

cha á que alcanzan los planos. Estos han sido copiados del *Boletín de los Ingenieros civiles americanos*, así como todos los demás datos que nos han servido para redactar esta reseña.

FERNANDO GARCÍA ARENAL.

## SOBRE LOS HUNDIMIENTOS OCURRIDOS EN PUIGCERCÓS

POR

D. LUIS CORSINI

INGENIERO JEFE DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA.

En 13 de Enero último el Sr. Gobernador civil de la provincia de Lérida me ofició para que pasase con urgencia al pueblo de Puigcercós, con objeto de estudiar sobre el terreno la importancia y gravedad del accidente allí ocurrido, y de adoptar las medidas de precaucion que exigian la seguridad de sus habitantes.

Despues de ponerlo en conocimiento del Excelentísimo Sr. Director general de Obras públicas, salí el dia 19 del citado mes para dicho punto, no siéndome posible pasar de la Venta de Folquet por la muchisima nieve que habia en la carretera de Artesa á Tremp, la que depositada en el puerto de Comiol, entre los kilómetros 22 y 27, impedía por completo el tránsito. Por otra parte, ningun resultado práctico y conducente al objeto de mi cometido podia obtener del reconocimiento de un terreno completamente cubierto de una espesa capa de nieve que ocultaba su estructura y desfiguraba su forma.

Regresé á Lérida, volviendo á salir el 11 de Febrero, llegando á Puigcercós el dia 14 á las diez de la mañana.

Me acompañaban el Ingeniero D. Adolfo Pequeño y los Ayudantes D. Antonio Cirera y don Mariano Izquierdo, encomendando á este personal el levantamiento del croquis de la zona de terreno que rodea á Puigcercós (fig. 1.<sup>a</sup>), plano de la zona de hundimientos (fig. 2.<sup>a</sup>) y perfiles, que para dar mejor idea de la forma de éstos, fueron previamente por mí fijados, los cuales están representados por las líneas que aparecen en la fig. 2.<sup>a</sup>

Esta última operacion era sumamente expuesta, tanto por la considerable altura de los escarpes, como por los desprendimientos que, aunque de escasa importancia, todavia se verificaban.

Establecido el orden de los trabajos, y ya en ejecucion, hice un reconocimiento detenidísimo, tanto del terreno en que el movimiento se habia verificado, como de la poblacion, que dista muy poco, segun puede observarse en los planos, de los escarpes ó tajos ocasionados por el hundimiento; el resultado inmediato de este examen fué oficiar al Alcalde para que hiciese saber á los vecinos que, habiendo peligro en permanecer ocupando las casas que constituyen la poblacion, debian tratar de abandonarlas en el más breve plazo posible.

Esta orden, justificada por el cumplimiento de mi deber, era más fácil de dar que de cumplir,

toda vez que las cuarenta familias que residen en Puigcercós no querian abandonar sus casas, prefiriendo correr la eventualidad del peligro que ellos mismos reconocian á la certidumbre de perecer de frio y hambre si dejaban sus albergues en el centro de un invierno crudo y tan abundante en aguas y nieves, que no se podia absolutamente á pié ni á caballo transitar por los malísimos caminos del país.

A esta consideracion material va unida otra de delicado sentimiento, y es la repugnancia que aquellos desgraciados oponen á dejar para siempre sus casas, que encierran todos sus recuerdos más queridos, sus más íntimas afecciones, que condensan, en una palabra, el pasado de aquellas familias. Acordado el abandono del pueblo, menester era fijar el punto en que debia agruparse el nuevo, con objeto de que los vecinos más acomodados pudiesen ir edificando sus casas y los más pobres preparar algun trabajo, aplicando á él los donativos que á cada uno les fueren entregados.

El emplazamiento de una poblacion, caso raro en la ciencia del Ingeniero, viene dado por una infinidad de elementos que exigen condiciones á veces contradictorias, las que es menester relacionar con objeto de obtener una solucion que en lo posible las armonice.

La altitud, la orientacion, la proximidad á fuentes ó cauces que suministren con abundancia aguas potables, son condiciones necesarias á la buena situacion higiénica de los pueblos; pero hay tambien otras de carácter económico que conviene satisfacer, como son la proximidad á las vias de comunicacion y á los centros principales de cultivo, para evitar con los trasportes pérdidas de trabajo que gravan considerablemente á la produccion con notoria molestia de los habitantes.

Conocedores los vecinos de Puigcercós de la última condicion referente al cultivo, mejor que el Ingeniero que suscribe, indiqué al Alcalde la conveniencia de que reuniese á aquéllos, exponiéndoles mi deseo de consultarles acerca del punto en que juzgaban más á propósito para sus intereses el emplazamiento del nuevo pueblo.

