

W. J. G. 1

1865

EFFECTOS

DE LOS

TERREMOTOS DE ANDALUCÍA

EN LOS EDIFICIOS

Y MEDIOS DE AMINORARLOS.

POR EL ARQUITECTO DEL MINISTERIO DE FOMENTO

DON ENRIQUE MARIA REPULLES Y VARGAS,

C. de la R. Academia de San Fernando.

MADRID:

IMPRENTA DE FORTANET,

CALLE DE LA LIBERTAD, 20.

1865.

EFFECTOS DE LOS TERREMOTOS DE ANDALUCÍA EN LOS EDIFICIOS

Y MEDIOS DE AMINORARLOS.



R. 77965

LIBRO	Repullés y Vargas
C	
19	
36 (39)	

EFFECTOS
 DE LOS
TERREMOTOS DE ANDALUCÍA
 EN LOS EDIFICIOS
 Y MEDIOS DE AMINORARLOS,

FOR EL ARQUITECTO DEL MINISTERIO DE FOMENTO

DON ENRIQUE MARÍA REPULLÉS Y VARGAS,

C. de la R. Academia de San Fernando.



MADRID:
 IMPRENTA DE FORTANET,
 CALLE DE LA LIBERTAD, 29.

1885.

ADVERTENCIA.

El presente trabajo es extracto de la Memoria presentada á los Excmos. Sres. Ministros de Fomento y Gobernación á consecuencia de mi expedición á las provincias afectadas por el siniestro, que verifiqué por haber sido aceptado el ofrecimiento incondicional de mis servicios profesionales en socorro de aquellas desgracias.

I.

DIFERENTES CLASES DE MOVIMIENTOS SEÍSMICOS Y SUS EFECTOS EN LAS CONSTRUCCIONES.

Trepidación.—Oscilación.—Rotación.—Ejemplos en cada caso.

Importantísimo es, sin duda alguna, el estudio de los desperfectos sufridos por las edificaciones á causa de los terremotos que han afectado recientemente á las provincias de Granada y Málaga, no solo porque enseñan cómo pueden, si no evitarse, aminorarse al menos tan desastrosos efectos, dando tiempo para la salvación de sus habitantes, sino porque en general suministran datos dignos de tenerse en cuenta para proveer á la mayor estabilidad de las construcciones, aun en los casos ordinarios. De un examen atento de aquellos efectos y su comparación en las diversas fábricas de los edificios, pueden deducirse consecuencias de gran aplicación para el arte de construir; y conviene que cada observador dé cuenta de sus impresiones y proponga ideas, por si de algo pueden servir, en las actuales circunstancias, para prevenir desgracias futuras.

Por mi parte, sin pretender investigar las causas á

que son debidos, solo haré notar que los movimientos de la superficie terrestre se verifican de tres maneras, á saber: de abajo á arriba y viceversa, *trepidación*; de un lado al otro, *oscilación*; ó girando alrededor de un punto, *rotación*, movimiento este último que puede referirse al anterior.

Sus efectos son distintos en las construcciones por más que, como casi siempre dichos movimientos se suceden con pequenísimos intervalos, se confunden.

Desde luego la *trepidación*, que es producida por un movimiento del terreno generalmente en sentido de abajo á arriba, se trasmite á los edificios íntegramente; y como estos se hallan compuestos de materias diversas con densidad y peso distintos, desarrollan en las fábricas diferentes velocidades para cada material, produciéndose por consiguiente su disgregación, puesto que dichos materiales no son suficientemente elásticos para resistir. De aquí se deduce que las materias pesadas se dislocarán con más facilidad que las ligeras, pues en ellas el movimiento desarrollado será mayor, y las fábricas mixtas serán también menos estables que las homogéneas, y tanto menos cuanto peores sean las mezclas que las unan ó más reciente su construcción. La indicada disgregación se manifiesta por grietas horizontales, que siguen casi siempre las juntas de lecho en las sillerías, los tendeles en las fábricas de ladrillo ó las verdugadas en las mixtas, notándose menos en las mamposterías irregulares y siendo preferibles los hormigones, especialmente si se emplean en ellos mezclas de rápido fraguado.

Como ejemplo curioso citaré el de dos pilares de ladrillo de la iglesia nueva de Zafarraya, construídos solamente hasta el arranque de arcos en una altura de unos 5 á 6 metros, los cuales se hallan perfectamente cortados por una de sus juntas á la altura de 1,20 metros próximamente y divididos, por tanto, cada uno en dos prismas sobrepuestos cual si fueran dos sillares, sin haber perdido sus aplomos ni haberse corrido. En este mismo edificio ha venido á tierra una de sus fachadas laterales y en cambio en los arcos de ladrillo no se notan quiebras.

Los movimientos de *oscilación* pueden producirse ó por ondulaciones sucesivas del terreno ó por vaivenes. En el primer caso los muros pierden momentáneamente sus aplomos, y si han sufrido antes la *trepidación* llegan á derrumbarse, arrastrando los pisos y armaduras de cubierta que vienen á acelerar la ruina con sus pesos y empujes. Y aun cuando, pasada la ondulación, vuelvan los muros á su posición primitiva, la disgregación de los materiales, manifestada por quiebras verticales ó, más bien, inclinadas según la dirección de la oscilación (1), ya ha tenido lugar

(1) Las observaciones de Roberto Mallet y de Hopkins y los instrumentos y métodos por ellos imaginados han dado por resultado el cálculo de la velocidad de las ondulaciones y la profundidad del foco seísmico; pues las quiebras en los edificios se producen en sentido normal á la dirección del sacudimiento, opinión que comparte el P. Bertelli. Para establecer la celeridad de la propagación de los sacudimientos, la hora del primero y la profundidad del centro del terremoto, recurre Seebach á un método gráfico muy curioso, cuya explicación no creo de este lugar.

y es casi imposible que vuelvan á encajarse según antes estaban. Claro es que cuanto más elevadas sean las fábricas más se alarga el radio de giro y el desplazamiento del extremo superior resulta mayor. En las fábricas mixtas el rompimiento se verifica siempre por la unión de las dos; y en los arcos, al desplomarse sus jambas ó apoyos verticales, á lo cual ayuda el continuo empuje de aquellos, se abren produciéndose el descenso de sus claves en los de cantería ó partiéndose por dos líneas simétricas los de ladrillo, en términos que forman una verdadera clave de esta fábrica, semejante á la de cantería, la cual, descendiendo también, impide luego que los apoyos vuelvan á su posición primitiva.

