

BOLETÍN
DE LA
COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

BOLETÍN

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA

TOMO XXX

~~~~~

**TOMO X**

**SEGUNDA SERIE**

**(1909)**

**MADRID**

**EST. TIP. DE LA VIUDA É HIJOS DE M. TELLO**

**IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.**

**C. de San Francisco, 4**

**1909**

*La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

**Artículo 1.º** Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

**Artículo 2.º** Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

**Artículo 4.º** Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

**Artículo 5.º** Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

*(Decreto de 28 de Marzo de 1873.)*

## PERSONAL

DE LA

### COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Ilmo. Sr. D. Luis Mariano Vidal. (*Director.*)

Excmo. Sr. D. Juan García del Castillo.

Sr. D. Horacio Bentabol.

Ilmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano.

Sr. D. Mariano Álvarez Aravaca.

Sr. D. César Rubio y Muñoz.

Sr. D. Máximo Arozarena.

Excmo. Sr. D. Enrique Villate.

Sr. D. Luis Santa María.

Sr. D. Alfredo Kindelán.

Sr. D. Agustín Marín y Beltrán de Lis.

Sr. D. Augusto de Gálvez Cañero.

Profesores de la Escuela especial de Minas agregados á la Comisión.

Ilmo. Sr. D. Pedro Palacios.

Sr. D. Ramón Adán de Yarza.

Sr. D. Juan López Coca.

Sr. D. Florentino Azpeitia.

Las publicaciones de esta Comisión están autorizadas por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.º Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.º Que la Comisión establezca la venta y suscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.º Que la Dirección general proponga oportunamente la suscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

## CONTINUACIÓN

DEL

# ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL TAJO

al Norte de Madrid, entre los ferrocarriles del Norte de España  
y de Madrid á Zaragoza

POR

D. CESAR RUBIO Y D. ALFREDO KINDELAN

ILMO. SR. DIRECTOR DE LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.

En cumplimiento del encargo que se sirvió confiarnos de especificar con mayor detalle algunos de los datos que sirvieron de base al estudio hidrológico llevado á cabo por los Ingenieros Jefes Don Juan García del Castillo y D. César Rubio en 1906, respecto á la parte de la cuenca del Tajo limitada al N. de Madrid por la línea férrea del Norte de España y la que va á Zaragoza, pasamos á exponer los resultados de este trabajo complementario que hemos concretado al extremo NE. de la zona citada y á los bordes NW. y N. del terreno diluvial, así como á la región que comprende los afloramientos que limitan el terciario y el cretáceo, por entender que estos asomos pudieran tener una importancia especial para el régimen de las aguas subterráneas, y sin entrar en las formaciones paleozóicas y en otras más antiguas del Norte de la provincia de Madrid, en las cuales, si bien deben existir depósitos de aguas subterráneas, estas, á más de no constituir la mayor parte de las veces mantos generales,

pueden encontrarse á tales profundidades, que su alumbramiento sea inabordable por los medios mecánicos sencillos y económicos que implica su buen aprovechamiento para la agricultura.

En este nuevo estudio de detalle, hemos recorrido, sobre todo, los puntos que son centros importantes de población ó están próximos á ellos; y antes de hacer deducciones, pasamos á exponer los datos recogidos.

### Colmenar Viejo.

Situado á una cota que varía de 890 á 900 metros, en la pequeña divisoria entre el río Manzanares y su tributario el arroyo de Tejada. Todo el pueblo se asienta en la formación granítica; pero por NE. se halla en contacto de esta el estrato-cristalino, quedando á menos de un quilómetro al S. de la población la formación diluvial.

Las aguas son, en general, abundantes y potables; las hay de río, de fuentes y de pozos, aun cuando las que generalmente se consumen procedan de la remansada en la presa de Santillana, que viene canalizada por tubería de hierro desde un quilómetro al NW. donde se ha instalado el depósito que la sirve, alimentando trece fuentes con un caudal total de 600 litros por minuto. Las aguas son muy puras, y su ensayo acusó de 3 á 4° hidrotimétricos.

Esta traída de aguas ha motivado el parcial ó total abandono de las fuentes antiguas; merece alguna de estas, sin embargo, especial mención. La fuente Pozo Escala, por ejemplo, situada á un quilómetro al NW., en pleno granito, es relativamente abundante y de tan buena calidad, que no pasa de 5° hidrotimétricos. El manantial, abrevadero del Moral, situado al S. y en la parte más baja del pueblo, rinde unos 560 litros por minuto; pero su calidad no es tan fina, y acusa unos 48° hidrotimétricos.

Raro es el vecino que no dispone de un pozo para sus atenciones: un ensayo tomado en la parte más alta de Colmenar, en el pozo de D. Manuel Herrán, dió 28° hidrotimétricos, encontrándose allí el nivel freático á tres metros de la superficie; otro pozo, el de la Cárcel, tiene el agua á los cuatro y medio metros, pero su calidad es inferior y acusó 62° al ensayo. El pozo-noria de D. Francisco Yato, en la parte baja de Colmenar, tiene el nivel freático á los 3'50 metros, á pesar de existir, entre la boca de este pozo y el de Manuel Herrán, unos 30 metros de desnivel. Todos ellos, aunque abundantes en agua, varían mucho de caudal con las estaciones, siendo muy acentuada la disminución en el estiaje.

La calidad, ordinariamente, es buena: aun el agua de muchos pozos es potable; pero, en general, mucho más gorda que las de las fuentes que se encuentran en puntos relativamente lejanos y alimentados por

aguas pluviales que caen en terrenos antiguos, impermeables y constituidos por substancias poco solubles. Es extraña también la desigualdad grande, en cuanto á la pureza, entre las aguas de pozos cercanos. El nivel freático está muy somero y refleja las desigualdades topográficas de la superficie, á la cual es sensiblemente paralelo.

### Guadalix de la Sierra.

Su importancia para este estudio radica, sobre todo, en la circunstancia de estar enclavado en una manchita aluvial dentro del granito, limitando á este hacia el N., W. y S. dos afloramientos cretáceos, y una mancha miocena á unos dos y medio kilómetros hacia Levante.

Se encuentra el pueblo á una cota media de 835 metros, en una depresión ú hondonada al S. del río Guadalix, constituida por aluvión. Esta circunstancia hace que en invierno y en toda estación permanente de lluvias se encharque con facilidad el terreno, y explica sobradamente la enorme variación que sufre el caudal de los pozos, todos ellos someros y practicados en el aluvial.

El terreno moderno en que se han perforado está constituido, en general, por una capita de unos 50 centímetros de terreno vegetal, descansando en otra de dos metros de acarreo, de guijo y arena, sobrepuesta á otra de arcilla sabulosa roja que recubre un lecho delgado de arena fina, sirviendo de base un manto de limo arcilloso azulado.

Entre las fuentes de Guadalix, debe citarse, en primer lugar, la del Pilancón, á dos y medio kilómetros al SE. del pueblo, en la ribera derecha del río Guadalix. Es una gran charca de ocho metros de largo por seis de anchura y de 0'40 de profundidad, de cuyo fondo mana el agua de entre una arena finísima; rara vez suele secarse, y con el sobrante de su caudal, después de otras atenciones, se riegan más de 100 fanegas de tierra. La temperatura del agua es muy baja, y su ensayo hidrotimétrico acusa 56°.

En la misma dirección, como á un kilómetro del pueblo, y casi en el contacto del aluvial con el terciario, bordeado también el sitio hacia el S. por los afloramientos de caliza cretácea, y junto á la carretera del Molar á Guadalix, se encuentra la fuente del Espinar, charca algo menor que la anterior, y con cuyo caudal se riega unas

400 fanegas; la calidad del agua es idéntica á la del Pilancón, sin llegar á la pureza de la del río Guadalix, que acusó 10° hidrotimétricos.

A 300 metros al NE. del pueblo se encuentra la fuente del Prado, con agua de 14° hidrotimétricos y en pleno aluvial. Aun los pozos someros de la región acusan agua finísima, circunstancia no extraña, pues todos están practicados en la formación aluvial: así, por ejemplo, el pozo público de la carretera tiene el nivel freático á los dos metros, con agua de 17° hidrotimétricos; el de Francisco Candelas, á 60 metros al N. del anterior, con agua á los 2'60 metros, dió al ensayo 21°, y el de Ricardo Revilla, en el extremo Poniente, emboquillado á una cota algo más alta, tiene el nivel freático á 5'40 metros y su ensayo hidrotimétrico acusó 21°.

### Venturada.

Pequeña es la importancia de este pueblo, que se asienta en la formación cretácea, casi en su contacto con el mioceno. Una fuente relativamente abundante en el camino á Torrelaguna abastece la reducida población para bebida, y cuatro pozos de agua más gorda para los demás usos domésticos.

La fuente pública se encuentra al E. del pueblo, á una cota de 860 metros á orilla del arroyo de Sacedón, en el contacto del mioceno y del cretáceo; su agua es gorda y acusó 54° hidrotimétricos.

El pozo público de La Fragua, cuyo nivel freático se encuentra á tres metros, suministra agua más gorda aún, pues es de 100°; y el pozo de la Venta, junto á la carretera de Madrid, de caudal escasísimo, da agua completamente salobre.

Todo el caudal aprovechado en Venturada procede del mioceno ó del cretáceo, y se explica perfectamente de este modo su mala calidad, sobre todo en cuanto se traspasa el nivel enteramente superficial del terreno.

### Redueña.

También en el contacto de las arcillas yesosas miocenas con la formación cretácea, pero enclavado en la primera.

Es un poblado pequeño, de tan sólo 30 vecinos, con dos fuentes, situadas ambas a un nivel más bajo que el caserío.

La fuente de Poniente se reduce a una pequeña balsa abovedada, cerca del arroyo de Sacedón; su caudal es escaso y variable y de mala calidad, pues acusó al ensayo 59°. La fuente de Levante, en el Barranco del Moral, pasa por ser más constante en cuanto al caudal; pero la calidad del agua es idéntica a la de Poniente. No existen pozos en el caserío.

### Cabanillas de la Sierra.

Situado a unos 910 metros de altitud en la pequeña divisoria que separa las aguas de los arroyos Albalay y Sacedón, tributario el uno del río Guadalix y el otro del Jarama.

Está el pueblo colocado en el contacto del terciario con el estrato-cristalino, pero teniendo a pocos metros al Poniente un isleto granítico y un asomo cretáceo.

En la época de lluvias son relativamente abundantes las aguas, ó por lo menos son más que suficientes para las necesidades de vecindario tan reducido; pero en el estiaje escasean mucho. En cuanto a su calidad, exceptuando las de una fuente pública, todas las demás, que son de pozos, son excesivamente gordas.

Nace el agua de la fuente pública en el valle de Sacedón, en el granito, y viene encañada en dos y medio kilómetros hasta una arqueta con dos caños, entregando un caudal total de 20 litros por minuto; su calidad es excelente, y no pasa de 5° hidrotimétricos.

Existe otro manantial insignificante, llamado fuente de Zaragata, al E. del pueblo, que nace entre arena muy fina limitada por la caliza terciaria; pero la calidad es muy mala y acusa hasta 65° hidrotimétricos.

Los pozos, en número de unos 50, tienen un nivel freático que os-

cila entre seis y nueve metros, de caudal escaso y con agua de 80° hidrotimétricos; atraviesan el borde del terciario y llegan a la pizarra micácea cristalina.

### Torrelaguna.

En el diluvial, pero muy próximo a los asomos del mioceno que se presentan por Levante y Poniente, y a un kilómetro al S. del contacto del diluvial con una faja cretácea estrecha de unos 400 metros de anchura que se asienta por su lindero N. en pizarras cambrianas y al NW. sobre el estrato-cristalino. La cota media de Torrelaguna es de unos 750 metros.

El cretáceo, compuesto principalmente por calizas generalmente compactas, casi marmóreas, con pintas espáticas, buza unos 20° al S. La dirección del cambriano, compuesto por filadios oscuros, es de NE. a SW., con buzamiento pronunciado de 70° al SE., separada del cretáceo por una fajita de láguenas abigarradas.

El terciario mioceno le componen principalmente arcillas yesíferas muy ferruginosas, con ligero buzamiento meridional, y el diluvial está constituido por tierras sabulosas ferruginosas, envolviendo gruesos cantos de caliza cretácea y trozos de pizarra. Como quiera que se trata del borde de la formación cuaternaria, de espesor irregular y siempre reducido en esa zona, apoyada sobre las formaciones miocena y cretácea, aquella muy yesífera, y ésta muy calífera y margosa, es natural que en general las aguas alumbradas en él sean de calidad mediana, y de aquí que haya sido necesario buscar para bebida manantiales más potables en las formaciones más antiguas, a cierta distancia ya del pueblo.

Hay en este tres fuentes alimentadas todas ellas por una captación doble, y conducidas, una vez reunidos ambos caudales, a Torrelaguna por cañería; captación que se hace a unos dos kilómetros al N. del pueblo, al lado de la carretera del Lozoya, a orilla del barranco del arroyo de Buitrago, en pleno cambriano, a unos 200 metros más al N. de su contacto con el cretáceo.

El caudal no es constante: durante nuestra visita resultó ser de unos 55 litros próximamente, siendo la calidad excelente, pues no pasa de 9° hidrotimétricos.

Otra fuente existe, bien conocida, bajo el nombre de «Fuente de

Aguas Gordas, » en el extremo NE. del pueblo, que recoge por una galería las aguas del diluvial, casi en su límite; el mioceno debe encontrarse en aquel paraje á escasisima profundidad, y bien poco aguas arriba del barranco en que se alumbran aparece la faja cretácea. El caudal es muy escaso, variable y somero; la temperatura del agua era durante nuestra visita de 18° centígrados, y su calidad de 50° hidrotimétricos.

Por fin, en el fondo del barranco de la Barbilla, en el contacto del cretáceo y del cambriano, hay una pequeña captación de aguas que se lleva por un canalito de 600 metros al barranco Piñero, que queda á unos 350 metros al N. del pueblo. El caudal, sumamente variable, no acusaba en el estiaje más de tres litros por minuto, y su ensayo hidrotimétrico dió 21°.

Los diversos pozos de Torrelaguna encuentran el nivel freático entre 8 y 22 metros; pero la calidad del agua la hace totalmente im potable; su caudal es relativamente grande. Así, por ejemplo, el pozo de Manuel Fernández, en la parte N. del pueblo, con el agua á 16 metros, alcanzó 156° hidrotimétricos; el de Francisco Martínez tiene el nivel freático á 10 metros y acusó 144° al hidrotimetro; en el centro del pueblo se encuentra el pozo más profundo, en el cual se dió con los yesos miocenos á los 24 metros.

### Talamanca.

Sito en la margen izquierda del Jarama, en el contacto del diluvio con el aluvial del río; las aguas en este pueblo son abundantes y finas en general, salvo las de los pozos.

Varias son las fuentes de que está dotado, por regla general situadas todas en el aluvial y de caudal muy variable, y entre ellas pueden citarse las siguientes: la fuente del Chorrillo, al E. del pueblo, una de las más constantes y con agua potable de 35° hidrotimétricos; la fuente de «Los Frailes,» al NE., que riega una pequeña parcela; la de La Alameda, á un quilómetro de Talamanca, en el álveo del arroyo Palomar, con un caudal de ocho litros por minuto en el estiaje, y cuyo ensayo al hidrotimetro dió 34°; la fuente de las Peñas, en el Jarama, y otras de menor importancia, como las de San Bartolomé, Fuente Santa y demás, que se secan en el estiaje.

Los pozos son numerosos; suelen atravesar después del terreno ve-

getal unos dos metros por lo menos de guijo y una capa de arena fina, entrando otra vez en los cantos gruesos. Todos ellos tienen el agua somera entre cuatro y siete metros; pero su calidad es mala, pasando de 100° hidrotimétricos, aunque de caudal abundante.

### Valdetorres.

También á la izquierda del Jarama, en la meseta del diluvial, teniendo á menos de 100 metros al E. el aluvión del río.

Es bastante rico en aguas, y gran parte de sus pozos acusan aguas finas de 20 á 27° hidrotimétricos, cual el de Zacarías Moreda, á Levante del pueblo; en cambio otros, en la parte Poniente, tienen aguas completamente im potables.

Todos ellos encuentran el líquido á pequeña profundidad (entre 6 y 10 metros), al llegar á una capa de arena fina, por bajo de los guijos, y el caudal, como queda dicho, es muy abundante.

Los vecinos se suelen surtir para bebida del pozo de la Mina, en la calle de la Arena. El agua en él está á cinco metros de profundidad y marca 27° hidrotimétricos. Rara vez se surten de la del río Jarama, que, sin embargo, nos acusó 26° hidrotimétricos.

### El Molar.

A una cota de 960 metros sobre el mar, en el contacto del cretáceo con el gneis, y muy abundante en aguas. Tres son las fuentes de que se surte, cuyas aguas son captadas en el gneis y conducidas al Molar.

La primera, la fuente de la Salamanquilla, á un quilómetro al NE. del pueblo, acusó agua fina de 10° al hidrotimetro. La fuente Nueva, en el centro de la población, que da unos cinco litros por minuto en el estiaje, alcanzó al ensayo 27°, y la fuente «Vieja de Abajo,» en el extremo SW. del vecindario, arroja en el estiaje 30 litros por minuto y marcó 17°.

Los pozos son poco hondos y con el agua á profundidades desde dos á seis metros; el caudal es muy sensible á los meteoros locales. Los ensayos al hidrotimetro acusaron siempre de 100 á 120°, es decir, aguas enteramente im potables.

Próximo al Molar se encuentra el balneario de este mismo nombre, en el cual, y de una arenisca que forma la base del cretáceo en su contacto con el estrato-cristalino, surge de una grieta que asoma por las calizas superiores un manantial salino ligeramente sulfhídrico y de temperatura fresca. Careciendo este manantial de interés para el objeto de nuestro estudio, nos parece inútil entrar en más detalles acerca del mismo.

### Fuente el Saz.

Situado también en la cuenca del río Jarama, más al S. de los anteriores, y en el contacto igualmente del aluvial del río con el diluvial; es pueblo de 150 vecinos y muy abundante en aguas, con la particularidad que aun la de los pozos es de buena calidad.

La única fuente pública se encuentra en el extremo NW.; su aforo nos dió 30 litros por minuto, y el ensayo 56° hidrotimétricos.

El nivel freático en los pozos está relativamente somero: en el de D. Vicente Valdemoro se encuentra el agua á los 2'38 metros, con caudal importante, y cuya calidad de 37° al hidrotimetro le hace todavía potable.

El pozo de D. Enrique Martín encontró la capa acuifera á los 3'70 metros, muy abundante, y su ensayo acusó 57'5° hidrotimétricos. En cambio, otros pozos, como el de D. Mateo Martín, no encontraron el agua hasta los ocho metros, y al ensayarlas acusaron ya cifras de 60 y más grados á la disolución de jabón.

En la parte S. y SW. existen algunas norias muy abundantes.

Una de las más importantes es la del Conde de la Villanueva, situada á unos 300 metros al SW. del vecindario, en la cual, á los seis metros, se tropezó con un caudal considerable de agua potable de 36° hidrotimétricos. Otro pozo del mismo propietario, á unos 100 metros del primero, dió también en la misma capa acuifera.

En la parte S. del pueblo existe, por fin, un manantial que riega unas 20 faegas, aunque de caudal variable.

### Algete.

Está situado sobre la vertiente E. del río Jarama, cerca ya de la meseta divisoria del citado río y del arroyo de las Torres, y en pleno diluvial; es región bastante abundante en aguas.

Cinco fuentes principales posee el vecindario. La del Cigarral, en el extremo S., que viene caualizada de la parte SW.; el aforo que de ella hicimos arrojó seis litros por minuto, y su ensayo hidrotimétrico da agua potable de 29°.

Al S. del pueblo se halla la fuente de «Las Virtudes,» con un caudal muy escaso de tres litros por minuto en el estiaje, y con agua idéntica á la de la anterior, es decir, de 29° hidrotimétricos.

Muy próxima á estas fuentes arranca la ladera del cerro del Tesoro, abundante en aguas.

Al SE. y á unos 40 metros del pie del arroyo que la divide, se encuentra la fuente del «Burro,» y su aforo dió en el estiaje cinco litros por minuto, y su ensayo hidrotimétrico 28'5°.

Por fin, á unos 250 metros de la anterior, á Levante del pueblo, se encuentra la fuente del «Nogue,» empotrada en el álveo del citado arroyo: su caudal es escasisimo, de dos litros por minuto en el momento de nuestra visita, y su ensayo dió 26'5°.

Cada vecino tiene generalmente su pozo: el nivel hidrostático en estos oscila entre 5 y 14 metros y sus aguas, salvo ligeras excepciones, son salobres y no se utilizan sino para algunos usos domésticos. Por regla general, al abrirse estos pozos, se cortaron, después de la tierra laborable, arcillas sabulosas con lentejones, ya de greda, ya de arena fina, que corresponden al nivel freático, pero discontinuos, lo cual explica la diferente profundidad de pozos que á veces son muy próximos unos á otros.

Como ejemplos de esa discordancia pueden apuntarse: el pozo de D. Pedro Martín, con el agua á 14'20 metros, de caudal sensiblemente constante, y otro del mismo propietario y á 50 metros del anterior, con el agua á 9'95, cuyo ensayo dió 85°. El pozo de D. Marcos Prieto, en la parte W. del pueblo, con el agua á 10'40 metros, de mejor calidad, pues nos dió 40° al ensayo por la disolución de jabón, y en cambio el pozo de D. Juan Ortiz, en la parte Norte, dió 212°.

