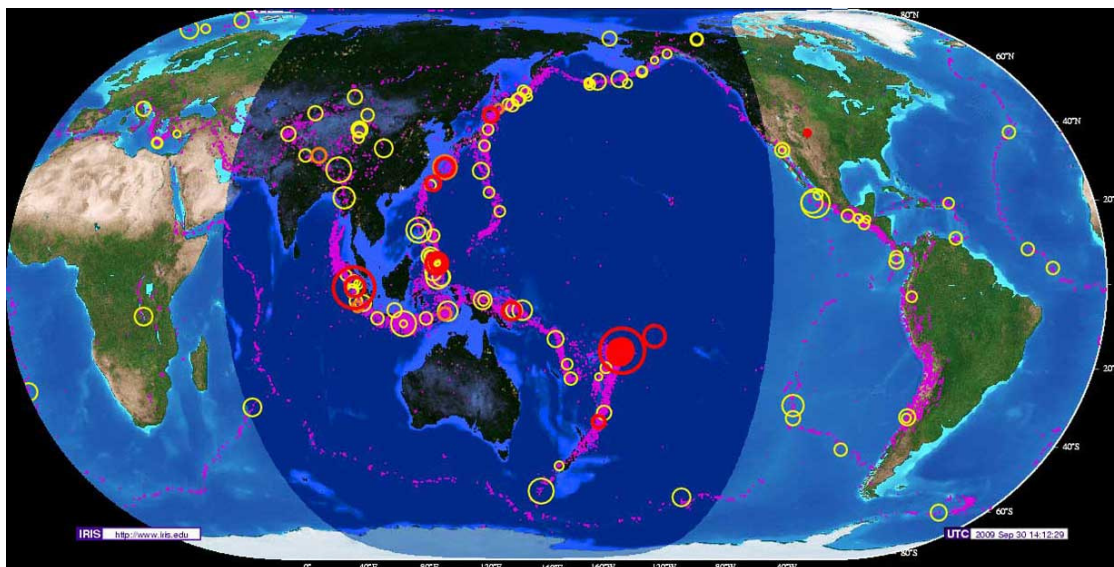




innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

E BOOK

E NUX Design anti-sismico E NUX Seismic Design



[Italiano](#)
[English](#)

Lo studio di design sismico parte **dalla valutazione di vulnerabilità della struttura collocata in diverse scale geografiche.**

Il lavoro descritto nel presente documento si riferisce alle attività svolte nell'ambito di consulenza tra la Fondazione Eucentre di Pavia e E.T.A., con sede a Canzo (CO), intitolato "Modellazione e simulazione numerica della risposta sismica di due armadi per alloggiamento di quadri elettrici".

Lo scopo del lavoro è valutare, attraverso elaborazioni numeriche, il comportamento che i sistemi considerati (E NUX con kit antisismico ed E NUX con zoccolo antivibrante) manifestano nei confronti delle azioni sismiche di vari aree geografiche.

La valutazione del comportamento sismico si è articolata nelle seguenti parti:

1. Modellazione matematica ad elementi finiti dei due sistemi considerati;
2. Conduzione di analisi spettrali per valutare le azioni sui componenti strutturali;
3. Verifica della resistenza delle unioni bullonate poste alla base delle strutture.

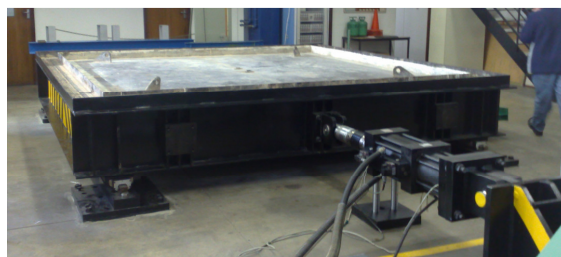
La simulazione del carico sismico sui prototipi provati è basata sull'utilizzo di molti spettri di progetto nazionali e internazionali:

- Norme tecniche italiane per le costruzioni 08: (approfondimenti: <http://esse1.mi.ingv.it/ntc.html>)
- Codice Europeo: Eurocode8 (<http://www.eurocodes.co.uk/FAQs.aspx?eurocode=8>)
- Design Code Americano ASSTHO
<http://earthquake.usgs.gov/hazards/designmaps/aashtocd.php>
- Design code Giapponese (<http://www.jnes.go.jp/english/gyomu/taishin.html>)
- Design Code Neozelandese (<http://www.teara.govt.nz/en/earthquakes/4>)

In base ai risultati ottenuti, è possibile stabilire il massimo livello di accelerazione sopportabile dai due sistemi considerati.

Questa prima fase, che abbiamo definito di **simulazione matematica su modello 3D**, ha lo scopo di valutare la bontà del progetto di design antisismico, per poi passare alla **simulazione vera e propria su tavola vibrante** presso il TREES Lab (Laboratory for Training and Research in Earthquake Engineering and Seismology).

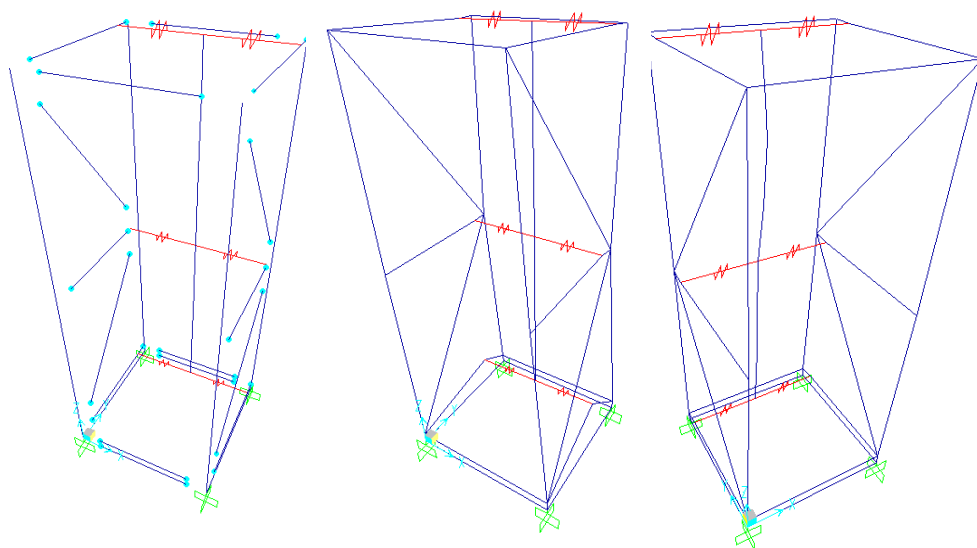
La struttura sviluppata all'interno di EUCENTRE per la realizzazione di prove sperimentali su strutture, è stata progettata secondo le tecnologie più innovative e grazie alle grandi prestazioni delle sue attrezzature consente di realizzare ricerche sperimentali su prototipi anche in grande scala in regime sia statico sia dinamico riducendo così le incertezze di interpretazione e di correlazione con le condizioni reali. Gli strumenti di prova del laboratorio comprendono una grande tavola vibrante monodirezionale ad elevate prestazioni (fino a 6 volte l'accelerazione di gravità).



