

# LA FALLA SISMICA DE CALIFORNIA

POR EL

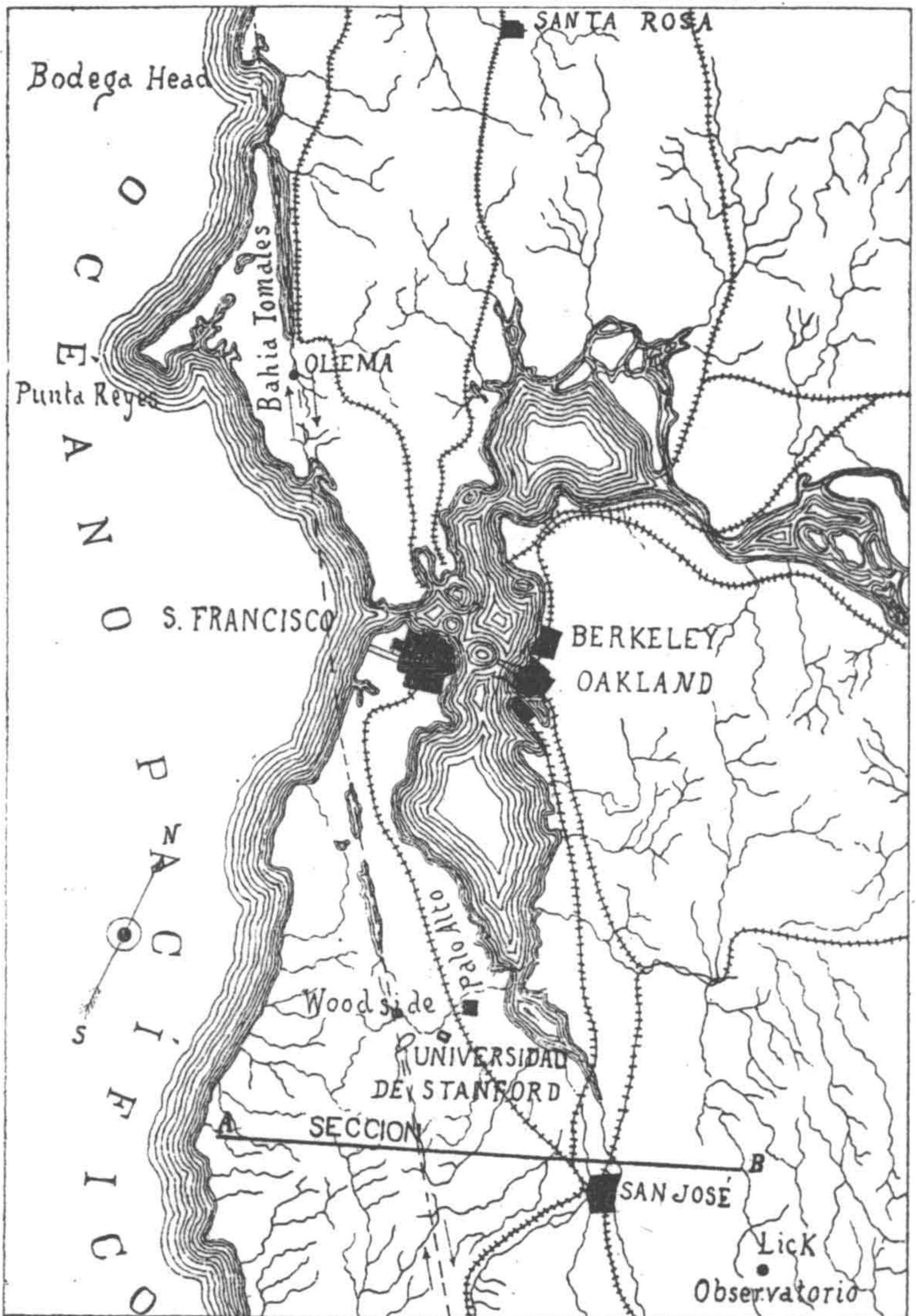
Conde de Montessus de Ballore

Director del Servicio Sismológico de Chile

---

Desde unos pocos años a esta parte la teoría tectónica de los temblores ha reemplazado una multitud de hipótesis en que la imaginación de los investigadores se daba libre vuelo, en lugar de apoyarse sólo sobre las observaciones. No merece aquella el nombre de teoría, puesto que ha sido establecida por medio de los hechos observados en el terreno i ahora se ha reconocido que a lo ménos la mayor parte de los temblores i probablemente todos los terremotos, resultan de movimientos jeológicos, o tectónicos, segun la espresion usada actualmente, que son causados en la costra terrestre por las mismas fuerzas, cualquiera que sea su oríjen, cuyo efecto ha sido la surreccion de las cadenas de montañas en la superficie del globo. A pesar de la evidencia con que se ha establecido este resultado importantísimo despues de numerosos estudios en este sentido, la verdad no se sustituye nunca rápida i facilmente por el error en el público, i, por consiguiente, no será inútil aprovechar la ocasion ofrecida por el terremoto de 18 de Abril de 1906 en San Francisco para dar plena luz a la

Escala



SAN FRANCISCO Y SUS ALREDEDORES.

----- La falla sísmica.

SECCION A.B.