Como ejemplos de pozo con agua muy somera, pueden citarse el de Doña Rafaela González, en la parte S. del vecindario, con el nivel hidrostático á 5'10 metros, y como excepcional el de Doña Victoria Rodríguez, á 40 metros del anterior, que no solamente tiene el líquido á un metro de la superficie, sino que su calidad de 35° hidrotimétricos lo separa de los demás. Por ese mismo barrio de Algete, en la ladera del Tesoro, corre una galería procedente de varias

minas del mismo cerro, y que surte dos lavaderos públicos con agua de 41° hidrotimétricos.

Hay en el término otros manantiales de menos importancia, y dos norias de caudal abundante.

### San Agustín.

A una altitud media de 650 metros, próximo al río Guadalix y en pleno diluvial. Es pueblo dotado de tres fuentes públicas, con bastante agua y de buena calidad. En el paraje llamado «La Sima» existen manantiales salinos á los que se atribuyen propiedades medicinales análogas á las del Molar, pero que no son oficialmente objeto de explotación.

### San Sebastián de los Reyes.

Situado sobre la carretera de Madrid á Buitrago, y bastante bien dotado de aguas.

Para el abastecimiento del pueblo existen dos fuentes muy abundantes, una de aguas finas y la otra de aguas gordas imputables. La primera, la del Pilar, bien construída y con tres caños: su aforo durante nuestra visita arrojó 25 litros por minuto; el agua es muy fina, de 40° hidrotimétricos, y su temperatura 17°, viniendo canalizada desde 200 metros al W.

Al SE. del pueblo y á unos 500 metros se encuentra la otra fuente, llamada del Caño Gordo, reducida á una arqueta empotrada en un gran testero, mal conservada, pero de caudal abundante que no baja de 30 litros por minuto. Su ensayo hidrotimétrico dió 76°.

Los pozos son numerosos, y el nivel hidrostático en ellos varia entre 14 y 15 metros; la temperatura del agua en casi todos es sensiblemente de 15°, y el ensayo hidrotimétrico oscila entre unos 67° (pozo de D. Miguel del Campo), y 114° en el de D. Melitón Iruela.

Al SE. del pueblo hay algunos pozos-norias, y en el paraje de Valdefuentes, dentro del término, se aprovechan también otros manantiales, procedentes de minados, para regar dos pequeñas huertas de unas cuatro fanegas de cabida.

### Alcobendas.

Posee dos fuentes abundantes de aguas finas, y numerosos pozos con aguas gordas en su mayor parte.

Al W. del pueblo y á unos 500 metros se encuentra la fuente de la Charca, bien conservada, con un caudal de 12 litros por minuto como mínimo, y de buena calidad (40° hidrotimétricos); su temperatura es de 18°, y viene canalizada de unos 100 metros al W.

Al SW. de la carretera de Madrid, y á unos 400 metros, se encuentra la fuente Nueva de la Reina, hermosa arqueta de ladrillo con dos caños y un caudal mínimo de 10 litros por minuto; su temperatura es de 17°, y su ensayo hidrotimétrico marcó 20°, viniendo canalizada en 150 metros.

Al NE. y á 300 metros del pueblo se halla la llamada «Fuente pública,» con un caudal de ocho litros por minuto y de 25° hidrotimétricos.

El nivel freático en los pozos se encuentra entre los 7 y 14 metros, siendo mucho más frecuente la última cifra. De los que tienen agua fina merecen citarse el de D. Nemesio Sánchez, situado en la parte alta del vecindario, con agua á los nueve metros y temperatura de 15° centígrados y 59° hidrotimétricos.

Los demás son en su mayoría salobres, pero abundantes, y aparece el líquido, después de atravesar arcillas sabulosas, en un mantilo de arena fina, que aun en los más profundos no pasa de una hondura de 15 metros, como sucede en un pozo de la Moraleja, propiedad del señor Marqués de Aldama. Como excepción, en cuanto á la cota del nivel freático, se puede citar otro pozo próximo al anterior y del mismo propietario de la finca Moraleja, que tropezó con el agua á los siete metros.

En la orilla del arroyo de la Vega, y dentro del término de Alcobendas, hemos visto habilitados seis pozos-norias que riegan unas 20 fanegas de tierra.

## CONCLUSIONES

De los datos expuestos y otros de menor importancia que por ser parecidos omitimos, se pueden deducir las siguientes conclusiones, que en parte confirman las estampadas en el primer estudio llevado á cabo en esta región, y en cierto modo le completan:

En la zona estudiada, recubierta en casi toda su extensión por el diluvial, y también en la capital y al S. de ella en la mancha miocena dejada al descubierto, deben existir cuatro grandes niveles de agua: el primero en la parte alta del diluvial, el siguiente en la base de este, el tercero en las capas inferiores permeables de guijos y conglomerados terciarios, y el más profundo en la base del cretáceo, constituida en su mayor parte por arenisca y caliza cavernosa, aunque entre estas se intercalan capas margosas.

Aparte de estos niveles, existen otros de bastante menor importancia entre las arcillas yesosas del mioceno.

Las cantidades de agua almacenadas en el diluvium son de consideración, sobre todo las que alcanzan cierta profundidad y se hacen, en lo que se refiere á su caudal, algo más independientes de las influencias de los meteoros locales; son las llamadas «aguas de paso,» sobre las cuales suelen encontrarse las «aguas colgadas» someras, de caudal muy inestable y dependientes casi exclusivamente de las variaciones climatológicas.

En el límite N. de la cuenca diluvial y terciaria, es decir, en los afloramientos de la faja cretácea indicada en este estudio, y en sus bordes de contacto con los terrenos más antiguos, las aguas subterráneas son de escasa importancia, y esto por razones varias, entre las cuales pueden citarse la impermeabilidad de las formaciones pizarreas del cambriano y siluriano, y la fuerte pendiente de la superficie, que dificultan la infiltración de los hidrometeoros que hubieran de alimentar los cursos hidrológicos profundos.

Ya en pleno diluvial, las condiciones para la filtración son enteramente distintas, pues la formación cuaternaria es en general mucho más permeable, y, por tanto, más apropiado el conjunto para almacenar en su interior, no solamente el agua de las lluvias locales, sino la aportada de regiones más lejanas por los cursos de los ríos, de cu-

vos caudales una gran parte irá á alimentar las corrientes internas. Esta región es, pues, á propósito para alumbrar en ella, por pozos y galerías, cantidades de agua que, si bien sean tal vez insuficientes para convertir en terrenos de regadío toda la comarca, aumenten considerablemente la infima zona actualmente dotada de riego. En cuanto á la existencia posible de aguas artesianas en la zona indicada, y, por lo tanto, en la capital del reino, los datos nuevos recogidos en el presente estudio no vienen más que á confirmar lo que se ha expuesto en otras ocasiones, y lo que geólogos tan eminentes como Don Casiano de Prado hace tantos años apuntó en su clásica obra sobre la geología de la provincia de Madrid. En el diluvial, la irregularidad de los lentejones de arcilla intercalados en los niveles altos, rompe la continuidad necesaria para la existencia de grandes mantos acuíferos, sin que por eso en algunos puntos deje de reunirse la formación las condiciones precisas para el embalse de aguas artesianas, como se ha comprobado en algunos sondeos practicados en el Pardo.

En la base del terciario, y sobre todo del cretáceo, ambos ocultos probablemente por el diluvial, ya puede sospecharse un estado de cosas enteramente distinto.

Habiendo desaparecido en esta región por derrubios anteriores la parte alta caliza del terciario, deben existir los tres mantos de agua que hemos indicado, y de los cuales debe ser el más importante el de la base del cretáceo.

Las altitudes de los bordes de esta formación en el N. de la provincia arrojan diferencias sobre las cotas próximas á Madrid de más de 200 metros; y si se tiene además en cuenta el borde E. cretáceo de la cuenca en la provincia de Guadalajara, el desnivel es aún mucho mayor.

Considerada en conjunto esta cuenca miocena del centro de Castilla, ofrece condiciones muy favorables para el alumbramiento artesiano de aguas profundas.

Su fondo debe ser el cretáceo por la parte del NE., E. y SE., estando limitado por el N., NE. y Poniente y algo del SW. por terrenos más antiguos, *triásico*, *paleozóico* y *granítico*, todos más ó menos impermeables; es más: nada de particular tendría que, aun hacia el NW. y Poniente, se encontrase el borde cretáceo oculto bajo el diluvial y mioceno, constituyendo la formación cretácea enteramente y sin solución de continuidad el fondo de la cuenca.

Los afloramientos cretáceos en todo el borde general de la citada

cuenca acusan más ó menos un buzamiento hacia su interior; hasta el mioceno, á primera vista horizontal, se inclina suavemente hacia la región de Ocaña y salida del Tajo por Talavera, y todo, en fin, hace sospechar que el desagüe de este río refleje las pendientes del fondo de la cuenca. Si á eso se agrega el que ningún hecho hace prever la existencia de grandes fallas ó roturas profundas que puedan alterar las buenas condiciones que para la existencia de grandes y regulares mantos de agua parece tener esta parte N. de la cuenca de Castilla la Nueva, forzoso será admitir como muy probable y racional la posibilidad de alumbrar en la zona de Madrid cuyo estudio nos ocupa grandes caudales de agua por medio de pozos artesianos que podrían elevar el líquido de varios niveles ó capas acuíferas, pero, sobre todo, del contacto del diluvial con el mioceno, de la base del terciario en su lecho de grava y conglomerados, y, finalmente, en el cretáceo de las areniscas que sirven de base á las margas y calizas.

Difícil ó aventurado sería precisar las profundidades á que pueden encontrarse estos mantos de agua, pues dependen en primer lugar de la altitud en que se abriese el sondeo; pero en las cercanías de Madrid, donde falta en el terciario el primer tramo calizo, pueden indicarse como cifras probables las siguientes:

40 á 80 metros para la profundidad de la primera capa acuífera en el fondo del diluvial.

240 á 280 metros para la segunda capa en el tramo inferior terciario.

440 á 500 metros para la tercera capa en el fondo cretáceo.

De los estudios hechos en la cuenca del Sena, muy parecido en cuanto á la edad geológica de su base á los que se presentan en la provincia de Madrid, estableció Darcey su conocida fórmula para los aforos probables de los pozos artesianos, deduciendo que la cifra de 128 metros constituía el desnivel mínimo necesario en aquella región, entre los afloramientos de filtración y la boca del sondeo, para encontrar aguas artesianas; en efecto: esta fórmula que relaciona el aforo de un taladro con la columna en metros  $X$  en el sondeo, se reduce á la expresión

$$Y + 18'58, X - 2574 = 0, \text{ ó sea para } Y = 0, X = 128 \text{ metros.}$$

Claro está que en capas filtrantes de alguna menor porosidad, cual son las cretáceas de los bordes de la cuenca de Madrid, la cifra anteriormente apuntada será mayor; pero de todos modos, y dados los

desniveles entre la zona central de Madrid y los afloramientos permeables del cretáceo y terciarios inferiores, juzgamos que la presión hidrostática sería suficiente para alumbramiento de aguas artesianas.

De encontrarse estas, no creemos que su caudal fuese reducido; pero tampoco es prudente contar con enormes aforos, pues el poco espesor ó anchura de los afloramientos permeables del cretáceo y de los conglomerados terciarios por el NE. de la cuenca, no arroja gran superficie de filtración, y la formación yesosa impide en gran parte que las aguas pluviales de la cuenca misma puedan alimentar esos niveles profundos.

Otra cosa sucederá en el contacto del diluvial con el terciario, pues la porosidad del cuaternario permite el descenso por filtración de los hidrometeoros y su embalse sobre las arcillas del mioceno.

Respecto á la calidad de las aguas, cuantas se han recogido procedentes de las formaciones paleozóicas y graníticas han resultado, como es natural, excelentes, particularmente las primeras; las someras del diluvial también son muy potables; son más gordas las aguas de las fuentes de la pequeña línea cretácea, y completamente impotables las que hemos recogido en el terciario y en los pozos del diluvial, especialmente en los sitios donde el poco espesor del cuaternario hace sospechar, como en algún punto se confirma, la aparición de las arcillas del mioceno en los pozos.

Con lo expuesto, entendemos haber cumplido la orden de V. Ilma. al encomendarnos el estudio de esta zona.

Dios guarde á V. Ilma. muchos años. Madrid 16 de Diciembre de 1908:

## Datos sobre los alumbramientos de agua cit

| LOCALIDAD               | NOMBRE Y CLASE del alumbramiento.                 | NIVEL freático. | CAU      |
|-------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|----------|
| Torrelaguna.....        | Fuente pública.....                               | »               | 38 litro |
|                         | Fuente de Aguas gordas.....                       | »               | Es       |
|                         | Fuente del barranco Piñero...                     | »               | 3 litro  |
|                         | Pozo de D. Manuel Fernández.                      | 46 ms.          | Gr       |
|                         | Pozo de D. Francisco Martínez.                    | 40 ms.          | Gr       |
| Talamanca.....          | Fuente del Chorrillo.....                         | »               | Var      |
|                         | Fuente de Los Frailes.....                        | »               | Var      |
|                         | Fuente de La Alameda.....                         | »               | 8 litro  |
|                         | Pozos del vecindario.....                         | 4 á 7 ms.       | Abu      |
| Valdetorres.....        | Pozo público de la Mina.....                      | 8 ms.           | Abu      |
|                         | Pozo de D. Zacarías Noreda, al E. del pueblo..... | 7 ms.           | Abu pero |
|                         | Pozos del vecindario, al W. del pueblo.....       | 6 á 40 ms.      | Abu pero |
| El Molar.....           | Río Jarama.....                                   | »               | »        |
|                         | Fuente de la Salamanquilla..                      | »               | »        |
|                         | Fuente Nueva.....                                 | »               | 5 litr   |
| Colmenar Viejo.....     | Fuente Vieja de Abajo.....                        | »               | 30 litr  |
|                         | Fuente Pozo Escala.....                           | »               | »        |
|                         | Fuente del Moral.....                             | »               | 360 lit  |
|                         | Pozo de D. Manuel Herrera...                      | 3 ms.           | Va       |
|                         | Pozo de la Cárcel.....                            | 4'80            | Va       |
| Guadalix de la Sierra.. | Charca de Pilancón.....                           | »               | Ab       |
|                         | Charca del Espinar.....                           | »               | Ab y v   |
|                         | Fuente del Prado.....                             | »               | »        |
| Guadalix de la Sierra.. | Pozo público de la carretera..                    | 2 ms.           | Muy      |
|                         | Pozo de D. Francisco Candelas.....                | 2'60            | Muy      |
|                         | Pozo de D. Ricardo Revilla..                      | 3'40            | Muy      |

## n este estudio hidrológico de la cuenca del Tajo.

| Temperatura. | GRADOS hidrotimétricos. | CALIDAD     | SITUACIÓN GEOLÓGICA.                         | OBSERVACIONES                                                                    |
|--------------|-------------------------|-------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| »            | 5°                      | Excelente.  | Cambriano. Diluvial somero sobre el mioceno. | El nivel freático de los demás pozos de la localidad oscila entre 8 y 22 metros. |
| 18°          | 50°                     | Mediana.    |                                              |                                                                                  |
| »            | 24°                     | Buena.      |                                              |                                                                                  |
| 16°          | 136°                    | Impotable.  | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| 16°          | 144°                    | Impotable.  | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| 17°          | 35°                     | Buena.      | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| 17°          | 30°                     | Buena.      | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| »            | 34°                     | Buena.      | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| 17°          | 400°                    | Impotables. | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| »            | 27°                     | Buena.      | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| 16°          | 27°                     | »           | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| 16°          | 26° á 29°               | »           | Diluvial.                                    |                                                                                  |
| »            | 26°                     | Buena.      | »                                            |                                                                                  |
| 16°          | 40°                     | Excelente.  | Gneiss.                                      |                                                                                  |
| 17°          | 27°                     | Buena.      |                                              |                                                                                  |
| 18°          | 17°                     | Muy buena.  |                                              |                                                                                  |
| 15°          | 5°                      | Excelente.  | Granito.                                     |                                                                                  |
| 15°          | 48°                     | Algo gorda. |                                              |                                                                                  |
| 14°          | 28°                     | Buena.      |                                              |                                                                                  |
| 14°          | 62°                     | Gorda.      | Granito.                                     |                                                                                  |
| 13°          | 36°                     | Buena.      | Contacto del aluvial con el mioceno.         |                                                                                  |
| 14°          | 36°                     | Buena.      |                                              |                                                                                  |
| 16°          | 14°                     | Muy buena.  | Aluvial.                                     |                                                                                  |
| 16°          | 17°                     | Muy buena.  |                                              |                                                                                  |
| 17°          | 21°                     | Buena.      | Aluvial.                                     |                                                                                  |
| 16°          | 21°                     | Buena.      |                                              |                                                                                  |

Bajo el aluvial se encuentra el estrato cristalino.

| LOCALIDAD                       | NOMBRE Y CLASE del alumbramiento.                | NIVEL freático. | CA      |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|---------|
| Venturada.....                  | Fuente pública al E. del pueblo.                 | »               | E       |
|                                 | Pozo público de La Fragua....                    | 3 ms.           | E       |
| Redueña.....                    | Fuente de Poniente.....                          | »               | E       |
|                                 | Fuente de Levante.....                           | »               | E       |
| Cabanillas de la Sierra.        | Fuente pública.....                              | »               | 20 litr |
|                                 | Fuente de Zaragata.....                          | »               | E       |
|                                 | Pozos del vecindario.....                        | 6 á 9 ms.       | Va      |
| Fuente el Saz.....              | Fuente pública.....                              | »               | 30 litr |
|                                 | Pozo de D. Vicente Valdemoro.                    | 2'38            | Imp     |
|                                 | Pozo de D. Enrique Martín. . .                   | 3'70            | Abu     |
|                                 | Pozo de D. Mateo Martín.....                     | 8 ms.           | Abu     |
|                                 | Pozo-noria del Conde de la Villanueva.....       | 6 ms.           | Abu     |
| Algete.....                     | Fuente del Cigarral.....                         | »               | 6 litr  |
|                                 | Fuente de Las Virtudes.....                      | »               | 3 litr  |
|                                 | Fuente del Burro.....                            | »               | 5 litr  |
|                                 | Fuente del Nogue.....                            | »               | 2 litr  |
|                                 | Pozo de D. Pedro Martín.....                     | 4 1/2 ms.       | Va      |
|                                 | Idem, id. id.....                                | 40 ms.          | Va      |
|                                 | Pozo de D. Marcos Prieto.....                    | 40'40           | Va      |
|                                 | Pozo de D. Juan Ortiz.....                       | »               | Gr      |
|                                 | Pozo de D. <sup>a</sup> Rafaela González..       | 5'10            | Va      |
|                                 | Pozo de D. <sup>a</sup> Victorina Rodríguez..... | 4 m.            | G       |
| Lavaderos públicos.....         | »                                                | y va            |         |
| San Sebastián de los Reyes..... | Fuente del Pilar.....                            | »               | 25 litr |
|                                 | Fuente del Caño gordo.....                       | »               | 30 litr |
|                                 | Pozo de D. Miguel del Campo..                    | 15 ms.          | Va      |
|                                 | Pozo de D. Melitón Iruela. . .                   | 44 ms.          | Va      |
| Alcobendas.....                 | Fuente de la Charca.....                         | »               | 12 litr |
|                                 | Fuente Nueva de la Reina....                     | »               | 10 litr |
|                                 | Fuente pública.....                              | »               | 8 litr  |
|                                 | Pozo de D. Nemesio Sánchez..                     | 9 ms.           |         |

| Temperatura. | GRADOS hidrotimétricos. | CALIDAD     | SITUACIÓN GEOLÓGICA. | OBSERVACIONES                                  |
|--------------|-------------------------|-------------|----------------------|------------------------------------------------|
| 17°          | 54°                     | Gorda.      | Cretáceo.            |                                                |
| 16°          | 100°                    | Impotable.  | Cretáceo.            |                                                |
| 16°          | 59°                     | Gorda.      | »                    | Mioceno en contacto con el cretáceo.           |
| 16°          | 59°                     | Gorda.      | »                    |                                                |
| 16°          | 8°                      | Excelente.  | Mioceno.             | Mioceno en contacto con el estrato-cristalino. |
| 17°          | 68°                     | Gorda.      | »                    |                                                |
| 15°          | 80°                     | Muy gorda.  | Mioceno.             |                                                |
| 18°          | 56°                     | Gorda.      | Diluvial.            | En contacto con el aluvial.                    |
| 17°          | 37°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| »            | 37°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 60°                     | Gorda.      | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | 36°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | 29°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 29°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| »            | 28°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | 26°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 60°                     | Gorda.      | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 88°                     | Muy gorda.  | Diluvial.            |                                                |
| »            | 40°                     | Mediana.    | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 212°                    | Impotable.  | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | »                       | »           | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | 35°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| »            | 44°                     | Mediana.    | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | 40°                     | Excelente.  | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 76°                     | Muy gorda.  | Diluvial.            |                                                |
| »            | 67°                     | Gorda.      | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 114°                    | Impotable.  | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | 40°                     | Excelente.  | Diluvial.            |                                                |
| 17°          | 20°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| 16°          | 25°                     | Buena.      | Diluvial.            |                                                |
| 15°          | 39°                     | Algo gorda. | Diluvial.            |                                                |

**ESTUDIOS HIDROLÓGICOS**  
EN LA  
**CUENCA DEL RÍO LLOBREGAT**  
PROVINCIA DE BARCELONA.  
