

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE

INCARICATA DI STUDIARE E PROPORRE

NORME EDILIZIE OBBLIGATORIE

PER I

COMUNI COLPITI DAL TERREMOTO

DEL 28 DICEMBRE 1908 E DA ALTRI ANTERIORI

Pubblicata nel *Giornale del Genio Civile* - 1909

ROMA

STABILIMENTO TIPO-LITOGRAFICO DEL GENIO CIVILE

1909

INDICE

RELAZIONE	Pag. 7
I. - Riassunto cronologico dei lavori della Commissione	8
II. - Visita sui luoghi devastati dal terremoto del 1908	11
III. - Cenno riassuntivo degli studi esaminati dalla Commissione	14
IV. - Proposte della Commissione	33
ALLEGATO <i>A</i> - Relazione della Sottocommissione incaricata di visitare le località colpite dal terremoto del 28 dicembre 1908	51
ID. <i>B</i> - Relazione del Commissario Prof. PANETTI sui calcoli di stabilità e di resistenza degli edifici ai moti sismici	67
ID. <i>C</i> - Ordine del giorno 2 marzo 1909 sulle norme ulteriori per gli edifici esistenti e sui materiali da costruzione	79
ID. <i>D</i> - Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati	81
ID. <i>E</i> - Istruzioni tecniche sulle costruzioni di edifici nei territori sottoposti a scosse sismiche, e sui calcoli di stabilità e resistenza	93
ID. <i>F</i> - Carta sismologica del terremoto del dicembre 1908	113

RELAZIONE



RELAZIONE DELLA COMMISSIONE

nominata con D. R. del 15 gennaio 1909, incaricata di studiare e proporre norme obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni da eseguirsi nelle regioni colpite dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri anteriori.

La Commissione predetta venne composta dei signori:

Ing. ITALO MAGAZZINI - Presidente di Sezione del Consiglio superiore dei Lavori pubblici — *Presidente.*

Ing. GIUSEPPE AGAZIO - Ispettore superiore del Genio civile.

Colonnello MARIANO BORGATTI - del Genio militare - Roma.

Ing. ENRICO CAMERANA - Ingegnere capo nel R. Corpo delle Miniere - Bologna.

Ing. SILVIO CANEVAZZI - Prof. nella R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri a Bologna.

Ing. CESARE CERADINI - Prof. nella R. Scuola d'applicazione per gli ingegneri a Roma.

Ing. PIETRO FENOGLIO - Torino.

Ing. CESARE NAVA - Deputato al parlamento - Milano.

Ing. MODESTO PANETTI - Prof. nella R. Scuola navale superiore di Genova.

Ing. MEDERICO PERILLI - Ingegnere capo nel Corpo del Genio civile - Ravenna.

Ing. GIOVANNI SALEMI-PACE - Prof. nella R. scuola d'applicazione per gli ingegneri in Palermo.

Ing. ANGELO REYCEND - Prof. nel R. Politecnico di Torino — *Relatore.*

Ing. GIUSEPPE FORNARI - Ingegnere del Genio civile }
Ing. GIUSEPPE CANONICA - Ingegnere del Genio civile } *Segretari.*

I.

RIASSUNTO CRONOLOGICO DEI LAVORI DELLA COMMISSIONE.

La Commissione nominata col Reale decreto 15 gennaio 1909, si riunì per la prima volta in seduta plenaria a Roma il 25 gennaio scorso. L'on. Bertolini Ministro dei Lavori pubblici volle inaugurarne i lavori, illustrando il compito ad essa affidato ed esprimendo benevole fiducia nell'opera della Commissione, raccomandando la massima sollecitudine, resa doverosa dalla condizione veramente miserevole delle regioni colpite dal terremoto.

Invitò poscia la Commissione a volersi per prima cosa pronunciare sul carattere delle riparazioni, le quali possono cadere sotto il beneficio della legge 12 gennaio 1909, distinguendole da quelle che, per la loro esigua importanza e per il loro carattere semplicemente conservativo, possono e debbono essere eseguite immediatamente e direttamente dai singoli proprietari, senza l'intervento e l'aiuto del Governo.

Il Ministro credette altresì opportuno di far rilevare come, in ordine al compito sostanziale della Commissione, la difficoltà del problema non consistesse tanto nel determinare un tipo di costruzioni che offrisse una relativa incolumità contro il terremoto, quanto piuttosto nel suggerire tipi di costruzioni che, pur soddisfacendo a tali requisiti, fossero rispondenti ai mezzi finanziari della popolazione che deve costruire e ricostruire, ed aggiunse che, nel determinare i tipi con tale speciale riguardo, si dovesse anche tener presente la varietà che è ragionevolmente richiesta, sia dalle località urbane e rurali, sia dalla destinazione diversa degli edifici ed ha conchiuso il suo dire raccomandando la maggiore semplicità e chiarezza nelle norme da prescrivere.

Dopo che S. E. il Ministro ebbe preso congedo dalla Commissione e dopo che il Presidente ing. comm. Italo Maganzini ebbe fatto consegna alla Commissione delle pubblicazioni e delle proposte pervenute al Ministero per le nuove costruzioni da eseguire nelle zone sismiche, e ancora delle relazioni ufficiali e dei provvedimenti governativi riferentisi ai terremoti della Liguria e dell'isola d'Ischia, a quelli del 1894 e 1905 nelle Calabrie, la Commissione, su invito del Presidente, si restrinse allo studio ed alla determinazione del carattere delle riparazioni cadenti sotto il beneficio della legge 12 gennaio 1909 e, dopo lunga ed animata discussione, addivenne alla votazione di un ordine del giorno, che riuscì all'unanimità approvato nella seduta del 26 gennaio, dando incarico al Presidente di trasmetterlo a S. E. il Ministro dei Lavori pubblici.

Il detto ordine del giorno è del seguente tenore:

« La Commissione, nell'iniziare i lavori ad essa affidati in base alla legge 12 gennaio 1909, n. 12, mentre riconosce chiaramente definito il proprio compito per quanto concerne le costruzioni nuove e la ricostruzione di edifici demoliti o demolendi, tenute presenti le dichiarazioni di S. E. il Ministro dei Lavori pubblici, crede necessario di limitare il compito stesso in ordine alle riparazioni da eseguirsi agli edifici ancora esistenti e che possono essere interamente o parzialmente conservati.

« La Commissione ritiene pertanto di doversi occupare delle *riparazioni organiche*, intese cioè a modificare o consolidare la struttura resistente degli edifici o di qualche loro parte sostanziale, per modo che corrispondano, per quanto è praticamente possibile, alle prescrizioni che verranno imposte per le ricostruzioni o nuove costruzioni ».

Già nella seduta del 25 gennaio si era affacciata l'impossibilità di esaurire collettivamente ed in breve tempo il lavoro di preparazione occorrente e si era conseguentemente adombrato il disegno di affidare ad una Sottocommissione l'incarico di recarsi nei luoghi colpiti dal disastro per constatare i sistemi di costruzione ivi prevalenti, la qualità dei materiali impiegati, il modo con cui le fabbriche si comportarono sotto l'impeto del terremoto, e la prova fatta dalle costruzioni sôrte in Calabria, comprese pur quelle dovute ai diversi Comitati di soccorso, dopo il terremoto del 1905; ad un'altra Sottocommissione quello di esaminare le numerose pubblicazioni e proposte state comunicate alla nostra Commissione.