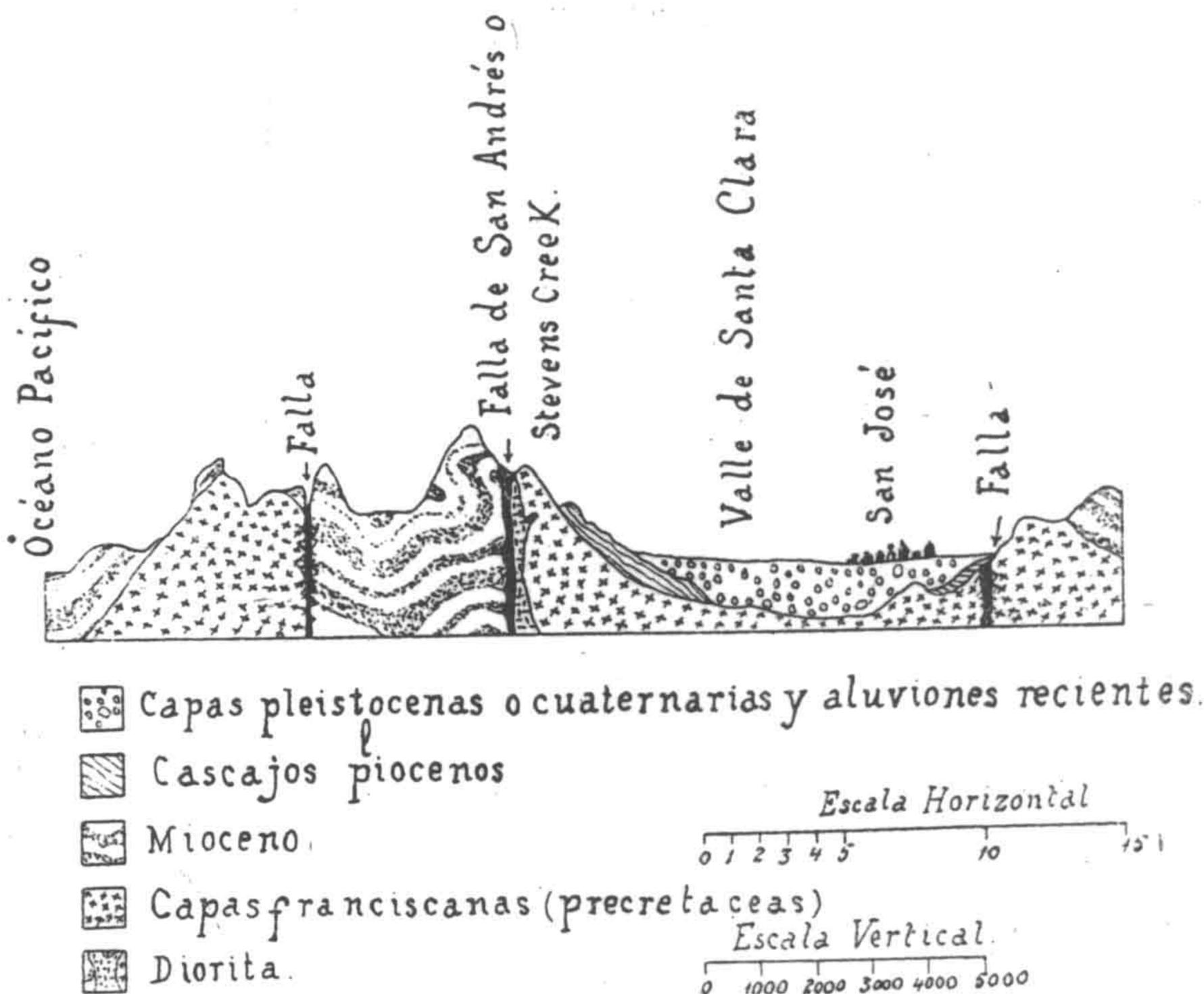


Fig. 20

causa efectiva de este desastre sísmico, notando, al mismo tiempo, que, sin duda alguna, la catástrofe de Valparaíso ha tenido un origen idéntico; pero, en este segundo caso, la geología del país está mal conocida todavía, de tal suerte que las observaciones directas no han dado a conocer el accidente geológico, cuyo movimiento ha producido el terremoto del 16 de Agosto de 1906 i que está todavía según toda probabilidad, escondido en el fondo del Pacífico, como lo dejan sospechar ciertas consideraciones jenerales sobre los temblores de Chile.

Por lo que toca a la falla sísmica de San Francisco, los jeólogos de California la conocían perfectamente ántes del desastre, i, merced a sus investigaciones anteriores, les ha sido mui

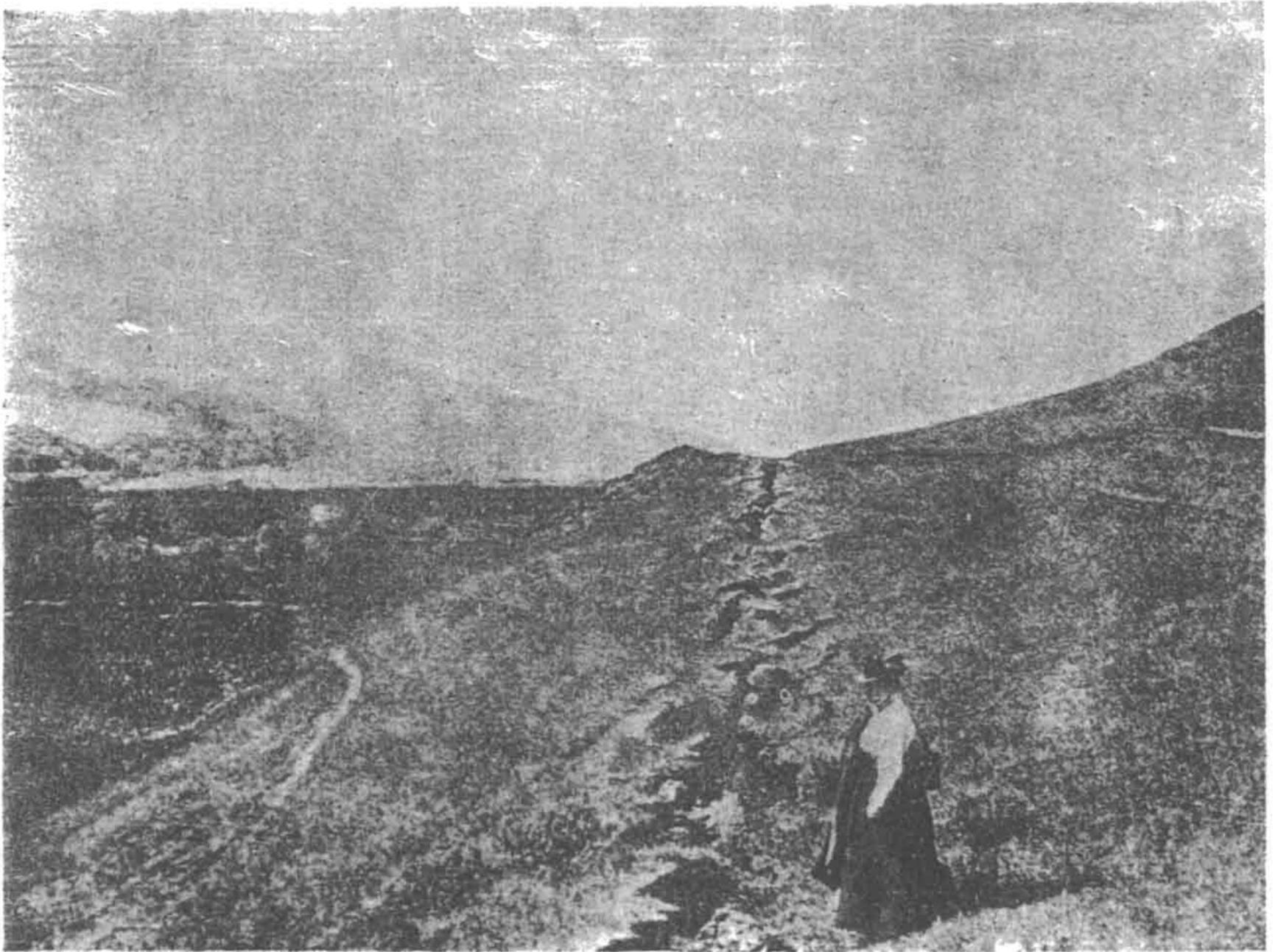


Fig. 21.—La falla sísmica cerca de Point Reyes (sin desnivelacion).

fácil comprobar en este caso la realidad de su papel sismojénico, atribuyéndole sin vacilacion el espantoso fenómeno. En este artículo se resumirán sus estudios i observaciones (\*) cuya exactitud he podido verificar en el terreno.