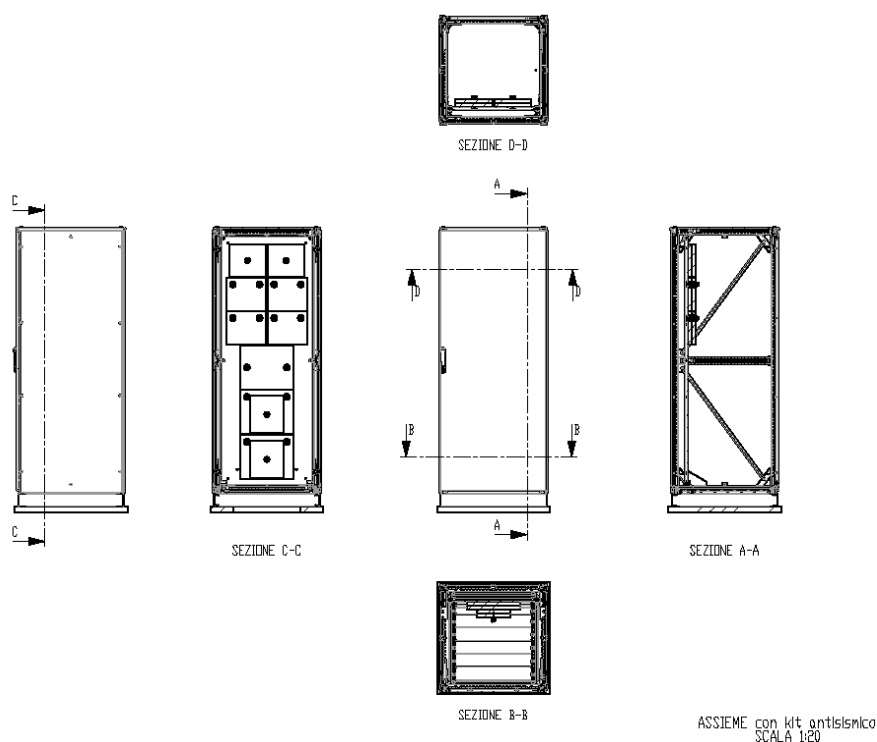
SISTEMA E NUX CON KIT ANTISIMICO

- dotato di quattro elementi di irrigidimento
- realizzato tramite profili in acciaio cavi
- piastra caricata con circa 450 Kg

Rappresentazione statica



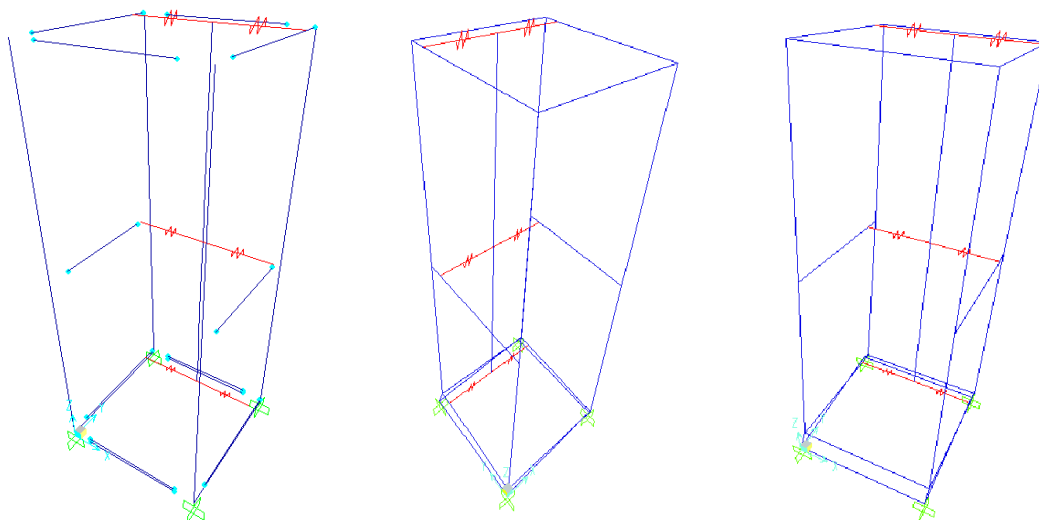
Rappresentazione dinamica (due modi di vibrare)



