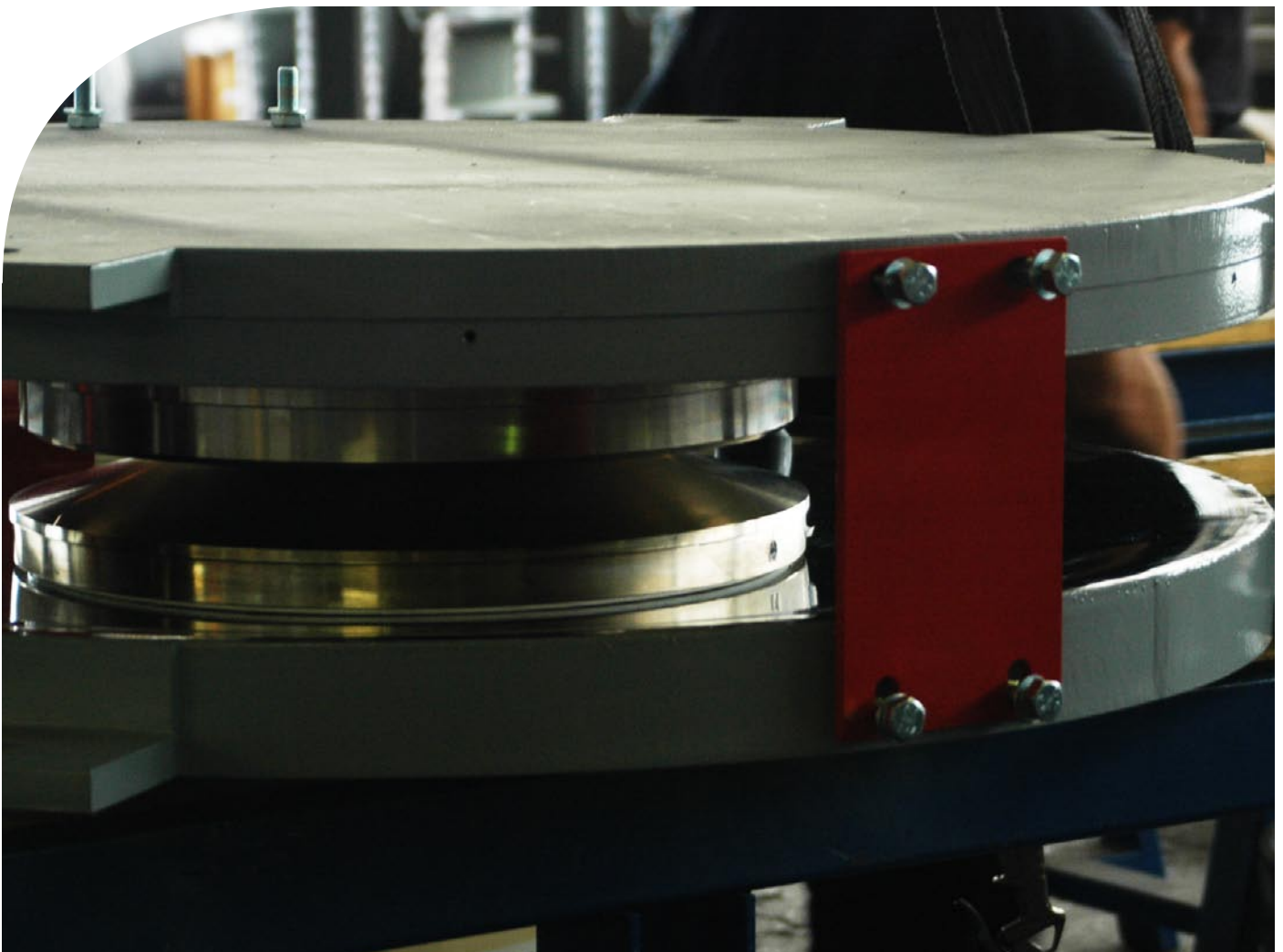


Algasism 

ALGAPEND





1. Caratteristiche generali

Gli isolatori antisismici ALGAPEND sono il frutto della più aggiornata tecnologia. Essi derivano da un'idea sviluppata negli USA negli anni '80, rivisitata alla luce dei più recenti sviluppi nel campo dei materiali sintetici di scorrimento a basso attrito e ad attrito controllato.