Reunidos en la Sala de Ayuntamiento todos los vecinos, les hablé, diciéndoles que entre las dos soluciones por mí aceptadas, como las más convenientes para la nueva situacion de Puigcercós, que son las que se representan en el croquis con los círculos A y B, queria conocer cuál preferian y los motivos en que fundaban su eleccion. (Fig. 1.<sup>a</sup>)

No hubo conformidad entre los diferentes pareceres allí expuestos, inclinándose la mayoría por la eleccion del punto A, fundada en las consideraciones, á mi juicio poco razonadas, que más adelante indicaré. Mi opinion es que debe situarse en el punto B del ya citado croquis, puesto que satisface por completo las condiciones ya enunciadas, por su mayor proximidad al rio Noguera Pallaresa, de cauce abundantísimo, flotable y de riquísimas y puras aguas potables, por hallarse sobre el trazado de la carretera de tercer orden de Balaguer á Francia y del ferrocarril del Pirineo Central, por estar inmediato á la huerta que el pueblo posee á orillas del rio y

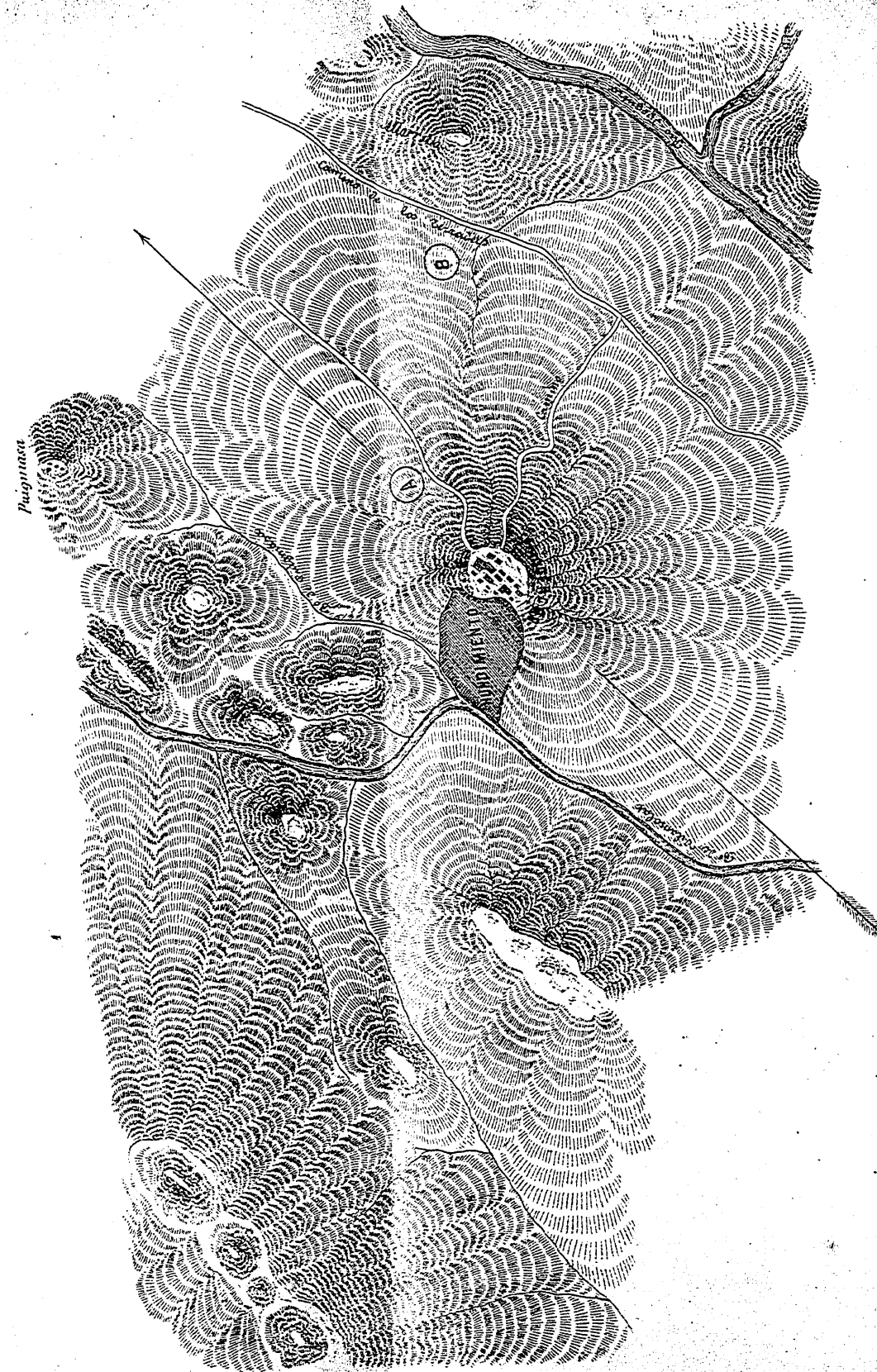


Fig. 1ª CROQUIS DEL TERRENO EN QUE SE HALLA SITUADO PUIGCERCÓS. Escala de 1 por 2000 metros.

