



PROCEDURA DI PROVA N° 02-09
TEST PROCEDURE N° 02-09

**APPARECCHIO D'APPOGGIO A DISCO ELASTOMERICO
CONFINATO**

POT BEARING

TYPE TDL 3800/380/+ -130 C3

LAVORO: R659 Improvements of Sheikh Zayed Road
WORK:


CLIENTE: Dutco Balfour Beatty
PURCHASE:

Com.: 07/352

Job: 07/352

**Stato degli Allegati:
Enclosure State**

Numero Number	Denominazione Denomination	Rev Rev	Data Date

0	STC L.Marfoli 	08/01/09	RGQ. S.Grammatico	Politecnico of Milan
REV	Verifica Verification	Data Date	Approvazione Approval	Supervisor

1.1 Finalità

Prove funzionali per la determinazione della capacità di sostenere un carico verticale e per la determinazione del coefficiente d'attrito della superficie di scorrimento

1.2 Riscontri probatori

Mantenimento della perfetta funzionalità dell'appoggio in tutte le sue parti e assenza di danneggiamento
 Valore del coefficiente d'attrito (solo per appoggi con Inox-PTFE) minore del 3%

1.3 Schema di Prova

L'appoggio è caricato verticalmente con "8" martinetti, lo spostamento per la determinazione del coefficiente d'attrito viene imposto con un martinetto di spinta orizzontale

1.4 Attrezzatura di prova

- Telaio di contrasto per carichi fino a 7500ton
- N° 8 martinetti verticali da 940ton/cad

1.5 Strumentazione di Rilevamento

Carichi verticali e spostamenti:

- Trasduttore di pressione tipo GEFRAN fino a 1000bar modello TP 4V B01M-H certificato matricola 02120494
- Trasduttore di pressione tipo WIKA fino a 1000bar modello ECO TRONIC ECO -1-A-BBU-GB n°matricola S/N 5500574 - S/N 550561 - S/N 5406373 - S/N 5500575 - S/N 5500572 - S/N 5406369 - S/N 5116341 - S/N 5500565
- Trasduttore di spostamenti Tipo ASM corsa 0-400mm matricola n° 2227240;2227241;2227244;2227247
- Programma di acquisizione dati tipo EUROPRESS

Carichi orizzontali e spostamenti:

- Trasduttore di spostamenti Tipo GEFRAN LTM 400S corsa 0-400mm certificato matricola 97030913
- Cella di carico fino a 100ton tipo TC8TM
- Programma di acquisizione dati tipo Labview 8.0

1.1 Aims

Performance Characteristics: Proof Load Test and Sliding Coefficient of Friction

1.2 Convincing Results

Any visual defects or damage components

Value sliding coefficient of friction less to 3%

1.3 Test Scheme

The device is vertically loaded by "8" jacks, the horizontal displacements between piston and sliding is apply with horizontal load Jack

1.4 Test Facilities

- Main contrast frame up to 7500ton
- N° 8 vertical Jacks up to 940ton/cad

1.5 Recording Equipment

Vertical Load and displacements:

- Digital manometer up to 1000bar Typr GEFRAN TP 4V B01M-H certificate matr. n°02120494
- Digital Manometer up to 1000bar Type WIKA model:ECO-TRONIC ECO-1-A-BBU-GB n° matr: S/N 5500574 - S/N 550561 - S/N 5406373 - S/N 5500575 - S/N 5500572 - S/N 5406369 - S/N 5116341 - S/N 5500565
- E.displacement trasducer Type ASM travel 0-400mm matricola n° 2227240;2227241;2227244;2227247
- Recording data System type EUROPRESS