(\*) *Lawson and Leuschner*. Preliminary report of the state investigation Committee. San Francisco earthquake, 18<sup>th</sup> april 1906. Berkeley, 1906.

*Gilbert*. The investigation of the San Francisco earthquake (Popular science monthly. August 1906.97).

The San Francisco earthquake and fire of april 1906, and their effects on structures and structural materials. (Un. st. geol. survey. Bull N.º 324. Series B. Washington 1907).

The effects of the San Francisco earthquake of april 18<sup>th</sup>,

Las circunstancias que influyen sobre la producción de los fenómenos sísmicos en un país determinado, dependen de los

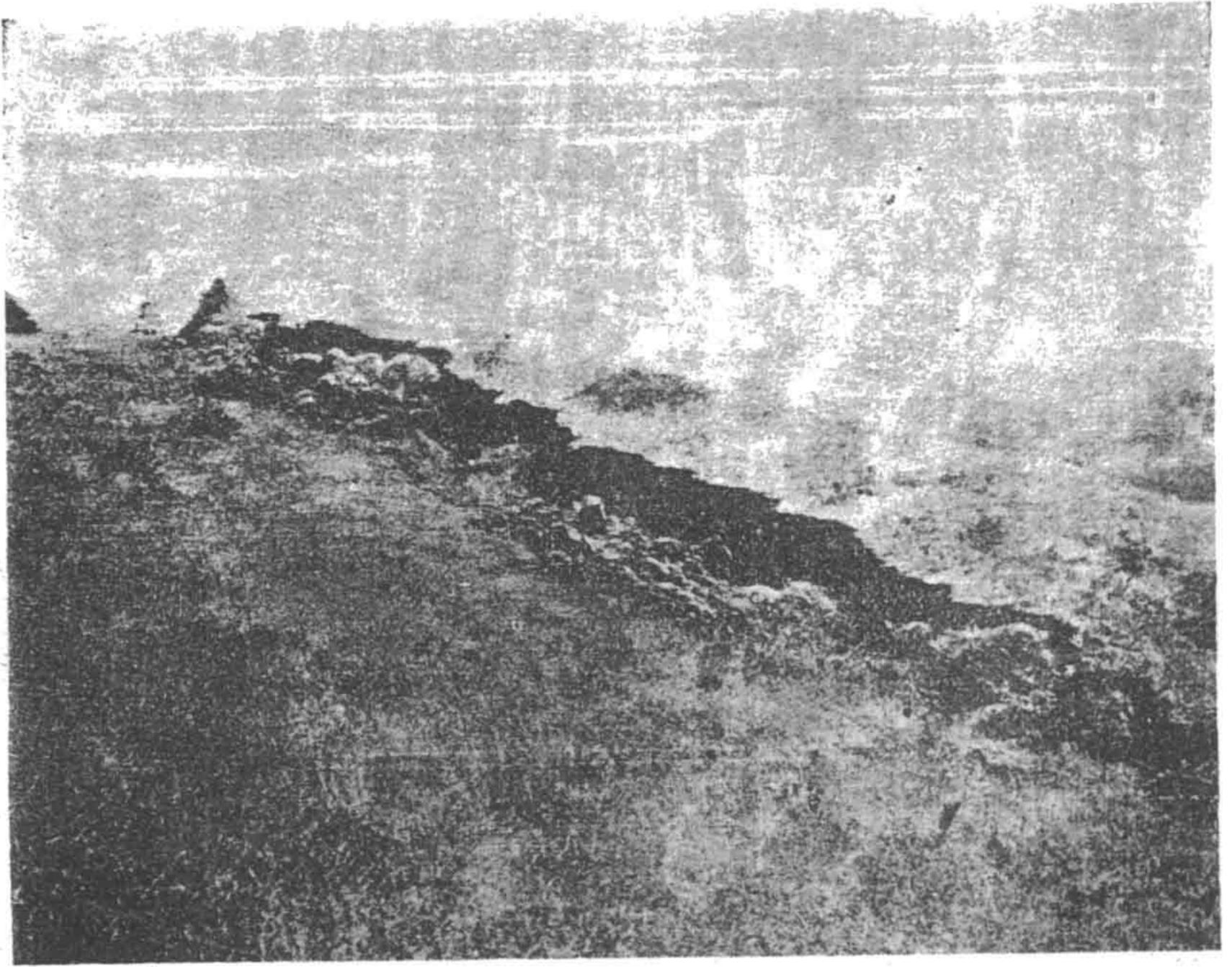


Fig. 22.—La falla sísmica cerca de Point Reyes (con desnivelación).

rasgos particulares de su geografía, topográfica i jeológica,

1906, on engineering constructions, (Amer. soc. of civil engineers. Trans., LIX. 208. 1907).

*Derleth.* The destructive extent of the San Francisco earthquake. Its effects upon structures and structural materials within the earthquake belt. Berkeley. 1907.

*David Stan Jordan* The earthquake rift of april, 1906.

*John Casper Branner.* Geology and the earthquake.

*Stepher Taber.* Local effects of the California earthquake of 1906.

*F, Omori.* Preliminary note on the cause of the California earthquake of 1906.

*Harol W. Fairbanks.* The great earthquake rift of California.

Estos cinco artículos han sido reunidos con otros en un volumen: The California earthquake of 1906. San Francisco 1907.

que corresponden respectivamente a detalles mas i mas íntimos de su relieve y constitucion. Vamos a reseñar lijeramente estas diversas condiciones.

En la jeografía de California dominan series de líneas paralelas entre sí; la Cordillera de la Sierra Nevada; la cuenca de los ríos Sacramento i San Joaquin, con sus *thalwegs*; la cordillera Costanera, surcada por el río Salinas; la costa del Pacífico.