Sono caratterizzati dalle seguenti proprietà peculiari:

- Permettono lo spostamento relativo della struttura rispetto alle fondazioni secondo una o due superfici sferiche.
- Il raggio di curvatura della o delle superfici sferiche determina il periodo proprio di vibrazione della struttura.
- Il periodo proprio è praticamente indipendente dalla massa della struttura.

- L'attrito della superficie di scorrimento determina lo smorzamento viscoso equivalente.

- Sono auto-ricentranti dopo un evento sismico.

Essi si basano sull'impiego di una serie di materiali di scorrimento denominati XLIDE®, frutto di una ricerca commissionata da ALGA al Politecnico di Milano e coperti da brevetto internazionale. I materiali di scorrimento ad attrito controllato della serie XLIDE® presentano le seguenti caratteristiche fondamentali:

- Coefficiente d'attrito controllato significa che l'attrito effettivo corrisponde a quello specificato entro una ristretta fascia di tolleranza. Esso inoltre non è influenzato dalla temperatura di utilizzazione dei prodotti

- I prodotti della serie XLIDE® presentano un'eccezionale resistenza all'usura ed alle elevate temperature. Queste caratteristiche ne consentono l'uso come elementi dissipatori di energia per effetto di attrito con prestazioni eccezionali.

- I prodotti della serie XLIDE® presentano una resistenza caratteristica a compressione molto elevata, oltre doppia di quella del PTFE. Ciò permette di ridurre notevolmente le dimensioni dei dispositivi e di abbattere notevolmente i costi.

Gli isolatori antisismici ALGAPEND possono essere essenzialmente di tre tipologie:

1. Con una superficie principale di scorrimento sferica che può essere superiore od inferiore, accoppiata ad un'articolazione a calotta sferica.

2. Con due superfici principali di scorrimento sferiche tra le quali è posta un'articolazione a contatto puntuale. (Tale soluzione è coperta da brevetto internazionale). Con questa disposizione è possibile minimizzare le dimensioni in pianta dell'isolatore e ridurre l'eccentricità prodotta dallo spostamento orizzontale sulla struttura.

3. Con due superfici cilindriche ortogonali, una superiore ed una inferiore tra le quali sono poste due articolazioni a sella cilindrica ortogonali. (Tale soluzione è coperta da brevetto internazionale). Con tale soluzione, scegliendo opportunamente i materiali di scorrimento, si può ottenere un comportamento del dispositivo differente nelle due direzioni.

1. General features

ALGAPEND seismic isolators are the result of the most updated technology. They have been developed starting from an idea born in the USA in the years '80 implemented by the most updated research in the field of synthetic materials with low or controlled friction.

Their main characteristics are the following:

- *They allow the relative displacement of the structure in respect of the foundations following one or two spherical surfaces.*

- *The radius of the spherical surfaces determines the natural period of the structure.*

- *The natural period is practically independent from the mass of the structure.*

- *The friction coefficient of the sliding surface determines the equivalent friction damping of the isolation system.*

They are self re-centring after a seismic event.

ALGAPEND isolators are based on the application of a series of sliding materials called XLIDE®, which are the result of a research program appointed by ALGA to Politecnico di Milano and protected by international patent.

The XLIDE® controlled friction materials have the following peculiar characteristics:

- Controlled friction coefficient means that the actual friction will correspond to the specified one within a narrow tolerance. Besides, friction will not be affected by the environmental temperature.
- XLIDE® sliding materials have an outstanding resistance to wear and to high temperature. This properties make them particularly suitable as energy dissipating elements based on friction with exceptional performances.
- XLIDE® sliding materials have a very high characteristic compressive strength, more than twice that of PTFE. Therefore it is possible to greatly reduce the dimensions of the devices with a cost saving design.

ALGAPEND isolators may be designed following three basic types:

1. With one main spherical sliding surface, that may be at the top or at the bottom of the device, connected to a spherical hinge.
2. With two main spherical surfaces with an interposed point rocker articulation. (This solution is protected by an international patent). With this feature it is possible to minimize the dimensions in plan of the isolator and the eccentricity caused by the horizontal displacement.
3. With two perpendicular cylindrical surfaces, one on top and the other at bottom, with two perpendicular cylindrical articulations interposed. (This solution is protected by an international patent). With this solution, properly selecting the friction materials, it is possible to have two different behaviours of the device in the two perpendicular directions.