Quest'idea prese definitivamente corpo nella seduta del 26 gennaio, nella quale la Commissione stabilì di scindersi in due Sottocommissioni, la prima composta dei signori Camerana, Canevazzi, Ceradini, Perilli e Salemi Pace, con l'incarico di effettuare la visita dei luoghi colpiti dal terremoto e presentare deduzioni e suggerimenti; l'altra, composta dei signori Borgatti, Fenoglio, Nava, Panetti e Reyceud, col mandato di rendersi conto di quanto si era pubblicato in Italia ed all'estero, esaminare le successive relazioni, proposte, disegni, pervenuti in gran copia da progettisti, professionisti e scienziati, e quant'altro avesse attinenza coll'argomento, allo scopo di riferire sommariamente i criteri prevalenti ed avere norme direttive per studi ulteriori.

Una terza Sottocommissione infine, formata con membri delle due, di cui si è detto, e col concorso del Presidente, variamente e secondo le circostanze raggruppandosi e riunendosi a Torino, a Genova ed a Bologna, doveva essere come il tramite di comunicazione fra le due prime Sottocommissioni per coneretare uno schema di regolamento, da discutersi poscia in seno alla Commissione plenaria.

La prima Sottocommissione, partita da Roma il 3 febbraio, vi fece ritorno il 10 dello stesso mese, dopo avere visitato Nocera, Palmi, Castiglione, Monteleone, Favelloni, S. Leo di Briatico in provincia di Catanzaro, Gioia Tauro, S. Anna, Seminara e Melicuccà in provincia di Reggio di Calabria e finalmente Reggio e Messina e sin dal 12 febbraio trasmetteva al Presidente della Commissione la relazione della visita compiuta, relazione importante per la diligenza delle indagini e per le conclusioni che ne rampollano (V. Alleg. A).

Intanto il 7 febbraio gli ing. Fenoglio, Panetti e Reyceud si riunivano a Torino per l'esame delle pubblicazioni e proposte appartenenti a scienziati, professionisti e costruttori italiani, mentre a Roma il colonnello Borgatti continuava l'esame già iniziato delle pubblicazioni estere.

Il 13 di febbraio, sotto la presidenza dell'ing. Maganzini, si tennero, presso la Scuola navale superiore di Genova, due sedute, alle quali, oltre al presidente, intervennero il colonnello Borgatti e gli ingegneri Fenoglio, Panetti e Reyceud, per discutere i criteri da adottarsi nel fissare le norme regolatrici delle

costruzioni nuove, delle ricostruzioni e riparazioni delle case comprese nella zona sismica e prendere cognizione d'uno studio preliminare, fatto con criteri scientifici dal prof. Panetti, intorno al procedimento da seguirsi per istituire i calcoli di stabilità di un edificio soggetto all'azione di scosse.

In questa riunione si riconobbe la necessità di affidare ad una quarta Sottocommissione l'incarico di compilare un primo schema di norme da sottoporre in seguito all'esame dell'intera Commissione. Tale Sottocommissione riuscì composta dei prof. Canevazzi, Ceradini, Panetti e dell'ing. Camerana.

Riunitasi a Bologna nei giorni 17, 18 e 19 febbraio, la detta Sottocommissione esaminava ed approvava uno studio del prof. Panetti sul modo di agire delle onde sismiche, inteso a stabilire una direttiva razionale nel sottoporre a calcolo le membrature destinate a resistere e quindi a proteggere l'edificio. Poscia concretava un primo schema di regolamento, contenente le norme da rendersi obbligatorie per le zone soggette a terremoti.

Tale schema, stampato in bozze e distribuito ai membri della Commissione, servì a questa di punto di partenza nelle discussioni che si svolsero nelle riunioni plenarie tenutesi in Roma li 27 e 28 febbraio e nei giorni 1, 2, 3 e 4 marzo.

In questa adunanza si diede definitivamente corpo al regolamento contenente le *Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati nei comuni colpiti dal terremoto del 28 dicembre 1908 e da altri precedenti*, regolamento che venne comunicato il 5 marzo a S. E. il Ministro dei Lavori pubblici, per le opportune osservazioni, accompagnandolo con una lettera illustrativa del Presidente, colla riserva di presentare più tardi la relazione riassuntiva.

In seguito a giuste osservazioni di S. E. il Ministro dei Lavori pubblici, la Commissione riprese in esame il proprio lavoro e vi apportò alcune leggieri modificazioni nelle sedute ch'ebbero luogo in Roma li 23 e 24 marzo, licenziando lo schema definitivo, quale è nello allegato *D* alla presente relazione. In queste sedute la Commissione apportò, di concerto coll'Autore, leggieri modificazioni alle norme di calcolo proposte dal prof. Panetti, allo scopo di renderle più semplici e quindi di più facile e sicura applicazione (Vedi allegati *B* ed *E*).

II.

VISITA SUI LUOGHI DEVASTATI DAL TERREMOTO DEL 1908.

La relazione della Sottocommissione che visitò le località devastate dal recente terremoto, è ricca di osservazioni e di insegnamenti ed è venuta in buon punto, non solo per illuminare la Commissione su molti particolari tuttora incerti od oscuri, che non valevano a chiarire le relazioni frammentarie dei giornali e le relazioni affrettate di incompetenti, ma anche per sfatare talune leggende, che, per rivalità di Comitati o di Ditte costruttrici, s' erano andate a poco a poco formando contro certi sistemi di costruzione, che la Commissione ritiene, non solo degni della più grande attenzione, ma suscettibili di risolvere il problema delle abitazioni in tutte quelle regioni nelle quali soccorrono materiali adatti, e sempre quando non facciano difetto la pratica e l'onestà dei costruttori.

Sebbene la relazione della 1^a Sottocommissione sia allegata alla presente relazione, si è eredito opportuno riferirne in sunto i punti principali, in quanto essi valgono a dare ragione della maggior parte delle conclusioni a cui la Commissione addivenne nelle sedute plenarie dei 27 e 28 febbraio, 1, 2, 3, 4 marzo.

