

EL ARTE DE CONSTRUIR

EN LOS PAISES ESPUESTOS A TEMBLORES
DE TIERRA

POR EL

CONDE DE MONTESSUS DE BALLORE

(Traducido del frances)

(Continuacion)

15.—*Casas japonesas indijenas*

La casa japonesa indijena ha sido reputada por muchos seismólogos como espresamente dispuesta para el efecto de resistir a los temblores, entre tanto que otros, como Pownell, Lescasse, Conder, Branton, etc., juzgan esta opinion como mui errónea.

Ellos atribuyen sus disposiciones mui especiales, a la gran facilidad del empleo de la madera que los habitantes tienen al alcance de su mano; la falta de caminos hace al contrario difícil el transporte de la piedra a gran distancia, en un país donde el hombre desempeña, sobre todo en otro tiempo, el rol de una bestia de carga. Los partidarios de esta habitacion creyeron de tal manera en su estabilidad, que, segun ellos el solo inconveniente real que ella presenta seria su facilidad de inflamarse, despues de los temblores, a consecuencia de la caída de las paredes de papel sobre los foga-

nes. De hecho este jénero de destruccion ha causado catástrofes tan numerosas como horripilantes. Es así como el 28 de Octubre de 1891 la villa importante de Kasamdsu ha sido completamente reducida a cenizas; que en Gifou 2,225 casas fueron destruidas, i que no se sabrá jamas el número de infelices heridos quemados vivos bajo las ruinas de sus habitaciones, antes de que se haya tenido el tiempo de levantar los escombros. I de cuántos otros desastres de este jénero no ha sido teatro el Japon desde hace siglos; sus anales dan fe de ellos. Es de creer que el horror de estos incendios ha hecho perder de vista que ellos no eran mas que la consecuencia de la caída de los edificios, dicho de otra manera, la inmunidad seísmica de las casas japonesas comunes es absolutamente lejendaria. Los detalles que siguen mostrarán por otra parte que ellas no pueden oponer mucha resistencia a los temblores violentos, aunque para los seismos moderadamente severos lo sean, a causa de su elasticidad, que se ha comparado a la de una jaula o de un canasto ménos espuestos a deterioros que las construcciones vecinas de piedras o ladrillos mediocrementemente construidas, no teniendo mas que apariéncia de solidez.

La casa japonesa se compone esencialmente de una mui lijera armadura de pilotes de madera de cuatro a cinco pulgadas de escuadrage entretejidos de manera que se encuentren todos en ángulo recto.

Los pies de los montantes descansan sobre gruesas piedras no talladas a menudo redondas. Los cuadros exteriores están llenos en el medio de cañizo de bambú i todo recubierto de barro. Los tabiques interiores i el techo son de tela o de papel aceitado. La techumbre, mui pesada, se compone de tejas simplemente colocadas sobre arcilla estendida sobre el techo, con recubierta. Las de las aristas están fijas tambien con arcilla i a veces justapuertas con mortero. Todo este conjunto, demasiado recargado en su parte superior es mui movable; así los temblores de mediana violencia bastan para sacar fuera de quicio los montantes de sus basas de piedra i la armadura queda solamente gondolada, como una silla

desvencijada por la débil caída que de ahí resulta que corresponde a la altura de las piedras sobre el suelo. Es fácil volver a colocar la casa en su lugar i reparar los perjuicios insignificantes que ha soportado, aun en los casos en que la techumbre sea deslizada al suelo bajo la acción del choque. De esta facilidad de reparaciones ha tomado su origen la creencia en la inmunidad relativa de la casa japonesa en muchas circunstancias; pero es falsa en los grandes temblores como lo manifiestan los seismólogos nombrados mas arriba i otros mas.

Esta mala condicion de la casa japonesa, a despecho de todo lo que se ha afirmado tan lijeramente, se demuestra tambien con las cifras dadas por Omori de los tantos por ciento de las casas volcadas completamente siguiendo los valores máximos de aceleracion séismica (en milímetros).

%	ACELERACION MÁXIMA
2 0 3	2,600
15	3,400
50	3,900
80	4,500
100	

El significado de este último resultado es que aun con los temblores violentos quedan siempre algunas casas en pie.

Una de las razones que han hecho aparecer la casa japonesa tan resistente a los seismos, a varios observadores, es la de que ellos no han asistido mas que a temblores simplemente severos, pero suficientes para agrietar las casas europeas, haciendo creer en una intensidad mas allá de la real, mientras que las primeras en razon de su elasticidad, que las ha hecho comparar a cajas de mimbre dadas vueltas, no habian sufrido ninguna avería aparente. Conder ha comparado entónces la manera como se comporta la casa japonesa al ladeamiento de una vieja silla desvencijada; no se podria encontrar una comparacion mas propia i mas sugestiva.

16.—*Casas japonesas con armadura de madera i piedras talladas*

Los japoneses no se limitan sobre todo desde hace treinta años a las construcciones ligeras de que se acaba de hablar; edifican tambien casas de armaduras de madera embutidas en bloques de piedra de dos a tres pies de largo sobre seis a nueve de altura i espesor, unidos a la armadura por ganchos (kasugay) de estremidades vueltas en angulo recto de cinco pulgadas de largo por 0,7 de pulgada de diámetro. Lo mas a menudo se emplea una roca volcánica quebradiza i liviana, cualidad necesaria para permitir la penetracion de los ganchos; pero con el tiempo estos se oxidan lo que tiende a hacer abrir las piedras ya dañadas por la lluvia i las heladas. Ellas se rasgan i los temblores aun relativamente moderados bastan para desprenderlas de la armadura. Son habitaciones que dan facilmente la ilusion de la solidez, i no tienen, sobre las casas indigenas otra ventaja que quedar exentas del incendio consecutivo al temblor. En el del 15 de Enero de 1887 han sufrido mas que las otras.

17.—*Templos japoneses*

Los grandes monumentos japoneses, tales como templos, pagodas i aun palacios de otra época, son tambien construidos con armadura de madera. Se ha hecho ahí un gasto extraordinario de maderas tanto por el número de piezas ensambladas sin reglas bien definidas, como por su enorme grosor. Están colocadas de una manera tan inextricable que el todo forma un conjunto mui elástico pudiendo ceder en todas direcciones sin romperse ni volcarse. Así desde hace mucho tiempo, Yamao-Yozo, vice Ministro de Trabajos Públicos, i que llegó a ser una especialidad en el estudio de las construcciones japonesas proclamaba que, a pesar del esfuerzo de los siglos i de los temblores, casi ninguno de estos monumentos mostraban señales de haber sufrido. Estas conclusiones han sido confirmadas por Conder en 1891 i por Omori despues del temblor de Sakata el 22 de Agosto de

1894. Esta inmunidad es remarcable en las pagodas sobre todo, de pisos sucesivas o escalonados cuya altura debiera indicar un fácil volcamiento. Es así que Omori cita el caso de Gojunoto de Asakusa, Tokio, cuya considerable altura no ha, como se hubiera podido temer, causado la caída en el desastre seísmico, llamado de Ansei, del nombre del emperador reinante, del 11 de noviembre de 1855 i que no tuvo mas daño que la torcedura de su estremidad. Este ejemplo induciria a pensar que la torre de Eiffel fuese capaz de resistir violentos temblores pues la complejidad de su armadura es de un caracter comun con las pagodas japonesas i ademas tiene la ventaja de su ancha base, mientras que en aquellas los pisos, al contrario desbordan su base.

18.—Casas de Calcuta

El temblor de 12 de Junio de 1894 ha causado destrozos demasiado considerables en Calcuta, i sin embargo esta ciudad está al interior del *isoseiste* VIII de la escala Rossi-Forel i al exterior del *isoseiste* IX. Hai, pues, alguna particularidad en la construccion de las habitaciones, que debe poder dar cuenta de esta anomalía relativa a las habitaciones inglesas. Lo que se va a decir puede tener aplicacion a todo el territorio de la India como lo prueban las observaciones hechas en el temblor de Bengala de 14 de Julio de 1885.

Estas casas presentan una porcion central construida de muros sólidos, un techo plano de cemento i pisos-techos de cemento o de mármol en cada piso. Al Sur, se ve un ancho corredor cuyo techo i piso están sostenidos por gruesos pilares de ladrillo, las partes superiores de los intervalos están ocupadas por persianas de madera a la veneciana. Al Norte, un ancho pórtico con o sin salon arriba. Se ha tenido ocasion de señalar el inconveniente de balaustradas de coronacion tan frecuentemente empleadas.

Resulta de esta descripcion sumaria que la casa está dividida, por dos planos verticales, dirigidos Este Oeste, en tres partes de pesos mui desiguales i de proporciones mui diferentes. No habrá, pues, ciertamente sincronismo en sus movimien-

tos oscilatorios i vibratorios, i de aquí la tendencia a la separacion, como se ha tenido ya a menudo ocasion de decirlo. Esta desunion al ménos momentánea no es solamente una ilusion sino que ella ha sido realmente observada, i varios testigos oculares están acordes en estimar su amplitud en varias pulgadas i su duracion en siete u ocho segundos; la vuelta elástica para poner en contacto las partes separadas exige este tiempo. Despues del suceso las habitaciones ménos deterioradas presentaban agrietaduras en el lugar de los dos planos verticales indicados o en su vecindad. Se observó tambien que ahí, donde las vigas principales sostenian el techo i los cielos, corrian Norte Sur (el séismo venia Este Noreste, es decir, en la misma direccion que la del corredor) i en consecuencia hacian su papel de ligazon; los daños eran menores cuando las vigas de la parte central i principal corrian de Este Oeste, las de la azotea eran dirigidas Norte Sur. El uso del estuco aumenta mucho los destrozos, a lo ménos en apariencia, por su facilidad para desprenderse de los muros, aunque las obras vivas de la casa sean salvadas.

19.—*Casas de Birmania*

Segun Anquetil los habitantes de la clase baja ocupan chozas de bambú i los ricos casas de madera. Se conocen poco los detalles de su construccion, pero se puede deducir de las informaciones de los viajeros que los desastres seísmicos son graves en Birmania, i por consiguiente estas habitaciones son verosimilmente defectuosas. Sea como fuere, no habiendo podido los residentes europeos acomodarse en estas casas se han edificado ahí casas sobre postes o pilotes de *teck* justapuestos i recubiertos interior como exteriormente de una capa de ladrillos o de morrillos. El techo se compone de una terraza de hormigon sostenida por fuertes tablones. Anquetil agrega que se obtiene por este sistema una elasticidad capaz de resistir a sacudidas poco intensas. Es preciso concluir que ellas no salen indemnes de los grandes temblores, i debe ser así, no pudiendo un muro misto dejar de ser

desorganizado por los diferentes periodos de vibracion de los elementos que lo constituyen.

III.—AMÉRICA

20.—*Casas de la Martinica*

La Martinica es casi el único país que haya aprovechado alguna vez las lecciones del pasado, temblor del 11 de Enero de 1839, i que haya cambiado en consecuencia radicalmente el modo local de construccion, fuera de toda intervencion administrativa o gubernamental. Desde esta época no se levanta mas en Fort de France, por lo ménos, que albañilerías, que no pasan de 4 metros de altura, encima de los cuales no se construye sino un primer piso i un granero por medio de tabiques de madera. En las casas algo cuidadas las murallas del piso del suelo están revestidas de una cubierta con armadura de carpintería.

21.—*Casas hispano-americanas*

El principal defecto de las casas hispano-americanas es el empleo de ladrillos secados al sol o adobes, cuyo uso se extendió desde Méjico a Chile con los conquistadores españoles. Es el mas frágil de todos los materiales, aun cuando se amase la arcilla con la paja i desgraciadamente no ha hecho sino dar prueba de su fácil destruccion. Entre muchos ejemplos se puede citar los temblores del 5 al 10 de Noviembre de 1857, que derribaron a San Salvador en América Central, dejando intactas las aldeas vecinas bien deficientemente construidas de San Juan Nonualco, Analco i San Pedro Perulapan. En definitiva, las murallas caen literalmente formando polvareda, a causa de los temblores aunque sean poco recios.

Existe otra manera de construir los muros que al contrario, presenta a los temblores una resistencia muy satisfactoria i es tambien empleada en la América española en concurrencia con los adobes. El uso ha sido tambien importado de las orillas del Mediterráneo. Se introducen profundamente

en el suelo montantes verticales de madera llamados horcones i sacados de las esencias mas duras i mas incorruptibles. Sobre sus fases interiores i exteriores se clavan del uno al otro cañas poco distantes las unas de las otras i colocadas horizontalmente. Otras veces se les amarra por medio de lianas. Se aplica en seguida tierra o arcilla en la pared así constituida. Se obtienen de esta manera murallas mui elásticas i al mismo tiempo mui sólidas, que se puede en seguida blanquear o recubrir con lleso i aun con planchas. Algunas veces esta pared es doble, es decir, que hai dos líneas de montantes, formando dos murallas paralelas a poca distancia una de otra. El intervalo vacío entre ellas es favorable a la aereacion i a la frescura de la habitacion; pero da asilo a todos los insectos tropicales.

Esta manera seria perfecta si los montantes estuviesen entrelazados i apuntalados, lo que no sucede. Su ensambladura con las vigas del techo es tambien mui defectuosa. Es por esto que los temblores desorganizan con la mayor facilidad murallas que seria, sin embargo, bien fácil hacerlas casi indestructibles por los movimientos seismicos.

El espacio así encerrado no forma mas que la mitad o las dos terceras partes de la superficie de la habitacion. En efecto, sobre dichos montantes descansan vigas horizontales perpendiculares a la mayor dimension del rectángulo i que se prolongan al exterior. Sus estremidades descansan en punta i talla sobre la cumbre de pilares o de columnas de madera cuyo pie entalla tambien sobre piedras; rara vez acompañadas de cimientos de albañileria. Estos pilares forman una línea paralela a la fachada i se obtiene así un espacio cubierto, o verandah (corredor) bajo el cual pasan los habitantes la mayor parte de la existencia. A menudo, todo un espacio rectangular está rodeado de cuatro cañones de piezas unidos, cuyos departamentos se abren sobre el corredor jeneral que da la vuelta por el interior. Esta disposicion, evidente reminiscencia de la habitacion romana, tiene muchos atractivos en los países cálidos.

En las ciudades, i sobre todo al rededor de las plazas pú-

blicas, hai corredor interior para los habitantes de la casa i corredor exterior para el público, permitiendo este último circular delante de los almacenes al abrigo de la lluvia i del sol, lo que basta a dar un aspecto muy original i muy interesante a las ciudades de la América española; pero el equilibrio de estas casas de doble corredor es mas inestable. Las vigas horizontales parten pues de los montantes de la fachada exterior, descansan sobre los de la fachada interior i terminan sobre los pilares del corredor. El sistema es muy inestable, puesto que no se establecen ligaduras entre las vigas i los montantes, i porque las ensambladuras en punta i talla ejecutadas, salga como saliere, no resisten a la menor componente del movimiento seísmico. Se suprime a menudo toda *sablière*, de suerte que toda ligazon horizontal desaparece tambien en el sentido de la fachada. Los tijerales del techo muy primitivos, a veces sin tirantes ni carriolas, no están entonces ligados entre ellos mas que por las cañas horizontales clavadas o adheridas por medio de lianas, que sostienen las tejas.

Nos hemos estendido un poco sobre estas habitaciones, porque salvo algunas variantes locales de detalle, ellas se emplean en toda la enorme superficie de la América española. La incuria con que se las construye es tanto mas culpable cuanto que seria muy fácil, estudiando i efectuando cuidadosamente las ligaduras, hacerlas casi al abrigo de los temblores. Es esto tan cierto que se podria citar muchas iglesias que han resistido a violentos temblores, a pesar de su grande altura, porque las ligaduras estaban ahí bien ajustadas i ejecutadas convenientemente. J. Douglas (*Journey along the West coast of South América; Journal of the R. geogr. Soc. T. X*) cita sobre el particular muchos ejemplos en el Ecuador.

22.—*Casas de Cliffs Dwellers de Nueva Méjico*

A objeto de no omitir nada sobre el arte de construir en los países espuestos a temblores, es que se dirá algunas palabras sobre las casas de esta civilizacion estinguida. Segun

de Nadaillac sus muros de tierra presentan aquí i allá gruesos rodillos horizontales i verticales no ensamblados, destinados, dice él, a asegurar la estabilidad contra los temblores. Se ha visto ya análoga disposición en Metelin i se ha tenido ahí la ocasion de señalar la inanidad de un sistema que destruye la homogeneidad de un muro ya bien débil por si mismo. En cuanto a los Cliffs Dwellers, habitaban un país seísmicamente estable, de suerte que el propósito de poner resistencia a los temblores no habria podido ser mas que un recuerdo llevado de un país de donde ellos habrian emigrado. Es tambien dudoso que los habitantes de Metelin hayan tenido el mismo pensamiento, apesar de los seismos que ellos experimentan. Esta identidad de procedimientos resulta simplemente de la identidad de materiales disponibles en ámbos pueblos.

