



Scuola Internazionale di Studi Superiori Avanzati

Master in Comunicazione della Scienza “Franco Prattico”

Anno Accademico 2016-2018

CONSAPEVOLEZZA DEL RISCHIO SISMICO: ESEMPI DA TRE CASI STUDIO

Candidata: Ilaria Gabbarrini

Relatore: Abdelkrim Aoudia, ICTP

INDICE

1	Introduzione	4
2	Inquadramento e domanda di ricerca	6
3	Metodologia di ricerca	13
	3.1 Introduzione	13
	3.2 Interviste a esperti	13
	3.3 Analisi dei casi studio	14
4	Rischio sismico	16
	4.1 Il concetto di rischio	16
	4.2 Il rischio sismico	17
	4.3 La comunicazione del rischio sismico	20
	4.4 Il rischio sismico a Cuba	21
	4.5 Il rischio sismico in Algeria	25
	4.6 Il rischio sismico in Nepal	27
5	Analisi delle interviste	31
	5.1 Introduzione	31
	5.2 Percezione del rischio sismico	33
	5.3 Prevenzione del rischio sismico	34
	5.4 Durante il terremoto	40
6	Analisi dei casi studio	42
	6.1 Introduzione	42
	6.2 Cuba	42
	6.3 Nepal	43
7	Discussione e conclusioni	48
	Bibliografia	50
	Sitografia	55
	Appendice A	58
	A.1 Traduzione dell'intervista a Bladimir Moreno Toiran, Cuba	58
	A.2 Traduzione dell'intervista ad Assia Harbi, Algeria	61
	A.3 Intervista ad Abdelkrim Aoudia, Nepal	65

1. INTRODUZIONE

«All'improvviso ho sentito furiose vibrazioni che venivano da sotto la sedia dove stavo e qualcosa che somigliava ai muggiti di un toro, o forse a quello che può sentire una persona in mezzo a fortissimi venti...non riuscivamo a stare in piedi; era come se due mani ci stessero violentemente separando¹».

Con queste parole un sopravvissuto descrive il terremoto di Tangshan. Un evento improvviso e catastrofico. Questo terremoto, conosciuto anche come il grande terremoto cinese, si è verificato il 26 luglio 1976 e fa parte di quegli eventi sismici altamente distruttivi in grado di radere al suolo intere città e di causare ingenti danni economici al Paese che viene colpito. Negli ultimi 20 anni sono stati molti i grandi terremoti che hanno causato migliaia di vittime l'uno, tra i quali il terremoto di Izmit (Turchia) del 17 agosto 1999; il terremoto di Bam (Iran) del 26 dicembre 2003; il terremoto di Sumatra (Indonesia) del 24 dicembre 2004; il terremoto del Pakistan del 7 ottobre 2005; il terremoto di Sichuan (Cina) del 12 maggio 2008; il terremoto di Haiti del 12 gennaio 2010; il terremoto di Tōhoku dell'11 marzo 2011; il terremoto del Nepal del 25 aprile 2015 e il terremoto del Messico del 7 settembre 2017. Questi eventi sono imprevedibili e dall'elenco appena citato sembra che la maggior parte di essi si verifichi nei Paesi in via di sviluppo, e il più delle volte questi Paesi non sono in grado di rispondere in modo tempestivo all'emergenza.

Non siamo ancora in grado di predire quando e dove si verificherà il prossimo grande terremoto, ma sappiamo quali sono le zone del pianeta che posseggono alta sismicità e alto rischio sismico. In queste zone del pianeta è importante promuovere una buona comunicazione del rischio ed è altresì importante attuare dei programmi atti a mitigare il rischio ed educare la popolazione locale a convivere con i terremoti.

Con questa tesi di master, che ha carattere qualitativo ed esplorativo ho voluto indagare se esistono degli esempi di buona comunicazione del rischio sismico in alcuni Paesi in via di sviluppo. Il capitolo 2 è dedicato all'inquadramento generale dei fenomeni sismici e dei fattori che concorrono all'aumento del rischio in generale e nello specifico ciò che

¹ G. Quian, *Il grande terremoto cinese*. In: S. Barillari, *Catastrofi. I disastri naturali raccontati dai grandi reporter*, minimum fax, 2007, 147.

avviene nei Paesi in via di sviluppo; il capitolo 3 espone le metodologie di ricerca utilizzate nella realizzazione di questa tesi. Nel capitolo 4 ci sarà l'esposizione del concetto di rischio in termini generali e di rischio sismico nello specifico; i diversi espedienti usati nella comunicazione del rischio e infine l'analisi del rischio sismico esistente nei tre Paesi presi in considerazione. Il capitolo 5 prevede l'analisi delle interviste sottoposte agli esperti e il capitolo 6 si concentrerà sull'analisi dei casi studio, cioè di quei progetti di comunicazione e mitigazione del rischio sismico messi in atto nei Paesi analizzati che stanno avendo successo. Nel capitolo conclusivo, dopo una breve discussione dei risultati emersi sia dell'analisi delle interviste che dai casi studio, si riporteranno le conclusioni raggiunte.

2. INQUADRAMENTO GENERALE E DOMANDA DI RICERCA

Secondo lo USGS (United States Geological Survey), ogni anno nel mondo avvengono circa 500 mila terremoti; di questi, solo 100 mila sono avvertiti dall'uomo e sono circa 100 quelli in grado di causare danni². Questi terremoti sono quelli che superano la magnitudo³ di 5.5, definita come la soglia oltre la quale le scosse sono in grado di provocare danni considerevoli a persone, beni, costruzioni e infrastrutture⁴. Tutti gli altri terremoti che si verificano nel corso dell'anno sono talmente piccoli e deboli da poter essere registrati solo attraverso strumenti molto sensibili. Tra i terremoti che hanno una grande magnitudo, alcuni sono così potenti da modificare intere porzioni di territorio, di radere al suolo le città e di influire pesantemente sull'economia di un intero Paese.

Il fenomeno sismico può essere definito come un rapido movimento della superficie terrestre dovuto al rilascio di energia che era stata precedentemente accumulata all'interno della crosta terrestre. Il meccanismo attraverso il quale viene descritto in che modo avvengono i terremoti è il modello del rimbalzo elastico⁵, proposto da Harry Reid dopo il grande terremoto che colpì San Francisco il 18 aprile 1906. Il modello del rimbalzo elastico spiega che i terremoti avvengono in modo quasi-ciclico seguendo tre fasi principali: la presismica, la cosismica e la postsismica⁶. La fase presismica è quella che precede il terremoto e nella quale c'è accumulo di energia; questa fase ha durata variabile, dalle decine alle centinaia fino alle migliaia di anni. La fase cosismica è quella nella quale l'energia accumulata viene rilasciata sotto forma di onde sismiche e durante la quale si verifica il terremoto vero e proprio. La fase postsismica è quella che c'è una volta che il terremoto è passato e che, a lungo andare, si può definire di nuovo come fase presismica. I terremoti possono verificarsi in due principali luoghi: ai limiti delle placche

² Redazione, "Earthquake Facts", *USGS Earthquake Hazards Program* <https://earthquake.usgs.gov/learn/facts.php>.

³ Scala quantitativa usata per indicare l'energia rilasciata da un terremoto. Cfr: Redazione, "Esistono diverse magnitudo. Perché?", *INGV* <http://www.ingv.it/ufficio-stampa/faq/terremoti/esistono-diverse-scale-di-magnitudo-perche>.

⁴ Redazione, "FAQ – Domande frequenti sui terremoti", *INGV terremoti* <https://ingvterremoti.wordpress.com/faq/faq-domande-frequenti-sui-terremoti/>.

⁵ H.F. Reid, *Mechanics of the earthquake, the California Earthquake of April 18, 1906. Report of the State Investigation Commission*, Carnegie Institution of Washington, 1910.

⁶ T.J. Wright, *The earthquake deformation cycle*, in «Astronomy and Geophysics», 54 (7), 2016, 4.20-4.26.

terrestri, limiti che possono essere sia oceanici che continentali, o all'interno delle placche (Figura 1).

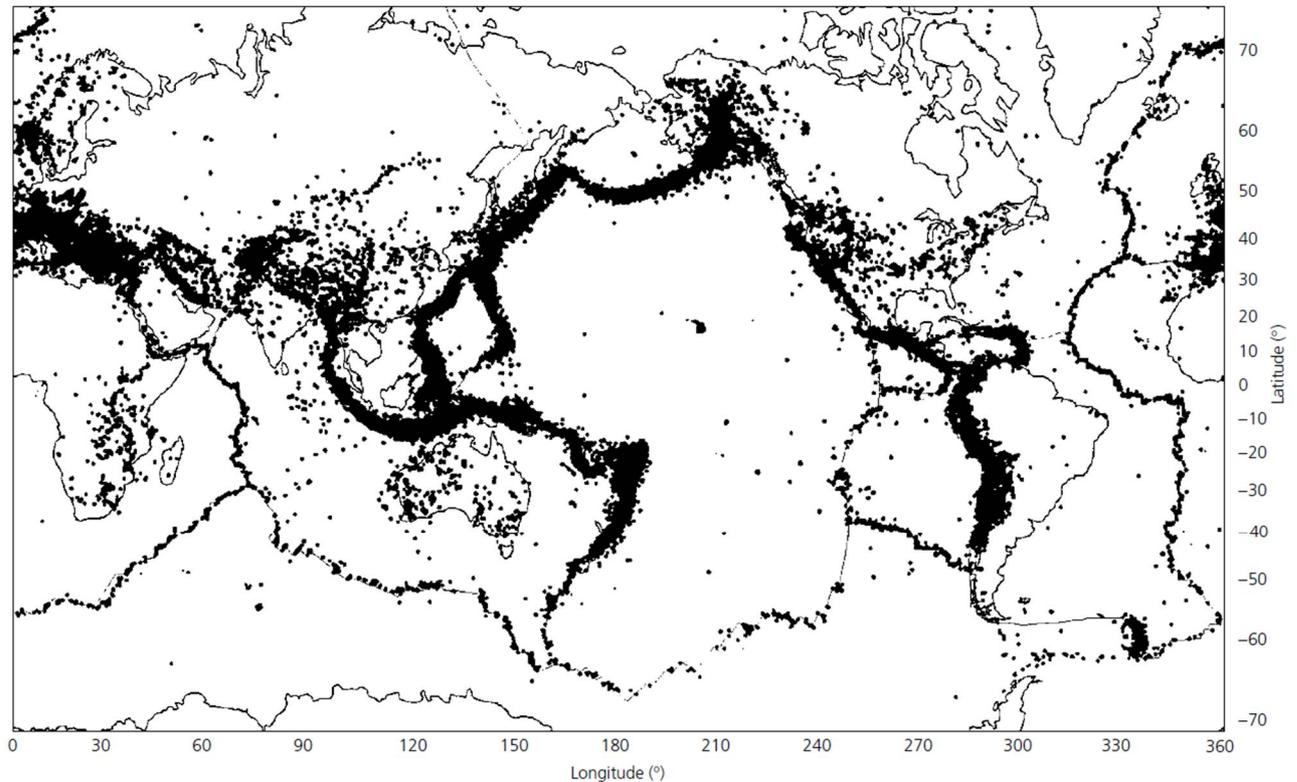


Figura 1: Mappa degli epicentri di tutti i terremoti di magnitudo 4 o superiore avvenuti tra il 1963 e il 1995⁷.

Osservando la Figura 1 si possono notare due cose: la prima è che la distribuzione degli epicentri dei terremoti coincide quasi sempre con i limiti delle placche terrestri. Quelli che si possono riconoscere con più facilità sono i limiti di placca oceanici; infatti, sia nell'Oceano Atlantico, che nell'Oceano Pacifico e nell'Oceano Indiano si può vedere come i terremoti avvengano proprio in corrispondenza delle dorsali, che sono le strutture oceaniche che separano le placche. La seconda cosa che si può notare dalla Figura 1 è la diversa distribuzione dei terremoti negli oceani e nei continenti. Infatti, quando il limite tra due placche è ben distinto, come avviene per esempio lungo le dorsali oceaniche, i terremoti sono ben localizzati e si verificano all'interno di una piccola area. Al contrario, i terremoti che si verificano tra i limiti di placca continentali o all'interno delle placche mostrano una distribuzione degli epicentri più ampia, come avviene per esempio nella zona che si estende dalla catena dell'Himalaya e arriva fino alla parte centrale della Cina,

⁷ S. Stein & M. Wysession, *An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure*, Blackwell publishing, 2003, 10.

caratterizzata dalla presenza di molti eventi sismici. Questi ultimi terremoti, che si verificano all'interno dei continenti, di solito sono i più difficili da studiare e caratterizzare, essenzialmente per tre motivi⁸ principali: il primo, come già scritto in precedenza, è che le zone soggette a deformazione che si trovano all'interno dei continenti sono molto grandi, e arrivano a coprire aree ampie fino a centinaia di chilometri. Il secondo motivo è che questi terremoti non vengono generati da una singola e unica faglia, ma da una rete di faglie, che possiede un comportamento molto diverso da quello della singola faglia. Terzo motivo, non è così facile conoscere con esattezza la struttura e l'andamento nel sottosuolo delle faglie che sono in grado di causare un terremoto; molto spesso si riesce a capire il loro andamento solo dopo un forte sisma. Il terremoto di Tangshan del 1976 (Mw 7.8) è avvenuto proprio su una faglia che all'epoca non era conosciuta⁹, cogliendo di sorpresa sia i cittadini che i sismologi.

Si stima che negli ultimi 120 anni sono stati circa 130 i terremoti che hanno causato più di 1000 vittime l'uno. Di questi, circa 30 si sono verificati ai limiti di placca causando circa 800 mila morti, mentre i restanti sono stati terremoti intraplacca che hanno causato più di 1 milione e 400 mila morti¹⁰.

A eccezione di pochi Paesi sviluppati che si trovano in zone altamente sismiche, la maggior parte dei terremoti si verifica nei Paesi in via di sviluppo. Per fare un esempio, negli ultimi 5 anni si sono verificati circa 700 terremoti con magnitudo superiore a 6.0 e più della metà¹¹ hanno avuto luogo in Paesi in via di sviluppo¹². Tra Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo esistono numerose differenze, e quando parliamo di terremoti e rischio sismico, le due tipologie di Paesi si differenziano per quanto riguarda la conoscenza delle buone norme da seguire in caso di terremoto e la resilienza al fenomeno sismico. Nei Paesi in via di sviluppo si registra un numero di vittime venti volte più alto rispetto ai Paesi sviluppati, associato a maggiori danni economici e sociali. Inoltre, la mancanza di norme edilizie e di una preparazione scientifica adeguata e il fenomeno

⁸ T.J. Wright, *The earthquake deformation cycle*, in «Astronomy and Geophysics», 54 (7), 2016, 4.20-4.26.

⁹ M. Liu *et al.*, *2000 years of migrating earthquakes in North China: How earthquakes in midcontinents differ from those at plate boundaries*, in «Lithosphere» 3 (2) (2011), 128-132.

¹⁰ P. England *et al.*, *What works and does not work in the science and social science of earthquake vulnerability?* Report of an international workshop in the Department of Earth Sciences, University of Oxford on 28th and 29th January, 2011.

¹¹ Redazione, "Earthquake Lists, Maps, and Statistics", *USGS Earthquake Hazard Program* <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/browse/>.

¹² Per definire quali sono i Paesi in via di sviluppo ho consultato la tabella contenuta in: United Nations, *World Economic Situation Prospects*, United Nations publication, 2018, 142.

della sovrappopolazione contribuiscono ad aumentare la differenza tra i Paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo per quanto riguarda la preparazione ad affrontare i terremoti.

I terremoti più pericolosi, cioè quelli che possono provocare un alto numero di vittime, sono quelli che raggiungono una magnitudo inferiore o pari a 7.5 e che si verificano nelle vicinanze di una città. Questo può apparire strano dal momento che terremoti con magnitudo più elevata sprigionano un'energia maggiore, ma le vittime provocate dai terremoti di magnitudo superiore a 7.5 non sono direttamente legate al sisma in sé, ma a quelli che vengono definiti *secondary hazard*, cioè frane e tsunami. L'esempio che viene da fare è legato al terremoto di Sumatra-Andaman (Indonesia) del 26 dicembre 2004 (Mw tra 9.1 e 9.3): l'altissimo numero di vittime fu dovuto allo tsunami prodotto dal terremoto, che causò più di 160 mila morti¹³.

Un altro fattore che concorre ad aumentare il rischio sismico nei Paesi in via di sviluppo è il fenomeno del sovrappopolamento delle città, e quindi il rischio di avere molte vittime in occasione di fenomeni sismici. Oggi il rischio sismico in Paesi come la Turchia, l'Iran, il Pakistan, l'India e la Cina è molto più alto rispetto al passato proprio a causa del fatto che sono sempre di più le persone che scelgono di abitare nelle grandi città di questi Paesi¹⁴.

¹³ E. Frankenberg *et al.*, *Mortality, the family and the Indian Ocean Tsunami*, in «The Economic Journal», 121 (544), (2011), F162-F182.

¹⁴ P. England *et al.*, *What works and does not work in the science and social science of earthquake vulnerability? Report of an international workshop in the Department of Earth Sciences, University of Oxford on 28th and 29th January, 2011.*

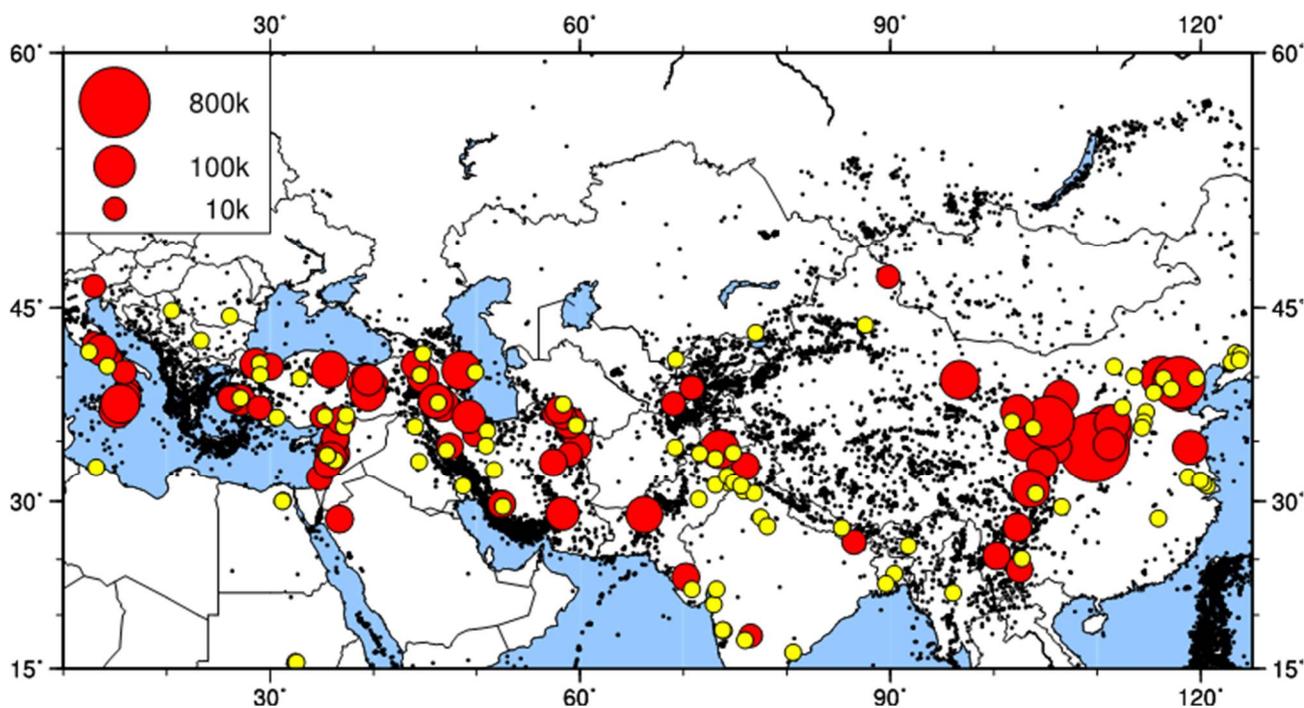


Figura 2: Posizione delle città con più di 1 milione di abitanti (pallini gialli), dei terremoti superficiali avvenuti dal 1960 (puntini neri) e dei terremoti che dall'anno 1000 hanno causato più di 10 mila morti (pallini rossi)¹⁵.

