

II

EFECTOS DE LOS TEMPLORES EN LAS CONSTRUCCIONES

Dada ya la extensión de la zona conmovida y el modo como se sintieron los temblores, pasamos a ocuparnos, de una manera general, de los efectos que produjeron estas sacudidas en las construcciones hechas por la mano del hombre. En Guadalajara, Mezquitán, Atemajac, Zapopan y otros lugares las casas sufrieron desperfectos de cierta importancia, pero no llegaron a derrumbarse, con excepción de una sola casa que se vino abajo en Atemajac con motivo del temblor del día 19 de julio, según noticia dada en la "Gaceta de Guadalajara." Las destrucciones por lo general consistieron en el ensanchamiento y alargamiento de las cuarteaduras ya existentes, separación de muros, en la formación de nuevas grietas, en la caída de piedras ornamentales en las fachadas de los edificios y de objetos en el interior de las habitaciones y desperfectos en los techos. Todos estos efectos son comunes en países donde tiembla y han sido estudiados varias veces por comisiones de especialistas que se han preocupado por la manera de reducirlos a un minimum, dando reglas que tienen por objeto poner las habitaciones a prueba de temblores.

En consecuencia, podemos limitarnos a indicar los efectos especiales de los temblores en las construcciones de Guadalajara; pues la manera peculiar de edificar en esa región hace que los desperfectos cambien de forma y su importancia sea diferente. Por otra parte, estas construcciones nos permiten sacar algunas conclusiones acerca de la dirección probable de donde vienen los movimientos, deduciéndola de las cuarteaduras causadas en muros con diferentes orientaciones, caída de balaustradas y de otros objetos, etc. Del gran número de desperfectos que hemos observado, daremos únicamente los principales o sean aquellos que se repiten, conservando cierta regularidad, en construcciones semejantes, tanto por la posición y distribución de las paredes cuanto por la calidad del material empleado. Para este fin estudiaremos en algunos tipos de construcción los efectos causados en ellas.

1.—Efectos en Guadalajara

Un plano de una casa tipo de una familia de la clase media acomodada damos en la lámina II, figura 1.

Las calles de Guadalajara, como las de muchas poblaciones hispano-americanas, están orientadas según los cuatro rumbos cardinales; dando, por lo tanto, las fachadas de las casas a cualquiera de los cuatro puntos N., S., E. y W. Para describir los efectos del temblor, teniendo en cuenta la dirección de donde vino, tomaremos como ejemplo una casa cuya fachada vea al S. y supongamos que el movimiento viene, ya sea del Sur o del Norte. En este caso las paredes maestras que están orientadas de E. a W. oscilarán en dirección NS., mientras que las paredes maestras construidas perpen-

dicularmente a las anteriores, es decir, de Norte a Sur, se moverán de un modo completamente diferente al anterior, sin esta oscilación. De todo esto resultará que la fachada se separará de los muros laterales sin sufrir cuarteaduras; en tanto que en estos últimos se abrirán cuarteaduras más o menos verticales, sobre todo en los lugares débiles o de menor resistencia (puertas y ventanas).

La separación de la fachada de los muros laterales puede efectuarse de dos modos, o bien formándose la grieta en la pared lateral, junto a la unión de los dos muros, o en la de la fachada misma, dependiendo esto de la manera como se hizo su amarre.

La fachada y los muros paralelos a ella, quedarán intactos, como hemos dicho, solamente cuando no están apoyadas a ellos otras paredes como son los muros divisorios u otros elementos de construcción o adaptación. Obstáculos de esta índole pueden causar cuarteaduras también en los muros que están dirigidos de E. a W. siempre que dichos obstáculos opongan bastante resistencia; en caso contrario, se verá simplemente una separación de las dos paredes.

Así vemos en el caso de nuestro croquis que la fachada queda separada de las paredes laterales, sin sufrir cuarteaduras, y las cuatro paredes divisorias de tabiques están separadas de la fachada y del muro paralelo interior por grietas. En la pared posterior limítrofe de la casa que está interrumpida por dos arcos, notamos la misma separación del muro lateral y de las paredes divisorias; en tanto que la parte extrema a la derecha está sin cuarteaduras, y solamente el arco de la izquierda se ha cuarteado a causa de la resistencia que opuso el cuarto añadido.

Todas las paredes divisorias que en el interior de la casa están orientadas de E. a W., por este movimiento de NS. a SN., se desprenden de las paredes maestras, formándose las cuarteaduras en las uniones.

Los arcos que rodean el patio en el interior de la casa demuestran también diferentes efectos que dependen de la posición que guardan con relación a la dirección del movimiento. En nuestro caso supuesto, en que el movimiento se efectúa sobre la línea NS., los arcos perpendiculares a esta línea sufren algunas veces cuarteaduras solamente en los dos arcos laterales, donde la pilastra maciza de la esquina no vibra al unísono con los demás arcos. Los arcos que están en la misma dirección en que viene el movimiento, por lo regular todos tienen cuarteaduras cerca de la clave y muchas veces se observa que por su resistencia contra el movimiento causaron cuarteaduras perpendiculares en la unión con las paredes con las cuales están unidas.

Las cuarteaduras que se presentan en la posición y forma que acabamos de decir, son muy frecuentes en las casas que se averiaron por los temblores en Guadalajara y por su misma dirección y posición podemos deducir que la dirección NS. del movimiento que suponíamos arriba para nuestra explicación, era de hecho la verdadera dirección del movimiento.

En las casas de otros tipos, como las hay también en Guadalajara, se observan más o menos los mismos efectos de los temblores si su construcción o material son defectuosos o están resentidos, ya sea por temblores anteriores, ya sea por vejez o por las dos causas; pues casas de diferentes estilos, en buenas condiciones, han resistido perfectamente a los sacudimientos referidos.