Anzitutto la Sottocommissione notò che:

1^o in generale le murature costituenti gli edifici delle zone colpite sono di pessima struttura, che il materiale pietroso impiegato è quasi sempre di forma irregolare e più generalmente di ciottoli fluviali, nemmeno spaccati, che le malte non presentano consistenza per cattiva calce e cattive sabbie e che i fabbricati non hanno fondazioni corrispondenti ad un buon tipo costruttivo;

2^o i solai sono in generale difettosi, perchè hanno poca presa sulle murature e perchè pochissime sono le travi impalettate alle estremità e quindi predisposte a fungere da catena, o che anche semplicemente attraversino i muri, sui quali poggiano per tutta la grossezza dei medesimi. Onde ne segue che nei movimenti sismici, le teste delle travi sfilandosi ad un'estremità, il soffitto tende a cadere e che, per altre scosse sopraggiungenti, le travi, urtando contro il muro, che prima loro serviva d'appoggio, ne determinano la caduta. Anche i tetti rovinati pongono in vista costruzioni rudimentali e spesso si mostrano sprovvisti di membrature atte a resistere alla spinta dei puntoni;

3^o le case baraccate antiche, con ossature di legnami disposte in senso verticale, orizzontale e diagonale, tra di loro collegate e racchiuse entro le murature perimetrali e trasversali, benchè presentino lesioni e scompaginamenti nelle masse murali, pure sono rimaste in piedi, salvando la vita alle persone che ospitavano;

4^o lo stesso può ripetersi delle case intelaiate, cioè di quelle la cui ossatura è di legname, mentre le pareti negli specchi formati dalle membrature di legno sono riempite di muratura;

5° migliore resistenza presentarono le case costrutte con ottima muratura di mattoni; quelle basse di uno, od al più di due piani; quelle fondate su roccia o su terreno sodo e quelle che hanno larghe, solide e profonde fondazioni;

6° in generale, le sopraelevazioni di case antiche, originariamente di un solo, od al più di due piani, caddero in rovina;

7° le murature di buona qualità, di costruzioni speciali, giacenti entro terra e quindi poste sotto il livello del suolo, in generale non subirono rotture o deformazioni. Così rimasero illesi molti ponti ferroviari in grazia delle loro fondazioni e della loro limitata elevazione fuori terra, le gallerie ferroviarie, le vasche oleifere di Gioia Tauro e simili.

Seguono, con speciale importanza, i rilievi fatti dalla Sottocommissione in ordine alle costruzioni sorte dopo il terremoto del 1905 a Castiglione, a Favelloni Piemonte, S. Leo di Briatico ed a Melicuccà ad opera di speciali Comitati di soccorso.

Premesso che nelle dette località, lontane dall'epicentro, le scosse furono meno imponenti, come può desumersi dalla carta sismologica, Allegato F', la Sottocommissione ha rilevato:

1° che le case di Castiglione, intelaiate, costruite sul tipo baraccato, non presentano lesioni;

2° che in quelle di Favelloni Piemonte, con intelaiatura e soffitti di cemento armato, ma colle pareti formate di blocchetti parallelepipedi di cemento e sabbia, vuoti internamente, murati con malta comune, ma non collegati tra di loro, nè coll'ossatura della fabbrica, mentre l'ossatura rimase integra, le pareti si lesionarono ed in alcuni punti caddero staccandosi dall'ossatura.

La detta Sottocommissione notò pure, a proposito delle case di Favelloni, che i blocchetti impiegati per la formazione delle pareti, a motivo della loro grande porosità, dovuta alla cattiva qualità della sabbia ed alla sua eccessiva quantità in confronto del cemento, si lasciavano attraversare dall'acqua di pioggia e che per la copertura dei tetti vennero usate lastre « Eternit », del tipo e delle dimensioni di quelle che più propriamente si adoperano per la formazione di rivestimenti di pareti e non di quelle specialmente fabbricate per materiale da copertura. Le dette lastre, a motivo della struttura inadatta e delle loro grandi dimensioni, si incurvarono sotto l'azione dei raggi solari, dando così luogo a discontinuità, le quali lasciavano libero adito alle acque di pioggia;

3° che nelle case di S. Leo, costrutte con ossature di pilastri laterizi, collegati da un triplice ordine di architravi di cemento armato, cioè alla spiccata dei muri, a metà dell'altezza, e in sommità, con pareti di muratura di pietrame, listata di mattoni, con solai di travicelli di legno impalettati all'esterno, con tetto di legno e copertura di « holz cement », non si ebbero lesioni. La Sottocommissione ha per altro constatato che la copertura presentava una grande permeabilità alle acque di pioggia;

4° che, finalmente, le case di Melicuccà vennero quasi tutte atterrate, ad onta che, per la natura del terreno su cui poggiavano, le scosse siano state meno sensibili che altrove. A proposito di queste case, i cui autori, certo in

buona fede, ritengono appartenere alle costruzioni in cemento armato, la 1^a Sottocommissione non si perita di affermare che, e per la mancanza di collegamenti tra le diverse membrature e per la pessima qualità del materiale adoperato, non solo non hanno diritto di essere annoverate fra le costruzioni di cemento armato, ma sono la negazione di ogni sana regola d'arte.

Anzi la detta Sottocommissione, purè encomiando gli sforzi ed il buon volere dei Comitati di soccorso che ebbero ricorso al cemento armato, constatò che: « nessuno di essi ha fatto delle vere e proprie costruzioni di tale natura » e cita per contro, ad esempio, quattro costruzioni di cemento armato in Messina, le quali rimasero incolumi.

La detta Sottocommissione non ha mancato di visitare la casa del dottor Cammareri in Messina, sopravvissuta alla generale rovina e della quale tanto si è parlato e scritto nei primi giorni che seguirono al disastro. Detta casa non è costruita con cemento armato, come si disse, nè pare sia fondata su platea generale di calcestrutto, come si asserì. Ha muri di fondazione continui della grossezza di un metro e mezzo. La casa è rialzata di m. 1,20 sul suolo della via ed i muri corrispondenti a tale sopraelevazione hanno la grossezza di m. 1,30 e sono interamente di mattoni. Nella parte soprastante, composta di un solo piano terreno, la grossezza dei muri perimetrali è di cm. 70 e quella dei muri interni di 50 e di 40 cm. Tutte le murature sono eseguite con malta di calce e pozzolana. Da questi dati emerge chiaro il perchè della resistenza opposta da questa costruzione all'urto del terremoto; ma non meno chiaro risulta la impossibilità di assumerla come tipo obbligatorio per le case che dovranno sorgere sulle zone sismiche.

Ci asteniamo, per brevità, dal citare altri esempi di costruzioni rimaste incolumi, riferiti nella relazione della prima Sottocommissione; ma non possiamo invece trattenerci dal rilevare il passo che si riferisce alla poca o nessuna efficacia dimostrata dalle catene di ferro applicate alle fabbriche dopo i terremoti del 1894 e 1905, in conseguenza del modo poco razionale tenuto in tale applicazione, e della cattiva compagine delle murature.

Da tutto quanto siamo andati sommariamente spigolando nella relazione della prima Sottocommissione, rampollano conseguenze importanti, che è utile fin da ora di mettere in evidenza, siccome quelle che furono il germe di ulteriori e definitive conclusioni.

Risulta anzitutto provato che il sistema delle case *baraccate*, secondo le norme imposte coi regolamenti del Governo borbonico subito dopo il terremoto del 1783, è un sistema che può considerarsi buono anche oggi e da consigliarsi in tutti quei casi nei quali difettano materiali per sistemi di costruzioni più perfetti, o meglio rispondenti alle speciali condizioni create alle costruzioni nelle zone sismiche e dove invece si può a buon mercato, e sul luogo stesso, avere a disposizione legname di buona qualità, di dimensioni considerevoli per le baraccature, mattoni o pietre di forma regolare, quanto meno con due piani di posa, calce e sabbia di buona qualità.

Altrettanto può dirsi, e a più forte ragione, delle case intelaiate.