POR LOS INGENIEROS  
**D. LUIS SANTA MARÍA Y CAMINERO**

Y  
**D. AGUSTIN MARÍN Y BERTRÁN DE LIS**

**ILMO. SR. DIRECTOR DE LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.**

En cumplimiento de la orden relativa al estudio de las aguas subterráneas de la parte baja de la cuenca del río Llobregat, y después de tomados cuantos datos y antecedentes se han podido reunir, tenemos el honor de someter á V. I. el presente trabajo, dividido en varios artículos.

**I**

**Consideraciones generales.—Caracteres orográficos, hidrográficos y geológicos de la comarca.**

De las grandes ramificaciones que de los Pirineos orientales se desprenden, toman origen las alturas que producen el complicado relieve de la provincia de Barcelona.

La situación física de esta es entre 41° 15' y 42° 20' latitud N., y 5° 4' y 6° 28' longitud E. del meridiano de Madrid.

La sierra de Cadí, que corta de W.SW. á E.NE. la dirección

general de los Pirineos y constituye un sistema orográfico distinto, según ha demostrado el Ilmo. Sr. D. Luis Mariano Vidal en la *Tectónica y los ríos de Cataluña*, es el origen del río Llobregat, de cuya cuenca en su desembocadura en el Mediterráneo nos ocuparemos en el presente trabajo.

Nace el Llobregat, debajo del pueblo de Castellar de Nuch, al N. de la provincia de Barcelona y en la falda meridional de la sierra de Cadí, á una altura de 900 metros sobre el nivel del mar.

A unos dos kilómetros de su nacimiento forma una hermosa cascada con siete saltos escalonados, y tomando una dirección SW. se inclina luego al S., cuyo rumbo sigue ya durante la mayor parte de su curso: al pasar por Monistrol de Montserrat el cauce se estrecha mucho, pasando sus aguas vertiginosamente por el profundo tajo conocido con el nombre del *Cairat*, cuyos lados forman el Montserrat y la montaña de Coll Dari; tuerce al W. para seguir después al SE. hasta desembocar en el mar, entrando en los términos de Esparraguera, Martorell y Castellbisbal por otro profundo desfiladero, pasado el cual se ensancha el valle donde están situados San Andrés de la Barca, Pallojé y Molins de Rey, en cuyas inmediaciones el río lleva mermadas considerablemente sus aguas por las desviaciones que sufre. Continúa su curso pasando por San Vicente dels Horts, San Feliú de Llobregat, San Juan Despi, San Baudilio de Llobregat, Cornellá y El Plá, por cuyas vegas serpentea hasta desembocar en el mar á unos cinco kilómetros al SW. de Barcelona, después de un recorrido de 190 kilómetros y de haberse despeñado de 900 metros de altura.

Cuenta el Llobregat en su orilla derecha con 57 afluentes, siendo los ríos Cardoner y Anoya los más importantes.

Por la margen izquierda, el Llobregat aumenta sus aguas con unos 23 tributarios de escasa importancia.

La cuenca del río Llobregat está formada por 4839 kilómetros cuadrados, de esta manera:

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Corresponden al río Cardoner..... | 1299  |
| Idem al río Anoya.....            | 958   |
| Idem al resto de la cuenca.....   | 2602  |
|                                   | <hr/> |
|                                   | 4839  |
|                                   | <hr/> |

La cuenca del río Llobregat puede considerarse dividida en tres regiones ó cuencas parciales, llamadas alta, media y baja.

En la *cuenca alta*, ó sea la comprendida desde el origen del río al pie de Castellar de Nuch hasta la estación de Olbán, por debajo de Berga, va el río como encajonado entre altas montañas, pudiendo decirse que su cauce es como el de un canal.

Esta es la cuenca de régimen torrencial de la provincia de Barcelona en donde pudieran y debieran corregirse los torrentes con una repoblación forestal apropiada, y á la manera ya hecha en la cuenca del Segura en Murcia y del Júcar en Valencia, con lo cual se evitarían en gran parte las inundaciones de la cuenca baja del Llobregat.

La segunda cuenca, llamada *central*, comprende desde la estación de Olbán á Molins de Rey.

A partir de la estación de Olbán, el cauce del Llobregat empieza á ensancharse: en esta parte del río es en donde se halla instalada la gran fabricación algodonera y en donde los aprovechamientos de aguas han creado una de las más importantes riquezas de Cataluña.

A pocos kilómetros aguas abajo de Manresa, el Cardoner desagua en el Llobregat, y junto al puente del Diablo, de Martorell, desagua el Anoya, que son en la cuenca los dos afluentes más importantes del Llobregat.

La tercera zona, ó *cuenca baja*, es la comprendida entre Molins de Rey y el Mediterráneo, y se puede llamar de *inundación*.

A partir de Molins de Rey, el Llobregat ensancha su cauce notablemente y corre por tan suaves pendientes, que las inundaciones han alcanzado grandes proporciones en estos tiempos, no solamente destruyendo todo el cultivo y vegetación existentes en el llano, sino siendo un azote de la población ribereña, porque el paludismo se desarrolla de una manera alarmante, efecto de las lagunas y charcas que llenan de detritus y restos orgánicos las avenidas en aquellos terrenos de suelo arcilloso y que, saturados de agua, no permiten filtraciones, ni hay otro medio de agotamiento que la evaporación lenta y peligrosa producida por el calor solar.

Esta tercera zona resultaría muy beneficiada al corregir los torrentes y repoblar las montañas en la primera zona ó cuenca alta del Llobregat, pues á más de quedar disminuidas las inundaciones, arrastres y daños consiguientes al estado en que hoy se halla la cuenca, se aumentaría el caudal de aguas, que se podría aprovechar para usos agrícolas é industriales.

**CAUDAL DE AGUA.**—El río Cardener, al entrar en la provincia de Barcelona, al pie de Cardona, lleva un promedio de 1500 á 2000 litros por segundo; á su paso por Manresa, al unirse al Llobregat, se puede estimar su caudal en 2000 á 2500 litros por segundo.

El río Anoya, en su desagüe al Llobregat en Martorell, lleva de 300 á 900 litros por segundo.

El río Llobregat, desde su nacimiento á la toma de aguas del canal industrial de Berga, lleva por término medio 2500 litros por segundo, de los cuales deriva la presa del canal unos 2549.

El canal de Manresa toma un volumen de 1000 litros por segundo, siendo el caudal máximo del agua en este punto de 3000 á 3500.

Este caudal fué autorizado por D. Pedro IV, Rey de Aragón, que lo concedió á la ciudad y sus propietarios para el riego de las tierras de su término; se divide en dos ramales: el de la derecha, destinado al riego, y el de la izquierda, dedicado al movimiento de artefactos de la industria fabril de la ciudad.

El Canal llamado de la *Infanta Doña Luisa Carlota de Borbón* (antes del *General Castaños*) fué construido el año 1817; tiene 17 kilómetros de longitud; toma el agua cerca de Molins de Rey, y tiene 1615 litros para regar 5250 hectáreas de tierra de Barcelona, Saus, Hospitalet, Cornellá, San Juan Despí, San Feliú, Molins de Rey, Santa Cruz de Olorde, San Justo Desvern, Esplugas, Sarriá y Las Corts, y 2700 litros para el movimiento de industrias; el desnivel del canal es 15'65 metros en 17 kilómetros de longitud.

**CANAL DE LA DERECHA.**—Se hizo en los años 1861 al 65, y se explota hoy por una Junta llamada «Sindicato de riegos del canal de la derecha del Llobregat;» no tiene caudal propio y aprovecha las aguas sobrantes del Llobregat; el volumen de agua aprovechable es muy vario, pudiendo contarse con 1000 litros por segundo, y por eso de las 7500 hectáreas que aceptaron el riego, sólo se benefician unas 1700.

Riega tierras de los términos de San Vicente dels Horts, Santa Coloma de Cervelló, San Baudilio, Viladecans, Hospitalet y Prat de Llobregat; la toma de agua es después de la del Canal de la Infanta.

Restando, pues, al río los 4200 litros que toma el Canal de la Infanta y los 1000 ó 1500 del Canal de la derecha, sólo lleva al mar el río Llobregat de 500 á 500 litros por segundo.

De las aguas que circulan por las cañadas, arroyos y ríos hasta llegar al mar y que proceden de lluvia inmediata ó del momento, poco ó ningún aprovechamiento se obtiene de ellas.

Las que filtrándose por capas permeables circulan por el subsuelo y forman depósitos de donde se alimentan los distintos manantiales que dan origen á las fuentes, ríos, canales, etc., y que pueden ser utilizadas por el hombre, benefician mucho la agricultura y la industria.

Las aguas que proceden de las nieves que, depositadas durante el invierno en las partes altas de las montañas y sierras, empiezan á liquidarse lentamente con el sol primaveral, y que corriendo por las laderas van filtrándose debajo del subsuelo, así como también las que, procedentes de las lluvias, se filtraron por capas permeables y no tienen salida natural á la superficie terrestre, constituyen un sistema hidrográfico oculto, que siendo por lo mismo aún poco conocido, es de muy interesante estudio, porque indudablemente constituye una riqueza inmensa con sus depósitos y corrientes de aguas subterráneas que el hombre puede alumbrar, bien sea por medio de pozos ó bien por medio de galerías, haciendo que las aguas, de una manera económica, sean utilizadas en la agricultura, tan necesitada de riegos en nuestro país, en la industria y hasta en el abastecimiento de poblaciones.

De las observaciones hechas en las inmediaciones de la cuenca del Llobregat sobre la cantidad media de agua de lluvia caída al año, y dada la superficie de la cuenca, resultaría un promedio de 600000 litros por segundo.

Ahora bien: este caudal de agua resulta inaprovechable, porque en su mayoría va al mar, lo cual, en parte, podría evitarse corrigiendo el régimen torrencial y con la repoblación de los montes.

En la cuenca alta toda el agua que se aprovecha es para la industria, y después de utilizada vuelve á su cauce respectivo.

En las cuencas media y baja, una parte del agua se emplea para la industria, que después de aprovechada vuelve á su cauce, y otra se emplea en los riegos, y sólo se recuperan las escasas aguas que no fueron absorbidas por las tierras regadas ó los canales de paso.

En las rieras de Cervelló, Rubí y Xercavins se han hecho alumbramientos de aguas, mediante galerías, para abastecer las calderas de vapor en aquella región inustaiadas.

De las aguas subálveas del Llobregat se derivan en el término de Cornellá para el abastecimiento de Barcelona, mediante tres pozos absorbentes, 400 litros de agua por segundo.

La parte baja ó llana de la cuenca, objeto de nuestro estudio, es

una hermosa planicie dedicada al cultivo de hortalizas y granos, poblada de árboles frutales, y en la cual, á más del pueblo titulado el Prat de Llobregat, existen muchas granjas dedicadas al sostenimiento de vacas para leche, y multitud de casitas de campo, unas para recreo de sus dueños y otras para vivienda de las familias que se dedican al cultivo de las tierras, constituyendo todo ello un conjunto que, á más de ofrecer muy agradable aspecto al viajero que llega á Barcelona por las líneas de Picamoixons ó Tarragona, hermozeando los alrededores de la ciudad, constituye una fuente de riqueza muy importante, una de las mayores riquezas agrícolas de la provincia.

La zona sometida á nuestro estudio está señalada en el plano que se acompaña, y es la comprendida entre Santa Coloma de Cervelló, San Baudilio de Llobregat, Viladecans, Gavá, Castelldefels, las Botigas, el litoral del Mediterráneo, Casa Antúnez, y bordeando el Montjuich, por la Bordeta, Hospitalet, Cornellá, San Juan Despi, hasta San Feliú de Llobregat, abarcando una superficie de 105 *quilómetros cuadrados*.

Las formaciones geológicas que limitan la superficie objeto del trabajo son:

**CUATERNARIO.**—En los límites con San Feliú, San Juan Despi, Hospitalet, La Bordeta y parte O. del Montjuich, Santa Coloma, San Baudilio, Viladecans, Gavá y Castelldefels.

**MIOCENO (MOLASA MARINA).**—En la parte SW. del Montjuich.

**SILURIANO SUPERIOR.**—En San Baudilio de Llobregat.

**TRIÁS MEDIO.**—En Gavá.

**TRIÁS SUPERIOR.**—En Castelldefels.

Los caracteres de los depósitos de los barrancos entre Molins de Rey y Hospitalet, indican claramente que el mar debió llegar hasta Papiol.

El subsuelo de la parte de la cuenca del Llobregat comprendida entre San Juan Despi y el Mediterráneo pertenece al *cuaternario*, recubierto por el *actual* en la zona de la costa, y el subsuelo de la parte comprendida entre Molins de Rey y San Juan Despi pertenece al *plioceno* y está recubierto por el *cuaternario*.

El mioceno se presenta en el cerro donde se levanta la iglesia de Papiol, formando un pequeño isleo y al SW. de Montjuich. En Papiol predominan las calizas alternantes con margas y maciños. En el cerro de Montjuich presenta el mioceno una constitución geognóstica muy variada, y sus estratos tienen bastante inclinación. Los geólo-

gos que lo han estudiado, desde Vézian hasta Almera, dicen que está constituido por los grupos de rocas siguientes:

Areniscas y conglomerados en la base.

Areniscas calíferas muy cuarzosas.

Arenas y margas.

Margas y arcillas.

Areniscas arcillosas.

## II

### Descripción de los manantiales.—Aguas antiguas. Historia del primer pozo.

Esta comarca del Llobregat, cuando se comenzaron á perforar los pozos artesianos, se encontraba muy necesitada de nuevos alumbramientos de aguas, pues estando dotada de excelentes condiciones climatológicas y de una tierra muy fértil, apta para un cultivo vario é intenso, no podía aplicarle más que á ciertas parcelas, permaneciendo buena parte incultas ó pobremente labradas.

El agua para el riego es derivada del río Llobregat cerca de San Feliú y conducida al Llano por diversos canales y acquias.

Su calidad es muy mala, como es de suponer, después de haber atravesado en el largo curso del río tan gran número de poblaciones y de fábricas. Cargada de micro-organismos, da lugar á numerosas fiebres cuando en las crecidas se extiende por la llanura, donde se encharca, creando verdaderos focos de paludismo.

Preocupándose el Estado en sanear esta comarca, que no sólo castiga á sus habitantes, sino que es un azote continuo para el mismo Barcelona, se ha hecho un proyecto de saneamiento del llano del Llobregat, que creemos ha de reportar grandes beneficios, aunque ahora, y como explicaremos después, hayan ya mejorado sus condiciones de salubridad con la perforación de los pozos artesianos.

El primero le abrió D. Manuel Casanovas en el sitio designado en el plano con la letra  $\delta$ . Tuvo la particularidad de ser algo sulfuroso; hoy está obstruido, y otros muchos abiertos en la misma finca le sustituyen. Dado el éxito que obtuvo el Sr. Casanovas, no podía menos de tener muchos imitadores entre sus paisanos, y así fueron perforándose pozos en toda la comarca, hasta llegar á la suma de 300 próximamente que hay abiertos en la actualidad.

| Núm. de orden. | PARAJE                                 | PROPIETARIO         | Profundidad. — Metros. | Elevación sobre el suelo. — Metros. | Caudal. — Litros por 1'. |
|----------------|----------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 4              | Cornellá. Taller.                      | José Más.           | 44'00                  | »                                   | »                        |
| 2              | »                                      | Ventura Vidrié.     | 44'00                  | »                                   | »                        |
| 3              | Pueblo Molino Munte                    | »                   | 44'50                  | »                                   | »                        |
| 4              | Casa Puigxuriger.                      | »                   | 45'00                  | »                                   | »                        |
| 5              | Arrabal.                               | Salvador Colominas. | 48'09                  | »                                   | »                        |
| 6              | Casa Más Rueda.                        | Herederos de Bonet. | 32'00                  | »                                   | »                        |
| 7              | Casa Sabadell.                         | »                   | 33'00                  | »                                   | »                        |
| 8              | Casa Sardá.                            | José Colloso.       | 34'00                  | »                                   | »                        |
| 9              | Campo lileu.                           | »                   | 34'50                  | »                                   | »                        |
| 10             | Idem.                                  | »                   | 35'00                  | »                                   | »                        |
| 11             | Idem.                                  | »                   | 35'00                  | »                                   | »                        |
| 12             | Idem.                                  | Agustín Grive.      | 35'00                  | »                                   | »                        |
| 13             | Idem.                                  | »                   | 35'00                  | »                                   | »                        |
| 14             | Casilla de la vía ferrocarril M. Z. A. | »                   | 35'00                  | 4'00                                | »                        |
| 15             | Casa Ancheu.                           | Isidoro Segura.     | 35'00                  | »                                   | »                        |
| 16             | »                                      | Faina.              | 36'44                  | »                                   | »                        |
| 17             | Casa Martorell.                        | Calsina.            | 63'76                  | »                                   | »                        |
| 18             | »                                      | Jaime Perera.       | 38'50                  | »                                   | »                        |
| 19             | »                                      | Idem.               | 53'00                  | »                                   | »                        |
| 20             | Gavá. Casa Seguí.                      | José Badía.         | 53'74                  | 4'00                                | 200                      |
| 21             | Idem.                                  | Idem.               | »                      | 4'00                                | 192                      |
| 22             | Idem.                                  | Idem.               | »                      | 4'00                                | 127                      |
| 23             | Idem.                                  | Idem.               | »                      | 4'00                                | 120                      |
| 24             | Casa Pincas.                           | »                   | 37'00                  | »                                   | »                        |
| 25             | »                                      | Fulgencio Pugnes.   | 38'00                  | »                                   | »                        |
| 26             | »                                      | Idem.               | 38'50                  | »                                   | »                        |
| 27             | »                                      | Idem.               | 39'00                  | »                                   | »                        |
| 28             | »                                      | Sr. Sostres.        | 39'00                  | »                                   | »                        |
| 29             | »                                      | D. Jaime Mans.      | 39'00                  | »                                   | »                        |
| 30             | »                                      | Despujols.          | 39'00                  | »                                   | »                        |
| 31             | Casa Masó.                             | »                   | 39'50                  | »                                   | »                        |
| 32             | »                                      | Sr. Jucara.         | 40'00                  | »                                   | »                        |
| 33             | »                                      | José Milá y Pi.     | 40'50                  | »                                   | »                        |
| 34             | Casa Pedro Parellada                   | »                   | 40'00                  | »                                   | »                        |
| 35             | »                                      | Sr. Gallarda.       | 44'00                  | »                                   | »                        |
| 36             | »                                      | J. Monés.           | 42'00                  | »                                   | »                        |
| 37             | »                                      | Idem.               | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 38             | Casa Natros.                           | »                   | 43'50                  | »                                   | »                        |
| 39             | »                                      | José Fernández.     | 45'00                  | »                                   | »                        |
| 40             | »                                      | Viuda de Serra.     | 46'00                  | »                                   | »                        |
| 41             | »                                      | José Company.       | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 42             | »                                      | Teodoro Meris.      | 46'00                  | »                                   | »                        |
| 43             | »                                      | Herms. Carmelitas.  | 46'50                  | »                                   | »                        |
| 44             | »                                      | Valentín Xirinal.   | 45'00                  | »                                   | »                        |
| 45             | Vedado Casa alta.                      | »                   | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 46             | »                                      | Bastro, Calle, &.   | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 47             | »                                      | »                   | 49'00                  | »                                   | »                        |
| 48             | »                                      | Bernal Figuera.     | 47'50                  | »                                   | »                        |
| 49             | »                                      | Pablo Vallaset.     | 47'50                  | »                                   | »                        |

| Num. de orden. | PARAJE                | PROPIETARIO         | Profundidad. — Metros. | Elevación sobre el suelo. — Metros. | Caudal. — Litros por 1'. |
|----------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 50             | »                     | Rafael Sivila.      | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 51             | Casa Maraleron.       | »                   | 49'00                  | »                                   | »                        |
| 52             | »                     | »                   | 49'00                  | »                                   | »                        |
| 53             | Parit de la Llevadora | »                   | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 54             | Mora.                 | »                   | 46'00                  | »                                   | »                        |
| 55             | Roiga.                | »                   | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 56             | »                     | José Monés.         | 49'50                  | »                                   | »                        |
| 57             | »                     | Baudilio Casas.     | 50'00                  | »                                   | »                        |
| 58             | »                     | José Casanovas.     | 49'50                  | »                                   | »                        |
| 59             | »                     | Joaquín Sabater.    | 47'00                  | »                                   | »                        |
| 60             | »                     | Torrída Calau.      | 45'00                  | »                                   | »                        |
| 61             | »                     | Antonio Blanch.     | 45'00                  | »                                   | »                        |
| 62             | »                     | »                   | 47'00                  | »                                   | »                        |
| 63             | »                     | »                   | 50'00                  | »                                   | »                        |
| 64             | Torre Falgar.         | »                   | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 65             | »                     | Francisco Dalitran. | 45'00                  | »                                   | »                        |
| 66             | »                     | »                   | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 67             | »                     | Andrés Vila.        | 50'00                  | »                                   | »                        |
| 68             | »                     | »                   | 51'00                  | »                                   | »                        |
| 69             | »                     | »                   | 48'00                  | »                                   | »                        |
| 70             | »                     | Joaquín Sabater.    | 47'00                  | »                                   | »                        |
| 71             | »                     | »                   | 50'00                  | »                                   | »                        |
| 72             | »                     | »                   | 51'00                  | »                                   | »                        |
| 73             | »                     | Baudilio Casas.     | 50'00                  | »                                   | »                        |
| 74             | »                     | Joaquín Rolós.      | 50'50                  | »                                   | »                        |
| 75             | »                     | Jaime Puig.         | 53'00                  | »                                   | »                        |