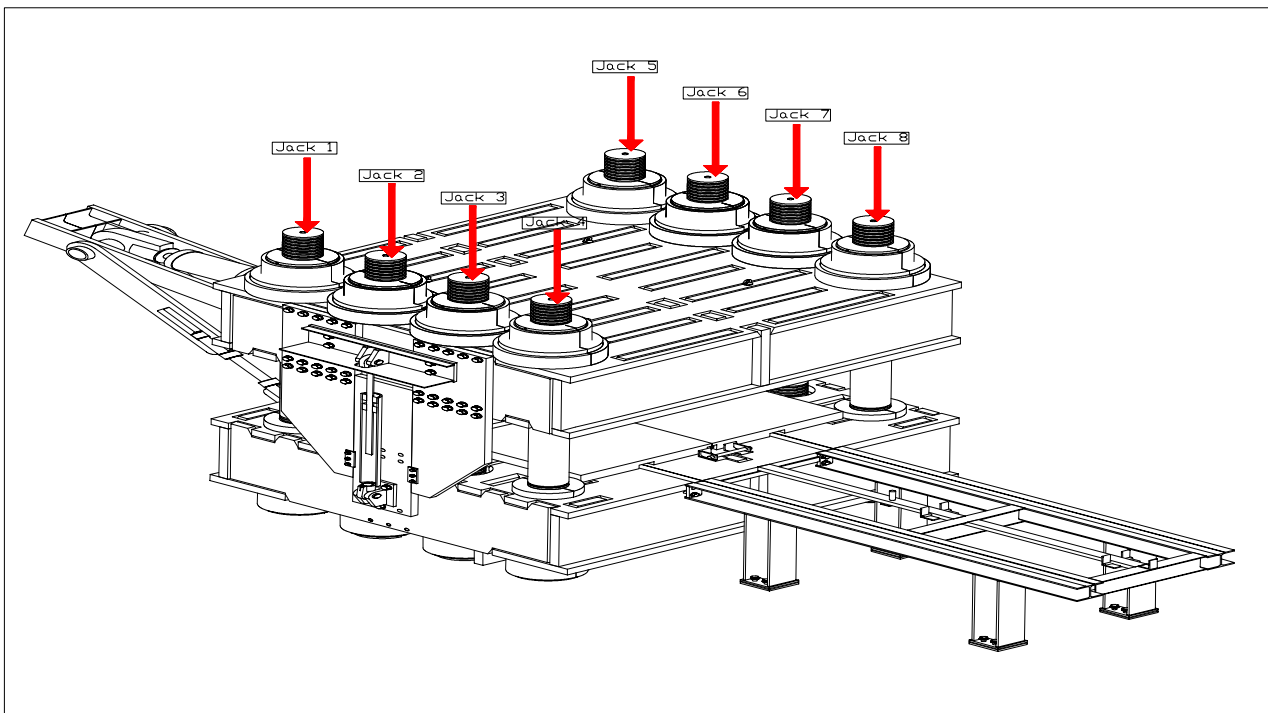
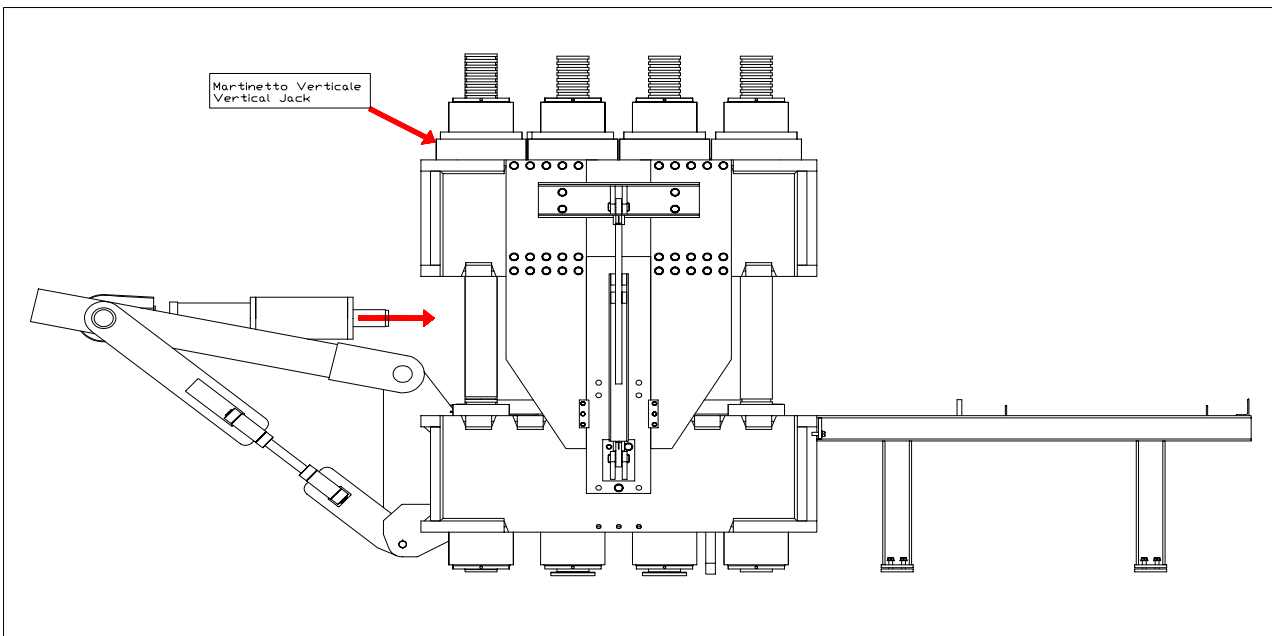
Horizontal Load and displacements:

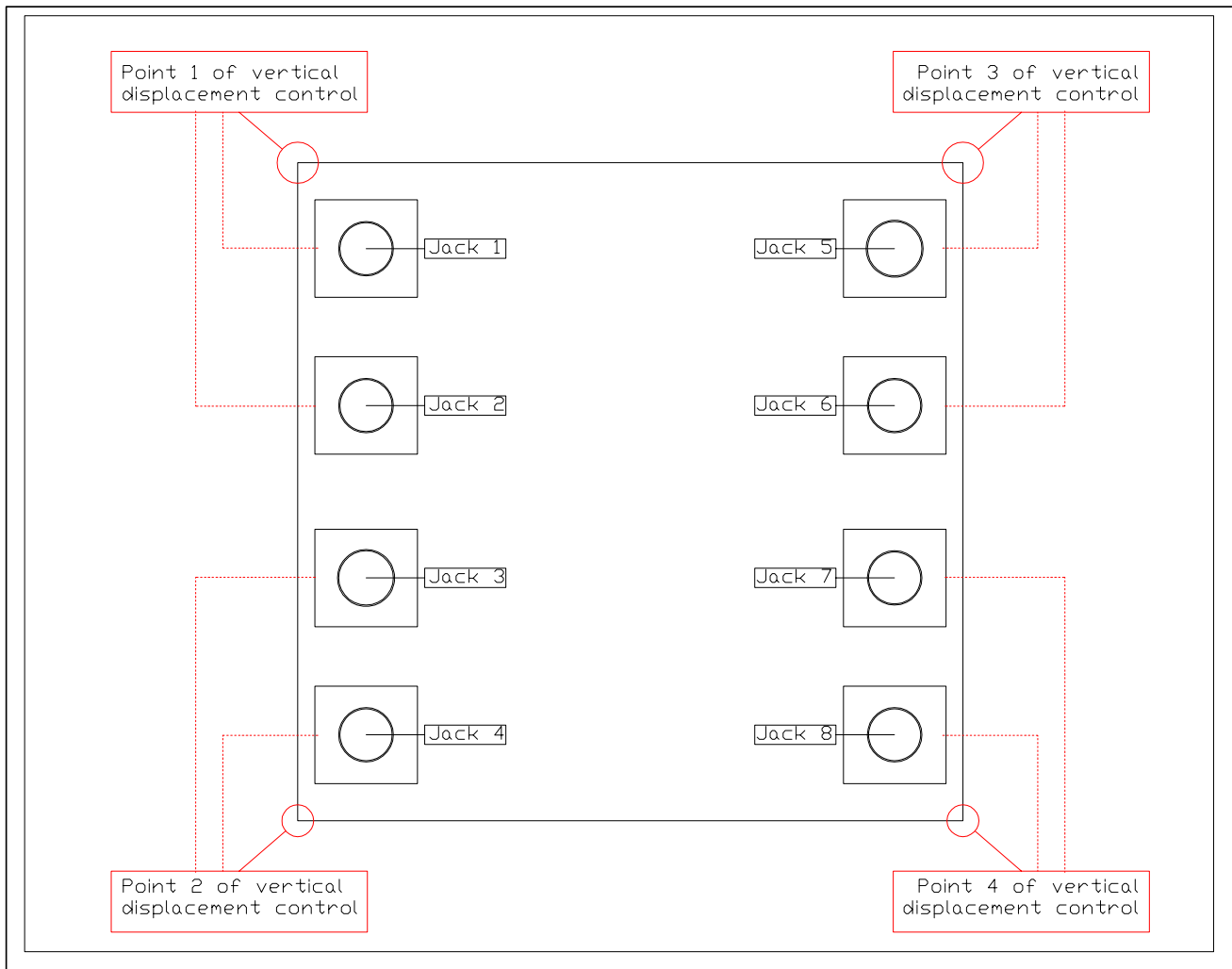
- Electric displacement trasducer Type GEFRAN LTM 400S travel 0-400mm certificate matr.97030913
- Electric load cell up to100ton type TC8TM
- Recording data System type Lab View 8.0