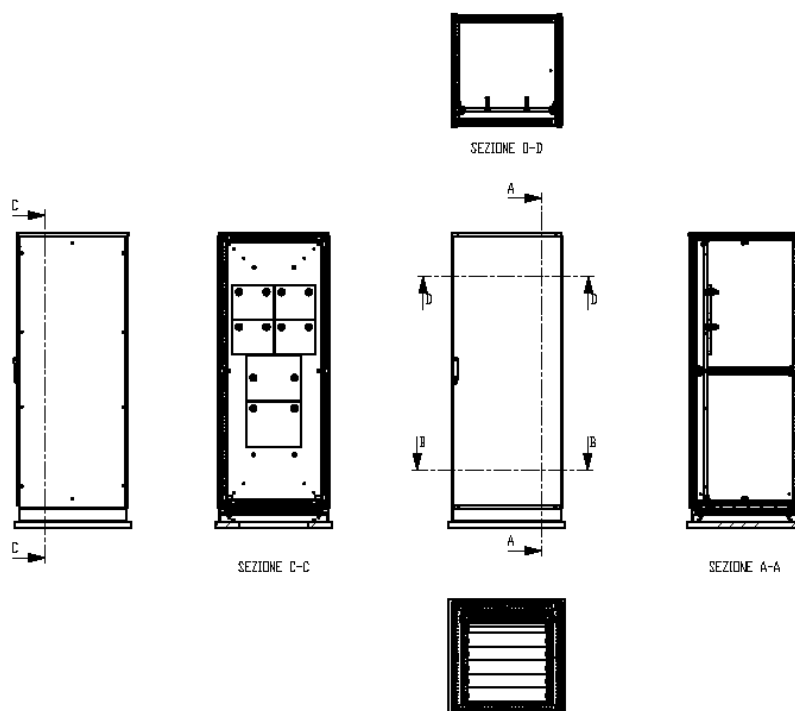
SISTEMA E NUX CON ZOCCOLO ANTIVIBRANTE

- assenza dei diagonalali di controvento
- aggiunta di elementi antivibranti alla base
- piastra caricata con circa 130kg

Rappresentazione statica



Rappresentazione dinamica (due modi di vibrare)





innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

E NUX Design anti-sismico - E NUX Seismic design

Title: Seismic design

Issued by: Tessari Barbara

Doc history: 17/04/12

Approved by: Turati A.

Gli spettri in accelerazione utilizzati per condurre tali analisi sono stati determinati considerando livelli di PGA da 0.35g a 1.5g, dove PGA è l'acronimo di Peak Ground Acceleration (misura dell'accelerazione al suolo massima). La PGA di un sito è espressa come accelerazione su suolo rigido ovvero al netto di eventuali effetti amplificativi dovuti ai diversi suoli sottostante la struttura; gli spettri considerati sono stati applicati separatamente nelle due direzioni x e y.

Noti i risultati delle analisi spettrali, è stato possibile determinare quale fosse il massimo livello di accelerazione raggiungibile dal sistema.

In base ai risultati ottenuti e riportati nel test report, i massimi livelli di accelerazione sopportabili dai due sistemi considerati sono riportati sotto.

Sistema	Asse	PGA max [espressa in n. volte g] Suolo rigido	Accelerazione [espressa in n. volte g] Diversi suoli (amplificazione)
E NUX con Kit antisismico con piastra caricata 450Kg	x	0.9	2.475
	y	1.1	2.063
E NUX con vibrostop con piastra caricata con 130Kg	x	1.4	4.725
	y	1.4	4.725

I valori di accelerazione (PGAm_{ax}) ottenuti sono decisamente più elevati di quelli che caratterizzano qualunque evento sismico (cfr. esempi riportati nelle pagg. seguenti).

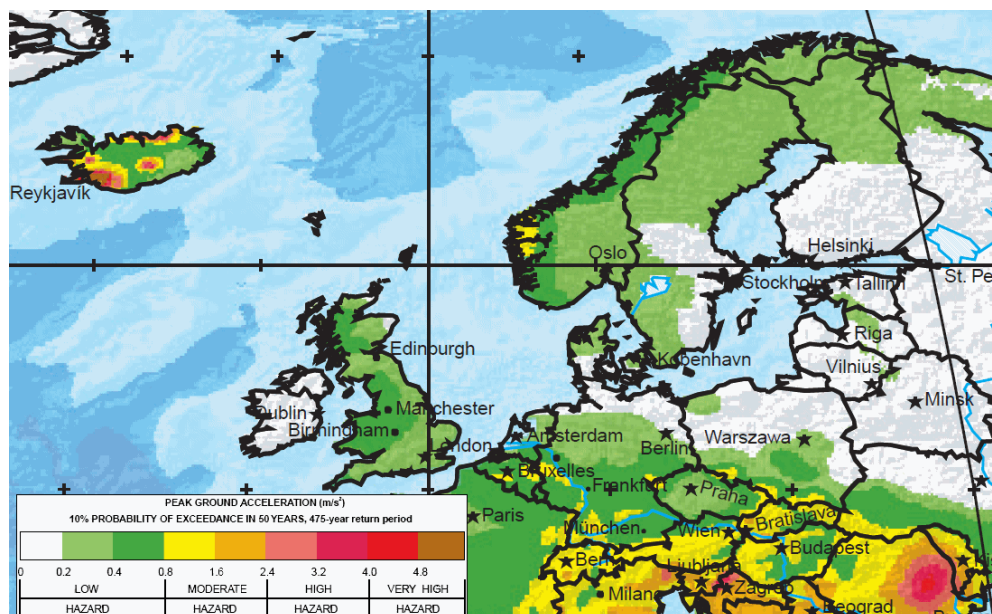
In particolar modo, nella seconda soluzione - E NUX con vibrostop, si osserva che il PGA è molto elevato, questo perché il carico scelto per il test (130kg) è stato determinato secondo criteri conservativi. Pertanto, si può ragionevolmente considerare di poter aumentare il peso caricato sulla piastra del 35% (= 180 kg ca); questo implica in proporzione una riduzione del PGA max, fino ad assumere valori in linea con quelli rilevati durante gli eventi sismici.