2. Prestazioni / Performances

2.1 Modellazione matematica / Mathematical model

Detti /Being:

- T Periodo proprio di vibrazione trascurando l'attrito / Natural period disregarding friction
- T_{eff} Periodo effettivo / Effective period
- g Accelerazione di gravità / Gravity acceleration
- μ Coefficiente di attrito dinamico / Dynamic friction coefficient

- V Carico verticale / Vertical load
- R raggio di curvatura della o delle superfici di scorrimento / Radius of the sliding surface or surfaces
- D spostamento di progetto / Design displacement
- K_{eff} rigidità efficace / effective stiffness
- ξ smorzamento viscoso equivalente / equivalent viscous damping

Si ottengono i seguenti valori / it results.

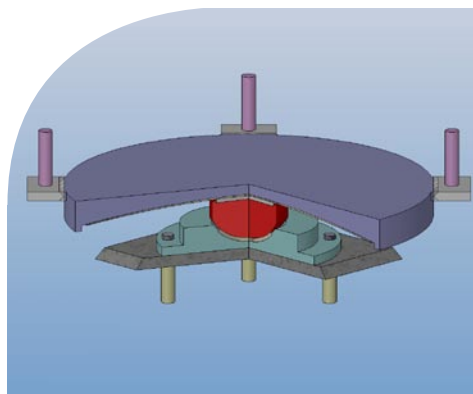
- Per gli isolatori a una superficie / for the isolators with one sliding surface.

$$K_{\text{eff}} = \frac{V}{R} + \frac{\mu V}{D}$$

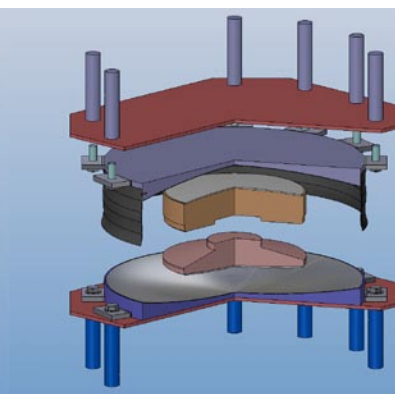
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$$

$$T_{\text{eff}} = 2\pi \sqrt{\frac{V}{K_{\text{eff}} g}}$$

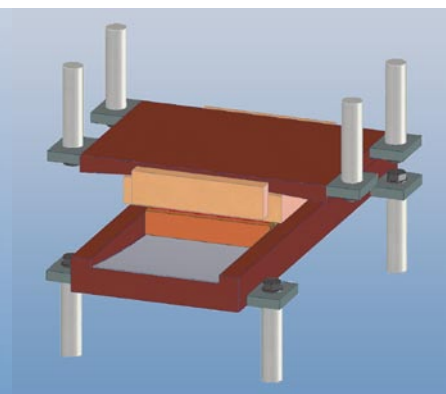
$$\xi = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\mu}{\mu + \frac{D}{R}} \right]$$



ALGAPEND con una superficie principale di scorrimento.
ALGAPEND with one main sliding surface



ALGAPEND con due superfici principali di scorrimento.
ALGAPEND with two main sliding surfaces



ALGAPEND con due superfici cilindriche ortogonali.
ALGAPEND with two perpendicular cylindrical surfaces.



Golden Ear Bridge, Vancouver, Canada

2.1 Materiali di scorrimento XLIDE®

Il materiale XLIDE® è stato sviluppato in diverse versioni, con coefficienti d'attrito diversi per le varie applicazioni: per gli appoggi a calotta sferica ALGA SFERON e per le articolazioni sferiche dei dispositivi ALGAPEND viene utilizzato un materiale XLIDE® con coefficiente d'attrito bassissimo, inferiore a 0,02. Per le applicazioni speciali come l'ALGAPEND vengono utilizzati materiali XLIDE® con attrito pari a 0,02, 0,06, 0,10 e 0,20 con una tolleranza rispetto ai valori specificati di $\pm 10\%$.

Poiché la dissipazione di energia genera calore, i materiali ad attrito controllato XLIDE® sono stati studiati e sperimentati in modo da garantire un'adeguata resistenza al calore ed all'usura che si possono verificare durante un evento sismico.