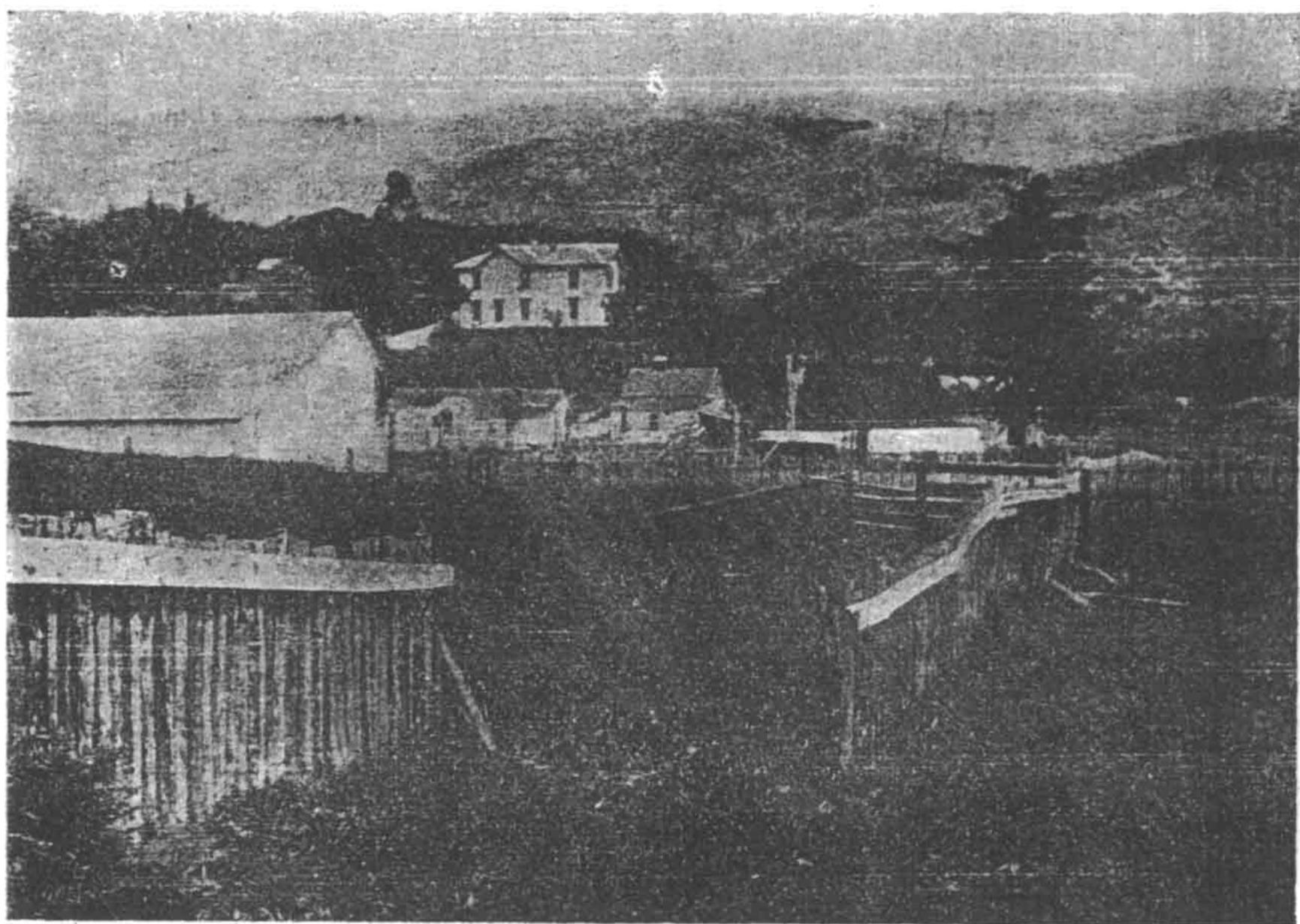


Fig. 23.—Cerco partido por la falla sísmica con traslacion horizontal. La falla está escondida debajo del césped. (Valle de Olema).

La direccion predominante de NN W a SS E que tienen todos estos rasgos principales, prueba que el relieve del pais debe su forma jeneral a esfuerzos tectónicos orientados de la misma manera, o mejor dicho perpendicularmente, desde tiempos jeológicos remotísimos.

Este resultado, ya importante por sí mismo, se comprueba

con mayor claridad aun, si acudiendo al pormenor de las formas topográficas, uno se fija sobre la misma direccion de los valles secundarios i otros accidentes, como el valle de Tomales invadido por el mar, la bahía de San Francisco i la serie de lagos largos i estrechos esparcidos en la península de San Francisco, unos en pos de otro i cuyas aguas han sido detenidas por medio de diques para abastecer a la ciudad de California.