En los edificios que he tenido ocasión de reconocer, y especialmente en las iglesias, se notan perfectamente los indicados efectos. Apenas hay torre, por poco elevada que sea, cuyo cuerpo superior no haya padecido tanto que no sea necesario demolerla, y ejemplo de lo que sucede en las fábricas mixtas, con que generalmente se hallan construídos estos edificios, consistentes en ángulos y machos de ladrillo y cajones de mampostería irregular con verdugadas de aquella fábrica, es el que ofrece el templo parroquial de Fornes, donde se notan bien las quiebras siguiendo la unión del ladrillo en la mampostería, más acentuadas cuanto más elevadas, y separando mucho la fábrica en el cuerpo alto de la torre que, por cierto, no tiene gran altura (unos 13 metros). Lo mismo podría decir de los templos de Jayena, Játar y Ventas de Zafarraya, análogamente construídos, no-

tándose en todos los arcos de los mismos los efectos antes expresados. En otros, construídos con una sola fábrica que generalmente es la de mampostería, se observan las quiebras en dirección vertical, y siempre en los ángulos, determinadas por el grueso del muro, lo cual es consecuencia de los movimientos sufridos por las masas; y según haya sido más fuerte la sacudida en un determinado sentido, el desplome, y por tanto la quiebra correspondiente, se manifiestan mayores si no se ha producido el hundimiento.

En la citada iglesia nueva de Zafarraya no se notan quiebras en los arcos de ladrillo, lo cual parece indicar que allí han sido más fuertes los movimientos de trepidación, determinando la ruina de una fachada y el corte de los dos pilares exentos antes mencionados. En otras, como en la de Alhama y la de Santa Cruz, se manifiestan más claramente ambos movimientos.

Volviendo á los de oscilación, ya hemos dicho que también pueden producirse por vaivén del terreno, sin que pierda este su nivel de un modo sensible, á la manera que se mueve una criba en manos del cribador, lo cual origina también disgregaciones de masa y empujes por los pisos y cubiertas, teniendo aplicación las consideraciones expuestas anteriormente.

En cuanto á los movimientos *rotatorios*, pueden referirse á los de oscilación, si se supone un cambio de dirección en estos, y producen efectos análogos aún más desastrosos por las diferentes direcciones en que se verifican. También parece haberlos habido en el caso actual, según he observado en una fuente de Alhama y en el monumento de la plaza de la Merced

de Málaga, á más de lo experimentado en el pueblo de Güevéjar (1).

(1) En Güevéjar se nota, además de la gran quiebra ó fisura del terreno que circunvala al pueblo, y cuyos dos extremos llegan al río, quiebra con ramificaciones y acompañada por algunos sitios de otras paralelas, que el terreno se ha movido, en términos que paredes que servían de lindero á heredades y estaban construídas en línea recta, se han roto por el sitio en que se ha cortado el terreno, girando un trozo de ellas hacia el río, á la vez que han descendido de nivel, sin disgregación de sus fábricas.

II.

SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN QUE DEBE ADOPTARSE.

Composición de los edificios arruinados.—Diferentes sistemas propuestos.—Cambio de situación de los pueblos.—Orientación.—Entramados de madera.—Casas económicas en Alhama.—Distribución de las habitaciones.—Necesidad de varios tipos.—Sistema de construcción más conveniente en relación á la economía y á la estabilidad.—Precauciones y reglas generales.—Conclusión.

Expuestos ya ligeramente los diferentes movimientos seísmicos y sus efectos en las construcciones, con los ejemplos que he tenido ocasión de observar sobre el terreno, indicaré algo respecto á la manera de construir, para aminorar en lo posible los desastres por ellos ocasionados, sin entrar en consideraciones científicas que alargarían demasiado esta Memoria.

Ante todo manifestaré el sistema de construcción seguido en las poblaciones que he visitado, que son las más castigadas por el siniestro, sistema que es casi general en toda aquella comarca, como consecuencia de los materiales que suministra el país, y del excesivo precio y dificultad de comunicaciones para obtener otros mejores.

Por regla general, los muros de las casas están construídos con mampostería irregular trabada con

barro, yeso, y en algunos casos con mortero de cal, no faltando los tapias. En edificios de importancia, como son los templos, vense ángulos, arcos, machos y verdugadas de fábrica de ladrillo con zócalos de cantería en algunos, y de esta última fábrica son las iglesias de Alhama, donde la piedra es abundante.

El maderamen de pisos y cubiertas es, las más de las veces, de rollizos de chopo, árbol abundante en el país y por tanto barato; y en ciertos pueblos que poseen pinares emplean esta madera, también, por lo común, en rollizos. Enlaces hechos según prácticas del arte, gatillajes y medios de consolidación, apenas se perciben más que en alguno que otro edificio importante; y el sistema de construcción es bastante primitivo.

De aquí nace la principal causa de ruina; y no es extraño ver barriadas enteras convertidas en montones de escombros cuando, examinados estos, se ve su mala constitución.

Pero al pensar en variar el sistema, empleando uno ligero y bien enlazado, se tropieza con una gran dificultad, cual es la del coste; pues, todo lo que no sea emplear para edificar los mismos materiales del país, es elevar considerablemente el presupuesto, no sólo por el mayor precio de los que se aporten, sino por la dificultad de transportarlos, puesto que los caminos que ponen en comunicación dichos pueblos son en muchos casos impracticables para carretería.

Hé aquí por qué creo que debe mirarse con sumo detenimiento la adopción de un sistema preconcebido con arreglo á determinados preceptos de la ciencia,

sin tener en cuenta las circunstancias particulares de los países en que haya de implantarse.