IV.—OCEANÍA

23.—*Casas de las Filipinas*

La casa mas comunmente construida en las Filipinas por la poblacion criolla no tiene muro de albañilería mas que para el piso del suelo. El primer piso está constituido por una armadura de madera propia cuyos montantes descansan sobre una carriola que corona el muro, o bien, que, atravesando verticalmente el muro, se entierran en el suelo. En este segundo caso el peligro es grande, porque, como siempre, la falta de sincronismo de las oscilaciones i vibraciones provoca la desorganizacion de la albañilería. La armadura sirve tambien para sostener por un lado los pesados corredores exteriores. Fué difícilmente imaginar un dispositivo mas peligroso, i esto se concibe sin dificultad. Tambien la comision militar de exámen de los daños del temblor del 3 de junio de 1863 ha condenado formalmente estos corredores. Mas tarde, el teniente coronel Cortes, no atreviéndose a ir contra los hábitos inveterados de la vida criolla, se contentó con mejorar el sistema con disposiciones convenientes

de la armadura que todo constructor podría imaginar—es por esto que se las deja en silencio—i con hacer sostener estos corredores por medio de pilares que tienen sus cimientos propios. Los temblores de los días 17 i 20 de Julio de 1880 han mostrado la insuficiencia de paliativos en la destruccion de un elemento de construccion que debe suprimirse.

Las chozas indijenas, construidas de bambú i de montantes verticales enterrados en el suelo, resisten relativamente bastante bien, a causa de su lijereza i de su elasticidad, así el 21 de Setiembre de 1897, en Zamboanga (Mindanao) ellas quedaron en pie al lado de las habitaciones criollas derribadas. Pero, sin embargo, en los temblores mas violentos, los montantes son como espulsados del suelo por el movimiento vertical, miéntras que el movimiento horizontal en todos los azimutes obra de tal suerte que produce un agujero cónico semejante al que podria producirse haciendo jirar un baston en la arena mojada o en la tierra. Esto es lo que se ha observado por ejemplo en la iglesia de Jaen (Nueva Ecija el 20 de Julio de 1880).

CAPÍTULO VIII

EFFECTOS DE LOS TEMBLORES DE TIERRA SOBRE DIVERSAS CONSTRUCCIONES DISTINTAS DE LAS HABITACIONES

I.—Derrumbe i ruptura por los temblores de tierra de construcciones elevadas

1. Ecuacion fundamental de estabilidad i esperiencias japonesas.—2. Chimeneas de fábricas. Sistema Diak.—3. Campanarios i torres. Cúpulas, Cruces, Para-rayos.—4. Machones de puentes.—5. Faros i mesas seísmicas para lámparas de faros.—6. Portada de entrada de las propiedades, columnas, monumentos funerarios, ishidoros i menhirs.—7. Depósitos para agua en las estaciones de los ferrocarriles.—8. Derribo de construcciones importantes.

II.—Rotacion i resbaladura de objetos planos a causa de los temblores

9. Tumbas i otros objetos espuestos a la rotacion i resbaladura o deslizamiento.

III.—Construcciones diversas accesorias

10. Muros de sostenimiento, escarpes, terraplenes, muros aislados para sosten de puentes, etc.—11. Estanques, barreras i diques.—12. Acueductos i canales.—13. Trabajos de minas i pozos.—14. Cañerías de gas i otros.—15. Ferrocarriles.—16. Cables submarinos.

Se ve que en este capítulo se trata principalmente de construcciones cuya grande altura con relacion a la base, o su forma plana esponen respectivamente a la ruptura i al derrumbe o a la rotacion i al desligamiento bajo la accion de los temblores. Sin entrar en el desarrollo de consideraciones teóricas, será sin embargo, preciso esponer las nociones necesarias reducidas al minimun, pero apresurándose a someterlas al control de la observacion de los hechos i de las experiencias japonesas.

I. DERRUMBE I RUPTURA POR LOS TEMBLORES
DE CONSTRUCCIONES ELEVADAS

1.—*Ecuacion fundamental de estabilidad i experiencias japonesas*

El problema del derrumbe i de la ruptura por choque sísmico de un objeto o de una construccion de gran dimension vertical con relacion a la base es mui dificil i no ha sido todavía abordado teóricamente de una manera completa por la mecánica racional. Es pues, perfectamente inútil esponer teorías de ensayo, destinadas a desaparecer, i que no son mas, que aproximaciones. Bastará pues esponer los principales resultados, suficientes para la práctica del arte de construir en países espuestos a temblores. Como lo ha hecho ver Omori, la cuestion se simplifica mucho haciendo ciertas hipótesis

sobre los tamaños relativos de las dimensiones de las columnas, porque para simplificar el discurso se empleará esta designación para todas estas construcciones, i por otra parte sobre el valor de la amplitud del movimiento seísmico. Vamos a dar suscintamente la teoría de este sabio seismólogo.

Los japoneses han clasificado desde largo tiempo los movimientos seísmicos segun el tamaño de sus amplitudes. Un temblor es débil o ligero si esta amplitud (completa) no pasa de 1 mm.; es fuerte cuando ella se acerca a 10 mm.; mas allá de 50 mm. es violento; las construcciones de ladrillos son entónces sériamente perjudicadas: hácia 200 mm. el temblor se hace destructor. Para los temblores débiles la vibracion principal tiene un período de 1 segundo; pasa a 2 segundos para los mas violentos.

Si se considera una columna cuya altura sea mucho mas grande que el espesor, el movimiento seísmico podrá ser considerado como obrando por impulsión sobre la base de la columna, i de aquí la tendencia al derrumbe por rotacion alrededor del centro de percusion de la base. La hipótesis relativa a las dimensiones de la columna equivale virtualmente a decir que su período de balanceo, si se la considera como un péndulo invertido, es mucho mas largo que el del movimiento seísmico. De aquí se sigue que columnas de dimensiones mucho menores podrán, sin embargo, ser consideradas como columnas de grandes dimensiones, teniendo en vista los temblores de muy cortos periodos.

Sean:

$2y$ la altura de una columna rectangular.

$2x$ el lado de la base perpendicular a la dirección del movimiento seísmico.

$2a$ la doble amplitud de este movimiento precisamente necesario para traer el derribo de la columna; se tendrá la ecuacion fundamental de estabilidad:

$$2a \frac{x(x^2 + 4y^2)}{3y^2}$$

El valor de a no depende, pues, mas que de la relacion de y , con x' i aumenta naturalmente con el valor de x .

Esta ecuacion se convierte en:

$$2 a = \frac{x k^2}{y^2}$$

para una columna que tiene un eje central i un radio de jiracion k , con relacion a su base.

Las esplicaciones numéricas de estas fórmulas muestran que ningún cuerpo que tenga la forma de una columna, es decir, cuya altura sea al ménos cuádruple de la dimension en el sentido del movimiento seísmico, no es susceptible de ser derribado por un temblor porque se llega a valores de a que estos fenómenos no alcanzan jamas. Como ejemplo de observaciones conformes a esta imposibilidad teórica, se puede citar los Goyúnótôs i los Sanjúnôtôs, pagodas de madera de cinco i tres pisos con balcones, respectivamente, los Hinomiyaguras o torres para campanas de incendio o de templo. Estas construcciones, aunque simplemente colocadas sobre bloques de piedra, no podrian, sin embargo, ser derribadas sino en el caso de que los cimientos cedieran. Los temblores no les afectan sino mui poco, porque son construcciones sólidas del todo comparables a un cuerpo simple, o block, i mui diferentes de las casas ordinarias cuya construccion es tan heteroejénea. En particular estas pagodas son de tal manera indestructibles que el pueblo japonés piensa jeneralmente que hai en su construccion algun misterio religioso que los coloca al abrigo de los temblores. La principal razon está en que estos no poseen jamas la amplitud que seria necesario para derribarlos. Se puede citar tambien el Gojunoto de Asakusa por una parte, el de Nagoya i los Sanjúnótôs de Nagoya i de Hiyoshi en Gôdo por otra, que los desastres de 1855 i 1891 dejaron en pie en medio de ruinas, así como la torre de las campanas del templo Anjôji, que respetó el gran temblor del Shônai del 22 de Octubre de 1894.

Las fórmulas de Omori, en la hipótesis de que el periodo del movimiento no es muy corto con relación al de oscilación de la columna se convierten en la ecuación llamada de *West*.

$$a = \frac{g X}{y},$$

donde y es la altura del centro de gravedad de la columna sobre la base, $2 X$ la distancia horizontal de este centro de gravedad al ángulo o la arista del cuerpo alrededor del cual el cuerpo podría girar, i a el menor valor de aceleración sísmica que permite el derribo de la columna.

Pero bien desgraciadamente las columnas no están sometidas más que a un esfuerzo de dislocamiento o para hablar exactamente de un descenso sobre el plano horizontal, al cual, como se acaba de ver, ella resiste siempre.

Como ellas están puestas en movimiento pendular de oscilación, si la amplitud de ésta es demasiado grande para la elasticidad que aquellas poseen habrá ruptura. Este efecto es a menudo seguido de la caída de toda la columna o de algunas de sus partes, i es viendo los fragmentos arrojados en tierra que ha podido creerse en el derrumbe.

Los seismólogos japoneses han establecido para el fenómeno de la ruptura, fórmulas, cuyas aplicaciones prácticas han sido sometidas por ellos mismos al control de la experiencia. Para esto han fijado columnas de ladrillos que difieren entre ellas de todas las maneras posibles, en dimensiones, formas, aparejos, naturaleza de materiales, etc., sobre una mesa, cuyo nombre mismo. «Mesa para choques» basta a indicar su empleo. Se reproduce pues, sobre estas columnas diversas i experimentalmente todos los efectos de los temblores de tierra por medio de choques de intensidades i de aceleraciones variadas, producidos mecánicamente, correspondiendo al suelo la mesa misma.

La aceleración i todas las particularidades del movimiento comunicado son registradas por medio de seismógrafos espe-

ciales, de suerte que se puede juzgar inmediatamente del acuerdo entre las fórmulas i los efectos producidos. Son estos resultados concordantes de la teoría i de la esperiencia que vamos a resumir sumariamente.

Sean:

W el peso de la columna.

f la altura de su centro de gravedad.

a la aceleracion del movimiento seísmico:

El momento del par de flexion es:

$$M = \frac{f a W}{g} \quad (1)$$

Sean ahora:

a la amplitud del movimiento seísmico.

T su período.

Si se desprecia la fuerza

$$\frac{a W}{T^2}$$

delante del momento de flexión la aceleracion a variará de cero a su máximo.

$$\frac{4 \pi^2 a}{T^2}$$

Considerando ahora en la ecuacion (1) a como indicando la aceleracion máxima, entónces el máximo de M dará el valor del poder fracturador del movimiento seísmico.

Si se examina el caso de una columna que tiene un eje, es decir, cuyos centros de inercia de las secciones horizontales estén en línea recta, se tiene:

$$P = \frac{M}{I} \quad x = \frac{x f a W}{I g} \quad \text{donde}$$

x es la distancia de un punto al eje.

I el momento de inercia de la seccion horizontal que pasa por ese punto con relacion a la interseccion de esta seccion con la superficie neutra.

P la tension longitudinal o la presion en ese punto; se ve que P es proporcional a x i tiene su máximo por $x = x_0, 2x_0$ siendo el espesor de la columna. Este máximo de P es igual a

$$\frac{f a W x_0}{I g}$$

Si P es bastante grande e igual a la resistencia F de la columna a la tension, la columna se fracturará i se tendrá:

$$F = \frac{f a W x_0}{I g}$$

de donde:

$$\alpha = \frac{I g F}{x_0 f W} = \frac{I g F}{x_0 f w V} \quad (2)$$

donde V es el volúmen de la parte fracturada encima de la seccion de ruptura i w el peso de la columna por unidad de volúmen.

Los valores de los momentos de inercia permiten calcular α para todas las formas de secciones de las columnas cilindricas.

Seccion cuadrada del lado $2x_0$:

$$\alpha = \frac{2 g F x_0}{3 w 2 f^3}$$

Seccion cuadrada hueca, de lado exterior $2x_0$ e interior $2x_0'$:

$$\alpha = \frac{2 g F (x + x_0'^2)}{3 w x_0 2 f^2}$$

Seccion rectangular de espesor x_0 en la direccion del movimiento sísmico i de dimension b en la direccion perpendicular:

$$a = \frac{2 g F x_0}{3 W 2 f^2}$$

i así enseguida.

Las secciones rectangulares i cuadradas dan naturalmente el mismo resultado para una misma dimension en el sentido de la direccion del movimiento sísmico.

Numerosas esperiencias se hicieron para determinar F , la que, en igualdad de mezcla, varió de 33,7 a 130,4 libras por pulgada cuadrada (medidas inglesas) es decir, en límites considerables segun la naturaleza de los ladrillos. F varió al contrario muy poco segun las dimensiones de los ladrillos, ni segun el aparejo empleado, juntas horizontales solamente o juntas horizontales i verticales.

Hai lugar a distinguir si el efecto fracturador en la mesa para temblores es aplicado impulsivamente o gradualmente, lo que se distingue segun que la aplicacion de la fuerza produce o no vibraciones en la columna, o lo que es lo mismo si ésta aplicacion de la fuerza termina o nó en un tiempo muy corto con relacion al período de vibracion de la columna considerada como un cuerpo elástico.

No constituyendo los ladrillos un cuerpo perfectamente elástico, se sigue que la ruptura se produce desde que la tension debida al movimiento pendular de oscilacion sobrepasa el límite de elasticidad. En estas condiciones la resistencia de una columna de ladrillos contra un esfuerzo aplicado impulsivamente es la mitad de aquella contra un esfuerzo aplicado gradualmente.

En la ecuacion de estabilidad sísmica la aceleracion a debe ser considerada como aplicada gradualmente de manera que F es la resistencia del ladrillo a la tension i no a su mitad, puesto que en los casos de temblores destructores el período de 1 a 2 segundos es ciertamente mucho mas largo que el comunicado a la máquina de ensayo.

De una manera jeneral, las esperiencias han mostrado i confirmado la lejitimidad del empleo en la práctica, de la ecuacion de estabilidad. Se notará que la estabilidad seísmica de una columna de seccion uniforme es directamente proporcional a $2 X_0$ e inversamente proporcionada al cuadrado de $2f$. Parece pues que una columna mui alta sea incapaz de resistir a la ruptura por fuerte movimiento seísmico i es lo que se ha observado en los temblores.

De otro lado la aceleracion necesaria a la ruptura es proporcional a F , resistencia del ladrillo a la tension, que las esperiencias han mostrado ser prácticamente igual a la de la mezcla de las juntas. Se podrá pues, segun las necesidades disminuir el espesor de una construccion de ladrillos empleando una mezcla mejor, conservando en todo la misma estabilidad seísmica.

Omori ha construido el gráfico de la relacion entre la altura $2y_0$ de la columna encima de la seccion de ruptura i la aceleracion fracturante, suponiendo corresponder ésta a una resistencia $\frac{100 A}{F}$ de los ladrillos empleados. Se vé ahí que A aumenta mui rápidamente con $2f$.

Las ecuaciones precedentes muestran que una columna hueca es mas resistente que una llena o maciza, si, en todo caso, su espesor ($X_0 - X_1$) es bastante grande para que la ecuacion de estabilidad resulte lejitima.

De que α no dependa sino de la relacion $\frac{x}{y}$, resulta su independencia de la materia de la columna, de suerte que la aceleracion necesaria para el derrumbe será la misma para el fierro, la madera, la piedra, el ladrillo, etc., i esta conclusion ha sido confirmada en las esperiencias de la «*mesa para choques*».

Estas ecuaciones fundamentales permitirán a todo constructor poner al abrigo de los temblores los edificios de grande altura con relacion a la base, puesto que podrá deducir de ellas la dimension que les corresponde i la resistencia a la ruptura que deberá exigir de los materiales.