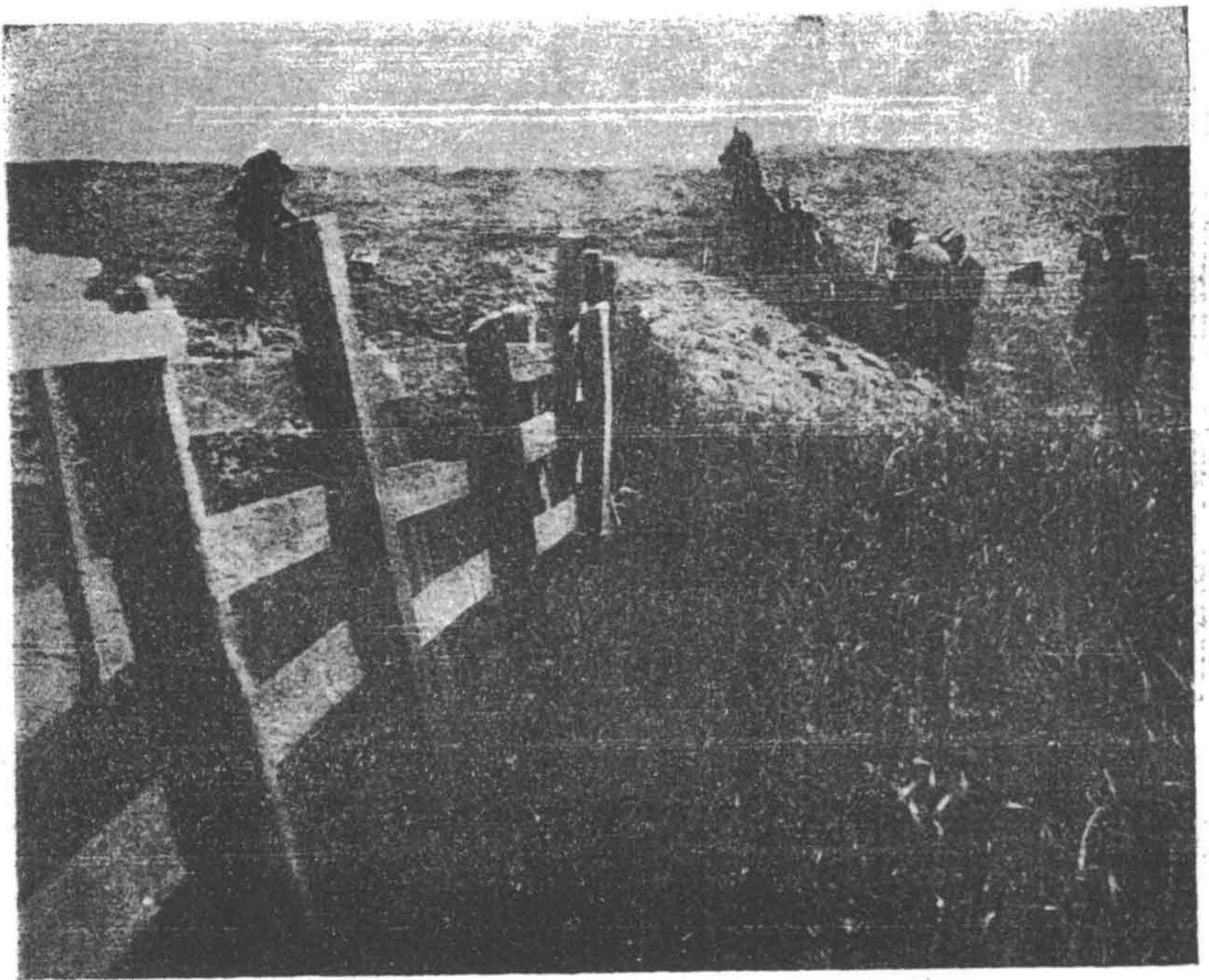


Fig. 24.—Cerco partido por la falla sísmica con traslacion horizontal.  
(dilarcitos)

Estos últimos accidentes topográficos dependen estrechamente de las circunstancias jeológicas de la comarca i se alinean exactamente a lo largo de una inmensa falla que, principiando en Hollister, cerca de Monterey, atraviesa la entrada

de la bahía de San Francisco o la célebre *Golden Gate*, sigue muy cerca de las orillas del Pacífico, se pierde en el océano cerca de Punta Arena i vuelve a ser reconocida en tierra firme al sur-este del cabo Mendocino. La longitud de esta falla, llamada de San Andres o de Steven's Creek, se aproxima a 250 millas, i al doble si se estiende, a la verdad con cierto cambio

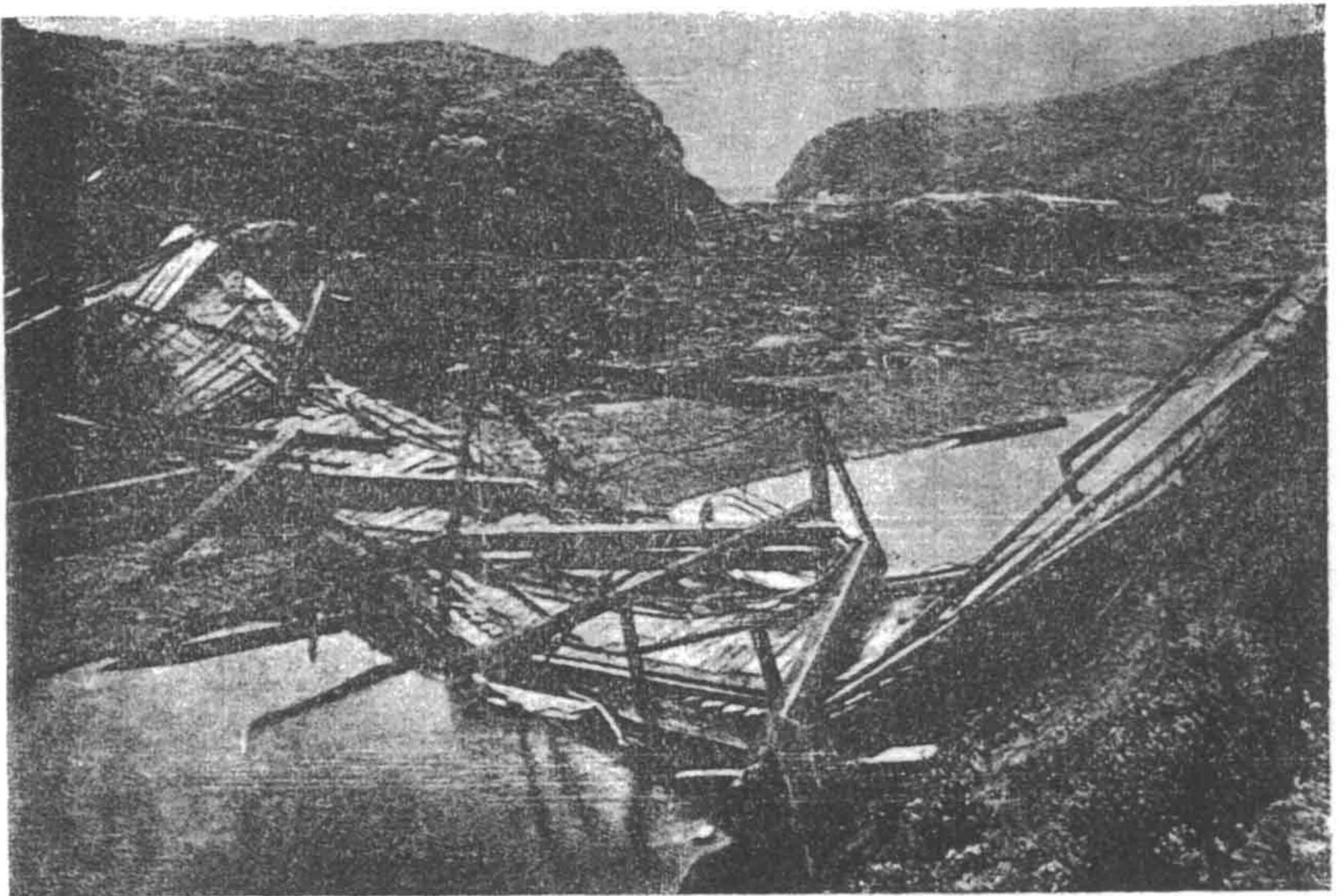


Fig. 25. Puente sobre el río Alder destruido. Sus pilares han sido trasladados de 16 piés.

de dirección, hacia el sur-este, hasta Mount Pinos cerca de los Angeles, i mas aun, hasta Fort Yuma, cerca de la frontera mejicana como lo piensan algunos jeólogos. Al hablar de ella aquí, se atenderá sólo a su parte setentrional entre Hollister i el Cabo Mendocino.