Son muy ingeniosos, científicos y demuestran mucho estudio los proyectos imaginados por algunos ilustrados arquitectos, y deben tenerse en cuenta en la construcción de ciertos edificios, tales como escuelas, hospitales, etc.; pero por su elevado precio y por las dificultades de ejecución que ofrecerían en la localidad, creo que no pueden adoptarse para la masa común de viviendas, que es necesario levantar á bajo precio, pudiendo darles, sino completas garantías de estabilidad para el desgraciado caso en que se repitan los movimientos sísmicos, al menos ciertas condiciones de mejora sobre las arruinadas que aseguren, hasta cierto punto, la salvación de sus moradores.

Tal considero en la práctica el problema y lo reduzco á los siguientes términos: «Construir viviendas baratas con los recursos del país, pero de tal modo que se aminoren los efectos de un nuevo terremoto.»

Mas antes de entrar en pormenores, séame permitido tratar una cuestión previa, cual es la del cambio de situación de los pueblos que pueden considerarse como completamente destruídos, idea que se ha propagado como conveniente y hasta se ha adoptado en algún caso determinado. En mi concepto, la traslación de una población á otro punto, que nunca puede ser muy distante del primitivo, *si no se mejora la naturaleza del suelo elegido para su asiento, ó su nivelación*, no solo es inútil sino inconveniente y per-

judicial por varias razones: mas si pudiera elegirse un suelo de roca, donde los edificios padecen menos, según se observó en el terremoto acaecido en Lisboa en 1755, ó en que se disminuya la pendiente, por razones que luego expondré, convendrá el cambio á pesar de los perjuicios que sobrevengan. Ahora bien, en las provincias andaluzas se ha visto que todo el suelo ha sufrido, y pruébanlo las ruinas de los cortijos, tapias y demás construcciones diseminadas por los campos y los desprendimientos de rocas de los cerros y montañas; y si hay pueblos que han padecido más que otros próximos, y, en una misma población, barrios más castigados, puede también consistir en la diversa construcción ó edad de los edificios y en algo muy importante cual es su *orientación* respecto á la dirección de los movimientos seísmicos, pues según estos hayan cogido á lo largo ó á lo ancho las fachadas ó crujiás de las casas ó en dirección de sus diagonales, se habrán producido mayores ó menores desperfectos; circunstancia que es digna de tenerse en cuenta al examinar las poblaciones arruinadas y que yo he observado en algunas y muy especialmente en Alhama, donde el barrio alto, cuyas calles principales y de gran longitud están dirigidas próximamente de NE. á SO., ó sea, paralelas al tajo, es el que más ha sufrido, mientras la parte baja formada por calles tortuosas y dirigidas en diversos sentidos, ha resistido mejor.

Ya he indicado también anteriormente que debe tenerse en cuenta la nivelación del terreno, pues, en los últimos terremotos de Casamicciola (Italia), se

observaron más castigadas las casas construídas sobre terrenos en pendiente y con especialidad las levantadas sobre tajos, donde las ondas seísmicas no encuentran obstáculo á su movimiento; y esto también se nota en los pueblos andaluces y singularmente en Alhama, Murchas y otros.

Creo, pues, impropcedente la traslación de los pueblos, si no se cambia ventajosamente la naturaleza del suelo ó la pendiente, pues, además de no obtenerse garantías de estabilidad para el caso de un nuevo terremoto, produce incomodidades á los labradores alargando las distancias á muchas de las fincas que es otro de los perjuicios antes apuntados. Además, como por grande que haya sido la destrucción (y me refiero á pueblos tan castigados como Albuñuelas, Arenas del Rey, Ventas de Zafarraya y Alhama, que he visto), siempre han quedado cierto número de casas en pié, las cuales aunque con desperfectos graves son reparables, en otras pueden aprovecharse cimientos, y en todas los materiales de piedras, maderas, etc.; con la reedificación del pueblo en el mismo sitio, no sólo se evitan algunas nuevas construcciones, sino que se tiene la seguridad de aprovechar todos los materiales servibles sin que cueste nada trasportarlos.

Por otra parte, como cada propietario conserva su solar, aun cuando en ellos se construyan viviendas iguales, el solar primitivo queda para engrandecimientos futuros y la equidad en el reparto es mayor. Finalmente, el abastecimiento de aguas y de leñas, los caminos, pasos de ríos, etc., ya establecidos para las

antiguas situaciones serían un nuevo motivo de gastos en las variaciones.

Debe comprenderse que lo manifestado en apoyo de la no traslación de los pueblos no es absoluto, pues es evidente que al construir de nuevo barrios enteros de un pueblo, no deberemos hacerlo con los defectos de urbanización y de higiene que antes tuvieron; y que sería, por ejemplo, imprudente reedificar encima de los tajos que han sufrido desprendimientos y que seguirán sufriendolos aún sin terremotos.

En cada caso, pues, se habrá de obrar según las circunstancias de localidad y este es el primer trabajo del facultativo llamado á resolver el problema.

Ahora bien, y particularizando la cuestión, veamos qué clase de casas deben construirse.

Evidentemente, una construcción ligera, compuesta de materiales elásticos convenientemente enlazados ó articulados, y análoga en la disposición de sus partes á un carruaje ó á un barco, se halla, como estos dos vehículos, en las mejores condiciones para resistir á toda clase de movimientos; y hé aquí por qué los entramados de madera resuelven mejor el problema que las fábricas de mampostería; pero según creo haber demostrado, hay que desistir de tal sistema, en el caso actual, para las casas económicas, por lo excesivo del coste, pudiendo sin embargo, y debiendo emplearse siempre que sea posible.

Precisa; pues, como queda indicado, atenerse á los recursos del país, y digno es de mención el siguiente ejemplo.

Hay en la parte más alta de la ciudad de Alhama

y en el barrio llamado de los Tejares un grupo ó manzana de diez casas construídas por un especulador de la manera más económica y que, sin embargo, no han padecido nada por los terremotos y se alzan rodeadas de ruinas.