La quantità di calore generata durante un evento sismico è pari a $Q=C\mu pvt$ dove:

- C è una costante dipendente dal materiale
- μ è il coefficiente d'attrito
- p è la pressione agente sul materiale
- v è la velocità
- t è la durata dell'evento sismico

Nella tabella seguente sono riportati per i vari materiali XLIDE® ad attrito controllato le pressioni di progetto p consentite, considerando un evento sismico della durata di 20 secondi e con una velocità media di 500 mm/s

μ	p (MPa)
0,02	135
0,06	50
0,10	30
0,20	15

2.1 XLIDE® Sliding materials

XLIDE® sliding material has been developed with different friction coefficients for the different applications: for the spherical bearings ALGA SFERON and for the spherical hinges of the ALGAPEND devices is utilized XLIDE® sliding material with a very low friction coefficient, smaller than 0,02. For the special applications like ALGAPEND are utilized XLIDE® materials with a friction coefficient of 0,02, 0,06, 0,10 and 0,20 and a tolerance of $\pm 10\%$.

Since energy dissipation produces heat, the XLIDE® sliding materials with controlled friction have been developed and tested in order to provide a suitable resistance to the wear and the heat generated during a seismic event.

The heat generated during a seismic event is $Q=C\mu pvt$ where:

- C is a constant depending on the material properties
- μ is the friction coefficient
- p is the pressure on the sliding material
- v is the velocity
- t is the duration of the seismic event

In the following table are listed for the various XLIDE® controlled friction materials the allowable design pressures p, assuming a seismic event of 20 second duration with an average speed of 500 mm/s.

Inoltre XLIDE®:

- è amico dell'ambiente
- non è tossico
- è bio-compatibile
- è praticamente inattaccabile da agenti aggressivi o chimici
- è praticamente indistruttibile

In addition XLIDE®:

- is environment friend
- non toxic
- bio-compatible
- resistant to almost all aggressive agents
- practically indestructible

3. Normativa di riferimento

Gli isolatori ALGAPEND sono conformi alle prescrizioni della norma Europea EN 1998 (Eurocodice 8) e della pre-norma prEN 15129 (Normativa Europea sui Dispositivi antisismici di prossima pubblicazione).

Essi sono anche conformi alle prescrizioni dell'Ordinanza 3274 e delle norme AASHTO.

4. Prove di laboratorio

I materiali costitutivi degli isolatori ALGAPEND sono stati collaudati sia con prove statiche sia dinamiche presso il Politecnico di Milano e presso i laboratori ALGA.

Prove dinamiche in scala reale sono state effettuate al laboratorio Eucentre presso l'università di Pavia. Esse sono state condotte in conformità alle prescrizioni della prEN 15129.

Del diagramma seguente è riportato il risultato tipico di una prova dinamica.

3. Standard

ALGAPEND isolators are conforming to the requirements of the European Standard EN 1998 (Eurocode 8) and to the pre-standard prEN 15129 (European Standard on Antiseismic Devices that will be published soon).