Osservando la Figura 2 si nota chiaramente come la maggior parte delle grandi città esistenti al mondo si trova molto vicino se non in corrispondenza ai luoghi dove, nell'ultimo millennio, i terremoti hanno causato migliaia di morti. Questa forte associazione tra città e terremoti non è una coincidenza. Uno dei motivi per cui spesso le città sono costruite in zone altamente sismiche è il fatto che la presenza delle faglie modifica il territorio, rendendolo quasi sempre appetibile per vivere. Molte città sono spesso costruite ai piedi delle montagne, in un luogo dove è possibile controllare le strade e avere a disposizione acqua, ma proprio al di sotto delle montagne ci sono molte faglie attive che possono causare terremoti¹⁶. Con il tempo poi, i piccoli villaggi sorti nella fascia compresa tra il Mediterraneo e l'Asia Centrale, una zona ad altissima sismicità, si sono trasformati nelle grandi città oggi esistenti. Una di queste città è Tehran, che è costruita proprio sopra una faglia. Tehran si trova nella zona pedemontana dell'Iran, ai piedi della catena montuosa dell'Alborz, una zona sismicamente attiva¹⁷. Nel corso dei secoli,

¹⁵ Redazione, "Earthquakes and Cities", *Earthquakes without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/earthquakes-cities/>.

¹⁶ J. Jackson, *Fatal attraction: living with earthquakes, the growth of villages into megacities, and earthquake vulnerability in the modern world*, in «Philosophical transactions of the Royal Society A», 364 (2006), 1911-1925.

¹⁷ M. Talebian et al., *Active faulting within a megacity: the geometry and slip rate of the Pardisan thrust in central Tehran, Iran*, in «Geophysical Journal International», 207 (3) (2016), 1688-1699.

Tehran è stata più volte rasa al suolo da potenti terremoti, come quelli avvenuti nel 958, nel 1665 e nel 1830. L'elevata sismicità della zona dove sorge Tehran, il fatto che oggi è una delle più grandi metropoli del medio Oriente, con una popolazione di circa 15 milioni, e l'alta probabilità che si verifichi un forte terremoto nel breve periodo rende il rischio sismico della città molto alto.

Oltre al sovraffollamento delle città, un altro fattore che influisce sul rischio sismico è la mancanza o il non rispetto delle norme edilizie, che può far aumentare di molto il numero di vittime causate dai terremoti, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo. Per fare un esempio, il terremoto di Tōhoku (Giappone) dell'11 marzo 2011 (Mw 9.0) è stato avvertito da 6 milioni di persone, ma le vittime, causate soprattutto dallo tsunami che è stato generato dal terremoto, sono state circa 20 mila¹⁸; anche il terremoto che ha colpito la città di Bam (Iran) il 26 dicembre 2003 (Mw 6.6) ha causato lo stesso numero di morti, pur avendo una magnitudo minore. La scala Richter, con cui si misura la magnitudo dei terremoti (cioè l'energia rilasciata dal fenomeno sismico), è una scala logaritmica, e ciò significa che da un grado all'altro l'energia rilasciata è trenta volte maggiore. Il terremoto di Bam ha rilasciato quindi un'energia 10 mila volte inferiore al terremoto di Tōhoku. Ma, a differenza del Giappone, le costruzioni di Bam erano case o fattorie costruite senza seguire una precisa normativa edilizia antisismica, e non hanno resistito al terremoto¹⁹.

Il numero di vittime poteva essere minore? La risposta è sì.

Non si può cambiare la sismicità intrinseca di un luogo, ma per ridurre in modo considerevole il numero di vittime causate dai terremoti è necessario cercare di modificare gli altri fattori che concorrono all'aumento del rischio: l'adozione di norme edilizie e lo studio del territorio per sapere quali sono le aree esposte al rischio sismico. Inoltre, è molto importante aumentare, nella popolazione, la consapevolezza di vivere in un Paese ad alto rischio sismico; è quindi sempre più urgente e necessario adottare delle strategie di comunicazione del rischio sismico che possano migliorare la risposta della popolazione in seguito al terremoto.

In questa tesi di ricerca con carattere qualitativo ed esplorativo, ho analizzato casi di comunicazione del rischio sismico in alcuni Paesi in via di sviluppo, cercando di capire se esistono dei modi di comunicazione che funzionano e che possono aiutare ad

¹⁸ M. Kazama & T. Noda, *Damage statistics (Summary of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake damage)*, in «Soils and Foundations», 52 (5), (2012), 780-792.

¹⁹ H. Mostafei & T. Kabeyasawa, *Investigation and analysis of damage to buildings during the 2003 Bam earthquake*, in «Bulletin of the Earthquake Research Institute», 79 (2004), 107-132.

aumentare la consapevolezza nelle comunità e nella popolazione a rischio; il lavoro di tesi è stato svolto attraverso interviste a scienziati che operano da anni nei Paesi che sono stati presi in considerazione e analizzando alcuni casi studio.

3. METODOLOGIA DI RICERCA

3.1 INTRODUZIONE

Per la realizzazione di questo lavoro ho utilizzato metodi qualitativi, poiché lo scopo di questa tesi è quello di indagare ed esplorare se esistono e quali sono le strategie che possono essere utilizzate per la comunicazione del rischio sismico nei Paesi in via di sviluppo che sono stati presi in considerazione e se, eventualmente, tali metodi di comunicazione possono essere utilizzati anche in altri Paesi e in altri contesti sociali, politici e culturali.

Per prima cosa ho svolto una ricerca bibliografica per poter inquadrare il problema, per capire se esiste e in che modo avviene la comunicazione istituzionale del rischio sismico nei Paesi in via di sviluppo, e se esistono dei programmi o dei progetti che si rivolgono alla popolazione allo scopo di far crescere la consapevolezza del rischio.

Sulla base di quanto emerso dalla ricerca bibliografica, tra i vari Paesi in via di sviluppo nei quali il rischio sismico è molto alto, ne sono stati presi in considerazione tre: Cuba, l'Algeria e il Nepal. I tre paesi sono stati scelti poiché, pur differendo tra loro per quanto riguarda la lingua, la storia e la cultura, hanno però la caratteristica in comune di avere un regime tettonico, che causa i terremoti, molto simile.

Una volta individuati i Paesi da analizzare, ho proceduto lo studio attraverso due diversi metodi qualitativi: interviste a esperti e l'analisi di due progetti di comunicazione del rischio sismico, considerati in questa tesi come dei casi studio ben riusciti, uno avviato a Cuba e l'altro in Nepal.

3.2 INTERVISTE A ESPERTI

Per esplorare il ruolo della comunicazione del rischio sismico nei Paesi presi in considerazione, sono state condotte delle interviste semi strutturate a tre sismologi che lavorano presso gli istituti di ricerca più importanti presenti in ogni paese:

Cuba: intervista a Bladimir Moreno Toiran, direttore generale del CENAI, il Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas de Cuba (Centro nazionale per lo studio sismologico di Cuba) che ha sede a Santiago de Cuba;

Algeria: intervista ad Assia Harbi, direttore generale e capo del gruppo “Sismologia storica” presso il CRAAG, il Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (Centro di ricerca astronomica, astrofisica e geofisica), che ha sede ad Algeri;

Nepal: inizialmente l'intervista doveva essere fatta a Bishal Nath Upreti, professore all'Università di Kathmandu, che in seguito ha ritirato la sua disponibilità. A quel punto ho preferito intervistare Abdelkrim Aoudia, ricercatore e coordinatore del gruppo di geofisica della Terra solida all'ICTP (International Centre for Theoretical Physics) che ha sede a Trieste. Collabora dal 2005 a programmi dell'ICTP rivolti a studenti nepalesi e con organizzazioni che operano in Nepal; per questi motivi ho ritenuto che Aoudia conoscesse molto bene il Paese, sia a livello scientifico che culturale e sociale.

Le interviste sono state effettuate nel periodo compreso tra agosto 2017 e marzo 2018, sono state sottoposte in forma scritta e in lingua inglese. Con tutti gli scienziati intervistati ho poi avuto la possibilità di parlare personalmente, per meglio esplicitare alcuni aspetti legati alla comunicazione e alla prevenzione del rischio nei Paesi presi in considerazione. Le interviste che sono state sottoposte ai tre sismologi sono divise in quattro sezioni principali, che sono: informazioni generali, percezione del rischio, prevenzione e cosa succede durante il terremoto. Le trascrizioni delle interviste, tradotte in italiano dall'inglese, si trovano in appendice A.

3.2 ANALISI DEI CASI STUDIO

In seguito alla ricerca bibliografica e in base alle suggestioni derivate dalle interviste sottoposte agli esperti, ho scelto di prendere in considerazione due progetti che verranno analizzati come casi studio, uno avviato a Cuba e l'altro in Nepal. I progetti che sono stati

considerati sono stati avviati in seguito a collaborazione internazionali che hanno come scopo la crescita della consapevolezza del rischio sismico nella popolazione al fine di ridurre le potenziali perdite di vite umane causate da un grande terremoto. Per l'Algeria non ho trovato progetti di comunicazione del rischio sismico durante la ricerca bibliografica e questo fatto mi è stato poi confermato in seguito all'intervista con Assia Harbi, che mi ha detto che i piccoli progetti finanziati nel Paese sono esclusivamente portati avanti dagli algerini, senza l'aiuto di esperti o di collaborazioni multidisciplinari e internazionali.

Per quanto riguarda Cuba, è stato analizzato il progetto "Cities prepared: increasing earthquake preparedness in Eastern Cuba", mentre per quanto riguarda il Nepal, ho analizzato il progetto "Earthquakes without Frontiers".

4. RISCHIO SISMICO

4.1 IL CONCETTO DI RISCHIO

Il concetto di rischio racchiude in sé numerose sfaccettature e significati, poiché non esiste una definizione universale di rischio. Uno dei processi che viene usato per la stima del rischio in un dato ambiente è la valutazione del rischio, che viene fatta per stimare la quantità dei danni derivati dall'esposizione al rischio e per valutare se le conseguenze prodotte dal fenomeno che è in grado di causare danni sono abbastanza importanti da richiedere regolamentazioni o una migliore gestione del fenomeno stesso²⁰. La valutazione del rischio si compone di quattro fasi principali²¹:

1. *Source assessment*: ha lo scopo di identificare e stimare le sequenze di eventi che possono portare una persona o un bene a essere esposti al rischio.
2. *Exposure assessment*: cerca di determinare il numero e il tipo di persone e beni esposti al rischio attraverso l'analisi e lo studio dell'entità e della durata del fenomeno, cioè del tempo di esposizione.
3. *Effects assessment*: ha lo scopo di determinare l'entità degli effetti negativi che potrebbero risultare da determinati livelli di esposizione al rischio.
4. *Risk characterization*: è la fase finale della valutazione del rischio, che prevede l'assemblaggio delle fasi precedenti in un quadro generale che valuta la natura e l'entità del rischio. I risultati di questa ultima fase sono quelli che normalmente vengono comunicati a chi gestisce le emergenze, ai politici, ai giornalisti e alla popolazione.

Dopo la fase di valutazione, si passa a quella della gestione del rischio. Gli obiettivi principali della gestione del rischio sono²²: determinare che tipo di pericoli derivati dall'esposizione al rischio la società è disposta ad accettare; considerare se esiste e che tipo di controllo del rischio è disponibile; decidere le azioni adeguate a ridurre o eliminare i rischi che non sono accettati dalla comunità. Questa fase è molto importante perché il

²⁰ M. Boroush, *Understanding Risk Analysis. A short guide for health, safety, and environmental policy making, Internet edition*, American Chemical Society, 1998,8.

²¹ Ivi.

²² Ivi.

rischio percepito dalla popolazione non sempre coincide con il rischio realmente esistente. Il rischio percepito dipende infatti da numerosi fattori, che sono per la maggior parte delle volte soggettivi, dipende dalla familiarità che una persona ha o meno con un determinato rischio e se è disposta ad accettarlo o meno. Per questo motivo alcuni rischi sono visti come accettabili mentre altri lo sono di meno: per esempio le persone tendono ad accettare maggiormente i rischi che derivano da azioni volontarie, quei rischi cioè che dipendono da decisioni individuali (come bere alcolici e fumare) piuttosto che i rischi che dipendono da un'esposizione involontaria (inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo)²³. Il concetto di rischio dipende infatti dal modo in cui le persone valutano le probabilità e l'entità delle conseguenze²⁴. In termini generali il rischio può essere definito come la combinazione tra la probabilità che un evento in grado di provocare un danno a cose o persone si verifichi e l'entità dei danni causati dal fenomeno²⁵. Il rischio è un concetto di tipo probabilistico e non può essere calcolato in modo deterministico; la sua stima è fatta attraverso la formula $R=PxD$, dove R rappresenta il rischio, P la probabilità di accadimento e D il danno. Essendo determinato in maniera probabilistica, il rischio è più facile da calcolare se si hanno eventi frequenti, e quindi maggiori probabilità di accadimento. Ma oltre al calcolo fattuale della probabilità, il rischio è anche un fenomeno composto da un insieme di valori, dipende da un contesto specifico (cambia infatti in base alle comunità esposte) e dalla probabilità che si verifichino eventi futuri²⁶.

4.2 IL RISCHIO SISMICO

Per quanto riguarda la definizione di rischio sismico, questo è dato dalla combinazione di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione. La formula in uso è data da $R=PxVxE$, dove R rappresenta il rischio sismico, P la pericolosità sismica, V la vulnerabilità sismica ed E l'esposizione²⁷. Questa formula rappresenta la misura dei danni attesi in un dato intervallo

²³ J. Rehm *et al.*, *Why does society accept a higher risk for alcohol than for other voluntary or involuntary risks?*, in «BMC Medicine», 12 (2014), 189.

²⁴ A. Bostrom, *Future risk communication*, in «Futures», 35 (2003), 553-573.

²⁵ A. Bostrom *et al.*, *Visualizing seismic risk and uncertainty*, in «Annals of the New York Academy of Sciences», 1128 (1) (2008), 29-40.

²⁶ A. Bostrom, *Future risk communication*, in «Futures», 35 (2003), 553-573.

²⁷ Redazione, «Descrizione del rischio sismico», *Protezione Civile*
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=3#pag-content.

di tempo e dipende sia dalla sismicità della zona che dalle caratteristiche antropiche, quali la natura e il tipo delle costruzioni e dei beni esposti, la loro qualità e la loro quantità.

La pericolosità sismica è rappresentata dalla frequenza e dalla forza dei terremoti che interessano una certa area, cioè dalla sismicità della zona, ed è una caratteristica intrinseca del territorio²⁸. Si può infatti conoscere la frequenza e l'energia associate ai terremoti che caratterizzano un dato territorio e attribuire un valore alla probabilità che un evento sismico di una certa magnitudo si verifichi entro un certo intervallo di tempo, e da questo si definisce la pericolosità sismica. La pericolosità sismica è tanto più elevata quanto più alta è la probabilità che si verifichi un terremoto di forte magnitudo nell'intervallo di tempo considerato. Viene definita come la probabilità che in una data area e in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi una certa soglia, che è determinata da vari parametri, come per esempio l'intensità, la magnitudo o l'accelerazione di picco (Pga). La Pga è il valore di accelerazione massima del suolo misurata nel corso di un terremoto o attesa in un determinato sito; tiene conto dell'influenza di eventuali effetti di amplificazione del moto sismico dovuti alle caratteristiche del sottosuolo o alla topografia²⁹. L'esempio classico quando si parla di amplificazione delle onde sismiche è rappresentato dal terremoto di Città del Messico del 19 settembre 1985 (Mw 8.0). L'epicentro del terremoto venne localizzato nello stato di Michoacán, a più di 350 km da Città del Messico, ma la capitale fu fortemente danneggiata, a differenza di altri luoghi più vicini all'epicentro e ci furono più di 15 mila vittime. La causa della distruzione di Città del Messico è dovuta al fatto che la città è costruita nel luogo dove un tempo c'era un lago e, quando si verifica un terremoto i soffici sedimenti lacustri che compongono il terreno catturano le onde sismiche e le amplificano³⁰, facendo in modo che il terreno vibri molto più a lungo rispetto a luoghi dove le fondamenta delle città sono costituite da materiale roccioso o duro; questo fatto aumenta quindi di molto la pericolosità della città.

La vulnerabilità sismica è la propensione di una struttura a subire un danno dopo un terremoto di una data intensità³¹. Quanto più un edificio è vulnerabile (e questo dipende dalla progettazione, dalla qualità dei materiali e dalla modalità di costruzione), tanto

²⁸ Ivi.

²⁹ Redazione, "Pga – Peak Ground Acceleration", Protezione Civile <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/glossario.wp?contentId=GLO13236>.

³⁰ V.M. Cruz-Atienza *et al.*, *Long duration of ground motion in the paradigmatic Valley of Mexico*, in «Scientific Reports», 6 (2016), 38807.

³¹ Redazione, "Descrizione del rischio sismico", Protezione Civile http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=3#pag-content.

maggiori saranno le conseguenze. In modo più ampio, la vulnerabilità può essere vista come l'insieme dei fattori e delle caratteristiche sia fisiche che sociali che esistono prima dell'evento e che posseggono il potenziale per subire danni³².

L'esposizione è data da una serie di fattori che concorrono ad aumentare il rischio sismico, tra i quali il numero di persone che risiede nel territorio colpito dal terremoto, l'orario in cui si è verificato il sisma, le possibilità che le persone avevano di fuggire o di ripararsi, i danni economici subiti dai beni e la perdita di vite umane³³.

Un problema fondamentale che si incontra quando si vuole stimare il rischio sismico di una zona è quello di valutare correttamente in che modo avverrà la rottura della faglia che causa il terremoto e che estensione avrà tale rottura. Valutare correttamente questi elementi è importante per avere un'idea il più completa e realistica possibile delle conseguenze prodotte da un sisma che potrà verificarsi in un futuro più o meno lontano. La tettonica delle placche fornisce una struttura della superficie terrestre nella quale l'attività sismica e il rischio sismico possono essere spiegati come fenomeni ricorrenti associati alla presenza delle faglie³⁴.