ESEMPI DI ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO (PGA ESPRESSA IN M/S^2)

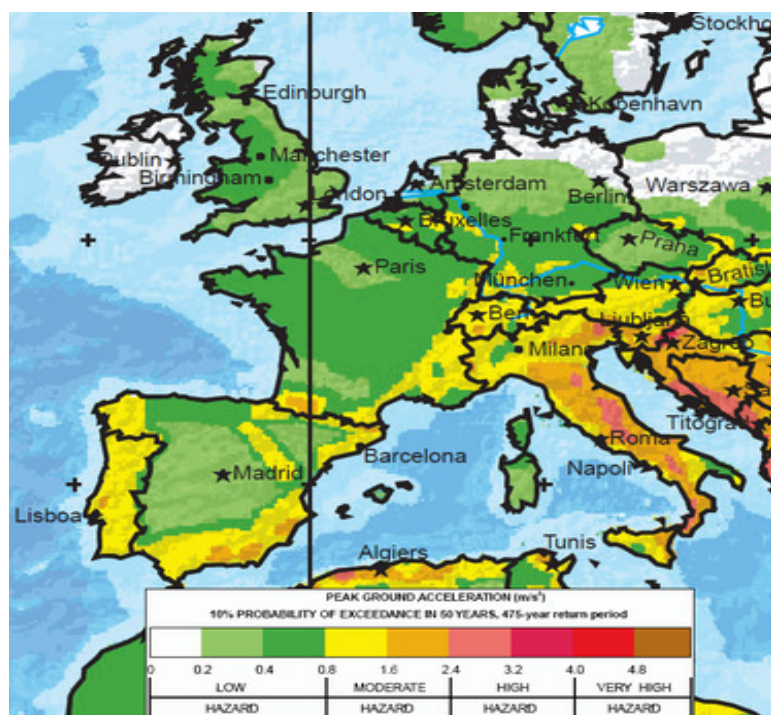
(fonte: [http://geology.about.com/od/seishazardmaps/Seismic_Hazard Maps of the Worlds Nations.htm](http://geology.about.com/od/seishazardmaps/Seismic_Hazard_Maps_of_the_Worlds_Nations.htm))

Da ricavare per l'area di installazione in fase di progettazione

Nord Europa



Europa Occidentale





innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

E NUX Design anti-sismico - E NUX Seismic design

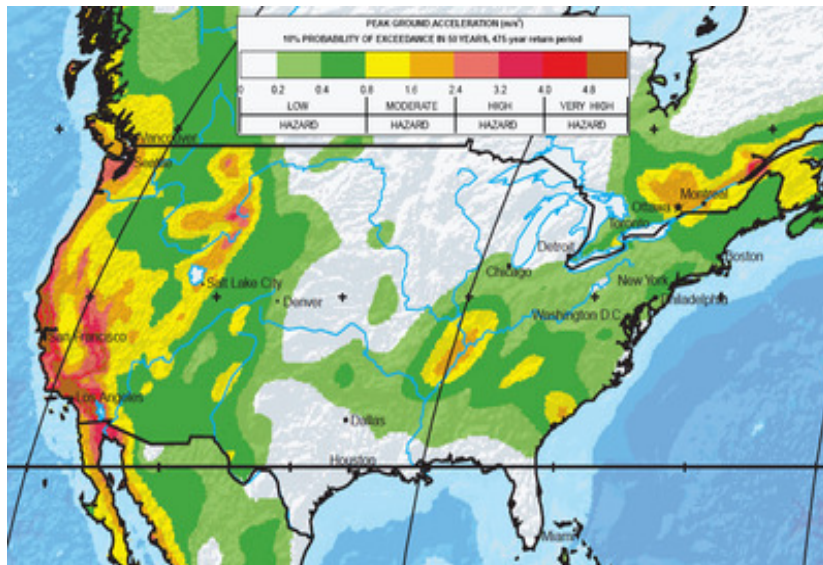
Title: Seismic design

Issued by: Tessari Barbara

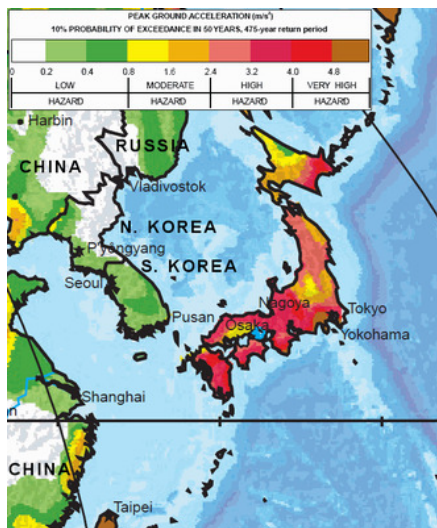
Doc history: 17/04/12

Approved by: Turati A.

U.S.A.



Giappone e Corea





innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

E NUX Design anti-sismico - E NUX Seismic design

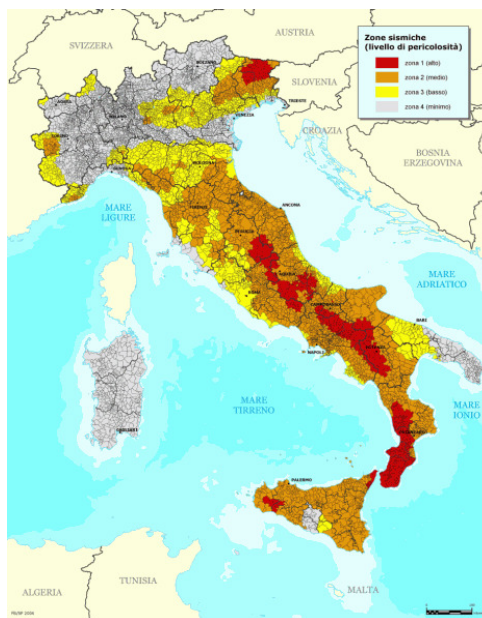
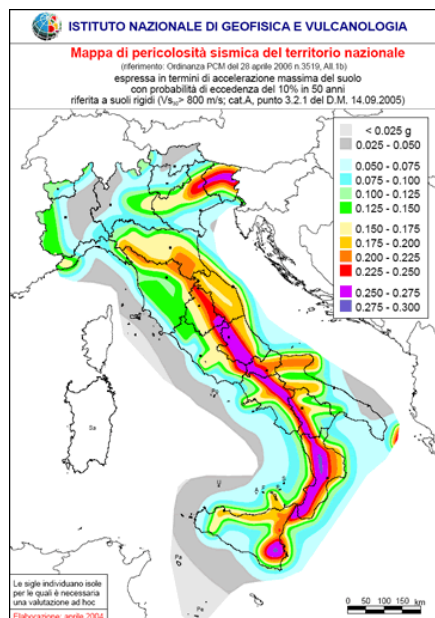
Title: Seismic design

Issued by: Tessari Barbara

Doc history: 17/04/12

Approved by: Turati A.