A lo largo de su curso, i ademas de los rasgos topográficos ántes aludidos, la falla de San Andres imprime caracteres especiales al terreno en muchos puntos, manifestándose claramente a los ojos de los observadores ménos advertidos por nu-

merosas escarpaduras peñascosas, o *Cliffs*, i por estanques cuya situacion es independiente del declive jeneral del terreno, o mas bien, contraria a ella. En una palabra, la falla domina en la topografía de la rejion. Ha sido abierta en la época Miocena i, desde estos tiempos remotísimos, aunque jeológicamente

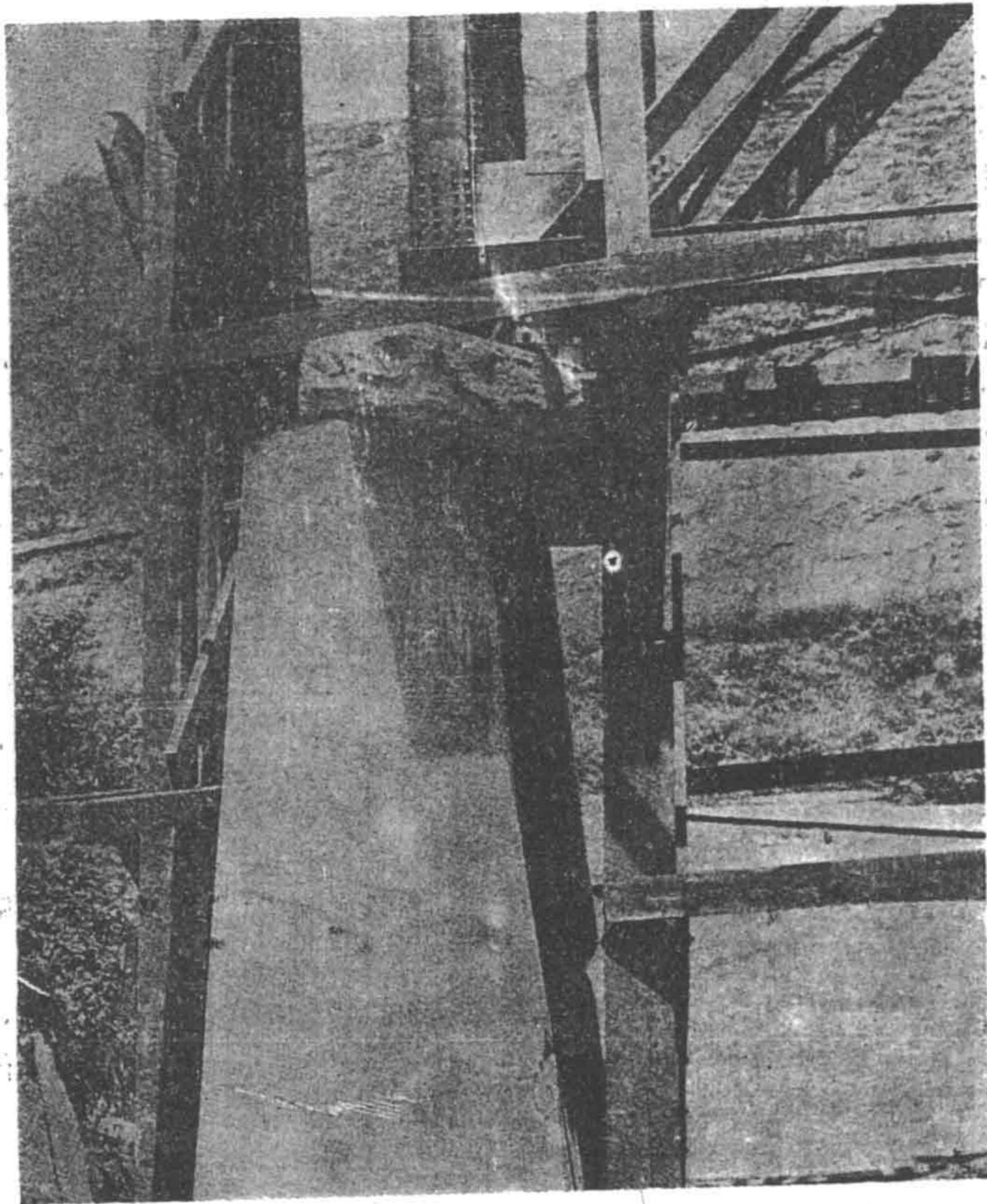


Fig. 26. Puente sobre el rio Pájaro. Traslacion longitudinal de 18 pulgadas

recientes, ha sido el teatro de varios movimientos que han desempeñado un papel sumamente importante en la historia tectónica de la cordillera costanera. Está comprendida entre otras

dos fallas paralelas; i un sistema de fallas menores, pero perpendiculares, les recorta a todas. La falla de San Andres se manifiesta por el levantamiento de los cascajos pliocenos sobre las pendientes occidentales del valle de Santa Clara i su papel orojénico se revela tambien por el plegamiento de las estratas miócenas que forman un bloque entre ella i la falla paralela situada hácia el Pacífico.

Luego despues del terremoto, los jeólogos de California han atribuido a esta falla el desastre; tenian presentes los sucesos anteriores, por ejemplo los de 1862 i 1868, i sobre todo el terremoto de Owen's Valley, en 1872, del otro lado de la Sierra Nevada, en que se habian producido movimientos notables a lo largo de una falla, i, en efecto, las observaciones se encargaron de comprobar la exactitud de sus previsiones.

El terremoto de 1906 ha sido acompañado por cambios importantes en la posicion relativa de los labios de la falla de San Andres i su trayecto ha sido señalado de nuevo a la vista en puntos en donde estaba escondido por la vejetacion o habia desaparecido por la erosion, que tiende a suavizar paulatinamente los rasgos topográficos mas acentuados, luego que han sido producidos por movimientos tectónicos, i hasta borrarlos completamente con el tiempo. Este rejuvenecimiento de la falla de San Andres ha sido reconocido inmediatamente por diversos fenómenos. Aquí ciertos surcos, mas o ménos largos, se abrieron en el suelo desagregado entre paredes verticales i despedazado en bloques irregulares hasta una profundidad desconocida i allí gruesos árboles se hendieron, mientras que en otros puntos, sólo el césped lijeramente rasgado e hinchado indicaba el trayecto de la falla; pero otros accidentes muchos mas importantes se observaron tambien i entre los mas estraños se encuentran cercos de maderas disyuntados de tal modo que sus extremidades no se corresponden ya i se apartaron entre sí desde algunos pies de anchura hasta once i mas aun. Semejantes efectos se produjeron a lo largo de las obras

de la Compañía de las aguas de San Francisco, cuyas gruesas cañerías metálicas han sido rotas i telescopiadas con cambio lateral de posición i apartamiento de sus estremidades. Lo mismo ha sucedido también en rutas cuyas porciones separadas no se correspondieron en dirección después del fenómeno.