Report. N°	02-09
rev	0
date	08/01/09





1.6 Schema di Prova

L'appoggio viene caricato verticalmente attraverso otto martinetti verticali da 940ton/cad, il caricamento verticale viene imposto tramite software dedicato capace di mantenere il piano di carico perfettamente orizzontale con un errore massimo di 0,1mm .

1.7 Funzionamento del software di carico

Il software gestisce contemporaneamente l'abbassamento di 4 posizioni , ad ogni posizione controllata sono stati associati 2 punti di carico (2 martinetti verticali).

In particolare :

- Posizione 1 : associati i martinetti numero 1 e 2
- Posizione 2 : associati i martinetti numero 3 e 4
- Posizione 3 : associati i martinetti numero 5 e 6
- Posizione 4 : associati i martinetti numero 7 e 8

In questo modo Il software partendo da una posizione iniziale di perfetta orizzontalità, incrementa l'abbassamento dei 4 punti controllati con un discostamento relativo massimo di 0,1mm fino al raggiungimento del carico verticale necessario

1.6 Test Scheme

The bearing is loaded vertically with eight hydraulic jacks (940ton/each), the vertical loading is carried out with a specific software which guarantees the horizontal loading level in perfect positioning with a maximum error of 0,1mm

1.7 Software working

The software is also able at the same time to lower 4 different positions. In each controlled positioned, 2 loading points have been associated (to 2 vertical hydraulic jacks), in particular:

- Position 1: is associated to the hydraulic jacks n°1 and 2
- Position 2: is associated to the hydraulic jacks n°3 and 4
- Position 3: is associated to the hydraulic jacks n°5 and 6
- Position 4: is associated to the hydraulic jacks n°7 and 8

In this way, the software from a starting position of perfect horizontality, increase lowering of the 4 items checked with a maximum relative deviation of 0.1 mm to obtain the necessary vertical load

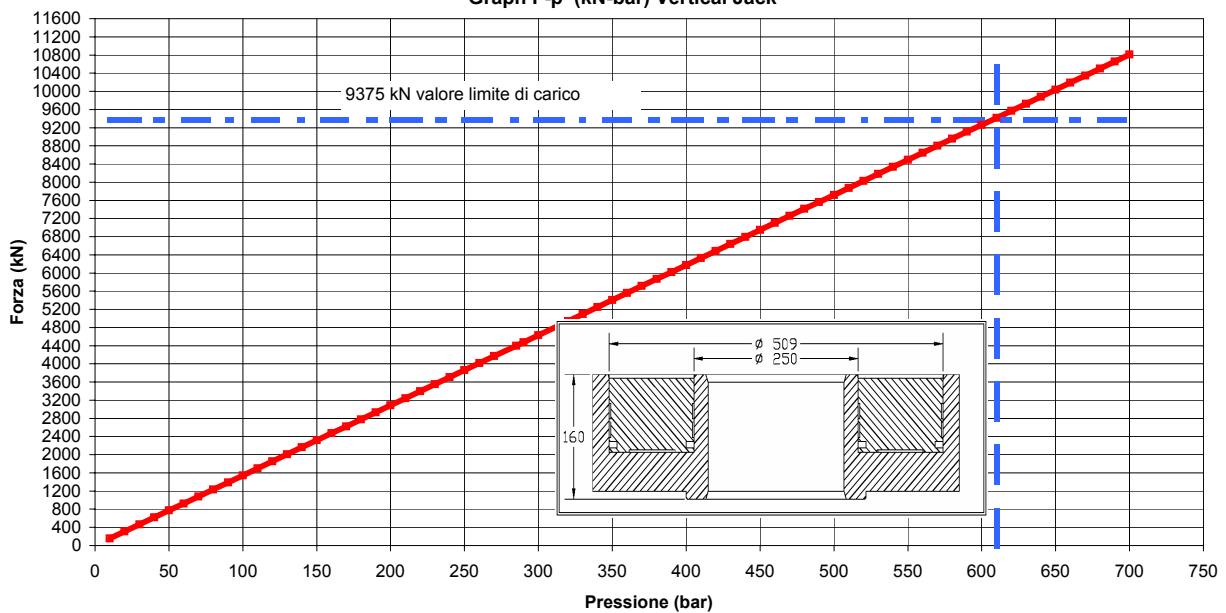
1.8 Martinetti di carico verticale

1.8 Vertical jacks



TIS spa Standing press Bidirectional V=7 500 000 N; H=20 000 N

Graph F-p (kN-bar) Vertical Jack





PROVA DI CARICO VERTICALE

▪ Riferimenti appoggio

Tipologia TDL 3800/380/+ -130
Disegno 0802_042/C
Relazione 0801_009-C

NOTA: la prova di carico verticale è stata effettuata con numero 7 martinetti poiché il martinetto verticale n°6 era fuori uso

▪ Resoconto prova

Sull'appoggio sul quale è stato posto un cuneo con inclinazione del 2% è stato applicato un carico verticale pari al 150% del carico di progetto per la durata di 1 ora
La tolleranza ammessa sul carico verticale è +5%;-10%