Italia (valori di PGA espressi in unità di acc. di gravità)



La carta mostra i valori di massima accelerazione al suolo raggruppati secondo i limiti previsti dall'ordinanza 3274 della PCM per l'inserimento dei comuni in una delle quattro zone sismiche. Al riguardo, vale la seguente corrispondenza:

- zona 1: $PGA > 0.25g$
- zona 2: $0.15 < PGA < 0.25g$
- zona 3: $0.05 < PGA < 0.15g$
- zona 4: $PGA < 0.05g$

ETA S.p.A. Via Monte Barzaghino, 6 - 22035 Canzo (CO) - Italia		
Modellazione e simulazione numerica della risposta sismica di due armadi per alloggiamento di quadri elettrici		
 Via Ferrara 1, 27100 Pavia, Italy Tel. +390382 516111 Fax. +390382 529131 http://www.eucentre.it email: info@eucentre.it		
RESPONSABILE DEL PROGETTO	SPERIMENTAZIONE E ANALISI	REVISORE
Prof. Ing. ALBERTO PAVESE	Dr. Ing. ROBERTO FRANZOLIN Ing. VALERIA FORT	Dr. Ing. SIMONE PELOSO
Firma 	Firma 	Firma 
Revisione: 20 Marzo 2012	Elaborato Relazione Tecnica Incarico: Dr. Alberto A. Allegato B, Allegato C	Nome file: Report_ETA.pdf Protocollo: EUCENTRE/2012/11
Confermato alla legge, il marchio di EUCENTRE non può essere riprodotto, copiato o utilizzato, senza permesso scritto dalla Fondazione EUCENTRE, che ne fa parte la proprietà, a meno di condizioni contrattuali stabilite, riguardanti la produzione di questo documento.		

Test report - copertina

The study of seismic design proceeds from the **estimate of vulnerability of the structure placed in different geographic scales**.

The process described in this file refers to the activities concerning the consulting field between Fondazione Eucentre in Pavia and ETA, based in Canzo (CO), called “Model and numerical simulation of the antiseismic device for electric boards housing”.

The purpose of the process is estimating the behaviour that these systems (E NUX with antiseismic kit and E NUX with anti-vibrating plinth) reflect on the seismic actions from different geographic area, through numeric processing.

The valuation of the seismic behaviour is divided into the following parts:

1. Mathematic model to end elements of the two considered systems;
2. Conduct of spectrum analysis to estimate the actions upon structural components.
3. Check of the resistance of the bolted unions at the bottom of the structure.

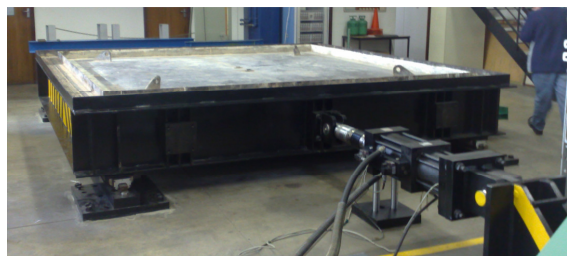
The simulation of the seismic load on tested prototypes is based on the use of lots of spectrums, planned nationwide and worldwide.

- Technical Italian laws for the 08 buildings (examinations: <http://esse1.mi.ingv.it/ntc.html>)
- European code: Eurocode 8 (<http://www.eurocodes.co.uk/FAQs.aspx?eurocode=8>)
- ASSTHO American Code design (<http://earthquake.usgs.gov/hazards/designmaps/aashtocd.php>)
- Japanes Design code (<http://www.jnes.go.jp/english/gyomu/taishin.html>)
- New Zealand (<http://www.teara.govt.nz/en/earthquakes/4>)

With the obtained results, it is possible to establish the maximum acceleration level, bearable by the two considered systems.

This first stage that we defined “**mathematic simulation based on 3D model**” aim to estimate the excellence of the antiseismic design and then to move on to the real **simulation on vibrating table** at the TREES Lab (Laboratory for Training and Research in Earthquake Engineering and Seismology).

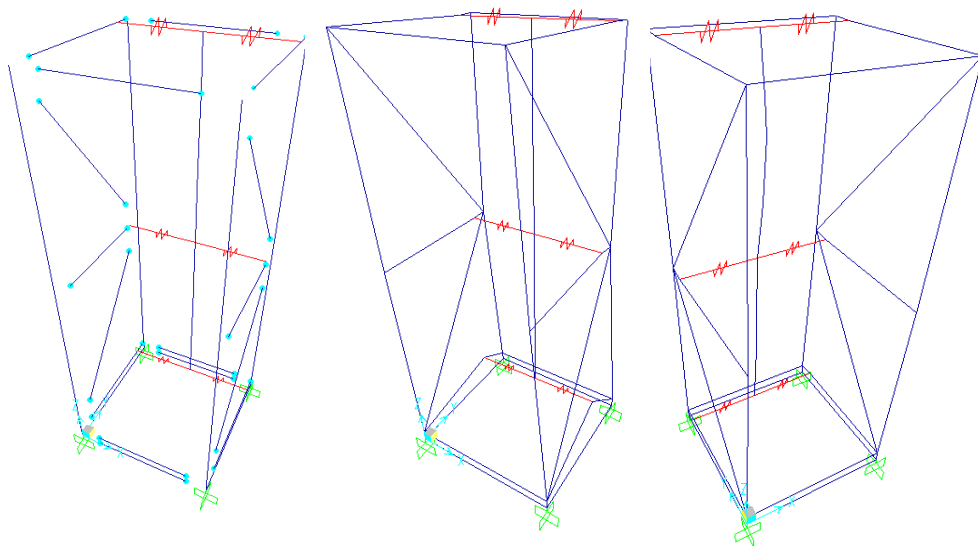
The developed structure inside the EUCENTRE for laboratory tests on structures has been planned according to the most innovative technologies and thanks to great performances of its fittings, it allow to realize experimental researches upon also grand-scale static-state or dynamic-state prototypes, reducing interpretation and correlation uncertainties with the real conditions. The test instruments include a big vibrating monodirectional high-performance table (up to 6 times the acceleration of gravity).