En las casas de dos pisos se observa muchas veces un defecto de construcción que da por resultado la formación de cuarteaduras y es: el levantar

paredes divisorias en el piso alto, sostenidas por vigas que están detenidas únicamente en las cabezas sin tener base firme sobre que apoyarse en toda su extensión. Un ejemplo de las cuarteaduras que resultan por este defecto se ve en la planta alta de la Escuela Comercial e Industrial para Señoritas. Esta pared está levantada sobre el techo del salón de recepciones y se apoya directamente sobre una ancha viga sin estar sostenida ésta por columna o pilar alguno en su parte media. Se observa que dos cuarteaduras arrancan de los ángulos inferiores, y tomando más o menos la dirección de las diagonales de la pared, se cruzan y forman una cruz de San Andrés, cuyas ramas superiores son poco desarrolladas. De este modo se forma una especie de arco que carga la mayor parte de la pared (la pared lateral y superior) sobre los muros maestros de ambos lados, mientras el trozo inferior, de forma de un triángulo rectángulo, se cargó sobre la viga.

En otra casa de altos hemos podido observar un fenómeno igual. En la lámina III vemos que la pilastra entre el pasillo y el comedor está precisamente sobre la entrada de la cochera. El resultado de este defecto de construcción es, que se ha formado una grieta en el muro del pasillo que lo atraviesa diagonalmente. Esta grieta parte del ángulo póstero-inferior, se ensancha a medida que asciende en la parte superior y separa la pilastra del arranque de los dos arcos que antes se apoyaban en ella y ahora quedaron suspendidos.

Naturalmente muchos de los adornos, como almenas, balaustradas, mactones, etc., que no estaban debidamente fijados, se han caído a causa de los temblores. Fué una medida muy loable, el haber mandado quitar tales adornos que constituían un verdadero peligro para los transeuntes en los momentos en que temblaba. La caída de estos objetos sirvió algo a la comisión para ilustrarla acerca de la dirección del movimiento como se verá más adelante donde se citarán algunos ejemplos.

Las casas mal construídas de los suburbios han sufrido naturalmente muchísimo más por las sacudidas repetidas de este enjambre de temblores. No debe extrañar que las uniones de muros mal hechos y defectuosos, por su material poco resistente (adobe de mala clase); se hayan abierto y ensanchado las ya existentes y que el aplanado mal unido con el material se haya caído. Pero hay que llamar poderosamente la atención acerca del modo como están colocadas, por lo regular las vigas de los techos en estas casas (1), además de no estar sostenidas dichas vigas sobre soleras, no tienen la longitud suficiente para dar un apoyo bastante en sus extremidades que asegure la estabilidad del techo, sino que apenas tocan sus extremidades los bordes superiores de las paredes maestras; lo que viene a dar por resultado que con el temblor entren en movimiento las cabezas de las vigas, destruyendo la parte del muro donde se apoyan, perdiendo todavía con esto una parte del escaso sostén que las detiene. Las vigas pueden llegar a obrar como cuñas, separando

(1) A propósito de la manera de colocar las vigas, Alberto Heim en su discurso pronunciado en la sesión del 2 de septiembre de 1909 del Congreso Internacional de Seismología, reunido en Zermatt, intitulado "Einiges über den Stand der Erdbenenforschung" hace la siguiente observación: "Si en el temblor de Messina las cabezas de las vigas no hubiesen estado simplemente apoyadas sobre los muros sino que les hubiesen atravesado, una gran parte de las casas no hubiera sido destruida." (Compte-Rendus des Séances de la Troisième reunion de la commission Permanente de l'Association Internationale de Seismologie reunie a Zermatt du 30 Aout du 2 de septembre 1909. Budapest, 1909. Pág. 150.

las partes superiores de los muros y empujándolos hacia el exterior. Hemos visto numerosos ejemplos de esta clase de destrucción y sería de desearse que abandonaran este sistema y se obligara a los propietarios a poner soleras sobre las cuales descansen vigas de una longitud debida. (1)

Las iglesias de Guadalajara son casi todas construcciones antiguas que ya tienen cuarteaduras grandes, producidas por temblores anteriores. El efecto de los movimientos de este período se ha notado en que estas cuarteaduras se han ensanchado, en cambio no se ha podido observar con seguridad nuevas grietas. Solamente en la torre NW. de la catedral hemos observado una cuarteadura al parecer nueva que se abrió en la parte alta de la unión del muro de fachada con la torre y se prolonga sobre todo en el lado oriental de la torre hacia el cuerpo de ésta. (2)

No podemos entrar en detalles sobre los efectos de los temblores en las iglesias de Guadalajara porque sería imposible separar los efectos de esos temblores de mayo y junio de 1912 de los producidos por temblores anteriores. Así, por ejemplo, el templo de Mexicalzingo presenta cuarteaduras enormes, seguramente antiguas, pero como no hubo persona alguna que nos hubiera podido decir con seguridad cuáles eran las cuarteaduras formadas antes del 8 de mayo y hasta dónde llegaban y cuáles fueron los efectos de los temblores de este período, no pudimos estudiar estos últimos. (3)

2.—Alrededores de Guadalajara

Hay que advertir que las destrucciones habidas en Guadalajara, en los primeros períodos de la primavera de 1912, han sido más notables en la parte noroeste de la ciudad y era de esperarse, por lo tanto que en esa dirección hubiera sido el fenómeno más fuerte también afuera de la ciudad. En efecto, los pueblos y habitaciones que se encuentran en dicho rumbo, han sufrido más por esos temblores; pero si atribuyéramos estos mayores desperfectos solamente a una intensidad mayor del movimiento, estaríamos en un error, porque

(1) La manera como colocan los ladrillos para techar las casas constituye también una seria amenaza para los moradores, porque al temblar, con el movimiento de las vigas que los sostienen, se caen al suelo.

(2) Esta separación de partes añadidas, si así se puede decir a un edificio, se observa también en la torrecilla de la casa del señor Hermosillo, situada en la esquina formada por la Avenida San Francisco y la calle Prisciliano Sánchez. Esas grietas de separación forman una especie de plano inclinado y vienen a constituir un peligro porque sobre este plano puede resbalar la parte superior, como sucedió en Tecalitlán cuando el temblor del 7 de junio de 1911, con la torre de la iglesia del mencionado pueblo.

(3) Como no tenemos la intención de enumerar todos los edificios de Guadalajara y de sus alrededores que sufrieron con los temblores de 1912, sino más bien proporcionar solamente unos ejemplares típicos de destrucciones y de sus causas, debidas a malas construcciones y enumerar, además, los objetos que, por el modo de su destrucción o de los daños que han experimentado, nos indican algo sobre la forma de los movimientos, cerramos aquí la lista de estos ejemplos.