2.—*Chimeneas de fábricas. Sistema Diak*

Conforme a lo que precede, no se conoce ejemplos de chimeneas derribadas, por descenso se entiende, en los temblores de tierra aun en los mas violentos. Es que, segun la fórmula de West, serian necesarias aceleraciones que no han sido jamas observadas. Sucede mui de otro modo en cuanto a la ruptura. El cuadro siguiente ha sido formado por Tana-be i Mano despues del estudio de las chimeneas mas o ménos perjudicadas en Osaka cuando el gran temblor del 28 de Octubre de 1891:

Altura en pies	Número total de las chimeneas	Número de las chimeneas deterioradas	% de las chimeneas deterioradas
101—150	10	3	30
81—100	18	4	22
61—80	44	14	32
46—80	90	23	26
30—45	68	9	13
TOTALES	230	53	23

Constatando estos observadores que el número de las chimeneas perjudicadas no es proporcional a la altura, concluyen que existe una altura crítica i se preguntan si los daños no tendrán su parte en la vibracion elástica de las chimeneas mismas.

Sea como fuere, estas chimeneas estaban todas rasgadas un poco arriba de la mitad de su altura, i los daños en la parte inferior eran mui raros. Igual observacion ha sido he-

cha con ocasion de otros temblores, como los de Assam del 12 de Junio de 1897 i del Japon de 20 de Junio de 1894. Para este último temblor Omori constató que once chimeneas solamente habian perdido su coronamiento sobre cuarenta i nueve deterioradas, i que, lo mismo que en Osaka, la porcion caida yacia a una distancia enteramente variable i sin relacion con la altura de la chimenea, escluyendo así todo fenómeno de proyeccion. Estas cuarenta i nueve chimeneas deterioradas lo estaban al partir de una altura que varia entre los 24 i los 94 centésimos de la altura, sea un término medio de 67 centésimos. De estos hechos Omori ha deducido que el punto mas débil, probablemente hablando, estaba en esta última altura, i que es a partir de ahí que las chimeneas comienzan a agrietarse, despues a quebrarse si estas grietas las debilitan suficientemente. Para una chimenea cilíndrica de los diámetros exterior e interior d_2 i d_1 , respectivamente, la ecuacion de estabilidad es:

$$\alpha = \frac{\pi g (d_2^4 - d_1^4)}{32 d_2 f w V}$$

Trasportando a esta fórmula los valores prácticos de las cantidades que entran en ella, se puede concluir que ninguna de las chimeneas de fábrica actualmente construidas es capaz de resistir a los temblores de aceleracion destructiva. Este resultado es muy interesante, porque conduce a buscar un paliativo en otra parte fuera de sus dimensiones. Es a Diak a quien se debe esta invencion. Tres que él habia edificado quedaron en pie en medio de sus vecinas derribadas el 16 de Abril de 1890 en Yokohama.

En lugar de buscar la rijidez por medio de círculos de fierro, ilusorio paliativo, amenudo empleado, adaptó a éstas un ingenioso sistema de ligaduras longitudinales de fierro, que le permitieron obtener una gran elasticidad trasversal. El 20 de Junio de 1894 una chimenea de una fábrica de algodón de Kanegafuchi (Tokio), alta de 50 metros i con diámetros interior i exterior en la base de 4 i 5 metros, establecida se-

gun esta disposicion, no sufrió mas daño que la cortadura de una sola de estas ligaduras longitudinales.

Otras veces el fierro ha sido empleado con exclusion de la albañileria de ladrillos mas arriba de la mitad o de los $\frac{2}{3}$ de la altura. Si nos referimos a las observaciones de Osaka precedentemente relatadas, seria preciso, para tener toda seguridad, emplear el fierro a partir de los 24 centésimos a lo ménos.

Si se emplea la albañileria sola, Milne es de opinion que el único medio de oponerse a la destruccion de las chimeneas de fábricas, aparte del sistema Diak, parece ser la aplicacion de los principios fijados para los machones de puentes de perfil parabólico, la reduccion del peso de la cumbre, el empleo de ladrillos huecos i una base mucho mas ancha. Pero parece poco probable que estos medios basten a paliar los efectos de los temblores violentos.

Un ingeniero japonés a quien se le reprochaba la caída de una chimenea que él habia construido i que habia sido completamente derribada a causa, se decia, de la mala calidad de la mezcla empleada, se defendió respondiéndole que con una mejor mezcla, la chimenea, en lugar de caer en un monton de ruinas al rededor de su base, se habria fragmentado en gruesos bloques cuya caída habria sido mucho mas perjudicial para las casas de abajo. La imposibilidad para estas chimeneas de resistir a los temblores hace su respuesta mucho mas conforme a la realidad que lo que él mismo creia probablemente.

Teóricamente pues una chimenea de fábrica deberia tener la forma parabólica de revolucion que se estudiará a propósito de los machones de puentes. Serian cuerpos puntiaguados enjendrados por la revolucion de un arco de parábola al rededor de un eje vertical paralelo al suyo, pero exterior a la curva. La enormidad del consumo de materiales, la extrañeza de la forma i el tamaño del espacio perdido en la base, impidieron probablemente siempre adoptar esta forma que el sistema Diak parece reemplazar ventajosamente.

La torre Eiffel presenta una forma jeneral parabólica es-

teriormente. Es una nueva razon que se agrega a la ya indicada para su indestructibilidad por los temblores.

3.—*Campanarios i torres; cúpulas, cruces i para-rayos*

En los grandes temblores la destruccion de los campanarios de iglesias alcanza proporciones considerables. Esto tiene por causa mui a menudo el no sincronismo de sus movimientos oscilatorios i vibratorios con los del edificio principal, i tambien a menudo, como lo hace notar el arquitecto Kauser a propósito de la iglesia de los Franciscanos en Agram el 9 de Noviembre de 1880, la desigual reparticion del peso de la madera que soporta las campanas sobre los muros del campanario. Esta carpinteria deberá pues estar repartida igualmente sobre los cuatro muros o en el caso de un campanario circular sobre toda su periferia i en todos los casos estar sólidamente arraigada al resto de la construccion.

La mejor solucion, desgraciadamente poco estética, es verosímilmente la que se encuentra frecuentemente en Italia, la independencia entre el campanario i la iglesia. Mallet cita el ejemplo del de Atena torre cuadrada de 90 pies de altura sobre 22 de base, que el 16 de Diciembre de 1897 quedó en pie en medio de esta aldea completamente devastada.

Se ve a menudo en las pequeñas iglesias la campana soportada por una cúpula sobre el muro de la portada de entrada. He ahí una disposicion irremediamente consagrada a la destruccion, como por otra parte lo prueba bien la observacion. El peso relativamente considerable de la campana, su posicion peligrosa en la cumbre de un pináculo elevado i en fin su movilidad bajo la accion del movimiento seísmico, bastan a asegurar su pérdida. El temblor del 19 de Diciembre de 1899 en Akhalkalahi dió de ello numerosos ejemplos.

Parece segun los hechos observados que los campanarios circulares i las torres resisten bastante bien a los temblores, sobre todo cuando están aislados, aunque no se puede alegar ninguna estadística precisa a este respecto. Pero, *a priori*

debe ser así, puesto que si la bóveda de eje horizontal es un deplorable elemento de construcción contra los temblores, no es lo mismo si su eje es vertical, obrando entonces el esfuerzo sísmico precisamente en el sentido para el cual se la construyó, es decir, normalmente a sus estrados i hacia el interior, como la pesantez para una bóveda de eje horizontal. Es tan cierto que una gran bóveda de arco completo o lleno de un convento de la Antigua Guatemala, muy inclinado desde los temblores de 1607 que hicieron ceder sus pie derechos, ha resistido perfectamente, desde que tiene esta posición, a todos los numerosos i violentos temblores de tierra posteriores, i muy particularmente al del 29 de Julio de 1773.

Si los campanarios se derriban con una desoladora facilidad, i Wahler ha dado para el temblor croata del 9 de Noviembre de 1880 un gran número de ejemplos cuidadosamente estudiados i detallados, se concibe sin dificultad cuánto mas numerosas son todavía las rupturas de las cruces que sobrellevan en razón de la amplitud exajerada del movimiento sísmico en su cumbre. La piedra debe ser rigurosamente proscrita para la erección en los países sometidos a temblores. En cuanto a las de metal, fierro o de preferencia acero, bastará ligarlas con el mayor cuidado a la carpintería del campanario i los medios apropiados no faltan.

En estas condiciones ellas evitarán el ser falseadas o quebrantadas en su solidez, bastando la elasticidad del metal para salvarlas de la destrucción.

Los para-rayos de los edificios importantes se encuentran exactamente en las mismas condiciones defectuosas de las cruces, i los mismos medios preventivos serán empleados. Existe, sin embargo, un género de daño que citar i que Wahler con motivo del mismo temblor de Agram, señala en el para-rayo de la torre de la Iglesia de Zlatar, a saber: la disjunción entre el tronco i la punta.

Los constructores tendrán que recordar este hecho.

4.—*Machones de puentes*

Los seismólogos japoneses han estudiado mui atentamente la manera como han sido destruidos sus puentes de ferrocarriles en las provincias centrales el 28 de Octubre de 1881 i han deducido de ahí la mejor manera de construirlos. Entre muchos ejemplos se escojerá los dos mas importantes i mas instructivos, los del Nagara i del Kiso Gawa, construidos por otra parte mui diferentemente.

Los machones del puente del Nagara estaban todos compuestos de un grupo de cinco columnas circulares de fierro fundido de dos pies seis pulgadas de diámetro i de una pulgada de espesor, rellenas de hormigon, i cuya altura crecia con la profundidad, de las orillas al medio, hasta 20 pies, pero sin cambiar de seccion. La carga era de 185 toneladas por machon. Las columnas de los machones de estribo quedaron intactas. Pero de las orillas al medio, donde el emplantillado habia completamente cedido por hundimiento el número de las columnas destruidas aumentaba progresivamente hasta la totalidad en el grupo central. Estaban todas rotas en su base, pero las del centro, ademas, se habian fragmentado en muchos pedazos, mui probablemente a consecuencia de su caída. Este puente, así como el del Kiso Gawa, por lo demas, habian resistido anteriormente a violentas inundaciones i a un terrible *tifon* que volcó una locomotora. La fragilidad del fierro fundido, aun relleno de cemento, fué, a pesar del sólido entrelazamiento de las cinco columnas de cada grupo, la causa eficaz de la destruccion del puente del Nagara i de sus similares, así este sistema debe ser absolutamente condenado. Es con razon que los japoneses lo han abandonado.

El puente del Kiso Gawa, de 600 metros de largo, fué construido de un modo del todo diferente. Cada uno de sus machones de albañileria descansaba sobre el fondo del rio por dos pilares circulares de albañileria tambien de 12 pies de diámetro, i reunidos encima de la superficie media del agua por medio de una bóveda de arco lleno sobre la cual, así

como sobre los pilares, estaba construido el machon mismo. Cada machon, con un ligero beneficio sobre sus cuatro lados tenia 30 pies 9 pulgadas de altura, 21 i 10 pies de base. Estas dimensiones considerables, teniendo en vista la carga de 160 toneladas por machon, no les impidieron ser todas, el 28 de Octubre de 1891, rotas en la bóveda de juncion de sus pilares gemelos o mui cerca de ella. Es preciso detenerse ahí, puesto que los dos pilares de cada machon eran susceptibles de movimientos diferentes i antagonistas bajo la accion del esfuerzo seismico, porque se habia introducido allí un elemento esencialmente inestable i destructible, la bóveda i, en fin, porque el vacío entre los pilares reducía la seccion útil del machon justamente allí donde el esfuerzo de la ruptura era mas grande, en la base. Se ha debido pues, despues del suceso, reemplazar los dobles pilares por un pilar único elíptico de gran eje en el sentido de la corriente naturalmente, i cuya estabilidad seismica, mayor de un tercio, era, sin embargo, todavía insuficiente, como va a verse. En efecto, la aceleracion seismica ha sido medida en 4,000 mm. mas o ménos en Kasamatu, villa situada inmediatamente a la desembocadura del puente. El movimiento principal atacó el puente con una inclinacion, mui cerca de 67° sobre su normal, lo que en esta direccion daba 3,700 mm. de aceleracion para el esfuerzo de ruptura en el sentido del thalweg.

De las fórmulas dadas anteriormente, Omori ha llegado a una estabilidad seismica a de 850 mm. solamente para los machones de doble pilar, mientras que los machones elípticos de reemplazo tenia una de 1,270 mm. La ventaja ha sido pues de 420 mm. despues de la refaccion, o sea un tercio de mas. Se está sin embargo, todavía bien léjos de los 3,700 necesarios.

Ha sido pues preciso buscar otra solución. Omori la ha encontrado en el perfil doblemente parabólico de los machones superpuestos cortados por un plano vertical paralelo al tablero del puente, sin que sea necesario ni aun útil, estando dado el propósito perseguido, entrar en desenvolvimientos teóricos, bastara decir que Omori ha formulado la ecuacion

fundamental de estabilidad de manera que la resistencia a la ruptura sea constante en toda la altura del machon. El ha llegado así al perfil parabólico

$$y^2 = \frac{10 \text{ g F}}{a w} x$$

donde $2X$ es el largo del lado del rectángulo de la seccion horizontal normal a la direccion longitudinal del puente a la altura y . Se tiene así dos arcos de parábola de ejes verticales para limitar el machon de cada lado i naturalmente se troncha en la cumbre el sólido así obtenido. Es ésta la seccion de troncadura que sirve a sostener el tablero. En la práctica i siendo débil la curvatura de los arcos de parábola, se puede sin aumento notable de los materiales necesarios reemplazarlos por sus cuerdas, lo que no contribuye a debilitar el machon. Si se toma pues para a un número suficientemente grande i conforme a lo que se ha dicho para las aceleraciones observadas en los temblores destructores, se estará cierto de tener machones seismicamente indestructibles porque el esfuerzo de dislocacion no es de temer como se ha visto mas arriba.

Los machones parabólicos han sido definitivamente adoptados en el Japon i Pownal ha dotado con ellos muchos puentes de ferrocarriles de *Usui*. El ha tenido por otra parte cuidado de emplear mejores materiales i en particular un mejor mortero en la base que en la parte superior de los machones, economía muy sensible por otra parte.

Conclusion: Es evidente que el perfil parabólico debe aplicarse todas las veces que sea posible a las construcciones de grande altura con relacion a su base. No es pues inútil señalar que las fórmulas de Omori conducen a la consecuencia de que los machones cuadrados rectangulares i circulares tienen estabilidades seismicas proporcionales a los números 10, 4, 3, 5 en igualdad de seccion de base i de otros coeficientes, bien entendido.

5.—Faros i mesas aseísmicas para lámparas de Faros

Las narraciones de los temblores que se han compulsado no hablan de caída o dislocación de faros, pero se sabe que estas construcciones son muy sensibles a los seísmos, i se puede decir que sus guardianes viven en verdaderos seismóscopos. Es así como a lo largo de las costas de Noruega i de Chile estos humildes funcionarios son muy útiles en la colecta de las observaciones seísmicas.

Teóricamente su forma debería ser parabólica de revolución. No se les ha construido de esta manera, pero con frecuencia la curvatura que se les dá para permitirles mejor resistencia al choque de las olas responde en parte a este desideratum.

Si no han habido todavía algunos destruidos por ruptura a lo largo de las costas inestables es probablemente porque son siempre construcciones estremadamente cuidadas i bien estudiadas, a causa de la necesidad de darles una resistencia suficiente contra las tempestades.

Pero si la construcción de los faros mismos no ha dado lugar a un sistema formalmente destinado a hacerlas escapar al peligro seísmico, por lo ménos se ha pensado en proteger al aparato luminoso. El primero Stevenson (Trans. Soc. of Arts. Escotland, t. VII, 1868, p. 557.) pensó en colocar el conjunto de las lámparas i el dispositivo de rotación sobre una mesa hecha aseísmica por bolas de fierro que le permitian rodar en todo sentido i sin choque peligroso bajo la acción del movimiento seísmico. Mas tarde, R. H. Brunton, encargado de la dirección de algunos faros japoneses, tuvo ocasión de constatar un ejemplo donde una de estas mesas no preservó de averías al aparato luminoso. En una memoria sobre los faros japoneses (Minutes of Proceedings of the Civil Engineers Institute, t. LXVII.) este ingeniero probó que despues del establecimiento de estas mesas, su libre movimiento ocasionó tantos inconvenientes que los ingenieros europeos, entónces al servicio del Japon, debieron fijarlas

por medio de garfios, i el sistema fué temporalmente abandonado. Se volvió a él en 1882 i, en el faro de Tesurogasaki, un cierto número de tubos o globos de lámpara fueron quebrados i derribados sobre los quemadores por el temblor del 11 de Marzo de 1882 que, aunque se sintió en mas de 300 millas de costa, no produjo ningun daño en los otros faros, en particular en dos situados a ménos de 8 millas del primero. En el mismo faro el temblor de 15 de Octubre de 1884 dislocó i quebró quince tubos de lámpara sobre treinta i uno, confirmando así la ineficacia de las mesas seísmicas, cuyo empleo Milne no condena sin embargo absolutamente. Hace observar en efecto que por una parte el sistema está destinado únicamente a atenuar el efecto de los movimientos horizontales i no el de los verticales, i que, lo mismo que para las fundaciones aseísmicas, habria lugar a disminuir notablemente la libertad del movimiento, Sea como fuere, la cuestion ha quedado ahí.