| 76             | »                     | Molas. Vda. Cada-   | »                      | »                                   | »                        |
| 77             | »                     | fach.               | 50'00                  | »                                   | »                        |
| 78             | »                     | Idem.               | 50'50                  | »                                   | »                        |
| 79             | »                     | Idem.               | 50'50                  | »                                   | »                        |
| 80             | »                     | Idem.               | 51'00                  | »                                   | »                        |
| 81             | »                     | Idem.               | 52'00                  | »                                   | »                        |
| 81             | Casa Olites Carbaus.  | »                   | 50'50                  | »                                   | »                        |
| 82             | Casa Rivas.           | »                   | 54'00                  | »                                   | »                        |
| 83             | Estación Prat.        | »                   | 51'00                  | »                                   | »                        |
| 84             | »                     | Pablo Mestre.       | 53'00                  | »                                   | »                        |
| 85             | Casa.                 | »                   | 52'00                  | »                                   | »                        |
| 86             | Casa Malet.           | »                   | 60'50                  | »                                   | »                        |
| 87             | Casa Pau Janet.       | »                   | 62'50                  | »                                   | »                        |
| 88             | Casa Chiquirin.       | »                   | 64'50                  | »                                   | »                        |
| 89             | Casa Bichot.          | »                   | 59'50                  | »                                   | »                        |
| 90             | Prat de Las.          | Viuda de J. Frias.  | 47'00                  | »                                   | 1.800                    |
| 91             | Casa Malet.           | »                   | 62'00                  | »                                   | »                        |
| 92             | Casa March.           | »                   | 55'00                  | »                                   | »                        |
| 93             | Casa Siró.            | »                   | 52'00                  | »                                   | »                        |
| 94             | Casa Corbella.        | »                   | 50'00                  | »                                   | »                        |
| 95             | »                     | Lorenzo Vallés.     | 60'00                  | »                                   | »                        |
| 96             | »                     | Carmen Camarasa.    | 58'00                  | »                                   | »                        |
| 97             | »                     | José Calamé (Majó). | 54'00                  | »                                   | »                        |
| 98             | »                     | José Garriga.       | 56'00                  | »                                   | »                        |

| Núm. de orden. | PARAJE                  | PROPIETARIO         | Profundidad. — Metros. | Elevación sobre el suelo. — Metros. | Caudal. — Litros por 1". |
|----------------|-------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 99             | »                       | Miguel Ros.         | 60'00                  | »                                   | »                        |
| 100            | Sans.                   | José Farrés.        | 59'00                  | »                                   | »                        |
| 101            | Carretera Valencia.     | Baudilio Masnau.    | 39' 0                  | »                                   | B                        |
| 102            | »                       | Estevet.            | 37'29                  | »                                   | »                        |
| 103            | Casa Alta.              | Baltasar Fargas.    | 44'24                  | »                                   | »                        |
| 104            | Casa Estruch (Prat).    | José Estruch.       | 72'41                  | 5'00                                | 600                      |
| 105            | Idem.                   | Idem.               | 52'43                  | 2'80                                | 300                      |
| 106            | Idem.                   | Idem.               | 50'50                  | »                                   | »                        |
| 107            | Idem.                   | Idem.               | 49'60                  | »                                   | »                        |
| 108            | Casa Puig y Bonichi.    | Fernando Puig       | 52'10                  | 4'00                                | 3000                     |
| 109            | Idem.                   | Idem.               | 50'50                  | 4'00                                |                          |
| 110            | Idem.                   | Idem.               | 49'50                  | 4'00                                |                          |
| 111            | Idem.                   | Idem.               | 50'75                  | 4'00                                |                          |
| 112            | »                       | Perfectino Vietiez. | »                      | 6'00                                | »                        |
| 113            | »                       | Idem.               | »                      | 6'00                                | »                        |
| 114            | »                       | Idem.               | »                      | 6'00                                | »                        |
| 115            | »                       | Idem.               | »                      | 6'00                                | »                        |
| 116            | Prat de Llobregat.      | Ramón Roche.        | 44'00                  | 0'80                                | 250                      |
| 117            | Estany de la Illa.      | Narciso Verges.     | 55'84                  | »                                   | »                        |
| 118            | Casa Patricio.          | Juan Guitán.        | 63'00                  | 3'00                                | Poca agua.               |
| 119            | Idem.                   | Idem.               | 64'00                  | 2'80                                |                          |
| 120            | Pueblo de Prat.         | Isabel Alayo.       | »                      | »                                   | »                        |
| 121            | Idem.                   | José Busquets.      | »                      | »                                   | »                        |
| 122            | Fuente pública de Prat. | »                   | »                      | »                                   | »                        |
| 123            | Pueblo de Prat.         | José Montades.      | »                      | 0'20                                | »                        |
| 124            | Idem.                   | Pablo Mestres.      | »                      | »                                   | »                        |
| 125            | Casa de Puigarnau.      | Puigarnau.          | »                      | 0'50                                | »                        |
| 126            | Casa Rigol.             | »                   | »                      | 0'50                                | »                        |
| 127            | Casa Sana.              | María López.        | »                      | 0'20                                | »                        |
| 128            | Casa del Cerrajero.     | José La Garriga.    | 40'00                  | 0'80                                | »                        |
| 129            | Casa Osilet.            | Lentayo.            | »                      | 1'25                                | »                        |
| 130            | Casa Sort.              | José Parés.         | »                      | 0'80                                | »                        |
| 131            | Campo de Uria.          | Jaime Uria.         | »                      | »                                   | »                        |
| 132            | Casa Saladiega.         | Alberto Puig.       | 57'76                  | 5'70                                | 400                      |
| 133            | Idem.                   | Idem.               | »                      | »                                   | »                        |
| 134            | Idem.                   | Idem.               | »                      | »                                   | »                        |
| 135            | Casa Minguet.           | Manuel Bertrán.     | »                      | 4'20                                | »                        |
| 136            | Casa Peret.             | Idem.               | »                      | 4'00                                | »                        |
| 137            | Jardín de Bertrán.      | Idem.               | 52'00                  | »                                   | »                        |
| 138            | Casa Bichuelo.          | Idem.               | 57'00                  | »                                   | »                        |
| 139            | Casa Vallejo.           | Idem.               | 57'50                  | »                                   | »                        |
| 140            | Casa Bichuela.          | Idem.               | 60'00                  | »                                   | »                        |
| 141            | Casa Vallejo.           | Idem.               | 60'00                  | 2'50                                | »                        |
| 142            | Idem.                   | Idem.               | 60'00                  | 2'50                                | »                        |
| 143            | Casa Torrero.           | Idem.               | 60'00                  | 3'00                                | 530                      |
| 144            | Idem.                   | Idem.               | 60'00                  | »                                   | »                        |
| 145            | Idem.                   | Idem.               | 63'00                  | »                                   | »                        |
| 146            | Casa Bombet.            | Idem.               | »                      | »                                   | »                        |
| 147            | Campo de Dalit.         | Domingo Dalit.      | 58'00                  | »                                   | »                        |

| Núm. de orden. | PARAJE                    | PROPIETARIO      | Profundidad. — Metros. | Elevación sobre el suelo. — Metros. | Caudal. — Litros por 1". |
|----------------|---------------------------|------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 448            | Campo de Dalit.           | Domingo Dalit.   | 59'50                  | »                                   | »                        |
| 449            | Idem.                     | Idem.            | 60'00                  | »                                   | »                        |
| 450            | Idem.                     | Francisco Dalit. | 60'00                  | »                                   | »                        |
| 451            | Idem.                     | Idem.            | 63'00                  | »                                   | »                        |
| 452            | Casa Camins.              | Concha del Hoz.  | 60'00                  | 4'50                                | 410                      |
| 453            | Cazadero de la Volateria. | Jaime Casanovas. | 62'00                  | 3'00                                | »                        |
| 454            | Colina Casanova.          | Idem.            | 52'00                  | »                                   | »                        |
| 455            | Idem.                     | Idem.            | 47 á 57                | »                                   | »                        |
| 456            | Idem.                     | Idem.            | »                      | »                                   | »                        |
| 457            | Casa Mans.                | Paul de Saber.   | 60'00                  | »                                   | »                        |
| 458            | Campo de Casa Uca-        | Idem.            | 59'00                  | »                                   | »                        |
| 459            | Casa Mans.                | Idem.            | 55'00                  | »                                   | »                        |
| 460            | Casa Notari.              | Isidro Sena.     | »                      | 0'60                                | »                        |
| 461            | Casa Inglada.             | Agustín Inglada. | 37'00                  | »                                   | »                        |
| 462            | Idem.                     | Idem.            | 37'50                  | »                                   | »                        |
| 463            | Idem.                     | Idem.            | 38'00                  | »                                   | »                        |
| 464            | Casa Roch.                | Manuela Madrell. | »                      | »                                   | »                        |

NOTA.—Han sido facilitados varios de estos datos de profundidad, terrenos atravesados, rendimientos, etc., por D. José Carsi, constructor de pozos artesianos, residente en Barcelona, y D. José Monés, constructor de muchos de los pozos del término de Prat de Llobregat.

## III

**Reseña de los pozos, cortes geológicos, temperatura, calidad, cantidad de las aguas; pozos de agua sulfurosa.**

## POZOS CON AGUA ARTESIANA

Según hemos podido observar, existen en el llano del Llobregat muchos pozos artesianos perforados en los pueblos que limitan la cuenca baja del río en el Prat de Llobregat y en multitud de granjas y casas de campo, cuyas aguas las dedican, no solamente á la bebida, sino al riego.

En el pueblo de Prat de Llobregat se han perforado casi tantos pozos como casas hay, á más de los que existen públicos en la plaza y una de las calles; la profundidad á que se encontró la capa de agua en estos pozos es de 42 á 44 metros, y se elevaba esta á 80 centímetros sobre la superficie, dando un rendimiento el pozo perteneciente á D. Ramón Roche de 250 litros por minuto.

Hechos posteriormente muchos más pozos, ya no solamente fué menor la elevación del agua sobre la superficie, sino que disminuyó notablemente el rendimiento.

En los pozos perforados en Hospitalet se encontró el agua á los 18 metros, y entre ellos el perforado en el arrabal del citado pueblo, propiedad de D. Salvador Colominas, es bastante abundante.

En Prat de las Sangoneras y en la fábrica de sacos de la señora viuda de D. Jaime Trias, se perforó un pozo de 50 metros de profundidad, notable por la gran abundancia de aguas, que quedando 60 centímetros bajo la superficie, son sacadas por bombas que producen un rendimiento de 1800 litros por minuto: la tubería de revestido de este pozo tiene un diámetro de 50 centímetros.

Al perforar este pozo y llegados á la capa acuifera, surgió tal cantidad de agua hasta el nivel de 60 centímetros bajo la superficie, que, cubriendo el extremo de la tubería, se hizo muy difícil la colocación de otro tubo, pues con las bombas que se instalaron no fué posible hacer descender el nivel de las aguas, que salían, no sólo por el interior de la tubería, sino por entre ésta y el terreno, siendo necesario levantar los tubos para poder agregarles otro trozo.

En el término de Hospitalet se perforaron, y existen dando agua, varios otros pozos que figuran en el plano y en la relación que se acompaña.

En término de Prat de Llobregat se han hecho multitud de taldros, que también aparecen en el plano y en la relación antes citada, y entre ellos describiremos algunos de los más notables.

#### Pozos de la casa titulada «Xich Comedias.»

En esta finca existen cuatro pozos, que á la profundidad de 50 metros dieron agua artesiana que se elevó á 5'60 metros sobre la superficie, con un rendimiento aproximado en cada pozo de 300 litros por minuto.

Su propietario, que es D. José Estruch, dispuso que en uno de

ellos, que ya daba agua ascendente, se continuase la perforación, y al llegar á los 69 metros surgió otro caudal, que, elevándose cinco metros sobre la superficie, dió un rendimiento de 600 litros por minuto, es decir, que se cortó una nueva capa de agua con mayor presión y más abundante que la primera.

#### Pozos de D. Fernando Puig.

En la finca de D. Fernando Puig hay cuatro pozos separados uno de otro 50 metros; tienen de profundidad 52 metros; se eleva su agua 3'40 metros sobre la superficie, y entre los cuatro rinden 5000 litros por minuto.

#### Pozo de Casa Camins.

En esta finca existen varios pozos, cuya profundidad es de 60 metros, siendo unos seis metros la altura á que elevan sus aguas, y dando cada uno un rendimiento de 400 á 500 litros por minuto.

#### Pozo de Casa «Saladrigas.»

En este paraje hay un pozo, propiedad de D. Alberto Puig, que tiene 57'76 metros de profundidad; el agua se eleva á cuatro metros sobre la superficie, y su caudal es de 400 litros por minuto.

#### Pozo de D. Narciso Berges (Estany de la Illa).

En este lugar existe un pozo que tiene 55'84 metros de profundidad, con un rendimiento y elevación de aguas como el anterior.

#### Pozos de la Colonia de Casanovas.

En esta granja existen varios pozos, que tienen una profundidad de 50 á 52 metros, elevándose el agua 5'60 metros sobre la superficie y produciendo 400 litros por minuto.

Un pozo de agua dulce está situado entre dos de agua sulfurosa.

**Pozos de Casa Patricio.**

En esta posesión tiene su dueño, D. Juan Guitart, varios pozos de agua dulce y uno de agua sulfurosa, siendo su profundidad de 60 á 62 metros.

**Pozo de Casa Dalit, propiedad de Francisco Dalit.**

En este pozo, que tiene una profundidad de 63 metros, es en donde el agua se encuentra á mayor profundidad entre todos los de la cuenca.

**TÉRMINO DE GAVÁ****Pozos de Casa Seguí.**

En esta finca tiene D. José Badía cuatro pozos de una profundidad de 53'74 á 55 metros, elevándose el agua 2'50 sobre la superficie, y dando entre los cuatro un rendimiento de 620 litros.

**VILADECANS****Pozos del Coix.**

D. Baudilio Miarnau tiene varios pozos con una profundidad de 57 á 59 metros, al lado de la carretera de Valencia; y el Sr. Arañó, frente á la Torre Roja, tiene un pozo con 56'55 de profundidad, y otro Baltasar Fargas en Casa Alta, de 44'24, todos con agua que sale á la superficie.

Poca es la diferencia de los terrenos atravesados en la perforación de todos los pozos artesianos del llano del Llobregat, pudiendo decirse que son los siguientes:

Tierra vegetal.

Arenas arcillosas.

Arcillas con arenas y restos de conchas.

Légamos con restos de conchas y detritus vegetales.

Capa de grava aglomerada.

Idem id. suelta acuifera.

La capa de grava aglomerada se ha cortado en todos los pozos, viniendo siempre debajo de ésta el agua ascendente.

En todos los pozos perforados cerca de la costa y en el terreno comprendido entre *La Podrida* y *La Illea*, se presentó cuatro ó cinco metros antes de llegar á la capa de aglomerado un gas que se inflamaba al aplicar una luz al taladro.

En uno de los pozos que existen en el cercado de D. F. Viéitez se presentó el gas en tal cantidad, que obligó á suspender la perforación, y en algunos momentos arrastraba pequeños trozos de fango y lodo que salían á la superficie.

**POZOS SIN AGUA ASCENDENTE**

En el pueblo de San Feliú de Llobregat se perforó un pozo que tiene 190 metros, y en el cual, á los 37, se cortó una gran corriente de agua que no fué ascendente.

En la Bordeta, en casa de los sobrinos de Batlló, se perforaron 160 metros.

En la fábrica de D. Claudio Durán, en Casa Antúez, se perforó un pozo de 106 metros.

En Prat Vermell, en la fábrica de los Sres. Serra y Bertrand, se llegó con un pozo á la profundidad de 66'60 metros.

Y por último, los Sres. Esteva y Molinari han perforado un pozo en las Botigas de 34 metros de profundidad, encontrando á los cinco metros una capa de agua que no fué ascendente.

Los cortes de varios de estos pozos figuran en el plano, así como los perfiles longitudinales, ó sea normales á la costa, y otros transversales ó paralelos á la misma, por los que puede conocerse la situación y disposición de las distintas capas de terreno atravesado, así como las de las capas de agua encontradas.

Las aguas son potables, tienen 42° hidrotimétricos y su temperatura es de 17°.

En varios sitios cercanos á la costa, como en la Colonia de Casanova y Casa Patricio, hay pozos con agua sulfurosa, situados muy próximos y entre otros de agua dulce, y teniendo unos y otros igual profundidad é igual altura de emergencia.

La falta de datos y la poca precisión de las referencias hechas, hacen que sobre este curioso fenómeno, lo mismo que sobre el ya citado pocas líneas antes, relativo á la expulsión de gases inflamables por las bocas de los taladros, no podamos, á pesar del interés que despiertan, dar en este trabajo cumplida explicación; sin embargo, es muy probable que tratándose de un depósito litoral, en el cual ha podido haber acumulación de restos vegetales, la descomposición de éstos sea lo que origine dichos gases inflamables.

#### IV

##### Enumeración y circunstancias de las corrientes de agua.

Todos los pozos existentes en el llano del Llobregat, excepto algunos de aquellos que están en sus límites, han dado agua á profundidades variables, pudiéndose observar que los próximos al mar encontraron el agua á más profundidad que los del interior.

Hemos dicho que con las pequeñas diferencias locales que siempre se encuentran, se atraviesan en la perforación de todos los pozos artesianos análogas capas de terreno, y hemos dado á conocer una relación en la que se expresaba la naturaleza de ellas. A esta relación se debe agregar:

- 1.º Que el espesor de las capas varía de un pozo á otro.
- 2.º Que también varía el color de las arcillas, así como la cantidad de substancias orgánicas y restos vegetales que las acompañan.
- 5.º Que siempre debajo del légamo, y como precursora del agua, se presenta una capa de conglomerado muy característica.

Da como resultado la integración de todos estos datos, que á la perforación de todos los pozos artesianos han acompañado caracteres semejantes, y arroja claramente la idea de una gran capa acuífera que corre por debajo de todo el llano y que es el depósito que los alimenta.

Esta capa circula entre dos lechos arcillosos impermeables y tiene una inclinación mayor que el terreno hacia el mar, como se puede observar por los cortes que acompañan al plano, en los que se ve que la diferencia de las profundidades en donde se encontró el agua en los pozos es mayor que la diferencia de las cotas de sus broca-

les, pues, por ejemplo, en tres pozos cuyas bocas tienen una diferencia de nivel de 15 metros, como los de Cornellá y el Cazadero, representados en el plano por las letras  $\alpha$  y  $\beta$ , la diferencia de las profundidades en donde se halló el agua es de 44 metros.

En el sentido paralelo á la costa, los cortes indican que existe en el centro del llano del Llobregat una depresión que debió ser en otro tiempo el curso del río.

La inclinación media de la capa acuífera hacia el mar viene á ser de unos 50', observándose que en la parte más lejana de la costa llega á 1º 24', y junto al mar tiene 24'. El agua de los pozos al abrirse, si no están influidos por los inmediatos, toma, conforme á las leyes de la hidráulica, su nivel piezométrico, y la línea que une los niveles de todos los que se encuentran en una línea de máxima pendiente de la capa, es una curva descendiendo desde la altura que toma el agua en los más lejanos de la costa hasta la que alcanza en los que están próximos al mar.

La altura á que se eleva el agua sobre la superficie en los pozos da idea de su carga, ó sea del origen de dichas aguas, pues cuanto mayor sea la altura de este, mayor será la carga y mayor la altura de emergencia. Ya insistiremos sobre este punto cuando tratemos del origen de la capa acuífera.

La velocidad del agua dentro de la capa permeable se puede determinar aplicando la conocida fórmula  $v = ki$ , en que  $k$  es el coeficiente de permeabilidad, que varía entre 0'006 para las arenas finas y 0'055 para las arenas gruesas y gravas.

Dada la naturaleza de nuestra capa acuífera, tomaremos este último coeficiente. Representa  $i$  la inclinación de la capa, que en nuestro caso es 0'009, y, por tanto, resultará

$$v = 0'055 \times 0'009, \quad \text{ó sea} \quad 0'0005 \text{ por } 1'',$$

ó lo que es lo mismo, un metro por hora. Esto representa que una gota de agua tardará de San Juan Despí al mar cuatrocientos días.

En contraposición del resultado obtenido por la fórmula, á pesar de haberla aplicado del modo más favorable, debemos citar la referencia de los habitantes del llano, que dicen que á los pocos días de haber tenido una avenida el río Llobregat, aumenta el caudal de los pozos artesianos.

La cantidad total de agua es difícil de calcular, pues hoy ya se perjudican los pozos unos á otros, interfiriéndose las curvas de de-

presión, por lo que ha disminuido el caudal de muchos y ha bajado la altura de emergencia. Esta influencia es muy grande en este caso por la poca pendiente de la capa, pues sabido es que el radio de acción de un alumbramiento está en razón inversa de su inclinación. De todos modos, aunque hay pozos que llegan hoy á dar 300 y 400 litros por minuto, se puede suponer un término medio de 100, lo que arroja para la capa acuifera un gasto de 500 litros por segundo.

Proporciona uno de los pozos de D. José Estruch, señalado en el plano con la letra  $\gamma$ , otra consideración de mucha importancia, y es la probabilidad de que profundizando más los pozos existentes se alcance otra nueva capa acuifera 20 metros por bajo de la primera, que tiene un caudal y una altura de emergencia muy superiores á ésta.