Para más detalles y para una lista completa de los daños sufridos, podemos referirnos a la "Memoria de los trabajos emprendidos por la Junta de Ingenieros nombrada por el C. Gobernador del Estado, con motivo de los temblores registrados en esta ciudad en el año en curso," Guadalajara, 1912, con cuya aplicación completó el Gobierno de Jalisco la obra de previsión y precaución que había emprendido en aquellos tiempos

esa importante influencia en mencionado efecto se debe, en gran parte, a la mala construcción de los edificios en estos pueblos.

En Mezquitán observamos las mismas destrucciones, acaso un poco más intensas que las que describimos de Guadalajara, en lo que se refiere a los suburbios de dicha ciudad. La iglesia que es muy antigua y que se encuentra en muy mal estado ha sufrido serios desperfectos, desplomándose el muro norte de ella unos 12 cm.

En todos los muros y arcos que corren NS. lo mismo que en las tres bóvedas de esta iglesia, orientadas con su eje en dirección EW. se observan cuarteaduras bastante importantes. (Véase lám. II, fig. 2.)

Relativamente poco ha sufrido el pueblo de Atemajac, situado al norte de Mezquitán. En este lugar hay que hacer notar que, mientras que en los edificios recientemente *construidos para la planta de la Fábrica de Tejidos de Atemajac no han aparecido cuarteaduras, en el templo y en las casas habitaciones de los obreros de dicha fábrica que son de construcción antigua y mala, se observan cuarteaduras que no son de gran importancia. En el pueblo mismo se ven, excepto algunas grietas antiguas que se abrieron más en casas viejas, algunas cuarteaduras pequeñas en los arcos del Ayuntamiento y que dan al E. y en las bóvedas de la iglesia. Este templo se compone de tres naves que están orientadas de E. a W.; las tres naves sufrieron cuarteaduras: la central en la línea media y las dos laterales cerca de su arranque sobre los muros exteriores de la iglesia. (1)

El pueblo de Batán tiene para nuestros estudios interés especial, porque es la única población cercana a Guadalajara que, perteneciendo al área más conmovida, está situada, por lo menos en parte, sobre roca firme, esto se debe a que la capa de "xal" y acarreo que cubre a una corriente de basalto ha sido deslavada en parte por las aguas de la cañada que atraviesa el pueblo. Las grietas que observamos en las casas que forman la parte alta del pueblo y que están construidas sobre terreno poco resistente, son las mismas que ya hemos descrito en los párrafos anteriores. En el curato, por ejemplo, situado junto a la iglesia que por su buena construcción ha sufrido bien poco, notamos cuarteaduras en paredes maestras, que van de N. a S., la separación de muros divisorios y las cuarteaduras convergentes arriba de las ventanas de la fachada que ve al S.

En la casa del señor Juan García Sánchez, en la calle José Palomar, anotamos un arco del cubo del zaguán, cuarteado en la clave y en las piezas algunas ligeras cuarteaduras sin importancia. También en la casa de la señora viuda de Mayorán se cuartearon verticalmente los muros NS. Ambas casas están situadas sobre el "xal" y las tobas.

En cambio en la planta de la Fábrica de Papel del Batán, que se encuentra en el fondo de la cañada sobre el terreno firme de la corriente de basalto, no se ha observado el menor desperfecto, tanto en las casas como en los acueductos antiguos de la Fábrica. Cosa idéntica pudimos comprobar con las extensas construcciones de la Fábrica de la Experiencia, que están edificando sobre la

de alarma y de angustia, con la "medida de la creación de una Junta de Ingenieros, reconocidos por su aptitud y filantropía, que inspeccionara con empeño y eficacia los edificios públicos y particulares, y dictara las providencias del caso, para evitar derrumbes y desgracias personales en el recinto de la capital."

(1). Con el temblor del 1.º de agosto se derrumbó una de las casas que estaba en muy mal estado.

misma corriente de basalto, sin embargo de que los temblores se han sentido allá bastante fuertes. (1)

Para explicar las diferencias que se observan entre los efectos causados por los temblores en construcciones levantadas sobre roca maciza y en edificios construídos sobre depósitos más o menos sueltos de acarreo o de tobas, por ejemplo, necesitamos estudiar más a fondo el asunto.

En la roca firme que tiene una elasticidad mayor, la velocidad de propagación de las ondas es mucho más grande que en los depósitos sueltos. Por otra parte la absorción de la intensidad es mayor en terrenos de acarreo que en terrenos firmes. Mientras que las ondas elásticas en las rocas causan solamente una vibración en ella, en depósitos sueltos producen cambios en la distribución de las masas. Un ejemplo magnífico para este último efecto nos proporciona el experimento siguiente: Si se toma una placa de metal cubierta de arena y se le aplica la vibración producida por un arco de violín, la placa vibrará sin deformarse, mientras que la arena se distribuirá, saltándose y acomodándose, tomando una disposición conocida con el nombre de figuras de "Lissajous." Las ondas sísmicas obran naturalmente de diferente manera en depósitos sueltos de gran espesor que en capas delgadas del acarreo colocadas sobre una base de roca firme. Veamos primeramente los efectos que tienen en depósitos grandes de acarreo dos temblores de diferente intensidad viniendo ambos de un foco situado debajo de estos depósitos. Si el temblor es suave, puede ser que las ondas que salen del foco, al entrar a los depósitos sueltos pierden su fuerza o su intensidad y hasta pueden ser absorbidos por completo en este material. En este último caso ni siquiera se siente el temblor en el epicentro del foco; pero sí puede manifestarse en sus alrededores, donde la roca maciza aflora.

Un temblor intenso del mismo foco puede ser acompañado de dislocaciones o causar grietas en el subsuelo rocalloso. Estos cambios de relieve no se prolongan necesariamente a través del material suelto, pero el movimiento se propagará hasta la superficie, en este caso observamos una zona epicentral pleistoseista que será más o menos la proyección del epicentro en la superficie de la zona macisa, pero la fuerza del temblor de esta zona hacia afuera, en todas las direcciones, se disminuirá rápidamente por la absorción intensa que sufre el movimiento en cuanto más largo sea el trayecto que recorra en materiales sueltos.

Así, pues, en este caso observamos un epicentro pleistoseista rodeado por una zona de menor intensidad, y en los lugares donde se asoma la roca maciza, nuevamente una intensidad mayor.