La necessità di ottimi materiali agglomeranti e di razionali sistemi costruttivi, per sè intuitiva, è luminosamente confermata dai rilievi fatti sul luogo

del disastro e di ciò la Commissione si preoccupò nel votare il 2 marzo 1909 l'ordine del giorno allegato *C*.

La razionalità del costruire non concerne solo le murature, ma si estende alla natura delle fondazioni, al modo di comporre i solai e di assicurarli ai muri, alla costruzione dei tetti, la spinta dei quali va evitata coi mezzi suggeriti dall'arte e dalla scienza del fabbricare.

È per sè chiaro, e del resto lo confermano i rilievi della prima Sottocommissione, che sarebbe assurdo condannare in modo assoluto le ordinarie costruzioni in muratura, quando alla esecuzione di esse concorrano materiali ottimi e presieda la mente direttiva di un architetto esperto e nutrito di buoni studi e siano di altezza limitata. La casa del sig. Cammareri a Messina informi.

Pure, senza raggiungere le dimensioni veramente eccezionali dal sig. Cammareri assegnate ai muri della sua casa, che riuscirebbero proibitive in riguardo ai mezzi pecuniari della massima parte dei privati, si possono, seguendo i criteri susposti, ottenere case di solida e resistente ossatura.

Risulta altresì dalle constatazioni fatte che il materiale da impiegarsi nelle costruzioni intelaiate (cioè con ossatura di legname, con specchi di muratura tra le membrature) deve presentare dei collegamenti tra elemento ed elemento e colle intelaiature, indipendenti dall'azione delle malte.

E qui, dopo di aver messo in sufficiente luce i punti più importanti della relazione della 1^a Sottocommissione, quelli cioè che furono come i capisaldi delle discussioni e delle definitive deliberazioni, facciamo punto, tralasciando di riferire le osservazioni e le proposte formulate dalla Sottocommissione stessa a conclusione delle osservazioni da essa raccolte sui luoghi del disastro, sia perchè alcune di dette proposte vennero modificate dalla Commissione plenaria e sia perchè alle altre verrà fatto richiamo nell'ultimo capitolo.

III.

CENNO RIASSUNTIVO DEGLI STUDI ESAMINATI DALLA COMMISSIONE.

Se è fuor di dubbio che alla seconda Sottocommissione, incaricata di riferire sulle pubblicazioni, sulle proposte e sui disegni concernenti sistemi costruttivi per le zone sismiche, non è mancato il materiale di studio, si può con pari sicurezza affermare che il pregio complessivo di questi lavori non è in armonico rapporto col numero dei medesimi. Astraendo dai lavori su questo argomento, e non da ieri solamente, pubblicati all'estero da scienziati ed ingegneri di fama mondiale, dalle relazioni ufficiali sui terremoti dell'isola d'Ischia (1883) e delle Calabrie (1894), dettate da illustrazioni della scienza e dell'ingegneria italiana, i lavori di più o meno recente compilazione, stati comunicati alla nostra Commissione dai Ministeri dei Lavori pubblici e della Guerra, ovvero direttamente pervenuti ai singoli commissari, oltrepassano la settantina e la Sottocommissione che ne fece un accurato esame ebbe sì frequenti occasioni di compiacersi che uomini forniti di non comune ingegno e di buoni studi e provvisti di molta esperienza in materia di costruzioni, siansi

occupati con amore del grave argomento, formulando osservazioni e concludendo con proposte praticamente utili e degne della massima considerazione; ma non potè a meno di constatare la insufficienza di molte, la stranezza e la poca praticità di parecchie proposte.

E, siccome ufficio della seconda Sottocommissione era quello di porre in rilievo le proposte utili e praticamente consigliabili, che potevano condurre a definire le norme generali cui debbono soddisfare le costruzioni antisismiche, non quello di emettere un giudizio sul merito di ciascuna, così la medesima si restrinse a riferire in Commissione delle prime, omettendo le altre o limitandosi ad accennarle.

Qui pertanto la Commissione si è ristretta alle considerazioni ed alle conclusioni contenute nelle relazioni, nei regolamenti ufficiali e nelle memorie di ordine scientifico e critico, senza parlare delle peculiari proposte che concernono speciali tipi costruttivi, determinati progetti di edifici, particolari materiali edilizi, dovute ad iniziative private e all'industria, progetti e materiali che potranno essere adottati dai proprietari o dagli enti che dovranno eseguire le nuove costruzioni, in quanto rispondano alle norme generali prescritte dal regolamento proposto.

Per procedere con certo ordine, la seconda Sottocommissione ha diviso le pubblicazioni in due gruppi: *Relazioni e provvedimenti ufficiali*, e *Pubblicazioni di scienziati ed ingegneri italiani ed esteri*, e ne riassunse in modo sintetico il contenuto, lueggiandone le parti che potevano servire di guida ai lavori della Commissione.

Cominceremo quindi dalle Relazioni ufficiali concernenti gli effetti del terremoto nelle provincie meridionali, e dalle norme e provvedimenti governativi per le costruzioni, le ricostruzioni ed i restauri degli edifizi nelle zone sismiche.

In queste relazioni ed in questi provvedimenti, dei quali il più antico risale al 1784, la Sottocommissione ha raccolto ampia messe di notizie e di suggerimenti dei quali ha fatto tesoro.

1. - Dopo il terremoto che nel 1783 devastò le Calabrie, il Governo borbonico emanò il 20 marzo 1784 dei provvedimenti che, anche oggi, in cui disponiamo di materiali allora ignorati e di cognizioni e mezzi tecnici incomparabilmente migliori e più efficaci, appaiono informati ad una grande saggezza ed è veramente a deplorare che, nel giro di pochi lustri, essi siansi lasciati cadere nell'oblio, mentre la loro scrupolosa osservanza e la loro estensione ad altre regioni avrebbero risparmiato alla Patria nostra i tremendi lutti di questi ultimi tempi, in ispecie del 1894, del 1905 e del 1908, sapendosi di case che, costrutte sotto l'impero di queste prescrizioni, resistettero a tutti i terremoti successivi.

Le istruzioni dettate dal Governo borbonico, anzitutto non ammettevano case di oltre due piani, compreso il terreno, e di conseguenza ordinavano la demolizione di tutti i piani in più e solo facevano un'eccezione per un ammezzato, alto non oltre a dieci palmi (m. 2,65) nelle case prospicienti a piazze od a vie molto larghe. In secondo luogo ordinavano la demolizione di qua-

lunque muro, che, anche di poco, avesse deviato dalla verticale, la rimozione di tutti i balconi e di tutti gli sporti in condizioni statiche non rassicuranti. In terzo luogo prescrivevano l'incatenamento delle travi dei solai ai muri, e la riforma dei tetti in guisa da evitare qualunque spinta delle loro armature contro i muri.

Dalle norme emanate dal Governo borbonico ebbe origine il sistema delle *case baraccate*, le quali, come si disse, fecero ottima prova e sono ancora oggidi, in particolari circostanze, raccomandabilissime.

2. - Segue, in ordine di tempo, il regolamento pontificio edilizio per la città di Norcia (28 aprile 1860).

