



## In equilibrio sul terremoto

Un sistema per proteggere dai movimenti sismici e mantenere in sicurezza statue, opere d'arte, teche museali e strutture critiche

### Balancing on the earthquake

A system protecting from seismic movements and keeping statues, works of art, museum showcases, and critical structures safe and secure

#### The initial problem

*Italy is the depository of a worldwide very important fraction of artworks, sometimes unique, representative of the cultural, spiritual, and social millenary pathway, in Europe first and in the rest of the world then. Cultural heritage is a great element of attraction, feeding national and international tourism besides being a remarkable source of income for local communities. The conservation and safeguard of such invaluable heritage involve a great deal of responsibility, so that care and commitment are crucial to ensure its preservation.*

*Furthermore, one of Italy's territory peculiarities is the high seismic exposure: this implies high risks for cultural heritage, as also demonstrated by the recent catastrophic events of L'Aquila city and the Emilia Romagna region. Therefore, the need for seismic protection of statues, works of art, museum showcases, and delicate structures*

#### Il problema di partenza

Le opere d'arte presenti sul territorio italiano costituiscono un'importantissima frazione del patrimonio culturale mondiale e sono testimonianze, a volte uniche, del percorso millenario di arricchimento culturale, spirituale e sociale in Europa e nel mondo.

I beni culturali sono elemento di attrazione per il turismo nazionale e internazionale e rappresentano una fonte di reddito importante per le comunità locali. La protezione e la tutela di questo patrimonio di inestimabile valore comportano una grande responsabilità, e rilevanti sono l'attenzione e l'impegno per garantirne la preservazione.

Tra le peculiarità del territorio italiano c'è anche un'alta esposizione sismica, con un ineludibile tasso di rischio per i beni culturali, come dimostrano le recenti calamità de L'Aquila e dell'Emilia Romagna. La necessità di proteggere statue, opere d'arte, teche museali e strutture delicate di estrema rilevanza artistica, ha pertanto fornito un notevole impulso alla realizzazione di idonei sistemi di protezione. L'ENEA ha sviluppato nuovi basamenti antisismici per teche museali e/o statue alte e con ridotta base di appoggio, come i Bronzi di Riace e il David di Michelangelo. Tali basamenti sono utili come isolatori sismici anche per strumenti biomedicali, pavimenti per sale operatorie e armadietti di infrastrutture strategiche.

#### L'invenzione e i suoi vantaggi

Il basamento antisismico messo a punto presso l'ENEA permette di ri-

**Patent No.:** RM2011A000187  
**Title:** Basamenti antisismici in marmo, ceramica, acciaio-ceramica per la protezione dai terremoti di statue, opere d'arte, teche museali e strutture delicate  
**Inventor:** Gerardo De Canio  
**Contact person:** Gerardo De Canio, gerardo.decanio@enea.it



durre notevolmente le sollecitazioni a carico dell'opera da proteggere limitando le sollecitazioni alla base e permettendole di mantenersi in posizione. In particolare, nel caso di applicazione su di una statua il dispositivo limita al minimo le oscillazioni attorno alle caviglie (effetto di "rocking").

Il dispositivo non è invasivo e consente il pieno apprezzamento dell'opera. I basamenti possono essere in marmo, granito, ceramica, marmo-acciaio, ceramica-acciaio. La realizzazione in marmo, in granito, ceramica o in pietra almeno delle parti esterne in vista ne consente una perfetta integrazione con opere d'arte realizzate nei medesimi materiali o in materiali simili. Una prima applicazione dei nuovi basamenti è stata finalizzata alla protezione sismica dei Bronzi di Riace. In questo caso i basamenti sono stati realizzati in marmo di Carrara e assicurano il massimo isolamento delle statue nei confronti delle sollecitazioni sismiche sussultorie e ondulatorie. La geometria dei basamenti è stata studiata al fine di coniugare la soluzione architettonica e la funzione strutturale di isolamento sismico, in modo da conferire agli stessi le seguenti caratteristiche: bassa rigidità, bassa dissipazione, grandi spostamenti orizzontali, disaccoppiamento tra le componenti orizzontali e verticale del terremoto, compatibilità dei materiali, semplicità di manutenzione. Questi basamenti sono particolarmente efficaci per la conservazione preventiva di statue ad alta vulnerabilità per la notevole estensione in altezza rispetto alla base di appoggio, per cui oscillazioni di pochi millimetri possono compromettere la stabilità, o l'integrità strutturale in caso di fessure già presenti alla base delle gambe.



### Potenzialità applicative e interesse di mercato

Indubbi sono i vantaggi associati a questo genere di soluzione e numerosissime le possibilità applicative anche in altri settori: per la tutela

of remarkable artistic importance has given ENEA a strong momentum to developing adequate protection systems. Hence, for earthquake protection of movable or semi-movable Cultural Heritage objects, ENEA has developed new anti-seismic basements for museum showcases and/or slender statues with a reduced surface at the basis, such as the Bronzes of Riace and the Michelangelo's David. They are also useful for delicate bio-medical instruments, floor seismic isolation for surgery rooms and strategic infrastructure cabinets.