6.—*Portada de entrada de propiedades, columnas, monumentos funerarios, ishidoros, menhirs*

Se trata aquí de cierto número de construcciones ordinariamente poco elevadas, cuya forma de columna i su poca altura esponen a la vez al derrumbe i a la ruptura. En cuanto al movimiento de rotacion que ellos son susceptibles de tomar bajo la acción de los seísmos, se reservará para el artículo siguiente:

Las relaciones de los terremotos son prolijas sobre estos efectos que atestiguan la violencia de aquéllos de una manera espantosa. No se dará, pues, sino los detalles que puedan ser instructivos i puedan conducir a imaginar paliativos contra la destruccion de estos movimientos.

Inmediatamente despues es necesario observar que objetos semejantes de esta naturaleza, pueden ser dislocados en direcciones muy diferentes a despecho de una vecindad casi inmediata. Por ejemplo, los dos pilares de entrada de la propiedad Inglis en Cherraponjee el 12 de Junio de 1897, nueva

prueba, después de muchas otras, que construcciones o partes de construcciones muy aproximadas pueden ser sometidas en el mismo instante a movimientos muy diferentes. No hay ejemplo más instructivo de estas desigualdades de movimientos que el citado por von Prudnik de dos piedras de un mismo molino, en Remete, cerca de Agram en el temblor de 9 de Noviembre de 1880: la una en reposo, fué puesta en marcha, mientras que el movimiento de la otra fué detenido.

En el temblor de tierra de Agram del 9 de Noviembre de 1880, Wahner cita el hecho de que la columna de la María Teresa quedó en pie en medio de la ruina completa de los edificios que rodeaban la Plaza del Capítulo, gracias a las bandas y a las ligaduras de fierro que unían todas sus partes. Esta simple advertencia da inmediatamente el medio preventivo que debe emplearse.

El solo ejemplo conocido (al menos por el autor) de menhirs derribados por los séismos es el de los de Kanchi en los Khasi Hill en el gran desastre de Assam, tan a menudo citado ya. Si el hecho en sí mismo no tiene gran interés bajo el simple punto de vista de construcción, no ha sido sin embargo menos útil de constatarlo porque él demuestra que este temblor no ha tenido equivalente en el país desde la erección de estos monumentos megalíticos, es decir, desde una antigüedad muy atrasada, puesto que el recuerdo de las poblaciones que los elevaron ha desaparecido completamente de las tradiciones populares locales de la época actual. Esta observación muestra también cuán imprudente es fiarse en la intensidad de los temblores devastadores conocidos, sin temer que la violencia observada sea jamás sobrepasada un día, y por tanto, que los constructores se restrinjan a tal o cual grado de precauciones preventivas contra sus efectos en lo venidero.

Los *ishidoros* son pequeños monumentos columnarios, construidos en gran número alrededor de los templos japoneses, frecuentemente dispuestos en hileras, más o menos ornados de esculturas y de destino funerario, cuando no son empleados para soportar lámparas o linternas de uso religioso. De

formas muy variadas son dislocados i quebrados por centenares en todos los grandes temblores i dan con frecuencia lugar a observaciones interesantes sobre la naturaleza del movimiento seísmico, como así tambien los monumentos de formas similares de los cementerios cristianos. Segun los casos, los unos i los otros pueden, por la uniformidad o la variedad del sentido de su caída, suministrar indicaciones precisas sobre la dirección del movimiento destructor, o bien demostrar la multiplicidad i la complejidad de las impulsiones seísmicas comunicadas a los unos i a los otros, a pesar de su vecindad mas o ménos inmediata.

La fórmula de derrumbamiento que debe emplearse para deducir de ahí las dimensiones que los harian indestructibles por tal o cual amplitud seísmica peligrosa es la de West.

$$a = g \frac{X}{I}$$

donde X es la media dimension de la columna supuesta de eje central transversalmente al movimiento seísmico, i la I la altura de su centro de gravedad; i en la hipótesis de que la amplitud no sea muy pequeña con relacion a la base. Las vibraciones accesorias no son jeneralmente de temer a causa de la pequeñez de su amplitud.

7.—*Depósitos de agua en las estaciones de los ferrocarriles*

En los países espuestos a temblores es inadmisibile hacer descansar los depósitos de agua encima de altas construcciones, aun para aquellos de débil capacidad destinados a la alimentacion de las locomotoras en las estaciones de los ferrocarriles, de lo contrario su destruccion estará asegurada. Si pues con referencia a lo que precede no se resuelve darles una forma parabólica de revolucion sera preciso por lo ménos edificarlos sobre una armadura de madera en la cual se bajará tanto como sea posible el centro de gravedad.

Uno de estos depósitos fué destruido el 16 de Diciembre de 1902 en la estacion de Fendtchenko, cerca de *Andijane* sobre la línea férrea del Asia Central.

8.—*Derribo de construcciones importantes*

La ecuacion de West no es aplicable a las pagodas, templos, palacios, habitaciones i otras construcciones cuyas dimensiones horizontales son mui grandes con relacion a la amplitud del movimiento sísmico. Estos monumentos no son jamas derribados en el sentido propio de la palabra, i en el hecho, las descripciones de los temblores no señalan ningun ejemplo. Esta observacion es útil tanto para mostrar el perfecto acuerdo de las observaciones con las esperiencias i las teorías de los seismólogos japoneses, cuanto para llamar la atencion sobre una expresion equívoca tan frecuentemente encontrada en las relaciones. Ellas caen por ruptura i no por derribamiento a despecho de apariencias contrarias.

II.—ROTACION I DESLIZAMIENTO DE OBJETOS PLANOS A CAUSA DE LOS TEMBLORES

9.—*Tumbas i otros objetos espuestos a la rotacion i al deslizamiento*

La relacion de los grandes temblores abundan en ejemplos de rotacion, de deslizamiento i de traslacion de objetos planos (plats) como las tumbas o de formas diferentes como los pilares, columnas, etc. Es éste un fenómeno al cual siempre se ha atribuido una gran importancia, quizás principalmente porque, segun la opinion de antiguos seismólogos, sobre todo italianos, él define el carácter de los temblores rotatorios *corticosi*. En realidad este jénero de seismos no existe, i el error de observacion que ha hecho creer en su existencia parece mas bien esplicarse por lo que se ha dicho anteriormente sobre la estrema complejidad de direccion de las dife-

rentes componentes horizontales del movimiento enjandrado en la superficie terrestre por los seismos violentos.

La esposicion de la teoria mecánica de los movimientos de rotacion i de deslizamiento bajo la accion de los temblores no entra absolutamente en el plan de esta obra. Por otra parte ellos son numerosos, lo que tenderia a demostrar su poca solidez; el problema es por lo demas mui dificil de abordar de una manera completa; este desacuerdo de los seismólogos lo prueba bien. Quizás todas lo mismo, salvo la primera, tienen una parte de verdad segun los diferentes casos. Bastará pues enumerar sumariamente estas teorías i los principios sobre los cuales ellas descansan.

La primera en fecha, la de Sarconi, establecida a propósito del temblor de tierra de las Calabrias del 27 al 28 de Febrero de 1783 implica la rotacion de una parte de la corteza terrestre, fenómeno mui dificil de concebir en sí i del cual la observacion no confirma la existencia real. Mallet ha espuesto dos: en la primera él atribuye la rotacion de los cuerpos al hecho de que el centro de resistencia i el centro de gravedad no se encuentran en el mismo plano vertical que la direccion del movimiento ondulatorio, i en la segunda él esplica el fenómeno por un segundo movimiento seísmico de direccion oblicua con relacion a la del primero i obrando, ántes que éste haya cesado, con tendeneia a producir un efecto de rotacion del cuerpo alrededor de una de sus aristas o de sus ángulos de base. Gray se refiere a que el centro de gravedad i el ángulo alrededor del cual tiende a jirar no se encuentran en la direccion de la impulsión seísmica. R. D. Oldham ha discutido todas estas hipótesis esclareciéndolas i desarrollándolas, i Omori, por su parte, ha establecido dos fórmulas que no difieren en el fondo de la de sus predecesores pero que se darán solas aquí porque ellas han sido empleadas en las esperiencias japonesas.

Sean:

2 X el lado de la base del cuerpo perpendicularmente a la direccion de propagacion del movimiento seísmico,

2 y la altura del cuerpo (X es grande por relacion a y),

g la aceleracion de la pesantez,
 m la masa del cuerpo,
 a la aceleracion horizontal del movimiento seísmico,
 S el frotamiento,
 p el coeficiente del frotamiento.
 Se tiene:

$$S = m a = m g \frac{X}{y}$$

Desde que $\frac{X}{y}$ se hace mayor que p el cuerpo comenzará a deslizarse, no pudiendo tener lugar el derrumbe o la proyeccion sino por grandes valores de a .

Esta fórmula instruye muy suficientemente sobre la forma que debe darse a un cuerpo para que no sea dislocado, pero independientemente de esto es preciso no olvidar la ligadura de la base a los cimientos ni las de las partes constitutivas entre sí, porque de esto se obtendrá el complemento necesario de seguridad.

III.—CONSTRUCCIONES DIVERSAS ACCESORIAS

10.—*Muros de sostenimiento, escarpes, terraplenes. — Muros aislados para estribos de puente, etc.*

El perfil parabólico es evidentemente el único admisible para todos estos muros.

No se puede usar en ellos una práctica mas mala que la de constituirlos, como se hace a menudo, con piedras de gran espesor de cola triangular penetrando en el macizo por detras i apiladas las unas sobre las otras con juntas de cascajo i mortero perdidos, con o sin cal. La destruccion, el 28 de Octubre de 1891, de semejantes escarpes en la ciudadela de Nagoya, ha dado lugar a esta conclusion falsa, indicada por Conder, que los muros de albañilería ofrecen ménos re

sistencia que los de maderas i albañilería. Esto no era verdad sino porque se trataba allí de verdaderos muros de piedras secas, sin otra cohesión, insuficiente para el caso, que la debida al peso considerable de los bloques.

También en este mismo temblor del Japon Central se constató la destrucción de todos los muros de las rampas de acceso de las vías férreas a los puentes. Estaban todos verticalmente separados de los estribos. Será pues preciso cuidar particularmente los enlaces mútuos de estos muros con los de los estribos, i dar a su conexión formas convenientes, excluyendo los ángulos vivos. A menudo también por falta de cohesión de los materiales de la rampa misma se habían, por decirlo así, colado por las grietas. Esto ha sido señalado, por ejemplo, para el puente sobre el Nagara, donde la vía ha quedado suspendida encima del vacío después de la fuga de la rampa. He ahí también un punto de vista que los constructores no deberán despreciar.

Tanto en el temblor de 31 de Agosto de 1886 en Charleston para el puente del ferrocarril de Savannah sobre el río Ashley como para muchos de los puentes sobre los innumerables ríos de Bengala i del Cachar en el temblor de Assam del 12 de Junio de 1897, se ha tenido ocasión de señalar un género de destrucción muy uniforme de estos puentes, a saber la aproximación mútua de los estribos opuestos, moviéndose el uno i el otro hacia el medio del curso del agua. Este efecto de converjencia es debido a la posición desgraciadamente inevitable de los estribos a la orilla de un terreno inclinado i a la libertad de movimiento oscilatorio seísmico que resulta al costado del agua. Se sigue la encorvadura del tablero del puente por contracción, efecto que hace saltar los pernos i las eclisas de las líneas férreas i puede llegar hasta la destrucción completa del puente. R. D. Oldham cita un caso donde una portada de 20 pies había sido reducida a ménos de 1.

11.—*Estanques, barreras i diques*

En el temblor del Japon Central del 28 de Octubre de 1891, Milne vió a 200 millas del epicentro producirse ondas en un estanque de paredes verticales i de 15 pies de profundidad. Subian de 2 pies i reventaban a 4 con violencia. Las paredes de tales estanques pueden pues ser derribadas, lo que sujere la opinion de que seria preciso un apoyo notable o una forma curva, semejante a la que se da a los rompeolas de los puertos de mar. Por el mismo temblor, un estanque del servicio de las aguas de la ciudad de Yokohama tuvo una porción de sus muros completamente derribada por el movimiento de vaiven del liquido.

Los diques de las barreras trasversales a los valles están sujetos a los mismos efectos. Será necesario, pues, calcularles en consecuencia la forma i las dimensiones.

12.—*Acueductos i canales*

Los grandes arcos del acueducto de Méjico fueron mui deteriorados por el temblor del 19 de Junio de 1858. Durante las sacudidas se les vió abrirse, despues cerrarse alternativamente muchas veces, dejando escapar torrentes de agua. Mas de cien arcadas fueron maltratadas, de las cuales mas de la mitad amenazaban ruina despues del suceso. Estos daños eran la consecuencia obligada del empleo de arcos.

Pownall atribuye la frecuente conservacion perfecta de ciertos acueductos romanos en paises inestables al empleo de ladrillos enormes, lo que aumenta mucho la solidez de la bóveda, i a la excelencia del cemento romano.

Los antiguos acueductos subterráneos que los españoles habian construido en San Salvador (América Central) fueron en jeneral reventados por el temblor del 19 de Marzo de 1873. Eran de sólidos adoquinados, en seccion cuadrada, i formados de grandes enlazados de piedra sólidamente contruidos, pero las juntas no pudieron resistir.

Los canales sufren mucho cuando están demasiado próximos a los ríos respectivos cuyas orillas, así como se ha visto, son puntos de elección para las series de hendiduras paralelas. Por otra parte, sus propias orillas están en las mismas malas condiciones. No hai otro medio paliativo que de darle a sus cortes una mui suave inclinacion.

13.—*Trabajos de minas i pozos*

Segun el testimonio de Troncoso, los temblores verticales son los mas peligrosos, si no los únicos para los trabajos de minas.

Los únicos ejemplos que son conocidos de daños de importancia en minas (del autor al ménos) son los de los temblores, todos chilenos, del 19 de Noviembre de 1822 en Valparaíso (mina de El Bronce, en Peteroa o Petorca), i de los de Copiapó del 5 de Octubre de 1859 (mina del Cármen Alto) i del 12 de Enero de 1864 (minas de Santa Elena i Tránsito a Ojancos) i en fin, de Coquimbo el 14 de Enero de 1854 en la mina de cobre de Cerro de la Cruz de Caña. Las galerías se rompieron en todos estos casos, sepultando a los mineros bajo sus escombros.

La falta de ejemplos relatados de destruccion de los pozos de descendimiento indica una inmunidad verosimilmente debida al hecho de que son bóvedas de eje vertical. Si están desnudos i cavados en roca viva, participan de la estabilidad.

La misma razon es evidentemente válida para los pozos ordinarios. Los ejemplos de haberse llenado por el fango i las arenas venidas de abajo i arrastradas por el agua bajo la influencia del movimiento seísmico, son mui comunes, al contrario de otros, mas que raros, de destruccion por daños en las paredes. En el temblor del Assam del 12 de Junio de 1897, se señaló un número considerable de ejemplos.

En el temblor del 31 de Agosto de 1886 todas las construcciones de la Fábrica de Gas en Charleston sufrieron gravemente apesar de su establecimiento sobre pilotes, necesari-

rio para un suelo bajo i fangoso. Todos los muros se agrietaron a escepcion del gran cilindro de ladrillos de eje vertical, que constituia el pozo del gasómetro. Esta cubierta habia resistido perfectamente apesar de la amplitud considerable del movimiento oscilatorio que habia experimentado, amplitud exactamente medida por el ancho de una hendidura de 24 centímetros existente entre ella i el suelo que la rodeaba, lo que se constató despues del temblor. Este hecho es una demostracion sorprendente de la resistencia que ofrecen las bóvedas de eje vertical, porque los materiales, ladrillos i cales eran mas bien medioeres, habiendo sido levantada la construccion mucho despues de 1838, época en la cual se habia abandonado la cal de concha i los ladrillos a mano, como se ha tenido ya la ocasion de decirlo.

14.—*Cañerías de gas i otras*

Las observaciones son raras a este respecto.

El ingeniero de las fábricas de gas de Yokohama, H. Pelegrin, ha podido decir en 1877 que desde hacia tres años ningun temblor habia producido averías en los 20 kilómetros de cañerías de gas de fundicion de esta ciudad, ni en los 35 de la de *Yedo*, aunque muchos temblores sérios se hubiesen sentido allí, por ejemplo el del 8 de Febrero de 1874.