In tale regolamento è sancito il principio che le nuove fabbriche non debbano avere più di due piani (cioè piano terreno ed un piano soprastante) senza esclusione di sotterranei, e non superare l'altezza di m. 8, misurata dalla gronda al suolo. È, a preferenza di ogni altro sistema, consigliato quello delle case baraccate, ad esempio di quelle già esistenti e che hanno fatto così buona prova. È ordinata la demolizione dei terzi piani in tutte le case notevolmente lesionate. È proibito di fabbricare su terreni di scarico ed in pendio, e si prescrive che le fondazioni debbano oltrepassare la superficie del terreno vergine e raggiungere un fondo consistente.

Quanto alla grossezza dei muri, il regolamento ingiunge che la medesima non sia mai minore di em. 60 e che i muri d'ambito siano rinforzati da una scarpa uguale ad $\frac{1}{20}$ dell'altezza e siano collegati ai muri di tramezzo in modo tale da formare una massa tutta unita.

Nelle nuove fabbriche le volte sono solo ammesse per i locali sotterranei, a condizione che si facciano di mattoni o di pietre spugnose, con sesto semi-circolare e con rinfianco sino al terzo della monta. Sono tollerate le volte a pianterreno nelle case esistenti, a patto che vengano rinforzate con tiranti di ferro.

L'armatura dei tetti dev'essere costituita da travi poggiate orizzontalmente sui muri o sopra regolari incavallature; quella dei solai, da travi penetranti nei muri per tutta la loro grossezza ed impalettate, come quelle dei tetti, ai muri sui quali poggiano.

Le pietre debbono essere conciate, di qualità resistente e di dimensioni non troppo piccole, esclusi i ciottoli di forma rotonda, e tutti i materiali, specialmente la calce, debbono essere di buona qualità.

Merita, per la sua praticità, di venir segnalata quella parte del regolamento, nella quale si sanciscono pene pecuniarie o corporali agli operai i quali si prestino ad eseguire opere in contravvenzione alle disposizioni del regolamento e premi alle persone che presentino saggi di buona sabbia rinvenibile a non molta distanza dalla città di Norcia, in cave copiose e della migliore pietra stratiforme, oppure indichino il luogo più opportuno per impiantarvi fornaci da calce, tenuto conto della buona qualità della pietra calcarea, della comodità del combustibile e di quella dei trasporti.

3. - La relazione dalla Commissione per le prescrizioni edilizie dell'isola d'Ischia, istituita dal Ministro dei Lavori pubblici dopo il terremoto del luglio 1883 (composta dagli Ispettori Giordano e Comotto) è un

documento importantissimo, nel quale, dopo un accenno alla topografia dell'isola, alla sua costituzione geologica, alle passate eruzioni vulcaniche ed ai terremoti cui l'isola andò soggetta ed alle cause probabili dei medesimi, si passa a discorrere degli effetti del terremoto del luglio 1883, alla ricerca delle zone più o meno pericolose ed alle indagini sul sistema di costruzione sino ad allora seguito nell'isola d'Ischia.

I rilievi fatti dai due egregi ingegneri concordano con quelli fatti dalla nostra 1^a Sottocommissione e cioè: fondazioni cattive ed insufficienti, case a tre ed a quattro piani sopra terra, costrutte con muratura di pietra tufacea di qualità scadente ed in pezzi di forma irregolare, con malta pessima (cioè con calec scarsa, in parte sostituita da terra argillosa), molte volte gettata *a sacco* nella grossezza del muro, talchè non fu infrequente il caso di muri spaccati in due nel senso di loro grossezza, volte a tutti i piani, generalmente *a vela*, eccessivamente ribassate, quasi piatte al centro, mal costrutte, con materiale irregolare, con poca e pessima malta, senza tiranti di ferro. Radi i solai, limitati all'ultimo piano, con travi insufficientemente incastrate. Tetti a tegole ordinarie, non assicurate all'armatura: comunissimi, specie nelle case coloniche, i terrazzi, grossi talvolta 30 cm. quindi pesantissimi, gettati su volte o sopra solai.

Nulla, e persino disastrosa, fu riscontrata l'azione delle catene di ferro con cui vennero rafforzati parecchi edifici dopo il terremoto del 1881, forse perchè gli ancoraggi non distribuivano gli sforzi sopra una superficie sufficientemente estesa.

Quali siano le conclusioni cui sono pervenuti i due compianti Ispettori è agevole prevedere dalla natura delle constatazioni fatte e che abbiamo brevemente riepilogate. Premesso infatti che, per le speciali condizioni dell'isola, le costruzioni in muratura avrebbero avuto necessariamente il sopravvento sopra altri sistemi più sicuri, ma più costosi, perchè manca il materiale sul posto, prescrivono per le murature buoni ingredienti razionalmente impiegati, raccomandando l'impiego di mattoni, l'uso dei quali è consigliato fin dai tempi di Plinio ⁽¹⁾ e che in Italia venne chiaramente dimostrato raccomandabile, specialmente a Siena.

Gli ingegneri Giordano e Comotto sconsigliano l'uso dei muri a scarpa, incomodo nella costruzione e che agevola le infiltrazioni delle acque di pioggia ⁽²⁾; proscrivono, tranne che per i sotterranei, l'impiego di volte e di piattabande in muratura; consigliano l'impiego di solai, ben costrutti e bene collegati ai muri, condannano l'uso della terra pigiata (*pisé*), che ritengono non possa avere applicazione che nella costruzione dei muri di cinta.

Venendo poscia a parlare del numero dei piani e della massima altezza che può essere consentita alle case, osservano anzitutto che essa dipende dal genere di costruzione adottato e quindi che può essere maggiore nelle costruzioni di legno, di ferro, o miste e dev'essere minore per quelle di sem-

(1) « Latere factae parietes minore noxia quatiuntur ».

(2) Analoghe obiezioni possono farsi ai muri parabolici del Giappone.

plice muratura; che anche il genere di copertura più o meno leggiero può influire sul limite di altezza ammissibile e che il partito migliore sarebbe sempre quello di case composte del solo pianterreno, sul riflesso che durante i terremoti il terrore e l'istinto della conservazione spingono gli abitanti a fuggire all'aperto in qualunque modo.

In conclusione, e tenuto di ogni cosa il debito conto, gli ing. Giordano e Comotto ritengono che le case non debbano avere più di due piani sopra-terra, con altezze che non superino 10 m., e meglio m. 9,50 sopra il suolo. Essi ammettono come pratiche le costruzioni interamente di legno, perchè riconoscono alle medesime le qualità richieste per resistere nel miglior modo a tutte le deformazioni e la possibilità di ottenere, colla loro ossatura, una specie di gabbia di forma invariabile sotto qualsiasi azione di forze e ritengono che gli inconvenienti che si attribuiscono a tali costruzioni, quali la durata limitata, l'azione del tarlo e la facile preda agli incendi, possano vincersi coi mezzi dei quali dispone l'industria moderna, soprattutto quando si abbia ricorso al legno di castagno, il quale si trova in abbondanza nelle provincie meridionali.