### The invention and its benefits

The anti-seismic basement developed by ENEA allows to considerably reduce the earthquake-induced stresses suffered by the artwork, by limiting such stresses to the base. Specifically, when applied on a standing statue, the basement minimizes the oscillations around the ankles (rocking effect).

The intervention is not invasive and lets the artwork be fully appreciated. The basements can be made of marble, granite, ceramic, marble-steel, ceramic-steel. The use of marble, granite, ceramic or stone for at least the external visible parts allows the basements to be perfectly integrated with works of art built with the same or similar materials.

The first application of the new basements was for protecting the Bronzes of Riace from seismic events. In this case the anti-seismic basements, made of Carrara marble, ensure the maximum isolation of the statues from horizontal and vertical seismic stresses. The geometry of the basements for the Bronzes of Riace has been studied to conjugate the architectonic solution with the structural function of seismic isolation; that is a geometry generating basements characterized by: low stiffness, low dissipation, large horizontal motions, decoupling of the earthquake horizontal and vertical components, compatibility of materials, easy maintenance. Such basements are particularly effective when it comes to the preventive conservation of high vulnerable statues with a reduced supporting basement, which can make them unstable in case of a few-millimeter oscillations or affect their structural integrity in case of existing cracks at the base of their legs.

### Basic characteristics

The anti-seismic basement developed by ENEA is basically made of two overlapping supporting blocks. The lower block (BI, see schematic) is anchored to the ground or the building's structures, and follows the seismic motions. Specific frictionless rolling bodies (spheres), placed between the upper and the lower blocks, make the ground block oscillate on the horizontal plane without transmitting the motion ( $\leftrightarrow$ ) to the other block. Instead, they do not reduce the vertical oscillations, which are controlled by the upper block (BS). This latter, also, is made of two supporting elements, assembled in such a way that they can both follow the vertical motion ( $\downarrow$ ) thanks to sliding cylinder-piston couples. This ensures that, also, the vertical oscillations get weakened when reaching the upper base, where the work of art is laid. Specific systems, such as the horizontal displacement limitation and re-centering device (DO) and the vertical isolation device (DV), ensure that the oscillation energy be dissipated.

### Possible applications and the market's interest

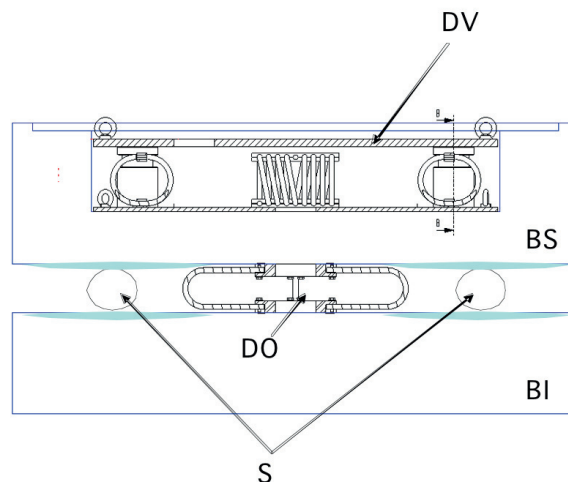
Undeniable are the benefits associated with this kind of solution and innumerable are the possible applications in other sectors, too: e.g., for the protection of critical or somehow delicate equipment (e.g., medical), or components and equipment of important security facilities, in any kind of industrial activities, or in electric power production and conversion plants, where the maximum operative continuity is to be ensured. ●

(translated by: Carla Costigliola)

### Caratteristiche essenziali del dispositivo

Il basamento antisismico messo a punto presso l'ENEA è essenzialmente costituito da due blocchi portanti sovrapposti. Il blocco inferiore (BI, v. Schema) è ancorato al terreno, o alle strutture dell'edificio, e segue le azioni sismiche. Opportuni corpi di rotolamento senza attrito (sfere) interposti tra il blocco superiore e quello inferiore fanno sì che il blocco a terra possa oscillare sull'orizzontale senza trasmettere all'altro il movimento ( $\leftrightarrow$ ), non attutiscono invece le oscillazioni verticali; a queste provvede il blocco superiore (BS) a sua volta costituito da due elementi portanti, assemblati in modo da potersi muovere reciprocamente in verticale ( $\downarrow$ ) grazie a coppie cilindro-pistone scorrevoli. In questo modo al piano superiore su cui poggia l'opera d'arte giungono attenuate anche le oscillazioni verticali. Opportuni sistemi di smorzamento (DO per i movimenti orizzontali e DV per quelli verticali) dissipano l'energia delle oscillazioni.

Schema del basamento antisismico  
Schematics of the anti-seismic basement



di apparecchiature critiche o comunque delicate, come quelle di tipo medico-sanitario, o componenti e apparecchiature di impianti rilevanti ai fini della sicurezza, in qualunque genere di attività industriale, o in centrali di produzione e trasformazione dell'energia elettrica, cui va garantita la massima continuità operativa. ●

(a cura di Antonino Dattola)