

Malgrado tutti questi danni, il bacino del porto e le banchine erano accessibili e l'approdo dei battelli poteva avvenire senza danno.

### Quartieri a NW del porto

Danni più o meno rilevanti (dallo 0 al 20%). Le distruzioni che nella zona nord-occidentale del porto (edificio della Marina mercantile) sono considerevoli (intensità IX), si attenuano a mano a mano, allontanandosi lungo la costa. La centrale elettrica è stata danneggiata, ma le macchine sono state rimesse in funzione in pochi giorni. Gli edifici della « Moulins du Littorial » non presentano che qualche lesione poco appariscente. I serbatoi di idrocarburi sono rimasti intatti. Il cementificio è lievemente danneggiato. Invece le fabbriche di conserve, di costruzione leggera e già antica, hanno subito, in generale, dei danni piuttosto rilevanti (intensità dell'ordine dell'VIII grado, prossimo al VII al cementificio).

Un esempio evidente della diversità dei danni in funzione della qualità delle costruzioni è fornito dai villaggi operai di Anza, nelle vicinanze del cementificio: gli edifici in c.a. del villaggio di recente costruzione non presentano che qualche fessura; il villaggio meno recente, costruito in pietrame e malta di calce è fortemente danneggiato, ma resta abitabile. Il villaggio di capanne (di paglia, di fascine ecc., gourbis) è stato invece completamente distrutto.

In conclusione, le maggiori distruzioni si sono avute in una zona sensibilmente parallela alla fessura Sud-Atlasica: Kasba e Founti, Talborj, Yachech. Allontanandosi dalla fessura verso SE, i danni diminuiscono rapidamente e non raggiungono che il grado VII e VI a Ben Sergao a 7 km da Agadir.

Ancora più rapido è il decremento delle intensità distruttive verso NW lungo la costa ove il grado VII è raggiunto nella zona del cementificio. Alle grandi distanze il terremoto è stato più o meno avvertito in funzione dell'andamento delle principali linee tettoniche.

Nella ristretta zona di Agadir gli AA. hanno riscontrato qualche direzione preferenziale nelle lesioni in rapporto alle direttrici tettoniche regionali ed hanno riconosciuto: componenti verticali delle scosse che hanno generato accelerazioni verticali importanti e scosse in direzione sia parallela, che perpendicolare alla fessura sud-atlasica che hanno dato luogo a tagli orizzontali.

### Bibliografia

Nella bibliografia gli AA. citano pochi lavori essenziali. Interessante è però anche la notizia che sono state già emesse dal Governo le norme sismiche provvisorie (« Norme d'Agadir », di 44 pagine a cura del Minist. dei LL.PP. del Marocco) e che nel 1962 erano già in corso quelle definitive:

*Règles para-séismiques 1962* o P. S. 1962 (a cura dello stesso Ministero dei LL.PP.).

Francesco Penta e Paolo Ammassari

### Il terremoto di Agadir (29 febbraio 1960) nel suo ambiente geologico

(R. AMBROGGI - *Le séisme d'Agadir (29 février, 1960) dans son cadre géologique* - Ministero dei Lavori Pubblici del Marocco - Rabat, marzo del 1960).

Nel fascicolo di 51 pagine con 13 figure (carte e sezioni geologiche, schemi tettonici, cartine delle isosisme e delle intensità dei danni in Agadir e dintorni) l'ingegnere geologo capo del Ministero dei LL.PP. del Marocco francese, R. AMBROGGI descrive la situazione geologica della regione colpita dal terremoto del 29 febbraio 1960 (ore 23 e 41') per spiegare sia il terremoto, che la distribuzione dei suoi effetti in superficie. Gli argomenti trattati sono: stratigrafia, tettonica, geomorfologia, morfotettonica e storia dell'orogenesi posterciniana, che ha conformato la struttura della regione; rapporti fra la geologia ed il sisma (detto di Agadir) per cui l'A. analizza le caratteristiche del sisma ( $M = 6$ ; morti 20.000 o 10.000, secondo altri; massima intensità CANCANI-SIEBERG: modificata = IX-X; epicentro presso a poco nella Casba oppure circa 8 km a N-NW di questa); in riferimento alla tettonica, gli effetti del sisma nella regione tutta ed in Agadir in specie; l'influenza del terreno (rilievo, giacitura degli strati, natura dei terreni e loro posizione tettonica). L'A. conclude, definendo e delimitando le zone pericolose (dal punto di vista sismico) di Agadir e dintorni ed esprimendo qualche raccomandazione.