El 15 de Febrero de 1898 en Monserrate las cañerías de agua de la ciudad se rompieron en muchos puntos.

15.—*Ferrocarriles*

Los temblores que han ocasionado daños importantes en las vías férreas, o al ménos aquellos de los cuales se posee detalles circunstanciados, son los de Copiapó del 5 de Octubre de 1859, de Charleston de 31 de Agosto de 1886, del Japon Central de 28 de Octubre de 1891, de Quétah del 20 de Diciembre de 1892, del Assam del 12 de Junio de 1897 i de Andijane del 16 de Diciembre de 1902. De una manera jeneral, las vías férreas sufren por compresion contra un obs

táculo, que, lo mas a menudo, es una parte de la via misma que no puede ceder a causa de su peso. Tambien, despues del temblor se les vió torcidas, de manera mas o ménos complicada, habiendo saltado las juntas de los rieles, las eclisas i los *tire-fonds* arrancados.

En una lonjitud de 6 millas los rieles del ferrocarril de Copiapó estaban desnivelados. Cerca de Charleston se ha visto los dosestremos de rieles que se han alejado 21 centímetros, medida probable de la amplitud del movimiento seísmicos i que concuerda pasablemente con la (24 cm.) obtenida por el ancho de la hendidura entre el suelo i la envoltura del gasómetro, de la cual se acaba de hablar mas arriba. En ciertos puntos toda la línea con sus durmientes ha sido dislocada en un arco cuya cuerda es la antigua porción rectilínea, lo que indica una contracción definitiva de la corteza terrestre. Despues del temblor de Quetah el ingeniero Eger-ton debió acortar una parte de la línea en 2 pies 6 pulgadas; en efecto cuatro pares de rieles de 30 pies i un par de veinticuatro fueron cambiados por cinco pares de 24 pies i uno de 21 pies, 6 pulgadas, diferencia 2 pies 6 pulgadas, que representan la contracción de la corteza terrestre. He ahí un fenómeno jeológico estremadamente interesante, acompañando por otra parte de la formación de un defecto.

Casi no se ve como se podría preservar las vias férreas de accidentes semejantes. En todo caso el descarrilamiento de un tren a 9 millas de Charleston sobre la línea de las Carolinas, demuestra que, despues de un temblor violento, es preciso que los trenes sean conducidos con la mayor prudencia en la rejion devastada, o mas sábiamente aun que no se les deje circular sino despues de una cuidadosa inspección de la línea. En el caso de que se trata aquí, el descarrilamiento tuvo lugar en el momento mismo del temblor, de suerte que se ignora si fué la consecuencia directa del movimiento seísmico o de la desorganización de la via férrea.

Hasta estos últimos tiempos no se habia notado todavia la ruptura de rieles a continuación de una curvatura demasia-

do grande para su elasticidad bajo la influencia de la compresion. Segun el testimonio del capitán Meyporiani (Levitzki. Biulletene postoiannoï t sentralnoi seïsmitseskoï commissiï, 1902, Octubre a Diciembre, páj. 34) el caso se produjo el 16 de Diciembre de 1902 cerca de Andijane en el ferrocarril de Asia Central.

16.—*Cables Sub-marinos*

Los cables sub-marinos son susceptibles de ser cortados por los temblores mucho mas a menudo de lo que podria imaginarse. Milne (Brit. ass. for the Adr. of sc.—Bristol Meeting; Third. Rep. of the Comm. on seism. Invest. p. 292) ha dado cierto número de ejemplos para toda la superficie del globo i Forster, W. G. (Earthquake origin. Trans. of the seism. soc. of Japan. XV, 1890, p. 73) para el Mediterráneo oriental. Bajo el punto de vista de su establecimiento no es posible casi oponerse a esta consecuencia de los temblores mui a menudo sub-marinos, i es preciso dejarles soltura en el momento de la colocacion, medio quizás delicado de emplear a causa del peligro de ver formarse allí argollas perjudiciales a la buena trasmision eléctrica. Pero lo mejor seria evidentemente prescindir de las rejiones sub-marinas espuestas a los grandes temblores. Desgraciadamente se les conoce aun jeneramente mui mal, i precisamente son estas rupturas de cables las que han hecho conocer mejor estas rejiones oceánicas seismicamente inestables. En ciertos casos se puede sin embargo rodear el obstaculo; por ejemplo está bien indicado que los cables sub marinos no deberian abordar el Japon mas que por su costa occidental.

No entra en el plan de esta obra hablar de las destrucciones de los cables sub-marinos por las erupciones volcánicas sub-marinas.

NOTA.—De datos nuevamente obtenidos cerca de las compañías de cables sub marinos, resulta que sus rupturas por temblores serian mucho mas raras como no lo dan a pensar las memorias de Milne i de Forster. Esto está bien de acuer-

do con la idea que puede formarse de cuerpos tan sólidamente colocados i cuya resistencia a la ruptura alcanza, por ejemplo, a 40 kilogramos por milímetro cuadrado para el cable de Dakar-Brest, con alargamientos de 3%. En efecto los ingenieros competentes estiman que ellos no se cortan sino por choques transversales, que no tienen nada que ver con los temblores. Es así como en ciertos casos se ha podido invocar en el Atlántico casi con certidumbre el choque del cable bajo la acción de violentas corrientes sub marinas por bloques errantes de aristas vivas, traídas a esos parajes por los icebergs de la época actual o del periodo glaciario. En resumen hasta que se señalen hechos probados, será necesario admitir que las vibraciones sísmicas, aun las mas violentas, no tienen acción sobre los cables sub-marinos.

CAPITULO IX

SISTEMAS DE CONSTRUCCIONES DESTINADAS A COLOCAR LAS HABITACIONES AL ABRIGO DE LOS TEMBLORES

1.—*Sistema Lescasse*

Lescasse ha partido de la idea, espuesta en una Memoria publicada en 1887 de que el ideal de la perfeccion en un pais sometido a temblores «estaria en una construccion de albañileria en que los materiales i el cemento que los une llegasen a ser bastante adherentes para que se pudiera considerar el conjunto del inmueble como formando un monolito. . . Es preciso hacer, en fin, un edificio rijido mas pesado en la base que en la altura. . . Al servirnos de las palabras monolito i rijido, no entendemos, sin embargo renunciar a la elasticidad que toda albañileria conserva siempre, mas o ménos, puesto que esta elasticidad es sin duda indispensable, sobre

todo en los casos de sacudidas repentinas i que algunas veces se sienten en los temblores».

Partiendo de ahí Lescasse imagina que los muros de una construcción pueden ser idealmente divididos en trozos verticales, a manera de pilares, por ejemplo por medio de las líneas de aberturas, que cada uno de estos pilares debe formar por su propia cuenta un cuerpo sólido, único e indestructible, i que, en fin todos estos pilares deben estar ligados conjuntamente de una manera invariable. De este modo él llega a un sistema de tirantes verticales i horizontales, de fierro o de acero embutidos en la albañilería i perfectamente ligados entre ellos en las tres direcciones octogonales del edificio, altura, largo i ancho. Los tirantes verticales aseguran la constitucion de los pilares i los tirantes horizontales los unen entre ellos. El prevé los efectos de la dilatacion debidos a las variaciones de la temperatura por un sistema de clavos de madera insertados en las ensambladuras. Este ingeniero ha construido muchas casas de este jénero en China i en el Japon; pero faltan las informaciones en cuanto al resultado que haya podido obtener contra los temblores. Su sistema parece haber tenido un precursor en un privilejio tomado en California en 1868, pero sobre el cual Milne no da mas detalles que esta simple indicacion.

2.—*Sistema de Lt. Coronel Cortés i Aguyó*

El Lt. coronel Cortés i Aguyó ha presentado su sistema de construcciones a raiz del temblor de tierra de Manila de 17 al 20 de Julio de 1880. El parte de la idea de que existen analogias suficientes entre las construcciones ordinarias en un país sometido a temblores de tierra i las construcciones navales, ya que en uno i otro caso hai dos masas que reposan sobre un medio movable de poca consistencia molecular que les trasmite todos los movimientos, a los cuales el mismo está sometido. Si las naves pueden resistir a los movimientos que la mar les comunica en todas direcciones, es porque ellos son contruidos de materiales lijeros teniendo una re-

sistencia i al mismo tiempo una elasticidad suficientes i por que se toman para ligar el conjunto todas las precauciones necesarias a fin de formar un todo compacto. Seguramente, dice este ingeniero una masa de albañilería hidráulica no resistiría tan bien al movimiento seísmico como una armadura de madera o de fierro, porque estos últimos materiales dan con una menor masa una fuerza igual a la de los primeros, porque este jénero de construccion no cede un punto al efecto de un cambio de forma i está tambien ménos sujeto a los efectos de ruptura, ya que se puede ligar al conjunto las partes mas alejadas, i, en fin, porque en razon de la ménos masa la cantidad de movimiento comunicado es ménos tambien. Estas consideraciones muy juiciosas lo han conducido al principio de que es preciso obtener construcciones ligeras i compuestas de partes continuas al ménos aquellas de las cuales dependen principalmente la resistencia i la solidez del conjunto i que en cuanto aquellas para las cuales no se ha podido obtener la continuidad deben ellas ser ensambladas i ligadas de manera de constituir un todo indestructible i en particular al abrigo de cambio de forma de los ángulos.

No se podría decir que este principio haya conducido a este docto oficial de ingenieros a un sistema orijinal i verdaderamente nuevo de construcciones. Pero él ha estudiado sucesivamente todas las partes de una habitacion i dado para cada una de ellas, siguiendo el principio colocado mas alto, prescripciones especiales destinadas a mejorar contra los temblores de tierra la condicion de las habitaciones, tales como las que se edifican ordinariamente en el archipiélago de las Filipinas.

En lo que concierne a los cimientos i en razon del suelo blando i cenagoso de Filipinas—él tenia sobre todo en vista a Manila—no es preciso calcular sobre una consolidacion artificial del terreno ni emplear cimientos profundos. Así preconiza él la construccion de una plataforma de armadura casi en la superficie del suelo o a poca profundidad, dando a esta base una estension tan larga como sea posible. Todas las partes serán amarradas sólidamente en todas direcciones

en particular aquellas que habrán de soportar los muros lo serán con bandas i hebillas de fierro. La plataforma deberá formar una sola masa sólida, absolutamente independiente del suelo, aunque sin embargo sea necesario fijarla al suelo por algunos puntos de manera de evitar el agrietamiento sobre la delgada capa de mortero hidráulico sobre la cual ella está establecida. El Lt. Coronel Cortés espera así evitar, tanto como sea posible al ménos, el efecto de las conmociones seísmicas i del agrietamiento del suelo sobre el resto del edificio, pero hace bien en sospechar que no se engaña en cuanto a las sacudidas.

El ha estudiado en detalle las mejoras susceptibles de llevar a las diversas partes de la habitación criolla en las Filipinas, cuyo tipo derivado de la habitación española de la metrópoli antigua, con los cambios que han introducido en él tanto las necesidades de un clima tropical cuanto la abundancia de madera de construcción. Estas mejoras pueden ser imaginadas por todo constructor de profesion bien penetrado de las condiciones particulares susceptibles de llenar en los países espuestos a temblores, de las observaciones relatadas i de los principios espuestos. No habria, pues, lugar de reproducirlas en detalle, porque, por otra parte, otros paliativos del mismo jénero podrian ser propuestos.

Pero se puede criticar seriamente a Lt. Coronel Cortés de haber querido a toda costa conservar las barandas avanzadas de los pisos, parte de la habitación de las Filipinas que juega un rol considerable en la vida criolla. Es ella un elemento de construcción que no se puede titubear en suprimir radicalmente si se quiere subordinarlo todo a la cuestion de seguridad contra los temblores. Los paliativos que se aporte a su riesgo aunque racionales i bien calculados que sean serán ciertamente mui insuficientes a salvarlos de la destrucción.

Í va sin decir que en su conjunto el trabajo de Lt. Coronel Cortés, esté él seguro, está llamado a prestar grandes servicios.

3.—*Casa de Clark i C.^a en San Salvador (América Central)*

En 1884, Zaldivar, Presidente de la República del Salvador, hizo construir por una casa de Estados Unidos una villa pomposamente llamada Palacio presidencial con la estipulación de estar al abrigo de los temblores. Es esta una gran construcción con armadura de madera, cuyas partes todas son muy cuidadosamente ensambladas i entrelazadas i bastante semejante a los cottages americanos o a los Bungalows de la India. Ganchos de fierro refuerzan todas las ligaduras. Todo induce a creer que esta habitación responde bien a las exigencias de un país tan inestable que ha tenido desde esta época la suerte de no ser aflijido por uno de los temblores destructores, tan frecuentes en el país, pero que la esperanza de una verificación interesante no debe bastar para hacerla desear.

4.—*Casas de la Comisión española para la reconstrucción de las villas de Andalucía*

A continuación del desastre de 24 de Diciembre de 1884 el Gobierno español nombra una Comisión técnica que establece cinco tipos de habitaciones aldeanas para la reconstrucción, que se imponía de numerosas villas de Andalucía. Estos tipos no difieren en realidad mas que por su importancia i por tanto en lo que concierne sobre todo a la distribución interior.

La característica principal está en que las murallas son mistas. Los ángulos son dispuestos con contrafuertes de ladrillos i los muros con albañilería i son embutidos o ajustados sólidamente. Bandas horizontales de ladrillos i otras verticales concurren a la solidez del conjunto, al ménos en el pensamiento de los miembros de la Comisión, en todo caso a su ornamentación. La armadura de los pisos es formada de vigas cuyas estremidades forman cuerpo con la muralla. El

piso i el techo del granero-boardilla forman un mismo cuerpo con la armadura de la techumbre. Angulos de fierro son empleados en todas partes donde es posible para reforzar las ligaduras.

5.—*Sistema Inouyé*

Desde algunos años se construyen en el Japon un gran número de habitaciones segun un tipo, donde el inventor, el arquitecto Inouyé, ha aplicado la mayor parte de los principios, prometiendo hacer los edificios ménos sujetos a la destruccion por los temblores, i él ha tomado de este un privilejio. El rasgo fundamental está en que las vigas principales del techo—cuya inclinacion es apénas mas pronunciada que en lo de ordinario—son prolongadas hasta una plataforma establecida sobre el suelo. Para disimular la rareza de ésta forma paredes accesorias verticales con armadura de madera que dan la ilusion de corredores de casa de campo ordinaria. En lugar de espigaduras i otras ensambladuras a plena madera, que son causas de inseguridad, encajes de fundicion i estribos de fierro de formas mui variadas las sustituyen ahí. La cobertura es de carton betunado i enarenado, i, por tanto, mui lijero.

Estas habitaciones tienen la agradable apariencia de villas i Milne es de opinion que ellas deben resistir victoriosamente a choques que destruirian las construcciones ordinarias. En todo caso, si la observacion no parece haberse pronunciado todavia, el sistema parece al ménos mui racional.

CAPÍTULO X

ALGUNOS MEDIOS PREVENTIVOS I APLICACION PRÁCTICA DE
LOS SEISMÓGRAFOS A LOS FERROCARRILES1.—*Algunos medios preventivos. Alcobas i mesas de refugio.
Cámaras para temblores. Lámparas de seguridad.*

Ha sucedido muchas veces que personas, sorprendidas por las sacudidas, cuando los grandes temblores, han escapado a la muerte refugiándose bajo mesas resistentes, bajo techos, o en alcobas con enmaderamiento, que las han preservado de la caída de los materiales de los pisos superiores i del techo. Se puede citar el ejemplo del Cura i del sacristan de Granesina que el 9 de Noviembre de 1880 en el temblor de Agram, se han salvado refugiándose bajo algunos bancos. De ahí a concebir un medio práctico i fácil de salud no habia mas que un paso, i éste fué franqueado. Es de la misma manera que se ha visto a menudo a jentes salvadas precisamente porque no habiendo tenido tiempo de salir afuera, habian alcanzado solo a llegar bajo las puertas en el momento mismo en que la caída de porciones de murallas o de las tejas del techo las hubieran muerto infaliblemente si hubiesen sobrepasado el abrigo protector del dintel de la abertura. Por esto muchas personas en los países espuestos a temblores tienen la preocupacion de buscar allí este refugio, bastante poco seguro por otra parte.