V_d= Carico di progetto

N = Martinetti utilizzati

P_{ni}=Pressione sul singolo martinetto

A_m=Area di spinta martinetto

V_{Applicato}= Ni x A_m x P_{ni}

V_{TEST} =1,5*V_d =57000kN

V_{TEST max}=1.05 V_{TEST}=59850kN (range +5%)

V_{TEST min}=0.9 V_{TEST}=51300kN (range -10%)

Ore 18.15 Fase di carico completa

▪ Punto di misura	1
Pressione martinetto 1	433 bar
Pressione martinetto 2	433 bar
▪ Punto di misura	2
Pressione martinetto 3	398 bar
Pressione martinetto 4	398 bar
▪ Punto di misura	3
Pressione martinetto 5	582 bar
Pressione martinetto 6	0 bar
▪ Punto di misura	4
Pressione martinetto 7	544 bar
Pressione martinetto 8	544 bar
▪ Pressione Totale	3332 bar
Carico V corrispondente	51418 kN

▪ Verifica Carico Verticale **OK**

Ore 18.25 Fase intermedia

▪ Punto di misura	1
Pressione martinetto 1	438 bar
Pressione martinetto 2	438 bar
▪ Punto di misura	2
Pressione martinetto 3	401 bar
Pressione martinetto 4	401 bar
▪ Punto di misura	3
Pressione martinetto 5	594 bar
Pressione martinetto 6	0 bar
▪ Punto di misura	4
Pressione martinetto 7	541 bar
Pressione martinetto 8	541 bar

▪ Pressione Totale **3354 bar**
Carico V corrispondente **51758 kN**

▪ Verifica Carico Verticale **OK**

PROOF LOAD TEST

▪ Reference documentation

Type TDL 3800/380/+ -130
Drawing 0802_042/C
Tech. Report 0801_009-C

NOTE: The proof load test is carried out with 7 vertical jacks instead 8, because the jack number "6" was unusable

▪ Report test

A tapered plate with 2% slope has been placed on the bearing and the bearing has been loaded up to 150% of the maximum vertical load for one hour.

The tolerance regarding vertical load is +5%;-10%

V_d= Maximum vertical load

N = Jacks number

P_{ni}=Jack pressure

A_m= Jack area

V_{Appl} = Ni x A_m x P_{ni}

V_{TEST} =1,5*V_d =57000kN

V_{TEST max}=1.05 V_{TEST}=59850kN (range +5%)

V_{TEST min}=0.9 V_{TEST}=51300kN (range -10%)

Ore 18.15 Stage of upload completed

▪ Misure Point	1
Jack 1 Pressure	433 bar
Jack 2 Pressure	433 bar
▪ Misure Point	2
Jack 3 Pressure	398 bar
Jack 4 Pressure	398 bar
▪ Misure Point	3
Jack 5 Pressure	582 bar
Jack 6 Pressure	0 bar
▪ Misure Point	4
Jack 7 Pressure	544 bar
Jack 8 Pressure	544 bar
▪ Total Pressure	3332 bar
Equivalent Vertical Load	51418 kN

▪ Verifica Carico Verticale **OK**

Ore 18.25 middle stage

▪ Misure Point	1
Jack 1 Pressure	438 bar
Jack 2 Pressure	438 bar
▪ Misure Point	2
Jack 3 Pressure	401 bar
Jack 4 Pressure	401 bar
▪ Misure Point	3
Jack 5 Pressure	594 bar
Jack 6 Pressure	0 bar
▪ Misure Point	4
Jack 7 Pressure	541 bar
Jack 8 Pressure	541 bar

▪ Total Pressure **3354 bar**
Equivalent Vertical Load **51758 kN**

▪ Verifica Carico Verticale **OK**



Ore 18.50 Fase intermedia

▪ Punto di misura	1
Pressione martinetto 1	426 bar
Pressione martinetto 2	426 bar
▪ Punto di misura	2
Pressione martinetto 3	393 bar
Pressione martinetto 4	393 bar
▪ Punto di misura	3
Pressione martinetto 5	625 bar
Pressione martinetto 6	0 bar
▪ Punto di misura	4
Pressione martinetto 7	541 bar
Pressione martinetto 8	541 bar
▪ Pressione Totale	3345 bar
Carico V corrispondente	51619 kN
▪ Verifica Carico Verticale	OK

Ore 19.15 Fase Finale

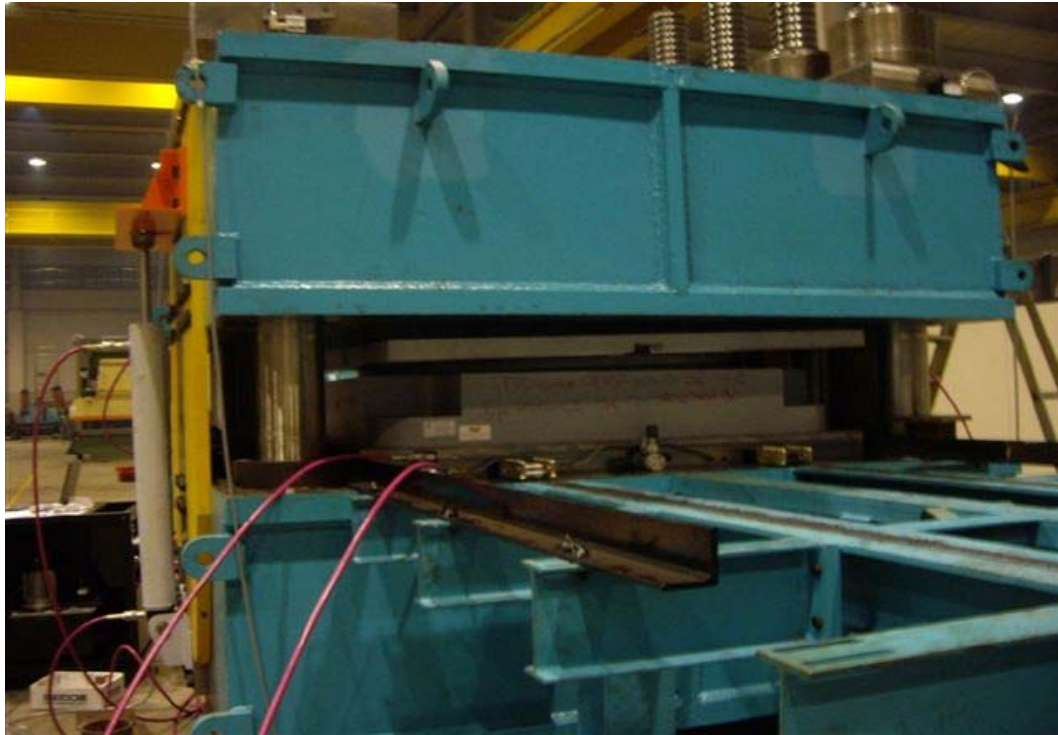
▪ Punto di misura	1
Pressione martinetto 1	425 bar
Pressione martinetto 2	425 bar
▪ Punto di misura	2
Pressione martinetto 3	391 bar
Pressione martinetto 4	391 bar
▪ Punto di misura	3
Pressione martinetto 5	622 bar
Pressione martinetto 6	0 bar
▪ Punto di misura	4
Pressione martinetto 7	539 bar
Pressione martinetto 8	539 bar
▪ Pressione Totale	3332 bar
Carico V corrispondente	51418 kN
▪ Verifica Carico Verticale	OK