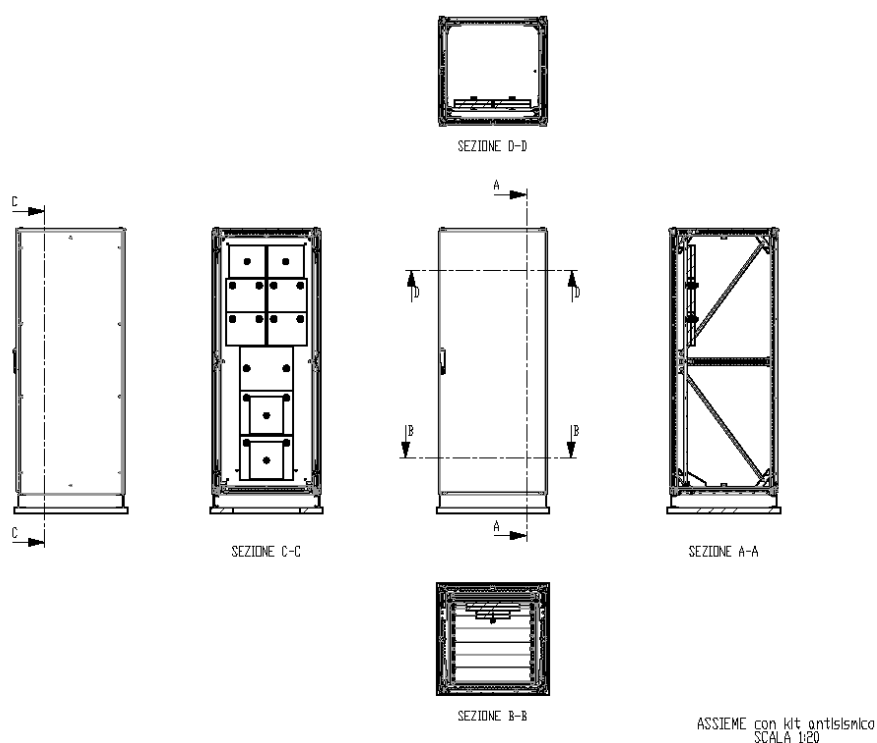
E NUX SYSTEM WITH ANTI-SEISMIC KIT

- four stiffening elements
- structural hollow steel
- mounting plate loaded with about 450 Kg

Static projection



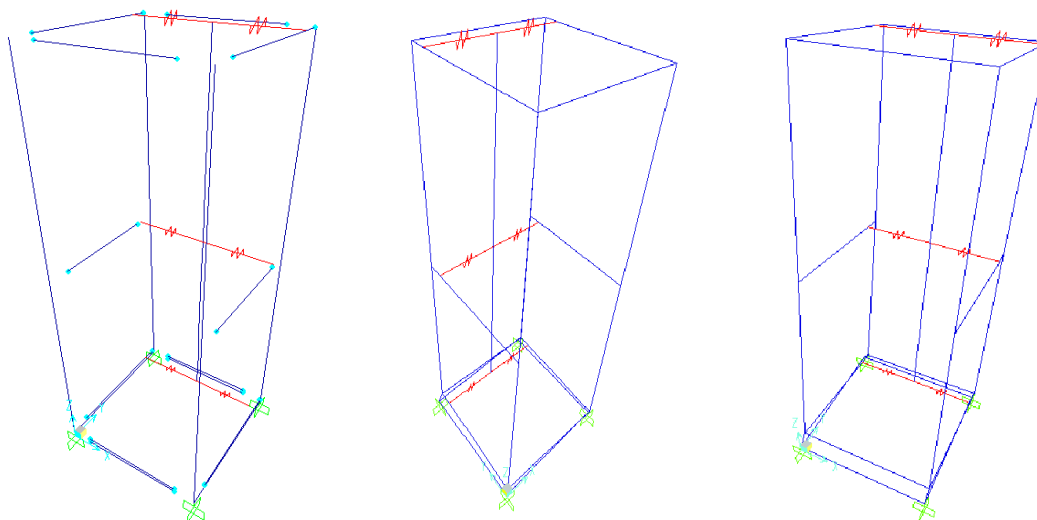
Dynamic projection (two ways of vibrating)



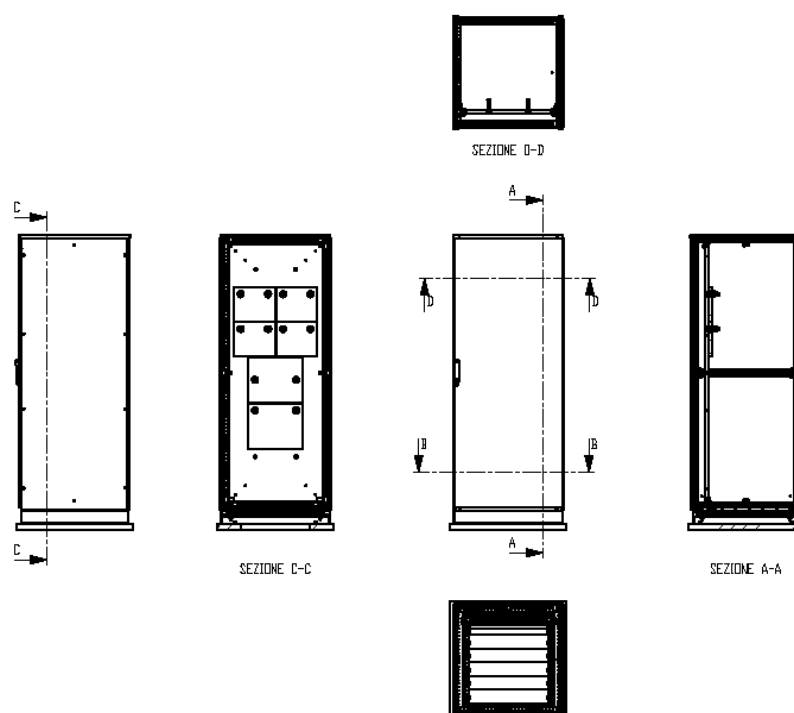
E NUX SYSTEM WITH ANTI-VIBRATING FEET

- without windbracing diagonals
- with antivibrating elements at the bottom
- plate loaded with about 130 Kg

Statyc projection



Dynamic projection (two ways of vibrating)





innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

E NUX Design anti-sismico - E NUX Seismic design

Title: Seismic design

Issued by: Tessari Barbara

Doc history: 17/04/12

Approved by: Turati A.