En todos los países de la América tropical espuestos a temblores se construye con bastante frecuencia en la vecindad de las habitaciones, o en los corredores, pequeñas casuchas, barracas, cuartos o ranchos de materiales lijeros destinados a abrigar en ellos a los propietarios cuando la recrudescencia de las débiles sacudidas ordinarias, o su aumento de intensidad, hace presajiar mas o ménos próximo un terremoto destructor. Este medio, por otra parte mui recomendable, falta a menudo en su objeto porque los remezones avi-

sadores faltan a veces i en muchos casos sobre todo, por lo que estas construcciones accesorias sirven mas bien para dar asilo a los habitantes despues que la catástrofe ha dejado sus casas inhabitables, si no les fuera grato levantarlas despues de la caída.

Es en este mismo orden de ideas que el Sultan Abdul-Hamid se habría hecho levantar en Constantinopla en 1903 por un constructor austriaco una casa de acero para refugiarse en caso de temblores. Pero no se conocen los detalles de su ejecucion.

Se ha visto algunos terribles incendios que siguen a los temblores en el Japon a consecuencia de la caída de telones o de papel aceitado en los fogones. Se ha tenido tambien que señalar que desde hace algunos años la construccion de casas mistas con carpintería i piedra labrada ha tomado allí un desarrollo considerable; pero al mismo tiempo el uso de lámparas de petróleo se ha jeneralizado mucho de suerte que el peligro del fuego ha quedado tan grande como ántes a consecuencia de su facilidad para volcarse por temblores simplemente récios. Tambien se ha buscado un remedio contra este nuevo peligro por la invencion de lámparas que deben apagarse completamente al caer. Se puede leer la descripcion de dos de estas lámparas en una comunicacion de Sekiya: Earthquake Safety Lamps. (Trans. seism. Soc. of Japan. XII 1888, páj. 81). El modelo de Shaftesbury no ha tenido la aprobacion de este seismólogo al contrario del de Yoshi-Jawarachó. En todo caso la cuestion es de séria importancia.

2.—*Aplicacion práctica de los seismógrafos a la explotacion de los ferrocarriles*

Los seismólogos japoneses no se han contentado, como se ha visto, con emplear los seismógrafos en la investigacion de las formas las mas estables i las mas resistentes de las construcciones i de sus elementos bajo la accion de los temblores; ellos han aplicado tambien, bajo la iniciativa i la di-

reccion de Omori, estos instrumentos a los movimientos comunicados a los puentes metálicos de los ferrocarriles a la pasada de los trenes, pesados o livianos, lentos o rápidos, de manera de ver por medio de seismógramas registradas, cómo trabajan sus diversas partes, para deducir de ahí ulteriormente las formas i las dimensiones mas favorables. Estas investigaciones han dado resultados mui interesantes para la construcción de los puentes de ferrocarriles en particular, independientemente de toda cuestion de resistencia a los temblores, pero no es éste el lugar de estudiarlos aquí. Era preciso sin embargo señalar estos estudios, consecuencia racional de la investigacion espermental de los efectos de los temblores sobre estos edificios.

Mui lóxicamente Omori i sus colaboradores, en 1894, han dotado a doce puentes de ferrocarriles japoneses de seismógrafos establecidos permanentemente para seguir paso a paso el progreso de su desgaste, fatiga o deformacion. En estas condiciones ellos podrán determinar el momento preciso en que deberán ser reparados i en qué partes, o bien rehechos llegado el caso. Este ejemplo fué seguido por A. Belar, en 1900, en el puente de Moor, cerca de Laibach.

El 14 de Junio de 1891 cerca de Mönchestein, al Sureste de Bale, las dos locomotoras de un tren de pasajeros se desrielaron sobre el puente de la Birse. Esta obra de arte cedió; algunos carros se amontonaron los unos sobre los otros, i otros cayeron al río. Setenta i cuatro muertos i doscientos cincuenta a trescientos heridos fueron víctimas de este grave accidente. No fué resuelta bien claramente la cuestion de saber si el descarrilamiento resultó del mal estado del puente, o, si él cedió a causa de la acumulacion de peso en un punto, como consecuencia del amontonamiento de los carros desrielados. Pero sea como fuere para este caso particular, la primera hipótesis puede evidentemente realizarse i entónces la catástrofe se hace evitable con una vijilancia por medio de seismógrafos que advertirán a tiempo el desgaste del puente.

El mismo método sirvió en Mayo de 1902 a los ingenie-

rös Bitter i Komouz para estudiar el estado, en esa época de catorce vias férreas, a los alrededores de Laibach, por la comparacion de los seismógramos obtenidos en los pasos de diversos trenes con aquellos que habria dado una linea nueva.

Se ve cuánto interes tendrian los servicios de inspeccion del estado de las vias férreas i las compañías de ferrocarriles mismas, en jeneralizar el empleo de un método que aumentaria en una gran proporecion la seguridad de millones de viajeros. Es así como en el porvenir muchas catástrofes podrán ser seguramente evitadas.

CAPITULO XI

REGLAMENTOS DE EDILIDAD

En muchas circunstancias los gobiernos de los paises interesados han dictado, a continuacion de los temblores de tierra desastrosos, prescripciones para la reconstruccion de las ciudades desvastadas, i previendo sagazmente el porvenir las han hecho para siempre obligatorias, tanto para los edificios públicos como para las habitaciones privadas. Es preciso por otra parte reconocer tambien que una vez olvidado el recuerdo del daño la indiferencia si no las ha hecho siempre caer luego en desuso, al ménos las autoridades se alejan rápidamente de su rigor.

Muchas de estas reglas han sido recordadas en el curso de la obra i lo mas frecuentemente para reconocer su buen fundamento. Seria pues inoficioso repetir las aquí, i bastará dar algunos detalles de carácter mas bien histórico.

El Dey de Aljer, Aly, despues del temblor de 16 de Febrero de 1716 ordena algunas prescripciones particulares, muy juiciosas por otra parte. El hecho merece citarse pues

es el primero en fecha de los reglamentos de edilidad, bien incompleto, sin embargo.

El gran Ministro de Portugal, marqués de Pombal, dicta un reglamento bastante severo despues del temblor de Lisboa de 1.º de Noviembre de 1755. Es entónces donde fué sistematizado el sistema de construccion de casas-barracas (lijeras) que se le hizo obligatorio i esclusivo.

Es preciso en seguida llegar hasta el 28 de Abril de 1860 para ver publicado un reglamento de edilidad por Andres Pila, Ministro de Negocios interiores del gobierno pontifical, a raíz del temblor de Norcia de 22 de Diciembre de 1859. Una comision municipal de cuatro miembros estaba encargada de asegurarse que los arquitectos i los constructores siguieran bien exactamente las reglas deducidas de la observacion de los desastres sufridos. Zonas determinadas de la ciudad eran puestas en interdicto como demasiado peligrosas. Se recomendaba, sin imponerlo absolutamente, las habitaciones del sistema *baraque*. En fin, se aprovechaba de esta circunstancia para dar a la comision el poder de aprobar o desaprobado, bajo el punto simple de vista artistico, los proyectos de las fachadas de las casas cuyos planos le eran sometidos en conformidad con el Reglamento.

Despues del desastre del 17-20 de Julio de 1880 en Manila, un telegrama de Madrid ordenaba al gobierno jeneral de las Filipinas de dictar un reglamento para la reedificacion de las construcciones públicas i privadas. Este reglamento, promulgado el 17 de Agosto siguiente, habia sido elaborado por el Comité Consultivo de la Inspeccion jeneral de trabajos públicos. El no se aplicaba a las habitaciones indijenas de madera o de *nipa*, i se estendia para las otras a todo el archipiélago. Los proyectos i los planos de los edificios públicos debian ser sometidos a la aprobacion de la Inspeccion Jeneral, que para las habitaciones privadas no intervenia sino despues de la construccion para permitir ocuparla, de otro modo el locatario era espulsado. Fuera de las ciudades un funcionario competente ejercia los poderes de la comision. La tarea del Comité ha sido grandemente facilitada en


1880 porque a continuacion del temblor de 3 de Junio de 1863 el gobierno jeneral de las Filipinas habia hecho llamar un cuerpo de oficiales de ingenieros que habia elaborado una serie de respuestas a las cuestiones bien definidas relativas a la construccion i reparacion de edificios públicos i privados. En definitiva el reglamento de 17 de Agosto de 1880 era la realizacion del trabajo de 1863.

El temblor de Ischia de 28 de Julio de 1883 induce al Ministro de trabajos públicos del gobierno italiano a nombrar una comision técnica de los desastres. Resulta de aquí un Reglamento en todo analogo al de Manila i cuyas prescripciones difieren para los edificios públicos i particulares, un poco ménos severos en el segundo caso. La cuestion de reparaciones ocupa ahí estenso lugar.

El Gobierno español se contentó, despues del desastre de Andalucía de 24 de Diciembre de 1884, con hacer estudiar por una comision técnica la reconstruccion de las ciudades destruidas. Resulta de aquí una serie de cinco tipos de habitaciones lugareñas, pero ningun reglamento de edilidad.

Así fué tambien el resultado de los trabajos de la comision de estudios de los desastres nombrada por el Gobierno italiano a raiz del temblor de la Liguria de 23 de Febrero de 1887.





APÉNDICE

Durante la impresion de este trabajo el autor ha tenido conocimiento de tres memorias mui importantes publicadas a continuacion del gran temblor de Chemakha de 31 de Enero de 1902. Contienen ellas un cierto número de datos mui interesantes sobre la manera de comportarse de las construcciones en los países espuestos a temblores de tierra i de resultados enteramente nuevos e inéditos, que sería imposible dejar aquí en silencio. Por lo demas, ellos no hacen mas que confirmar todo lo que ha sido espuesto precedentemente. Se estimará bien entendido hacer aquí una rápida descripción de aquello que presente un interes real. Estas memorias son las siguientes.

1. *Weber, W.*—Chemachinskoie zemletrüaceniü 31 go 1902 goda (Troudeu geologiticheskavo komiteta. Novaya seria. Wenpouste 9. 1903).

2. *Terre-Michelow O.*—Chemachinskome zemletrüaceniü 31 go 1902 goda. (Troudeu Bakinskavo otdielenüa imperatorskavo rousskavo technicheskavo obchestva. Marte páj. 211).

3. Osnovnenie printzipeu konstruktzû antiseismitcheskixe postroekæ, beurabeutannueie komissiei. B. o. J. r. t. o. (id. p. 235).

El primero de estos trabajos es una relacion mui detallada resultante de la inspeccion por una comision oficial de la region destrozada. Se encierran ahí muchas observaciones que

no contienen nada de nuevo; pero tambien algunas que conviene reproducir para no omitir aquí nada de lo que interese a las construcciones espuestas a temblores.

La segunda memoria es interesante, pues que ella clasifica por orden de seguridad creciente los diversos tipos de habitaciones del país i como el resultado de una estadística mui circunstanciada. Se ve ahí confirmado todo lo que ha sido dicho aquí anteriormente.

En fin, el tercero i último trabajo presenta proyectos de construcciones anti-seísmicas o seísmicas mui juiciosamente establecidas por una Comisión nombrada en el seno de la sociedad imperial rusa, técnica de Bakou, i que será mui útil conocer, seguir e imitar. Era evidentemente indispensable de describir estos proyectos al ménos sumariamente.

Este apéndice presenta tanta mayor utilidad cuanto que la lengua rusa es poco esparcida, desgraciadamente para la difusion de los trabajos seismolójicos de alto valor publicados durante algunos años bajo el impulso del Comité seismolójico de la Academia de Ciencias de San Petersburgo.

Torres de las mezquitas

En el Cáucaso, la Persia i el Turquestan muchas torres de las mezquitas son constituidas por una cúpula de madera en forma de cebolla dada vuelta, puesta sobre una torre circular, frecuentemente de piedras por intermedio de una serie de postes verticales plantados sobre el perímetro de la torre. En razon de su gran número i de su importancia religiosa es interesante saber como se comportan bajo la acción de los temblores. La de la mezquita de Joubari-kal de Chemakha ha sido sacada de su lugar por una suerte de movimiento de torsion que ha hecho oblicuar los postes disponiéndolos en un hiperboloide reglado. Su demolicion se imponía. Es claro que se habria evitado su ruina entrelazando sólidamente los postes por medio de la cruz de San Andres.

Sentido de la abertura de las puertas de calle

Es esta una cuestion mucho mas importante para la seguridad de los habitantes que lo que se podria suponer sin reflexion. En la rejion de Chemakha las puertas de calle se abren del exterior al interior, i esta disposicion, retardando notablemente la fuga de los habitantes, se encuentra mui ventajosa, pues ella les ha permitido evitar que fueran aplastados o heridos con la caida de los muros, caida que es producida casi esclusivamente hácia el exterior.

Techados

Tratándose de temblores se ha tenido la ocasion de observar algunas veces que el avance del techo se opone, por el frotamiento entre él i la parte superior del muro, a que la oscilacion del muro perpendicularmente a su plano adquiera una amplitud desastrosa. Luego prolongando suficientemente el techo se hace en cierto modo obstáculo al dislocamiento.

Seguridad relativa de las diversas habitaciones del Cáucaso

I va sin decir que los pobres habitantes del Cáucaso se preparan ellos mismos una tumba cuando construyen sus miserables habitaciones reuniendo espesas capas de tierra varillas i vigas raramente derechas i jamas escuadradas, reposando el todo sobre dos muros de lodo i guijarros, últimos materiales que los kurdos no vacilan en reemplazar por cráneos de animales domésticos, caballos, bueyes, perros, corderos, como para darse por avance un simbolo de la muerte que les aguarda bajo los escombros de sus moradas.

La situacion se mejora un poco cuando una cal parsimoniosamente empleada sirve para unir los morrillos irregulares i que el muro presenta un ornato exterior albañilado hecho de piedras convenientemente talladas i escuadradas.

La lijereza, la homogeneidad i la elasticidad, sino la real solidez, de los muros de ladrillos crudos llevan un poco de seguridad relativa a los habitantes un poco mas afortunados que los caplean.

Despues viene el sistema local llamado *Maouerlate* i cuya disposicion consiste en el empleo de parejas de vigas horizontales paralelas que formando a los muros dos sistemas sucesivos de cinturas lo consolidan mui notablemente.

Frecuentemente por medio de *zigs-zags* se entrelazan estos cuerpos de vigas i aumentan todavia la solidez del procedimiento. Sin embargo la Comision técnica de Bakou ha creido un deber condenarlo en razon de la innegable elasticidad de la madera i de la piedra, sin considerar que en el fondo no hai ahí sino un bosquejo de construcciones en forma de barracas fáciles en consecuencia de mejorar.

Las habitaciones construidas con buenos muros de morrillos i ornamentado con piedras bien talladas han convenientemente resistido, ménos, seguramente, que aquellas de ladrillos cocidos.

Vienen en seguida las casas cuyos muros corresponden al sistema llamado *Tourloutchenie* que han ofrecido la mayor resistencia a los temblores, cuyos efectos sobre ellos han sido casi nulos. Estos muros consisten en una série de pilares de madera verticales en las dos fachadas exteriores a las cuales son ligadas por delgadas planchas horizontales o latas. El espacio intermediario es llenado de arcilla amasada. Con los mas fuertes temblores estos muros se bambolean, las planchas se desorganizan mas o ménos en sus sitios, pero no se produce ahí en suma mas que deterioros fácilmente reparables. Este sistema es una verdadera *baraque* del cual todas las observaciones pregonan la inmunidad cuando él es completo en todas sus partes.

En fin, vienen las habitaciones compuestas de un piso bajo de albañileria (cal, canto, arena, yeso, ladrillo, etc.) i montado por un piso alto abaracado. Ellas se han manifestado las mas resistentes.

La intensidad del temblor de tierra de 31 de Enero de

1902 en Chemakha no ha pasado la intensidad IX de la escala *Rossi-Forel* i es la pobreza de las construcciones la que ha sido aquí un factor eficaz en la producción de los perjuicios. Si él hubiera sido mas violento, todo habria sido confundido en un desastre igual, i esta interesante clasificación de modos diversos de construcción habria sido completamente imposible. No se podria desear una mas brillante confirmación por la estadística de todo lo que ha sido enunciado en este trabajo.

Proyectos de construcciones anti-seismicas de la comision de la Sociedad imperial rusa, técnica de Bakou

La comision nombrada por la Sociedad imperial rusa de Bakou tomando con provecho las numerosas observaciones hechas por Weber i Tere-Michelow sobre los diversos tipos de construcciones usados en el pais, a propósito del temblor de 31 de Enero de 1902, ha establecido cinco tipos de habitaciones adaptadas a las condiciones especiales de las regiones seismicamente inestables, tomando en cuenta las costumbres locales. No se hará mención mas que de dos, el primero, destinado a la parte pobre de la población, el segundo, interesante mejora de la habitación burguesa rusa, aceptable, por otra parte, para todos los paises. Los otros proyectos quedan comprendidos entre los tipos ya conocidos, por ejemplo las casas de fierro i albañilería, i ademas las preocupaciones relativas a los daños de incendio que juegan un gran rol, aun cuando bajo este punto de vista no hai nada que hacer dentro del cuadro de este trabajo.