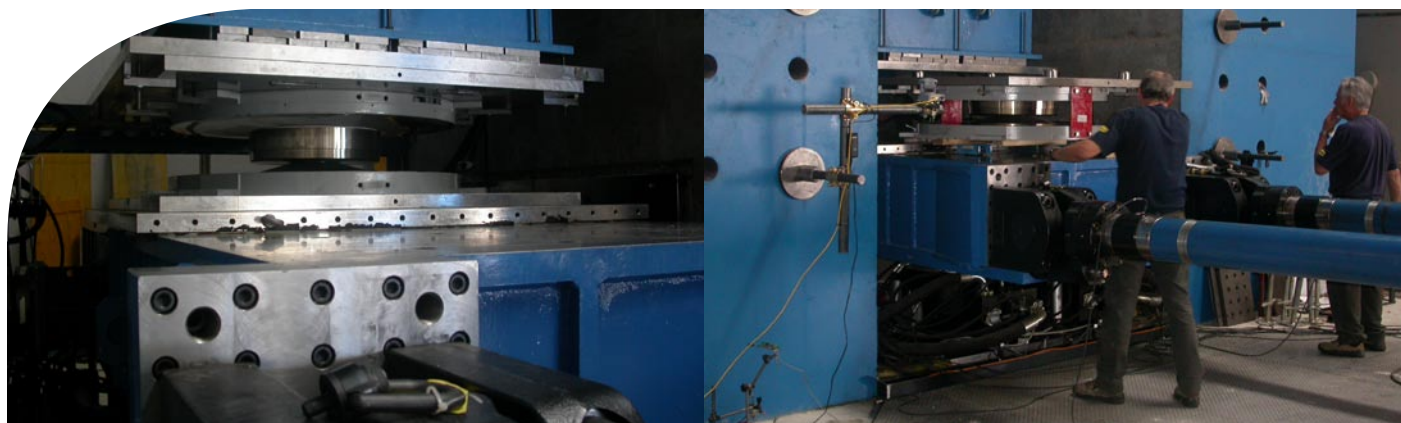
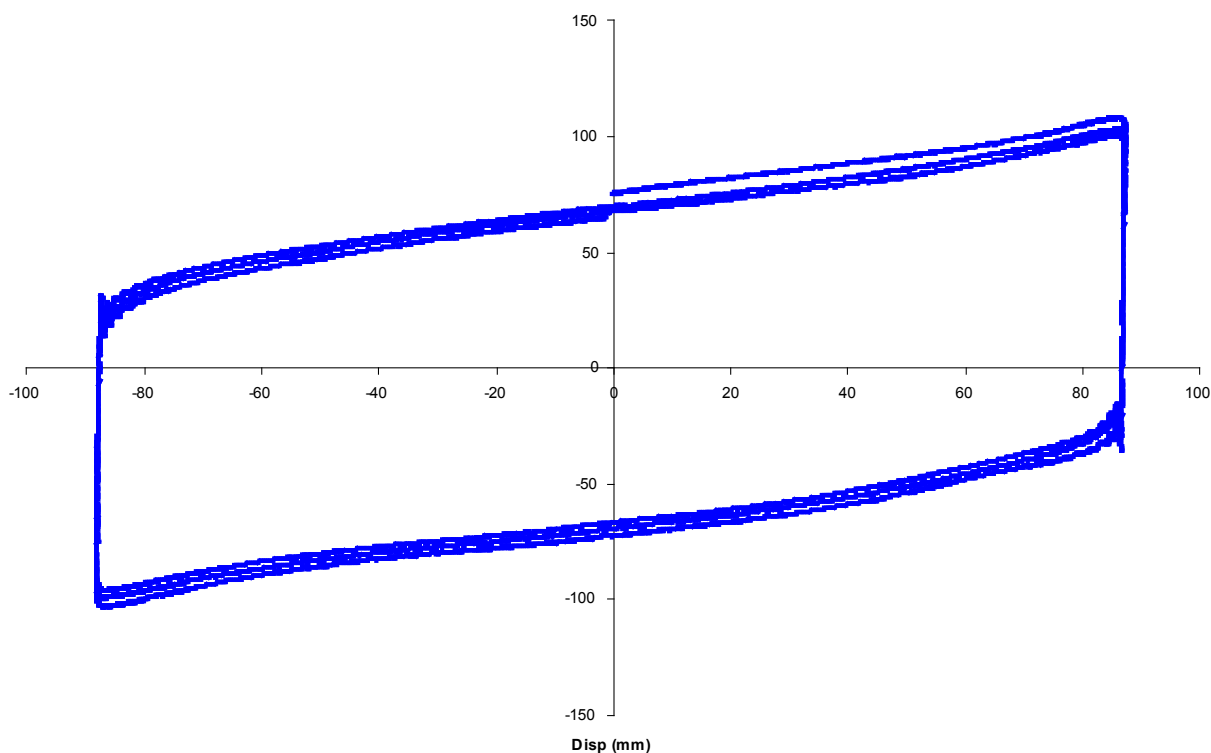
In addition they are conforming to the Italian "Ordinanza 3274" and to AASHTO.

4. Laboratory tests

The sliding materials of the XLIDE® series have been subjected to both static and dynamic tests at the laboratories of Politecnico di Milano as well at ALGA laboratory.

Full scale dynamic tests have been performed at the Eucentre laboratory at the Pavia University. They have been made in accordance to the requirements of prEN 15129.