Las dislocaciones habidas en la base rocallosa no se prolongarán en esta forma a través de los depósitos sueltos, pero sí causarán cambios de acomodamiento en estos materiales y a efecto de esos la dureza destructora del temblor puede aumentar.

Si el foco del temblor es distante, las ondas superficiales, que se propagan

(1) Con esto queda comprobado una vez más cuán errónea es la idea que tienen muchas personas, contra todas las conclusiones deducidas en otras partes por los seismólogos, a costa de dolorosas experiencias, que la capa de sedimentos sobre la que está la ciudad de Guadalajara le sirve de colchón amortiguador contra los choques. Arguyen a su favor el caso de la cuenca de México, cuyas condiciones como cuenca cerrada que lleva varias capas de agua, no es comparable con las condiciones del subsuelo de Guadalajara.

por la roca maciza, hasta llegar a los depósitos de acarreo, al entrar a éstos, pierden rápidamente su intensidad y podemos observar en este caso áreas aisladas en las que no se sintió el temblor en cuestión.

Completamente distintos son los efectos de los temblores en zonas donde la capa de acarreo, que yace sobre roca firme, es delgada. En lugar de amortiguarse el movimiento sísmico, como sucede por lo regular en tales depósitos de gran espesor, la sacudida es más fuerte porque la capa delgada a causa del golpe que recibe es separada de su base rócamosa y hasta lanzada muchas veces hacia arriba: efecto que hace comprender que edificios construídos sobre estos depósitos delgados se destruyen aún cuando en los alrededores que no tienen las mismas condiciones del subsuelo, los movimientos no causaron ningún desperfecto.

El acomodamiento de estos materiales sueltos es naturalmente con frecuencia todavía más desastroso que el de los depósitos de gran espesor. (1)

En el pueblo de Zoquipan, al W. de Atemajac, y en el camino de este pueblo, a Zapopan, las casas están construídas de adobe y han sufrido las cuarteaduras ya conocidas, sin que se notara una intensidad notable.

La iglesia de este pueblo es vieja y seguramente ya ha experimentado desperfectos ocasionados por temblores anteriores. (Lám. II, fig. 3.) Sin embargo, pudimos observar en ella diferentes e interesantes cuarteaduras que en su mayor parte han sido debidas a las últimas sacudidas. La iglesia está construída de adobe, es de una sola nave, orientada N. S. y tiene su techo formado de tres cúpulas. Al lado izquierdo de la entrada, que está situada al Sur, se ha agregado a la iglesia una torre, cuya parte inferior encierra el caracol que conduce al coro, que se encuentra a media altura, arriba de la puerta, a la azotea y al campanario. La iglesia recibe luz por cuatro ventanas: dos de cada lado de la nave, en el fondo se levanta el altar que forma una especie de pared divisoria, dejando entre él y el muro del costado una especie de pasillo que sirve para subir a la parte superior de dicho altar por atrás. Al lado derecho del presbiterio, se encuentra unida con la iglesia, la sacristía, que se comunicaba anteriormente con la iglesia por medio de un arco abierto en el muro de la iglesia, con un claro correspondiente al ancho de la sacristía; de este arco arranca la bóveda que forma el techo de la sacristía. Al levantar el altar, se construyó debajo de este arco, una pilastra y se cerró el claro con una pared que separa ahora la iglesia de la sacristía (véase lámina IV), en el ángulo formado por la sacristía y la iglesia, se encuentra otro cuarto que sirve de ante-sacristía.

En las ventanas que están junto al coro, observamos efectos de los temblores que son bastante frecuentes en todas aquellas construcciones que ya hemos

(1) Observaciones sumamente instructivas e interesantes en este sentido, se han podido hacer últimamente con motivo del temblor del día 16 de noviembre de 1911, sacudió gran parte de la Europa Central. Véase R. Lais: "Die Erdbeben des Kaiserstuhls" Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. XII, pág. 45 y R. Lais und A. Sieberg: "Das Mitteleuropäische Erdbeben vom 16 november 1911, und seine Beziehungen zum geologischen Aufbau Süddeutschlands" Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. XII, pág. 186.

Consúltese también los interesantes comentarios que a este respecto da Harry Fielding Reid: "The California Earthquake of april 18, 1906." Report of the State Earthquake investigation Commission, in two Volumes and Atlas. Volume II. The Mechanics of the Earthquake, Washington, D. C., Carnegie Institution of Washington, 1910 página 49.

señalado como defectuosas por falta de sostén de una parte. El umbral de estas ventanas ha sido demasiado débil, relativamente al peso de la carga, y los movimientos sísmicos causaron grietas en diferentes sentidos. De los ángulos superiores de la ventana nacen dos cuarteaduras que convergen arriba de ella, separando un block del muro de forma triangular próximo a caerse. (1)

De los ángulos inferiores también salen cuarteaduras hacia abajo y hacia el rincón SE. de la iglesia, cortando en su trayecto cuarteaduras verticales que atraviesan el muro; lo mismo pasó al otro lado, en la ventana del muro que ve al W. La bóveda que se apoya sobre los muros que llevan estas ventanas está muy cuarteada, no solamente por la prolongación de las grietas, que salen de las ventanas descritas, sino también por una cuarteadura que arranca de la ventana que está arriba de la puerta de entrada de la fachada que ve al Sur, y otras que la atraviesan saliendo del ángulo SE. de la iglesia.

Un ejemplo de la influencia que tiene en los efectos de los temblores el modificar el arreglo interior, levantando muros y pilastras, en un lugar donde la construcción antigua no lo permite, lo observamos en la lámina IV, ya citada. La pilastra que se metió debajo del arco al levantar el altar, modificó el arreglo de la construcción antigua y produjo a la hora del temblor un empuje de abajo hacia arriba, destruyéndose de esta manera el arco.

Otro efecto del temblor lo pudimos observar en la azotea de la iglesia donde al pie de la torre y en el borde occidental de la misma azotea, había un pequeño arco que se apoyaba por un lado en la torre y por el otro en una pilastra; un travesaño de madera que sostenía una campana estaba empotrado en la pilastra y en el muro de la torre. El temblor produjo la ruptura del arco del que quedó solamente un fragmento embutido en la torre y otro resto sobre la pilastra.