Ore 18.50 middle stage

▪ Misure Point	1
Jack 1 Pressure	426 bar
Jack 2 Pressure	426 bar
▪ Misure Point	2
Jack 3 Pressure	393 bar
Jack 4 Pressure	393 bar
▪ Misure Point	3
Jack 5 Pressure	625 bar
Jack 6 Pressure	0 bar
▪ Misure Point	4
Jack 7 Pressure	541 bar
Jack 8 Pressure	541 bar
▪ Total Pressure	3345 bar
Equivalent Vertical Load	51619 kN
▪ Verifica Carico Verticale	OK

Ore 19.15 Final stage

▪ Misure Point	1
Jack 1 Pressure	425 bar
Jack 2 Pressure	425 bar
▪ Misure Point	2
Jack 3 Pressure	391 bar
Jack 4 Pressure	391 bar
▪ Misure Point	3
Jack 5 Pressure	622 bar
Jack 6 Pressure	0 bar
▪ Misure Point	4
Jack 7 Pressure	539 bar
Jack 8 Pressure	539 bar
▪ Total Pressure	3332 bar
Equivalent Vertical Load	51418 kN
▪ Verifica Carico Verticale	OK



Posizionamento appoggio per la prova di carico Verticale
Bearing setting for Proof Load Test

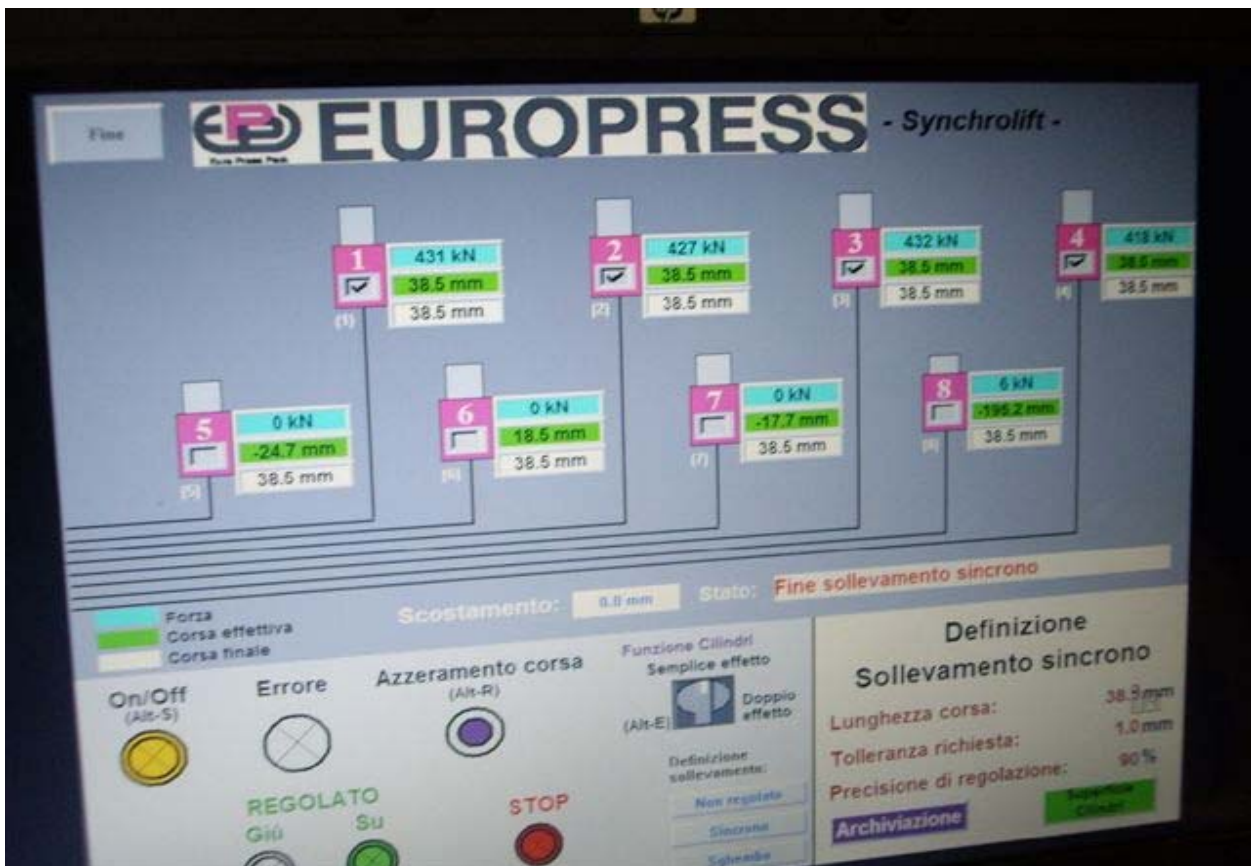


Immagine del Software Utilizzato
Image of software used



Disassemblaggio appoggio
Disassembled bearing



Disassemblaggio appoggio
Disassembled bearing



Procedura di Prova per la determinazione del coefficiente d'attrito

NOTA1: la prova del coefficiente d'attrito è stata effettuata il 18/19 Novembre/2008 senza l'utilizzo della centralina a controllo di spostamento.