## V

### Origen de las aguas.

Reconocida la existencia de uno ó dos mantos de agua que corren con una inclinación de 50' hacia el mar, vamos ahora á dar cuenta de todos aquellos datos y antecedentes que nos ilustren sobre el origen probable de estas aguas.

Todos los pozos con agua ascendente están comprendidos dentro del llano del Llobregat, distribuyéndose en toda su extensión, y sólo en los bordes fué en donde se hicieron algunos pozos, como los de San Feliú, Botigas, Prat Bermell, Durán y la Bordeta, que no encontraron agua á pesar de haber llegado con algunos de ellos á profundidades de 190 metros.

Los cortes de unos y otros pozos están representados en el plano que se acompaña. Los materiales cortados en los últimos son completamente distintos de los atravesados en la perforación de los primeros, ó sea de los pozos artesianos.

En el pozo de San Feliú se atravesaron las capas siguientes:

Arenas blancas y arcillas,

Grava y arcilla rojiza,

Arcilla y grava suelta,

Margas grises azuladas,

cuyas capas se pueden referir á los tramos siciliense, astiense y plascenciense del plioceno, según clasificación del Dr. D. Jaime Almera,

El tramo de las margas azuladas es muy característico y de gran espesor, pues no se acabó de atravesar á pesar de haber perforado 152'40 metros en él.

En el pozo de Botigas, según queda dicho, después de haber atravesado terreno moderno, se llegó al triásico, en donde aquel se apoyaba directamente. No encontraron agua ascendente en toda la perforación.

En el pozo de Prat Bermell, perforado en la fábrica de los señores Serra y Bertand hasta una profundidad de 66 metros sin encontrar agua ascendente, se atravesaron arenas gruesas y finas y pequeños lechos de arcillas que corresponden, sin duda, á los tramos superiores del plioceno.

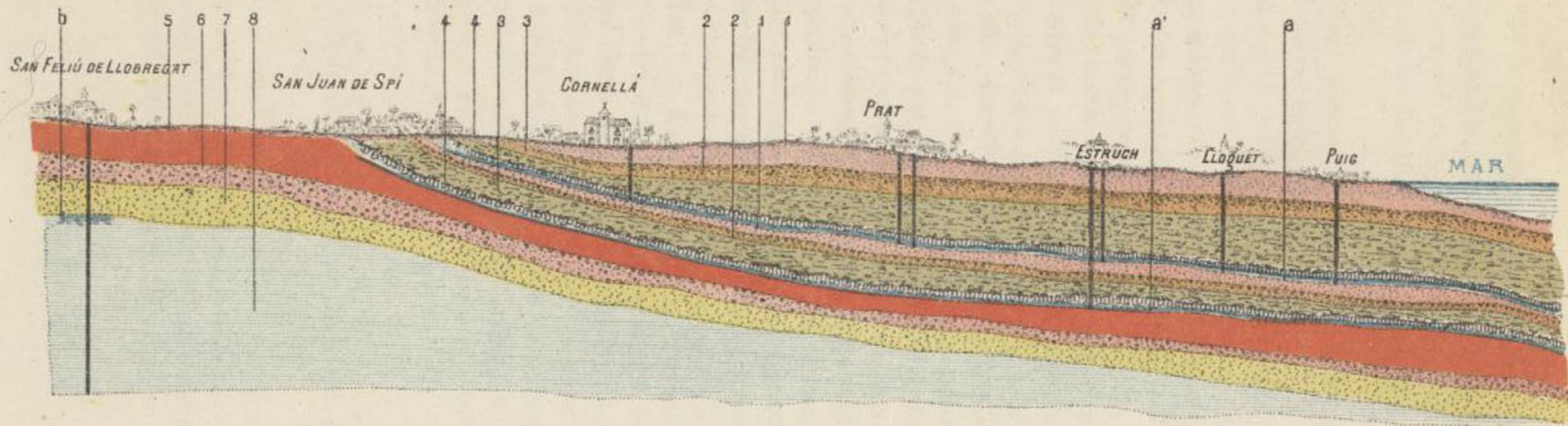
En el pozo de D. Claudio Durán, en Casa Antúnez, se perforaron 106 metros sin encontrar tampoco agua, cortando los primeros metros el terreno moderno y después depósitos cenagosos, arenas y margas con molasa marina, que se pueden referir al terreno mioceno.

En el pozo perforado al S. de la Bordeta, en la casa Sobrinos de Batlló, se llegó á una profundidad de 160 metros con el mismo resultado negativo que los anteriores. Los primeros metros se abrieron en terreno cuaternario; siguieron á éste arena y arcilla rojizas, arcillas, arenas y margas y calizas correspondientes á los terrenos plioceno y mioceno. Y, por último, desde los 99 metros se cortaron las cuarcitas y calizas silurianas.

Por los datos que suministran estos pozos y por lo que en otro lugar decimos de los tramos atravesados en la perforación de los pozos artesianos, puede creerse que el subsuelo de gran parte del llano del Llobregat está constituido, según gráficamente se representa en la figura A, del siguiente modo:

|                      |   |                                                     |
|----------------------|---|-----------------------------------------------------|
| Cuaternario. . . . . | } | Tierra vegetal.                                     |
|                      |   | Arena arcillosa.                                    |
|                      |   | Arcillas con arenas y restos de conchas.            |
|                      |   | Légamos con detritus de conchas y restos vegetales. |
|                      |   | Grava aglomerada y suelta.                          |
|                      |   | Primera capa de agua.                               |
|                      |   | Arena arcillosa.                                    |
|                      |   | Arcillas con arenas y restos de conchas.            |
| Plioceno. . . . .    | } | Légamos.                                            |
|                      |   | Grava aglomerada y suelta.                          |

# Corte de San Feliú al Mediterráneo. (Figura A)



## Explicación.

- |   |                                                                                                                                             |    |                                                                                                                        |   |                                                                                                                                |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 |  <i>Lejamos con detritus de conchas y restos vegetales</i> | 4  |  <i>Grava aglomerada y suelta.</i>  | 6 |  <i>Arcillas rojizas con guijos calizos</i> |
| 2 |  <i>Arcilla con arenas y restos de conchas</i>           | a  |  <i>Primera capa de agua</i>      | 7 |  <i>Arcilla y grava suelta</i>            |
| 1 |  <i>Arcilla arcillosa</i>                                | a' |  <i>Segunda capa de agua</i>      | b |  <i>Capa de agua no ascendente</i>        |
| 0 |  <i>Tierra vegetal</i>                                   | 5  |  <i>Arenas blancas y arcillas</i> | 8 |  <i>Marga gris azulada</i>                |

- Plioceno. . . . .
- Segunda capa de agua.
  - Arenas blancas y arcillas.
  - Arcillas rojizas con guijos calizos.
  - Arcilla y grava suelta.
  - Capa de agua no ascendente.
  - Margas grises azuladas.

Del examen de la relación que antecede deducimos:

1.º Que las dos capas de agua reconocidas circulan por capas permeables del terreno cuaternario.

2.º Que la capa de agua no ascendente que, según dicen, fué cortada en la perforación del pozo de San Feliú, circula probablemente por una capa permeable del plioceno, sin que al parecer tenga relación alguna con las anteriores.

3.º Que el terreno cuaternario se apoya sobre el plioceno en la zona central del llano del Llobregat, y que en los bordes lo hace sobre el triásico en la parte de Castelldefels y sobre el mioceno en la zona lindante con el Montjuich.

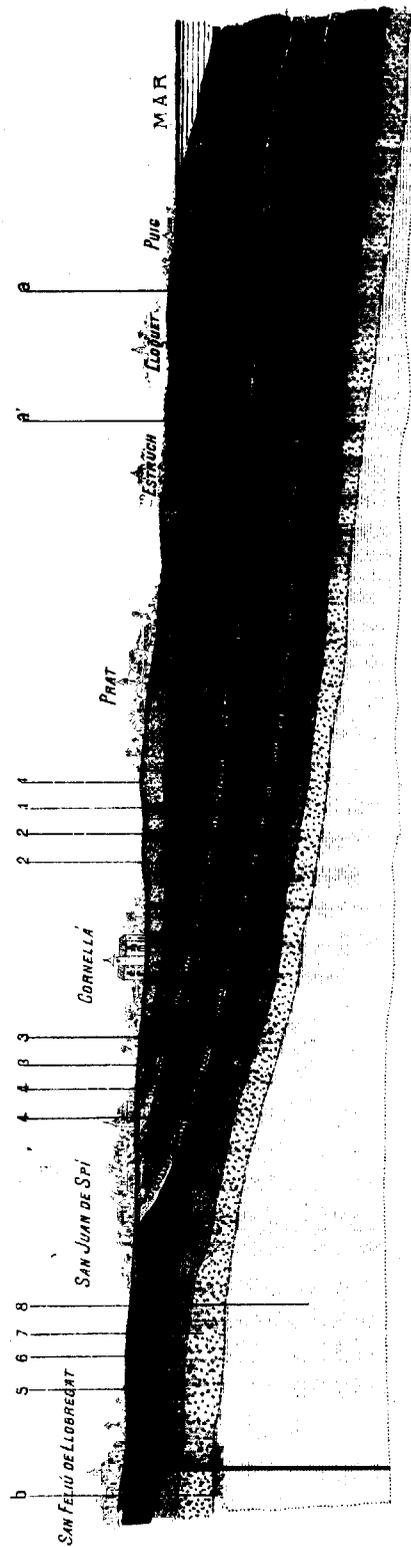
4.º Los terrenos atravesados por los pozos artesianos que nosotros creemos pertenecen al periodo cuaternario, según antes decimos, son semejantes á los que se encuentran en la zona baja de la vertiente costanera en San Feliú de Llobregat, Molins de Rey, Castelldefels, Santa Coloma de Cervelló y San Baudilio de Llobregat, uniéndose unos á otros sin solución de continuidad.

5.º Que el pozo de Prat Bermell no dé agua á pesar de estar situado muy dentro del llano del Llobregat, lo atribuimos á que la formación miocena del Montjuich se extendía por su parte S. en la época pliocena.

Otras consideraciones de índole varia nos han conducido á sostener los asertos anteriores. Creemos que al retirarse el mar plioceno, el rio Llobregat, que á ratos es torrencial y que siempre lleva muchos detritus, formó un delta cuyos bordes son los asomos cuaternarios de que ya hemos hablado y que bordean la zona objeto de nuestro estudio.

Al principio los detritus fueron depositándose en la salida natural del rio, que era la parte más profunda, y que, como se ve en los cortes transversales, se puede representar por una línea que una á San Feliú con la laguna de la Ricarda, sitio donde alcanzaron los pozos mayores profundidades. Rellenada esta zona, fueron hacién-

Corte de San Feliú al Mediterráneo. ( Figura A )



Explicación.

- 3. Lagunas con detritus de conchas y restos vegetales
- 2. Arcilla con arenas y restos de conchas
- 1. Arena arcillosa
- 0. Tierra vegetal
- 4. Grava conglomerada y suelta
- 6. Arcillas rojizas con guijos calizos
- 7. Arcilla y grava suelta
- 5. Arenas blancas y arcillas
- a. Primera capa de agua
- b. Segunda capa de agua
- 8. Margas gris azuladas

dolo las próximas, formándose un gran delta que se apoyó en las costas de aquel mar, que eran constituidas por terrenos terciarios en la parte del Montjuich y del NE. del llano y por el triás en la parte de SW.

Confirma esta idea la naturaleza de las distintas capas atravesadas por los pozos sin agua.

En este gran delta de época cuaternaria, formado por arenas, léngamos y grava cimentada en algunas partes y suelta en otras, es donde se encuentran las capas acuíferas del llano del Llobregat.

Lo profundo del mar y la importancia de los arrastres del río justifican el gran espesor de este delta.

Toda la cantidad de agua que representa la alimentación de estas capas acuíferas no puede provenir sólo de la procedente de las lluvias, y que, después de circular por los barrancos y rieras de los montes que circundan el llano, es internada en las referidas capas permeables, sino que hay que buscar manantial más abundante, y este no puede ser otro que el río Llobregat.

¿Dónde son absorbidas estas aguas? Creemos que no entran en las capas permeables del cuaternario hasta más abajo de San Feliu, en las proximidades de San Juan Despi, considerando que los bordes de este terreno atraviesan el río en las inmediaciones de este pueblo. Nos confirma esta opinión el no haber encontrado en el pozo abierto en San Feliu agua ascendente.

El estar San Juan Despi á 20 metros sobre el nivel del mar y el alcanzar sobre este el nivel piezométrico de los pozos alturas comprendidas entre 15 y 7 metros, nos corroboran aún más en la idea que acabamos de apuntar de que el agua se empieza á filtrar con carga en las inmediaciones de San Juan Despi, porque la pérdida de altura que las anteriores cifras representan es muy racional, dada la distancia á que se encuentran los pozos y los rozamientos que deben existir.

### CONCLUSIONES DE CARÁCTER PRÁCTICO

Sólo nos resta para completar este estudio sacar de él aquellas conclusiones que puedan tener un carácter práctico y de utilidad. Desde luego salta á la vista que no serán las capas acuíferas del llano del Llobregat un caso único en España, sino que estos estudios y las

consecuencias de ellos obtenidas podrán aplicarse á otras cuencas, y tal vez por comparación se puedan obtener aguas artesianas en otras regiones que tengan análogos caracteres geológicos y orográficos.

Una consecuencia se puede sacar que nos parece útil para los habitantes de aquella región. Extendiéndose la capa acuifera en forma de abanico desde su origen en el río Llobregat hasta el mar, y conocidos por el éxito favorable ó desfavorable obtenido en la perforación de los pozos los bordes de la zona artesiana, hemos podido trazar una línea límite que indica que sólo dentro del perímetro formado por ella y el mar hay probabilidad de encontrar aguas ascendentes. En el plano está representada con color verde esta línea límite.

Otra consecuencia de este estudio, ya señalada en lo que precede, conviene hacer resaltar, y es la probabilidad de encontrar otra capa artesiana 20 metros más baja que la que hasta ahora ha sido explotada. Siendo tan necesaria el agua en esta fértil comarca, es natural que sus habitantes, descubierta la primera capa acuifera, multiplicasen los pozos del modo que lo han hecho, llegando á perjudicarse unos á otros; por lo cual puede decirse que en casi todo el llano está ya explotada la referida primera capa. Por consiguiente, ha llegado la hora de explotar la segunda, hoy sólo cortada en un punto, y al efecto se habrán de profundizar los pozos 20 metros más, que es el espesor de los terrenos existentes entre las dos capas de agua; trabajo fácil en vista de la naturaleza del terreno.

Madrid 4.º de Mayo de 1909.

## NOTA

SOBRE LOS

# YACIMIENTOS DE PETRÓLEO Y DE AZUFRE

DE LA

## PROVINCIA DE CÁDIZ

POR EL

EXCMO. SR. D. LUCAS MALLADA

INSPECTOR GENERAL DE MINAS

Pocas provincias hay en España donde tan claramente y con tanta variedad de caracteres se manifiesten los fenómenos del volcanismo como en la de Cádiz. Ya hace algunos años el Profesor de la Facultad de Ciencias D. Salvador Calderón hizo atinadas observaciones acerca de los volcancitos fangosos de Coripe, al S. de Morón, en la provincia de Sevilla, como también de las acciones y transformaciones epigénicas de la zona metamórfica que se extiende desde Cádiz hasta la provincia de Jaén. En los términos de Villamartín, Utrera, Arcos y Jerez de la Frontera se hallan también curiosos ejemplos de fenómenos de naturaleza volcánica, relacionados con los yacimientos de azufre y de petróleo, acerca de los cuales he de decir algunas palabras.

El azufre y el petróleo, por una parte; las ofitas, los yesos y los manantiales salados y sulfurosos, por otra, así como el incesante desprendimiento de hidrógeno sulfurado y de carburos de hidrógeno que en varios sitios se notan, han sido producidos por una serie de acciones hipogénicas íntimamente relacionadas entre sí, que comenzaron después de la formación triásica y con ciertas variaciones continúan hasta nuestros días.

A las acciones hipogénicas más intensas correspondieron en un principio la formación de las ofitas y la transformación en gran parte de las margas y calizas triásicas en yesos, generalmente abigarrados; y estos últimos, á causa, como es sabido, de su considerable aumento de volumen, desgarraron los estratos en todos sentidos, doblándolos principalmente según líneas anticlinales arrumbadas de SW. á NE. Como puede observarse en los mapas geológicos, esta es la dirección de las fajas triásicas en Andalucía. La producción de las rocas eruptivas quedó limitada á la aparición de las ofitas, de las cuales hay centenares de islotes en la provincia de Cádiz y en su inmediata de Málaga; pero las emanaciones sulfurosas, así como la emergencia de manantiales salados, no han cesado todavía, y este es un hecho que ofrece algún interés desde el punto de vista de la presencia del petróleo, perfectamente bien comprobada al N. de Villamartín.

## I

## Yacimiento de petróleo de Villamartín.

Por una casualidad se descubrió el petróleo sobre la margen derecha del Guadalete, á dos kilómetros al N. de Villamartín. En Agosto de 1906, al ensanchar el caz ó acequia de salida del molino de Rios, hubo necesidad de dar un barreno en un peñasco de caliza cavernosa, en los huecos de la cual se observó que se alojaban pequeñas masas de una substancia grasienta, del aspecto y consistencia del sebo ó del tuétano, y con fuerte olor de bencina. Era la *ozoquerita*; y observóse también que golpeándolas con un martillo, todas las piedras que asomaban por la ladera inmediata producían un olor á petróleo, lo cual motivó la sospecha de que este mineral se encontrase allí en cantidad explotable, y que se hiciese el registro de 15 pertenencias titulado *San Vicente*. En el extremo meridional de esta concesión se abrió un pozo, que en sus cuatro primeros metros atravesó las tierras y conglomerados aluviales del Guadalete; entre los cuatro y los siete siguientes una caliza blanquecina de aspecto metamórfico, y entre los siete y los quince otra caliza cavernosa, de color negruzco, envuelta en margas arenosas de color gris azulado, y en

las cavidades de la cual se encontró, con relativa abundancia, la ozoquerita mezclada con petróleo. Evaporada á sequedad la parte fluida de esta mezcla, quedaba un residuo del aspecto del tabaco, de color claro, que ardía rápidamente al contacto de una llama. Partiendo las piedras negruzcas que se sacaron de este pozo hace dos años, todavía se notan entre sus oquedades algunas señales de dicho residuo.

Las sospechas de que en Villamartín había un criadero de petróleo quedaron completamente confirmadas; pero no se pudo profundizar más el pozo, pues lo invadieron los gases mefíticos de un manantial de aguas sulfurosas, que precisamente brota á poco más de un centenar de metros en el molino citado. Habiéndose profundizado hasta un punto más bajo que el lecho del Guadalete, allí próximo, es seguro que también penetraron en la labor las aguas del río. Hoy el pozo está hundido en sus seis últimos metros y ocupado por el agua desde los seis, á partir de la superficie.

Por tal entorpecimiento y por alcanzar en poco tiempo las mayores profundidades que se pudiese, abriéronse inmediatamente después cuatro sondeos; y divulgada la noticia del descubrimiento, á la concesión *San Vicente* siguieron otras muchas, que suman varios millares de hectáreas. Tales fueron, por el W., las *Nafta*, *Tercera*, *Última*, *Cuarta*, *Guadalete é Iberia*; por el N., la *Armonia*; por el S., la *Mata*, en la que se halla enclavado Villamartín, y *España*, situada más á P.; y por el E., *La Perla* y *Felisa*. Todavía más al SO. del grupo se agregaron en Bornos las *Fernanda*, *Natalia* y *Anita*.

El sondeo número 1 se situó á 55 metros al S.SW. del pozo, empezándose con un diámetro de 10 centímetros hasta la profundidad de 50 metros, que se redujo al de 9 centímetros hasta los 90, y, por fin, á 6 centímetros hasta los 157, más abajo de los cuales no se pudo continuar por la poca fuerza del aparato. Pasados los primeros metros en que se atravesaron los conglomerados aluviales del Guadalete, se penetró en una masa de arcillas sabulosas abigarradas, rojizas, gris-azuladas y verdosas, yesíferas y salíferas, de la formación triásica, según se comprueba más al N. en varias rocas del mismo sistema. Este sondeo dió resultados satisfactorios, pues á los 90 metros brotó el petróleo en bastante cantidad; y después de suspendido el trabajo de perforación, en Noviembre último, se sacaron con una bombita 65 litros en un día, 15 á los tres ó cuatro días siguientes y hasta 80 pasados otros tantos. La mayor parte del agu-

jero de la sonda está lleno de agua, y sobre ella flota una columna de petróleo, que por haber atravesado aquel líquido y por estar sometido á un continuo lavado, siempre que se agita el conducto de salida, se extrae diáfano con un ligero matiz verdoso, como si se hubiese destilado ó refinado, conteniendo 27 por 100 de bencina y 55 de lamparina. La limpieza con que sale por medio de la bomba la pude comprobar al extraer una muestra el 16 del corriente.

El sondeo núm. 2 se situó á dos kilómetros más al NE. del 1, en la mina *Armonia*, al pie del cerro de la Pernagosa. Alcanzó 60 metros de profundidad y no dió resultado favorable. También llegó á 60 metros el sondeo núm. 5, situado al S.SE. del 1. Por su mayor proximidad al Guadalete atravesó un manto más espeso de aluviones; penetró después en la formación triásica; salieron algunos gases inflamables, y sus tierras produjeron pequeñas irisaciones en el agua.