Gli ingegneri Giordano e Comotto illustrano ampiamente l'uso delle case *baraccate*, delle quali dimostrano la sicurezza ed i vantaggi coll'esempio di quelle costrutte nelle Calabrie, nel Beneventano, a Norcia, a Lisbona (dopo il terremoto del 1755), nel Cile, a Lima e che vennero anche adottate nel Giappone; case, il costo delle quali non supera quello delle ordinarie in muratura e che all'esterno possono essere abbellite come quelle di Lisbona, con l'impiego di maioliche inverniciate a gran fuoco, l'industria delle quali, già fiorente nel mezzogiorno d'Italia, riceverebbe, da un largo impiego di mattonelle smaltate, un grande incremento e concludono, conformemente alle premesse, con una serie di norme espresse in due distinti regolamenti, le quali collimano in gran parte colle norme deliberate dalla nostra Commissione e raccomandando l'istituzione di uno speciale ufficio di direzione e sorveglianza, costituito di persone competenti, dal quale dipendano la sanzione di tutti i progetti di edificii pubblici e privati di qualche importanza, la sorveglianza della loro esecuzione, e la cura di ogni particolare edilizio, inculcando al Governo la necessità morale di dare ai privati l'esempio di essere per il primo ossequente al regolamento nella costruzione delle fabbriche che dovesse erigere da sè o col concorso delle provincie e dei comuni.

I predetti ingegneri consigliano ancora al Governo di influire sulle costruzioni dei privati e di agevolarle con una collezione di disegni e modelli dei nuovi tipi di costruzioni, non dimenticando quelli bellissimi di Lisbona e, per evitare difficoltà e monopoli, di creare nei punti più importanti depositi di buoni materiali ad equa tariffa.

4. - *Le Norme per la costruzione ed il restauro degli edifici nei comuni liguri danneggiati dal terremoto del 22 febbraio 1887*, non sono precedute da una relazione, nella quale siano espressi i criteri ispiratori di tali norme, le quali, per quanto concerne le fondazioni, il divieto di costruire volte, la natura dei materiali occorrenti per la esecuzione delle murature, la forma-

zione dei solai, il concatenamento delle diverse parti della fabbrica, gli aggetti dei balconi e dei cornicioni e l'armatura dei tetti, sono evidentemente condotte su quelle della relazione degli ing.^{ri} Giordano e Comotto, colle sole varianti, che sono rese indispensabili dalla diversa natura dei materiali da costruzione e delle abitudini locali. È per altro ammessa per le case un'altezza maggiore di quella proposta per l'isola d'Ischia, ammettendo che le case possano essere composte di tre piani oltre il terreno.

Le prescrizioni concernenti i restauri sono poche e piuttosto vaghe.

5. - Altra ed importantissima tra le pubblicazioni ufficiali è la *Relazione scientifica sul terremoto del 16 novembre 1894 in Calabria e Sicilia*.

Questa relazione è divisa in quattro distinti Capitoli. La parte sismologica è trattata dal prof. A. Riccò, la tecnica dall'ing. capo E. Camerana, la geologica dal prof. Di Stefano e la storica dal dott. M. Baratta.

Lungo ed incompleto riuscirebbe il riassunto di questi accuratissimi lavori, che possono, da chi ne abbia vaghezza, e con maggior profitto essere letti, come hanno fatto i membri della nostra Commissione, nel testo originale. Ci limiteremo quindi a riferire le conclusioni più importanti.

Nel campo sismologico, la ricerca degli effetti del terremoto sulle costruzioni, per quanto condotte con incomparabile diligenza, non ha potuto fornire elementi molto attendibili per la determinazione della velocità di proiezione dei corpi e dell'intensità del terremoto, e ciò specialmente a causa delle incomplete, per quanto numerose, osservazioni e delle intermittenze nelle registrazioni dei sismografi.

Il prof. Riccò si dimostra decisamente avverso ad ammettere l'esistenza del moto *vorticoso*, la quale non si concepisce senza l'esistenza di un vortice sotto ciascun oggetto che ha rotato, in tutta l'estensione dell'area scossa dal terremoto; vortici che dovrebbero anche girare in sensi diversi, con tali spostamenti del suolo, a qualche distanza da questi, che non risultano provati dalle osservazioni raccolte. Egli però soggiunge che tanto la rotazione degli oggetti, riscontrata in parecchi casi, quanto il senso di moto vorticoso risentito dall'uomo, si possono spiegare con un moto ondulatorio del suolo in varie direzioni, succedentisi rapidamente; il che non è inverosimile e s'accorda d'altra parte coll'impressione risentita e colle registrazioni dei sismografi.

Nella parte seconda l'ing. Camerana, studiando gli effetti prodotti dalla scossa in relazione colle condizioni del sottosuolo, nota che le osservazioni fatte portano a concludere che le costruzioni poggianti direttamente sullo gneiss compatto e sul granito ebbero danni minori di quelle poggianti sopra le argille, sulle arenarie plioceniche o sopra l'alluvione quaternaria; il che si spiega riflettendo che la roccia, movendosi come una sola massa, agisce, rispetto all'edificio, come una solida platea, per mezzo della quale, anche nei moti più pericolosi, l'edificio viene sollevato od abbassato tutto d'un pezzo, o fatto oscillare con movimenti sincroni, mentre, se fra la roccia che riceve il primo impulso ed il fabbricato sono interposti terreni di scarsa coerenza, questi vengono rotti e sgretolati ed il fabbricato deve partecipare ad un complesso di movimenti disordinati, discordanti e contrari talora colle sue proprie oscillazioni, che non potranno a meno di comprometterne la stabilità; il

che, poi, succede tanto più facilmente quando la formazione interposta ha poca potenza, com'è il caso dei terreni sedimentari esaminati e non ha grossezza sufficiente per attutire le scosse, ovvero quando il deposito è formato di materiali incoerenti, mentre, a parità di potenza, si avrà uno scuotimento minore quando la formazione è costituita da un materiale soffice, come le marne e le argille.

Sul grave argomento della delimitazione della zona così detta pericolosa, l'A. si limita ad osservare che la triste esperienza fatta dai paesi già distrutti due o tre volte, malgrado gli spostamenti avvenuti dopo ogni distruzione, provano che, salvo casi speciali, è ugualmente soggetto a scosse tutto il territorio, giacchè l'azione sismica non è limitata ad una sola formazione, ma interessa tutta l'ossatura della regione.

L'ing. Camerana, senza escluderlo, non attribuisce grande importanza all'orientamento delle fabbriche, sia perchè è molto difficile determinare la direzione dell'oscillazione prodotta dal terremoto, sia perchè questa direzione è diversa attorno al centro di scuotimento anche durante uno stesso terremoto.

Circa le fondazioni, l'A. osserva che esse si sono riscontrate quasi dappertutto insufficienti e che, se si spingono in una certa misura quelle dei fabbricati di qualche rilievo, si può affermare che mancano quasi affatto nei fabbricati modesti e che non sono mai in relazione con la natura del sottosuolo; senza dire che in luoghi montuosi, come a Santa Cristina, a Delianova ed altrove, molti fabbricati sorgono in siti ripidi, con deboli muri di sostegno.

Crediamo superfluo seguire l'A. nell'esame dei sistemi costruttivi e dei materiali impiegati, perchè le sue osservazioni a questo riguardo concordano appunto con quanto ne dissero gli ingegneri Giordano e Comotto e coi rilievi fatti dalla nostra prima Sottocommissione.