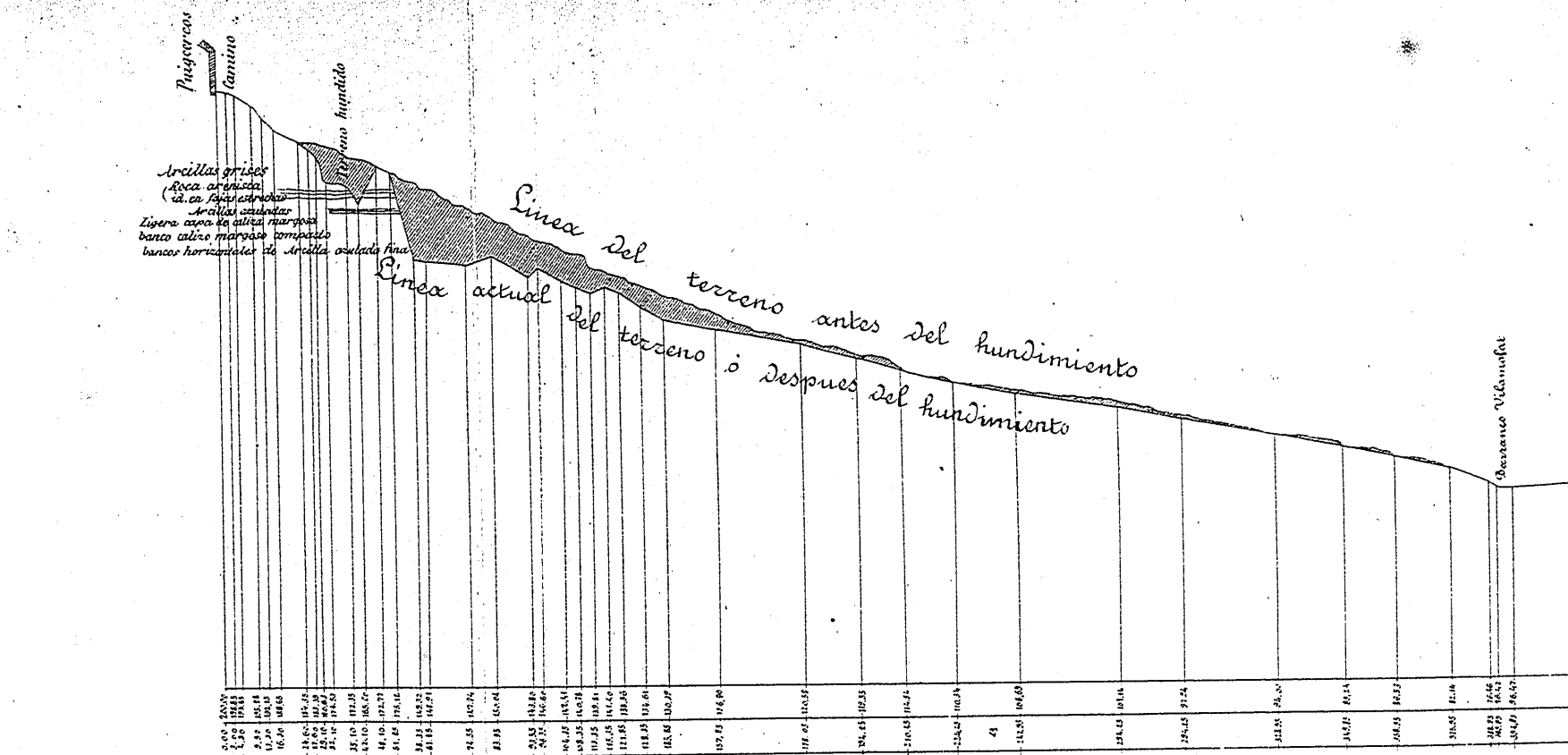


Fig. 3ª SECCION Nº 1. Escala de 1:2000.