NOTA2: la prova del coefficiente d'attrito è stata effettuata con numero 7 martinetti poiché il martinetto verticale n°8 era fuori uso

Gestione della prova

Il carico verticale è stato applicato tramite una centralina da 1000 bar collegando in parallelo tutti e 7 i martinetti .
Il carico verticale è stato controllato attraverso un trasduttore di pressione messo in parallelo con i martinetti in modo da leggere una pressione media di esercizio e quindi un carico verticale medio applicato

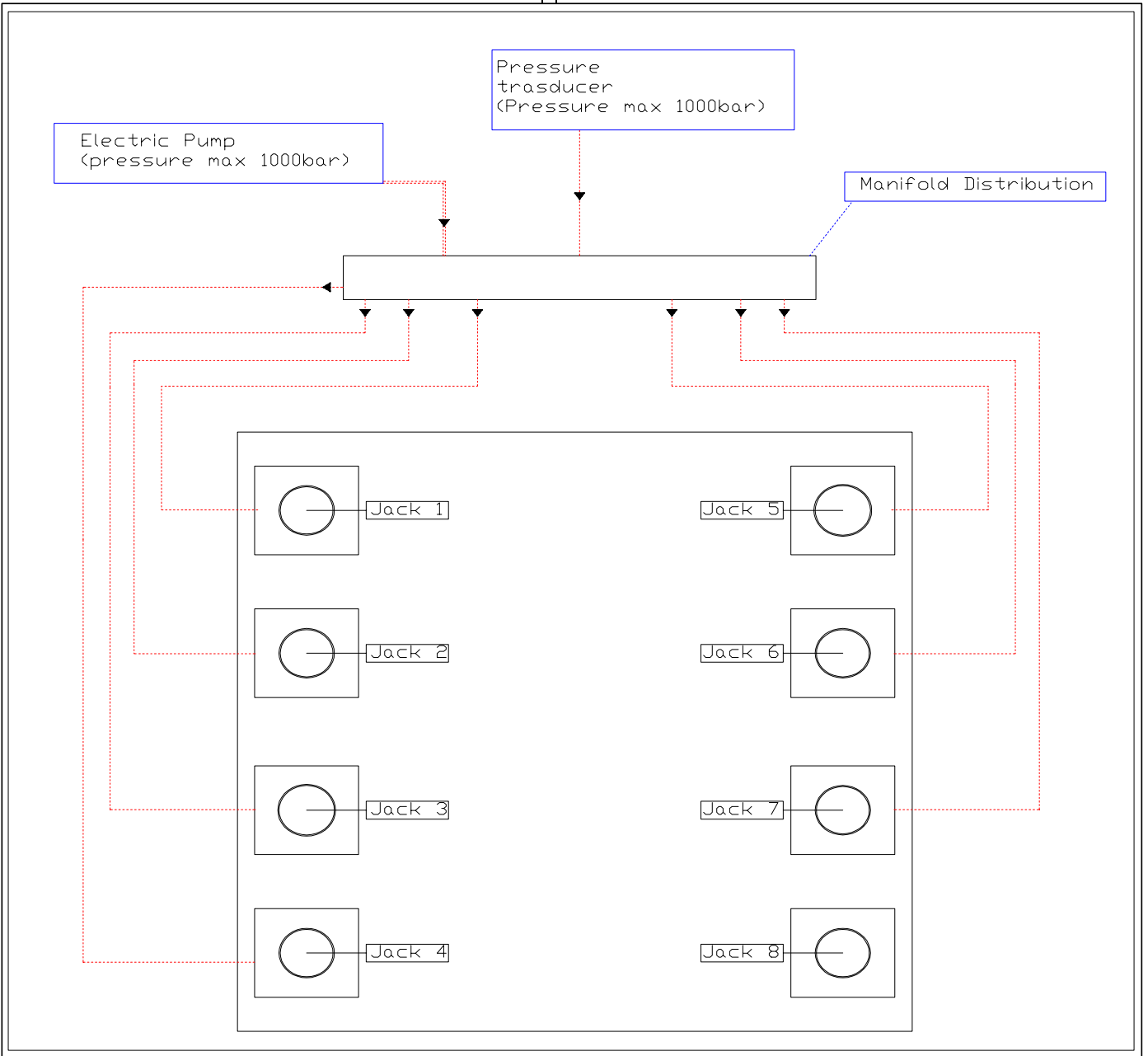
Test Procedure for Friction Test and cycle

NOTA1:The test regarding friction coefficient was carried out at 18/19 November without using electric control movement used in the proof load test

NOTE2::The test regarding friction coefficient was carried out with 7 vertical jacks instead 8, because the jack number "8" was unusable

Test management

The vertical load was applied by a electric pump from 1000 bar in parallel connecting all 7 jacks.
The vertical load was controlled by a pressure transducer placed in parallel with the jacks in order to read an average of pressure operation and then a vertical load average





PROVA PER DETERMINARE IL COEFFICIENTE D'ATTRITO

▪ Resoconto prova

All'appoggio in questione viene applicato un carico verticale pari al carico verticale massimo di progetto mantenuto costante per 12 ore

Vd= Carico di progetto

N = Martinetti utilizzati

P_n=Pressione sul singolo martinetto

A_m=Area di spinta martinetto

V_{TEST} = N x A_m x P_n

Ore 19.00 del 18/11/2008 Fase di carico completata

N= 7
P_n= 328 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 35448.944 kN
Vd= 38000 kN
Vd_{min}=Vd*0.9 34200 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_{dmin} OK

Ore 9.00 del 19/11/2008 Fase finale

N= 7
P_n= 319 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 34476.26 kN
Vd= 38000 kN
Vd_{min}=Vd*0.9 34200 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_{dmin} OK

Una volta trascorse le 12 ore il carico verticale è stato decrementato riducendolo al carico permanente di progetto ed è stato misurato il coefficiente d'attrito statico e dinamico imponendo uno spostamento di circa 35mm ad una velocità prossima a 15mm/min