La colonia moderna "Seattle," construída últimamente entre Zoquipan y Zapopan, ha sufrido relativamente muy poco por los temblores; lo que se comprende porque las casas que la componen están en su gran mayoría bien construídas y solamente una de ellas, hecha de adobe y sin cimientos, sufrió cuarteaduras de alguna consideración. El propietario, persona inteligente, explicó que más bien se debieron los desperfectos a lo defectuoso de la construcción que a la intensidad con que se sintieron los temblores. Fuera de esto, lo único digno de citar es que en un techo de cuatro aguas se rompieron algunas tejas y en una barda de mampostería una pilastra que se desprendió de su base girando unos 10° del N. hacia el E.

La Villa de Zapopan fué seguramente la población que sufrió más en el primer período de temblores (día 8 de mayo), aunque hay que advertir que, como dijimos al principio de este encabezado, gran influencia tuvo la mala calidad de los materiales y la mala manera de usarlos. (1) Además, hubo dentro de

(1) Véase A. Faldiga "Das Erdbeben von Sinj am 2 Juli 1898." Mitt. d. Erdb. Com. d. Kaisl. Akad. d. Wiss. in Wien Neue Folge, No. XVII. Viena, 1903. Fig. 7 y texto pág. 14.

Respecto al uso del adobe, Montessus de Ballore dice lo siguiente: "El principal defecto de las casas hispanoamericanas es el empleo del ladrillo desecado al sol ("adobe"), cuyo uso se ha extendido desde México hasta Chile, con los conquistadores españoles. El más frágil de todos los materiales, aún cuando se le ponga paja a la arcilla y se tiene, desgraciadamente, muchos ejemplos de su fácil destrucción." "La art de construire dans les pays a tremblements de terre" de Gerland Bertrage zur Gephysik, t. VII, p. 230, 1905. En el adobe de Guadalajara se ha suprimido la paja y la substituyen con "zal," fragmentos pequeños de pómez, que si bien le da mayor dureza, en

la misma población zonas en las que las destrucciones fueron mayores, y esto debido a que una parte de la población, la parte antigua, está edificada sobre una loma y el resto, la parte moderna, se ha levantado allá donde principia el declive de esta loma y donde el terreno ya está surcado por el nacimiento de algunas barrancas. Para aprovechar todo el terreno han rellenado los lechos de las barrancas y han levantado y nivelado estos declives con material de acarreo sobre el que han fincado.

De este modo hay que considerar aparte los efectos de los temblores en los edificios antiguos y los desperfectos que produjeron en los nuevos, cuyo subsuelo artificial aumentó el peligro por la desigual resistencia que proporciona, sobre todo en el caso en que una parte de una casa se apoya sobre el relieve antiguo y la otra sobre el relleno.

Los edificios antiguos y cuarteados están en condiciones semejantes a los de Guadalajara, maltratados por temblores anteriores, y citaremos solamente algunos que presentan cuarteaduras de cierta consideración y otros que por el estado de abandono en que se encuentran constituyen verdadera amenaza, aun sin que tiemble. De los primeros podemos mencionar el Santuario y el Orfanatorio y de los segundos el Palacio Municipal y la Escuela Oficial de Niños y Niñas. (1)

En el convento que está reunido con el Santuario, además de las cuarteaduras viejas que se abrieron más, hubo varias en los arcos interiores en la forma descrita de las de los arcos de una casa tipo de Guadalajara. En los portales del exterior, cuyas pilastras macizas de base cuadrada y construídas con sillares de una brecha ígnea rhyolítica, observamos desportillamientos en alguna esquina de estos sillares y algunas cuarteaduras que los atraviesan en la dirección de SE. a NW. De objetos caídos de las dos torres y de los pórticos laterales del átrio hablaremos cuando discutamos la dirección del movimiento.

Citamos el Orfanatorio de la Madre de los Desamparados porque una bóveda (lámina V), cuyo eje horizontal está dirigido de E. a W. se cuarteó, lo mismo que las ya anotadas en las iglesias de Mezquititán, de Atemajac y Zoquiapan formándose en la línea media una grieta que permitía ver a través de ella el cielo, y otra, cerca del arranque de dicha bóveda a lado norte. El efecto de esta destrucción de la bóveda se nota perfectamente desde la calle; pues el muro Norte que pertenece a la fachada está desplomado de una manera notoria.

Respecto a los segundos edificios, o sean los que por el estado de abandono en que se encuentran son peligrosos, hay que llamar la atención de que ninguno de ellos se derrumbó; lo que demuestra que la intensidad no fué tan grande. Por lo demás, no presentan interés, porque las grietas que tienen son cuarteaduras antiguas.

El barrio nuevo de la Villa, construído como dijimos antes, sobre un terreno por lo menos en parte artificial, ha sufrido, como era de esperarse, serios desperfectos que se repitieron en la misma forma en todas las casas de esta zona, situada al E. y SE. de la población. Tenemos, por ejemplo, la

cambio no le dan ninguna cohesión y elasticidad. Si el adobe de Guadalajara tiene ese defecto, el que hacen actualmente en Zapopan es aún de menor calidad.

(1) Los dos últimos y el Palacio Municipal han sido clausurados, según comunican los periódicos de esta capital, con motivo del último período de temblores.

casa de la señora Herminia Magdalena (lámina II, fig. 4), número 29 de la calle de Solís, donde principia ya el declive de la loma en cuya cima está la población. La parte Norte de la casa está levantada todavía sobre terreno firme, mientras que la porción Sur, el jardín, patio y los cuartos posteriores, ha sido construída en el terreno artificial. Entre el piso de esta casa y el de la contigua, hay una diferencia de nivel como de metro y medio, debido a que el relleno se ha hecho escalonado. En resultado de esta diferencia en la resistencia del terreno se hizo notable en los temblores, hundiéndose la construcción que queda sobre el terreno levantado; de este modo se explica el por qué se formaron las cuarteaduras que hay en los muros divisorios, con dirección de EW. de los cuartos que dan a la calle. Todas estas cuarteaduras arrancan de los ángulos del cerramiento de las puertas con los largueros y terminan en el ángulo formado por el techo y el muro que da al jardín. En los muros que no tienen puerta, arranca en el ángulo formado por la pared y la fachada.