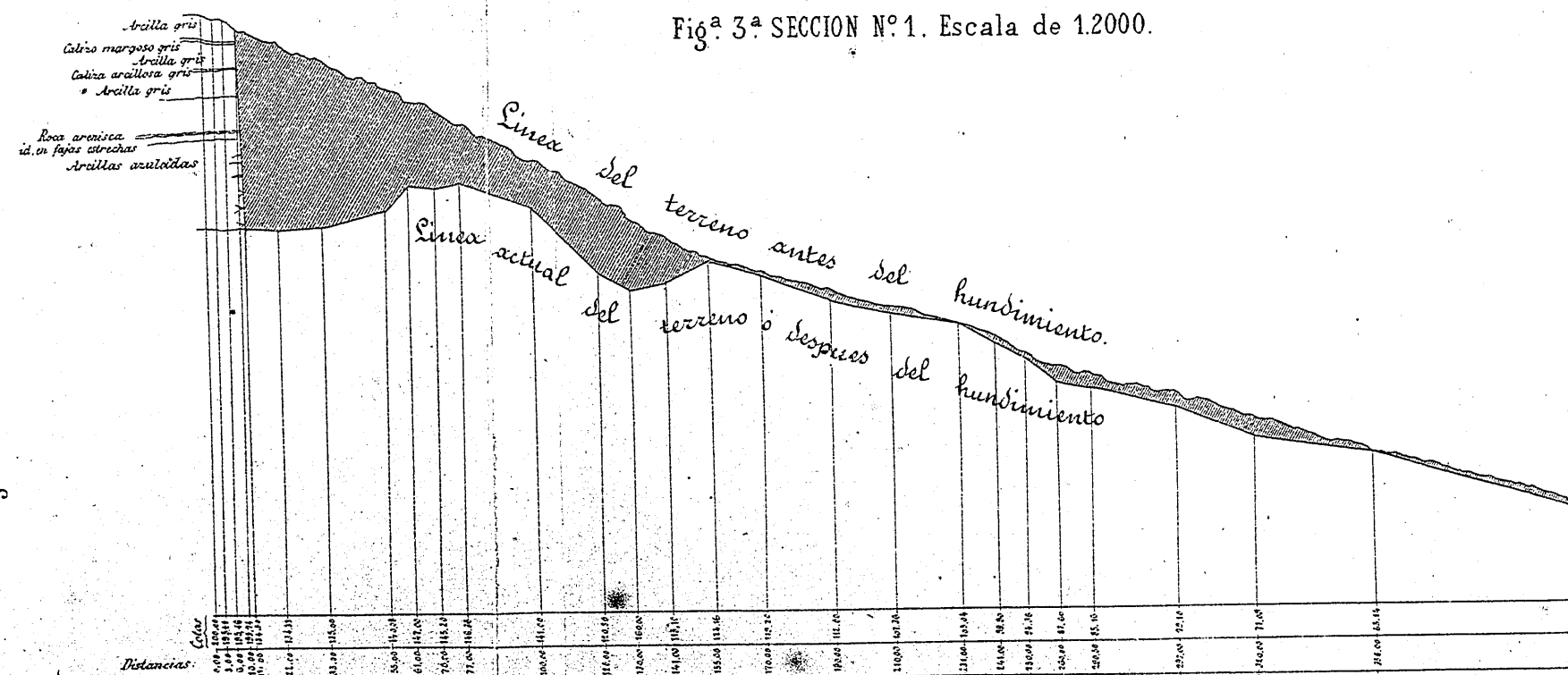
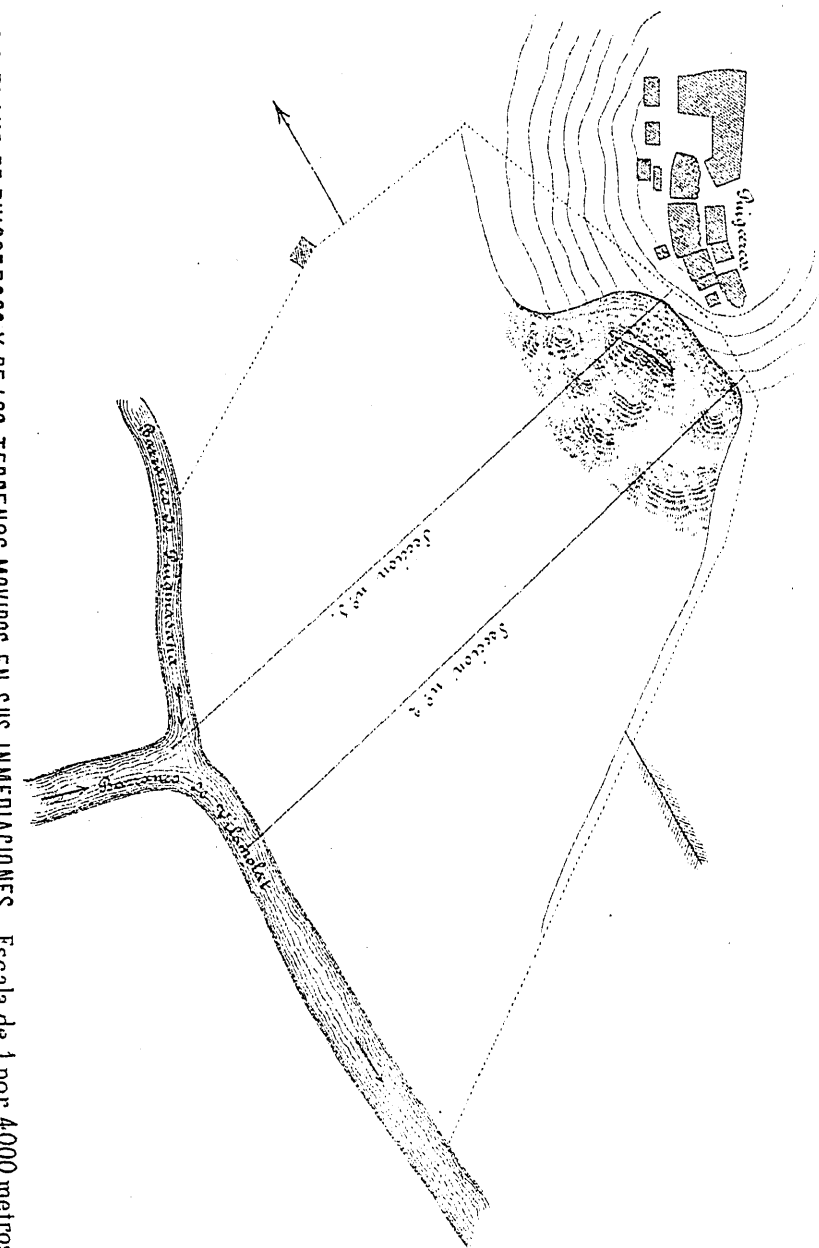