A pesar de su grandeza real, estos efectos geológicos han sido exajerados al principio, puesto que, en los terrenos pantanosos i movedizos, el suelo sufrió además cambios debidos a su naturaleza misma: grietas, deslizamientos, hundimientos i series de cortaduras que, en ciertos puntos, dieron lugar a verdaderos escalones. Estos fenómenos eran independientes de la falla.

Todo este conjunto de hechos prueba que los dos bloques de terrenos separados por la falla de San Andres han deslizado el uno relativamente del otro a lo largo del accidente; i según los lugares, el cambio de posición ha variado entre 6 i 21 pies, 13 en términos medio.

¿Hubo también un movimiento de elevación o de descenso de un bloque relativamente del otro, es decir un movimiento vertical? Según mi parecer i a pesar de afirmaciones contrarias, si hubo un cambio de nivel de los labios de la falla, ha sido muy pequeño. Es verdad que en muchos puntos se produjeron desnivelaciones hasta de cierta importancia; pero fueron meramente locales i, en todos los casos donde se observaron, la falla atravesaba terrenos de cohesión desigual, rocas de una parte, aluviones o lodos i formaciones pantanosas de otra, de tal suerte que éstas últimas, movedizas i heterojéneas, una vez desagregadas por el deslizamiento mútuo i horizontal, como también por el movimiento sísmico mismo, se han hundido a lo largo de la falla, pero a un solo lado de ella, produciéndose así grietas paralelas o perpendiculares. Estos son efectos secundarios que, a pesar de lo notable de la desnivelación producida en ciertos lugares, no prueban terminantemente un cambio relativo de nivel de los dos compartimientos terrestres

separados por falla, aunque los jeólogos de California admiten la realidad del fenómeno hasta un valor de 2 o 3 piés. Con excepcion de un solo caso, las desnivelaciones que se ven en las fotografías publicadas, pueden esplicarse por diferencias de cohesion en los terrenos atravesados i cortados por la falla, i las propias observaciones mias, a la verdad mui incompletas, no me han ofrecido pruebas terminantes del movimiento vertical aludido. Se necesitarán nuevas operaciones de nivelacion mui precisa para decidir entre estas opiniones contrarias (\*).

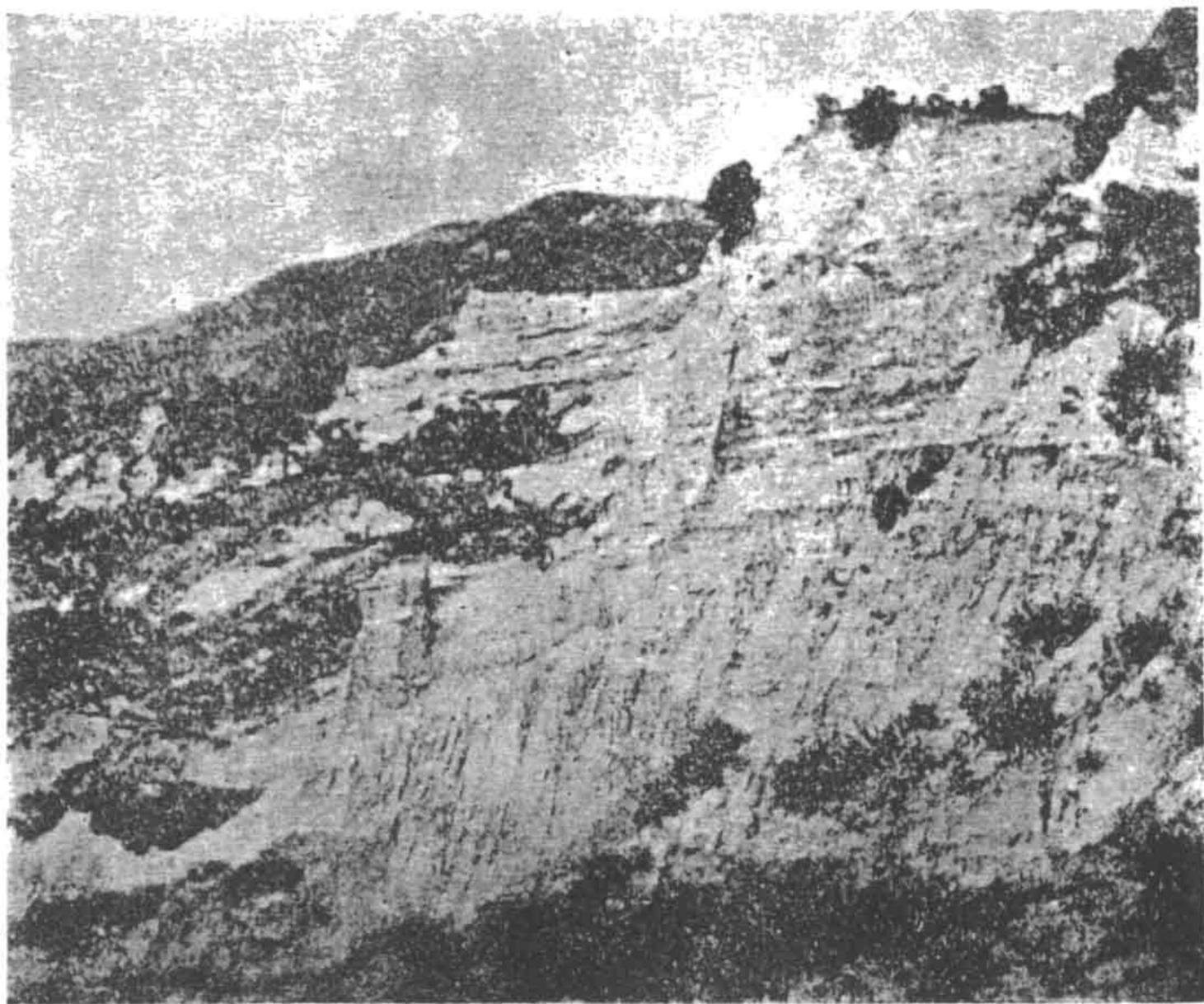


Fig. 27. Deslizamiento de terreno en el valle de San Jacinto

Sea lo que fuere, el terremoto de San Francisco ha sido, sin duda ninguna, el resultado del deslizamiento relativo de dos compartimientos terrestres separados por una falla cuyo valor alcanzó hasta 21 piés. ¿Se ha movido el bloque costanero

---

(\*) Los resultados de la revisión jeodésica han sido publicados hace poco tiempo i han probado la realidad del movimiento vertical.

del oeste, o el continental del este, quedando inmóvil el otro, o se han mecido ámbos? Ninguna observacion permite resolver este problema sumamente interesante, i las consideraciones desarrolladas a éste respecto por los jeólogos de California no parecen convincentes. Será menester una nueva triangulacion jeodésica del pais para que se sepa exactamente cual ha sido el movimiento absoluto de cada uno de los bloques, tanto en el sentido horizontal como en el vertical, i se proyecta hacerlo de nuevo para determinar las coordenadas jeográficas de las ciudades de California, que han sido alteradas por el terremoto.