Anche nel caso del rischio sismico, la fase successiva alla valutazione e alla stima del rischio è quella della sua gestione, durante la quale ci sono cinque principi fondamentali da seguire³⁵, che possono aiutare a salvare vite e a mitigare le perdite economiche:

- La riduzione del rischio attraverso la fornitura di informazioni che riguardano le caratteristiche sismiche del territorio, il rafforzamento delle infrastrutture, la preparazione al rischio e l'aumento della consapevolezza nella popolazione e la mappatura degli eventuali fenomeni secondari che possono creare situazioni di pericolo;
- L'eliminazione del rischio attraverso metodi di costruzione sicuri per i nuovi palazzi e finanziamenti al settore privato per adeguare le vecchie costruzioni;
- La regolamentazione delle case private attraverso l'adozione di una normativa edilizia antisismica;

³² K.J. Oven & J.D. Rigg, *The Best of Intentions? Managing Disasters and Constructions of Risk and Vulnerability in Asia*, in «Asian Journal of Social Science» 43 (2015), 685-712.

³³ Redazione, "Descrizione del rischio sismico", *Protezione Civile* http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=3#pag-content.

³⁴ M. O. Cotilla Rodriguez *et al.*, *Seismicity and seismoactive faults of Cuba*, in «Russian Geology and Geophysics», 48 (2007), 505-522.

³⁵ S. Jones *et al.*, *A comparison of the governance landscape of earthquake risk reduction in Nepal and the Indian State of Bihar*, in «International Journal of Disaster Risk Reduction», 15 (2016), 29-42.

- La promozione di azioni collettive attraverso la decentralizzazione a livello regionale e locale, incluso il CBDRR (Community Based Disaster Risk Reduction);
- Il coordinamento delle attività di diversi stakeholders, inclusi scienziati, dipartimenti di pianificazione, costruzione e urbanistica, autorità locali, ONG e organizzazioni umanitarie.

4.3 LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO SISMICO

In termini generali, la comunicazione del rischio copre un largo spettro di attività dirette ad aumentare la conoscenza che le persone possiedono riguardo al rischio e la loro partecipazione nella sua gestione³⁶. La comunicazione del rischio è generalmente definita come un dialogo tra le parti interessate, cioè gli esperti che valutano il rischio, la classe dirigente e politica, e il pubblico generale³⁷.

La stima del rischio sismico è molto difficile in qualsiasi Paese, e in special modo in quei Paesi che presentano gravi problemi sociali, politici ed economici; di conseguenza, anche la comunicazione del rischio sismico ricopre un ruolo importante, e non sempre è così facile e immediato spiegare il concetto di rischio alla popolazione e alla classe politica e dirigenziale. Il rischio sismico può essere infatti difficile da comunicare poiché il terremoto, per le sue caratteristiche intrinseche, ricade in quei fenomeni che possono avere conseguenze importanti in termini di danni economici e perdite di vite umane, ma bassa probabilità di accadimento, e quindi la percezione del rischio all'interno della comunità si abbassa notevolmente nel tempo.

Per questo motivo è importante conoscere a fondo i fenomeni sismici e trasmettere la conoscenza acquisita agli individui, alle comunità e ai governi: questo è uno dei requisiti richiesti per poter intraprendere azioni effettive ed efficaci³⁸.

Il modo in cui si comunica il rischio sismico varia molto in base ai pubblici ai quali il messaggio è diretto: per esempio, funzionari pubblici e dirigenti politici ed economici

³⁶ M. Boroush, *Understanding Risk Analysis. A short guide for health, safety, and environmental policy making*, Internet edition, American Chemical Society, 1998,12.

³⁷ Ibidem.

³⁸ P. England *et al.*, *What works and does not work in the science and social science of earthquake vulnerability? Report of an international workshop in the Department of Earth Sciences, University of Oxford on 28th and 29th January, 2011.*

hanno bisogno di una descrizione del rischio differente rispetto a un pubblico formato da tecnici come ingegneri o sismologi³⁹. Infatti, chi lavora a stretto contatto con i problemi e le sfide associate al rischio sismico ha una più alta percezione del rischio rispetto alla classe politica e dirigenziale, che ha bisogno di argomentazioni economiche e sociali, e non solo di dati probabilistici. La differente percezione del rischio tra esperti e non esperti sta nel modo in cui ognuno vede la realtà: l'esperto vede una realtà scientifica mentre il politico vede una realtà sociale⁴⁰ e quindi la maggior parte delle volte si trovano in disaccordo su come è meglio agire e quando farlo. Inoltre, tra gli scienziati e la classe politica esistono differenze sostanziali a livello di pianificazione temporale⁴¹: gli scienziati si basano sull'esistenza di prove empiriche che possono sostenere una teoria e, soprattutto nel caso dei terremoti, lo scienziato pensa in termini di tempi di ritorno, che possono anche essere molto lunghi. Al contrario, il politico si basa su ciò che può avere rilevanza a livello politico e, anche in questo caso, la scala temporale è quella che fa la differenza, poiché il politico basa le sue decisioni sul tempo che dura il suo mandato e non più avanti. È quindi importante riuscire a superare questo ostacolo temporale e cercare di impostare un dialogo tra le parti interessate che tenga conto dei lunghi tempi che richiede la natura e il ciclo dei terremoti. La classe politica e gli scienziati dovrebbero quindi riuscire a impostare una collaborazione che funzioni sul lungo periodo, per la buona riuscita della comunicazione del rischio sismico alla popolazione, ma anche per l'attuazione di progetti e di campagne di riduzione e mitigazione del rischio sismico che funzionino e che vengano percepiti e messi in atto sia dalla classe dirigente che dai comuni cittadini.

4.4 IL RISCHIO SISMICO A CUBA

Dal punto di vista geografico, l'isola di Cuba si trova nel Mar dei Caraibi e fa parte dell'arcipelago delle Grandi Antille. Dal punto di vista geologico, Cuba è una

³⁹ A. Bostrom *et al.*, *Visualizing seismic risk and uncertainty*, in «Annals of the New York Academy of Sciences», 1128 (1) (2008), 29-40.

⁴⁰ M.R. Laursen, *CBDRM in Nepal: a matter of risk perceptions*, in «International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment» 6 (2015), 73-85.

⁴¹ J. Young, *Knowledge vs Politics: How Research can Contribute to Better Policy*, in First global conference on research integration and implementation, September 8-11 2013, Canberra, Australia and online, 2013.

microplacca⁴² situata nella parte più sud-orientale della placca nord-americana⁴³, al confine tra quest'ultima e la placca caraibica (Figura 3).



Figura 3: Mappa che rappresenta la posizione dell'isola di Cuba rispetto alle placche tettoniche circostanti⁴⁴.

Il moto relativo tra la placca nord-americana e quella caraibica controlla, a grande scala, il regime tettonico della regione: il margine attivo tra le placche corre lungo la costa sudorientale e, proprio a causa di questo, la maggior parte degli eventi sismici e quelli che hanno la magnitudo maggiore (superiore a 7.0) si verificano nella zona di Barlett-Cayman, dove si ha la sismicità maggiore⁴⁵. La zona dove le faglie sono maggiormente attive si trova vicino alle città più popolate (Santiago de Cuba e Guantanamo)⁴⁶, nella parte meridionale dell'isola. La faglia Oriente, che possiede il più elevato potenziale

⁴² M. O. Cotilla Rodriguez *et al.*, *Seismicity and seismoactive faults of Cuba*, in «Russian Geology and Geophysics», 48 (2007), 505-522.

⁴³ M.E. Pardo Echarte & J.L. Cobiella Reguera, *Oil and gas exploration in Cuba: geological-structural cartography using potential fields and airborne gamma spectrometry*, Springer, 2017, 10.

⁴⁴ M.A. Iturralde-Vinent *et al.*, *The geology of Cuba: a brief overview and synthesis*, in «Geological Society of America Today», 26 (10), (2016), 4-10.

⁴⁵ In Figura 3 questa zona si trova dove è posizionata la faglia Oriente, responsabile della maggior parte dei terremoti che avvengono nell'isola.

⁴⁶ M. O. Cotilla Rodriguez *et al.*, *Seismicity and seismoactive faults of Cuba*, in «Russian Geology and Geophysics», 48 (2007), 505-522.

sismico del Paese ed è responsabile del più forte terremoto che ha colpito l'isola in tutta la sua storia⁴⁷ si trova proprio nella parte meridionale dell'isola. In Figura 4 sono mostrati i terremoti che si sono verificati a Cuba a partire dal 1976; si nota chiaramente che i terremoti sono, per la maggior parte, localizzati al margine tra la placca nord-americana e quella caraibica. In Figura 4 i terremoti sono rappresentati attraverso i loro meccanismi focali⁴⁸, che mostrano la natura compressiva della zona.

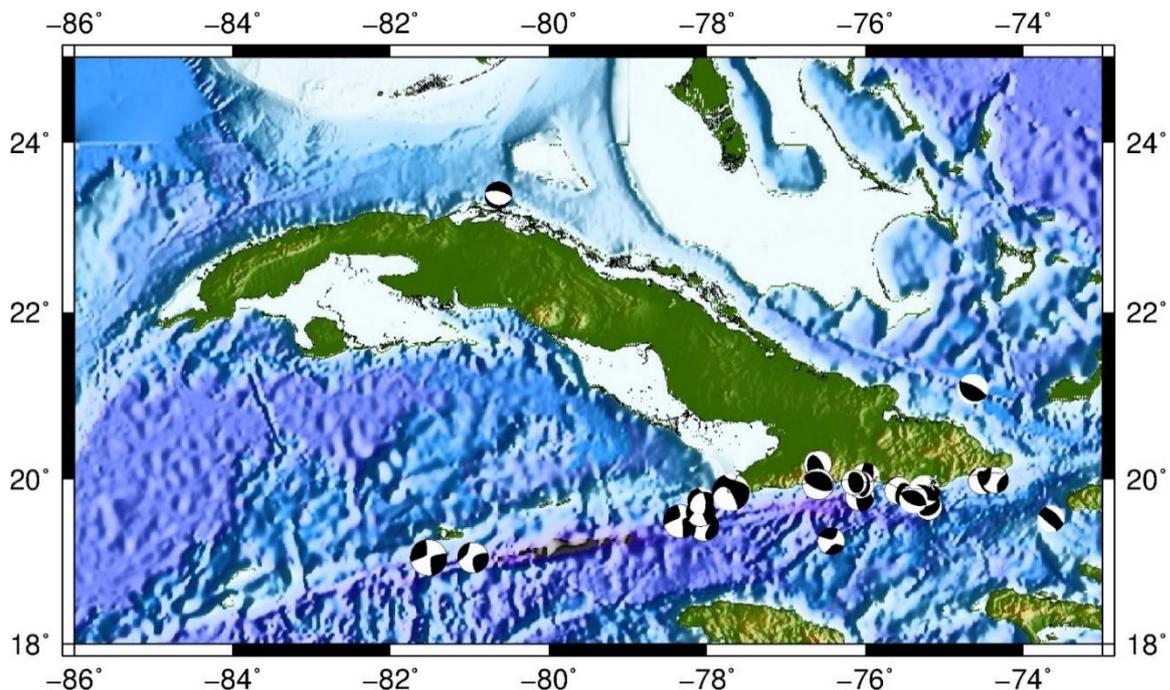


Figura 4: Mapa topografica di Cuba e della regione circostante con la distribuzione dei meccanismi focali dei terremoti che hanno colpito Cuba dal 1976. I dati topografici sono presi da ETOPO1⁴⁹, i dati relativi ai meccanismi focali vengono dal Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project^{50: 51} e la mappa è stata creata usando GMT⁵².

Per quanto riguarda la storia sismica di Cuba e delle altre isole delle Grandi Antille, le prime testimonianze storiche che si hanno a disposizione risalgono all'epoca del dominio

⁴⁷ Intervista a Bladimir Moreno Toiran. Cfr: Appendice A1.

⁴⁸ Rappresentazione delle caratteristiche della faglia che ha generato un terremoto. Cfr: Redazione, "Focal Mechanisms", *USGS Earthquake Hazards Program* <https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/beachball.php>

⁴⁹ C. Amante & B. Eakins, *ETOPO1 1arc-minute global relief model: procedures, data sources and analysis*, National Geophysical Data Center, 2009.

⁵⁰ A.M. Dziewonski *et al.*, *Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity*, in «Journal of Geophysical Research», 86 (B4), (1981), 2825-2852.

⁵¹ G. Ekström *et al.*, *The global CMT project 2004-2010: centroid-moment tensors for 13017 earthquakes*, in «Physics of the Earth and Planetary Interiors» 200-201 (2012), 1-9.

⁵² P. Wessel *et al.*, *Generic Mapping Tools: improved version released*, in «Eos, Transactions, American Geophysical Union», 94 (45), 2013, 409-420.

spagnolo, con il terremoto del 1528. In seguito, numerosi terremoti hanno colpito il Paese, tra i quali i più forti e distruttivi sono stati^{53; 54; 55}:

- Il terremoto del 1528, avvenuto nella zona di Baracoa (NE di Cuba) è il primo terremoto storico⁵⁶, avvenuto sotto la dominazione spagnola, del quale si hanno notizie;
- Il terremoto dell'agosto 1578 (Mw 6.8 stimata) avvenuto nella zona di Santiago de Cuba. È stata stimata un'intensità dell'VIII grado della scala EMS-98⁵⁷;
- Il terremoto dell'11 giugno 1766 (Mw 7.6 stimata) avvenuto nella zona di Santiago de Cuba. È stata stimata un'intensità del IX grado della scala EMS-98;
- Il terremoto del 20 agosto 1852 (Mw 7.2 stimata) avvenuto nella zona di Santiago de Cuba. È stata stimata un'intensità del IX grado della scala EMS-98; il terremoto causò numerosi danni alle chiese e agli altri edifici a Santiago de Cuba e provocò una frana nella regione della Sierra Maestra. Le scosse furono avvertite anche al di fuori di Cuba, nelle vicine isole di Jamaica e Hispaniola;
- Il terremoto del 3 febbraio 1932 (M 6.7) avvenuto nella zona di Santiago de Cuba. È stata stimata un'intensità dell'VIII grado della scala EMS-98. Il terremoto provocò più di mille morti e danneggiò l'80% degli edifici di Santiago de Cuba;
- Il terremoto del 25 maggio 1992 (Ms 6.9⁵⁸) avvenuto nella zona di Cabo Cruz, Pilon-Manzanillo. L'intensità fu del VII grado della scala EMS-98.

È bene notare che il terremoto del 1528 è stato registrato nella parte settentrionale dell'isola, mentre i successivi forti terremoti che hanno colpito il Paese si sono verificati nella parte sud-orientale, dove si stima che negli ultimi 500 anni si siano verificati almeno 120 terremoti⁵⁹. Questa zona è quella che oggi possiede la maggiore sismicità e

⁵³ L. Alvarez *et al.*, *Seismic Hazard for Cuba: a new approach*, in «Bulletin of Seismological Society of America», 107 (1), 2017, 229-239.

⁵⁴ M. O. Cotilla Rodriguez *et al.*, *Seismicity and seismoactive faults of Cuba*, in «Russian Geology and Geophysics», 48 (2007), 505-522.

⁵⁵ Redazione, "List of earthquakes in Cuba", *Wikipedia The Free Encyclopedia* https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_Cuba.

⁵⁶ Per terremoto storico si intende un terremoto avvenuto prima dell'utilizzo dei moderni sistemi di registrazione sismica, per cui le uniche testimonianze che si hanno del terremoto provengono solo da fonti storiche.

⁵⁷ La European macroseismic scale è usata per la valutazione dell'intensità sismica sia in Europa che in altri Paesi; è molto simile alla scala Mercalli. Il 98 si riferisce all'anno in cui è stata istituita. Cfr: Redazione, "European macroseismic scale", *Wikipedia The Free Encyclopedia* https://en.wikipedia.org/wiki/European_macroseismic_scale.

⁵⁸ Ms indica la magnitudo data dalle onde superficiali; viene usata per caratterizzare l'energia rilasciata dai terremoti superficiali prendendo in considerazione le onde superficiali, che nei terremoti poco profondi trasportano la maggior parte dell'energia. Cfr: Redazione, "Seismic magnitude scales", *Wikipedia The Free Encyclopedia* https://en.wikipedia.org/wiki/Seismic_magnitude_scales#Ms.

⁵⁹ M. O. Cotilla Rodriguez *et al.*, *Seismicity and seismoactive faults of Cuba*, in «Russian Geology and Geophysics», 48 (2007), 505-522.

pericolosità sismica, nonché l'area dove sorge la città di Santiago de Cuba. La zona meridionale dell'isola è quella che presenta il più grande rischio che si verifichi un terremoto di magnitudo pari a 8 entro i prossimi 100 anni, come hanno evidenziato i recenti studi sul rischio sismico effettuati sull'isola⁶⁰.

4.5 IL RISCHIO SISMICO IN ALGERIA

Dal punto di vista geografico l'Algeria è uno stato del nord Africa che si affaccia sul Mar Mediterraneo. Dal punto di vista geologico, si trova nella zona di convergenza tra la placca africana e quella euroasiatica⁶¹, sul fronte del limite di collisione tra le due placche. La velocità con cui le placche si muovono è di circa 4-6 mm all'anno⁶² (Figura 5).

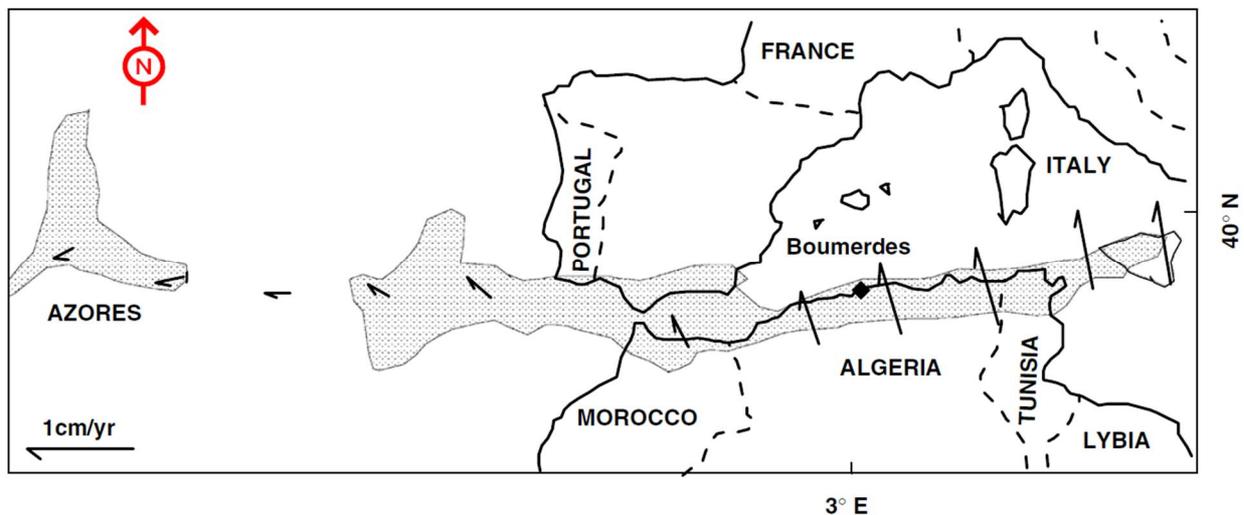


Figura 5: Mappa che mostra la convergenza tra la placca africana e quella euroasiatica. La zona tratteggiata rappresenta l'area soggetta a sismicità. Le frecce indicano la direzione della spinta e la loro lunghezza è proporzionale al tasso di convergenza⁶³.