Las diez casas son iguales (véase la lámina) y constan de planta baja y principal, estando divididas en dos crujías, cada una de las cuales mide 4 metros de luz y otros 4 la línea de fachada. En planta baja hay la entrada con un tramo de escalera para subir al piso principal, y dos piezas divididas por la traviesa central, siendo los muros de mampostería con yeso: en piso principal hay otras dos habitaciones, y es una de ellas la cocina, estando aquí sustituidos los muros por pilares cuadrados de mampostería sobre los que se apoyan carreras y tabicado el resto con yesones de escaso espesor. Los pisos y armaduras son de rollizos de chopo bastante separados, cubiertos de tabla de la misma madera, baldosas en los pavimentos y tejas sobre la armadura: no tienen estas cielo raso ni tirantes y las puertas y ventanas son de composición elemental. La altura de cada piso es de poco más de 2 metros cuya escasez no es lo que menos habrá contribuído á su estabilidad.

Estas diez casas, alquiladas siempre, han costado en total poco más de 4 500 pesetas; de modo que el coste de cada una no llega á 500 pesetas, y producen 3,50 mensuales, lo que hace un total de 420 pesetas anuales, ó sea cerca de un 10 por 100.

Es indudable que carecen de algunas comodidades.

indispensables, como son un pequeño corral y un granero, y que su elevación es escasa; pero para simples braceros son aceptables, y pruébalo la circunstancia de estar siempre ocupadas.

Á primera vista se comprende que bien puede mejorarse la disposición y construcción de las viviendas sin exceder mucho el tipo de precio indicado; pero aun cuando se duplicara, la cantidad de 1 000 pesetas por casa resulta aun económica, contando con que con ella pueda obtenerse una vivienda en condiciones de higiene, comodidad y estabilidad suficientes para el objeto. (*Véase el APÉNDICE I á esta Memoria.*)

Las casitas en cuestión han resultado á tan bajo precio, porque la piedra para la mampostería se obtiene al pie de obra sin más trabajo que arrancarla del suelo; los yesones de los tabiques proceden de derribos, sin otro coste que el transporte; los rollizos de chopo costarán á peseta cada uno, y á unos 30 céntimos cada tabla de 2,50 m. de largo; el yeso, á 50 céntimos la arroba; la baldosa á 5 pesetas el 100 y á 3 ó 4 el de tejas; pero todas estas economías pueden obtenerse en las nuevas edificaciones, aprovechando los materiales de las arruinadas.

En cuanto á la cabida y distribución interior de las casas, necesario será atender á las necesidades de cada propietario, y aquí entra un problema difícil de resolver y cuya solución no es el arquitecto quien debe darla. Un principio de equidad sería el dar á cada uno exactamente lo mismo que hubiera perdido; pero averiguar esto es ahora punto menos que imposible; dar á todos los que han perdido su albergue,

casas exactamente iguales, produciría perjuicios á los que fueron dueños de las mayores con arreglo á sus necesidades; y por otra parte, indemnizar con mayor cantidad á los más ricos, parece contrario á la justicia, pues no por igual, sino también proporcionalmente á lo que cada uno tuvo, deben repartirse las pérdidas. En aquellos pueblos donde el siniestro no ha sido tan grande y en el cual las casas subsisten, si bien con desperfectos más ó menos grandes, el remedio consiste en reparar dichos desperfectos ó indemnizar convenientemente á los propietarios; pero donde hay necesidad de construir nuevas viviendas, pueden ocurrir dos casos: primero, que la reedificación se haga sobre los solares antiguos; segundo, que se verifique sobre solares nuevos, ya por haber variado la implantación del pueblo, ya por haberle dado nuevo trazado.

Si la reedificación ha de efectuarse sobre los solares antiguos, cada propietario queda dueño del suyo en el cual debe construirse una vivienda con arreglo á sus más perentorias necesidades, dejándole en disposición de mejorarla ó ampliarla por su cuenta. Si las casas han de levantarse en solares nuevos, estos habrán de tener una superficie próximamente equivalente á la de las antiguas, edificándose en ellos una casa susceptible también de ampliación y mejora.

En ambos casos, conviene tener á la vista tres ó cuatro tipos de gradual importancia á que puedan asimilarse las nuevas construcciones, tipos que, de seguro, no podrán ser aceptados en absoluto, sino como guía ó norma á que deberá atemperarse el

constructor variándolos según las circunstancias, siempre que no se excedan en el coste.

Como consecuencia de lo manifestado, y en vista de la forma, calidad y disposición de las casas que he visitado y de las necesidades de los labradores y braceros á que han de servir de albergue, he trazado los proyectos que figuran como *Apéndice II* de esta *Memoria*, formando cuatro tipos graduales que he reunido en una manzana, advirtiendo que son solamente para braceros ó labradores en pequeña escala (véase la lámina).

Veamos ahora cómo deberá ejecutarse su construcción.

Ante todo, habrá de tenerse en cuenta la orientación; y según sea la dirección de las ondas seísmicas en la comarca, deducida de observaciones y del examen de las fallas del terreno, se implantarán los edificios de manera que sus ángulos se opongan á dicha dirección, y que sus diagonales la sigan.

El *cimiento* convendrá que sea constituido con mampostería de piedra menuda y buena mezcla de cal algo hidráulica, formando un sólido hormigon todo lo más compacto posible.

Respecto á los *muros*, ya he dicho que los entramados serían los mejores; pero partiendo siempre de la base de la mayor economía que se obtendrá utilizando los materiales del país y los procedentes de los derribos, habrán de hacerse con la fábrica de mampostería bien trabada y dándoles solo el espesor suficiente para resistir los pisos, pues es hecho probado que los grandes espesores, lejos de aumentar la esta-

bilidad en contra de los movimientos de la tierra la comprometen por la mayor cantidad de movimiento que desarrollan. Si se trata de una construcción de dos pisos, el *suelo* del principal deberá formarse con maderos no simplemente empotrados en la fábrica, sino clavados sobre soleras enterizas ó sólidamente engatilladas, de modo que al agrietarse ó derrumbarse una parte de los muros, el suelo quede formando una pieza y sostenido por algún tiempo, por pequeño que sea el apoyo que quede, con lo cual podrá obtenerse la salvación de las personas. Además convendrá mucho enzoquetar los maderos y atar los ángulos con cuadriles, y los muros donde no se apoyen los pisos sujetarlos á estos con gatillos de hierro.