Spectrums in acceleration used for the tests has been determined according to the PGA levels from 0.35g to 1.5g, where PGA is the acronym Peak ground acceleration, that is the maximum ground acceleration. The PGA of a site is expressed as acceleration on stiff ground that is the possible amplifier effects due to the different beneath the structure; the considered spectrums has been applied to the two directions x and y separately.

Once the results of the spectrum analysis are known, it has been possible determine what was the maximum acceleration level that the system would reached.

According to the obtained results in the test report, the maximum bearable acceleration levels are reported below:

System	Axis	PGAmass [here expressed in n. of g times] Stiff ground	Acceleration [here expressed in n. of g times] Different grounds (amplification)
E NUX with antiseismic Kit Plate loaded with 450Kg	x	0.9	2.475
	y	1.1	2.063
E NUX with anti-vibration feet Plate loaded with 130Kg	x	1.4	4.725
	y	1.4	4.725

The obtained acceleration values (PGAmass) are higher than those one which characterized any other seismic event (examples in the next pages).

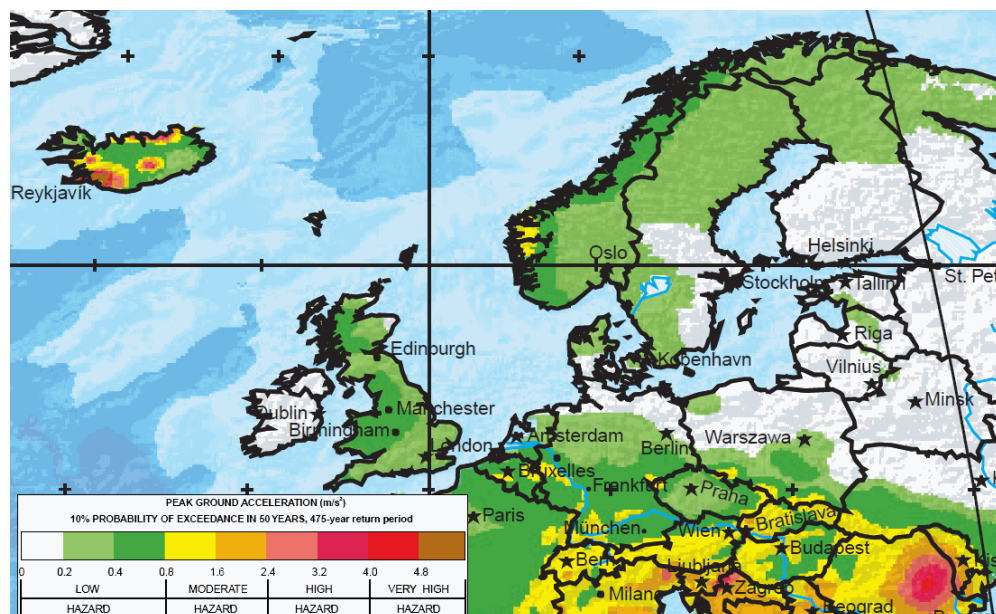
In particular, in the second situation - E NUX with anti-vibration feet - the PGA is very high, because the load chosen for the test (130kg) has been determined according to protective operations. Therefore, it is possible to increase the load on the mounting plate of 35% (= about 180Kg); this implicates a reduction of the PGA max, until they adopt the values registered during the seismic events.

EXAMPLES OF MAXIMUM GROUND ACCELERATION (PGA EXPRESSED IN m/s^2)

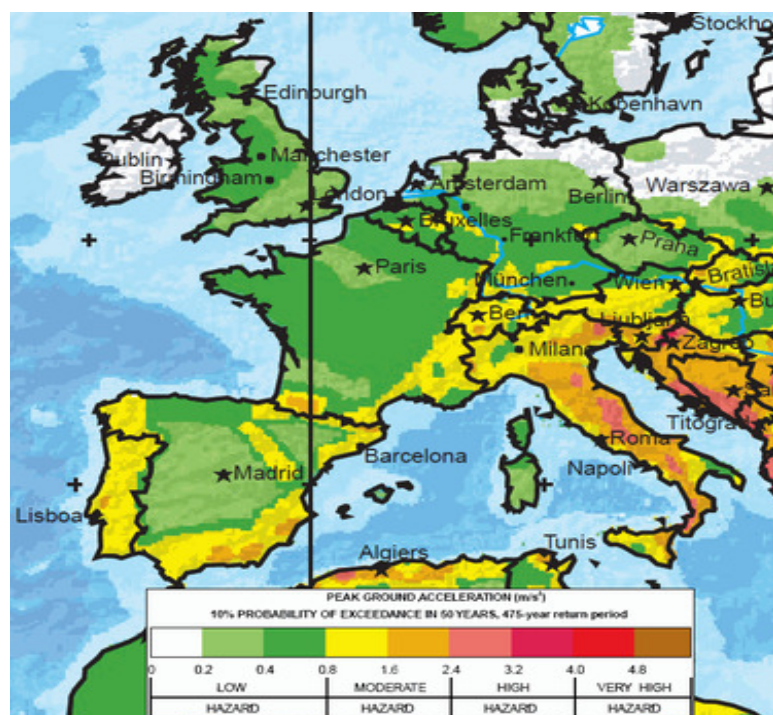
(source: http://geology.about.com/od/seishazardmaps/Seismic_Hazard_Maps_of_the_Worlds_Nations.htm)