La sismicità dell'Algeria è quindi concentrata a nord, sia nella regione della catena montuosa dell'Atlante, sia nella parte costiera del Paese, caratterizzata da una sismicità

⁶⁰ Ivi.

⁶¹ M. Hamlaoui *et al.*, *Probabilistic seismic hazard assessment in the northeastern part of Algeria*, in «Arabian Journal of Geosciences», 10 (2017), 238-256.

⁶² Intervista ad Assia Harbi. Cfr: Appendice A2.

⁶³ N. Laouami *et al.*, *Evidence for fault-related directionality and localized site effects from strong motion recordings of the 2003 Boumerdes (Algeria) earthquake: consequences on damage distribution and the Algerian seismic code*, in «Soil Dynamics and Earthquake Engineering», 26 (2006), 991-1003.

superficiale, dalla presenza di faglie attive e da un alto numero di eventi sismici, sia recenti che storici⁶⁴.

Tra i terremoti, sia storici che recenti, che hanno colpito la parte settentrionale dell'Algeria si ricordano^{65; 66; 67; 68}:

- Il terremoto del gennaio 1716 avvenuto ad Algeri che distrusse la città e provocò più di 20 mila morti;
- Il terremoto del 9 settembre 1954 (Mw 6.7) avvenuto nella provincia di Chlef; l'intensità registrata fu del XI grado della scala EMS-98. Il terremoto provocò ingenti danni e generò delle onde di tsunami;
- Il terremoto del 10 ottobre 1980 (Mw 7.1) avvenuto nella provincia di Chlef e conosciuto come terremoto di El Asnam; l'intensità registrata fu del X grado della scala EMS-98. Il terremoto provocò ingenti danni (2700 vittime e circa 60 mila abitazioni distrutte) e generò delle onde di tsunami;
- Il terremoto del 27 ottobre 1985 (Mw 5.8) avvenuto a Constantine-Skikdaa;
- Il terremoto del 21 maggio 2003 (Mw 6.8) avvenuto nella regione di Boumerdes; l'intensità registrata fu del X grado della scala EMS-98, il terremoto provocò più di 2000 morti e 10 mila feriti e generò delle onde di tsunami.

Il terremoto di Boumerdes del 2003 è stato l'evento sismico più forte della regione mediterranea e il più importante evento ad Algeri dal terremoto del gennaio 1716⁶⁹. Il rischio sismico che esiste nella parte settentrionale del Paese è quindi molto elevato, come si vede chiaramente anche dalla mappa mostrata nella Figura 6.

⁶⁴ A. Aoudia *et al.*, *Seismogenic potential and earthquake hazard assessment in the Tell Atlas of Algeria*, in «Journal of Seismology», 4 (2000), 79-98.

⁶⁵ P. England *et al.*, *What works and does not work in the science and social science of earthquake vulnerability? Report of an international workshop in the Department of Earth Sciences, University of Oxford on 28th and 29th January, 2011.*

⁶⁶ M. Hamlaoui *et al.*, *Probabilistic seismic hazard assessment in the northeastern part of Algeria*, in «Arabian Journal of Geosciences», 10 (2017), 238-256.

⁶⁷ Y. Bouhadad *et al.*, *The Boumerdes (Algeria) earthquake of May 21, 2003 (Mw=6.8): ground deformation and intensity*, in «Journal of Seismology», 8 (2004), 497-506.

⁶⁸ N. Laouami *et al.*, *Evidence for fault-related directionality and localized site effects from strong motion recordings of the 2003 Boumerdes (Algeria) earthquake: consequences on damage distribution and the Algerian seismic code*, in «Soil Dynamics and Earthquake Engineering» 26 (2006), 991-1003.

⁶⁹ Y. Bouhadad *et al.*, *The Boumerdes (Algeria) earthquake of May 21, 2003 (Mw=6.8): ground deformation and intensity*, in «Journal of Seismology», 8 (2004), 497-506.

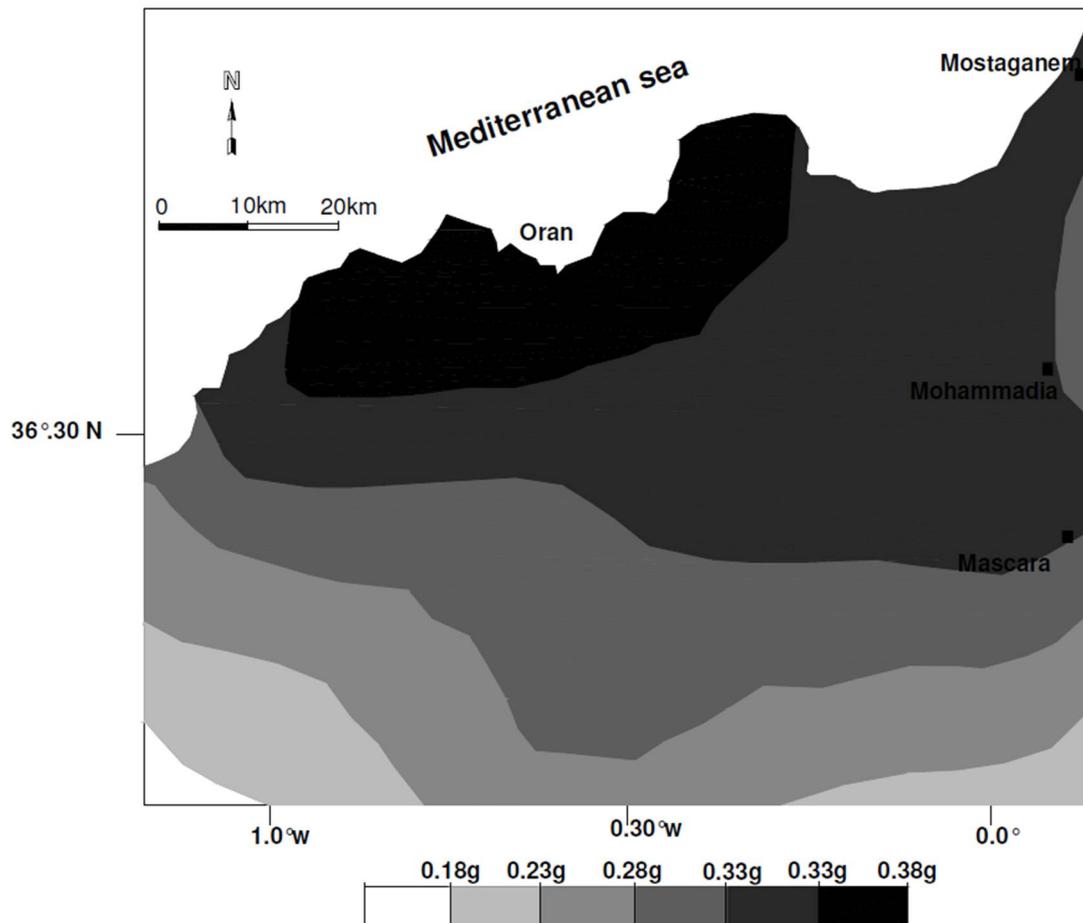


Figura 6: Mappa del rischio sismico nella parte settentrionale dell'Algeria calcolato per un periodo di ritorno di 500 anni; la scala di grigi è stata realizzata tenendo conto della Pga calcolata⁷⁰.

4.6 IL RISCHIO SISMICO IN NEPAL

Dal punto di vista geografico, il Nepal è uno stato dell'Asia meridionale, confina con Cina e India e si trova nel mezzo della catena dell'Himalaya. Dal punto di vista geologico si trova lungo il confine tettonico tra la placca indiana e quella euroasiatica. La placca indiana si muove verso nord e si incunea al di sotto della placca euroasiatica a una velocità di circa 40-50 mm all'anno; questo movimento genera numerosi terremoti e fa in

⁷⁰ Y. Bouhadad, *Seismic hazard assessment in Algeria: a case study*, in: The 14th World Conference in Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing, China (2008).

modo che tutta l'area abbia una notevole sismicità⁷¹, come si nota chiaramente dalla distribuzione dei terremoti che si sono verificati dal 1976, rappresentati attraverso i loro meccanismi focali (Figura 7).

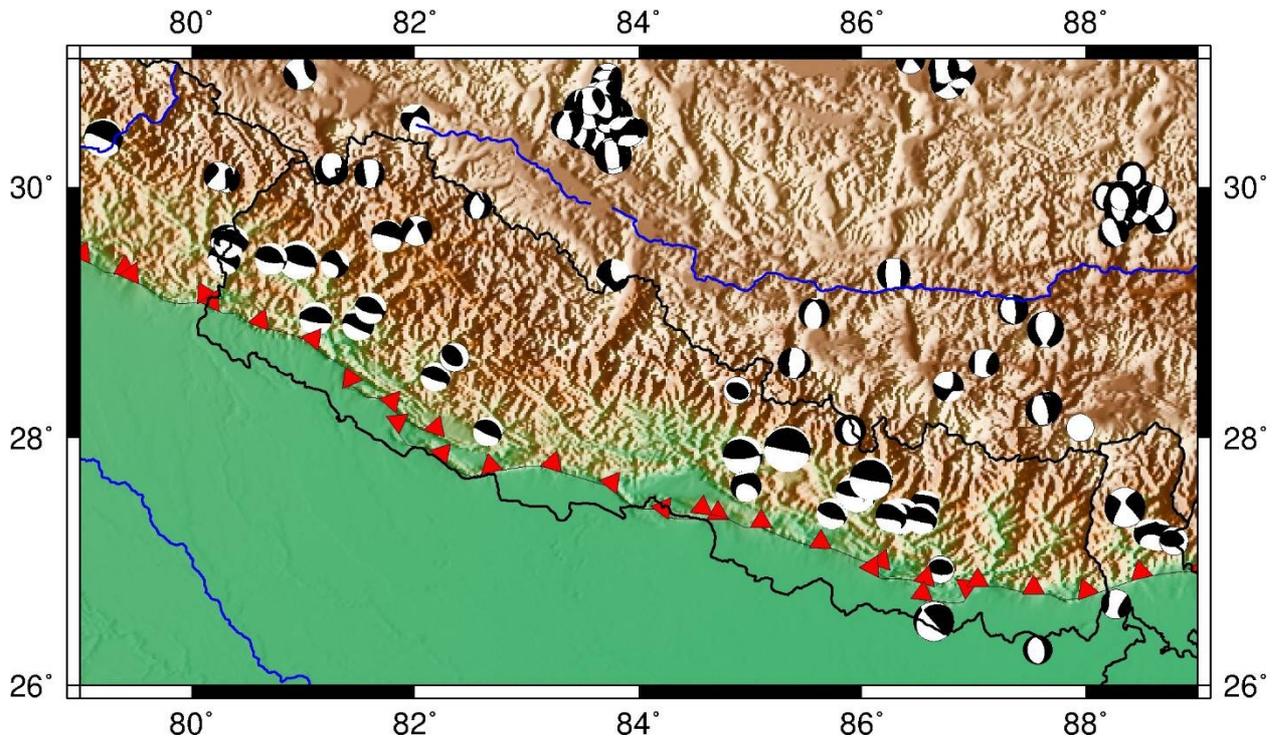


Figura 7: Mappa topografica del Nepal e della regione circostante con la distribuzione dei meccanismi focali dei terremoti che hanno colpito Cuba dal 1976. I dati topografici sono presi da ETOPO1⁷², la localizzazione e la direzione delle faglie vengono dall' HimaTibetMap v1.1^{73,74}, i dati relativi ai meccanismi focali vengono dal Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project^{75, 76} e la mappa è stata creata usando GMT⁷⁷.

⁷¹ B.D. Collins & R.W. Jibson, *Assessment of existing and potential landslide hazards resulting from the April 25, 2015 Gorkha, Nepal earthquake sequence*, Open file report USGS, 2015.

⁷² C. Amante & B. Eakins, *ETOPO1 1arc-minute global relief model: procedures, data sources and analysis*, National Geophysical Data Center, 2009.

⁷³ M. Taylor & A. Yin, *Active structures of the Himalayan-Tibetan orogen and their relationships to earthquake distribution, contemporary strain field, and Cenozoic volcanism*, in «Geosphere», 5 (3) (2009), 199-214.

⁷⁴ R. Styron *et al.*, *Database of active structures from the Indo-Asian Collision* in «Eos, Transactions, American Geophysical Union» 91 (20) (2010), 181-182.

⁷⁵ A.M. Dziewonski *et al.*, *Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity*, in «Journal of Geophysical Research», 86 (B4), (1981), 2825-2852.

⁷⁶ G. Ekström *et al.*, *The global CMT project 2004-2010: centroid-moment tensors for 13017 earthquakes*, in «Physics of the Earth and Planetary Interiors» 200-201 (2012), 1-9.

⁷⁷ P. Wessel *et al.*, *Generic Mapping Tools: improved version released*, in «Eos, Transactions, American Geophysical Union», 94 (45), 2013, 409-420.

L'alta sismicità presente nel Paese è testimoniata dai numerosi terremoti storici che hanno colpito il Nepal, che vengono registrati anche in antichi testi scritti in sanscrito; in epoca più recente si possono ricordare^{78; 79; 80; 81}:

- Il terremoto del 7 giugno 1255 (M 7.8 stimata), avvenuto nella regione di Kathmandu, che uccise un terzo della popolazione del Paese, incluso il re Abhaya Malla;
- Il terremoto dell'agosto del 1408 (M 8.2 stimata) avvenuto nella regione di Bagmati, al confine tra Nepal e Tibet;
- Il terremoto del gennaio del 1681 (M 8.0 stimata) avvenuto nella regione di Koshi, nella parte meridionale del Nepal;
- Il terremoto del 1767 (M 7.9 stimata) avvenuto nella regione di Bagmati;
- Il terremoto del 26 agosto 1833 (Ms 8.0) avvenuto nella regione di Kathmandu-Bihar.

Negli ultimi 100 anni, sono stati 3 i forti terremoti che hanno colpito il territorio nepalese:

- Il terremoto del 15 gennaio 1934 (Ms 8.0) avvenuto nel Nepal-Bihar; questo è stato l'evento sismico più forte che si è verificato nella regione negli ultimi 200 anni. Danneggiò in modo importante Kathmandu e provocò più di 10 mila morti⁸².
- Il terremoto del 25 aprile 2015 (Mw 7.8) avvenuto nel distretto di Gorkha e quello del 12 maggio dello stesso anno (Mw 7.1) 2015. I due terremoti provocarono la morte di circa 10 mila persone e numerose furono le frane e le valanghe che vennero attivate in seguito all'evento sismico⁸³.

La figura 8 mostra la mappa del rischio sismico in Nepal e si vede molto bene come tutto il Paese mostri un elevato rischio sismico, soprattutto in corrispondenza delle città più

⁷⁸ P. Uprety & A. Poudel, *Earthquake Risk Perception among Citizens in Kathmandu, Nepal*, in «Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies», 1 (2012), 3-9.

⁷⁹ H. Chaulagain *et al.*, *Seismic risk assessment and hazard mapping in Nepal*, in «Natural Hazards», 78 (1) (2015), 583-602.

⁸⁰ Redazione, "Earthquake", *Disaster Preparedness Network Nepal* <https://www.dpnet.org.np/index.php?pageName=earthquake>.

⁸¹ Redazione, "List of earthquakes in Nepal", *Wikipedia The Free Encyclopedia* https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_Nepal.

⁸² *Ivi.*

⁸³ J.P. Rafferty, "Nepal earthquake of 2015", *Encyclopædia Britannica*, <https://www.britannica.com/topic/Nepal-earthquake-of-2015>.

grandi e importanti del Paese. Inoltre, proprio a causa della distribuzione del rischio sismico sull'intera area del Nepal, rende questa zona della catena dell'Himalaya una delle zone più vulnerabili al mondo in termini di rischio sismico⁸⁴.

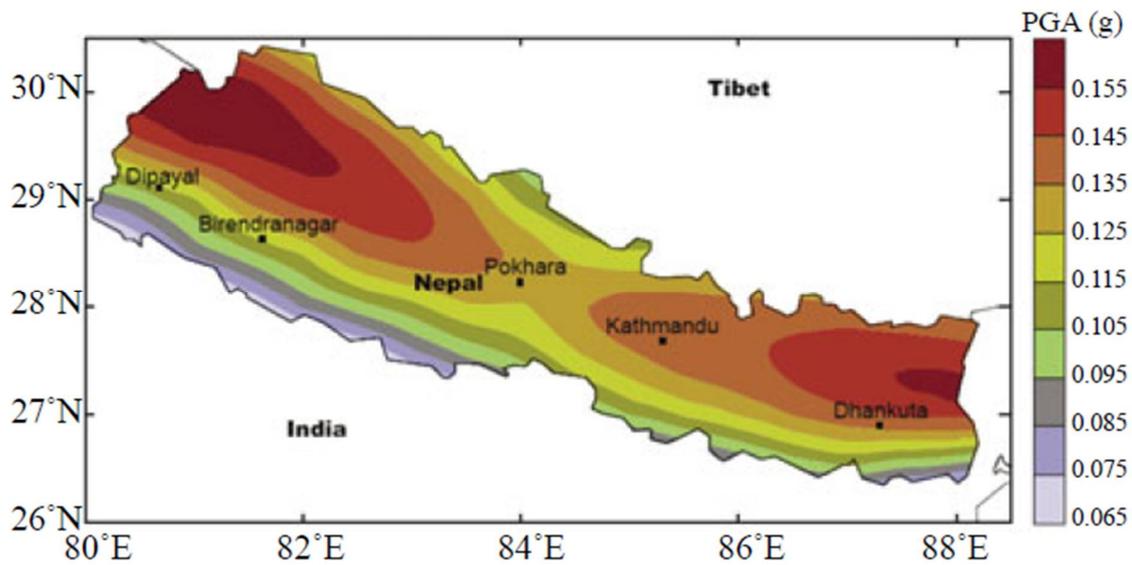


Figura 8: Mappa che rappresenta il rischio sismico, espresso in Pga, in Nepal con un tempo di ritorno di 50 anni⁸⁵.

⁸⁴ D. Chamlagain, *Earthquake scenario and recent efforts toward earthquake risk reduction in Nepal*, in «Journal of South Asia Disaster Studies», 2 (2009), 57-80.

⁸⁵ T.D. Ram & W. Guoxin, *Probabilistic seismic hazard analysis in Nepal*, in «Earthquake Engineering and Engineering Vibration», 12 (2013), 577-586.

5 ANALISI DELLE INTERVISTE

5.1 INTRODUZIONE

Nel capitolo 3 è stato anticipato che per questa tesi sono stati intervistati tre esperti che lavorano nel campo sismologico, uno per ogni Paese preso in considerazione: Bladimir Moreno Toiran per Cuba, Assia Harbi per l'Algeria e Abdelkrim Aoudia per il Nepal. Lo scopo di queste interviste è stato quello di avere una visione più ampia e completa di come avviene la comunicazione del rischio sismico in questi tre Paesi; e quello di cercare di inquadrare la situazione sociale e politica dei Paesi presi in considerazione attraverso le testimonianze di chi lavora nel Paese. Si è scelto di intervistare tre esperti per avere una visione della comunicazione dal punto di vista istituzionale e per cercare di capire qual è il ruolo svolto dallo scienziato nella comunicazione del rischio. Inoltre, a causa del diverso fuso orario e della connessione internet non sempre presente nei tre Paesi studiati, somministrare interviste semi-strutturate a un campione di popolazione era un lavoro troppo lungo da portare a termine entro i termini previsti per il lavoro di tesi.