Habitaciones pobres

La comision se ha fijado en un tipo de barraca, con armadura de madera, conformándose también a la experiencia de todos los tiempos i de todos los paises.

La habitación, simple piso bajo sin altos, con o sin granero o guardilla, descansa sobre buenos muros de cimiento. La

armadura de madera, mui cuidadosamente estudiada en todos sus detalles, se compone de montantes verticales insertados, arriba i abajo, en pares de viguetas, horizontales, a las cuales se ensamblan las vigas del piso, del cielo i del techo. Las juntas o inserciones son en todas partes reforzadas con estribos i grapones de hierro. El techo se prolonga, como en las casas hispano-americanas, para formar galeria exterior, sostenido por pilares que formen parte del cuadro jeneral de la armadura de madera. Es inútil entrar en los detalles de un sistema juiciosamente establecido; no aprenderia nada un constructor de profesion.

Hai, sin embargo, un detalle útil que dar a conocer. El parapeto de los muros está formado de tejidos o encañizados fuertemente clavados a la armadura, tanto al exterior como al interior, i que se les tapa por un blanqueado. El intermedio es rellenado con lijeros manojos de paja aplastados entre ellos i preparados de una manera particular. Ellos son remojados en cal i despues de secos en arcilla liquida. Se les comprime en el muro con arcilla tambien. Se obtiene así un muro mui poco conductor del calor i hasta incombustible, en todo caso quemante sin llamas i con una mui grande lentitud. Su elasticidad i su lijereza le dan todas las cualidades requeridas para los países espuestos a temblores.

Habitaciones burguesas

En lo que concierne a las habitaciones burguesas la Comision de Bakou ha sacado un partido mui ventajoso, orijinal e interesante, de la inmunidad seísmica relativa que numerosas i antiguas observaciones hacen con buen derecho atribuir a los muros enterrados. Partiendo de aquí, ella ha tenido la idea de un piso bajo techado con cielo raso (un rez-de-chaussée plafonné) enterrado solamente de manera de tomar suficiente claridad sobre el exterior para dar piezas verdaderamente habitables, i ella le sobrepone un piso con armadura de madera en todo análogo a la habitacion precedente. El

proyecto mui completamente estudiado en todos sus detalles no exige aqui mas amplia descripcion. El parece resolver bien el problema de la casa de importancia media en los paises espuestos a temblores, i se presta mui bien, por otra parte a las condiciones de las ciudades donde el espacio no falta para estenderse en plano i no en altura.

Tabla cronológica i de referencia de los temblores de tierra citados

Nota.—Las cifras romanas se refieren a los capítulos i las árabes a los párrafos.

EUROPA

EUROPA CENTRAL

1	1692	Setiembre.	18	Aix-la-Chapelle	I 1.
2	1796	Febrero...	18	" " "	I 1.
3	1777	Junio.....	24	" " "	I 1.
4	1855	Julio.....	25	Valais	I 6.
5	1858	Enero....	15	Sillein (Hungria)	I 1.
6	1870	Febrero...	27-28	Klana Istria	I 1. I 2. I 9. IV 14. V 2. VII 6.
7	1872	Marzo....	6	Alemania del medio	I 6.
8	1878	Agosto....	26	Aix-la-Chapelle	I 1.
9	1880	Noviembre	9	Agram	III 1. III 3. III 4. III 10. IV 8. IV 10. IV 18. VI. VIII 3. VIII 6. X 1.
10	1895	Abril.....	14	Carniole	I 1.
11	1722	Diciembre.	27	Lisboa	I 1.
12	1755	Noviembre	1	"	I 1. VI. VII 3. XI.
13	1884	Diciembre.	24	Andalucía	I 1. I 2. I 5. II. IX 4. XI.

ITALIA

14	442			Roma	II. IV 7.
15	801	Abril.....	29-30	"	II. IV 7.
16	1822	Diciembre.	25	Liguria	IV 7.
17	1783	Febrero...	5-7	Calabria	I 1. I 2. 16. II. VIII 9.
18	1786	Octubre...	13-14	Ombrie	I 1.
19	1831	Mayo.....	26	Liguria	IV 7.
20	1835	Octubre...	12	Calabria	I 1.
21	1836	Abril.....	24	"	I 1.
22	1846	Agosto....	14	Greñano (Toscana)	I 1. II. IV 17.
23	1851	Agosto....	14	Basílicata	I 1. II. IV 1.

24	1897	Diciembre.	16	Provincias meridionales	I 6. II. III 3. III 4. IV 13. IV 17. VII 12. VIII 3.
				Noreia	XI.
25	1859	Diciembre.	22	Bellune	I 1. I 6. III 10. VI.
26	1873	Junio	29	Casamicciola	(Ischia)
27	1883	Julio	28	chia)	
28	1887	Febrero	23	Liguria i Alpes marítimos	I 1. I 6. II. III 10. IV 5. IV 17. V. 2. V 4. VII 1. XI.
29	1894	Noviembre	16	Calabria	I 5. I 6. II.
30	1897	Diciembre.	18	Citta di Castello	I 1. I 3.
31	1898	Febrero	15	Monserrate	VIII 14.
32	1898	Junio	28	Rieti	I 6. II.

EUROPA ORIENTAL

33	1742	Febrero	13-14	Zante	II.
34	1791	Octubre	22	„	II.
35	1820	Diciembre.	29	„	II.
36	1840	Octubre	30	„	II.
37	1851	Octubre	12	Bérat (Albania)	I 6.
38	1856	Octubre	12	Santorin	VIII 10.
39	1867	Febrero	11	Cefalonia	I 5. II. III 2. IV 9. V 3. V 6. VII 7.
40	1867	Julio	24	Zante	II.
41	1893	Enero	31	„	I 1. II. V 3.
42	1893	Abril	17	„	I 1. II. V 3.
43	1894	Abril	20	Locride	I 1.
44	1898	Junio	2	Tripoli i Trifalonia (Peloponeso)	I 1.
45	1898	Julio	2	Sinj (Dalmacia)	IV 7. IV 18. VII 6.
46	1902	Julio	5	Salónica	I 5.

ASIA

ASIA MENOR

47	1867	Marzo	6	Metelin	I 1. I 5. III 1. V 6. VII 9.
48	1880	Julio	29	Smirna	IV 2.
49	1881	Abril	3	Chio	II.
50	1883	Octubre. . .	15	Costas de Asia Me- nor	II.

CÁUCASO I TURQUESTAN

51	1859	Mayo	31	Chemakha	I 5. II.
52	1872	Enero.	16	"	I 5. II.
53	1899	Diciembre.	19	Akhalkalaki	I 3. I 4. I 5. I 6. II. VII 13. VII 14. VIII 3.
54	1902	Enero	30	Chemakha	I 5. II.
55	1902	Diciembre.	16	Andidjane	VIII 7. VIII 15.

JAPON

56	1854	Diciembre.	13	Shimoda	I 6.
57	1855	Noviembre	11	Yokohama	I 6. VII 17. VIII 1.
58	1874	Febrero. . .	8	"	VIII 14.
59	1879	Marzo	3	Tokio	III 10.
60	1880	Febrero. . .	22	Yokohama	I 6. IV 7. IV 8.
61	1882	Marzo	11	Tokio	I 6. VIII 5.
62	1884	Octubre. . .	15	Tsurugasaki	VIII 5.
63	1885	Octubre. . .	21	Tokio	IV 4.
64	1887	Enero.	15	"	I 2. I 6. IV 7. VII 16
65	1890	Abril	16	"	VIII 2.
66	1891	Octubre. . .	28	Mino i Owari	I 2. 13. III 6. IV 1. IV 1. IV 12. IV 17. IV 18. V 1. V 4. VI VII 15. VII 17. VIII 1. VIII 2. VIII 4. VIII 10. VIII 11.

67	1894	Junio	20	Tokio	I 6. III 6. IV 7. VIII 1. VIII 2.
68	1894	Agosto.	22	Sakata	VII 17.
69	1894	Octubre.	22	Shonai	VIII 1.

INDIA

70	1869	Enero	10	Cachar	I 1. I 2. I 3. IV 17.
71	1885	Mayo.	10	Cachemira	II.
72	1885	Julio	14	Bengala	VII 18.
73	1892	Diciembre.	20	Quettach	VIII 15.
74	1897	Junio.	12	Assam i Bengala	I 6. III 10. IV 5. IV 9. IV 16. IV 17. IV 18. V 4. V 6. VI. VII 18. VIII 1. VIII 2. VIII 6. VIII 10. VIII 13. VIII 15.

ÁFRICA

ALJERIA

75	1716	Febrero.	16	Arjel	IV 5. V 5. XI.
76	1790	Octubre.	9	Oran	I 1.
77	1850	Febrero	9	Kabylie	II.
78	1855	Febrero	5	Kabylie	IV 17.
79	1867	Enero.	2	La Mitidja	I 1. I 2. II.
80	1891	Enero	15 16	Gouraya	I 2.

AMÉRICA DEL NORTE

ESTADOS UNIDOS

81	1868	Octubre.	21	San Francisco	I 1. II. IV 9.
82	1874	Febrero.	10	Nueva Inglaterra	I 1.

83	1886	Agosto. . . .	31	Charleston	I 1. III 1. III 4. III 5. III 10. IV 1. IV 2. IV 7. IV 16. V 4. VI. VIII 10. VIII 13. VIII 15.
----	------	---------------	----	------------	--

MÉJICO

84	1858	Junio	19	Méjico	VIII 12.
85	1870	Mayo	11	Oaxaca	I 6.
86	1872	Marzo	27	„	I 6.
87	1882	Junio	23	Estado de Jalisco	I 6.

CENTRO AMÉRICA

88	1526			Guatemala	I 9.
89	1538 1539	San Salvador	I 9.
90	1541	Setiembre.	10-11	Guatemala	I 9.
91	1607			Guatemala	VIII 3.
92	1773	Julio	29	Guatemala	
93	1854	Abril	16	San Salvador	
94	1857	Noviembre	5-10	San Salvador	
95	1873	Marzo	19	San Salvador	
96	1902	Enero	18	Quetzaltenango (Guatemala)	I 2. V 2.

ANTILLAS

97	1692	Junio	6	Puerto Principe	I 1.
98	1839	Enero	11	La Martinica	I 1. VII 20.
99	1843	Febrero . . .	8	La Guadalupe	I 1.
100	1852	Agosto	22	Santiago de Cuba	I 6.

AMÉRICA DEL SUR

VENEZUELA

101	1641	Junio	11	Caracas	I 5.
102	1812	Febrero	26	Caracas	I 5.

PERÚ

103	1578	Junio	17	Lima	V 2.
-----	------	-----------------	----	------	------

CHILE

104	1562	Octubre	28	Penco	I 9.
105	1822	Noviembre	19	Valparaíso	I 1. VIII 13.
106	1835	Febrero	20	Talcahuano	I 1. II. III 10.
107	1854	Enero	14	Coquímbo	VIII 13.
108	1859	Octubre	5	Copiapó	VIII 13. VIII 15.
109	1864	Enero	12	Copiapó	VIII 13.

REPÚBLICA ARGENTINA

110	1861	Marzo	29	Mendoza	II.
-----	------	-----------------	----	---------	-----

OCEANÍA

FILIPINAS

111	1863	Junio	3	Manila	II. VII 23. XI.
112	1880	Julio	17-20	Manila	II. VII 23. XI.
113	1897	Setiembre	21	Zamboanga (Mindanao)	VII 23.

NUEVA ZELANDA

114	1848	Octubre...	16-20	Wellington	II.
115	1855	Octubre...	16-18	Wellington	I 5.
115		temblores.			



INDICE BIBLIOGRÁFICO

Este índice bibliográfico está destinado a rendir justicia a numerosos seismólogos cuyas obras i trabajos han sido utilizados, sin que se haya hecho siempre espresamente referencia a sus memorias. El será útil además para permitir el control de las observaciones relatadas i en caso de necesidad extraer mas detalles.

1. *Ardaillon*.—Rapport scientifique sur le tremblement de terre de Zante (31 Janvier et 17 Avril 1893). (Ann. de géographie).
2. *Baratta, M.*—Nuove considerazioni sul terremoto di Rieti del 28 giugno 1898 (Voghera, 1900).
3. *Belar, A.*—Erdbebenmesser im Dienste des Eisenbahnwesens (Die Erdbebenwarte. Jahrgang 1902-1903. Laibach, p. 283).
4. *Bertelli*.—Relazione di alcune conference geodinamiche tenute in Firenze nel maggio 1887 riguardanti anche le norme edilizie per attenuare i pericoli dei danni nei terremoti.
5. *Bittner, M.*—Beiträge zur Kenntnis des Erdbebens von Belluno vom 29 Juni 1873 (Sitzungsberichte d. Kais. Ak. d. Wiss. Math. naturwiss. Klasse, LIX. B.I. Zweite. Abt. p. 541. Wien. 1874).

6. *Bogdanoritch, C.*—Nieskolko zamiet chenü o zemletriačenü ve Chémakié 30 ianvapia 1902 goda. (Izviestüa postoiannoï tsentralnoï seismíteheskoï komíssü. T. L. Veupouske. II p. 282).
7. *Bosse.*—Das Erdbeben in der Gegend von Freiburg am 17 November 1890.
8. *Boué.*—Über das Erdbeben, wuelches Mittel-Albanien im Oktober d. J. (1851) so schrecklich getroffen hat. (Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wissenschaften 1851. VII. Bd. p. 776. Wien. 1852).
9. *Canaval.*—Das Erdbeben von Gmund am 5. November 1881. (Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss LXXXVI. Bd. Erste Abt. p. 353 Wien 1883).
10. *Carpentin.*—Notice sur les tremblements de terre de Smyrne. (Ann. Phys. et Chim. 5^{ème}. Serie XXI 1880).
11. *Centeno y Garcia.*—Abstract of a memoir on the earthquake in the Island of Luzon in 1880 (Trans. seism. Soc. of Japon. V Tokyo 1883).
12. *Chesneau.*—Note sur les tremblements de terre en Algérie (Ann. des Mines. 9^{ème} Série. Mémoires T. I. 1892 p. 5).
13. *Corder.*—And architect's notes on the great earthquake of october 1891. Mino Owari. (Seismological journal. Tokyo. II p. 1).
14. *Coronas.*—La actividad seísmica en el archipiélago filipino durante el año 1897 (Manila 1899).
15. *Cortés y Agullo, Lt. Cor.*—Los terremotos, sus efectos en las edificaciones y medios prácticos para evitarlos en lo posible. (Manila 1881).
16. *Darison, Ch.*—The Quettah earthquake of december 20th 1892. (Geol. Mag. Dec III Vol. X N^o. 350. 1893 páj. 356).
17. *Dutton, C.^a*—Thi Charleston earthquake. 31st. August 1886 (Ninth Annual Report of the Un. St. Geol. Survey. Washington 1889).
18. *Faidiga.*—Das Erdbeben von Sinj am 2 Juli 1898 (Mitt. d. Erdbebenkommission d. k. Ak. d. Wiss in Wien. Neue Folge N^o. XVII 1903).

19. *Forster, W. G.*—The recent great earthquake at zante (31st jan and 17 abril 1893).
20. *Fouqué.*—Rapport sur le tremblement du terre de Céphalonie et de Métélin. (Archives des missions scientifiques et littéraires 2^{ème} série. T. IV, p. 445. Paris 1868).
21. *Goll.*—Die Erdbeben Chiles (Münchener geographische Studien von S. *Gunther*. München 1903).
22. *Griesbach, C. L.*—Notes on the earthquake in Baluchistan on the 20th december 1892 (Geol. Survey of India. XXVI. Part 2. Calcuta 1893).
23. *Hantken von Prudnik.*—Das Erdbeben von Agram im Jahre 1880 (Bericht and das k. ungar Ministerium für Ackerbau, Industrie und Handel. Mitt. aus. d. Jahrbuch d. k. ung. geol. Austaft. VI. Bd. 3. Heft. Budapest 1882).
24. *Hoernes.*—Das Erdbeben von Saloniki an 5 Juli 1902 (Mitt. d. Erdbeben Kommission de k. Ak. d. Wiss. in Wien. Neue Folge. Nr. XIII. 1903).
25. *Höfer.*—Das Erdbeben von Belluno am 29 Juni 1873 (Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss in Wien. Bd. LXXIV V. Heft. Jahrgang 1876. Math. Naturwiss. Klasse p. 819. 1877).
26. *Holden.*—List of recorded earthquakes in California, Lower California und Washington territory. (Sacramento 1887).
27. —A Catalogue of earthquakes on the Pacific Coast, 1769 to 1897. (City of Washington 1898 Smithsonian miscellaneous collection N^o. 1087).
28. *Ibarra.*—Temblores y terremotos en Caracas (Caracas 1862.)
29. *Issel, A.*—Il terremoto del 18 décembre 1897 a Città di Castello e sull Apennino. Umbro Marchigiano. (Atti della Società Ligústica di sc. nat. e geogr. Vol IX. Génova 1898).
30. —*ed Agamemnone.*—Intorno ai fenomeni sismici osservatinell'Isola di Zante durante il 1893 (Ann. dell'Ufficio centrale de met e di Geòdinamica. XV. Parte I. Roma 1893).