A 157 metros al NE. del núm. 1 y á unos 60 al N. del molino de Ríos, se fijó el sondeo núm. 4, que después de atravesar un manto arenoso de acarreo, con cantos de arenisca muy arcillosa y nódulos de caliza dolomítica, penetró entre los 12 y los 14 en unas arcillas plásticas abigarradas, á las que siguieron hasta los 20 unas arenas rojas de grano grueso, y después, hasta los 50, otras arenas más finas, unas y otras procedentes de la trituración de las capas de arenisca que suelen intercalarse en Andalucía entre las arcillas abigarradas yesíferas del triás, las cuales se cruzaron con el sondeo en las sucesivas profundidades. A los 58 metros salió de pronto un golpe de gases carburados en tal cantidad y con tal violencia, que se desbarató el aparato y el castillete que lo sostenía; y después de continuar la perforación, de los 90 metros salía un olor muy pronunciado de bencina, al que siguió más abajo otro de hidrógeno sulfurado. Nueva comprobación ha sido esta de la íntima relación que hay en la provincia de Cádiz entre los yacimientos de petróleo, lleguen ó no á tener importancia industrial, y los criaderos de azufre, como ya se averiguó hace años en las minas de Conil.

Con tan buenos indicios se continuó el sondeo núm. 4 hasta la profundidad de 106 metros, en que hubo necesidad de suspenderlo por la poca fuerza del aparato.

Para completar los datos anteriormente anotados, adjuntos son los resultados de los sondeos núms. 1 y 4, según las apuntaciones del ilustrado ingeniero D. Federico Guillman.

## SONDEO NÚM. 1

|                                                                                                                    | Metros.    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Brecha caliza cavernosa con marga gris . . . . .                                                                   | 32         |
| Margas irisadas yesíferas, con ligero olor á petróleo . . . . .                                                    | 15         |
| Arenisca y margas arenosas, á veces piritosas, y también con olor á petróleo . . . . .                             | 15         |
| Marga gris arenácea y salífera, con fuerte olor á petróleo . . . . .                                               | 7          |
| Las mismas margas con indicaciones cada vez más marcadas de petróleo . . . . .                                     | 7,50       |
| Igual roca con desprendimientos de hidrocarburos, con fuerte olor á petróleo . . . . .                             | 1,50       |
| Margas salíferas, apareciendo el petróleo muy fluido, amarillento claro, entre los 84'50 y los 87 metros . . . . . | 11         |
| Arenisca muy salífera . . . . .                                                                                    | 4          |
| Arcilla salífera . . . . .                                                                                         | 2          |
| Marga arenácea . . . . .                                                                                           | 2          |
| Margas grises azuladas, arcillosas y salíferas, con petróleo y desprendimiento de gases . . . . .                  | 19         |
| Margas arcillosas, azuladas, muy salíferas . . . . .                                                               | 8,50       |
| Marga oscura, muy salífera, con algo de petróleo y desprendimiento de gases . . . . .                              | 7,50       |
| Margas bituminosas con olor á petróleo . . . . .                                                                   | 10         |
| <b>TOTAL . . . . .</b>                                                                                             | <b>157</b> |

## SONDEO NÚM. 4

|                                                           | Metros. |
|-----------------------------------------------------------|---------|
| Tierra vegetal y conglomerado calizo . . . . .            | 5       |
| Marga amarilla con yeso blanco . . . . .                  | 5       |
| Margas abigarradas rojas y amarillas, yesíferas . . . . . | 20      |
| Marga muy arenosa rojiza . . . . .                        | 9       |

|                                                                                                | Metros. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| La misma roca, con ligero olor á petróleo.....                                                 | 6       |
| Arenisca rojiza alternando con margas.....                                                     | 8       |
| Marga amarilla con yeso, seguida de otra azulada arenosa y de otra rojiza arcillosa.....       | 12,50   |
| Arenisca muy dura, seguida de otra más blanda.....                                             | 7       |
| Marga azulada arcillosa, con núcleos de sal, seguida de otra arenosa.....                      | 10      |
| Arena suelta con señales de gases.....                                                         | 1,50    |
| Marga yesífera, seguida de arenisca dura, con desprendimiento de gases de olor á petróleo..... | 5,50    |
| Arenisca dura, con ligero olor á petróleo.....                                                 | 10      |
| Marga azulada, arenosa, con el mismo olor.....                                                 | 10,50   |
| TOTAL.....                                                                                     | 106     |

Entre estos sondeos y Villamartín, el río Guadalete se ajusta á una falla alineada casi de NE. á SW., en virtud de la cual quedan á la izquierda del río las formaciones terciarias y á la derecha el triásico, en ciertos puntos cubierto por mantos cuaternarios y coronado por el eoceno en los cerros de la Pernagosa.

Pocas palabras diré relativamente á las formaciones terciarias que hay á la izquierda del Guadalete. A dos kilómetros á Poniente de Villamartín, junto á la carretera de Jerez á Ronda, las calizas, cuajadas de numulitos pequeños con granillos de cuarzo, inclinan 50° al N., y á ellas se sobreponen en el cerro de la Gloria las areniscas calcáreas y arenas arcillosas fosilíferas del mioceno, que forman una faja prolongada hasta el cerro donde se levanta la población.

El Guadalete depositó una faja aluvial arenosa y pedregosa, que en algunos sitios inmediatos á Villamartín mide más de un kilómetro de anchura.

Sobre la derecha del río llaman la atención, en primer término, los desmontes en terrenos modernos que se tajaron junto al molino de Ríos, y que en seis metros de altura presenta el siguiente grupo de capas en orden ascendente:

- 1.—Margas sabulosas y carbonosas que presentan la primera faja de lentejones de caliza enclavados en ellas.
- 2.—Arenas margosas, amarillentas y grises, en lechos muy delgados, que encierran otra faja de lentejones alargados de caliza compacta y brechoide, en su mayor parte negruzca, en partes blanquecina, muy cavernosa, con geodas tapizadas por costras cristalinas. En algunos sitios aparece triturada en trocitos pequeños, y aunque bastante raras, presenta algunas señales de azufre.
- 3.—Aglomerado reciente de cantos, casi todos calizos.
- 4.—Conglomerados también de cantos calizos, unidos por un cemento silíceo-arcilloso.

Los lentejones de caliza ofrecen especial interés, por ser en ellos donde se vieron las primeras señales de petróleo, tanto en la acequia como en el pozo anteriormente mencionados.

Otros mantos de conglomerados, restos de uno continuo que se ha derrubiado en su mayor parte, se observan más al N., junto al sondeo núm. 4, y todavía más adelante, sobre el camino de la Pernagosa. Estos mantos se sobreponen á las arcillas yesíferas abigarradas y á las calizas del trias, con frecuencia tabulares, en varios sitios cavernosas y dolomíticas y por todas partes desgarradas en todos sentidos, razón por la cual es difícil distinguir en tales capas las líneas ó ejes anticlinales principales de las secundarias ó parciales.

Entre tres y cuatro kilómetros al N. de Villamartín se sobreponen al triásico las calizas sabulosas, duras y compactas eocenas que sobresalen en el cerro de la Pernagosa, acompañadas en la vertiente occidental de otras cuajadas de numulitos.

Continuando el examen de los terrenos de las concesiones de minas de petróleo y siguiendo el camino de Villamartín á Montellano, hacia la mitad de distancia de ambas poblaciones, en el cortijo del Algarrobo, entre las arcillas yesíferas sobresalen las calizas tabulares y cavernosas del trias, que por la circunstancia de dar fuerte olor á petróleo al golpearlas, motivaron el registro *Esperanza*. A cada paso cambian la dirección y el buzamiento de los estratos, desgarrados en algunos sitios por pequeños asomos de ofita, sobreponiéndose á aquellos una manchita de arenisca terciaria, amarillenta y muy blanda, en bancos inclinados 50° al NE., entre dicho cortijo y el de

Reguera, á Poniente del camino de Montellano. En una caliza compacta que allí se intercala entre las capas triásicas abundan los lamelibranquios diminutos y las risoas propias de este sistema.

Más al W., cerca del cortijo de Izquierdo, se halla la mina *San Félix*, donde hay otro asomo de ofita que desgarró las calizas cavernosas, las tabulares y las arcillas yesíferas, produciendo unas brechas de fricción en que todas estas rocas están mezcladas. Un quilómetro más á Poniente reaparecen las areniscas blandas, inclinadas 55° al N., cubiertas por las calizas con numulitos.

Examinando por la parte de Levante los registros de las minas de petróleo en los cerros de la Gatera, entre 400 y 800 metros al N. del Guadalete, con las arcillas yesosas se asocian unas areniscas tabulares de grano basto, rojizas y amarillentas, que en algunos bancos encierran multitud de *Calamites* pequeños, correspondientes probablemente á dos ó tres especies distintas. Por más que la presencia de estos restos vegetales sea independiente del origen del petróleo, es una circunstancia digna de anotarse, pues confirma la clasificación de triásica que debe darse á esta formación. Las capas yacen allí alabeadas en todos sentidos, con la inclinación media de 55° al S.SE.; pero entre el cortijo de la Gatera y el del Carpintero se doblan en un anticlinal, levantándose hasta los 80° al N.NW., hasta su contacto con un islote de ofita. Se extiende este en más de un kilómetro cuadrado de superficie, avanzando hasta cerca de la margen derecha del Guadalete.

Los aluviones de este río se confunden con las tierras negruzcas y los aglomerados de cantos menudos de la planicie que media entre Villamartín y Bornos, probablemente ocupada por una laguna hasta el pie de la sierra del Calvario, que, con su prolongación al NE., llamada de Carija, está formada de una caliza arenosa amarilla y tosca, con multitud de briozoos, radiolas de equinos y otros restos terciarios.

En vista de los resultados favorables obtenidos con los trabajos de investigación verificados en el pozo y en el sondeo núm. 1, inmediatos al Guadalete, M. Legrand, Ingeniero de la «Société belge de forages et de prospection de mines,» de Bruselas, examinó detenidamente el país, y fijó un punto para establecer un sondeo en el paraje llamado El Rubí, situado en el extremo meridional del término de Utrera, confinando con la provincia de Cádiz, junto á la carretera de Las Cabezas de San Juan. Desde comienzos de Junio del año próximo

pasado se viene abriendo un sondeo que el día de mi visita (13 de Enero) llegó á los 486 metros de profundidad, sin salir de las arcillas arenosas, abigarradas, yesosas y salíferas del trias, con intercalaciones de areniscas micáferas tabulares, en lechos muy delgados y de margas dolomíticas.

Con anhelo desea todo el país que con este sondeo se lleguen á obtener resultados satisfactorios, si bien es verdad que no es probable se encuentren capas fuertemente impregnadas de petróleo hasta llegar á las areniscas del triásico inferior, que, como es sabido, son mucho más permeables que las arcillas abigarradas yesíferas de la edad superior. No es posible calcular aproximadamente á qué profundidad se hallarán tales areniscas, en el supuesto de que realmente existan en la vertical del sondeo, y dado caso también que no se tropiece con alguna masa de ofita.

Cualquiera que sea el resultado del sondeo del Rubí, los trabajos de investigación efectuados en Villamartín deben continuarse, sea por otros sondeos, ó por medio de labores subterráneas, así como también deben investigarse con la sonda otros puntos del término de Jerez, donde se notan señales de acciones hipogénicas que pueden estar relacionadas con criaderos de azufre ó de petróleo.

La mancha triásica que se marca en los mapas geológicos entre el mioceno al E. de la sierra de Gibalbin, ó sea al SW. de Espera, se prolonga más al S., ramificada en varias fajitas, según puede comprobarse siguiendo la carretera desde Arcos á Jerez. A mitad de distancia de ambas poblaciones, frente al olivar del cortijo de Vico, asoma una fajita del trias, de composición muy variada y de aspecto sumamente abigarrado, en la cual, en un ancho de unos 600 metros, alternan repetidas veces las areniscas blandas tabulares, rojas, gris-azuladas y amarillentas, con arcillas y margas yesíferas y lechitos de calizas grises y azuladas, inclinadas de 70 á 80° al E. 26° S. Pasados unos 2000 metros de margas terciarias, entre 11 y 12 kilómetros al E. de Jerez, asoma otra fajita triásica, que cruza el cortijo de Melgarejo, en la cual abundan los yesos, cubiertos por una caliza dolomítica y cavernosa, que sobresale en grandes peñones á la izquierda de la carretera.

Al NE. de Jerez de la Frontera y al N. de Arcos comienzan los llanos de Caulina con un pequeño saliente compuesto de un travertino de caliza terrosa blanca, en la que se intercalan lechos de pedernal de tres á cinco centímetros de grueso. Este pedernal es de

color pardo amarillento y se concentra en nódulos algo ramificados, alrededor de los cuales la caliza terrosa presenta una textura concoidea, concéntrica á los nódulos, tanto más dura é impregnada de sílice, cuanto más cerca de estos se halla. Indudablemente el origen de este pedernal es sumamente reciente, pues la masa de travertino que le envuelve, y en el seno de la cual se formó, es más bien cuaternaria que pliocena, como se señala en el mapa geológico de la Península.

Pero formaciones también recientes y de la época actual, de naturaleza volcánica, se ven todavía más claras á cuatro kilómetros más al NE. de ese sitio, en los mismos llanos de Caulina, por las inmediaciones de los cortijos de Jara y de Jarilla. Entre 100 y 200 metros al S. de estos últimos, entre el fango negruzco del arroyo que llaman Salado de Jara, brotan incesantemente burbujas de hidrógeno carburado, precisamente junto á los cauces de aquel, donde asoma entre el terciario un islote triásico, que contiene algunos yesos, aunque escasos, y en su mayor parte compuesto de varios bancos de caliza de estructura tabular, formando una faja compacta y homogénea hasta de cuatro metros de grueso.

Las capas de caliza triásica inclinan junto al arroyo 60° al O.NO.; se hallan desgarradas transversalmente, y sus grietas se ven rellenas de otra caliza terrosa y concrecionada, en la que abundan los cristales de cuarzo negruzcos, ahumados, rojizos é hialinos. Se ha reparado que golpeada esta caliza con un martillo, desprende un olor fétido parecido al del petróleo.

Más al N., en contacto con los yesos, la caliza se hace cavernosa y es más dolomítica, notándose que en la salina de Jarilla, á unos 500 metros de los citados cortijos, se acodan en su alineación bajo un ángulo de unos 50°, pues se alinean al N.NW. con 55° de inclinación al W.SW., es decir, con buzamiento opuesto al que se ve á orillas del Salado.

Esta observación es de algún interés, porque en la pequeña depresión, de unos 200 metros de diámetro, en que se halla la salina, son todavía más vivas las manifestaciones del vulcanismo, mostrándose en unas grietas profundas y estrechas, rellenas de fango carbonoso, entre el que brotan sin cesar burbujas de hidrógeno carbonado, que arden, como todo gas inflamable, con el contacto de una llama. Pude comprobar repetidas veces este fenómeno, principalmente al encender una burbuja que no tendría menos de cuatro

centímetros cúbicos, producida al agitar con un palo dicho fango negruzco.

Pudiera suceder que un sondeo abierto en el fondo de esta salina señalase también la presencia del petróleo, y con tal sospecha hace poco tiempo se registró el terreno para la mina titulada *Xerez*.

## II

### Mina de azufre de Arcos.

Por las relaciones de común origen que pudieran tener los yacimientos de petróleo con el criadero de azufre que se viene explotando desde hace más de medio siglo en Arcos de la Frontera, no creo desprovistos de interés algunos datos que acabo de recoger en el terreno. A tres kilómetros á Poniente de la población, sobre la derecha del Salado, junto á la carretera de Jerez, se halla este criadero de azufre, de caracteres muy distintos de los otros de la misma substancia que yacen en el terciario de Libros, Hellín, Lorca y otras localidades.

Más abajo del puente de dicha carretera toca al río un tajo de calizas y arcillas yesíferas triásicas, dobladas en un anticlinal de vértice muy agudo, con las capas de la rama occidental casi verticales, sobre las que yacen unas margas y gredas grises cenicientas, que corresponden al neocomiense, y así lo acreditan los amonitos piritosos y los belemnitos que contienen, si bien algo escasos. Entre estos amonitos se reconocen los *Haploceras Nisus*, Orb.; *Phylloceras Tethys*, Orb., y varios *Hoplites*, y la misma formación infracretácea se prolonga por la vertiente meridional del risco que llaman la *Cos-tillera*, el punto más elevado del serrijón del Guijo, situado al SE. de las minas de azufre, la cual se titula *El Señor del Perdón*.

Se hallan estas en una depresión contigua al Salado, en la cual se fué abriendo una hoya de 100 metros de largo por unos 40 de anchura media, con profundidades que llegan hasta ocho metros en su centro. Aparte de dos galerías insignificantes, hoy hundidas, el mineral de azufre se explota con tajos á cielo abierto, desmontando previamente un lecho ó montera de tierra vegetal de 50 á 60 centímetros de grueso.

Con objeto de reconocer la importancia del criadero, en estos dos años últimos se abrieron 29 sondeos, continuándose actualmente los trabajos de investigación con otro aparato, á fin de alcanzar mayores profundidades, pues el más hondo de aquellos, situado en el centro de la hoya, sólo penetra 65 metros. De este sondeo, que se halla entubado, brota un manantial de agua muy salada, que arroja de 8 á 12 litros por minuto, y de la cual continuamente se desprenden burbujas de hidrógeno sulfurado, que por su descomposición produce escamas blanquecinas de azufre, las cuales, reunidas en el fondo, dejan costras delgadas de mineral, viéndose claramente el modo de formación de este criadero. Ambas substancias proceden de las arcillas del triás, pues por esta parte tienen poco espesor las margas neocomienses, y las fisuras que se abrieron en estas en todos sentidos se rellenaron de azufre, que aparece al cabo de tiempo con sus caracteres propios en costras cristalinas y con una riqueza que varia entre el 6 y el 40 por 100.

Entre las margas neocomienses se intercalan unas arcillas carbonosas, sumamente plásticas y correosas, que envuelven núcleos de caliza compacta con vetas de pirita. El azufre se entrecruza en las costras, que parecen más ricas cuando se ajustan al buzamiento al SE.; pero su continuidad se borra á cada paso por muchas grietas transversales.

Según se ve en los cortes laterales de la hoya que allí se abrió, sobre las margas neocomienses yace un depósito, probablemente plioceno, formado de margas con intercalaciones de unos lentejones irregulares de poco espesor, compuestos de un conglomerado calizo de cantos ó guijo menudo, en el cemento de los cuales se mezcla el azufre. Este cemento, así como la superficie de los cantos, es de color negro, debido al sulfuro de hierro que lo impregna.

En esas margas y en el conglomerado interpuesto es donde se encontró al principio el azufre, habiéndose notado que la riqueza mayor llegó al 17 por 100 en el centro del depósito terciario, reduciéndose gradualmente hasta menos del 4 por 100 en los bordes de la excavación.

La continuidad de las emanaciones sulfurosas hasta la fecha ha motivado la impregnación del azufre hasta las tierras de formación reciente que cubren el depósito terciario, y entre las cuales se han encontrado bellotas y tallos de vid y de otras especies vivientes impregnados de dicha substancia.

El poco espesor del depósito terciario en este yacimiento se comprobó con un sondeo que se abrió sobre la izquierda del Salado, en la prolongación oriental del eje de la hoya excavada, pues se avanzó hasta 37 metros de profundidad, el primero de los cuales corresponde á la tierra vegetal, los ocho siguientes al terciario, y se penetró en el neocomiense á partir del noveno.

Madrid 28 de Enero de 1909.

ESTUDIO DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA  
EN  
VILLEN A (PROVINCIA DE ALICANTE)

POR  
D. LUIS MARIANO VIDAL

Inspector general de Minas

Y

D. R. SÁNCHEZ LOZANO

INGENIERO JEFE DE MINAS

Villena es una de las más importantes poblaciones de la provincia de Alicante, y se halla situada en la parte N., cerca de la divisoria con la provincia de Murcia, en el extremo occidental de un serrijón llamado Sierra de San Cristóbal, que se alza aislado entre la Sierra de Morrón al N., y la de Peña Rubia al S.

Es una población agrícola cuya riqueza se funda en la abundancia de aguas, que nacen en fuentes caudalosas, unas dentro del poblado y otras á alguna distancia, acrecentada por las que con algunos pozos artesianos se han descubierto modernamente.

El río Vinalopó, que viene de Sierra Mariola, aunque seco de ordinario, tiene su cauce entre la sierrezuela del Castillo de Villena y la Sierra de Peña Rubia; y al llegar al pie de Villena, tuerce casi á ángulo recto hacia el S., encaminándose á Sax y Novelda.

Basado en la abundancia de aguas el bienestar del pueblo, no es de extrañar que, cuando algún trabajo amenace mermarlas, cunda la alarma y se apresten á defenderlas. De ello ha sido efecto la gestión que ha motivado la orden ministerial de 31 de Marzo último disponiendo que una Comisión, destacada del personal del Mapa geoló-

gico, estudiase el asunto, lo cual cumple ésta en el presente informe.

A falta de un expediente en que consten detallados los puntos que hayan dado origen á la queja del Municipio ante la Superioridad, los Ingenieros que suscriben han oído sobre el terreno las manifestaciones que el señor Alcalde, Secretario y otros funcionarios y particulares les han hecho, de todas las cuales se deduce lo siguiente:

Que se han incoado en la localidad varios registros mineros, solicitando concesiones de minas de carbón.

Que se han hecho dentro y fuera del perímetro de estas concesiones solicitadas, labores aparentemente en busca de carbón, y realmente en busca de aguas.

Que estas labores han mermado el caudal de fuentes existentes.

Que el Municipio se ha opuesto á la continuación de tales trabajos, y que en la controversia gubernativa se ha informado oficialmente la posibilidad del hallazgo de capas de carbón, y, por lo tanto, la legalidad de los trabajos mineros protestados.