Come *conclusione*, l'A. sconsiglia di ricostruire la città di Agadir a Nord del Tildi; consiglia di ricostruirla a sud di questo e di procedere con particolari precauzioni per la Ville Nouvelle (se si vuole la sua ricostruzione) e precauzioni gradualmente decrescenti col procedere verso Sud. Esprime il principio che è preferibile spendere qualche miliardo in più oggi per ricostruire altrove « ex novo » (compresi tutti i servizi) frazioni e centri abitati, anziché correre il rischio che domani un altro terremoto di magnitudo maggiore nella stessa località produca scosse capaci di distruzioni totali e perdite di vite umane nelle aree che hanno subito soltanto minori effetti col sisma del febbraio 1960.

La bibliografia è limitata alle poche pubblicazioni fino allora (marzo 1960) comparse a proposito di quel terremoto.

Sembra utile riportare le parti riguardanti gli effetti del terremoto e i tentativi di interpretazione delle distruzioni.

Nel trattare gli effetti del terremoto, l'A. si basa sul rapporto di M. CHOUBERT, che li aveva analizzati con cura nel corso di una missione compiuta ad Agadir e nella sua regione otto giorni dopo l'evento, redigendo un documento al quale AMBROGGI rimanda, limitandosi a esporre semplici note che sembrano utili ad urbanisti e costruttori.

### Effetti nella regione

Le faglie, nel loro insieme, non sembrano essersi riattivate. Tuttavia la faglia pre-atlasica sembra abbia ulteriormente accentuata la sua traccia sulla strada Agadir-Mogador nel punto in cui la strada principale

n. 1 lascia la parte bassa del porto per raggiungere quota 25, al disopra del porto peschereccio; in tale punto si può osservare una crepa con un rigetto di 10 cm verso SSE.

Piccoli crateri (craterlets) si sono formati presso la foce del Souss (6 km a Sud della città). Costituiti da sabbia, essi si sono originati in seguito all'improvvisa apparizione di sorgenti temporanee lungo le fratture. Sec. l'A., la spiegazione è semplice: in questo punto, la falda freatica è a 1 o 2 metri di profondità; all'atto dello scuotimento alcune fratture hanno raggiunto la falda e questa, sotto l'effetto delle pressioni generate dalle scosse successive, è stata spremuta nelle vie di minor resistenza rappresentate appunto dalle fratture, trascinando con sé sabbia contenuta nel suolo. Le emissioni sono cessate quando le pressioni accumulate nel terreno si sono esaurite (1).

Le distruzioni di villaggi in un'area di 180 km<sup>2</sup> ricadente nella zona pre-atlasica, sono il risultato di una intensità sismica che va dal grado VIII al IX. Le case distrutte, in generale vecchie, erano costruite con fango e paglia (torchis) o con un insieme di pietre diverse legate appena con un impasto magro di calce ed argilla. Sono sempre delle costruzioni basse, generalmente ad un solo piano, raramente a due. Secondo le osservazioni aeree dell'A., le distruzioni nei villaggi non raggiungono mai il grado catastrofico riscontrato invece in Agadir nei quartieri della Casbah o di Jachech.

### Effetti nella città di Agadir

Il solo esempio di accidente tettonico riattivato è quello segnalato precedentemente (discontinuità pre-atlasica) all'estremità di Founti, sotto il campo militare.

E' difficile valutare il grado di distruzione della città. Tuttavia, per fissare le idee, la situazione dopo il terremoto quale si presentava a prima vista, era la seguente:

1. Anza . . . . .	da 0 a 10%	di distruzione
2. Arhesdis . . . . .	da 10 a 20%	» »
3. Casbah . . . . .	100%	» »
4. Jachech . . . . .	100%	» »
5. Founti . . . . .	100%	» »
6. Talborjt . . . . .	90%	» »
7. Quartiere Amministrativo . . . . .	70%	» »
8. Settore costiero . . . . .	60%	» »
9. Ville Nouvelle . . . . .	da 50 a 60%	» »
10. Zona industriale . . . . .	da 20 a 30%	» »

Per distruzione bisogna intendere edifici crollati o apparentemente fuori uso. Va precisato che i quartieri di Casbah, Founti, Jachech e, in misura minore, Talborjt sono costituiti da edifici vecchi, eseguiti secondo precarie consuetudini costruttive.

(1) Il fenomeno è molto diffuso e noto nel territorio sismico di S. Francisco - Berkeley e dintorni in California, dove è stato bene studiato (n.d.r.).

Il porto, a più riprese attentamente esaminato, merita particolare menzione:

I muri della banchina, in cassoni da 20 a 30 tonnellate, si sono inclinati di qualche grado verso l'interno del porto tanto che essi sono scivolati l'uno sull'altro:

- la banchina dello scalo principale si è inclinata verso E-NE
- la banchina a - 6 si è inclinata verso S-SE
- la banchina a - 9 si è inclinata verso N-NW
- i rilevati, sotto gli scuotimenti, si sono assestati: il volume dei vuoti è perciò, diminuito, causando un abbassamento dei rilevati stessi tanto più pronunciato quanto più ci si approssima ai muri delle banchine, giacchè quivi si è aggiunto il peso dei muri inclinati.