Le interviste sottoposte a Bladimir Moreno Toiran e ad Assia Harbi sono state somministrate in forma scritta e in inglese, mentre ad Abdelkrim Aoudia è stata sottoposta un'intervista orale e in italiano; successivamente, ho avuto l'opportunità di parlare personalmente con Bladimir Moreno Toiran, per poter approfondire meglio alcuni aspetti emersi dall'intervista scritta. Le trascrizioni delle interviste (tradotte in italiano) si trovano in appendice A.

Le interviste si strutturano in 4 parti fondamentali: la prima parte si intitola "informazioni generali", la seconda parte "percezione del rischio sismico", la terza parte "prevenzione del rischio sismico" e la quarta e ultima parte "durante il terremoto".

La sezione "informazioni generali" ha avuto lo scopo di ricavare informazioni sia sul ruolo ricoperto dall'intervistato in campo lavorativo e istituzionale, sia di avere un inquadramento geologico del Paese preso in considerazione, per poter avere una prima informazione sul tipo di sismicità presente nel Paese e sull'esistenza o meno di terremoti significativi che hanno colpito il Paese negli ultimi 100 anni. Questa domanda finale è stata funzionale per introdurre le domande presenti nella seconda sezione, poiché volevo

capire se una bassa o alta percezione del rischio sismico potesse essere legata alla frequenza con la quale avvengono i fenomeni sismici nei Paesi considerati.

Lo scopo della sezione “percezione del rischio sismico” è quello di indagare se la popolazione ha la consapevolezza di vivere in un Paese ad alto rischio sismico e, in caso di risposta affermativa, cercare di capire se questa consapevolezza dipende o meno dalla frequenza degli eventi sismici. In questa sezione è stato chiesto agli esperti se, nella storia recente del Paese, esiste un terremoto che ha cambiato la percezione sismica nella popolazione e in caso di risposta affermativa, in che misura.

La sezione “prevenzione del rischio sismico” si pone l’obiettivo di esplorare in che modo la popolazione viene informata riguardo al rischio sismico e attraverso quali canali. Queste domande spaziano dalla presenza o meno di norme di costruzione antisismica applicate agli edifici agli annunci televisivi o ai programmi radio, dall’insegnamento di come comportarsi durante il terremoto alle giornate dedicate all’educazione sismica fino ai progetti esistenti sul territorio per comunicare il rischio sismico. Le domande sono state sottoposte per avere un quadro il più completo e variegato possibile della situazione esistente nel Paese analizzato.

L’ultima sezione, intitolata “durante il terremoto”, si pone l’obiettivo di capire cosa succede realmente nel Paese in caso di evento sismico e se esistono delle procedure da seguire per evacuare al meglio la popolazione ed evitare di aumentare il numero di feriti o di vittime.

Nelle prossime pagine verranno analizzate le risposte date a ciascuna delle domande sottoposte e si procederà a confrontare o a trovare delle similarità tra i tre Paesi analizzati. Nell’analisi delle interviste si è scelto di non trattare la domanda relativa al contesto geologico e tettonico di ciascun Paese, poiché tale argomento è già stato affrontato all’interno del capitolo 4. La domanda relativa ai terremoti che negli ultimi 100 anni hanno colpito i Paesi analizzati (presente all’interno della sezione “informazioni generali”) è stata analizzata all’interno della sezione “percezione del rischio sismico”, poiché si lega con gli argomenti trattati in questa sezione. Per facilitare la comprensione delle citazioni, alla fine di ognuna, tra parentesi, si trova il Paese di cui si sta parlando: A per l’Algeria, C per Cuba e N per il Nepal.

5.2 PERCEZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Nei tre Paesi i terremoti si verificano con frequenze molto diverse e questo influisce sulla percezione che la popolazione ha di vivere in un Paese sismico. A Cuba l'ultimo grande terremoto che ha causato ingenti danni è successo nel 1932, mentre in Nepal e in Algeria la situazione è diversa. Per quanto riguarda l'Algeria, poiché la zona costiera del Paese è molto attiva sismicamente e, come anticipato nel capitolo 4, si sono verificati numerosi terremoti negli ultimi 50 anni, la popolazione ha una buona percezione del rischio sismico:

Gli algerini sono abituati a sentire terremoti da moderati a forti a distruttivi. Sanno perfettamente che la parte più settentrionale del Paese è un'area ad alta sismicità (A).

In Nepal la percezione del rischio sismico oggi è ben presente nella popolazione, soprattutto a causa del terremoto del 25 aprile 2015, ma anche perché il paese ha una sismicità molto alta e si verificano spesso terremoti di bassa magnitudo. Fino al 1988 la situazione nel Paese era però diversa e non si aveva la consapevolezza di vivere in un Paese ad alto rischio sismico. Solo in seguito al terremoto di Udayapur del 1988 (M 6.6) sono stati realizzati progetti e iniziative innovative per la gestione e la riduzione del rischio sismico⁸⁶. Al contrario a Cuba, per via del lungo tempo di ritorno tra un terremoto e il successivo, la percezione del rischio sismico si sta lentamente abbassando:

Il rischio sismico è sottostimato perché la maggior parte delle persone non crede che un forte terremoto possa colpire Cuba in qualsiasi momento. Le persone non vogliono credere che i terremoti sono fenomeni ciclici che possono manifestarsi di nuovo, quando la deformazione raggiunge il punto critico. Questo succede perché l'ultimo forte terremoto è successo 86 anni fa e la memoria storica è andata perduta (C).

Anche se, negli ultimi anni, la situazione sembra essere cambiata:

⁸⁶ A.M. Dixit *et al.*, *Public School Earthquake Safety Program in Nepal*, in «Geomatics, Natural Hazards and Risk», 5 (2014), 293-319.

Quando c'è stato il terremoto ad Haiti nel 2010 le persone e le autorità governative hanno preso coscienza della pericolosità sismica. E hanno iniziato a pensare che un forte terremoto come quello di Haiti potrebbe verificarsi anche a Cuba e si sono spaventati (C).

5.3 PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Per quanto riguarda la prevenzione del rischio sismico, le domande che sono state rivolte ai sismologi riguardano 5 argomenti: la presenza nel Paese di una normativa antisismica, la presenza di eventi o giornate dedicate alla sensibilizzazione del rischio sismico, l'educazione del rischio sismico e di come comportarsi nelle scuole, la comunicazione del rischio sismico attraverso i media (TV o radio) e l'esistenza di progetti finanziati da enti esterni per sensibilizzare la popolazione.

Alla domanda se in Nepal esiste una normativa antisismica, Abdelkrim Aoudia ha risposto in modo negativo.

In Nepal non esiste un codice edilizio, non c'è una normativa che regola la costruzione antisismica delle abitazioni. In Nepal si costruisce prevalentemente in verticale, aggiungendo una stanza sopra l'altra in base alle necessità delle famiglie che ci abitano (N).

Ufficialmente però in Nepal esiste una normativa antisismica, entrata in vigore nel 1994, in seguito al terremoto che nel 1988 (M 6.8) uccise più di 700 persone. Nonostante l'esistenza di una normativa, la maggior parte delle abitazioni presenti nel Paese o sono state costruite prima dell'approvazione del codice o non sono costruite seguendo la legge, perché la mancanza di risorse economiche e lo scarso monitoraggio da parte delle istituzioni fa sì che le persone non rispettino la legge, costruendosi da soli le abitazioni senza affidarsi a ditte di costruzione specializzate⁸⁷. Inoltre, solo dal 2005 è obbligatorio

⁸⁷ L. Arendt *et al.*, *Implementing Nepal's National Building Code: a case study in patience and persistence*, in «Earthquake Spectra», 33 (S1) (2017), S167-S183.

il rispetto della normativa antisismica per le nuove costruzioni⁸⁸; nonostante la norma, tutte le costruzioni, non solo quelle private, ma anche edifici pubblici come per esempio le scuole non vengono costruite seguendo il codice⁸⁹.

In Algeria, fino al 1980 non esisteva alcuna normativa antisismica, poi:

Dopo il terremoto di El Asnam del 1980 (M 7.3) abbiamo una normativa antisismica (A).

La normativa algerina è l'RPA81 (Règles Parasismiques Algériennes) istituita nel 1981, che ha subito varie modifiche fino alla versione del 1999, che doveva essere quella definitiva. Secondo la legge l'obbligo di costruzioni antisismiche era riservato solamente alle costruzioni pubbliche, per questo nel terremoto di Boumerdes del 2003 ci furono molti crolli, molti danni e numerose vittime. In seguito a questo terremoto si sono fatti altri studi per migliorare la normativa⁹⁰.

Tra i Paesi analizzati, Cuba è quello in cui la normativa antisismica è più aggiornata e innovativa, poiché l'ultima normativa proposta è stata studiata su un tempo di ritorno sismico di 1642 anni⁹¹:

La normativa antisismica esiste dal 1999 ed è stata aggiornata lo scorso anno, nel 2017 (NC46/2017). Le principali novità sono state: il cambiamento del livello di pericolosità sismica nella parte occidentale dell'isola, l'introduzione della progettazione delle prestazioni degli edifici, il miglioramento dello spettro di progettazione, la riduzione del coefficiente sismico e la classificazione degli edifici (C).

⁸⁸ P. Uprety & A. Poudel, *Earthquake Risk Perception among Citizens in Kathmandu, Nepal*, in «Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies», 1 (2012), 3-9.

⁸⁹ A.M. Dixit *et al.*, *Public School Earthquake Safety Program in Nepal*, in «Geomatics, Natural Hazards and Risk», 5 (2014), 293-319.

⁹⁰ A. Meslem *et al.*, *The effects of building characteristics and site conditions on the damage distribution in Boumerdès after the 2003 Algeria earthquake*, in «Earthquake Spectra», 28 (1) (2012), 185-216.

⁹¹ L. Alvarez *et al.*, *Seismic Hazard for Cuba: a new approach*, in «Bulletin of Seismological Society of America», 107 (1), 2017, 229-239.

Nel secondo argomento di questa sezione mi sono interessata all'esistenza di eventi o giornate dedicate alla sensibilizzazione del rischio sismico. In tutti i Paesi analizzati sono presenti delle giornate di questo tipo, e in tutti i Paesi questi eventi sono molto sentiti e amati dalla popolazione.

Ogni anno si tiene una giornata nazionale di formazione chiamata METEORO, per fare esercitazioni pratiche che riguardano gli uragani e i terremoti. Prendono parte all'evento tutte le istituzioni, i luoghi di lavoro, le scuole e i decision makers a livello governativo (C).

Istituito nel 1986⁹², l'evento si tiene ogni anno nei primi giorni di giugno. Nei due giorni di formazione, vengono riviste le risorse a disposizione e se ci sono carenze logistiche; si propongono, per ogni regione dell'isola, degli studi specifici per i disastri naturali che accadono in quell'area; infine la popolazione, le organizzazioni e le istituzioni simulano come comportarsi di fronte a una specifica calamità naturale⁹³.

In Nepal non esiste una sola giornata dedicata alla sensibilizzazione del rischio sismico, ma delle vere e proprie feste distribuite su tutto l'anno, che si sommano alla giornata nazionale dell'"Earthquake Safety Day" che cade nel secondo giorno del mese di Magh del calendario nepalese, che corrisponde ai giorni compresi tra il 17 e il 19 gennaio del nostro calendario⁹⁴:

Esistono varie giornate, sono giornate di ricordo e si chiamano "Earthquake day", che per la maggior parte cadono in concomitanza con i vari festival che esistono in Nepal. Sono state definite più giornate per ricordare i terremoti e per fare in modo che le comunità si mettessero in contatto tra di loro e parlassero dei terremoti. Gli "Earthquake day" sono distribuiti durante tutto il corso dell'anno, in concomitanza degli anniversari di terremoti storici e non, e ogni evento si svolge in una diversa comunità. Sono stati scelti anche terremoti storici per mostrare alla popolazione che l'evento sismico può avere un tempo di ritorno molto lungo, così le comunità sanno

⁹² Redazione, "El ejercicio Meteoro: una experiencia cubana", *Cuba Defensa*, <http://www.cubadefensa.cu/?q=ejercicio-meteoro>.

⁹³ P.M. Bermejo, *Preparation and response in case of natural disasters: Cuban programs and experience*, in «Journal of Public Health Policy», 27 (2006), 13-21.

⁹⁴ D. Chamlagain, *Earthquake scenario and recent efforts toward earthquake risk reduction in Nepal*, in «Journal of South Asia Disaster Studies», 2 (2009), 57-80.

che, anche se durante la loro vita non succederà un grosso terremoto, è bene continuare a fare prevenzione e a rimanere informati su come comportarsi in caso di sisma. Gli “Earthquake day” sono eventi nazionali, son giornate di festa dove le scuole e i posti di lavoro rimangono chiusi, ma vengono organizzati e gestiti dalle comunità regionali per permettere alle varie comunità presenti sul territorio di competere positivamente tra di loro e di imparare le une dalle altre (N).

In Algeria non esiste una singola giornata dedicata in modo specifico al rischio sismico, ma sono le varie istituzioni che operano sul territorio algerino che svolgono le attività per sensibilizzare la popolazione:

Far crescere la consapevolezza di vivere in un Paese sismico è uno degli obiettivi del CRAAG, che riceve ogni settimana classi provenienti da diverse scuole del Paese per spiegare: che cos'è un terremoto? Come si registra? Perché l'Algeria è un Paese sismico? Come bisogna comportarsi in caso di terremoto? ecc. Libretti informativi che raccolgono tutte queste informazioni vengono poi distribuiti a tutti gli studenti. Anche la Protezione Civile algerina ha un suo programma per le scuole e organizza spesso delle campagne per far crescere la consapevolezza. Hanno anche un camion speciale per far sentire alla popolazione un terremoto di magnitudo compresa tra 5.0 e 7.0. C'è poi un altro programma governativo chiamato “Delegation of Major risks”, che organizza spesso esercitazioni nelle scuole e conferenze, rivolte ai sindaci e agli impiegati dei comuni algerini, sui disastri naturali e industriali e sulla mitigazione del rischio. Recentemente la delegazione è riuscita a nominare un “Mr. Risk” in ogni comune dell'Algeria del Nord (A).

I libretti informativi che vengono distribuiti agli studenti sono scritti sia in francese che in arabo, e sono scaricabili dal sito del CRAAG dalla sezione informazioni pubbliche⁹⁵.

Il terzo argomento di questa sezione si ricollega al precedente, ma in questo caso ci si è soffermati esclusivamente sulla comunicazione del rischio sismico nell'ambiente scolastico. A Cuba e in Algeria gli insegnanti spiegano in classe come comportarsi in caso di terremoto.

⁹⁵ Redazione, “Infos publiques”, CRAAG <https://www.craag.dz/index.php>.

Nella scuola primaria gli insegnanti spiegano ai bambini come comportarsi in caso di terremoto. Il CENAIIS ha sviluppato numerosi progetti che preparano gli insegnanti e i decision makers a rispondere all'evento sismico (C).

È nel programma scolastico in aggiunta alle visite al CRAAG (A).

In Nepal la situazione è leggermente diversa. Nel 1999 il NSET (National Society for Earthquake Technology - Nepal) ha lanciato il programma SESP (School Earthquake Safety Programme) con l'obiettivo di migliorare la resa antisismica delle costruzioni e aumentare la consapevolezza, negli insegnanti e negli studenti, di vivere in un paese ad alto rischio sismico⁹⁶. Uno studio⁹⁷ pubblicato nel 2007 ha evidenziato le differenze di percezione del rischio e di educazione ai disastri naturali tra le scuole che avevano preso parte al SESP e quelle che non partecipavano al progetto. Infatti, nelle scuole che aderivano al progetto SESP gli insegnanti avevano una più alta consapevolezza del rischio derivato dai disastri naturali in generale, compreso quindi il rischio sismico e insegnavano gli aspetti e i concetti legati a questi rischi all'interno delle loro materie. Inoltre, all'avvio del progetto, più di 10 mila persone, tra insegnanti e studenti hanno partecipato a lezioni ed esercitazioni sulla riduzione del rischio sismico, su come si affronta un terremoto e su come preparare i piani di evacuazione delle scuole⁹⁸. Un successivo studio, pubblicato nel 2014, ha però evidenziato come i programmi di educazione e riduzione del rischio promossi dal governo o dalle ONG non siano ancora sufficientemente utili per far aumentare la percezione del rischio negli studenti⁹⁹.

Il quarto argomento presente in questa sezione si focalizzava sul ruolo svolto dai media per comunicare il rischio sismico. In particolar modo volevo sapere se esistono dei programmi televisivi o radiofonici pensati per sensibilizzare la popolazione al rischio sismico e se questi programmi andavano in onda solo in occasione di crisi sismiche o se

⁹⁶ Redazione, "School Earthquake Safety Programme (SESP)", *NSET – Earthquake Safe Communities in Nepal* <http://www.nset.org.np/nset2012/index.php/programs/programdetail/programid-29>.

⁹⁷ K. Shiwaku *et al.*, *Future perspective of school disaster education in Nepal*, in «Disaster Prevention and Management: an International Journal», 16 (4) (2007), 576-587.

⁹⁸ A.M. Dixit *et al.*, *Public School Earthquake Safety Program in Nepal*, in «Geomatics, Natural Hazards and Risk», 5 (2014), 293-319.

⁹⁹ G. Tuladhar *et al.*, *Knowledge of disaster risk reduction among school students in Nepal*, in «Geomatics, Natural Hazard and Risks», 5 (2014), 190-207.

coprivano l'intero arco dell'anno ed erano quindi una presenza costante. La situazione a Cuba, in Nepal e in Algeria rispecchia il primo caso, quello dove radio e televisione spiegano come comportarsi in caso di terremoto solo in seguito al verificarsi di sciame sismici:

I programmi televisivi o radiofonici compaiono solo durante uno sciame sismico. Dopo il terremoto di Haiti sono stati trasmessi un gran numero di programmi radio e televisivi. Lo stesso è successo nel gennaio del 2016, quando uno sciame sismico ha colpito Santiago de Cuba. Sfortunatamente questi programmi non sono trasmessi in modo continuativo al di fuori degli sciame sismici (C).

Nel successivo incontro che ho avuto con Bladimir Moreno Toiran, sono venuta a conoscenza che per realizzare alcuni degli spot televisivi che vanno in onda durante gli sciame sismici è stato ingaggiato un famoso comico cubano che, in modo spiritoso e attraverso battute comiche, fa vedere quali sono le buone norme da adottare prima, durante e dopo il terremoto. In Nepal, il programma radio Milijuli Nepali (in inglese Together Nepal)¹⁰⁰ promosso dalla BBC Media Action è andato in onda nelle ore immediatamente successive al terremoto del 25 aprile 2015. Il programma andava in onda per quindici minuti due volte al giorno, sia sulle radio nazionali che in quelle locali e forniva informazioni necessarie su cosa fare e come comportarsi in attesa dei soccorsi.