La Comisión no cree deber puntualizar todos y cada uno de los hechos que en estas manifestaciones se condensan; los expedientes á que se refieran tienen su curso marcado por la ley, y ella señala las entidades que deban informar y los Centros ante quienes quepa apelación; pero constituye su principal objeto examinar si es fundada la alarma, é indicar lo que proceda para evitar perjuicios; y á este fin, ha empezado por emprender un estudio geológico de la comarca; ha visitado y examinado uno por uno los alumbramientos antiguos y los nuevos; los ha relacionado topográfica y físicamente; ha analizado sus aguas, y dará en el curso de este informe las deducciones que de todo ello se desprenden.

## ESTUDIO GEOLÓGICO

El plano geológico que se acompaña introduce modificaciones muy importantes en el bosquejo general de la provincia, que forma parte del Mapa geológico general de España, como que es un estudio de detalle sobre una región que en dicho Mapa general no pudo verse más que someramente. (Véase lámina 4.)

Marca el nuevo plano los dos valles cuaternarios, uno al N. y otro al S., que corren casi paralelos: el primero, llamado Valle del Benjama, entre la Sierra de San Cristóbal y la Sierra de Morrón, y el segundo, formando el verdadero Valle de Vinalopó, se llama Valle del Biar, comprendido entre la Sierra de San Cristóbal y la de Peña Rubia. Esta última sierra la situamos en el Numulítico, variando su clasificación actual, y las dos primeras quedan en el Cretáceo; todo esto por lo que se refiere á la parte oriental de la comarca. Para la parte occidental, las modificaciones que introducimos son de más transcendencia, no sólo bajo el punto de vista geológico, sino, como veremos, bajo el de hidrología subterránea. En vez de la gran mancha triásica que se representa al S. y al W. de Villena, señalamos una larga y estrecha faja triásica que corre casi de N. á S. por las vertientes de la derecha del Valle de Vinalopó. La constituyen una serie de colinas de poca altura, que se enlazan unas con otras en forma de una sierrezuela de cresta ondulada, compuestas de calizas, dolomías, margas rojas y yesos, en posición evidentemente trastornada, denunciando un movimiento tectónico seguido de falla.

Del lado occidental de esta mancha triásica, una llanura cuaternaria la separa de las altas montañas que bordean el valle y que están constituidas por calizas del Cretáceo. En este llano está el *Zaricejo*, con varias fuentes y labores en busca de agua.

La importancia de este estudio geológico radica en las consecuencias que de él se derivan para el asunto de las aguas de Villena, pues acusa una completa independencia entre las de la población, ó sea del lado oriental, y las del *Zaricejo*, ó sea del lado occidental, como haremos ver más adelante, lo cual nos permite estudiar separadamente cada uno de estos dos grupos. (Véanse los cortes geológicos.

## ALUMBRAMIENTOS

## DE AGUA ANTIGUOS Y MODERNOS

Pasemos á ocuparnos de las fuentes y pozos que hemos visitado. Estos alumbramientos, que vienen enumerados en el estado adjunto, los dividiremos en dos grandes grupos: *de Villena* y *del Zaricejo*, ó sea grupo oriental y grupo occidental.

## Grupo de Villena ó grupo oriental.

Según el modo de presentarse el alumbramiento de aguas, hay que considerar tres secciones:

- 1.<sup>a</sup> Aguas someras: norias, pozos ordinarios, aguas subálveas.
- 2.<sup>a</sup> Aguas de fuentes.
- 3.<sup>a</sup> Aguas de pozos artesianos.

## Aguas someras.

Las aguas subálveas del río Vinalopó se han alumbrado desde tiempos muy remotos en unas acequias que á modo de avenamientos hay abiertas á través del valle, muy poco antes de llegar á Villena, y se utilizan en el riego de esta parte de la campiña que se conoce con el nombre de *El Caracol*. Todos están conformes en que quedaron mermadas cuando más arriba, en el mismo valle, se hizo recientemente por el Sr. Hernández Villegas la obra que figura en el plano con la letra A.

Hay aquí, en propiedad de dicho Sr. Hernández, un pozo ordinario provisto de una noria, cuya profundidad es de 5 metros. Con objeto de aumentar el caudal, el propietario practicó una galería de absorción de 60 centímetros de ancho y 90 metros de longitud desde su fondo hacia el N., y otra de 200 metros hacia el SW. que desembocaba en el cauce, seco actualmente, del Vinalopó, por dentro del cual continuaba en zanja para ganar el necesario desnivel, y el caudal alumbrado dice dicho señor que era de 52 litros por segundo; su calidad no difiere mucho de la de Villena, si bien es algo mejor, pues mide  $30 \frac{1}{2}$  grados hidrotimétricos.

A consecuencia de la reclamación del Municipio, estas obras se paralizaron, y hoy el agua está estancada dentro de dichas galerías.

*Noria del Puntal*, de Doña Dolores Asuat.—Este pozo se halla abierto en el Valle del Buejama, y su situación lejos del Valle del Vinalopó, y en lugar más elevado y enclavado entre las Sierras de Morrón y de San Cristóbal, ya parece indicar que el agua ha de tener aquí distintas condiciones. Es, en efecto, el punto en que el hidrotímetro nos ha acusado mayor pureza, pues no pasa de 23°.

## Aguas de fuentes.

Las fuentes son todas públicas, se hallan en el casco de la población y brotan de grietas de caliza cretácea blanquecina que integra el cerro de San Cristóbal. Una de ellas, que es la de El Bordoño, no siempre da agua: hoy está enjuta; en 1884 brotaba cuando las demás fuentes estaban muy crecidas. Las que manan constantemente son abundosas, sobre todo la de Los Chorros, que rinde 504'074 litros por segundo. Su calidad es, con poca diferencia, la misma, midiendo de 34 á 40° hidrotimétricos.

En una de ellas, llamada *La Losilla*, se ven señales de haber antes alcanzado un nivel 25 centímetros más alto que hoy.

## Aguas de pozos artesianos.

Cinco son los pozos que se han abierto en esta parte: cuatro de ellos en el casco de la población, y uno en la campiña.

Los primeros, uno de los cuales ha sido practicado por el Municipio en la plaza de Castelar, han cortado una zona acuifera á los 18 ó 19 metros.

Los terrenos atravesados son arena y greda, surgiendo el agua de un banco de arena debajo de esta última roca.

Como en el pozo del Ayuntamiento, abierto en la plaza de Castelar, esta capa acuifera no ascendió más que hasta el nivel del suelo, prolongóse el taladro seis metros más, cortando arenisca y greda, y al romper un banco de asperón duro amarillento dióse en una capa de arena acuifera, brotando el manantial 60 centímetros sobre el piso.

El pozo abierto por D. Pascasio López Santonja en su finca, dis-

tante 1200 metros de Villena, es el más profundo, pues llegó á 85 metros, y es muy interesante porque cortó cinco niveles acuíferos, el más bajo á los 60 metros de profundidad, con la particularidad de que ninguna de las cuatro capas superiores llegó á brotar del suelo, siendo dos de ellas evidentemente las mismas del pozo de la plaza de Castelar. (Véase el plano y el corte geológico, lámina 5, y el estado núm. 1.)

#### CONCLUSIONES

##### PARA EL GRUPO DE VILLENA Ú ORIENTAL

De esta enumeración, que hemos hecho lo más compendiada posible, dejando para los estados que acompañamos los detalles, que podrán consultarse para facilitar mejor nuestra explicación, se deduce que en esta parte oriental de la comarca que estudiamos hay manantiales completamente independientes unos de otros y manantiales ligados íntimamente entre sí.

Es de citar, en primer término, el alumbrado en el pozo-noria del Pantal, que es el que da el agua más pura, y que por su situación elevada respecto de las demás corrientes subterráneas queda del todo separado de ellas por su origen y condiciones y á cubierto de daños por los trabajos hidráulicos que se hicieron en las cercanías de la población. No se ha podido ver el terreno en que nace; pero no dudamos que corresponde al aluvial que llena todo el valle Benefama.

Las aguas subálveas del río Vinalopó comprenden dentro de un mismo grupo las descubiertas en zanja en el sitio *El Caracol* y las de la noria y galería del Sr. Hernández.

Forma el valle un grueso depósito aluvial de arenas arcillosas blanquecinas, y por su base, á una profundidad que en el pozo del Sr. Hernández es de cinco metros y al llegar á Villena es de sólo un metro á lo más, discurre la corriente sostenida por un banco inferior muy arcilloso.

Con decir que esta corriente es la subálvea en que desde lejos viene transformada por la porosidad del terreno el agua superficial del río, la cual, en la época de nuestra visita, no se veía en parte alguna, queda dicho que todo trabajo en la parte alta del valle que derive parte de estas aguas ocultas, ha de perjudicar á las que en la parte baja del mismo se utilizan para el riego.

Por esto la galería de los Sres. Hernández mermó las de *El Cara-*

*col*, y por esto resultó muy justa y atendible la reclamación del Municipio.

La finca de *Casa Burilla*, propiedad del Sr. López Santonja, y que está situada aguas abajo de Villena, utilizando, como utiliza, para el riego las aguas someras de *El Caracol*, debió también sufrir perjuicio con la citada galería.

Las fuentes públicas de Villena, que brotan todas en la caliza cretácea, constituyen otro grupo que, por su composición y por su temperatura, se aproximan más á las aguas artesianas de esta localidad que á las aguas que hasta ahora hemos visto: miden de 34 á 40° hidrotimétricos, y las artesianas de 33  $\frac{1}{2}$  á 36, y su temperatura es 18°, la misma que la de los pozos artesianos sitios dentro de la población.

Por esta temperatura podemos calcular que la profundidad de donde proceden no es menor de 96 metros.

Su modo de surgir les señala distinto origen que á las anteriores, pues no es probable que una corriente que halle fácil camino por el fondo del lecho del Vinalopó, se distraiga en parte de su curso para internarse en los estratos calizos de la Sierra de San Cristóbal y adquiera durante su corto recorrido á través de esta colina una temperatura y una composición tan marcadamente diferentes.

Es, pues, la explicación más plausible la de que los bancos calizos de la Sierra Mariola y los de la Sierra del Morrón, que no son sino una derivación de aquélla, y buzan todos marcadamente hacia el S., sean los que conduzcan desde grandes distancias el caudal que brota en las fuentes de Villena.

Es de advertir que en la localidad nos afirmaron que las fuentes se resintieron de las obras que el Sr. Hernández hizo en el Valle de Vinalopó; pero tenemos datos suministrados por D. Angel Esquemebre Español, que fué Alcalde de aguas de Villena, quien asegura que en 1880 y 1881, época anterior á las obras en cuestión, mermaron grandemente por razón de la sequía las fuentes públicas, quedando reducidas á un caudal equivalente al de hoy. Que en 1884, en que todos los manantiales crecieron, brotó la fuente del Bordoño, hoy seca, y que lo mismo había ocurrido en 1820. De modo que si se tiene presente que no ha sido abundante en aguas la época actual, bien se deberá atribuir á circunstancias meteorológicas, y no á la acción directa de las obras en busca de aguas, la disminución de caudal de las fuentes, sobre todo una vez explicada, como acabamos de hacerlo, la independendencia entre unas y otras.

### Grupo del Zaricejo, ó grupo occidental.

En esta localidad, que dista unos 5500 metros al O. de Villena, se encuentran varios alumbramientos, unos naturales, otros artificiales, todos ellos situados más cerca de las calizas cretáceas que integran las montañas, límite occidental del valle, que de la baja arista triásica que constituye su borde oriental. (Véase la lámina 5 bis.)

Hemos visitado once manantiales entre fuentes y pozos, que en detalle se enumeran en el estado correspondiente, y las condiciones de sus aguas, su composición y su temperatura son tales y tan parecidas, que no cabe duda que obedecen á un origen común.

La *fente del Chopo*, situada al pie de la ermita de la Virgen de las Virtudes, nace en una gruta abierta naturalmente en un banco de *brecha caliza* y llena un estanque ó depósito que se ha construido á nivel del manantial, y con auxilio del cual se riega buena extensión de terrenos. Su caudal es 21'549 litros por segundo.

La *fontana de Cervis* es un pequeño hoyo de un metro de diámetro sito en el borde de la Laguna (hoy desecada) y á unos 500 metros de la sierra cretácea. El agua no brota del fondo, sino de los costados, con un caudal aproximado de 1'50 litros al segundo. Su temperatura es 18°.

Dicen los ancianos de la comarca que no mermaba nunca esta fuente; pero que cuando se abrieron los pozos artesianos en El Zaricejo, bajó 25 centímetros á los pocos días, y así permanece en la actualidad.

#### Pozos artesianos.

Se hallan distribuidos en un radio de unos 650 metros, y su profundidad oscila entre 10 y 112 metros. Su diámetro es de 17 á 55 centímetros.

Todos ellos están aguas abajo de la fuente del Chopo, y se detallan en el estado adjunto. Van abiertos en arena y grava, y alguno ha cortado una hilada de caliza tobácea, según puede deducirse de explicaciones tomadas tanto tiempo después de su construcción, y no habiéndose cuidado de guardar testigos de las rocas atravesadas. Pero se comprende por los datos reunidos que el valle está formado de una masa aluvial, sentada sin duda sobre arcillas, y que en esta

masa permeable penetran las aguas que proceden, sea lateralmente, sea de cierta profundidad, del cercano macizo calizo. Estas aguas, cuya temperatura es de 21° centígrados, alimentan todos los pozos; lo demuestra además su composición, que oscila entre 46 y 51° hidrotimétricos. La temperatura que presentan permite suponer que proceden de una profundidad no menor de 186 metros. Como varios de ellos (véase estado núm. 2) son más antiguos que los otros, pudieron notar perfectamente la merma que determinó en ellos la apertura de los modernos; merma que se acentuó grandemente cuando la Sociedad constructora de estos últimos abrió, para aumentar el caudal total alumbrado, una galería de unos 300 metros á una profundidad de 3'60 metros por bajo de la boca de dichos pozos, pues es sabido que todo lo que sea descender el nivel de emergencia en esta clase de alumbramientos de aguas, se traduce en aumento de caudal.

Esta galería, que dió lugar en seguida á reclamaciones, tiene de sección 4'80 por 0'60 metros. No está revestida y es una verdadera galería de absorción, en la cual el agua brotó unas veces á borbotones del piso, y otras á 60 centímetros de altura en los costados. Su caudal es de 1'50 litros por segundo. Al penetrar en los bancos calizos del borde del valle, apareció una rendija vertical que rindió 20 litros, y más adelante se cortó otra que daba de 16 á 18 litros; lo cual enseña que el agua, como antes hemos dicho, viene encerrada entre los bancos calizos y penetra subterráneamente en las arenas del llano; las satura, y natural es que, á medida que se multiplican las bocas de salida con nuevos pozos y galerías, vaya mermando el caudal de los alumbramientos existentes. Este hecho fué reconocido por el autor de la obra, Sr. Atienza, quien procuró compensar el daño producido abriendo una galería á su costa de 400 metros de longitud á favor del perjudicado, sin lograr por esto restablecer el agua en la totalidad de su caudal antiguo.

## CONCLUSIONES

## PARA EL GRUPO DEL ZARICEJO

De suerte que queda establecido por el estudio geológico del terreno, y comprobado por la experiencia:

Que los manantiales naturales y los alumbrados por el trabajo del hombre en El Zaricejo, tienen mutua relación entre sí, siendo, por tanto, peligrosa para ellos la apertura de pozos y galerías en este paraje.

Que tienen sus aguas el origen en la sierra cretácea del W., de donde descienden subterráneamente á impregnar la masa de arenas diluviales del valle en el cual los pozos artesianos están abiertos.

Que la larga arista triásica que corre casi de N. á S. por el valle, constituye una barrera infranqueable que hace del todo independientes los sistemas hidrológicos de Villena y del Zaricejo.

**Pozos de Sax.**

Aunque estos manantiales no hacen parte de los que han sido objeto de reclamación, la Comisión los ha visitado, por si pudieran, pesar de la distancia á que se hallan de los que acabamos de ver, guardar alguna relación con ellos.

Se encuentran á seis kilómetros aguas abajo de Villena y consisten en varios pozos artesianos que rinden un caudal considerable de un agua muy cargada de sales calizas, con una temperatura de 27 á 30° centígrados.

Su profundidad es de 40 á 52 metros, y el agua, que en alguno se destina á baños, es en su caudal reunido destinada á abastecer á Alicante, á pesar de la mala calidad, que hace que se cubran las tuberías de un grueso depósito de incrustación.

Ni la composición de estas aguas, ni su temperatura, que acusa un nivel más profundo, hacen suponer que tengan relación alguna con las que hemos visto.

Así, pues, las conclusiones que estableceremos en este trabajo, se referirán sólo á los grupos de Villena y del Zaricejo.

## RESUMEN

1.º Las aguas someras del valle del Benejama son las únicas, de las que la Comisión ha visitado en las cercanías de Villena, que no tienen que temer perjuicio alguno de los trabajos en el río Vinalopó. Su origen y régimen es independiente de las demás, y son las de mejor calidad.

2.º Las aguas someras del valle del Vinalopó, que se utilizan para riego en el paraje *El Caracol*, pueden ser mermadas por galerías de absorción que se abran aguas arriba en el mismo valle.

3.º Las fuentes públicas de la población de Villena no pueden ser perjudicadas por las galerías de absorción que se han abierto en el valle del Vinalopó.

4.º El agua de las fuentes públicas de Villena y la de los pozos artesianos de la población y de sus inmediaciones, reconocen un origen común. De suerte que está en lo posible que nuevos pozos artesianos ó socavones que se abriesen en el valle del Vinalopó, aguas abajo de Villena, mermasen á dichos alumbramientos existentes.

5.º El agua de las fuentes y pozos artesianos del Zaricejo reconoce un origen común que radica en la sierra que limita el valle por el W., y es completamente independiente de las aguas de Villena y sus cercanías, estando unas y otras del todo separadas por la larga arista triásica que sigue el valle.

6.º Los nuevos pozos artesianos y las galerías que se han abierto ó que pudiesen abrirse en dicha zona del Zaricejo, afectan á los alumbramientos en ella existentes, por efecto de que todos se alimentan en un mismo depósito de aguas; pero ningún daño pueden reportar á los manantiales de Villena y sus alrededores.

Dado este resumen de lo que hemos deducido como consecuencia del estudio que se nos ha encomendado, pasemos á ocuparnos de los medios de evitar en lo sucesivo los perjuicios que, al amparo de derechos más ó menos legítimos, se han producido.

Según nos han manifestado el Ayuntamiento y los interesados, el procedimiento que se viene siguiendo para obtener aguas subterráneas ha sido casi siempre solicitar una concesión minera de carbón ó de hierro: ábreuse labores con autorización del dueño del terreno;

y como se sitúan éstas en sitio donde haya probabilidad de dar con aguas ocultas, al surgir éstas, creen los mineros que son de su propiedad, fundándose en el art. 28 de las Bases, que dice que el minero es dueño de las aguas halladas con sus trabajos.

Los propietarios de aguas de la superficie que ven mermados sus manantiales con estas obras, acuden en queja, y el conflicto ha llegado á veces á revestir gravedad suma, amenazándose alteración del orden público.

Merece, pues, el asunto que nos ocupemos detenidamente en él.

A pesar de lo claro y terminante de las disposiciones que sobre la obtención y el dominio de aguas subterráneas dictó la ley de Aguas de 15 de Junio de 1879, y de las que la Real orden de 5 de Junio de 1883 estableció sobre la concesión de aguas subterráneas en terrenos de dominio público, es un hecho, muchas veces repetido, que se piden y se obtienen concesiones de minas cuya mira única ha sido apoderarse, por medio de minados, de las aguas subterráneas que circulan por el subsuelo de la concesión. Fácil es obtener tales concesiones mineras al amparo de una ley que no exige la existencia del mineral que se solicita, y fácil es obtener del propietario del suelo el permiso de abrir labores, sea por convenio mutuo, sea por expropiación, siempre que en el curso del expediente que para esto se abra se encuentre un Ingeniero capaz de informar que hay *posibilidad* de hallar el mineral, y que, por lo tanto, es preferible explotar una mina (que nunca valdrá nada) á explotar el suelo agrícola (que siempre vale algo).

De suerte que, bajo el amparo de la Administración misma, pueden llegar á abrirse esas labores, cuyo verdadero fin ya se había sospechado, y empezar á cumplirse la amenaza que los dueños de manantiales existentes veían venir.

Pero, á pesar de esto, ni la ley de Minas ni la ley de Aguas dejan desamparada la propiedad ante los ataques de los mineros poco escrupulosos; pues el Reglamento general para el régimen de la minería de 16 de Junio de 1905, dice en el art. 1.º que las aguas subterráneas, en su alumbramiento y aprovechamiento, están sujetas á la ley de Aguas de 15 de Junio del 79 y á la Real orden de 5 de Junio del 85; y además, dictóse en 7 de Junio de 1899 una Real orden en el expediente de registro de la mina *Alerta* con motivo de la oposición de varios propietarios de aguas, mandando que, al darle el título de propiedad, se consignasen, además de las condiciones ge-

nerales de la ley de Minas, las especiales de los artículos 19, 25 y 24 de la ley de Aguas, precisamente para impedir que nadie se valga de un verdadero subterfugio para hacer labores que, en vez de explotar minerales, tengan por objeto apoderarse de aguas ocultas.

De modo que no hay más que acudir á la ley de Aguas para ver cómo está protegido el derecho del dueño del suelo en esta materia, y lo que tiene que hacerse cuando corre peligro de ser vulnerado por supuestos derechos mineros.