Nella parte terza della relazione in parola il dott. Baratta fa la storia delle commozioni telluriche avvenute dal 1184 nelle Calabrie ad oggi, allo scopo di giungere alla determinazione della zona sismologicamente instabile delle Calabrie. Alla lettura di quelle pagine la mente si ritrae atterrita dalle scene di rovine e di desolazioni alle quali, per una fatalità sismica, quelle nobili regioni sono da secoli condannate e si rifugia naturalmente nel pensiero di provvedimenti atti a prevenirle; provvedimenti con felice risultato applicati da quasi due secoli in alcune regioni delle provincie meridionali, ma che non furono pur troppo osservate, per il colpevole oblio che seguì ad un lungo periodo di tranquillità.

Nell'ultima parte della Relazione sul terremoto del 1894 il prof. Di Stefano termina il dotto suo lavoro diretto a chiarire quale sia la relazione tra il terremoto delle Calabrie del 1894 e la tettonica e la costituzione del suolo, osservando:

1° che tanto in questo, come nel terremoto del 1783, gli abitati posti sulle rocce della serie cristallina soffrirono relativamente poco se solide, e molto invece se, come è frequentissimo il caso, erano molto e profondamente disgregate;

2° che effetti disastrosi si ebbero nelle case poggianti sopra sedimenti dei terreni terziari e quaternari, poco solidi, incoerenti e di poca grossezza e sulle alluvioni recenti;

3° che i calcari concrezionati e silicei del miocene superiore oppongono, per la loro solidità, una maggiore resistenza agli effetti del terremoto ;

4° che pessima è la condizione delle case che sorgono proprio sul limite tra i terreni cenozoici e quelli cristallini, mentre, quelli che sono eretti quasi sul limite tra i terreni secondari, costituiti di solidi calcari e quelli cristallini, risentono assai meno gli urti sismici di altri che non si trovano nelle stesse condizioni.

Le riferite conclusioni del prof. Di Stefano, più complete ed esposte con linguaggio strettamente scientifico, concordano con quelle esposte da Deodato De Dolemieu nella sua *Memoria sopra il terremoto delle Calabrie nell'anno 1783*, della quale ci occuperemo più innanzi.

6. - Le Norme per la costruzione ed il restauro degli edifici danneggiati dal terremoto nelle provincie calabresi ed in quella di Messina, approvate con R. decreto 16 settembre 1906, sono più complete di quelle relative alla regione ligure, e si comprende che gli Autori delle medesime hanno tratto largo frutto dagli studi fatti e dalle osservazioni raccolte in occasione di anteriori terremoti. Quindi in esse non è trascurata la scelta delle località più adatte all'impianto di nuovi abitati ed è anche dato un pensiero, per quanto vago, all'orientazione generale dei medesimi.

La nostra Commissione si è giovata di queste norme, alcune delle quali ha riprodotto quasi integralmente nel Regolamento da essa compilato.

La relazione, presentata nel luglio 1906 al Ministro dei Lavori pubblici dalla Commissione composta degli ingegneri superiori e capi del Genio civile R. Ravà, R. Simonetti ed A. Pullini, è densa di osservazioni e di proposte, degne della massima attenzione.

In essa si fa anzitutto rilevare che, se non è lecito ancora di formulare previsioni attendibili intorno ai movimenti tellurici, la storia di questi ha reso possibili alcune importanti deduzioni intorno alla determinazione delle regioni sismiche, dei centri sismici in una determinata regione, la constatazione di un periodo di scosse successive alla scossa principale e la somiglianza degli effetti nei vari terremoti dei quali si ha cognizione.

Si nota in seguito che, dato il modo di propagazione del movimento tellurico dall'ipocentro all'epicentro, il movimento nella zona prossima all'epicentro è esclusivamente o prevalentemente sussultorio e che allontanandosi dall'epicentro si trasforma in sussultorio ed ondulatorio, acquistando prevalenza il moto ondulatorio a misura che aumenta la distanza dall'epicentro e si attribuisce il moto vorticoso ad un rapido e successivo cambiamento nella direzione delle onde sismiche. Rispetto ai fabbricati questi movimenti del suolo si trasformano in una serie di urti e quindi di vibrazioni, che si trasmettono agli edifizi in modo più o meno asinero e con effetti diversi, secondo che i medesimi sono più o meno saldamente collegati al terreno. In altre parole, i movimenti alterui del terremoto non sarebbero dovuti a movimenti continui in un unico punto, ma invece a movimenti alternati dovuti a sforzi rapidissimi e discontinui (urti), che alla loro volta generano altri movimenti rapidissimi, non continuativi (oscillazioni o vibrazioni).

Passando agli effetti prodotti negli edifici dal terremoto, la relazione dice che essi si possono riassumere in strapiombi dei muri perimetrali con distacchi da quelli ad essi normali, maggiori nelle parti più elevate di essi, in lesioni orizzontali, o presso il piano a terreno, o presso quello dei solai, od in altri piani di minor resistenza dei muri, lesioni prossime alla verticalità verso gli estremi degli archi o piattabande delle porte o finestre, od inclinate secondo la congiungente i vani dei successivi piani, nella lesione o rovina degli archi e delle volte, in deformazioni ed avvallamenti di solai, nella sconnessione dell'orditura dei tetti e in danni gravissimi alle scale. Gli Autori della relazione biasimano, come del resto tutti quelli che ebbero occasione di esaminare da vicino gli edifici delle Calabrie, il sistema seguito nella costruzione dei medesimi, la cattiva qualità dei materiali adoperati e la noncuranza nel costruire. E, per quanto concerne le modalità da osservarsi nelle costruzioni e ricostruzioni degli abitati, si astengono dallo esaminare i sistemi di costruzione aventi come base essenziale il ferro e l'acciaio, perchè non risultano applicabili generalmente, per considerazioni di spesa, di clima e di abitudini, nelle regioni meridionali e per altri motivi tralasciano di occuparsi di vari altri sistemi di costruzione, di legno, o di legno e di ferro, più utili per provvedimenti d'urgenza che non per costruzioni definitive. Non omettono per altro di osservare che qualunque costruzione, o di legno, o di legno e ferro, o di acciaio, se razionalmente formata, risponde allo scopo di salvaguardare sufficientemente l'incolumità degli abitanti e, parlando delle fondazioni, osservano come a due sistemi distinti ed opposti mirino le varie proposte che ad esse si riferiscono: quello, cioè, di fondazioni rigidamente collegate al suolo o di fondazioni rese indipendenti sino ad un certo punto dal suolo, ed osservano che, mentre il 2° sistema è teoricamente accettabile, in pratica i procedimenti ad esso ispirati in generale non solo sembrano mancanti delle sufficienti garanzie di regolare funzionamento, ma pare abbiano cagionato seri inconvenienti per causa del peso notevole della fabbrica e della rilevante resistenza d'attrito sulle fondazioni e dichiarano inammissibile il sistema di interporre tra la fondazione del fabbricato ed il suolo un sottile strato di sabbia, o di terreno soffice, perchè, secondo essi, o le fondazioni debbono essere rigidamente collegate al terreno, o debbono riposare sopra un potente cuscino anelastico, a costituire il quale, ma solo per modestissimi fabbricati, ammettono di ricorrere a molle e sfere di acciaio.