Il quinto e ultimo argomento affrontato in questa sezione riguarda la presenza di progetti finanziati da ONG o da altri enti stranieri che sono stati fatti o sono ancora in fase di sviluppo nel Paese. Da questa domanda emerge una differenza sostanziale tra l'Algeria e gli altri due Paesi:

Tutti gli sforzi sono fatti dagli algerini (A).

Questa è stata la risposta ricevuta da Assia Harbi, confermata in seguito anche da Abdelkrim Aoudia, algerino e membro di Earthquake without Frontiers, il progetto di cui

¹⁰⁰ Redazione, "Helping save lives through radio in Nepal", *BBC Media Action*, <http://www.bbc.co.uk/mediaaction/where-we-work/asia/nepal/milijuli-nepali>.

si parlerà nel capitolo successivo. Da ricerche bibliografiche e in rete infatti non ho trovato progetti finanziati da enti esterni per far crescere la consapevolezza del rischio sismico in Algeria, ma tutto è gestito e organizzato dal governo e dalle istituzioni che si occupano della gestione del rischio legato ai disastri naturali. A Cuba e in Nepal esistono invece dei progetti che sono stati finanziati dall'Unione Europea per Cuba e da istituzioni inglesi per il Nepal. Di seguito sono riportate le risposte date durante le interviste e di questi due progetti di parlerà dettagliatamente nel capitolo seguente.

Abbiamo sviluppato un progetto finanziato dal programma ECHO dell'Unione Europea che si basa sulla diffusione delle informazioni che riguardano i terremoti usando materiali a stampa, e programmi radiofonici o televisivi. Inoltre, include dei seminari di formazione per insegnare alle persone cosa fare prima, durante e dopo il terremoto. Sono stati preparati per primi i membri della Croce Rossa cubana, che hanno riportato e mostrato le conoscenze alle varie comunità presenti sull'isola. Inoltre, sono stati formati i decision makers sulla gestione del rischio sismico (C).

Un progetto finanziato da due istituzioni inglesi, il NERC (Natural Environment Research Council) e l'ESRC (Economic and Social Research Council) tra il 2013 e il 2017 che si chiama Earthquake without Frontiers. Questo progetto, iniziato prima del terremoto del 2015, ha contribuito a ridurre drasticamente il numero di vittime potenziali causate dal terremoto (N).

5.4 DURANTE IL TERREMOTO

Con l'ultima sezione dell'intervista volevo indagare se esistono e quali sono le procedure da adottare in caso di terremoto. Anche in questo caso è emerso come l'Algeria faccia molto affidamento sulle istituzioni preposte alla gestione delle crisi, come la protezione civile e la delegazione dei rischi, già accennata in precedenza da Assia Harbi, che però non ha saputo fornirmi informazioni dettagliate su quali sono le procedure da seguire in caso di terremoto. Anche a Cuba, in caso di emergenza, è la Difesa Civil del Paese che gestisce la situazione:

Abbiamo una procedura molto chiara per reagire in caso di un forte terremoto; il grande problema è che la procedura non è mai stata applicata perché nessun terremoto significativo ha colpito l'isola dal 1932. Tutte le istituzioni governative (scuole, ospedali, luoghi di lavoro e centri operativi), per legge, devono preparare un piano di riduzione del rischio, che include tutti i compiti da eseguire per ridurre la vulnerabilità. Nel caso succeda qualsiasi emergenza, viene attivato il Consiglio di Difesa Nazionale e le normali strutture amministrative vengono sostituite da altre strutture per permettere la maggiore operabilità possibile (C).

Come emerso nel paragrafo 5.2, il grande problema che affligge Cuba non è tanto quello della preparazione e della gestione delle emergenze, quanto nel fatto che la percezione del rischio sismico si abbassa ogni anno di più, visto che sono passati ormai 86 anni dall'ultimo forte terremoto che ha colpito la città di Santiago de Cuba. In Nepal, come è emerso anche nelle sezioni precedenti, sono le comunità che si sono organizzate per imparare come comportarsi in caso di terremoto:

A livello istituzionale non c'è un piano di emergenza, ma tutte le procedure avvengono al livello delle comunità. Esiste un ministero predisposto per gestire le emergenze, cioè il "Ministry of Mines and Geology", ma sostanzialmente non riesce a gestire in modo efficace i disastri naturali. Durante l'ultimo terremoto, quello del 2015, tutto il piano di emergenza è stato preparato dalle comunità e dalle poche ONG che esistevano nel Paese prima del sisma. Anche grazie all'aiuto delle ONG, i cittadini sanno cosa fare in caso di terremoto. Per esempio, fanno foto ai palazzi e registrano i cambiamenti strutturali delle abitazioni prima del sisma in modo che, in caso di crollo durante il terremoto, sanno con esattezza quanti piani aveva un determinato palazzo e sanno quindi quanto dover scavare per recuperare eventuali persone rimaste intrappolate. I cittadini sono stati formati e informati attraverso molti incontri, fatti in locali predisposti al raduno delle varie comunità, un posto di riferimento dove le famiglie possono ricevere consigli e sapere in che modo prepararsi al terremoto (N).

6. ANALISI DEI CASI STUDIO

6.1 INTRODUZIONE

In seguito alle ricerche bibliografiche e alle interviste sottoposte agli esperti, ho scelto di analizzare due casi studio, uno avviato a Cuba e l'altro in Nepal. Come già accennato nel capitolo 5, non è stato analizzato alcun caso studio in Algeria poiché sul territorio mancano progetti finanziati da enti che non appartengono allo stato e tutto il lavoro di preparazione ed educazione al rischio è svolto da algerini. Il caso studio scelto per Cuba è un progetto finanziato dal programma ECHO dell'unione europea e chiamato "Cities prepared: increasing earthquake preparedness in eastern Cuba", mentre per il Nepal si è scelto il programma "Earthquake without Frontiers", finanziato da diverse istituzioni inglesi.

6.2 CUBA

"Cities prepared: increasing earthquake preparedness in eastern Cuba" è un progetto finanziato dall'Unione Europea che si è sviluppato tra il 2015 e il 2016 e ricade tra i progetti di aiuto umanitario. Il progetto è stato finanziato interamente dall'Unione Europea e coordinato da CARE, una ONG francese; altri partner entrati a far parte del progetto sono state anche organizzazioni e istituzioni presenti nel Paese, come la Croce Rossa cubana e il CENAI, il centro sismologico nazionale. Il progetto è stato pensato per aiutare tre città (Santiago, Baracoa e Guantanamo), situate nella parte orientale di Cuba e che presentano un elevato rischio sismico, a essere più preparate in caso di terremoto. Il progetto aveva come obiettivo rendere le persone di tutti i gruppi sociali più consapevoli riguardo al rischio sismico e aiutare le autorità locali ad analizzare e monitorare al meglio il rischio sismico, e a rispondere adeguatamente in caso di terremoto¹⁰¹. Nel corso del

¹⁰¹ Redazione, "Cities prepared: increasing earthquake preparedness in eastern Cuba", *European Commission* https://ec.europa.eu/budget/euprojects/cities-prepared-increasing-earthquake-preparedness-eastern-cuba_en.

progetto, nelle regioni di Santiago de Cuba e Guantanamo sono stati installati 40 accelerometri e 5 stazioni sismiche.

Alla conclusione del progetto, oltre all'installazione di un sistema di monitoraggio sismico e di allerta, con il quale sarà possibile misurare le oscillazioni del terreno e che aiuterà le autorità locali e il personale tecnico a monitorare il suolo in cerca di possibili eventi sismici, si sono registrati altri importanti risultati. Le autorità locali e altre organizzazioni sono state formate a come gestire il rischio sismico e hanno ricevuto istruzioni su come comportarsi e reagire in caso di terremoto. Infine, le comunità locali sono state rese più consapevoli del rischio sismico e preparate al meglio per affrontarlo¹⁰².

6.3 NEPAL

“Earthquake without Frontiers” (EwF) è un progetto di ricerca di durata quinquennale finanziato da due istituzioni inglesi, il NERC (Natural Environment Research Council) e l'ESRC (Economic and Social Research Council). L'obiettivo principale che il progetto si pone è quello di aumentare la resilienza della popolazione ai terremoti che si verificano all'interno dei continenti e nei Paesi in via di sviluppo. La resilienza viene raggiunta attraverso l'aumento della conoscenza dei fenomeni sismici nei Paesi colpiti e l'assicurazione che le conoscenze vengano mantenute e trasmesse nel tempo di generazione in generazione¹⁰³. Il progetto mette insieme sismologi, sociologi ed esperti di comunicazione inglesi o appartenenti a istituzioni occidentali, che collaborano attivamente con scienziati ed esperti dei Paesi in via di sviluppo nei quali il programma viene avviato. Il ruolo dei sismologi è quello di contribuire all'avanzamento della conoscenza della fisica dei terremoti dei Paesi selezionati; il ruolo dei comunicatori è quello di dialogare con le autorità politiche e quello dei sociologi è quello di studiare il ruolo delle comunità presenti sul territorio, coinvolgerle nel progetto e farle interagire al meglio con i sismologi, con i comunicatori e con la classe politica del Paese¹⁰⁴. EwF si compone di molti progetti avviati in diverse zone del mondo, ma in questo capitolo mi dedicherò all'analisi di quello esistente in Nepal.

¹⁰² Ibidem.

¹⁰³ Redazione, “About Us”, *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/about-us/>.

¹⁰⁴ Aoudia Abdelkrim, comunicazione personale.

Uno dei motivi per il quale il Nepal è stato scelto per il progetto EwF è proprio a causa del suo assetto geologico e dell'alta pericolosità sismica che ne consegue. Prima del 2013, l'anno in cui EwF è stato avviato, l'ultimo grande e distruttivo terremoto che aveva colpito il Paese risaliva al 1934 e tra i sismologi c'era il parere condiviso che nella regione del Nepal poteva verificarsi un grande terremoto nel breve periodo. Infatti, confrontando le zone di rottura dei terremoti del 1934, del 1905 e del 1897, si evidenziava un gap sismico¹⁰⁵ importante e c'era la possibilità che un forte terremoto poteva colpire la zona a ovest di Kathmandu¹⁰⁶. Inoltre, dall'analisi della frequenza dei terremoti si poteva ricostruire che la regione nepalese viene colpita da un grande terremoto all'incirca ogni 80-100 anni¹⁰⁷, mentre i terremoti più piccoli avvengono con maggior frequenza¹⁰⁸. Era stato stimato che, se un terremoto simile a quello del 1934 avesse colpito la valle di Kathmandu, ci si doveva aspettare un numero di vittime pari a 100 mila, dovuto anche alla maggiore densità di popolazione che oggi vive nella valle di Kathmandu rispetto al 1934. Era quindi importante preparare il Paese e la popolazione a un sisma di tale portata ed educarli alla gestione e alla conoscenza dei fenomeni sismici.

In Nepal, EwF è stato diviso in due fasi principali: la prima fase (2013-2014) è servita a capire il contesto politico nel quale veniva avviato il progetto di comunicazione del rischio sismico, a individuare le principali istituzioni presenti nel Paese con le quali collaborare e i rapporti che intercorrevano tra di loro, e a studiare in che modo la scienza veniva usata o meno dai politici¹⁰⁹. La seconda fase (2014-2015) era incentrata sullo studio delle comunità, del loro ruolo e del modo in cui potevano essere coinvolte nello studio della riduzione del rischio¹¹⁰.

EwF è stato avviato il 16 gennaio 2013 coinvolgendo stakeholders nepalesi che si occupano di riduzione del rischio sismico sia a livello nazionale che regionale, rappresentanti del governo, organizzazioni internazionali e università¹¹¹. Ed è subito

¹⁰⁵ Per gap sismico si intende una sezione di faglia che ha prodotto terremoti in passato e ora è ferma, ma è capace di produrre terremoti. Cfr: Redazione, "Seismic Gap", *USGS Earthquake Hazard Program* <https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=seismic%20gap>.

¹⁰⁶ D. Chamlagain, *Earthquake scenario and recent efforts toward earthquake risk reduction in Nepal*, in «Journal of South Asia Disaster Studies», 2 (2009), 57-80.

¹⁰⁷ P. Uprety & A. Poudel, *Earthquake Risk Perception among Citizens in Kathmandu, Nepal*, in «Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies», 1 (2012), 3-9.

¹⁰⁸ A.M. Dixit *et al.*, *Public School Earthquake Safety Program in Nepal*, in «Geomatics, Natural Hazards and Risk», 5 (2014), 293-319.

¹⁰⁹ Redazione, "Nepal and Northern India", *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/ewf-projects/nepal-and-northern-india/>.

¹¹⁰ *Ibidem*.

¹¹¹ K. Oven & S. Sargeant, "The EwF Launch in Kathmandu, Nepal", *Earthquake without Frontiers*, <http://ewf.nerc.ac.uk/2013/01/22/the-ewf-launch-in-kathmandu-nepal/>.

emerso che nel Paese è assente, sia a livello nazionale che politico, chi si occupa della gestione del rischio, poiché è affidata a organizzazioni internazionali, ONG e donatori esterni al Paese¹¹². La gestione del rischio sismico in Nepal è infatti complessa e rispecchia la situazione di un Paese con un governo debole e mal funzionante¹¹³. Alcuni aspetti della gestione del rischio hanno però bisogno di un controllo organizzato e centralizzato, come per esempio la realizzazione e la gestione dei centri di controllo operativi in caso di emergenza e il mantenimento dei servizi di base. Questi ruoli non devono essere obbligatoriamente svolti dalle istituzioni governative, ma per la loro riuscita c'è bisogno di una visione a lungo termine. I ricercatori si sono dunque trovati di fronte alla necessità di coinvolgere le ONG, le istituzioni locali e le comunità per gettare le basi dei programmi di riduzione e della gestione del rischio sismico¹¹⁴.

Nelle prime fasi di studio del territorio e delle istituzioni scientifiche nepalesi è stata rilevata la scarsa quantità di dati sismici in Nepal, necessari per poter costruire le mappe di scuotimento, che mostrano in che modo il terreno si muove quando è interessato dal passaggio delle onde sismiche provocate da un terremoto. Nel 2014 la rete accelerometrica del Nepal, cioè l'insieme degli strumenti che sono in grado di registrare il moto del terreno, era composta da 7 strumenti¹¹⁵. Questo è un numero troppo esiguo per poter realizzare delle mappe dettagliate e che siano utili per conoscere il comportamento del terreno in caso di terremoto e poter capire in che modo costruire abitazioni che rispondano adeguatamente al passaggio delle onde sismiche. Un primo passo per risolvere questo problema è stato quello di inserire la sezione "Hai sentito il terremoto?" nel sito internet del Centro sismologico nazionale; in questo modo le persone potevano compilare il questionario ogni volta che si verificava un sisma, anche piccolo¹¹⁶, e i sismologi hanno avuto informazioni provenienti da ogni parte del Paese.

Nella seconda fase (2014-2015), il progetto si è focalizzato sullo studio del ruolo svolto dalle comunità nella gestione e riduzione del rischio legato ai terremoti e ai fenomeni secondari che si verificano in seguito al passaggio delle onde sismiche; in Nepal un'importante conseguenza dei terremoti le frane, che si innescano in seguito allo

¹¹² Ibidem.

¹¹³ K. Oven & S. Jones, "Governing Earthquake Risk Reduction in Nepal and the Indian State of Bihar – Some Preliminary Reflections on our Research Findings", *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/2013/10/14/governing-earthquake-risk-reduction-in-nepal-and-the-indian-state-of-bihar-some-preliminary-reflections-on-our-research-findings/>.

¹¹⁴ Ibidem.

¹¹⁵ K. Ravillious, "People Power", *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/2014/03/27/people-power/>.

¹¹⁶ Ibidem.

scuotimento dei numerosi pendii presenti sul territorio. Con l'aiuto dei sociologi, i sismologi hanno imparato in che modo parlare con i membri delle comunità e a trasmettere le informazioni riguardanti i terremoti; i sociologi hanno capito il ruolo svolto dalle comunità all'interno della società nepalese e hanno fatto in modo che le varie comunità potessero dialogare tra di loro e acquistassero forza e conoscenza, per poter anche interagire con i politici e chiedere misure per prevenire e gestire i danni generati dai disastri naturali¹¹⁷.

Durante la seconda fase del progetto si è verificato il terremoto del 25 aprile 2015, seguito dalla forte scossa del 12 maggio, che hanno provocato circa 10 mila vittime, una cifra che è ben al di sotto delle stime e dei calcoli fatti negli anni precedenti. In parte, ciò è dovuto alla fortuna, poiché il terremoto ha avuto una magnitudo minore di quello del 1934 (7.8 contro 8.4) e si è verificato di sabato, quando le scuole erano chiuse¹¹⁸. Oltre a questi fattori però, nel Paese ci sono stati parecchi anni in cui si sono fatti dei lavori per preparare la popolazione e ridurre il rischio¹¹⁹. Inoltre, durante il terremoto, si è potuto osservare in che modo le comunità hanno reagito e si sono organizzate per affrontare le conseguenze del sisma. A differenza delle aree maggiormente colpite dal terremoto, in quelle che avevano subito danni moderati la pianificazione della gestione dell'emergenza a livello di comunità ha fatto la differenza. Sono stati osservati buoni risultati per quanto riguarda l'uso delle risorse e l'organizzazione delle operazioni di primo soccorso e di recupero dei feriti; è emersa una maggiore consapevolezza nei membri della comunità e sono state sviluppate strategie di comunicazione a livello locale per aumentare la percezione dei pericoli legati ai terremoti¹²⁰. In questi casi quindi, la capacità locale di rispondere in modo adeguato alle conseguenze del terremoto è stata la chiave per aggirare il debole governo nepalese: una futura istituzionalizzazione della gestione del rischio a livello locale sarà quindi una delle azioni più importanti da portare avanti nel Paese¹²¹.

Inoltre, il terremoto del 25 aprile, ha evidenziato a che punto erano le attività e i progetti governativi o internazionali. In tutto il Paese sono crollate 6mila scuole, ma di quelle che erano state coinvolte nel progetto SESP, il 90% non ha subito gravi danni. Nonostante

¹¹⁷ Aoudia Abdelkrim, comunicazione personale.

¹¹⁸ S. Jones *et al.*, *A comparison of the governance landscape of earthquake risk reduction in Nepal and the Indian State of Bihar*, in «International Journal of Disaster Risk Reduction», 15 (2016), 29-42.

¹¹⁹ Ibidem.

¹²⁰ K. Oven *et al.*, "Building rural resilience to earthquakes", *Earthquake without Frontiers*, <http://ewf.nerc.ac.uk/2015/04/29/building-rural-resilience-to-earthquakes/>.

¹²¹ Ibidem.

ciò, l'educazione ai terremoti e l'uso della normativa antisismica richiede ancora grande lavoro in Nepal¹²².

In conclusione, il progetto EwF si è basato sulla forza delle comunità esistenti in Nepal per creare una forte componente umana e sociale che si sta sviluppando negli ultimi anni e che sta contribuendo in maniera decisiva allo sviluppo della resilienza nel Paese¹²³.

¹²² E.J. Catlos *et al.*, *Nepal at Risk: Interdisciplinary Lessons Learned from the April 2015 Nepal (Gorkha) Earthquake and Future Concerns*, in «GSA Today» 26 (2016), 42-43.