Análogas precauciones deben observarse para las *armaduras de cubierta*, apoyando y clavando sus pares sobre estribos corridos, sólidamente unidos entre sí con gatillos y cuadriles, y atirantados perfectamente con maderos ó varillas de hierro. Su pendiente debe ser escasa y sólo la suficiente para que las aguas corran con facilidad, y toda la cubierta ha de construirse de tal manera que forme á modo de una tapadera que se sostenga por sí sola y no se derrumbe un trozo de ella al faltar una parte del muro que la sostiene. Lugar es este de aducir ejemplos, y presentar podría multitud de casos en que he observado que la buena construcción de la armadura le ha permitido, no sólo sostenerse faltando, por ejemplo, los apoyos de los ángulos que se han derrumbado (iglesias de Arenas del Rey y de Jayena, etc.), sino que en ocasiones ha contenido la caída de la parte superior de los muros,

como he visto en una casa del citado pueblo de Arenas del Rey. En cambio la inconveniente disposición de otras ha sido causa de su ruina, y la mala colocación de los tirantes (iglesia de Zafarraya), ha hecho inútil su servicio.

Para garantir más la estabilidad de las armaduras, sería oportuno poder apoyarlas en los puntos más débiles, como son los ángulos, sobre pies derechos empotrados ó adheridos interiormente á las fábricas.

Respecto á las *cubiertas* no hay más remedio que seguir con la de teja común, si bien puede mejorarse cogiendo bien con yeso sus boquillas y algunas cobijas alternadas; pues pensar en sustituirlas por metales ó telas embreadas no es acertado á causa de los cambios de temperatura de aquella región.

Tal es el sistema económico que puede adoptarse para la reedificación de los pueblos afectados del siniestro, y con el cual, si no se consigue alejar los desastrosos efectos de los terremotos, podrán al menos evitarse desgracias, dando tiempo para la salvación; pues, aunque empleados los mismos materiales y construcción que antes tenían las casas, las precauciones indicadas para la ejecución de las fábricas, los enlaces y sujeciones de pisos y armaduras y la conveniente orientación, contribuirán al indicado objeto.

Además, y como reglas generales, debe huirse de dar mucha elevación á las casas; de edificarlas con fábricas mixtas de muy distintas densidades; de construir arcos de ladrillo, que deben ser sustituidos por umbrales de madera sólidamente unidos entre sí y reposando sobre nudillos; de acentuar los vuelos de

cornisas, balcones, etc.; de emplear el barro como adherente y piedras grandes en las mamposterías, sino que, por el contrario, estas se aproximen lo más posible á un hormigón con buena mezcla, procurando disminuir los gruesos de los muros gradualmente por ambos paramentos, de modo que el centro de gravedad quede más bajo y sea más difícil que salga de la base, con otras precauciones que por brevedad omito y que el buen juicio de los llamados á dirigir estas reedificaciones les dictará.

De una manera desaliñada ó incompleta he procurado presentar mis observaciones de los efectos de los terremotos en las construcciones y mis ideas acerca de lo que debe hacerse para reedificar los pueblos por ellos arruinados en las provincias andaluzas. Pobre y escaso es mi trabajo, pero de granos de arena se compone la montaña; y si uno de ellos, aunque el más pequeño, fuera el mío y á su formación contribuyera, me daría por satisfecho.

Madrid 17 Marzo 1835.

APÉNDICES.

APÉNDICE I.

Casas económicas en Alhama (Granada).

Coste de cada una con arreglo á los precios tomados en la localidad.

Cantidades de obra.	CLASE DE OBRA.	Precio de la unidad.	Importes parciales
		Pesetas.	Pesetas.
4,40	metros cúbicos de cimiento.....	8,00	35,20
44,50	idem idem de mampostería en los muros de planta baja y pilares de la principal.....	8,00	92,40
68,00	metros cuadrados de tabiques en fachadas, medianerías y traviesa.....	1,00	68,00
130,00	metros cuadrados de enlucidos..	0,50	65,00
26	rollizos de chopo para pisos y cubierta.....	1,00	26,00
90	tablas de id. para id. id.....	0,40	36,00
30,00	metros cuadrados de tejado.....	2,50	75,00
48,00	idem idem de embaldosado.....	2,00	36,00
4	puerta de entrada.....	»	42,50
	Puertas y ventanas.....	»	40,00
	Escalera.....	»	25,00
	Chimenea.....	»	40,00
	TOTAL.....	Pesetas.	521,40

NOTA. El aumento que resulta sobre la cantidad consignada en la Memoria como coste, puede consistir, no sólo en el más bajo precio de alguna de las obras, sino en la carencia de cimientos, por estar asentadas sobre roca.

Aumento de coste de las casas anteriores mejorándolas y ampliándolas según se indica en la Memoria y se expresa en la lámina correspondiente.

Cantidades de obra.	CLASE DE OBRA.	Precio de la unidad.	Importes parciales
		Pesetas.	Pesetas.
19	metros cúbicos de mampostería en fachadas, traviesas y cerca del corral.....	8,00	152,00
6	metros lineales de albardilla....	2,50	15,00
44	metros lineales de tabloncillos del Norte para soleras de pisos, estribos y tirantes de armaduras.....	2,00	88,00
	Cuadrales, gatillos, clavazón y aumento de mano de obra para la construcción de piso y armadura.....	»	40,00
18	metros cuadrados de cielo raso en tablas.....	2,00	36,00
	Aumento de ventanas y accesorios.....	»	25,00
	TOTAL del aumento.....		356,00
	Coste de la casa según cálculo anterior..		521,10
	IMPORTE TOTAL de la casa mejorada.		877,10

APÉNDICE II.

Proyecto de cuatro tipos de casas económicas para los pueblos arruinados por los terremotos en las provincias de Granada y Málaga.