Si sono avuti abbassamenti di livello di 1,5 - 1,8 m e, poichè le guide delle gru erano sistemate parte sulla banchina e parte sul rilevato, è evidente che tutte siano cadute verso l'interno, in quanto quelle poste sul rilevato si sono in ogni punto abbassate.

L'inclinazione della banchina verso l'interno del bacino, sec. l'A., può spiegarsi in questo modo: da un lato la densità del materiale del rilevato vicino al muro della banchina è di circa 2,2 t/m<sup>3</sup>; dall'altro lato la densità dell'acqua del mare è minore: durante il terremoto la scossa si è esaltata in corrispondenza del mezzo a densità minore, cioè nel mare. Fenomeno questo che è ben conosciuto nel ripiegamento ad uncino (2) degli strati affioranti in una falaise per effetto del « richiamo del vuoto ».

Nel suo tentativo di interpretazione delle distruzioni, AMBROGGI esamina il ruolo svolto dalle caratteristiche geomorfologiche locali nel modo seguente. L'A. premette che in tutte le norme di costruzioni antisismiche figura il coefficiente terreno. Questo è uno dei principali fattori presi in considerazione e pur tuttavia appare il meno conosciuto, il più empirico. Tenta, perciò, di analizzare i differenti casi che possono verificarsi, considerando morfologia, natura dei terreni e posizioni tettoniche delle varie formazioni.

### a) Morfologia

Il terreno può essere orizzontale o inclinato: nel primo caso le condizioni sono migliori; nel secondo caso sono sfavorevoli e ciò è tanto più vero quanto più aumenta l'inclinazione; bisogna tener conto della tendenza di richiamo al vuoto con scivolamenti talvolta resi ancora più imponenti dal basso grado di consistenza del terreno. Sono per tale ragione da sconsigliare, ai fini di una ricostruzione, i pendii del Founti, del fosso N di Talborjt, dello Jachech ecc.

### b) Natura del terreno

Nelle norme di costruzioni antisismiche A.S. 55, adottate per l'Algeria dopo il terremoto di Orléansvil-

(2) F. PENTA - Frane e movimenti franosi, figg. 125-128, ed. 1960.

le, sono state fissate tre categorie di terreni: terreni rocciosi, terreni di consistenza media, terreni inconsistenti ripieni di acqua. Ad Agadir si incontrano tutte le facies possibili costituite da terreni del Cretacico medio-superiore, del Terziario e del Quaternario. La parte nord del Talborjt, ubicata su un pendio argilloso, è stata interamente distrutta. Gli americani notano che è necessario insistere ulteriormente per una conoscenza completa di tali terreni. Ad Agadir lo studio geologico è stato spinto sino ai minimi dettagli. Sarebbe invece necessario completarlo con uno studio geotecnico che esamini le caratteristiche per facies e per strati. Tale studio è facilitato dal fatto che è sempre possibile rinvenire una costruzione-tipo per ciascun terreno di fondazione. In ultima analisi, da una collaborazione fra il geologo e l'ingegnere esperto nella Meccanica dei Terreni può senza dubbio scaturire una conoscenza più precisa del fattore o coefficiente terreno.

### c) *Posizione tettonica degli strati*

Ad Agadir gli strati hanno tutte le possibili giaciture: dall'orizzontale alla verticale.

In caso di strati orizzontali, la ripartizione delle pressioni della fondazione è « omogenea », giacchè interessa un unico strato. Inoltre le onde o le loro

componenti verticali producono effetti minori, poichè sono obbligate ad attraversare strati disposti in pila, ognuno dei quali con velocità di propagazione diversa. Rientrano in tale caso i quartieri di Anza, Arhesdis, Ville Nouvelle e la zona industriale.

Nel caso di strati verticali, la ripartizione delle pressioni della fondazione è eterogenea: infatti la fondazione stessa può interessare strati argillosi, arenacei, conglomeratici, calcarei. Le onde verticali hanno un effetto più diretto tanto più se la roccia ha una elevata velocità di propagazione (caso del calcare ad esempio). Ma ciò è in contraddizione con il fatto che le fondazioni in terreni calcarei resistono meglio. E' necessario quindi fare appello a tutte le possibili combinazioni per far luce sui contrasti che si presentano a tale riguardo.

I quartieri costruiti su strati verticali sono i seguenti: Casbah, Founti, Talborjt, Jachech, quartiere amministrativo, il lato Nord del settore costiero. E' necessario precisare tuttavia che, in alcuni punti, uno strato orizzontale di deposizione recente e di piccola potenza si interpone fra le fondazioni degli edifici e gli strati verticali: è il caso del quartiere di Casbah, di parte del Founti, Talborjt e del quartiere amministrativo.

*Francesco Penta e Giorgio Mazzilli*