V_p= Carico permanente

N = Martinetti utilizzati

P_n=Pressione sul singolo martinetto

A_m=Area di spinta martinetto

V_{TEST} = N x A_m x P_n

N= 7
P_n= 285 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 30801.674 kN
V_p= 30729 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_p OK

Calcolo del coefficiente d'attrito

Attrito Statico

H_{s,1°} = Carico orizzontale massimo registrato
V_{test} ≈ V_p = Carico verticale permanente (applicato)
μ_{s,1°} = Coefficiente d'attrito statico
μ_{s,1°} = 1/2*(H_{s,1°} / V_p)

H_{s,1°} = 318.09549 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{s,1°} = 0.52% OK<3%

Attrito Dinamico

H_{d,1°} = Carico orizzontale medio
V_{test} ≈ V_p = Carico verticale permanente (applicato)
μ_{d,1°} = Coefficiente d'attrito dinamico
μ_{d,1°} = 1/2*(H_{s,1°} / V_p)

H_{d,1°} = 298 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{d,1°} = 0.48% OK<3%

SLIDING COEFFICIENT OF FRICTION TEST

▪ Report test

The test bearing has been loaded up to a maximum vertical design. Load is applied continuously for 12 hours

Vd= Maximum vertical load

N = Jacks number

P_n=Jack pressure

A_m= Jack area

V_{TEST} = N x A_m x P_n

Ore 19.00 of 18th/11/2008 Stage of upload completed

N= 7
P_n= 328 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 35448.94422 kN
Vd= 38000 kN
Vd_{min}=Vd*0.9 34200 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_{dmin} OK

Ore 9.00 AM of 19th/11/2008 Final test

N= 7
P_n= 319 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 34476.25977 kN
Vd= 38000 kN
Vd_{min}=Vd*0.9 34200 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_{dmin} OK

After the 12 hours the vertical load has been reduced to a minimum dead load . The first movements static and the dynamic coefficient of friction of the test bearing has been measured applying a 35mm displacement with a sliding speed around 15 mm/min

V_p= Dead vertical load

N = Jacks number

P_n=Jack pressure

A_m= Jack area

V_{TEST} = N x A_m x P_n

N= 7
P_n= 285 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 30801.67 kN
V_p= 30729 kN
Check of vertical load V_{test} ≈ V_p OK

The static and dynamic coefficient is calculated as:

Static Coefficient

H_{s,1°} = maximum horizontal load(first move.)
V_{test} ≈ V_p = Dead Vertical Load (Applying)
μ_{s,1°} = Static coefficient
μ_{s,1°} = 1/2*(H_{s,1°} / V_p)

H_{s,1°} = 318.0954948 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{s,1°} = 0.52% OK<3%

Dynamic Coefficient

H_{d,1°} = Mean value of horizontal load
V_{test} ≈ V_p = Dead Vertical Load (Applying)
μ_{d,1°} = Dynamic coefficient
μ_{d,1°} = 1/2*(H_{s,1°} / V_p)

H_{d,1°} = 298 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{d,1°} = 0.48% OK<3%



SERVIZIO PROVE E COLLAUDI LABORATORIO PROVE
ACCEPTANCE TEST LABORATORY

Report. N°	02-09
rev	0
date	08/01/09

E' stato quindi riapplicato il carico massimo di progetto e sono stati effettuati 100 movimenti (50 cicli di spostamento) ad una velocità di circa 21 cm/mm

Vd= Carico di progetto
N = Martinetti utilizzati
P_n=Pressione sul singolo martinetto
A_m=Area di spinta martinetto
V_{TEST} = N x A_m x P_n

N= 7
P_n= 328 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 35448.944 kN
Vd= 38000 kN
V_{d,min}=Vd*0.9 34200 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_{dmin} OK

Una volta effettuati i 50 cicli il carico verticale è stato decrementato riducendo al carico permanente di progetto ed è stato misurato il coefficiente d'attrito statico e dinamico imponendo uno spostamento di circa 45mm ad una velocità prossima a 15mm/min

Vp= Carico permanente
N = Martinetti utilizzati
P_n=Pressione sul singolo martinetto
A_m=Area di spinta martinetto
V_{TEST} = N x A_m x P_n

N= 7
P_n= 285 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 30801.674 kN
Vp= 30729 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_p OK

Calcolo del coefficiente d'attrito

Attrito Statico

H_{s,2°} = Carico orizzontale massimo registrato
V_{test} ≈ V_p = Carico verticale permanente (applicato)
μ_{s,2°} = Coefficiente d'attrito statico
μ_{s,2°} = 1/2*(H_{s,1°} / V_p)

H_{s,2°} = 311.3 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{s,2°} = 0.51% OK<3%

Attrito Dinamico

H_{d,2°} = Carico orizzontale medio
V_{test} ≈ V_p = Carico verticale permanente (applicato)
μ_{d,2°} = Coefficiente d'attrito dinamico
μ_{d,2°} = 1/2*(H_{s,2°} / V_p)

H_{d,2°} = 246 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{d,2°} = 0.40% OK<3%

The test bearing has been loaded up to a maximum vertical design. 100 movements (50 cycle) at a sliding speed of 21cm /min has been done

Vd= Maximum vertical load
N = Jacks number
P_n=Jack pressure
A_m= Jack area
V_{TEST} = N x A_m x P_n

N= 7
P_n= 328 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 35448.94422 kN
Vd= 38000 kN
V_{d,min}=Vd*0.9 34200 kN
Verifica carico applicato V_{test} ≈ V_{dmin} OK

After the 50 cycle the vertical load has been reduced to a minimum dead load. The first movements static and the dynamic coefficient of friction of the test bearing has been measured applying a 45mm displacement with a sliding speed around 15 mm/min

Vp= Dead vertical load
N = Jacks number
P_n=Jack pressure
A_m= Jack area
V_{TEST} = N x A_m x P_n

N= 7
P_n= 285 bar
A_m= 15.44 dm²
V_{TEST} = 30801.67409 kN
Vp= 30729 kN
Check of vertical load V_{test} ≈ V_p OK

The static and dynamic coefficient is calculated as:

Static Coefficient

H_{s,2°} = maximum horizontal load(first move.)
V_{test} ≈ V_p = Dead Vertical Load (Applying)
μ_{s,2°} = Static coefficient
μ_{s,2°} = 1/2*(H_{s,1°} / V_p)

H_{s,2°} = 311.3 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{s,2°} = 0.51% OK<3%

Dynamic Coefficient

H_{d,2°} = Mean value of horizontal load
V_{test} ≈ V_p = Dead Vertical Load (Applying)
μ_{d,2°} = Dynamic coefficient
μ_{d,2°} = 1/2*(H_{s,2°} / V_p)

H_{d,2°} = 246 kN
V_{test} ≈ V_p = 30729 kN
μ_{d,2°} = 0.40% OK<3%



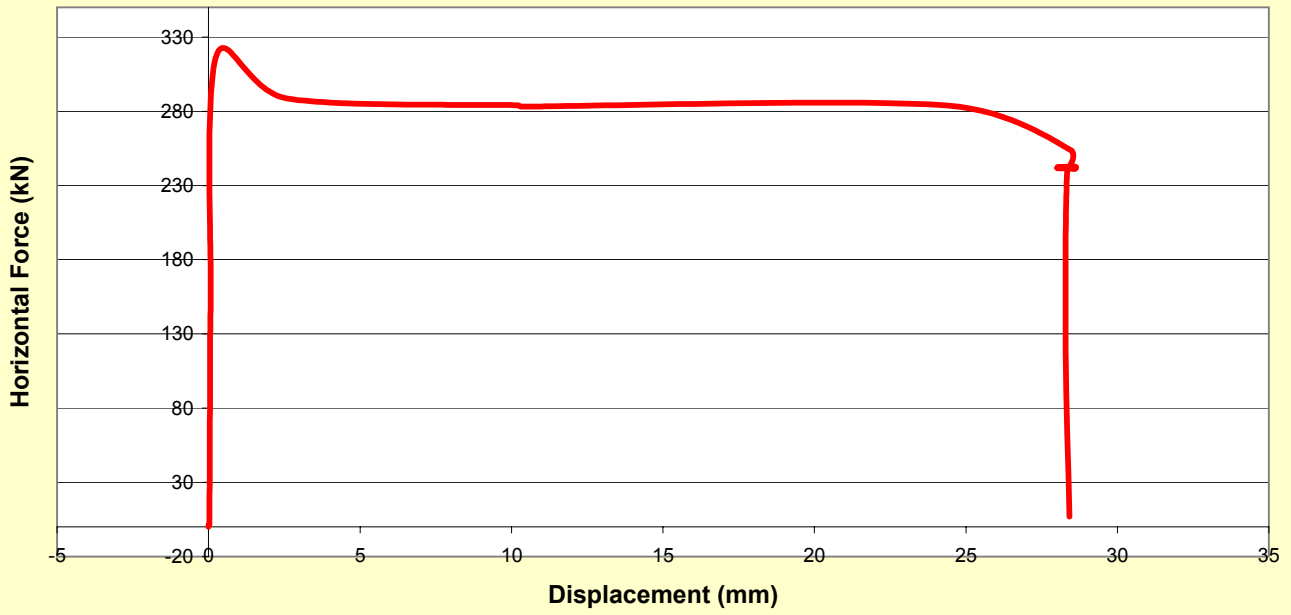
Posizionamento appoggio per la prova del coefficiente d'attrito
Bearing setting for Friction test



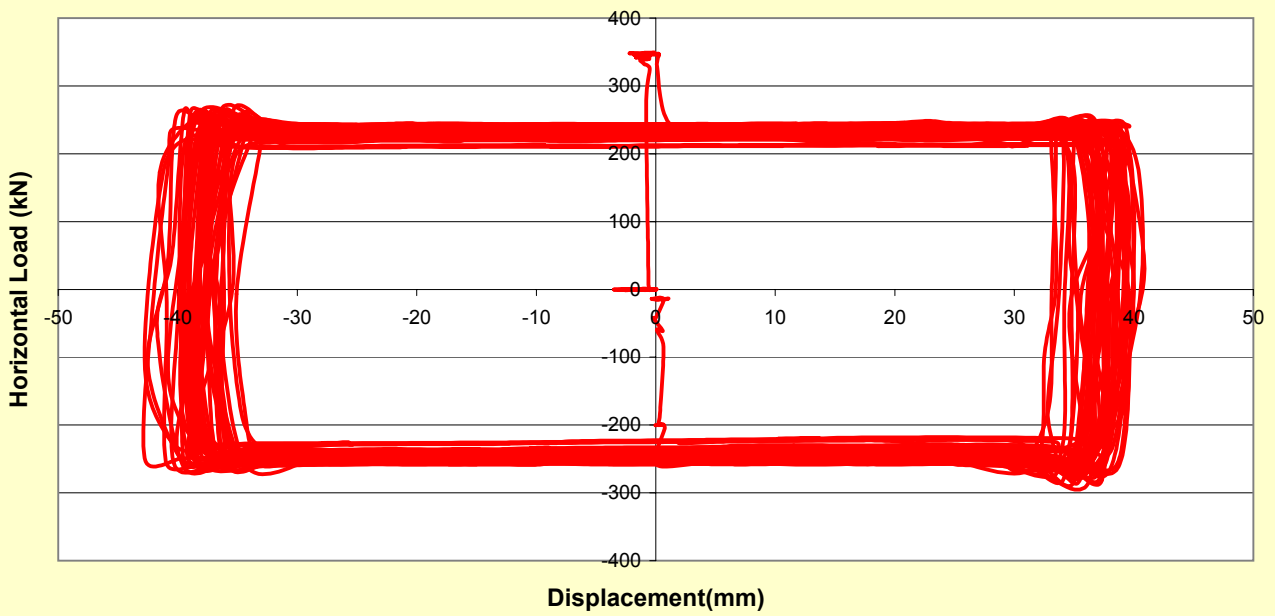
Posizionamento appoggio per la prova del coefficiente d'attrito
Bearing setting for Friction test



First Friction Displacement



50 Cycle





Second Friction Displacement