Consecuente con lo manifestado en mi Memoria, he trazado cuatro tipos de casas (véase la lámina), no para que puedan imponerse en absoluto, sino como guía para formular una opinión definitiva en cada caso, según las circunstancias especiales de la respectiva localidad. Estas mismas circunstancias harán variar su presupuesto y los materiales que en las mismas deban emplearse; pero como era necesario fijar algunos datos, hemos adoptado los materiales y precios que se encuentran en Alhama y poblaciones próximas.

Tipo A. Su superficie es de 64 metros cuadrados, con patio de 13,50 metros cuadrados y fachada de 8 metros. Consta de solo planta baja, distribuida en una sala-cocina y dos dormitorios bastante capaces, patio, y en él el excusado.

Tipo B. Superficie que comprende, 60 metros cuadrados, patio 18 metros cuadrados, fachada 5 metros. Consta también de planta baja con una sala-cocina, dos dormitorios y patio con excusado y cobertizo.

Tipo C. Superficie, 96 metros cuadrados, patio 22 metros cuadrados, fachada 8 metros. Solo planta baja con una cocina, sala, dos dormitorios; cuadra y excusado en el patio.

Tipo D. Superficie, 128 metros cuadrados, patio

34 metros cuadrados, fachada 8 metros. Plantas baja y principal; en la primera, sala, cocina, un dormitorio, escalera y excusado, paso independiente al patio y en éste la cuadra y un cobertizo. En el piso principal dormitorios y graneros.

OBSERVACIONES GENERALES.

La altura de cada piso será de 3 metros en luces; los muros se construirán con algún talud; las armaduras y pisos con las precauciones dichas; los patios empedrados; sobre los tirantes de armaduras pueden quedar desvanes para graneros.

Al agrupar las casas en manzanas se cuidará de que las cocinas sean contiguas para formar una sola pilastra sobre el tejado; que se reúnan cuatro excusados para no tener más que un pozo negro para ellos; y que un solo pozo de aguas claras, colocado en la confluencia de cuatro casas, sirva á las cuatro.

Las construcciones de cuadras y cobertizos que se proyectan en los patios y el empedrado de estos, puede dejar de hacerse por el momento, quedando á cargo de los respectivos propietarios, por lo cual la superficie de los patios aumenta gradualmente en cada tipo.

En obsequio á la brevedad he estudiado el presupuesto de un tipo, el C, y hallando luego la cantidad por construcción que corresponde á cada metro superficial de solar, como los anchos de crujía, alturas y dimensiones son idénticos, puede obtenerse con mucha aproximación los presupuestos de los otros tipos. Únicamente en el D, que comprende dos pisos, he calculado el aumento que proporciona el principal.

Presupuesto de cada casa del tipo C.

Cantidades de obra.	CLASE DE OBRA.	Precio de la unidad.	Importes parciales
		Pesetas.	Pesetas.
9,20	metros cúbicos de cimentación..	10,00	92,00
32,50	idem idem de mampostería en muros.....	8,00	260,00
28,20	metros cuadrados de tabiques blanqueados.....	3,00	84,60
96	metros cuadrados de enlucidos..	0,75	72,00
48	idem idem de enfoscados.....	1,00	48,00
51	idem idem de techos.....	1,75	89,25
54	idem idem de embaldosado.....	2,50	127,50
	Cocina y poyos.....	»	65,00
2	metros cuadrados de puerta de calle con pintura y herrajes...	17,00	34,00
8	metros cuadrados de puertas interiores.....	12,00	96,00
2	ventanas con reja.....	20,00	40,00
2	idem sin ella.....	7,00	14,00
	Por recibir los cercos, etc.....	»	20,00
24	metros lineales de estribos.....	2,00	48,00
72	metros cuadrados de armadura de chopo.....	4,00	288,00
	Cuadras y gatillos.....	»	30,00
72	metros cuadrados de tejado.....	2,25	162,00
2	metros lineales de batiente.....	7,00	14,00
7,20	metros cúbicos de mampostería para los cerramientos del patio.	8,00	57,60
16	metros lineales de albardilla id..	2,00	32,00
6	metros cuadrados de tabicón para la cuadra.....	4,00	24,00
7	metros cuadrados de tejado para la misma con armadura.....	5,00	35,00
22	metros cuadrados de empedrado del patio.....	0,75	16,50
	Excusado, pesebrera, pozo, etc..	»	60,55
	Importe de la ejecución de las obras. . . .		1 810,00
	Aumento del 10 por 100 para imprevistos, administración, etc.....		181,00
	COSTE TOTAL de cada casa del tipo C.		1 991,00

Como su superficie total es de 96 metros cuadrados, corresponde á cada metro $\frac{1\ 991}{96} = 20,74$ pesetas, y tomando este precio como base, los presupuestos de los otros tipos serán los siguientes:

	<u>Pesetas.</u>
Tipo A. Superficie: 64 metros cuadrados.....	1 326
Tipo B. — 60 — —	1 244
Tipo D. — 128 — —	2 654
Mas el aumento ocasionado por el piso principal (1).....	832
	} 3 486

(1) Aumento por el piso principal del tipo D.

25 metros cúbicos de mampostería... á 8,00 pesetas	200,00
22 metros cuadrados de tabiques.....	3,00 — 66,00
90 — — de enlucidos.....	0,75 — 67,50
48 — — de enfoscados....	1,00 — 48,00
40 — — de embaldosado..	2,50 — 100,00
Puertas y ventanas con pintura, herrajes y recibir los cercos.....	130,00
40 metros cuadrados de piso en forjado.	4,00 — 160,00
Escalera, etc.....	60,50

Suma..... Pesetas. 832,00

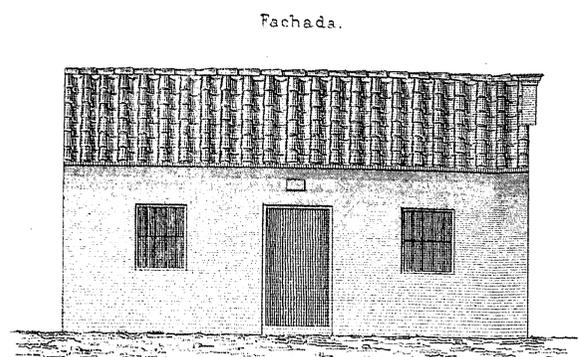
FIN.