Fig. 4ª SECCION Nº 2. Escala de 1:2000.

Fig. 2ª PLANO DE PUIGCERCÓS Y DE LOS TERRENOS MOVIDOS EN SUS INMEDIACIONES. Escala de 1 por 4000 metros.



en el centro de las tierras dedicadas al cultivo de cereales y vino, que es el principal elemento de riqueza de la población.

Tiene este emplazamiento la circunstancia, que es el motivo en que se funda la oposición que se le hace, de hallarse más separado del monte que el punto A, lo que es causa de que el ganado tenga que andar más para llegar á los pastos, situados todos en las laderas del Oeste.

Esto no puede considerarse realmente como una desventaja, toda vez que los ganados deben pernoctar y sestar en corrales ó parideras situadas en el monte, y no bajar al llano, en donde causan perjuicios al cultivo por los muchísimos abusos que cometen los ganaderos, aun cuando haya la más exquisita vigilancia.

Es menester, por otra parte, según nos demuestra una triste enseñanza, huir en este país de toda situación en la que no haya las debidas garantías de seguridad y firmeza en el suelo, y en este concepto, la solución por mi propuesta satisface completamente á esta condición, ya por lo resistente y sancado del terreno en que el pueblo ha de apoyarse, como por la poca elevación que el sitio del emplazamiento tiene sobre el valle del Noguera Pallaresa, cuyas aguas, por otra parte, nunca llegarán, ni con mucho, á aquél, aun en las mayores crecidas extraordinarias.

Fijada definitivamente la situación del nuevo pueblo en el punto B del croquis, pasemos á estudiar el fenómeno del hundimiento, su importancia y las causas probables que han podido determinarle.

Puigcerdós se halla colocado en la margen izquierda del arroyo de Vilamolot, en el punto en que á éste confluye el Barranco de Puigmasanas, y á dos kilómetros próximamente del río Noguera Pallaresa; su elevación sobre el nivel del mar es de 570<sup>m</sup>, consta de cuarenta casas de pobre apariencia y está agregado al término municipal de Palau de Noguera. (Fig. 2.<sup>a</sup>)

La población ocupa el vértice de un monte cónico de la forma que indican las curvas de nivel del croquis; su altura sobre el arroyo Vilamolot varía por lo ondulado del terreno en el cual aquélla se apoya, si bien puede calcularse su elevación media en 140<sup>m</sup>.

El hundimiento se ha verificado en la zona comprendida entre el pueblo y el citado arroyo, habiendo además numerosas grietas en las faldas del cerro en que Puigcerdós está situado, que acusan el movimiento general que sufre el terreno, y que son indicios seguros de nuevos hundimientos.

Estos abrazan en la actualidad una superficie de 11 hectáreas, 34 áreas, 93 centiáreas; el plano que en escala de 1 por 4.000 va unido á este escrito, se halla limitado por el arroyo de Vilamolot y por el polígono que circunscribe la zona en que se ha verificado el hundimiento.

-En Agosto de 1863, después de una gran sequía, se produjo un movimiento análogo en el terreno próximo al arroyo, que ocasionó escarpes de 30<sup>m</sup> de elevación, según consta en las oficinas de Obras públicas de esta provincia por dictámen dado en 16 de Agosto de 1863 por el Ayudante D. Fausto Isac.

El área que comprende el plano abraza los dos hundimientos, no pudiéndose apreciar por falta de datos exactos los límites de uno y otro.