De las casas que forman el lado Sur de la calle del Seminario y que están construídas en iguales circunstancias a la casa anterior, citaremos solamente la del señor canónigo Gordillo (lám. II, fig. 5), situada en la esquina de la misma calle y la de Hidalgo, y el manicomio que se encuentra situado en la parte más baja, en la orilla de la población.

En la casa del señor Gordillo, que es también del estilo de una casa tipo, además de las cuarteaduras que aparecen en la unión de las paredes, con un ligero desplome de la fachada principal hacia el N. y de las separaciones de muros divisorios que ya conocemos, hay desperfectos que sólo se explican por la circunstancia de que la parte posterior del edificio está situada sobre el terraplenado artificial que se levantó para nivelar el terreno. Mientras que los arcos en el interior de los corredores del NE. y EW., no demuestran cuarteaduras de importancia. Los dos arcos interiores del corredor Sur sí se han cuarteado seriamente. Esta línea EW. de cuarteaduras atraviesa toda la casa y nos indica que la pared de la casa que da al jardín está construída sobre un terreno menos firme que la otra parte de la casa y que los temblores abrieron estas cuarteaduras porque ya existía una tensión entre las diferentes porciones del edificio. Al mismo tiempo, las malas condiciones en que se encuentran las vigas y de las cuales hemos hablado arriba, es decir, su longitud insuficiente y la falta de soleras, hizo que con el vaivén de los movimientos obraran como cuñas, empujando la pared con reja, que da al jardín detrás de la casa, hacia el Sur, y a cuyo empuje se debe que las pilas tras de esta pared se hayan roto arriba de su zoco, y que la pared se desplomara hacia el jardín.

Por último, el extenso y nuevo edificio del manicomio se levanta en gran parte sobre el relleno, que se hizo en este barrio que es el más bajo de la población, sobre las ramificaciones de una barranca muy honda que en este punto tiene sus nacimientos. Dicho relleno en algunos tramos debe tener más de 5 metros de profundidad y se comprende que su material, no obstante que ha sido apisonado seguramente con mucho cuidado, no puede proporcionar la resistencia necesaria e igual a la del terreno natural de este lugar. Observamos, por lo tanto, varias series de cuarteaduras, ensanchadas por los temblores a causa de la tensión que existía entre los muros maestros de una misma ala del edificio. La lámina VI, que representa una serie de cuartos en el ala septentrional del edificio (fotografía tomada desde el E. hacia el

W.), nos ilustra el efecto de la ruptura de estas tensiones, habiéndose hundido la pared maestra a la derecha, es decir, al N. La mayoría de estas cuarteaduras parten, naturalmente, de los mismos ángulos superiores de las puertas.

Con estas pocas enumeraciones de desperfectos causados por los temblores en aquella villa, dejamos a Zapopan para ocuparnos de la zona que hemos semi-rodado con nuestra visita a Mezquitlán, Atemajac, Zoquipa y Zapopan.

Entre la orilla NW. de Guadalajara y la loma sobre la cual está situado Zapopan hay unas depresiones extensas formadas por la barranca Ancha y el Río de Zapopan, con su afluente al arroyo de los Colonos.

Esta región es poco poblada y los edificios que hay en ella, forman solamente dos grupos aislados de construcciones, las de la provisión de aguas potables con su acueducto y las de la hacienda de la Providencia.

Las obras de provisión de aguas constan: de una parte que sirve para captar y conducir el agua, a través de túneles y canales, a los grandes tanques a donde se reúne; de los grandes tanques y de la casa de las bombas para elevarla, y del acueducto que la lleva hasta la capital. En lo general, las obras propiamente dichas sufrieron bien poco con los temblores y esto se debe, en gran parte, al hecho de que no sobresalen fuera del terreno, con excepción del acueducto (1) sino más bien están hechas dentro de depresiones naturales y en parte subterráneas. En cambio, la casa habitación situada en una loma que está unos 20 ó 25 metros sobre los tanques de la barranca de los Colonos, ha sufrido serias cuarteaduras, sobre todo en las torres de los cuatro ángulos del edificio. La construcción especial y principalmente la repartición de masa en esas torres, deben de haber influenciado en gran parte para la formación de las grietas que observamos en ellas. En la que está situada en la esquina NE. hay una grieta que se formó en la unión del borde de la azotea con la torre y descendiendo hacia abajo para encontrar debajo de la cornisa el cuerpo de la torre que la atraviesa diagonalmente, pasa por el ojo y termina en la dovela del arco de la puerta ciega del lado oriente. Esta grieta, si bien es peligrosa, no tiene tanto interés como otra que se ha formado a dos metros sobre el enrás de los cimientos cortando el cuerpo de la torre horizontalmente. Esta cuarteadura se repite en todas las torres de los cuatro ángulos del edificio y se nota con más claridad en la torre NW., donde se encuentra a una altura de 1 metro 65 centímetros del enrás de los cimientos.

En la azotea del mismo edificio existe un copete, en la fachada que ve hacia el E., que tiene una altura en las extremidades, de medio metro y en el centro más de un metro sobre el borde la azotea cuya altura es de medio metro; detrás de él y fijado con dos abrazaderas de fierro, se levanta el asta-bandera que sirve también de soporte a una lámpara de arco. Con el temblor del 8 de mayo se formó una grieta horizontal que atraviesa el copete a la altura del borde de la azotea. La formación de esta cuarteadura se puede explicar de dos maneras: por un movimiento oscilatorio de E. a W. o a la

(1) A pesar de la larga extensión que tiene, sobre todo en la parte sostenida por su alta arquería en la "Barranca Ancha" no se notó, en la fecha en que lo visitamos (17 de mayo), ninguna grieta. Hay que hacer notar que la arquería tiene su cimentación bastante profunda (12 metros) y la construcción es sólida.