Dopo un rapido esame dei vari sistemi di costruzione ammissibili, gli autori affermano risolutamente che le costruzioni formate con pareti e solai di cemento armato propriamente detto, con speciali modalità e salvo l'adozione di altri speciali materiali per talune parti dell'edificio, sono le più adatte a resistere alle varie sollecitazioni che hanno origine dai movimenti tellurici e quindi tra le più convenienti contro gli effetti del terremoto. Aggiungono però che, adottando tale genere di costruzione, sono da proscriversi le fondazioni costituite da pilastri isolati e che la sovrastruttura deve, o poggiare liberamente sulla fondazione, ovvero essere completamente e potentemente ancorata alla medesima; nel primo caso, per evitare la trasmissione degli urti sismici diretti e nel secondo per formare delle fondazioni e della sopra-

strutturati un tutto, il quale vibri col minor possibile asincronismo. In ogni caso è indispensabile che muri, solai e tetti siano fra di loro invariabilmente connessi in guisa da costituire un sistema, la cui linea baricentrica rimanga sempre contenuta nell'interno dell'edificio, quali che siano i movimenti del medesimo.

Gli Autori della diligente relazione in discorso, dopo aver toccato della opportunità di una conveniente orientazione dei fabbricati, passano ad esaminare i punti del terreno nei quali è certamente pericoloso fabbricare e, pur dando la preferenza alle rocce cristalline, non escludono la possibilità di fondare su rocce meno compatte, su terreni marnosi ed argillosi, ma a condizione che l'edificio si faccia riposare, o su adatta platea generale o su suolo artificialmente costipato, ricorrendo insomma a quei mezzi che l'arte del costruire può suggerire, e che valgono ad assicurare una migliore ripartizione delle pressioni ed a rendere possibile un'equa trasmissione dei movimenti tellurici.

Sarebbe superfluo riassumere qui le prescrizioni contenute nella relazione in parola, riferentisi ai particolari costruttivi, per la massima parte concordanti con quelle contenute in iscritti ed in relazioni anteriormente esaminate.

Lo stesso può dirsi delle norme da seguirsi nelle riparazioni dei fabbricati danneggiati o pericolanti e delle precauzioni da osservare nelle nuove costruzioni e nelle ricostruzioni di edifici pubblici o di uso pubblico, colle quali si chiude la relazione.

Passiamo ora alle pubblicazioni e memorie italiane ed estere più interessanti, riguardanti sistemi di costruzione da seguire nelle zone sismiche.

1. - La pubblicazione più antica che meriti di essere ricordata è quella, a cui già abbiamo fatto cenno, del sig. Deodato De Dolemieu dal titolo: *Memoria sopra i terremoti della Calabria nell'anno 1783*, della quale la Commissione ebbe in comunicazione la traduzione stampata a Napoli nel 1785. In questa memoria si parla degli incendi che aggiunsero la loro forza distruggitrice a quella del terremoto e si dice che la violenza di questo fu tale che le persone che si trovavano in aperta campagna furono gettate al suolo, che gli alberi piegarono fino a terra i loro tronchi e che molti furono spezzati a livello dal suolo; che tutto ciò che era nella così detta *piana* fu distrutto, mentre le costruzioni fondate sul terreno sodo e sul dorso dei monti risentirono danni minori.

Per dare un'idea della violenza di questo terremoto, il De Dolemieu narra che a Cinquefondi, villaggio a poco più di un miglio da Polistena, venne interamente demolita un'antica torre quadrata, la cui costruzione risaliva al periodo saraceno e che era di una solidità eccezionale, sì per la grossezza dei muri che per la qualità della malta, che faceva di tutta la costruzione un monolite saldo come uno scoglio. Ad onta di ciò la torre fu rovesciata e cadendo si ruppe in parecchi blocchi, meravigliosi per la loro compattezza e per le loro dimensioni. Basti il dire che in uno di questi blocchi si conteneva una scala intera.

L'A. non sa comprendere come gli abitanti di Oppido (città completamente rasa al suolo), dopo tanti disastri patiti, fossero nondimeno talmente attaccati al suolo della loro sventurata città da opporsi, come ad una inaudita tirannia, al disegno del Governo di trasportare la città in altro luogo meno pericoloso.

Bagnara, Seminara, Palmi, furono ridotte ad un mucchio di rovine. Le case furono precipitate le une sulle altre così che appena si poteva presumere ciò che esistesse prima del terremoto e le conseguenze di questo ebbero origine dallo stato di incoerenza del terreno. In uno spazio lungo 30 miglia e largo 18, compreso tra il fiume Metramo, i monti ed il mare, non rimase intatto un solo edificio: si è potuto dire che non rimase pietra sopra pietra, che non vi fu campo che non abbia mutata figura e posizione, mentre i luoghi soprastanti alla pianura sfuggirono alla devastazione; come se la forza che scosse i terreni di pianura non sia stata sufficiente a sollevare i monti che ne formavano la cornice. La rovina di Nicotera, Tropea e Monteleone, paesi edificati sul Capo Vaticano o sul suo prolungamento, era riservata alla scossa avvenuta il 28 marzo.

L'epicentro dei terremoti del 5 febbraio e del 28 marzo dello stesso anno 1783, fu diverso: quello del 28 marzo fu sotto i monti che sorgono sull'istmo posto tra i golfi di S. Eufemia e di Squillace, e in questo secondo terremoto la natura spiegò una forza superiore a quella delle scosse precedenti, sollevò e sconquassò la massa della montagna: ma, non ostante la violenza di questa commozione, le rovine della contrada non sono paragonabili a quelle cagionate nella *Piana* dalla scossa del 5 febbraio. La ruina di Pizzo era stata preparata dai terremoti precedenti e nondimeno gli scheletri delle fabbriche rimasero in piedi. Così gli abitati di Nicotera, Tropea, Monteleone, Squillace, Nicastro, Catanzaro, Sanseverino e Cotrone poterono essere restaurati.

2. - Il sig. Ed. I. T. Manby, nel suo studio sul terremoto di Granata (25 dicembre 1884) inserito nel vol. LXXXV degli Atti dell'Istituto degli Ingegneri civili di Londra, dopo una minuta descrizione degli effetti prodotti da quel terremoto, riferisce le opinioni degli scienziati sulle cause del terremoto ed in ispecial modo riassume la relazione della Commissione nominata dal Governo spagnuolo, nella quale si esprime l'avviso che le vie debbano incontrarsi ad angolo retto ed essere dirette obliquamente rispetto all'andamento degli strati geologici; che la larghezza delle vie non debba mai essere minore del doppio della massima altezza fissata per le costruzioni, che le case non abbiano più di un piano e siano costrutte bene e con materiali di qualità eccezionale e che in ogni distretto siano eretti osservatorii sismici.

L'A. esprime il convincimento che i danni prodotti dal terremoto sarebbero stati incomparabilmente minori qualora le località per la costruzione dei villaggi fossero state scelte con miglior criterio e le case fossero state più saldamente costruite.

3. - Importantissimo, per la competenza e la fama dell'A., è lo studio del Lescasse *Sulle costruzioni giapponesi e sulle costruzioni in genere riguardo ai terremoti.*