...ros cuadrados,
...74 pesetas, y lo-
...puestos de los

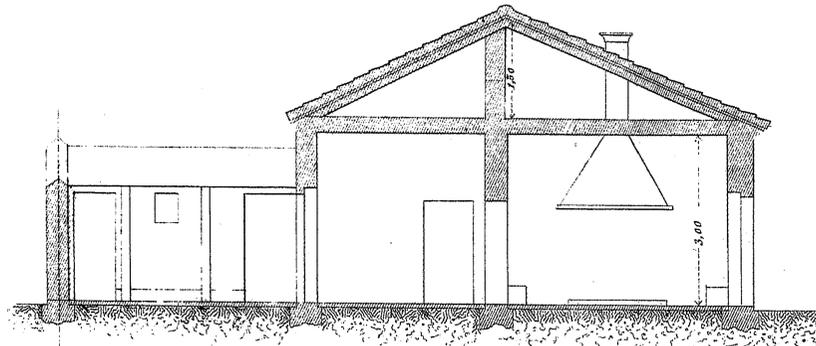
Pesetas.	
.....	1 326
.....	1 244
... 2 654	} 3 486
... 832	

pesetas 200,00	
— 60,00	
— 67,50	
— 48,00	
— 100,00	
— 130,00	
— 100,00	
— 60,50	
pesetas. 832,00	

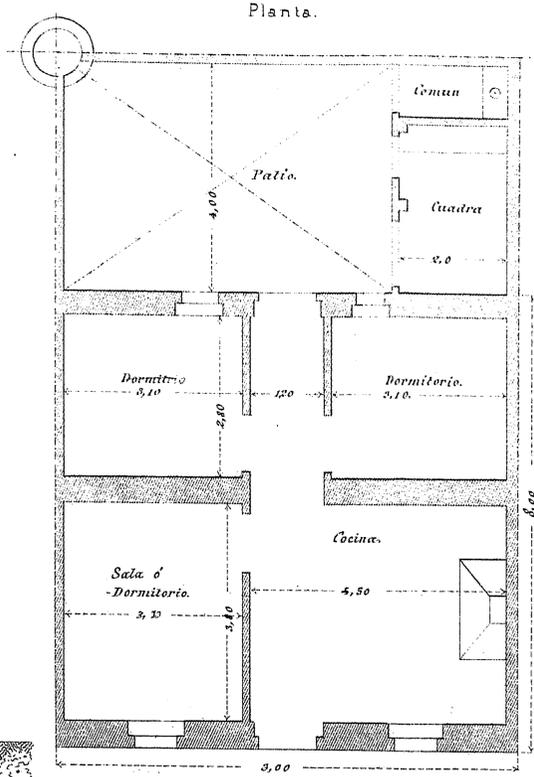
PROYECTOS DE CASAS ECONÓMICAS
para los pueblos arruinados por los terremotos.



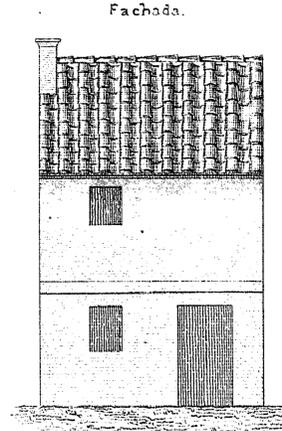
Detalle de una casa del tipo C. Escala de 1:100.



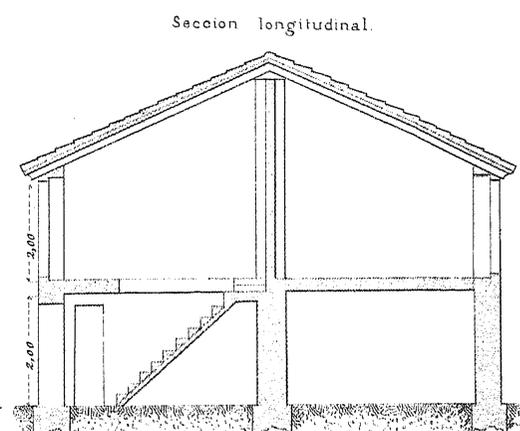
Seccion longitudinal.



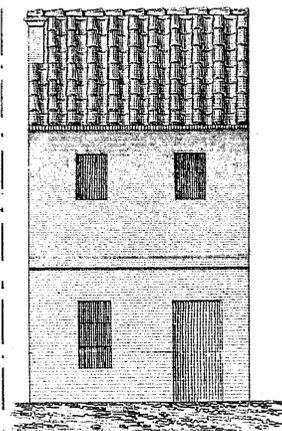
Planta.



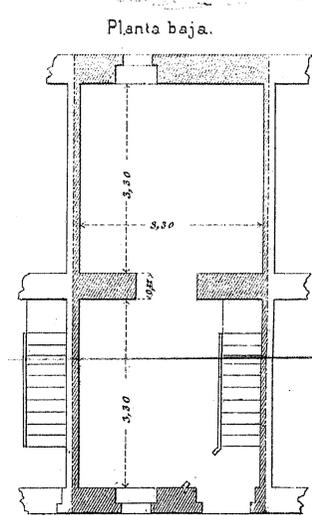
Fachada.