inversa, pues la dirección del borde es N. 20° W. o por un movimiento de trepidación. A la primera explicación se podría objetar que todos los datos que hemos recogido en los alrededores de Guadalajara indican más bien que el movimiento era N. o NW. o S. SE. o inverso; tal movimiento requería también el aflojamiento de las abrazaderas que mantiene unido el astabandera al coquete y un movimiento oscilatorio EW. no explicaría, finalmente, las cuarteaduras horizontales en las torres; además, que esto estaría en contradicción con la forma en que nos describieron el movimiento el director de la planta y sus empleados. En cambio, se explica muy bien la formación de las cuarteaduras horizontales de la casa habitación de "Los Colonos" (donde, con excepción de la grieta inclinada junto y en la torre del ángulo NE., no hay separación de muros), por un movimiento fuerte de trepidación sin ó con una ligerísima oscilación. Estas conclusiones nos han conducido a la suposición, a nuestro parecer bastante fundada, de que el epifoco del movimiento fuerte del 8 de mayo ha sido muy cerca de este punto de "Los Colonos." Debemos de advertir que no hay ninguna seguridad absoluta en esta hipótesis; porque no debemos de perder de vista que la loma, sobre la que está la casa, está constituida por material muy desmoronable y flojo y que ha sido perforada por un túnel para desviar las aguas de un arroyo que antes corrió por donde está hoy la presa. De este modo muy bien puede ser que los temblores no hayan sido la causa directa de las grietas arriba descritas, sino que ocasionaron sentamientos de la parte debilitada por el túnel mencionado y las excavaciones profundas laterales donde se construyó el tanque depósito; siendo, por lo tanto, en este caso los causantes directos de las cuarteaduras, los movimientos que se verificaron en la loma, producidos por el temblor.

En la casa habitación de la hacienda "La Providencia" pudimos observar varias cuarteaduras, no muy importantes de por sí, sino por la circunstancia de que la hacienda está relativamente bien construída.

A pesar de eso, no pudimos sacar ninguna conclusión respecto a duración o intensidad de los temblores y sólo la mencionamos por ser el segundo punto habitado de esta zona.

Para concluir con este capítulo, réstanos hablar de la hacienda de San Antonio del Valle en la que, sin embargo de que los temblores al parecer no se sintieron muy intensos, en la casa en construcción cayó un muro divisorio de un tercer piso que aun no estaba techado (véase lámina II, figura 6 y lámina VII). La fachada de esta casa ve hacia el E. y los muros divisorios en el tercer piso quedan en dirección EW. Las paredes divisorias son muy delgadas y están construídas de tabiques huecos que corresponden a tres cuartos aun no terminados. Uno de los muros laterales el del S., fué destruído por el temblor del día 8 de mayo, de tal manera que la parte que se une con el respaldo de la fachada quedó intacta, mientras que la parte que correspondía a la puerta se vino abajo, cayendo hacia el N. Los escombros tomaron el aspecto de una serie de cajas de cartón que se dobléga y cae al suelo, guardando las cajas el mismo arreglo que tenían antes, pero quedando separadas. Tenemos que las paredes estaban unidas, como ya dijimos, con el muro de fachada por un lado y tenían el claro de la puerta al otro extremo. El muro del Norte no se cayó sino se separó solamente de la fachada.

3.—Efectos en el terreno

A pesar de las investigaciones que hicimos en los lugares que recorrimos, sobre todo en la zona pleistocénica, dirigidas especialmente para saber cuáles habían sido los trastornos que ocasionaron los temblores en la superficie terrestre, nuestros esfuerzos fueron en vano. Así en el régimen hidrológico, tanto superficial como subterráneo, no se notó nada anormal; naturalmente que para decir esto nos tuvimos que atener al dicho de los habitantes de cada lugar. Manifiestan ellos que el nivel de los pozos no varió; que el aspecto, sabor y temperatura del agua no cambiaron, que los manantiales ni aumentaron ni disminuyeron en sus gastos. Objeto especial fueron las visitas que hicimos a las aguas termales que tanto abundan en esa zona y que representan un papel muy importante en la vida geológica de la región. Tampoco en éstas pudimos apreciar variación ninguna, por la falta absoluta de datos anteriores, de temperatura, gastos, etc.

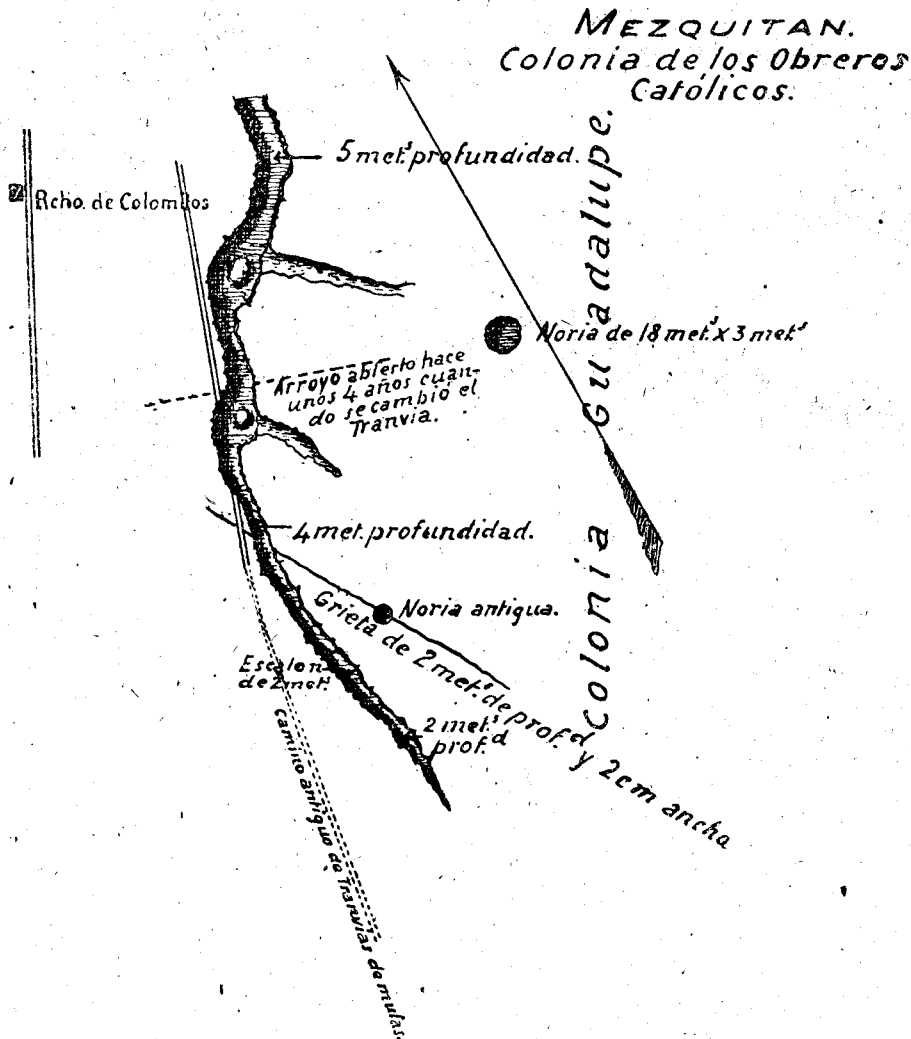
Sin embargo, cambios muy anteriores de trayecto y salida de las aguas se aprecian muy bien en las barrancas donde se ven los depósitos diferentes llamando la atención, sobre todo a este respecto, las fuentes termales de La Soledad. Aquí hubo un cambio en la salida de las aguas y éste se anota actualmente por la circunstancia de que los dos cuartos para baño que se construyeron hace años, precisamente sobre unos orificios de los manantiales para utilizar el vapor del agua con sus depósitos, han tapado estas salidas y hoy aparecen más abajo otras fuentes. Estos cambios, como acabamos de decir, se han efectuado hace años y los habitantes de la localidad no han notado variación en el régimen de las aguas producida a consecuencia de los temblores últimos.