La ruina de San Francisco i de las otras ciudades vecinas de California ha resultado de una parte, por haber sido muchos sus edificios, construidos sobre terrenos pantanosos i en fondos de quebradas o de vallecitos rellanados artificialmente, sobre médanos de mar, dunas i aluviones de todo jénero; i de otra parte, por los incendios voraces que, estallando de una vez en muchos puntos diferentes, no han podido ser dominados en consecuencia de la ruptura de las cañerías de agua, sea a lo largo de la falla, sea en los terrenos movedizos que se habian hundido. Desentendiéndose de esta segunda causa de daños, por inmensos que hayan sido sus efectos, pero que no tienen relacion con el terremoto en tanto que se 'trate del fenómeno natural, y dejando tambien aparte los estragos debidos a malos sistemas de construccion i a la mala calidad de los materiales empleados, las consecuencias efectivas del terremoto del 18 de abril de 1906 han sido verdaderamente de mui poca importancia a lo ménos relativamente a otros terremotos porque, felizmente, la falla no atrevesaba ni a San Francisco, ni tampoco a otras ciudades; sin esta circunstancia meramente fortuita, las ruinas habrian sido desmedidas, i el trayecto del accidente lo habria señalado a través de la Reina del Pacífico una ancha zona de escombros, debajo de los cuales habrian sido aplastados, i carbonizados despues, miles i miles de vícti

mao, con lo cual la catástrofe se hubiera contado entre las mas tremendas de la historia, ya mui lamentable, de los terremotos, i hubiera, sin duda, superado en horror a la de la Martinica, en 1902, en la cual St. Pierre fué borrada súbitamente de la lista de las ciudades. Se comprende, en efecto, que ningun edificio pueda nunca, jamas, resistir ni quedarse en pie cuando el terreno sobre el cual reposa, se divide bruscamente de tal suerte que sus puntos se alejan 5 o 6 metros entre sí. ¿Cómo imaginarse la grandeza del desastre de una ciudad embellecida por los mas recientes progresos de la construccion moderna, en donde se levantan soberbios los *Sky-scrapers*, estas casas cuyos numerosísimos pisos, 25 o hasta 30 i mas aun, quieren competir con las catedrales de antaño, a lo ménos en altura, sino en belleza? No hai duda, los progresos mismos de la civilizacion aumentan desmedidamente los peligros del derrumbamiento de las grandes ciudades amenazadas por los terremotos.

En tiempos jeológicos inmediatamente anteriores a nuestra éra, a la que caracteriza la aparicion del hombre en la tierra, en la época en que sólo salvajes pisaban el suelo de la California i, en fin, durante el siglo desde el cual esta estensa i riquísima rejion está abierta a la civilizacion, se han mecido varias veces, la falla de San Andres i sus análogas, trasformando paulatinamente el relieve de la comarca i, al mismo tiempo, estremeciéndola por frecuentes temblores i violentos terremotos, cuyas consecuencias leen los jeólogos en las capas terrestres i las formas topográficas del terreno, mientras que los sismólogos las estudian en la historia de los fenómenos sísmicos del siglo XIX i hasta en las ruinas que han quedado todavía en pie en muchos puntos, particularmente en las antiguas misiones españolas. ¿Pueden los habitantes de California esperar que, azotados tan lastimosamente en 1906, estarán largo tiempo al abrigo de estos tremendos fenómenos? Sabios hai, i no de los menores i hasta un célebre sismólogo Japonés, que lo afirman sin vacilar, atreviéndose a pretender que los



ARBOL HENDIDO POR LA FALLA SÍSMICA

esfuerzos tectónicos, agotados por el suceso, necesitarán mucho tiempo para renovar hasta que estalle de nuevo un terremoto. Unos calculan en 50 años i otros en siglo i medio, el período de seguridad que prometen. La sabiduría humana está todavía mui léjos de poder fundar tales previsiones sobre bases científicas; i si éste ha sido su pensamiento, los constructores de San Francisco i de otras ciudades vecinas, caen en un error gravísimo al volver a erijir edificios en los mismos terrenos peligrosísimos que conocen bien, i sin mejorar casi en nada sus modos de construir despues del terremoto, desentendiéndose tanto de la esperiencia pasada, como de los estudios hechos por varias comisiones técnicas nombradas con este objeto; en una palabra, la leccion práctica del 18 de abril de 1906 parece haberse perdido del todo. Así van las cosas i lo mismo ha sucedido en Valparaíso; i sin ir tan léjos como ciertos ingenieros que califican de criminal el volver a construir en los barrios peligrosísimos mui bien conocidos de San Francisco, sin embargo, es cierto que el Almendral del puerto chileno habria debido estar abandonado como lo han propuesto tan cuerdamente ciertas personas después del 16 de agosto de 1906.

California y Chile no se asemejan solamente en este punto de vista que es puramente práctico, sino que ambos países presentan los mismos rasgos jeográficos, i jeolójicos, a lo que se acaba de reconocer un papel sismojénico en el primer país: la Sierra Nevada corresponde a los Andes, la cuenca de los Rios Sacramentos i San Joaquin al valle central lonjitudinal, i las cadenas costaneras son exactamente homólogas en lo tocante a su ubicacion pero no a su constitucion jeolójica; en fin, aquí i allá, los temblores son tanto mas frecuentes i los terremotos tanto mas violentos cuanto que se trata de ciudades mas próximas al océano, cuyos fondos estremecen tambien sacudidas submarinas en ambas comarcas. Pero en Chile no se conoce todavía la falla o las fallas cuyos movimientos orijinan

los fenómenos sísmicos; si es mui verosímil que existan, no se sabe todavía dónde; talvez en el fondo del Pacífico, al pié mismo del declive continental, como sucede al este del Japon, i solo investigaciones ulteriores mui detalladas sobre la jeología del pais podrán esclarecer este problema tan importante. En todo caso, la teoría tectónica de los temblores ha encontrado en el terremoto de San Francisco una prueba de hecho que, sin duda, no dejará de aumentar su crédito, dándole el apoyo decisivo de la observacion directa i, al mismo tiempo, suministrándonos por analogía algunas noticias sobre la causa probable de los terremotos de Chile.