The following load – deflection plot is a typical test output.



Alcune fasi delle prove dinamiche biassiali presso il laboratorio Eucentre di Pavia.
Some phases of the bi-axial dynamic tests at the Eucentre laboratory in Pavia, Italy

5. Accessori

Nel caso si debba garantire la fissità della struttura nelle condizioni di servizio, come avviene di regola nei ponti ferroviari e stradali, o negli edifici soggetti ad un'intensa azione del vento, gli isolatori antisismici ALGAPEND possono essere dotati di così detti fusibili meccanici. I fusibili sono collegamenti rigidi che assicurano la fissità della struttura fino ad un valore predeterminato della forza orizzontale. Raggiunto tale limite prestabilito essi si rompono consentendo alla struttura di muoversi ed agli isolatori antisismici di espletare la loro funzione. I fusibili possono essere sia fissi che unidirezionali. Questi ultimi si adottano nei ponti, dove occorre consentire lo spostamento longitudinale delle travate per effetti termici, di ritiro e deformazioni viscoso.

5. Accessories

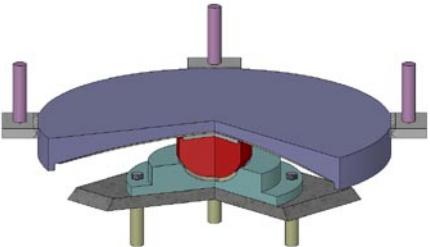
When the fixity of the structure under service conditions shall be granted, like for instance for railway or road bridge,

es, or in building subject to a strong wind action, the ALGAPEND isolators may be provided of so called mechanical fuses. Fuses are rigid connections that grant the fixity of the structure up to a pre-determined horizontal load. When this limit is reached the fuses will break off, allowing the structure to move and the isolators to perform their duty. Fuses may be fixed in all directions or unidirectional. The latter are suitable for the bridges where is necessary to grant the longitudinal movement of the beams due to temperature variations, creep and shrinkage.

Valori raccomandati del raggio di curvatura/
recommended values of the radius of
curvature

R(m)	T(s)
2,238	3
3,979	4
6,218	5

ALGAPEND superficie di scorrimento singola / single sliding surface prestazioni - dimensioni / performance - dimensions

	Vk	Vd	A				B	HT
			D=	D=	D=	D=		
			±100	±200	±300	±400		
	kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	1000	1400	440	640	840	1040	240	130
	2000	2800	520	720	920	1120	320	140
	3000	4200	580	780	980	1180	380	150
	4000	5600	630	830	1030	1230	430	160
	5000	7000	675	875	1075	1275	475	170
	6000	8400	715	915	1115	1315	515	180
	7000	9800	750	950	1150	1350	550	189
	8000	11200	785	985	1185	1385	585	191
	9000	12600	820	1020	1220	1420	620	197
	10000	14000	850	1050	1250	1450	650	201
	12500	17500	920	1120	1320	1520	720	220
	15000	21000	985	1185	1385	1585	785	235
	17500	24500	1045	1245	1445	1645	845	245
	20000	28000	1095	1295	1495	1695	895	262
	25000	35000	1195	1395	1595	1795	995	275
	30000	42000	1285	1485	1685	1885	1085	307
	40000	56000	1445	1645	1845	2045	1245	347
	50000	70000	1590	1790	1990	2190	1390	379
	60000	84000	1715	1915	2115	2315	1515	401

Vk = Carico verticale caratteristico (SLS)
Characteristic vertical load (SLS)

