSIS – Applied Mathematics, mechanics and engineering, vol. 61, nr. 1 (2018).
16. **Bratu P.**, *Analysis of the dynamic regime of forced vibrations in the dynamic compacting process with vibrating rollers*, - ACTA NAPOCENSIS – Applied Mathematics, mechanics and engineering, vol. 61, nr. 1 (2018).