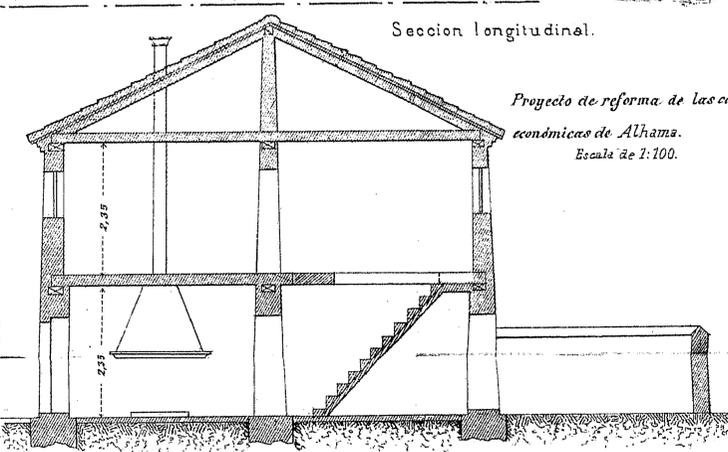
Seccion longitudinal.



Fachada.



Planta baja.

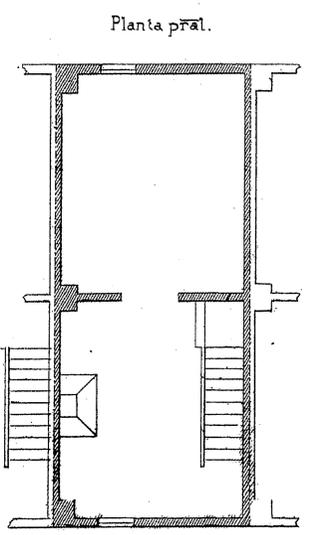
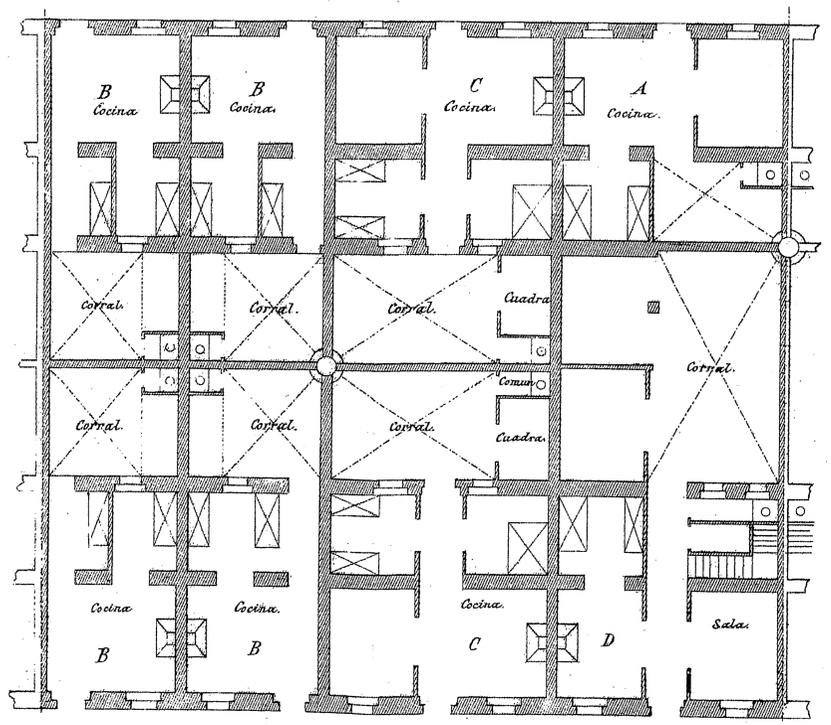


Seccion longitudinal.

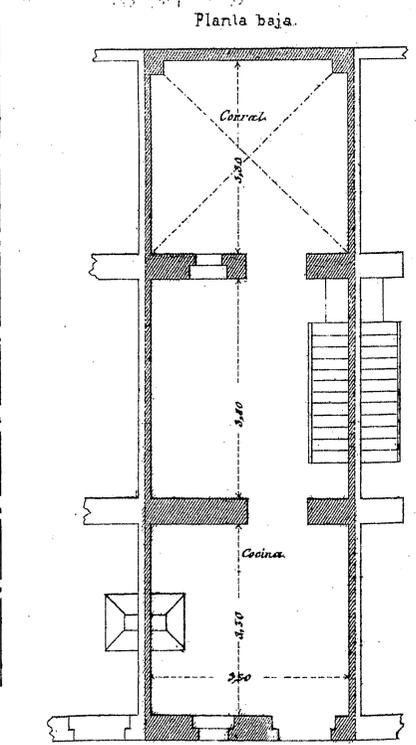
Proyecto de reforma de las casas
económicas de Alhama.
Escala de 1:100.

Distribucion y agrupacion de los cuatro tipos.

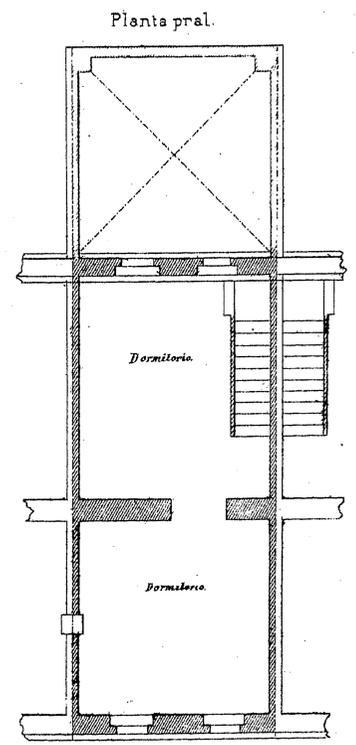
Escala de 1:200.



Planta pral.



Planta baja.



Planta pral.

Escala de 1:100.

Precio de esta obra, 2 pesetas.

OBRAS DEL MISMO AUTOR.

Pesetas.

Disposición, construcción y mueblaje de las Escuelas públicas de instrucción primaria. <i>Segunda edición</i> —Premiada con medalla de 1. ^a clase en la Exposición Pedagógica de 1882....	5
Restauración del templo de San Jerónimo el Real en Madrid.....	5
Memoria acerca de la manera más conveniente de realizar los concursos para los edificios públicos.....	1

Véndense en las librerías de Fe, Murillo, Guttenberg y otras.

Los pedidos de provincias se dirigirán á la Administración de los ANALES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DE LA INDUSTRIA, San Gregorio, 4, bajo.