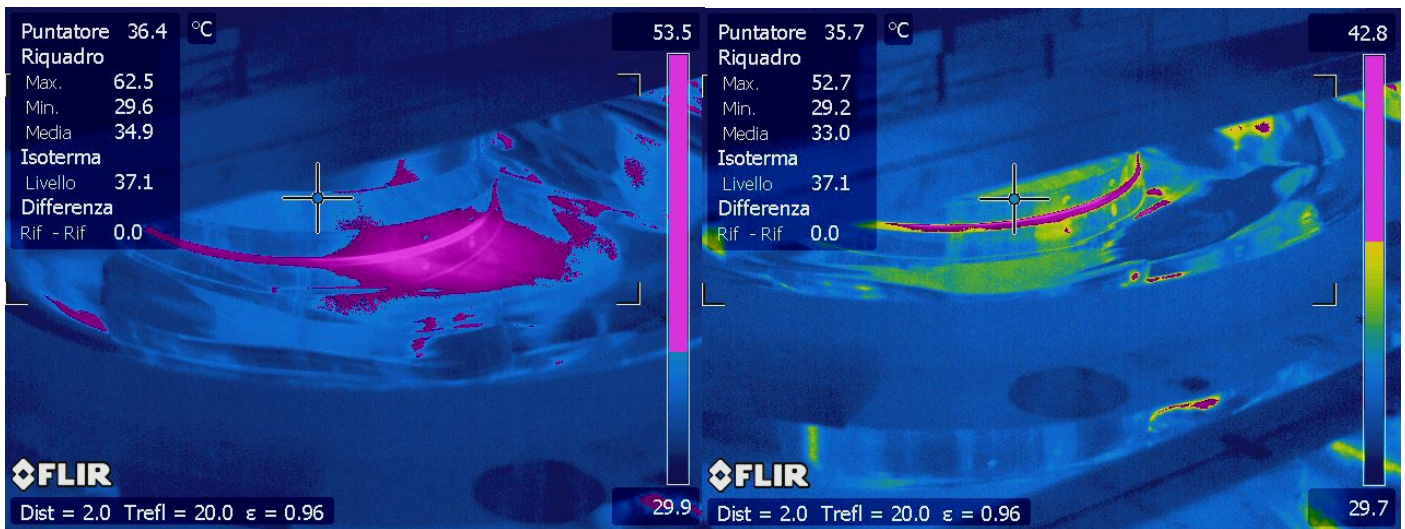
Vd = Carico verticale di progetto (ULS)
Design vertical load (ULS)

D = Spostamento orizzontale longitudinale
Longitudinal displacement

A = Diametro piastra superiore
Top plate diameter

B = Diametro piastra inferiore
Bottom plate diameter

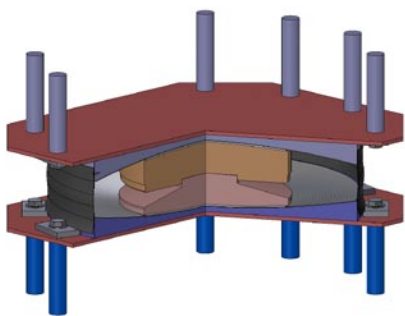
HT = Altezza totale
Total height



Termografia eseguita durante le prove dinamiche presso il laboratorio Eucentre di Pavia.

Termography executed during the dynamic tests at Eucentre Laboratory, Pavia.

**ALGAPEND superficie di scorrimento doppia / double sliding surface
prestazioni - dimensioni / performance - dimensions**



Vk = Carico verticale caratteristico (SLS)
Characteristic vertical load (SLS)

Vd = Carico verticale di progetto (ULS)
Design vertical load (ULS)

D = Spostamento orizzontale longitudinale
Longitudinal displacement

A = Diametro piastra superiore
Top plate diameter

B = Diametro piastra inferiore
Bottom plate diameter

HT = Altezza totale
Total height

Vk	Vd	A				B	HT
		D=	D=	D=	D=		
		±300	±400	±500	±600		
kN	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1000	1400	540	640	740	840	340	200
2000	2800	620	720	820	920	420	210
3000	4200	680	780	880	980	480	220
4000	5600	730	830	930	1030	530	225
5000	7000	775	875	975	1075	575	230
6000	8400	815	915	1015	1115	615	240
7000	9800	850	950	1050	1150	650	260
8000	11200	885	985	1085	1185	685	270
9000	12600	920	1020	1120	1220	720	280
10000	14000	950	1050	1150	1250	750	300
12500	17500	1020	1120	1220	1320	820	325
15000	21000	1085	1185	1285	1385	885	350
17500	24500	1145	1245	1345	1445	945	380
20000	28000	1195	1295	1395	1495	995	410
25000	35000	1295	1395	1495	1595	1095	440
30000	42000	1385	1485	1585	1685	1185	480
40000	56000	1545	1645	1745	1845	1345	520
50000	70000	1690	1790	1890	1990	1490	565
60000	84000	1815	1915	2015	2115	1615	610

