

Earthquake decision-making / Processo decisionale in caso di terremoto

Gordon Woo

The global death toll from earthquakes is tragic evidence of the continued scope for improvement in earthquake decision-making. Post-event seismological and engineering investigations routinely uncover misjudgements and regretted decisions. Uncertainty pervades all aspects of earthquake decision-making, but formal methods of decision analysis are rarely employed. Partly, this is due to the lack of decision theory in the basic education and training of geoscientists. The instinctive scientific response to uncertainty is to gather more and more information until the unfolding situation is clarified. This is sound laboratory practice, but is not optimal for crisis management. Scientists would prefer to wait than be wrong, but they should be prepared to offer timely advice to civil authorities in circumstances of notable uncertainty.

The decision response to earthquake risk varies according to time scale. For the medium to long term risk, strategies on land use planning and the stringency of seismic codes are the key decisions to be made. The avoidance of construction within the proximity of active faults is a deterministic judgement, subject to uncertainty over the location of poorly mapped or unknown faults. The International Building Code (IBC) stipulates seismic design against a rare earthquake with a 2% probability of exceedance within a building lifetime of 50

Il bilancio globale delle vittime dei terremoti è una tragica prova della continua necessità di migliorare il sistema decisionale sugli interventi in caso di terremoti. Le indagini sismologiche e ingegneristiche, effettuate dopo che un evento è avvenuto, rivelano sistematicamente giudizi e decisioni sbagliate e spiacevoli.

Tutti gli aspetti del processo decisionale in caso di terremoti sono pervasi dall'incertezza; tuttavia raramente si utilizzano metodi formali nell'analisi delle decisioni da prendere. Ciò è in parte dovuto al fatto che la teoria delle decisioni non fa parte del bagaglio culturale di geologi e geofisici. La risposta scientifica istintiva nell'affrontare le incertezze legate ad un evento consiste nel raccogliere quante più informazioni possibili sull'evento in evoluzione finché la situazione non sia chiarita. Questa pratica è valida in laboratorio, ma non è l'ideale per la gestione di una crisi. Gli scienziati preferirebbero aspettare piuttosto che sbagliare, tuttavia dovrebbero essere preparati ad offrire una tempestiva consulenza alle autorità civili in circostanze caratterizzate da una significativa incertezza. Le decisioni sugli interventi per diminuire il rischio sismico variano a seconda della scala dei tempi in gioco. Per il rischio a medio e lungo termine, le decisioni chiave sono le strategie di pianificazione di uso del territorio e il grado di severità dei codici sismici.

years. Whereas modern construction built to seismic code should not collapse in any but the most extreme strong ground shaking, this is not the case for historical legacy construction, e.g. unreinforced masonry, or non-ductile reinforced concrete buildings.

Given the widespread prevalence of such vulnerable buildings within most cities, it is uneconomical to retrofit them, as well as financially and perhaps culturally undesirable to replace them. Ideally, some warning system might allow those working or dwelling in these buildings enough time to avoid danger. Unfortunately, scientific grounds for anticipating an imminent earthquake may never be sufficient to warrant the evacuation of a major population centre. But even though mandatory warnings may not be seismologically justifiable, earthquake advisories can be provided, allowing individuals to exercise their own personal discretion. A bachelor may well be less risk averse than a mother with young children. Uncertain hazard advisories are issued for windstorms, floods, pandemics and terrorism, so why not earthquakes?

Rather than mandating evasive action, civil authorities can 'nudge' citizens to be their own individual decision-makers, making informed choices according to their own specific circumstances. Tourists and other visitors with no obligation or compelling reason to be in the designated hazard zone may choose to stay away. Residents of the hazard zone who live in seismically designed buildings may stay put. But those in fragile homes or offices should consider their options, such as taking precautionary measures to reduce damage or improve disaster resilience, or temporarily stay elsewhere. In the event of a major earthquake, any reduction in the occupancy of collapsed buildings would vindicate the issuance of an earthquake hazard advisory.

Evitare di costruire nella prossimità di faglie attive è un criterio deterministico, soggetto però alle incertezze legate alla posizione di faglie sconosciute o localizzate in modo approssimativo. Il Codice Internazionale per le costruzioni in Zona Sismica (IBC) disciplina la progettazione antisismica per un terremoto raro la cui probabilità di superamento durante i 50 anni di vita utile di un edificio è del 2%. Mentre costruzioni moderne realizzate in base al codice sismico non dovrebbero collassare se non per scosse di estrema intensità, questo non è il caso del patrimonio storico ereditato; ad esempio, edifici in muratura non rinforzati o costruzioni non duttili in cemento armato.

Data la diffusa prevalenza di queste costruzioni vulnerabili nella maggior parte delle città, è anti-economico adeguarli e d'altra parte non è conveniente, finanziariamente e forse anche culturalmente, sostituirli. Idealmente, alcuni sistemi di allarme potrebbero permettere a chi abita o lavora in tali strutture di avere abbastanza tempo per evitare pericoli. Sfortunatamente le basi scientifiche che permettono di anticipare un imminente terremoto non sono adeguate a garantire l'evacuazione di un grande centro abitato. Sebbene non sia giustificato da un punto di vista sismologico emettere degli avvisi di allerta che obblighino i cittadini a compiere determinate azioni, tuttavia si possono fornire dei consigli di comportamento, permettendo alle persone di accettarli o non a propria discrezione. Uno scapolo può essere più propenso ad accettare dei rischi di quanto possa esserlo una madre con bambini piccoli. Avvisi incerti di possibili situazioni di pericolo sono divulgati per tempeste, alluvioni, epidemie e terrorismo, perché non farlo per i terremoti?