El mismo resultado negativo nos dió el examen de las aguas termales y de las solfataras que se encuentran en terrenos de la hacienda de la Venta.

La investigación de la formación de grietas no fué descuidada por nosotros sino por el contrario, teníamos bastante empeño en examinar cuidadosamente la región a este respecto visitada por nosotros y en procurar informes acerca de si en algún lugar había aparecido una de estas aberturas que tanto interés tienen para el estudio sismológico, no solamente porque nos indican zonas excepcionalmente peligrosas, sobre las que no se deben construir, sino también porque estas grietas con sus alineamientos pueden indicar líneas estructurales de la geología de la comarca y revelan con esto, algunas veces, causas locales de temblores. Nada de esto se ha podido observar en la zona conmovida por los temblores de Guadalajara, pues el único dato de formación de abertura que llegó hasta nuestro conocimiento no fué una grieta causada directamente por los temblores.

Por aviso amable del señor Macías, de Guadalajara, supimos que en la "Colonia Guadalupe de los Obreros Católicos," situada entre Mezquitán y Atemajac, al lado E. de la línea actual de tranvías, se había formado una abra que alcanzaba, en algunos lugares, dos metros de profundidad y tenía dos centímetros de ancho, pudiéndose seguirla en una longitud de 70 metros aproximadamente. Investigaciones en el terreno dieron por resultado lo siguiente: el plano inclinado hacia el W. de la mencionada colonia, ha sido atravesado anteriormente por el trazo de los tranvías de tracción animal que fué abandonado para tomar el que siguen actualmente los tranvías eléc-

trícos, como se ve el croquis adjunto. La primera barranca que cruza el terreno en dirección SN. apenas llegaba anteriormente hasta el punto donde se acerca a la línea antigua de los tranvías de mulas, pues en este lugar se habían construído en aquel tiempo, defensas en el nacimiento de la barranca, que al quitar la línea, quedaron abandonadas. Con este abandono, la barranca principió a prolongarse en el terreno desmoronable hacia el S. siguiendo primeramente, por unos 40 metros la cuneta de los tranvías para ensancharse y prolongarse después más hacia el S. y SE. Hoy día tiene, desde el nacimiento



hasta el punto donde estaba hace cuatro años, unos 160 metros de largo. Las aguas del arroyo que corre en el fondo, han cortado en su curso superior una grieta muy angosta perpendicular que atraviesa por el terreno y que por el hecho de haber sido rellenada con material impermeable, sirvió de cortina para el agua de las partes superiores del subsuelo. Desde que se formó el arroyo, el agua que se estanca detrás de esta cortina obtiene fácil salida al arroyo, y tomando este curso, debilitó la parte que está junto a la grieta hasta que se pudo formar la abra mencionada. Con esta explicación se comprende también que el pozo abierto hace tiempo, precisamente en esta grieta,

con el objeto de hacer adobes en ese lugar, se haya secado paulatinamente mucho antes del temblor del 8 de mayo.

Los únicos datos positivos respecto a los efectos de los temblores en el terreno, los hemos podido recoger en la barranca del Río Grande y en sus ramificaciones, en una extensión relativamente reducida. Desde la "Planta Eléctrica de La Junta," que está situada cerca del punto donde se une el Río Verde al Río Grande de Santiago, hasta el rancho de "Las Animas," lo mismo como en toda la extensión de la barranca de Ibarra, los habitantes nos dijeron que durante los temblores más fuertes, se habían caído muchas piedras sueltas de los acantilados y de las partes abruptas de la barranca. Nosotros mismos hemos podido ver las huellas de estos derrumbes, de los cuales los más notables se han efectuado cerca de la Hacienda de Ibarra. Entre Ibarra y el Puente de Arcediano se había derrumbado de la ceja más alta de la barranca, en la margen izquierda (al N. de Huentitán), una porción grande de la corriente basáltica que forma dicha ceja y que ha dejado un surco en la pendiente, sin causar ningún daño por no haber ni siembras, ni habitaciones, ni comunicaciones en este tramo.

El camino de herradura que, bajando por la barranca de Ibarra comunica la hacienda de este nombre con Guadalajara, ha sufrido serios desperfectos por los temblores, en el tramo que está antes de llegar a la mencionada hacienda. En esta parte, la ladera está formada por una rhyolita muy quebrada, de pendiente muy fuerte, que se debilitó por la construcción del camino y se vino abajo con los temblores, interrumpiéndose el paso. Lo mismo pasó con el camino que hay entre la hacienda de Lazo y Las Animas, cerca del rancho de este nombre. (1)

(1) En Guadalajara se nos dijo que cerca de la "Peña Prieta," peñasco muy característico, situado a un lado del camino entre el "Puente de Arcediano" y el "Plan de San Marcelo" (lado derecho de la barranca del Río Grande) se había formado una abra peligrosa. En nuestra visita al lugar, la gente que vive al pie de esta "Peña Prieta" nos dijo que nada de eso había sucedido. Así como esta noticia, hubo otras muchas que no solamente eran fantásticas y exageradas, sino que ni siquiera era posible tomarlas en consideración, debido a lo extravagantes que eran.