31. *Jeitteles*.—Bericht über das Erdbeben am 15. Jänner 1858 in deu Karpathen und Sudeten. (Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss. XXXV. Bd. Nr. 12 Wien. 1859. p. 511).
32. *Jones*.—Notes on the Kashmir earthquake of 30th May 1885 (Geol. Survey of India. Reports. Vol XVIII Part. 3. Calcuta 1885).
33. *Lescasse*.—Etude sur les constructions japonaises et sur le constructions en général au point de vue des tremblements de terre; et description d'un système destiné a donner une grande sécurité aux constructions en mçonnerie. (Mem et C. Rendus Soc. Ing. civils de France. Mai et Juin 1877. p. 451).
34. *Lévy*, P. Nicaragua.—Paris 1873.
35. *Mallet*, R.—The first principles of observational seismology as developed in the Report to the Royal Society of London of thy mode by commaud of the Society into the interior of the Kingdom of Naples, to investigate the circumstances of the grat earthquake of december 1857. London 1862.
36. *Mercalli*, G.—I terremoti della Calabria meridionale e del Messinese. (Mém. Soc. ital. delle sc. nat. (detta dei XL) Serie 3.^a T. XI Roma 1897).
37. *Middlemiss*.—Report on the Bengal earthquake of juli 14th 1885 (Geol. Survey of India. XVIII Part 4. Calcuta. 1885).
38. *Milne*, J.—Seismology. (The intern, sc. series LXXXV London 1898).
39. —Construction in earthquake countries. (Trans. seism. Soc. of Japan XIV Tokyo 1887).
40. —The movement produced in certain buildings by earthquakes. (Idem XII).
41. —Earthquake motion within a small area. (Idem XIII Parte I).
42. —Notes on the recent earthquakes of Yedo Plain and their effects on certain buildings. (Idem II 1880).
43. —On a seismic survey made in Tokyo in 1884 and 1885. (Idem X).

44. *Mitzopoulos*.—Die Erdbeben von Tripoli und Triphylia in den Jahren 1898 u 1899. (Petersmanns geogr. Mitt. 1900. Heft XII).
45. *Mouchketow y Orlov*.—Cataloge zemletriacenü rosiskoi Imperü. (Saint Petersburg 1893).
46. *Mouchketow*.—Materialen po Akalkakasko mon zemlatria-cenüon. 19-20 de kabria 1899 g. (Troudem geologicheskaw komileta 1903).
47. *Oldham, Th.*—The Cachar earthquake of 10th Jan 1869. (Mem. of the geol. Survey of India XIX Part. I. Calcuta 1882).
48. *Oldham, R. D.*—Report of the great earthquake of 12th June 1897. (Mem. of the geol. Survey of India XVIII, Part. III. Calcuta 1899).
49. *Omori, F.*—Seismic experiments on the fracturing and overturning of a column. Earthquake measurements in a brick building. (Publications of the earthquake Investigation committee in foreign languages. Tokyo. No. 4. 1900).
50. —Note on the vibration of chimeneys. Notes of the vibration of railway bridge piers. Motion of a brick wall produced by earthquake. (Idem. No. 12. 1903).
51. —Note on applied seismology. (Verhandlungen d. ersten intern. seism. Konferenz zu Strassburg. Beilage C. I. p. 335 Leizig. 1902).
52. *Orozco y Berra*.—Efemérides sísmicas mejicanas. (Méjico 1882-1888).
53. *Palmieri, L. e Sciacchi A.*—De la regione vulcánica del Monte Vulture e del Tremuoto ivi avvenuto nel de 14 agosto 1851 relazione fatta per incarico delle R. Accademie sc. Parte seconda: Storia del Tremuoto.
54. *Papeasilion*.—Sur le tremblement de terre de Locride du mois d'avril 1894. (C. R. Ac. sc. Paris 1894).
55. *Pereira*.—The great earthquake of Lisbon. (Trans. Seism. Soc. of Japon XII).
56. *Perrey, Al.*—Documents relatifs aux tremblements de terre du Châli. (Lyon 1854).

57. *Pomel, A.*—Les tremblements de terre des 15 et 16 Janvier (1891) en Algérie. (C. R. Ac. sc. Paris. CXII. 643).
58. *Pownall.*—On recent publications relating to the effects of earthquake on structures. (Trans seism. soc. of Japon XV. 1).
59. —Appendix to the abobe notes. (Idem).
60. *De Rossi Stef.*—Il terremoto di Roma del 23 febbraio 1890, Massime in ordine all'edilizia. Boll. del vulcanismo italiano XVII. 5).
61. *Sapper Karl.*—Das Erdbeben in Guatemala am 18. April 1902. (Pelermanns geogr. Mitt. 48. Bd. 1902).
62. *Seebach von.* — Das mitteldeutsche Erdbeben. vom. 6. März 1872. (Leipzig 1873).
63. *Sekiya.*—The severe Japan earthquake of the 15th jan 1887. (Trans. seism. soc. of Japan XI. 79).
64. *Sieberg, A.*—Einiges über Erdbeben in Aachen und Umgebung (Die Erdbebenwarte. Jahrgang II 1902-1903 Laibach p. p. 129 et 182).
65. *Stur.*—Das Erdbeben von Klana im Jahre 1870. (Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt. Jahrgang 1871. XXI. Bd. p. 231).
66. *Tarameli et Mercalli.*—I terremoti andalusi cominciati il 25 dicembre 1884. (Reale Accad. dei Lincei CCLXXXIII. 1885-1886).
67. —Il terremoto figure del 23 febbraio 1887. (Ann. dell'Oficio centr. di Meteorol. e di Geodinámica. Parte IV. Vol. VIII. Roma 1888).
68. *Tonabe.* Etude sur la resistance a la traction des joints de briques. (Public. of. the earthquake inv. Comm. in for. lang. N.º 4. Tokyo 1900).
69. *Tanabe et Mano.*—Chêminées d'usines ayant souffert des secousses du treblement de terre de juin 1894. (Idem N.º 3).
70. *Wähner.*—Das Erdbeben von Agram am 9 November 1880. (Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wiss. LXXXVIII. Bd. I. Heft. Erste. Ab. Wien 1883).
71. Memoria del comisario rejio, nombrado por real de-

creto de 13 de abril de 1885 para la reedificación de los pueblos destruidos por los terremotos en las provincias de Granada i Málaga. (Madrid 1888).

72. Relazione della commissione par le prescrizioni edilizie de l'Isola d'Ischia istituita dal Ministro dei lavori pubblici dopo il terremoto die luglio 1883. (Roma 1883).
73. Etudes relatives au tremblement de terre du 25 décembre 1884 et à la constitution géologique du sol ébranlé. par les secousses. (*Fouqué*, Director de la Mission, *Michel Levy*, *Marcel Bertrand*, *Barrois*, *Offret*, *Kilian*, *Bergeron* y *Bréon*). (Mém. de l'Ac. des Sc. XXX 2).





INDICE ANALITICO

- A**dobes. III 9. VII 4. VII 20.
Alcobas de refugio X 1.
Arjel (Reglas de—) IV 5. V 6. XI.
Amplitud del movimiento seísmico I 6. I 8. VIII 13. VIII 14.
Andalucía (Casas de la Comisión de—) IX 4.
Aparejo de muros de ladrillo III 5.
Aparejo de muros de albañilería III 2.
Acueductos VII 12.
Armenias (Casas—del Cáucaso) VIII 14.
Ascismicos (Cimientos —) IV 3.
Aspa VII 10.
Asfalto (Piso de—) IV 5.
Ante-techos V 4.
Azoteas VII 1.
Armadura de madera, fierro VI. VII 16.
Armadura de los techos IV 18.
Arietamiento de los muros III 1. III 3. III 6. III 10. IV 9.
IV 14.
Alturas (influencia de las—) I 6.
Aislamiento de los edificios V 6.
Albañilerías III 1. III 2. III 3. XI.

- Balcones** IV 8.
Balaustradas IV 9.
Barracas VI.
Birmanas (Casas) VII 19.
Bordes de las llanuras I 2.
Basamientos IV 2.
Bóvedas IV 4. IV 14. IV 17. VII 10. VIII 4.
- Cables sub marinos** VIII 16.
Calcuta (Casas de—) VII 18.
Cúpulas VIII 3.
Canales VIII 12.
Canales (orillas de los—) I 2.
Cariátidas IV 16.
Carton-pasta (ornamentos en—) IV 6.
Cefalonia (Casas de—) VII 7.
Cálidos III 1.
Chimeneas de habitaciones IV 7.
Chimeneas de fábricas VIII 2.
Caminos de fierro VIII 7. VIII 10. VIII 15. X 2.
Cemento III 9. IV 5.
Cemento armado III 9.
Cimas (Construcciones sobre las —) I 6.
Clark i C.^a (Casa de) IX 13.
Cliff-Dwellers (Casas de los—de Nuevo Méjico) VII 22.
Campanarios VIII 3.
Colinas (flancos de las—) I 6.
Colinas (pie de las—) I 7.
Columnas VIII 1. VIII 6.
Cañerías (de agua i de gas) VIII 14.
Contrafuertes IV 13.
Cornisas IV 9.
Corredores de las casas hispano-americanas VII 21.
Cortés i Agulló (Sistema de construccion del Lt. Coronel) II.
IX 2.
Coberturas IV 17.
Cumbre (construcciones sobre las —) I 6.

- Cruces de iglesia VIII 3.
 Cúpula IV 17.
 Cimientos IV 1. IV 2. IV 3. IX 1.
 Cielos. IV 6.
 Corredores VII 18. VII 21. VII 23. IX 2.
 Cámaras para temblores X 1.
 Cuadrados de cerámica para fachadas VI. VII 3.
 Casas de campo americanas VI.
- D**álmatas (casas —) VII 6.
 Diack (chimeneas, sistema)
 Diques VIII 11.
 Dimensiones de los muros V 5.
 Direcciones de los muros III 10.
 Discordancia (terrenos en) I 5.
 Divisiones de las habitaciones V 3.
 Dórico (órden) VII 12.
 Derribo de columnas VIII 1.
 Derribo de construcciones importantes VIII 8.
 Derribo de los muros III 10.
 Depósitos de agua en estaciones de ferrocarriles VII 7
 Deslizamiento de objetos planos VIII. II.
- E**dilidad (Reglamentos de —) X.
 Escaleras IV 11.
 Escarpe (muros de —) III 10.
 Escarpaduras (influencias de las—) I 2 I 6.
 Españolas (casas) VII 2.
 Estanques (orilla de los—) I 3.
 Escavaciones (influencia de las—bajo las ciudades) I 4.
 Enladrillado IV 5.
 Estanques. VIII 11.
 Estabilidad (ecuacion de—) VIII 1.
 Estribos de puente. VIII 10.
- F**achada Perry—IV 4.
 Fierro (empleo del—)VI.

- Fosos (vecindad de los—) I 3.
 Funerarios (monumentos—) VIII 6.—VIII 9.
 Faros. VIII 5.
 Filipinas (casas de las—) VII 23.
- G**as (cañerías de—) VIII 14.
 Gasómetros VIII 13.
 Góticos (monumentos—) IV 4.
- H**ispano-americanas (casas) VII 21.
 Hendiduras paralelas del terreno. I 3.
 Hormigon. IV 5.
- I**ncendios a causa de los temblores VII 15.
 Inouyé (casas sistema—) IX 5.
 Isba rusa VII 13.
 Ischia (casas de—) VII 5.
 Isidoros VIII 6.
 Ischia (reglas de—) III 9. IV 1. IV 8. IV 14. IV 15. IV 16.
 V 2. VI. XI.
 Italianas (casas) VII 4.
- J**aponesas (casas) VII 15. VII 16. IX 1.
- K**articos (países) I 4.
- L**agos (orillas de los) I 3. I 6.
 Lámparas de seguridad X 1.
 Lescasse (casas sistema—) XI 1.
 Ligadura de los edificios V 4.
 Liguria (casos de—) VII 1.
 Lisboa (Reglas de—) VI. VII 3. XI.
 Lodo (empleo del—como mortero) II.
 Ladrillos (muros de—) III 4. III 5. III 6, VIII 1.
 Ladrillos huecos. III 5. VI.
- M**addo (muros de—) II.
 Manila (Reglas de—) III 1. III 7. IV 1. IV 13. IV 14. V 5. VI
 23. XI.

- Martinica (Casas de la—) VII 20.
 Materiales. II. III 1.
 Menhirs—VIII 6.
 Menton (Casas de—) VII 1.
 Metelin (casas de—) VII 9.
 Molino (Albañilería con piedra de—) III 2.
 Minas (trabajos de) VIII 13.
 Mortero. II. III 1.
 Molduras de yesos. IV 6.
 Muros II. III.
 Muros (dimensiones de los—) III 7.
 Machones de Puentes—VIII. 3.
 Muros de division—III 10. IV 10.
 Madera (empleo de la—) VI.
 Mesas para temblores. VIII 1.
 Mesas ascísicas para lámparas de faros VIII 5.

Norcia (Reglas de—) IV 14. IV 17. V 2. XI.

Ojivas. IV 17.

Pagodas japonesas VII 17. VIII 1.
 Parabólico (perfil—de los muros) III 8. VIII 2. VIII 4. VIII 10.
 Pararayos—VIII 3.
 Pendientes (Influencias de las—) I 5.
 Pared delantera—III 10. VII 7.
 Pilares IV 3. VI.
 Pilares (de cimiento) IV 1.
 Pilotes IV 2.
 Pisos (números de los—de las casas) I 6. V 2.
 Plan de un edificio V 1.
 Puente (Rejiones que hacen—) I 6.
 Puente (Machones de—) VIII 4. VIII 10.
 «Pontini». IV 17.
 Puentes (de ferrocarriles) X 2.
 Pórticos V 4.
 Portadas VIII 6.

- Puertas IV 4.
Pórticos IV 16.
Portuguesas (Casas) VII 3.
«Pouzzolane» (cemento a la—) II.
Preventivos (Medios) XI.
Pozos. VIII 13.
Piedra tallada (muros de—) III 2 IV 12.
- Quebradas** (orillas de las) I 3. I 5.
- Reconocimiento seismico del terreno.** I 8.
Reglamentos de edilidad X.
Rios (orillas de los—) I 3. I 5.
Romano (cemento) II. IV 1.
Rosetones en yeso. IV 6.
Rosa seismica de un lugar III 10.
Rotacion de objetos planos VIII. II.
Rotatorios (temblores) VIII 9.
Ruptura de las columnas. VIII 1.
Rampla de puentes—VIII 10.
- Salas** (grandes—) V 3.
Santorin (casas monoliticas de—) VII 10.
Sombra (Rejiones que llevan—seismica) I 6.
Serie de casas. V 6.
Seismógrafos (aplicacion de los—en la explotacion de ferro-
-carriles) X 2.
Sitio (conclusiones jenerales respecto a la eleccion del—)
I 7.
Sostenimiento (muros de—) II. VIII 10.
Suelos-techos. IV 5.
Sotanos o bodegas. IV, 17.
- Tallada** (muros de piedra—) III 2. IV 2.
Templos japoneses. VII 17.
Terreno (influencia del—) I 1. I 2. I 3. I 6.
Terrenos (juncion de—diferentes) I 2.
Terrazas. IV 14. VII 5.

Techos i techumbres. II. IV 7. IV 18.

Tumbas. VIII 9

Torres. VIII 3.

Torre Eiffel VII 17.

Traslacion de ciudades. I 9.

Tejas. IV 18.

Terraplenes. VIII 10.

Valles (desembocadura de los—) I 6.

Vertical seísmica de un lugar. III 10.

Vibraciones seísmicas. I 6.

Vibraciones seísmicas marginales—I 6.

«Victoria» (piedra artificial llamada—) VI.

Vitrificados (Monumentos antiguos—) VII 11.

Ventana. IV. 4.

West (ecuacion de—) VIII 1.

Zante (casas de—) VII 8.

Zinc acanalado (coberturas de —) IV 18.