¹²³ K. Owen & J. Rigg, *Economic development, livelihoods and resilience in Nepal*, Earthquake without Frontiers, December 2016.

7. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dall'analisi della bibliografia esistente, delle interviste agli esperti e dei casi studio che sono stati scelti, sono emerse sia delle somiglianze che delle forti differenze tra i Paesi che sono stati scelti e analizzati nel corso di questo lavoro di tesi. Come già esposto nel capitolo 3, i Paesi analizzati si assomigliano per quanto riguarda la geometria delle faglie che causano i terremoti, ma è emerso come l'educazione al rischio sismico, le tecniche che possono essere sfruttate per far crescere la consapevolezza nella popolazione e la gestione delle procedure da adottare in caso di crisi sismica sia molto diversa nei tre Paesi.

A livello politico, Cuba e l'Algeria si somigliano fortemente, essendo presente in entrambi i Paesi un governo forte e centrale, che guida e controlla l'operato delle istituzioni presenti e, all'occorrenza, ne crea altre per arginare le possibili crisi sismiche che si verificano in questi Paesi. Il risultato della presenza di un'autorità centrale forte e presente è quindi una completa fiducia da parte della popolazione nelle istituzioni, che fa in modo che le persone non siano motivate a informarsi autonomamente per quanto riguarda l'educazione al rischio, ma si fidino delle autorità. Al contrario in Nepal, per il fatto che il governo è debole, poco presente e mal funzionante, sia da parte delle comunità che delle ONG operanti sul territorio, si è sentito il bisogno di gestire dal basso la situazione rischio sismico.

Parlando dei tempi di ritorno dei terremoti e quindi della memoria e della percezione legata al rischio sismico, dalle interviste è emerso come a Cuba, il Paese che presenta i tempi di ritorno più lunghi e quindi la minore frequenza sismica, la percezione del rischio sismico nella popolazione si stia abbassando sempre di più, proprio a causa del fatto che l'ultimo grande terremoto si è verificato nel 1932 e la memoria non si è tramandata attraverso le generazioni. In Nepal invece, nonostante terremoti di forte magnitudo si verificano ogni 80-100 anni, la presenza di piccoli terremoti di piccola magnitudo fa sì che la popolazione sia più esposta alla presenza dei terremoti. L'Algeria presenta invece una situazione che si trova a metà tra Cuba e il Nepal; infatti la zona settentrionale del

Paese è esposta alla presenza di terremoti anche forti ogni 10-15 anni, ma si ha come l'impressione che ogni volta che si verifichi un terremoto sia una novità per la popolazione e che il Paese non sembra ancora totalmente pronto ad affrontare un sisma di forte magnitudo.

Dall'analisi dei casi studio, è emersa l'importanza di coinvolgere in modo attivo la popolazione quando si vuole comunicare il rischio sismico e aumentare quindi la consapevolezza nelle persone. Entrare in contatto diretto con le comunità aiuta a programmare le azioni nel lungo periodo, che è il tempo nel quale si svolge la vita delle comunità, ma anche quello dei terremoti. È importante inoltre capire in che modo comunicare nei vari contesti politici, sociali ed economici, e il modo migliore per farlo è quello di integrare figure diverse, come sociologi e sismologi, che possono lavorare assieme per migliorare la comunicazione del rischio sismico, aiutare i membri delle comunità a prendersi carico delle azioni che possono aiutare a mitigare il rischio e creare quindi villaggi più resilienti. L'importanza sociale delle comunità è molto forte in Nepal, e non è detto che potrebbe funzionare in ogni parte del mondo, ma l'interdisciplinarietà, unita al coinvolgimento delle singole persone potrebbero essere carte vincenti per aiutare altri Paesi nel mondo.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez Leonardo, Lindholm Conrad & Villalón Madelín, *Seismic Hazard for Cuba: a new approach*, in «Bulletin of Seismological Society of America», 107 (1), 2017, 229-239.

Amante Christopher & Eakins Barry, *ETOPO1 1arc-minute global relief model: procedures, data sources and analysis*, National Geophysical Data Center, 2009.

Aoudia Abdelkrim, Vaccari Franco, Suhadolc Peter & Meghraoui Mustapha, *Seismogenic potential and earthquake hazard assessment in the Tell Atlas of Algeria*, in «Journal of Seismology», 4 (2000), 79-98.

Arendt Lucy, Hortacsu Ayse, Jaiswal Kishor, Bevington John, Shrestha Surya, Lanning Forrest, Mentor-William Garmalia, Naeem Ghazala & Thibert Kate, *Implementing Nepal's National Building Code: a case study in patience and persistence*, in «Earthquake Spectra», 33 (S1) (2017), S167-S183.

Bermejo Pedro Mas, *Preparation and response in case of natural disasters: Cuban programs and experience*, in «Journal of Public Health Policy», 27 (2006), 13-21.

Borouh Mark, *Understanding Risk Analysis. A short guide for health, safety, and environmental policy making, Internet edition*, American Chemical Society, 1998.

Bostrom Ann, *Future risk communication*, in «Futures», 35 (2003), 553-573.

Bostrom Ann, Anselin Luc & Farris Jeremy, *Visualizing seismic risk and uncertainty*, in «Annals of the New York Academy of Sciences», 1128 (1) (2008), 29-40.

Bouhadad Youcef, *Seismic hazard assessment in Algeria: a case study*, in The 14th World Conference in Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing, China (2008).

Bouhadad Youcef, Nour Ali, Slimani Abdennasser, Laouami Nasser & Belhai Djelloul, *The Boumerdes (Algeria) earthquake of May 21, 2003 (Mw=6.8): ground deformation and intensity*, in «Journal of Seismology», 8 (2004), 497-506.

Catlos Elizabeth J., Friedrich Anke M., Lay Thorne, Elliott John, Carena Sara, Upreti Bishal N., DeCelles Peter, Tucker Brian & Bendick Rebecca, *Nepal at Risk:*

Interdisciplinary Lessons Learned from the April 2015 Nepal (Gorkha) Earthquake and Future Concerns, in «GSA Today» 26 (2016), 42-43.

Chamlagain Deepak, *Earthquake scenario and recent efforts toward earthquake risk reduction in Nepal*, in «Journal of South Asia Disaster Studies», 2 (2009), 57-80.

Chaulagain Hemchandra, Rodrigues Hugo, Silva Vitor, Spacone Enrico & Varum Humberto, *Seismic risk assessment and hazard mapping in Nepal*, in «Natural Hazards», 78 (1) (2015), 583-602.

Collins Brian D. & Jibson Randall W., *Assessment of existing and potential landslide hazards resulting from the April 25, 2015 Gorkha, Nepal earthquake sequence*, Open file report USGS, 2015.

Cotilla Rodriguez Mario O., Franzke Hans-Joachim & Cordoba Barba Diego, *Seismicity and seismoactive faults of Cuba*, in «Russian Geology and Geophysics», 48 (2007), 505-522.

Cruz-Atienza Victor Manuel, Tago Josue, Sanabria Gomez Jose David, Chaljub Emmanuel, Etienne Vincent, Virieux Jean & Quintanar Luis, *Long duration of ground motion in the paradigmatic Valley of Mexico*, in «Scientific Reports», 6 (2016), 38807.

Dixit Amod Mani, Yatabe Ryuichi, Dahal Ranjan Kumar & Bhandary Netra Prakash, *Public School Earthquake Safety Program in Nepal*, in «Geomatics, Natural Hazards and Risk», 5 (2014), 293-319.

Dziewonski Adam M, Chou Tia & Woodhouse John A., *Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity*, in «Journal of Geophysical Research», 86 (B4), (1981), 2825-2852.

Ekström Göran, Nettles Meredith & Dziewoński Adam M., *The global CMT project 2004-2010: centroid-moment tensors for 13017 earthquakes*, in «Physics of the Earth and Planetary Interiors» 200-201 (2012), 1-9.

England Philip, Holmes John, Jackson James & Parsons Barry, *What works and does not work in the science and social science of earthquake vulnerability?* Report of an international workshop in the Department of Earth Sciences, University of Oxford on 28th and 29th January, 2011.

Frankenberg Elizabeth, Gillespie Thomas, Preston Samuel, Sikoki Bondan, Thomas Duncan, *Mortality, the family and the Indian Ocean Tsunami*, in «The Economic Journal», 121 (544), (2011), F162-F182.

Gang Quian, *Il grande terremoto cinese*. In: Simone Barillari, *Catastrofi. I disastri naturali raccontati dai grandi reporter*, minimum fax, 2007.

Hamlaoui Mahmoud, Vanneste Kris, Baddari Kamel, Louail Layachi, Vleminckx Bart & Demdoun Abdelislam, *Probabilistic seismic hazard assessment in the northeastern part of Algeria*, in «Arabian Journal of Geosciences», 10 (2017), 238-256.

Iturralde-Vinent Manuel A., Garcia-Casco Antonio, Rojas-Agramonte Yamirka, Proenza Joaquin A., Murphy Brendan J & Stern Bob, *The geology of Cuba: a brief overview and synthesis*, in «Geological Society of America Today», 26 (10), (2016), 4-10.

Jackson James, *Fatal attraction: living with earthquakes, the growth of villages into megacities, and earthquake vulnerability in the modern world*, in «Philosophical transactions of the Royal Society A», 364 (2006), 1911-1925.

Jones Samantha, Owen Katie J. & Wisner Ben, *A comparison of the governance landscape of earthquake risk reduction in Nepal and the Indian State of Bihar*, in «International Journal of Disaster Risk Reduction», 15 (2016), 29-42.

Kazama Motoki & Noda Toshihiro, *Damage statistics (Summary of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake damage)*, in «Soils and Foundations», 52 (5), (2012), 780-792.

Laouami Nasser, Slimani Abdennasser, Bouhadad Youcef, Chatelain Jean-Luc & Nour Ali, *Evidence for fault-related directionality and localized site effects from strong motion recordings of the 2003 Boumerdes (Algeria) earthquake: consequences on damage distribution and the Algerian seismic code*, in «Soil Dynamics and Earthquake Engineering» 26 (2006), 991-1003.

Laursen Maria Risom, *CBDRM in Nepal: a matter of risk perceptions*, in «International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment» 6 (2015), 73-85.

Liu Mian, Stein Seth & Wang Hui, *2000 years of migrating earthquakes in North China: How earthquakes in midcontinents differ from those at plate boundaries*, in «Lithosphere» 3 (2) (2011), 128-132.

Meslem Abdelghani, Yamazaki Fumio, Maruyama Yoshihisa, Benour Djillali, Kibbo2ua Abderrahmane & Mehani Youcef, *The effects of building characteristics and site conditions on the damage distribution in Boumerdès after the 2003 Algeria earthquake*, in «Earthquake Spectra», 28 (1) (2012), 185-216.

Mostafei Hossein & Kabeyasawa Toshimi, *Investigation and analysis of damage to buildings during the 2003 Bam earthquake*, in «Bulletin of the Earthquake Research Institute», 79 (2004), 107-132.

Oven Katie J. & Rigg Jonathan D., *The Best of Intentions? Managing Disasters and Constructions of Risk and Vulnerability in Asia*, in «Asian Journal of Social Science» 43 (2015), 685-712.

Oven Katie & Rigg Jonathan, *Economic development, livelihoods and resilience in Nepal*, Earthquake without Frontiers, December 2016.

Pardo Echarte Manuel Enrique & Cobiella Reguera Jorge Luis, *Oil and gas exploration in Cuba: geological-structural cartography using potential fields and airborne gamma spectrometry*, Springer, 2017.

Ram Thapa Dilli & Guoxin Wang, *Probabilistic seismic hazard analysis in Nepal*, in «Earthquake Engineering and Engineering Vibration», 12 (2013), 577-586.

Rehm Jürgen, Lachenmeier Dirk W. & Room Robin, *Why does society accept a higher risk for alcohol than for other voluntary or involuntary risks?*, in «BMC Medicine», 12 (2014), 189.

Reid Harry F., *Mechanics of the earthquake, the California Earthquake of April 18, 1906. Report of the State Investigation Commission*, Carnegie Institution of Washington, 1910.

Shiwaku Koichi, Shaw Rajib, Kandel Ram Chandra, Shrestha Surya Narayan & Dixit Amod Mani, *Future perspective of school disaster education in Nepal*, in «Disaster Prevention and Management: an International Journal», 16 (4) (2007), 576-587.

Stein Seth & Wysession Michael, *An Introduction to Seismology, Earthquakes, and Earth Structure*, Blackwell publishing, 2003.

Styron Richard, Taylor Michael & Okoronkwo Kelechi, *Database of active structures from the Indo-Asian Collision* in «Eos, Transactions, American Geophysical Union» 91 (20) (2010), 181-182.

Talebian Morteza, Copley Alex C., Fattahi Morteza, Ghorashi Manouchehr, Jackson James A., Sloan R. Alastair & Richard T. Walker, *Active faulting within a megacity: the geometry and slip rate of the Pardisan thrust in central Tehran, Iran*, in «Geophysical Journal International», 207 (3) (2016), 1688-1699.

Taylor Michael & Yin An, *Active structures of the Himalayan-Tibetan orogen and their relationships to earthquake distribution, contemporary strain field, and Cenozoic volcanism*, in «Geosphere», 5 (3) (2009), 199-214.

Tuladhar Gangalal, Yatabe Ryuichi, Dahal Ranjan Kumar & Bhandary Netra Prakash, *Knowledge of disaster risk reduction among school students in Nepal*, in «Geomatics, Natural Hazard and Risks», 5 (2014), 190-207.

United Nations, *World Economic Situation Prospects*, United Nations publication, 2018.

Uprety Pralhad & Poudel Anupama, *Earthquake Risk Perception among Citizens in Kathmandu, Nepal*, in «Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies», 1 (2012), 3-9.

Wessel Paul, Smith Walter H.F., Scharroo Remko, Luis Joaquim & Wobbe Florian, *Generic Mapping Tools: improved version released*, in «Eos, Transactions, American Geophysical Union», 94 (45), 2013, 409-420.

Wright Tim J., *The earthquake deformation cycle*, in «Astronomy and Geophysics», 54 (7), 2016, 4.20-4.26.

Young John, *Knowledge vs Politics: How Research can Contribute to Better Policy*, in First global conference on research integration and implementation, September 8-11 2013, Canberra, Australia and online, 2013.

SITOGRAFIA

Oven Katie & Jones Samantha, "Governing Earthquake Risk Reduction in Nepal and the Indian State of Bihar – Some Preliminary Reflections on our Research Findings", *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/2013/10/14/governing-earthquake-risk-reduction-in-nepal-and-the-indian-state-of-bihar-some-preliminary-reflections-on-our-research-findings/> (ultimo accesso: 08 maggio 2018).

Oven Katie & Sargeant Susanne, "The EwF Launch in Katmandu, Nepal", *Earthquake without Frontiers*, <http://ewf.nerc.ac.uk/2013/01/22/the-ewf-launch-in-katmandu-nepal/> (ultimo accesso: 08 maggio 2018).

Rafferty John P., "Nepal earthquake of 2015", *Encyclopædia Britannica*, <https://www.britannica.com/topic/Nepal-earthquake-of-2015> (ultimo accesso: 03 maggio 2018).

Ravillious Kate, "People Power", *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/2014/03/27/people-power/> (ultimo accesso: 08 maggio 2018).

Redazione, "Helping save lives through radio in Nepal", *BBC Media Action*, <http://www.bbc.co.uk/mediaaction/where-we-work/asia/nepal/milijuli-nepali> (ultimo accesso: 07 maggio 2018).

Redazione, "Infos publiques", *CRAAG* <https://www.craag.dz/index.php> (ultimo accesso: 04 maggio 2018).

Redazione, "El ejercicio Meteoro: una experiencia cubana", *Cuba Defensa*, <http://www.cubadefensa.cu/?q=ejercicio-meteoro> (ultimo accesso: 04 maggio 2018).

Redazione, "Earthquake", *Disaster Preparedness Network Nepal* <https://www.dpnet.org.np/index.php?pageName=earthquake> (ultimo accesso: 12 aprile 2018).

Redazione, "About Us", *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/about-us/> (ultimo accesso: 07 maggio 2018).

Redazione, "Earthquakes and Cities", *Earthquakes without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/earthquakes-cities/> (ultimo accesso: 30 aprile 2018).

Redazione, "Nepal and Northern India", *Earthquake without Frontiers* <http://ewf.nerc.ac.uk/ewf-projects/nepal-and-northern-india/> (ultimo accesso: 07 maggio 2018).

Redazione, "Cities prepared: increasing earthquake preparedness in eastern Cuba", *European Commission* https://ec.europa.eu/budget/euprojects/cities-prepared-increasing-earthquake-preparedness-eastern-cuba_en (ultimo accesso: 21 maggio 2018).

Redazione, "FAQ – Domande frequenti sui terremoti", *INGV terremoti* <https://ingvterremoti.wordpress.com/faq/faq-domande-frequenti-sui-terremoti/> (ultimo accesso: 11 aprile 2018).

Redazione, "Esistono diverse magnitudo. Perché?", *INGV* <http://www.ingv.it/ufficio-stampa/faq/terremoti/esistono-diverse-scale-di-magnitudo-perche> (ultimo accesso: 29 aprile 2018).

Redazione, "School Earthquake Safety Programme (SESP)", *NSET – Earthquake Safe Communities* *in* *Nepal* <http://www.nset.org.np/nset2012/index.php/programs/programdetail/programid-29> (ultimo accesso: 06 maggio 2018).

Redazione, "Descrizione del rischio sismico", *Protezione Civile* http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=3#pag-content (ultimo accesso: 11 aprile 2018).

Redazione, "Pga – Peak Ground Acceleration", *Protezione Civile* <http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/glossario.wp?contentId=GLO13236> (ultimo accesso: 30 aprile 2018).

Redazione, "Earthquake Facts", *USGS Earthquake Hazards Program* <https://earthquake.usgs.gov/learn/facts.php> (ultimo accesso: 11 aprile 2018).

Redazione, "Earthquake Lists, Maps, and Statistics", *USGS Earthquake Hazard Program* <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/browse/> (ultimo accesso: 11 aprile 2018).

Redazione, "Focal Mechanisms", *USGS Earthquake Hazards Program* <https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/beachball.php> (ultimo accesso: 02 maggio 2018).

Redazione, "Seismic Gap", *USGS Earthquake Hazard Program*
<https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=seismic%20gap> (ultimo accesso: 20 maggio 2018).

Redazione, "European macroseismic scale", *Wikipedia The Free Encyclopedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/European_macroseismic_scale (ultimo accesso: 12 aprile 2018).

Redazione, "List of earthquakes in Cuba", *Wikipedia The Free Encyclopedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_Cuba (ultimo accesso: 12 aprile 2018).

Redazione, "List of earthquakes in Nepal", *Wikipedia The Free Encyclopedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_earthquakes_in_Nepal (ultimo accesso: 12 aprile 2018).

Redazione, "Seismic magnitude scales", *Wikipedia The Free Encyclopedia*
https://en.wikipedia.org/wiki/Seismic_magnitude_scales#Ms (ultimo accesso: 12 aprile 2018).

APPENDICE A

A1. TRADUZIONE DELL'INTERVISTA A BLADIMIR MORENO TOIRAN, CUBA

a) INFORMAZIONI GENERALI

1. Nome

Bladimir

2. Cognome

Moreno Toiran

3. Dove lavori?

Centro Nacional de Investigaciones Sismologicas de Cuba (CENAIIS). La traduzione italiana è: Centro nazionale cubano per gli studi sismologici.