To obtain for the installation area during the plan phase

Northern Europe



Western Europe





innovative
enclosure solutions
for industrial & electronic
applications

E NUX Design anti-sismico - E NUX Seismic design

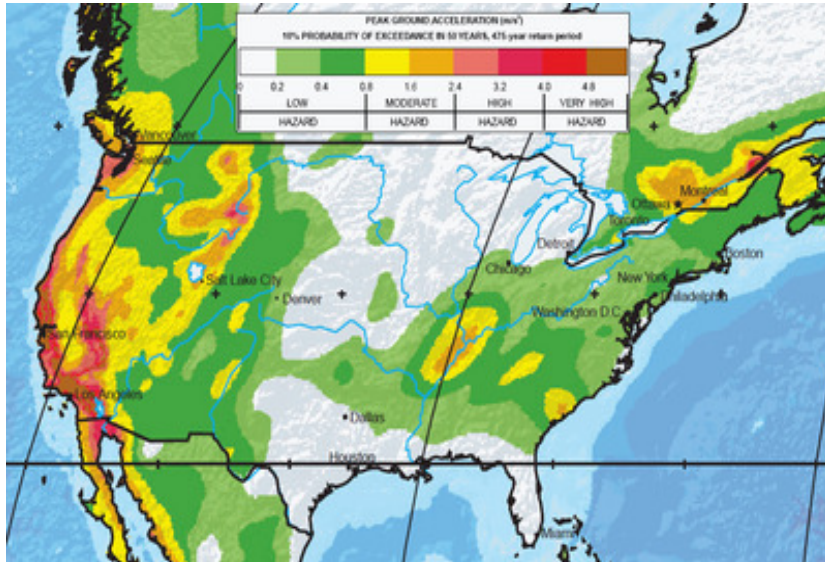
Title: Seismic design

Issued by: Tessari Barbara

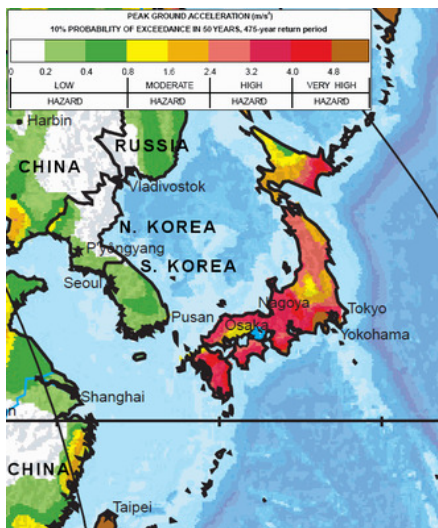
Doc history: 17/04/12

Approved by: Turati A.

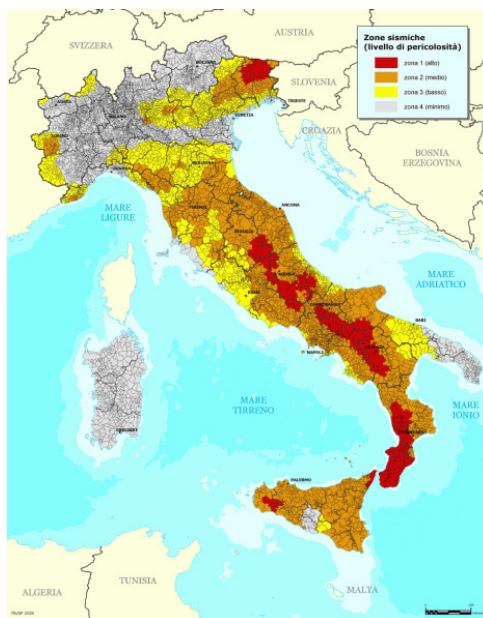
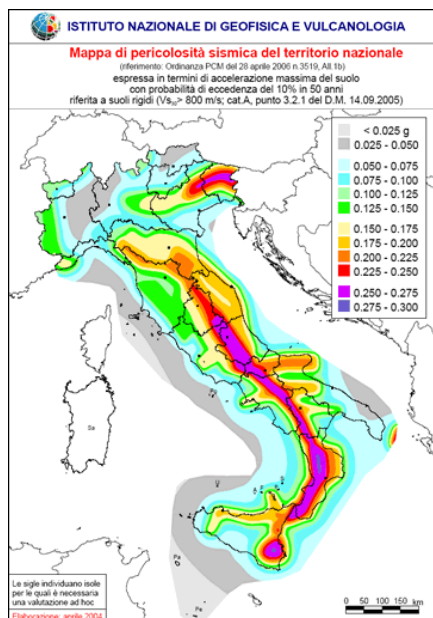
U.S.A.



Japan and Korea



Italy (PGA values expressed in unities of acc. of gravity)



The map shows the values of the maximum ground acceleration grouped according to the limits provided by the Order 3274 of the PCM for the integration of the cities in one of the four seismic zones. The following correspondence is considered:

- zone 1: $PGA > 0.25g$
- zone 2: $0.15 < PGA < 0.25g$
- zone 3: $0.05 < PGA < 0.15g$
- zone 4: $PGA < 0.05g$

ETA S.p.A. Via Monte Barzaghino, 6 - 22035 Canzo (CO) - Italia		
Modellazione e simulazione numerica della risposta sismica di due armadi per alloggiamento di quadri elettrici		
EUCENTRE European Centre for Testing and Research in Earthquake Engineering Via Ferrara 1, 27100 Pavia, Italy Tel. +39 0382 510111 Fax. +39 0382 529131 http://www.eucentre.it email: info@eucentre.it		
RESPONSABILE DEL PROGETTO Prof. Ing. ALBERTO PAVESE	SPERIMENTAZIONE E ANALISI Dr. Ing. ROBERTO FRANZOLIN Ing. VALERIA FORT	REVISORE Dr. Ing. SIMONE PELOSIO
Firma <i>Alberto Pavesi</i>	Firma <i>Roberto Franzolin</i>	Firma <i>Simone Pelosio</i>
Elaborato: 20 Marzo 2012	Relazione Tecnica Elaborato: 10, Allegato A, Allegato B, Allegato C	Nome file: Relazione ETA.pdf Protocollo: EUC119/2011/11
Confermando alla legge, il marchio di EUCENTRE non può essere riprodotto, copiato o utilizzato, senza permesso scritto dalla Fondazione EUCENTRE, che ne detiene la proprietà, a meno di condizioni contrattuali stabilite, riguardanti la produzione di questo documento.		

Test report - cover