Esto, no obstante el recientemente realizado, tiene mucha más importancia por afectar á terrenos más elevados, si bien la superficie es menor, siendo la del primer hundimiento, según el informe ya citado, de 6 á 7 hectáreas.

Van unidos al plano dos perfiles que corresponden á las líneas marcadas con los números 1 y 2 de aquél.

En los perfiles está indicado el terreno tal como se hallaba ántes de los hundimientos, si bien de un modo aproximado, y como está en la actualidad, cuya comparación dá perfecta idea de la importancia de aquéllos, y en su consecuencia, del volumen que ha rellenado los huecos ó cavidades interiores, igual exactamente al macizo rayado en los perfiles.

La causa ocasional del fenómeno es, á mi juicio, la que voy á exponer, no sin hacer constar que por mis escasos conocimientos geológicos, mi dictámen, en cuanto á esta ciencia se refiere, se concretará á presentar datos de los que Ingenieros más ilustrados podrán deducir consecuencias que expliquen aquélla más satisfactoriamente.

Desde luego el movimiento verificado en el terreno debe clasificarse como hundimiento y no como resbalamiento, tanto porque las margas y arcillas de que está formado aquél se presentan en estratos casi horizontales, no habiendo, en su consecuencia, componente de la gravedad suficientemente intensa para producir aquél, como porque en este caso aparecería al descubierto el total de la masa caída, siendo así que ha habido una notable disminución en su volumen. (Figura 3.<sup>a</sup>)

Además, estos movimientos, cuando son producidos por resbalamiento, se verifican siempre en épocas de lluvias ó próximamente después, y esto se explica porque los lechos de arcilla humedecidos facilitan aquéllos por la disminución del rozamiento.

En la época actual había mucha humedad, consecuencia de pertinaces y abundantes lluvias; pero no sucedió lo mismo en Agosto del año 1863, en que se verificó el primer hundimiento, habiendo entonces una sequía tal, que todos los pueblos de la Conca, incluso Puigcerdós, celebraban constantes rogativas pidiendo á Dios les concediese aquéllas.

Este último dato prueba que la humedad de las capas margosas ó arcillosas no es causa determinante del fenómeno, si bien puede influir en que se realice en períodos de tiempos diferentes por el reblandecimiento y menor resistencia de aquéllas.

La llamada Conca de Tremp es, como su nombre lo indica, una gran taza ó cuenca limitada á todos vientos por elevadísimos cordones de montaña, estribaciones todas pirenaicas.

Las grandes líneas de sierras que limitan la Conca son: al Norte la de Orcau, nombre del pueblo situado en su vertiente Sur, la que se prolonga al Este en dirección de Boixols, presentando sus estratos una gran inclinación hacia el valle del río Gabét, del que forma con los

terrenos bajos la cuenca hidrográfica de su margen derecha.

Al Sur la cordillera de Montsech, de formación como la anterior cretácea, que corre en su dirección general de NE. á SO., formando con la Pirenáica un ángulo próximamente de 45°. La inclinación de las capas ó estratos es contraria á la de la anterior, buzando al mismo valle, del que forma con los terrenos inferiores de San Salvador y Aransis la cuenca izquierda del Gabét. Al Este la sierra de Comiols, que se relaciona con la del Montsech, formando la divisoria entre el río Segre y el Gabét, afluente izquierdo del Noguera Pallaresa.

Al Oeste la cordillera del Areny, en la que nace el arroyo de Vilamolat y diversos afluentes todos torrenciales, que desaguan en el Noguera Pallaresa en su margen derecha. Esta cordillera es la divisoria entre el río Noguera Pallaresa y el Noguera Ribagorçana.

El río Noguera Pallaresa es el afluente principal del Segre, con el que se une en la proximidad del pueblo de Camarasa, nace en el Plá de Veret, punto situado en la vertiente Sur del Pirineo que en esta parte sirve de divisoria al ya mencionado río Noguera Pallaresa y al Garona. Después de un trayecto de 62 kilómetros, entra en la Conca de Tremp por el estrecho de Collgats, la atraviesa en su dirección N. S., saliendo de ella por la garganta de los Terradets. El levantamiento general del Pirineo es el que ha podido determinar por hallarse en su zona de acción, comprendida la posición que en el día tienen las elevadas divisorias, ya descritas, que limitan la Conca. (Fig. 4.<sup>a</sup>)

Después de este fenómeno geológico ha podido suceder que esta gran depresión que quedó como resultado de aquél, constituyese un gran depósito ó vaso sin salida entónces, toda vez que los estrechos de Collgats y Terradets son rompimientos hechos en las cordilleras, y por consiguiente, producidos con posterioridad á su levantamiento.