Invece di obbligare ad azioni evasive, le autorità civili possono incoraggiare

The phenomenal emergence of online social networking in the 21st century promotes and facilitates individual decision-making. Civil authorities no longer control access to hazard information, or its distribution. Instead, individuals can decide according to a global web of information, discussion and debate. It is well known from disaster studies conducted by social psychologists that people consult with others before acting upon emergency advice. Through Facebook, Twitter etc., individuals at risk can more readily coordinate risk mitigation plans with friends, families and neighbours, so as to reduce their collective risk exposure in the hazard zone.

Once a major earthquake has actually been detected, real-time seismic alerts can be despatched to vulnerable organizations, utilities and communities. Unlike electronic real-time alerts sent out for other natural hazards, the time window for effective action is measured in seconds. Accordingly, any action has to be automated. The quandary is the uncertainty over the value of any automated action. The level of ground shaking and damage may prove to be less than anticipated, rendering any action a needless false alarm. For some automated actions, such as opening of fire station doors, the cost of any false alarm would be minimal. However, for shutting down a critical industrial installation or stopping a train, the costs of a false alarm may be significant. To counter-balance this, the potential casualty-saving benefits from avoiding a toxic release or derailment may be very substantial.

As with earthquake advisories, the stakeholders themselves should have a participatory role in weighing the respective costs and benefits for real-time decision-making. Any decision is set within the overall context of safety assessments undertaken by stakeholders, which cover a diverse range of potential

i cittadini a prendere decisioni da sé, effettuando delle scelte basate su informazioni e conformi alle circostanze specifiche. I turisti e gli altri visitatori, non obbligati a rimanere in una specifica zona di pericolo, possono scegliere di allontanarsi. I residenti della zona di pericolo che vivono in edifici progettati con criteri antisismici possono restarvi. Coloro i quali si trovano in case o uffici pericolosi dovrebbero considerare le diverse opzioni, per esempio prendere misure precauzionali per ridurre i danni o migliorare la resilienza di un disastro, o trasferirsi provvisoriamente altrove. In caso di un grave terremoto, qualsiasi riduzione nell'occupazione degli edifici crollati deriverebbe dall'emissione di un avvertimento di pericolo sismico.

La straordinaria affermazione dei social network nel XXI secolo promuove e facilita le decisioni individuali. Le autorità civili non controllano più l'accesso alle informazioni relative al pericolo, o la loro distribuzione. Invece gli individui possono scegliere, grazie alla rete globale di informazioni, discussioni e dibattiti. È ben noto, da studi sui disastri condotti da psicologi e sociologi, che le persone si consultano con gli altri prima di agire in situazioni di emergenza. Grazie a Facebook, Twitter, ecc., gli individui in pericolo possono più prontamente coordinare piani di attenuazione del rischio con famiglie e vicini, in modo da ridurre l'esposizione collettiva al rischio nella propria zona di pericolo.

Una volta che un grave terremoto è stato rilevato, gli allarmi sismici possono essere inviati in tempo reale alle organizzazioni vulnerabili, alle aziende di pubblica utilità e alle comunità. Diversamente dagli allarmi in tempo reale elettronici inviati per altri pericoli naturali, la finestra temporale per l'azione effettiva è misurata in secondi. La difficoltà sta nell'incertezza cir-

hazards, both natural and man-made. In particular, the marginal cost in saving a life is a crucial factor for consideration. Is it worth protecting railway bridges so that vandals are unable to drop concrete on passing trains? How often should railway tracks be inspected for cracks? There is no absolute safety of industrial installations, or public transportation, nor complete freedom from earthquake risk. Difficult decisions need to be made to trade off safety against economic efficiency in a socially defensible and accountable manner.

ca il valore di ogni azione automatica. Il livello della scossa e il danno possono essere inferiori di quanto previsto, rendendo ogni azione un falso allarme. Per alcune azioni automatiche, come ad esempio l'apertura delle porte della caserma dei pompieri, il costo di ogni falso allarme è minimo. Tuttavia per spegnere il sistema di un impianto industriale o fermare un treno, i costi dovuti ai falsi allarmi possono essere significativi. Tuttavia i potenziali benefici in termini di vite umane risparmiate, evitando una diffusione tossica o un deragliamento, possono essere notevoli.

Come nel caso degli avvisi alla popolazione, gli stakeholders dovrebbero avere un ruolo partecipativo nella valutazione dei costi e dei benefici relativi al processo decisionale in tempo reale. Qualsiasi decisione si inserisce nel quadro generale delle valutazioni di sicurezza fatte dagli stakeholders, che coprono una vasta gamma di potenziali rischi, sia naturali che artificiali. In particolare, il costo marginale per salvare una vita è un fattore fondamentale per la valutazione. Vale la pena proteggere i ponti ferroviari in modo che i vandali non siano in grado di far cadere mattoni sul passaggio dei treni? Quanto spesso i binari dei treni dovrebbero essere ispezionati per le crepe? Non c'è nessuna assoluta sicurezza degli impianti industriali, o dei trasporti pubblici, né completa libertà dal rischio terremoti. Le decisioni difficili devono essere assunte in modo da bilanciare la sicurezza con l'efficienza economica in modo socialmente difendibile e responsabile.