4. Qual è la tua posizione lavorativa?

Direttore Generale.

5. Potresti fare una panoramica della sismicità nel tuo Paese?

Questa è una breve introduzione del contesto sismotettonico. Cuba si trova al limite settentrionale tra la placca nordamericana e quella caraibica, limite lungo il quale dominano le deformazioni dovute a strike-slip (scorrimento trascorrente). Più del 90% dei terremoti vengono generati dal sistema di faglie Bartlett-Cayman, che passa molto vicino alla parte meridionale di Cuba. La faglia Oriente ha il più elevato potenziale sismico del Paese ed è responsabile del più forte terremoto che ha colpito l'isola in tutta la sua storia. La deformazione sul margine più meridionale di Cuba è concentrata principalmente lungo le fasce di distensione e compressione della faglia Oriente.

6. Quali sono stati i terremoti più grandi che hanno colpito il Paese negli ultimi 100 anni?

Santiago de Cuba è la città che negli ultimi 500 anni è stata maggiormente danneggiata dai forti terremoti. I due più grandi sono stati nel 1766 e nel 1852 con un'intensità del IX grado della scala EMS (European Macroseismic Scale). Negli ultimi 100 anni c'è stato un forte terremoto il 3 febbraio 1932 che ha raggiunto una magnitudo pari a 6.7 della scala Richter e un'intensità del VIII grado della scala EMS. Più dell'80% delle costruzioni a Santiago de Cuba sono state danneggiate, alcune di queste sono crollate e ci sono state 12 vittime.

b) PERCEZIONE DEL RISCHIO SISMICO

1. Pensi che il rischio sismico sia sottostimato nel tuo Paese? La popolazione è informata correttamente sul rischio sismico?

Sì, il rischio sismico è sottostimato perché la maggior parte delle persone non crede che un forte terremoto possa colpire Cuba in qualsiasi momento. Le persone non vogliono credere che i terremoti sono fenomeni ciclici che possono manifestarsi di nuovo, quando la deformazione raggiunge il punto critico. Questo succede perché l'ultimo forte terremoto è successo 86 anni fa e la memoria storica è andata perduta.

2. Secondo te c'è stato un terremoto che ha cambiato la percezione del rischio sismico nella popolazione? Se sì, quale?

Sì, quando c'è stato il terremoto ad Haiti nel 2010 le persone e le autorità governative hanno preso coscienza della pericolosità sismica. E hanno iniziato a pensare che un forte terremoto come quello di Haiti potrebbe verificarsi anche a Cuba e si sono spaventati.

c) PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

1. Nel tuo Paese esiste una normativa antisismica per le costruzioni? Se sì, è stata introdotta dopo un terremoto in particolare? Quali sono le innovazioni principali della normativa?

Sì, la normativa antisismica esiste dal 1999 ed è stata aggiornata lo scorso anno, nel 2017 (NC46/2017). Le principali novità sono state: il cambiamento del livello di pericolosità sismica nella parte occidentale dell'isola, l'introduzione della progettazione delle prestazioni degli edifici, il miglioramento dello spettro di progettazione, la riduzione del coefficiente sismico e la classificazione degli edifici.

2. Esistono programmi o eventi nei quali la popolazione impara come comportarsi in caso di terremoto? Se sì, dove si tengono gli eventi?

Ogni anno si tiene una giornata nazionale di formazione chiamata METEORO, per fare esercitazioni pratiche che riguardano gli uragani e i terremoti. Prendono parte all'evento tutte le istituzioni, i luoghi di lavoro, le scuole e i decision makers a livello governativo.

3. Nelle scuole gli insegnanti spiegano cosa fare in caso di terremoto?

Sì, nella scuola primaria gli insegnanti spiegano ai bambini come comportarsi in caso di terremoto. Il CENAIIS ha sviluppato numerosi progetti che preparano gli insegnanti e i decision makers a rispondere all'evento sismico

4. Esistono programmi radio o televisivi o spot pubblicitari che riguardano il rischio sismico? Se sì, vengono trasmessi solo in caso di uno sciame sismico o sono programmati anche nella vita di tutti i giorni?

I programmi televisivi o radiofonici compaiono solo durante uno sciame sismico. Dopo il terremoto di Haiti sono stati trasmessi un gran numero di programmi radio e televisivi. Lo stesso è successo nel gennaio del 2016, quando uno sciame sismico ha colpito Santiago de Cuba. Sfortunatamente questi programmi non sono trasmessi in modo continuativo al di fuori degli sciami sismici.

5. Esiste un buon esempio di comunicazione del rischio sismico? Vanno bene casi studio o progetti finanziati dalle Nazioni Unite o da altre ONG.

Sì, abbiamo sviluppato un progetto finanziato dal programma ECHO dell'Unione Europea che si basa sulla diffusione delle informazioni che riguardano i terremoti

usando materiali a stampa, e programmi radiofonici o televisivi. Inoltre, include dei seminari di formazione per insegnare alle persone cosa fare prima, durante e dopo il terremoto. Sono stati preparati per primi i membri della Croce Rossa cubana, che hanno riportato e mostrato le conoscenze alle varie comunità presenti sull'isola. Inoltre sono stati formati i decision makers sulla gestione del rischio sismico.

d) DURANTE IL TERREMOTO

1. Cosa succede nel Paese in caso di terremoto? Potresti descrivermi se esistono procedure specifiche da seguire?

Abbiamo una procedura molto chiara per reagire in caso di un forte terremoto; il grande problema è che la procedura non è mai stata applicata perché nessun terremoto significativo ha colpito l'isola dal 1932. Tutte le istituzioni governative (scuole, ospedali, luoghi di lavoro e centri operativi), per legge, devono preparare un "disaster reduction plan", che include tutti i compiti da eseguire per ridurre la vulnerabilità. Nel caso succeda qualsiasi emergenza, viene attivato il Consiglio di Difesa Nazionale e le normali strutture amministrative vengono sostituite da altre strutture per permettere la maggiore operabilità possibile.

A2. TRADUZIONE DELL'INTERVISTA AD ASSIA HARBI, ALGERIA

a) INFORMAZIONI GENERALI

1. Nome

Assia

2. Cognome

Harbi

3. Dove lavori?

Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG) ad Algeri. La traduzione italiana è: Centro di ricerca per l'astronomia, l'astrofisica e la geofisica.

4. Qual è la tua posizione lavorativa?

Direttore della ricerca, capo del gruppo "sismologia storica".

5. Potresti fare una panoramica della sismicità nel tuo Paese?

L'Algeria è tra le zone più sismiche di tutto il Nord Africa. La sismicità dell'Algeria, che è sostanzialmente concentrata nella parte settentrionale del Paese, sulla catena dell'Atlante (tra il Tell Atlas e il Sahara Atlas), è dovuta alla convergenza NW-SE tra la placca africana e quella euroasiatica, che è tra i 4 e i 6 mm all'anno. Il Tell Atlas algerino è una catena a pieghe e faglie che ha direzione est-ovest e si trova nella parte più settentrionale del continente. Questo dominio geologico appartiene al ramo più meridionale della catena alpina, che circonda il bacino occidentale del Mediterraneo. Le strutture tettoniche di questa regione sono il risultato di movimenti compressivi di direzione N-S che stanno coinvolgendo le placche africana ed euroasiatica dal Cenozoico. I bacini neogenici corrispondono a strutture allungate di direzione EW che si trovano tra le montagne, sono caratterizzati da deformazioni compressive che si sono prolungate durante il Quaternario. Queste strutture neotettoniche corrispondono a delle pieghe con direzione da E-W a NE-SW e sono associate a faglie inverse che potrebbero essersi impostate su depositi quaternari molto giovani. I bacini sedimentari di Cheliff, Mitidja, Soummam, Hodna e Constantine che sono tra le montagne rappresentano le strutture principali nel Tell Atlas, dove si concentra la maggior parte dell'attività sismica di tutto il Tell Atlas algerino. Questi bacini allungati E-W mostrano strutture tettoniche compressive recenti, che sono caratterizzate da un sistema di pieghe con direzione da NE-SW a EW. I bacini sono riempiti da depositi neogenici e quaternari che raggiungono uno spessore di 5000 m nella parte centrale dei bacini. Lo spessore dei depositi diventa più sottile ai bordi, dove coprono in unconformity il flysch pre-neogenico e il basamento metamorfico.

6. Quali sono stati i terremoti più grandi che hanno colpito il Paese negli ultimi 100 anni?

9 settembre 1954, terremoto di Orléansville (M 6.7); 10 ottobre 1954, terremoto di El Asnam (M 7.5); 27 ottobre 1985, terremoto di Constantine (M 6.0); 20 ottobre 1989, terremoto di Tipaza (M 6.0); 21 maggio 2003, terremoto di Zemmouri (M 6.8).

b) PERCEZIONE DEL RISCHIO SISMICO

1. Pensi che il rischio sismico sia sottostimato nel tuo Paese? La popolazione è informata correttamente sul rischio sismico?

No; Sì.

2. Secondo te c'è stato un terremoto che ha cambiato la percezione del rischio sismico nella popolazione? Se sì, quale?

Gli algerini sono abituati a sentire terremoti da moderati a forti a distruttivi. Sanno perfettamente che la parte più settentrionale del Paese è un'area ad alta sismicità.

c) PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

1. Nel tuo Paese esiste una normativa antisismica per le costruzioni? Se sì, è stata introdotta dopo un terremoto in particolare? Quali sono le innovazioni principali della normativa?

Sì! Sì, dopo il terremoto di El Asnam del 1980 (M 7.3). Non so quali siano le innovazioni principali della normativa.

2. Esistono programmi o eventi nei quali la popolazione impara come comportarsi in caso di terremoto? Se sì, dove si tengono gli eventi?

Sì, esistono programmi. Far crescere la consapevolezza di vivere in un Paese sismico è uno degli obiettivi del CRAAG, che riceve ogni settimana classi provenienti da diverse scuole del Paese per spiegare: che cos'è un terremoto? Come si registra? Perché l'Algeria è un Paese sismico? Come bisogna comportarsi in caso di terremoto? ecc.

Libretti informativi che raccolgono tutte queste informazioni vengono poi distribuiti a tutti gli studenti.

Anche la Protezione Civile algerina ha un suo programma per le scuole e organizza spesso delle campagne per far crescere la consapevolezza. Hanno anche un camion speciale per far sentire alla popolazione un terremoto di magnitudo compresa tra 5.0 e 7.0.

C'è poi un altro programma governativo chiamato "Delegation of Major risks", che organizza spesso esercitazioni nelle scuole e conferenze, rivolte ai sindaci e agli impiegati dei comuni algerini, sui disastri naturali e industriali e sulla mitigazione del rischio. Recentemente la delegazione è riuscita a nominare un "Mr. Risk" in ogni comune dell'Algeria del Nord.

3. Nelle scuole gli insegnanti spiegano cosa fare in caso di terremoto?

Si, lo fanno. È nel programma scolastico in aggiunta alle visite al CRAAG.

4. Esistono programmi radio o televisivi o spot pubblicitari che riguardano il rischio sismico? Se si, vengono trasmessi solo in caso di uno sciame sismico o sono programmati anche nella vita di tutti i giorni?

Si ci sono. In particolare i programmi radio sono organizzati di volta in volta, generalmente quando un terremoto si verifica in Algeria o quando succede un grande terremoto in altre parti del mondo.

5. Esiste un buon esempio di comunicazione del rischio sismico? Vanno bene casi studio o progetti finanziati dalle Nazioni Unite o da altre ONG.

No, non credo. Tutti gli sforzi sono fatti dagli algerini.

d) DURANTE IL TERREMOTO

2. Cosa succede nel Paese in caso di terremoto? Potresti descrivermi se esistono procedure specifiche da seguire?

Si, c'è una procedura che viene seguita dalla Protezione Civile, dal CRAAG e dalla delegazione dei Major risks (che sono tutti sotto la giurisdizione del Ministero dell'Interno), che consiste in quella che viene chiamata "unità di crisi", ma ignoro i dettagli della procedura.

A3. INTERVISTA AD ABDELKRIM AOUDIA, NEPAL

a) INFORMAZIONI GENERALI

1. Nome

Abdelkrim

2. Cognome

Aoudia

3. Dove lavori?

ICTP (International Centre for Theoretical Physics). La traduzione italiana è: centro internazionale di fisica teorica

4. Qual è la tua posizione lavorativa?

Ricercatore e coordinatore del gruppo di geofisica della Terra solida.

5. Potresti fare una panoramica della sismicità nel tuo Paese?

Il Nepal si trova sul confine tettonico tra la placca indiana e quella euroasiatica. La placca indiana si muove sotto quella euroasiatica con grande velocità, circa 40-50 mm all'anno, e tutto il Paese si trova quindi su una zona di subduzione, più precisamente al centro della parte più attiva della catena dell'Himalaya.

6. Quali sono stati i terremoti più grandi che hanno colpito il Paese negli ultimi 100 anni?

Prima del terremoto del 2015, l'ultimo grande evento sismico avvenuto in Nepal è stato nel 1934, anche se terremoti di magnitudo intorno al 6 avvengono in modo costante nel Paese.

b) PERCEZIONE DEL RISCHIO SISMICO

1. *Pensi che il rischio sismico sia sottostimato nel tuo Paese? La popolazione è informata correttamente sul rischio sismico?*

La popolazione conosce molto bene il rischio sismico che esiste nel Paese. Inoltre, l'ICTP è presente in Nepal dal 2005 e usa un modo di comunicare il rischio sismico che funziona. Ad esempio mettiamo gli strumenti, che ci servono per monitorare le deformazioni, cioè GPS o stazioni sismologiche, dove ci sono le scuole. In questo modo lo strumento rimane fisso in un posto mentre registra, e i ragazzi lo vedono e viene spiegato loro a cosa serve. Inoltre in classe viene lasciato un computer, così i bambini possono vedere dove avvengono i terremoti, possono osservare le forme d'onda che si propagano e ad alcuni insegnanti è stato spiegato come insegnare ai ragazzi a localizzare i terremoti.

2. *Secondo te c'è stato un terremoto che ha cambiato la percezione del rischio sismico nella popolazione? Se sì, quale?*

In Nepal, prima del 2015 sono avvenuti terremoti di magnitudo 6.5 ogni 5 anni circa, avvengono abbastanza spesso e le scosse tengono acceso il ricordo del terremoto. Inoltre, grazie all'avvio del progetto Earthquake without Frontiers, molte comunità hanno preso atto dell'esistenza del rischio sismico presente nel Paese.

c) PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

1. *Nel tuo Paese esiste una normativa antisismica per le costruzioni? Se sì, è stata introdotta dopo un terremoto in particolare? Quali sono le innovazioni principali della normativa?*

In Nepal non esiste un codice edilizio, non c'è una normativa che regola la costruzione antisismica delle abitazioni. In Nepal si costruisce prevalentemente in verticale, aggiungendo una stanza sopra l'altra in base alle necessità delle famiglie che ci abitano.

2. *Esistono programmi o eventi nei quali la popolazione impara come comportarsi in caso di terremoto? Se sì, dove si tengono gli eventi?*

Sì, esistono varie giornate, sono giornate di ricordo e si chiamano "earthquake day", che per la maggior parte cadono in concomitanza con i vari festival che esistono in Nepal. Sono state definite più giornate per ricordare i terremoti per fare

in modo che le comunità si mettessero in contatto tra di loro e parlassero dei terremoti. Gli “earthquake day” sono distribuiti durante tutto il corso dell’anno, in concomitanza degli anniversari di terremoti storici e non, e ogni evento si svolge in una diversa comunità. Sono stati scelti anche terremoti storici per mostrare alla popolazione che l’evento sismico può avere un tempo di ritorno molto lungo, così le comunità sanno che, anche se durante la loro vita non succederà un grosso terremoto, è bene continuare a fare prevenzione e a rimanere informati su come comportarsi in caso di sisma. Gli “earthquake day” sono eventi nazionali, son giornate di festa dove le scuole e i posti di lavoro rimangono chiusi, ma vengono organizzati e gestiti dalle comunità regionali per permettere alle varie comunità presenti sul territorio di competere positivamente tra di loro e di imparare le une dalle altre.

3. *Nelle scuole gli insegnanti spiegano cosa fare in caso di terremoto?*

L’insegnamento di cosa fare nelle scuole durante il terremoto è a discrezione dei singoli insegnanti. È molto bella la storia di questo maestro che, insegnando ai bambini in che modo comportarsi durante un terremoto, ha salvato molte vite. La scuola è stata distrutta, ma i bambini si sono salvati perché hanno ascoltato le lezioni di questo maestro. Con il progetto “Earthquake without Frontiers” sono state fatte delle prove di evacuazione all’interno delle scuole, ma non è stato insegnato ai bambini in che modo evacuare la classe, ma come comportarsi in qualsiasi situazione di pericolo.

4. *Esistono programmi radio o televisivi o spot pubblicitari che riguardano il rischio sismico? Se sì, vengono trasmessi solo in caso di uno sciame sismico o sono programmati anche nella vita di tutti i giorni?*

In seguito alla vicenda del maestro che, insegnando ai suoi studenti come comportarsi in caso di terremoto, è riuscito a salvare molte vite, la BBC Media Action ha finanziato la produzione e la messa in onda di un suo programma radio.

5. *Esiste un buon esempio di comunicazione del rischio sismico? Vanno bene casi studio o progetti finanziati dalle Nazioni Unite o da altre ONG.*

Si certo. Un progetto finanziato da due istituzioni inglesi, il NERC (Natural Environment Research Council) e l’ESRC (Economic and Social Research

Council) tra il 2013 e il 2017 che si chiama Earthquake without Frontiers. Questo progetto, iniziato prima del terremoto del 2015, ha contribuito a ridurre drasticamente il numero di vittime potenziali causate dal terremoto.

d) DURANTE IL TERREMOTO

1. Cosa succede nel Paese in caso di terremoto? Potresti descrivermi se esistono procedure specifiche da seguire?

A livello istituzionale non c'è un piano di emergenza, ma tutte le procedure avvengono al livello delle comunità. Esiste un ministero predisposto per gestire le emergenze, cioè il "Ministry of Mines and Geology", ma sostanzialmente non riesce a gestire in modo efficace i disastri naturali. Durante l'ultimo terremoto, quello del 2015, tutto il piano di emergenza è stato preparato dalle comunità e dalle poche ONG che esistevano nel Paese prima del sisma. Anche grazie all'aiuto delle ONG, i cittadini sanno cosa fare in caso di terremoto. Per esempio fanno foto ai palazzi e registrano i cambiamenti strutturali delle abitazioni prima del sisma in modo che, in caso di crollo durante il terremoto, sanno con esattezza quanti piani aveva un determinato palazzo e sanno quindi quanto dover scavare per recuperare eventuali persone rimaste intrappolate. I cittadini sono stati formati e informati attraverso molti incontri, fatti in locali predisposti al raduno delle varie comunità, un posto di riferimento dove le famiglie possono ricevere consigli e sapere in che modo prepararsi al terremoto.

Grazie a:

Karim che mi ha seguito durante la tesi

Bladimir Moreno Toiran e Assia Harbi per la disponibilità nelle interviste