En el período de tiempo que separa estos dos accidentes la Conca ha debido ser el fondo de un gran lago, siendo imposible la salida de las aguas que á ella concurriesen procedentes de las más elevadas regiones del Pirineo hasta que no rebasasen al nivel de las cordilleras que la limitaban, quedando en su consecuencia completamente sumergida. La existencia de este lago la expongo no como una afirmación sino como una hipótesis que en nada se opone á la teoría geológica del levantamiento del Pirineo, y que sólo serviría para explicar la formación del terreno ó capa que recubre la superficie de la Conca.

Las extensas capas de arcillas, margas y arenas, todas ellas de grano finísimo, prueban la normalidad con que se efectuaron aquellos depósitos y la ninguna perturbación que hubo en el régimen del cauce del Noguera Pallaresa, el que sólo conducía en suspensión en sus aguas los finísimos légamos que al perder éstas su velocidad se depositaban en el fondo del lago.

En la confluencia de los ríos Gabét y Suteranya y á una gran altura sobre ellos se encuentran bancos de gravas y arenas de grande extensión y considerable espesor.

En la generalidad de los terrenos las capas de estratificación son horizontales ó ligeramente inclinadas; esto no obstante, se encuentran estratos arcillosos fuertemente inclinados en toda la ladera N. E. de la Conca, habiendo de esto un ejemplo muy notable en la proximidad del Barranco de las Guixeras, en que aparece un banco de arcilla roja con una inclinación hacia el valle que excede de 45°, y que ha sido causa recientemente de un resbalamiento del terreno, arrastrando consigo la carretera que en éste se apoyaba.

Los primeros depósitos que se efectuaron, debieron ceñirse á las desigualdades de las rocas que cubrían, no siendo en su consecuencia de extrañar que las capas inferiores de esta formación moderna tengan fuertes inclinaciones, que fueron suavizándose con los depósitos sucesivos hasta aparecer horizontales las superiores.

Como á consecuencia de la gran presión ejercida por el embalse sobre la presa natural que cerraba el estrecho de los Terradets, ó por cualquier trastorno geológico en la formación cretácea que la constituye, debió romperse ocasionando el desagüe de aquél, cuyo fondo quedó al descubierto, constituyendo hoy el riquísimo y feraz suelo de la Conca, cuya fertilidad es consecuencia de su misma formación.

Insisto en que la hipótesis que acabo de exponer en nada se opone á la que dice mi amigo el distinguido é ilustrado Ingeniero Jefe de Minas D. Luis María Vidal, en su estudio acerca de estos hundimientos publicados en el *Boletín de la Comisión del mapa geológico*, cuya lectura recomendamos.

Este Ingeniero con su reconocida competencia explica la formación de la Conca, debida á un levantamiento, y la clasifica, con cuya clasificación me hallo completamente de acuerdo; el objeto de la hipótesis que hago es explicar la formación de los terrenos superficiales más modernos por medio de un hecho que ha podido verificarse.

Se deduce de lo expuesto y de la formación geológica de la Conca que en su orden descendente es, la moderna, terciaria inferior ó numulítica y cretácea superior, que existen en el subsuelo de la Conca, capas inclinadas inferiores y observándose en las que se hallan al descubierto la alternancia de margas y arcillas—rocas impermeables,— y arenas y gravas—permeables;—de seguir aquéllas esta misma ley existirán corrientes inferiores de agua conducidas por las citadas capas permeables.

Las calizas agrietadas en distintas direcciones y por su naturaleza cavernosas pueden auxiliar la conducción de las aguas cargadas de légamos margosos y arcillosos, obtenidos por la denudación y socavamiento que aquéllas producen en su contacto con los bancos de margas y arcillas.

Una prueba de lo práctico y racional de esta hipótesis es, que al pie de la colina en que se halla Puigcerdós y correspondiendo próximamente al centro de la zona del terreno hundido, existía hasta estos últimos años una abundante fuente, la que si bien variaba su caudal en las diferentes épocas del año, conservando siempre una misma temperatura, podía calcularse en catorce litros por minuto.

Las aguas de este manantial brotaban constantemente turbias hasta el punto que no podían beberse, y sucediendo esto en las estaciones de mayor sequía, de suponer es que la falta de pureza de aquellas fuese ocasionada por la descomposición de las margas y arcillas que socavadas por la acción continua de las corrientes subterráneas eran por ellas arrastradas.

Esta fuente no existe en la actualidad, lo que puede explicarse por la doble causa del levantamiento del cauce en el Arroyo de Vilamolat cuyos depósitos han cubierto el manantial, y de que el légamo margoso que las aguas llevaban en suspensión ha tapizado los orificios de salida.

La consecuencia natural de estas corrientes subterráneas es que por su continuidad de acción produzcan una denudación que ocasione una cavidad; las capas superiores reblandecidas por efecto de la absorción capilar, no pudiendo resistir su propio peso, se rompen rellenando aquella, ocasionando en su superficie los hundimientos que observamos en Puigercós.

La fijación de la profundidad en que estas cavidades se producen es difícil de determinar, porque existiendo á diferentes niveles la alternancia de capas permeables é impermeables, y suponiéndose fundadamente que siga el terreno en el interior la misma ley de formación, en cualquiera de estos pisos puede verificarse la denudación desde el numulítico hasta el cretáceo superior que sirve de fondo á toda la Conca.

Lo que puede asegurarse es, que cuando estas cavidades se producen á escasa profundidad, los hundimientos afectan á poca superficie y son de poca altura. La razón de ello es que en este caso las capas que cubren el hueco tienen menos agregación y espesor, rompiéndose cuando el ancho de éste alcanza una dimensión relativamente pequeña, con la que permitiría la resistencia de aquellas, si la cavidad se produjese en formaciones inferiores. En cambio los hundimientos serán más frecuentes.

Los efectos de esta denudación subterránea son lentos, como puede observarse por la distancia de tiempo, siempre considerable, que media entre los hundimientos de una misma zona; hallándose medido el volumen de las cavidades producidas, por el de los terrenos que desaparecen de la superficie.

Ha sido menester el espacio de tiempo que media entre Agosto de 1863 y Enero de 1881 para ocasionar el hundimiento objeto de este estudio.

En la ladera comprendida entre el kilómetro 25 de la carretera de Artesa á Tremp y el río Gabét que mide una longitud de 23 kilómetros se producen frecuentes hundimientos, si bien en escala mucho menor, que son ocasionados por las mismas causas que obran con menos intensidad.

El medio único á mi juicio capaz si no de anular, de disminuir estas denudaciones subterráneas, sería reducir la intensidad de las corrientes, á cuyo efecto debería hacerse la repoblación de los montes en la cuenca hidrográfica del Noguera; con lo que efectuándose de un modo lento las filtraciones en el terreno, aunque sean más continuas, no se establecen corrientes sub-

terráneas intensísimas, como en el caso en que descubierto aquél desarrollan todo su poder absorbente, dando paso por sus grietas ó intersticios á mayor caudal de agua que va á enriquecer las corrientes del subsuelo.

La práctica está en armonía con lo expuesto toda vez que, cuando las grandes divisorias y estribaciones que limitan la Conca de Tremp se hallaban cubiertas de vegetación, estos hundimientos no se verificaban.

En la actualidad y por iniciativa exclusiva de los vecinos de San Salvador de Toló, pueblo en el que se verifica este mismo fenómeno se ha acordado repoblar las laderas y no cultivarlas; acto guiado por la experiencia que tienen de que sólo se han movido los terrenos situados en laderas en las que ha sido destruido el arbolado.

Este es el sistema que quizás con éxito pueda prevenir tales hundimientos, desechando toda construcción ú obra alguna de sostenimiento, que no produciría más efecto que aumentar las consecuencias de aquéllos, las que habrían necesariamente de apoyarse en terrenos influidos por las corrientes subterráneas, y que tendrían menos resistencia cuanto más peso gravitase sobre ellos.

Si el medio por mí propuesto recibiese la aprobación de la Superioridad, menester sería realizar la repoblación con toda urgencia, evitándose produzcan fenómenos análogos al ocurrido en Puigercós, que comprometerían los grandes intereses creados en la Conca en cultivo y población (1).

## PARTE OFICIAL.

Mayo 31.—(Gaceta del 1.º de Junio.)—Fomento.—

Real decreto. Teniendo en consideración las razones que me ha expuesto el Ministro de Fomento de acuerdo con el parecer del Consejo de Ministros,

Vengo en decretar lo siguiente:

Artículo 1.º El cuerpo auxiliar facultativo de Obras públicas se compondrá en adelante de las clases que se expresan á continuación:

|                                          |                  |
|------------------------------------------|------------------|
| Diez Ayudantes mayores, á 4.000 pesetas. | 40.000           |
| Sesenta Ayudantes primeros, á 3.000.     | 180.000          |
| Ochenta Ayudantes segundos, á 2.500.     | 200.000          |
| Trescientos Ayudantes terceros, á 2.000. | 600.000          |
| <b>TOTAL.</b>                            | <b>1.020.000</b> |

Art. 2.º Las diez plazas de Ayudantes mayores que se crean por el artículo anterior se proveerán en los

(1) Debo consignar aquí, y lo hago con grata satisfacción, que en todos los pueblos de la Conca, en Lérida, en Barcelona y en Madrid, se están haciendo suscripciones para atender á la reedificación del nuevo pueblo de Puigercós. El Gobierno ha destinado cuanto le ha sido dable del fondo casi agotado de calamidades públicas. S. M. el Rey, S. M. la Reina y S. A. la Infanta Doña Isabel, han tenido ocasión con este motivo de ejercer su inagotable caridad.