Los arts. 18 á 23 sientan las facultades que asisten para abrir pozos ordinarios, artesianos ó socavones y galerías; pero el 23 limita esta facultad cuando se distraigan otras aguas de su corriente natural, y añade que cuando amenazase peligro de que con tales labores se mermasen aguas *públicas* ó *privadas* preexistentes con derechos legítimos, el Alcalde, á excitación del Ayuntamiento en caso de ser aguas públicas, ó por denuncia de los interesados en caso de ser privadas, podrá suspender las obras.

Tiene, pues, el Alcalde medios suficientes para hacer respetar los derechos existentes, y no hay necesidad para esto de acudir á medidas especiales ni extraordinarias. Si el asunto va en alzada al Gobernador, y éste resuelve contra la providencia municipal, cabe el recurso de acudir al Ministro.

De consiguiente, opina la Comisión que la delimitación que en nuestro estudio hemos hecho de la influencia y relación que los distintos alumbramientos de agua tienen entre sí, marca á los propietarios el fundamento de los temores que puedan nacer ante toda obra nueva de esta clase; que en el cap. IV de la ley de Aguas de 15 de Junio de 1879, se dan con toda claridad reglas sobre el dominio de las aguas subterráneas, y en su aplicación fiel y oportuna hallarán el Alcalde y los vecinos de Villena el modo de hacer respetar sus derechos á las aguas existentes.

Madrid 50 de Julio de 1909.

## Estado núm. 1.

## VILLEN A

Capas cortadas en el sondeo del pozo artesiano de D. Pascasio López Santonja en su finca titulada "Bulilla,,"

| Profundidad.<br>—<br>Metros. | Espesor.<br>—<br>Metros. | CLASE DE TERRENO                                                                     |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1'00                         | 1'00                     | Tierra vegetal.                                                                      |
| 2'00                         | 1'00                     | Arcilla blanquecina y cenicienta.                                                    |
| 2'20                         | 0'20                     | Tosca negra porosa.                                                                  |
| 3'00                         | 0'80                     | Arena.                                                                               |
| 9'00                         | 6'00                     | Arcilla roja.                                                                        |
| 10'00                        | 1'00                     | Conglomerado.                                                                        |
| 14'00                        | 4'00                     | Arcilla con algo de arena, y agua que asciende hasta tres metros bajo la superficie. |
| 22'00                        | 8'00                     | Arcilla blanca.                                                                      |
| 23'00                        | 3'00                     | Arcilla roja, más blanda al final.                                                   |
| 27'00                        | 2'00                     | Conglomerado muy consistente, y agua que queda a 2'50 metros bajo la superficie.     |
| 33'00                        | 6'00                     | Arcilla roja.                                                                        |
| 34'00                        | 1'00                     | Conglomerado, y agua que queda a dos metros bajo la superficie.                      |
| 49'00                        | 15'00                    | Arcilla roja.                                                                        |
| 50'00                        | 1'00                     | Grava, y agua ascendente que queda un metro bajo la superficie.                      |
| 54'00                        | 4'00                     | Arcilla roja muy fuerte y más blanda al final.                                       |
| 53'00                        | 1'00                     | Grava y arena.                                                                       |
| 55'50                        | 0'50                     | Conglomerado fuerte.                                                                 |
| 53'90                        | 0'40                     | Conglomerado blando.                                                                 |
| 56'90                        | 1'00                     | Gravas con agua ascendente.                                                          |
| 58'90                        | 2'00                     | Conglomerado fuerte.                                                                 |
| 59'53                        | 0'25                     | Arcilla roja blanda.                                                                 |
| 60'65                        | 1'00                     | Conglomerado fuerte, y agua artesiana que brota sobre el suelo.                      |
| 70'50                        | 9'85                     | Conglomerado.                                                                        |
| 70'65                        | 0'15                     | Arcilla roja.                                                                        |
| 74'00                        | 3'35                     | Conglomerado.                                                                        |
| 74'60                        | 0'60                     | Arcilla roja.                                                                        |
| 77'00                        | 2'40                     | Conglomerado.                                                                        |
| 77'50                        | 0'50                     | Arcilla roja.                                                                        |
| 83'00                        | 5'50                     | Arcilla roja.                                                                        |

El agua artesiana procedente de los 60 á 65 metros de profundidad, subía en un tubo vertical hasta 1'95 metros de altura sobre el suelo.

Brotaba el agua sobre un tubo de 15 centímetros de diámetro á 68 centímetros sobre el suelo, y daba un caudal de 2'2 litros por segundo.

El día 22 de Abril de 1909 se cortó el tubo en una longitud de 60 centímetros, rebajando, por consiguiente, en esta cantidad el nivel de salida, con lo que se consiguió un caudal de tres litros por segundo.

## Pozo en la Plaza de Castelar, en Villena.

| Profundidad.<br>—<br>Metros. | Espesor.<br>—<br>Metros. | CLASE DE TERRENO                            |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| 13'00                        | 13'00                    | Arena muy fina.                             |
| 18'00                        | 5'00                     | Greda mezclada con arena.                   |
| 19'00                        | 1'00                     | Arena gruesa muy limpia, acuifera.          |
| 23'00                        | 4'00                     | Arenisca algo consistente.                  |
| 24'00                        | 1'00                     | Greda blanca muy blanda.                    |
| 25'00                        | 1'00                     | Asperón fuerte amarillento, acuifero.       |
| 28'00                        | 3'00                     | Arena igual á la de los 13 primeros metros. |
|                              | 28'00                    |                                             |

Se cortaron dos capas acuiferas: la primera á los 19 metros, en arena, habiendo subido el agua hasta el nivel del suelo; la segunda á 25 metros.

La tubería es de 25 centímetros de diámetro; temperatura del agua, 18'5°. Se comenzó á primeros de Octubre de 1908 y se terminó á últimos de Noviembre del mismo año. Es propiedad del Ayuntamiento de Villena.

Estado núm. 2.

Datos sobre los p

| Núm. de orden. | CLASE de obra.                                                                     | DIMENSIONES                                                                      | Altura del agua sobre el suelo en centímetros | TEMPERATURA |        | Grados hidrolométricos. | C A                                     |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|--------|-------------------------|-----------------------------------------|
|                |                                                                                    |                                                                                  |                                               | Aire.       | Agua.  |                         |                                         |
| 1              | Pozo artesiano en la finca Casa Burilla, en término de Villena (El Caracol)..      | De 80 metros de profundidad, con tubo a rosca de 15 centímetros de diámetro..... | 42                                            | 23          | 18     | 33 1/4                  | Dos litros por segundo.<br>14.472 según |
| 2              | Galería, Fuente pública de La Losilla (Villena).....                               | »                                                                                | 25                                            | 21          | 18 1/2 | 34                      |                                         |
| 3              | Fuente pública de El Bordoño en la ladera del Cerro de S. Cristóbal (Villena)..... | »                                                                                | »                                             | »           | »      | »                       |                                         |
| 4              | Pozo artesiano en la Plaza de Castelar (Villena)..                                 | De 28 metros de profundidad, con tubo de 25 centímetros de diámetro.....         | 60                                            | 24          | 18 1/2 | »                       |                                         |

de Villena y sus cercanías.

| FECHA de la obra.                                                                   | NOMBRE del propietario.      | CLASE de terreno.                         | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| empezó el 4.º de Septiembre de 1908 y se terminó el 12 de Febrero de 1909.....      | D. Pascasio López Santouja.. | Cuaternario.....                          | Aunque tiene 80 metros de profundidad, el agua sale á los 60 metros en una capa de conglomerado.<br>El agua de este pozo sube en un tubo vertical hasta 1'95 metros.<br>El propietario teme que las exploraciones de «El Caracol» puedan perjudicar á la finca «Casa Burilla,» por regar ésta con aguas procedentes de «El Caracol.»                                                                                                                                                                                                                              |
| antigua construcción.....                                                           | Ayuntamiento...              | Calliza de la Sierra de S. Cristóbal..... | Esta fuente ha disminuído de caudal, y se ve, por las señales antiguas del agua, que ésta subía 25 centímetros más que el nivel que tiene en la actualidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| »                                                                                   | Ayuntamiento...              | Calliza del Cerro San Cristóbal.          | La fuente está seca en la actualidad. Brotaba el agua en 1881, cuando las demás fuentes estaban muy crecidas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| empezó á 1.º de Octubre de 1908, y se terminó á últimos de Noviembre del mismo año. | Ayuntamiento...              | »                                         | Las rocas cortadas en el pozo fueron las siguientes: los 43 metros primeros, en arena muy fina; siguen 5 metros de greda, mezclada con arena; un metro en arena lavada recia; 4 metros en arena cimentada, bastante dura de romper; un metro en greda fina, muy blanda, blanca; un metro en asperón fuerte, amarillento; los 3 metros últimos, en arena igual á los 43 primeros metros. La primera capa acuifera se cortó á los 19 metros, en arena lavada, saliendo el agua á nivel del suelo. La segunda á los 25 metros, la cual elevó el agua 60 centímetros. |

| Núm. de orden. | CLASE de obra.                                                     | DIMENSIONES                                                             | Altura del agua sobre el suelo, en centímetros | TEMPERATURA |       | Grados hidrotimétricos. | C A               |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|-------|-------------------------|-------------------|
|                |                                                                    |                                                                         |                                                | Aire.       | Agua. |                         |                   |
| 5              | Pozo artesiano en la casa de D. Francisco Hernández (Villena)..... | De 48 metros de profundidad, con tubo de 5 centímetros de diámetro..... | 32                                             | 18          | 22    | 35                      | Nueve minutos     |
| 6              | Pozo artesiano en la casa de Don Luis García (Villena).....        | De 48 metros de profundidad, con tubo de 5 centímetros de diámetro....  | 1'20                                           | 18          | 19    | 34                      | Tres cuatropo     |
| 7              | Galería (El Caracol)..                                             | De 340 metros de longitud por 0'60 de anchura.....                      | "                                              | "           | "     | 30 1/2                  |                   |
| 8              | Fuente pública de «Los Chorros» (Villena).....                     | "                                                                       | "                                              | "           | "     | 40                      | 304,074 l segundo |

E

| Núm. de orden. | CLASE de obra.                                      | DIMENSIONES | Altura del agua sobre el suelo, en centímetros | TEMPERATURA |       | Grados hidrotimétricos. | C A U              |
|----------------|-----------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------|-------------|-------|-------------------------|--------------------|
|                |                                                     |             |                                                | Aire.       | Agua. |                         |                    |
| 9              | Fuente de «El Chopo» en la Virgen de las Virtudes.. | "           | 13                                             | 22          | 20    | 47                      | 21.549 lit segundo |

| FECHA de la obra.                                               | NOMBRE del propietario.             | CLASE de terreno.              | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| empezó a 1.º de Julio de 1908, y se terminó en día y medio..... | D. Francisco Hernández Hurtado..... | Arena.....                     | Hay otro pozo muy cerca de éste y de la misma profundidad, en la fábrica de alcohol que el mencionado Sr. Hernández posee en Villena. Este pozo hace disminuir el caudal del pozo de la casa en dos litros, siempre que trabajan en la fábrica. |
| empezó en Agosto de 1908 y se terminó en ocho días..            | D. Luis García Catalán.....         | Arena.....                     | "                                                                                                                                                                                                                                               |
| "                                                               | Sres. Hernández Villegas.....       | Arcilla sabulosa blanquecina.. | De esta galería se dice que hizo disminuir notablemente las aguas de «El Caracol,» por lo cual se suspendieron los trabajos.                                                                                                                    |
| "                                                               | Ayuntamiento...                     | Caliza cretácea..              | Se divide en tres hilos:<br>Hilo del Rey, que da..... 42.256 lts. por "<br>Hilo del Olmillo, que da.. 74.272 " "<br>Hilo El Lavadero, que da.. 187.546 " "                                                                                      |
| TOTAL ....                                                      |                                     |                                | 304.074 lts. por                                                                                                                                                                                                                                |

ICEJO

| FECHA de la obra.         | NOMBRE del propietario. | CLASE de terreno.                                     | OBSERVACIONES                                                                                                                          |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antigua construcción..... | Ayuntamiento...         | Caliza tosca brechiforme, por donde sale el agua..... | Esta fuente ha disminuído de caudal, y se ve, por las señales antiguas, que el agua subía 25 centímetros sobre los 43 que hoy alcanza. |

| Núm. de orden. | CLASE de obra.      | DIMENSIONES                                                                                           | Altura del agua sobre el suelo, en centímetros | TEMPERATURA |       | Grados hidrotimétricos. | C A              |
|----------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|-------|-------------------------|------------------|
|                |                     |                                                                                                       |                                                | Aire.       | Agua. |                         |                  |
| 40             | Pozo artesiano..... | De 26 metros de profundidad, con tubo de 47 centímetros de diámetro.....                              | 43                                             | 19          | 21    | »                       | Dicen nuev segu  |
| 41             | Pozo artesiano..... | De 32 metros de profundidad, con tubo de 25 centímetros de diámetro. Dió el agua a los 30 metros..... | »                                              | »           | »     | »                       | Dicen ocho segun |
| 42             | Pozo artesiano..... | De 44 metros de profundidad, con tubo de 25 centímetros de diámetro.....                              | »                                              | »           | »     | »                       |                  |
| 43             | Pozo artesiano..... | De 30 metros de profundidad, con tubo de 30 centímetros de diámetro.....                              | 20                                             | 23          | 21    | 50                      |                  |
| 44             | Pozo artesiano..... | De 32 metros de profundidad, con tubo de 35 centímetros de diámetro.....                              | 25                                             | 25          | 24    | 31                      |                  |

| FECHA de la obra.                                                                    | NOMBRE del propietario.                                                                           | CLASE de terreno.                                                         | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se construyó en 1896.....                                                            | Era propiedad de D. Rafael Herrero. En la actualidad lo es de los señores Atienza y Compañía..... | Arena fina.....                                                           | De los 26 metros que tiene de profundidad, 24 están abiertos en arena fina, y los otros dos en una tierra negruzca que la llaman <i>trametal</i> . Este pozo tiene una galería en dirección a la Sierra, y que termina cerca de la ladera de la Umbria de la Virgen. Está casi seco desde la construcción de las galerías. |
| Se construyó el año 1897, no se recuerda la fecha de su terminación..                | Era propiedad de D. Rafael Herrero. En la actualidad lo es de los señores Atienza y Compañía..... | Arena y grava en capas alternantes.....                                   | Este pozo está seco desde que se han hecho los minados.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| »                                                                                    | »                                                                                                 | Grava con arena. El agua sale en la grava.....                            | Está seco desde que se han hecho los minados.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Se construyó hace ocho años, tardando treinta ó cuarenta días en su perforación..... | Sres. Atienza y Compañía....                                                                      | Terreno de grava con arena y caliza tosca. El agua salió en la grava..... | Antes de empezar el pozo artesiano, se abrió un pozo de sección rectangular de 9'75 metros de profundidad, con el objeto de hacer un minado para que el agua del pozo vertiera en él, y así se consiguió recortando el tubo 4'27 metros. La galería tiene un ancho 0'60 metros.                                            |
| Se construyó hace ocho años, y se terminó en cuarenta días.                          | Sres. Atienza y Compañía....                                                                      | Arena con grava y algo de caliza tosca. El agua sale en la grava.....     | Antes de empezar el pozo artesiano, se abrió un pozo de sección rectangular, en el cual hay abierta una galería para hacer verter el agua del pozo artesiano; así se consiguió recortando el tubo un metro; El pozo rectangular tiene 3'58 metros desde la boca al fondo. La galería tiene una anchura de 0'60 metros.     |

| Núm. de orden. | CLASE de obra.                        | DIMENSIONES                                                                                                     | Altura del agua sobre el suelo, en centímetros | TEMPERATURA |       | Grados hidrotimétricos. |
|----------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|-------|-------------------------|
|                |                                       |                                                                                                                 |                                                | Aire.       | Agua. |                         |
| 15             | Pozo artesiano.....                   | De 32 metros de profundidad, con tubo de 33 centímetros de diámetro.....                                        | 26                                             | 23          | 21    | »                       |
| 16             | Pozo artesiano.....                   | De 32 metros de profundidad, con tubo de 35 centímetros de diámetro.....                                        | 42                                             | 25          | 21    | 46 1/2                  |
| 17             | Pozo artesiano.....                   | De 60 metros de profundidad, con tubo de 40 centímetros. El agua se cortó a los 32 metros.                      | »                                              | 24          | 21    | 46                      |
| 18             | Pozo artesiano nombrado Consuelo. ... | De 30 metros de profundidad, con tubo de 35 centímetros de diámetro, el cual va reduciéndose con la profundidad | 150                                            | 24          | 21    | 46                      |
| 19             | Pozo artesiano.....                   | De 60 metros de profundidad, con tubo de 30 centímetros de diámetro. El agua se cortó a los 35 metros.          | »                                              | »           | »     | »                       |
| 20             | Pozo artesiano.....                   | De 442 metros de profundidad, con tubo de 20 centímetros de diámetro.....                                       | »                                              | »           | »     | »                       |

CA

| FECHA de la obra.                                            | NOMBRE del propietario.      | CLASE de terreno.                           | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Se construyó hace ocho años, y se terminó en cuarenta días.  | Sres. Atienza y Compañía.... | Arena con grava y algo de caliza tosca..... | Las mismas que para el pozo número 14.                                                                                                                                                  |
| Se construyó hace ocho años, y se terminó en treinta días... | Sres. Atienza y Compañía.... | Arena con grava.                            | El pozo rectangular tiene 41 metros desde la superficie del terreno al fondo de la galería, en la cual vierte el agua al pozo artesiano; para ello se recortó el tubo 4'08 metros.      |
| Se construyó en 1883, y es el más antiguo de todos.....      | Sres. Atienza y Compañía.... | Arena con grava.                            | El pozo rectangular tiene 8'92 metros desde la superficie del terreno al fondo de la galería, en la cual vierte el agua el pozo artesiano, para lo cual se recortó el tubo 4'08 metros. |
| »                                                            | Sres. Atienza y Compañía.... | Arena.....                                  | El agua del pozo tiene salida por una galería, situada 3'65 metros bajo el suelo.                                                                                                       |
| »                                                            | Sres. Atienza y Compañía.... | Arena, arcilla y algo de grava.             | No se puede ver por estar tapado con mampostería.                                                                                                                                       |
| »                                                            | Sres. Atienza y Compañía.... | Arena y arcilla..                           | Aunque tiene 442 metros de profundidad, el agua la dió a los 30 metros.<br>Tampoco se puede ver por estar tapado con mampostería.                                                       |

| Núm. de orden. | CLASE de obra.      | DIMENSIONES                                                                                            | Altura del agua sobre el suelo, en centímetros | TEMPERATURA |       | Grados hidrotimétricos. |
|----------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|-------|-------------------------|
|                |                     |                                                                                                        |                                                | Aire.       | Agua. |                         |
| 21             | Pozo artesiano..... | De 40 metros de profundidad, con tubo de 35 centímetros de diámetro. El agua se cortó á los 30 metros. | »                                              | »           | »     | 50                      |
| 22             | Pozo artesiano..... | De 42 metros de profundidad, con tubo de 35 centímetros de diámetro.....                               | »                                              | »           | »     | 50                      |
| 23             | Pozo artesiano..... | De 27 metros de profundidad, con tubo de 35 centímetros de diámetro.....                               | »                                              | »           | »     | 50                      |
| 24             | Pozo artesiano..... | De 40 metros de profundidad, con tubo de 30 centímetros de diámetro.....                               | »                                              | »           | »     | 50                      |
| 25             | Pozo artesiano..... | De 30 metros de profundidad, con tubo de 30 centímetros de diámetro.....                               | »                                              | »           | »     | 50                      |

C

| FECHA de la obra. | NOMBRE del propietario. | CLASE de terreno. | OBSERVACIONES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| »                 | D. Luis Peñalba.        | Arena y grava...  | Estos cinco pozos están muy próximos unos de otros, y entre los cinco daban, según dicen, 70 litros por segundo. Quedaron en seco cuando se hicieron las galerías.<br>No se pudieron ver por estar tapados con mampostería.<br>El agua ensayada procede de una galería del Sr. Atienza que se abrió para dar agua al Sr. Peñalba, cuando sus pozos quedaron en seco. |
| »                 | D. Luis Peñalba.        | Arena y grava...  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| »                 | D. Luis Peñalba.        | Arena y grava...  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| »                 | D. Luis Peñalba.        | Arena y grava ..  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| »                 | D. Luis Peñalba.        | Arena y grava...  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

# LÁMINAS

ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

PROVINCIA DE GUADALAJARA

Zona comprendida entre la Provincia de Madrid y la de Cuenca

TRABAJO DEL INGENIERO JEFE

D. Mariano Alvarez Aravaca

1909



SIGNOS CONVENCIONALES

|                          |  |                             |  |
|--------------------------|--|-----------------------------|--|
| CAPITAL                  |  | Ferrocarril                 |  |
| Partido judicial         |  | Carpentera                  |  |
| Ayuntamiento             |  | Cañado                      |  |
| Anejos                   |  | Camino carretero            |  |
| Límite de provincia      |  | Riaca arroyos y lagunas     |  |
| id. de partido judicial  |  | Manantiales, fuentes, pozos |  |
| id. de término municipal |  | Canales                     |  |

Escala de 1:200.000

Metros 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Kilómetros

Han servido para formar este Mapa los trabajos del INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO

# COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

## ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

### PROVINCIA DE MADRID

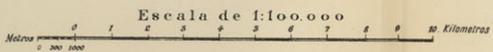
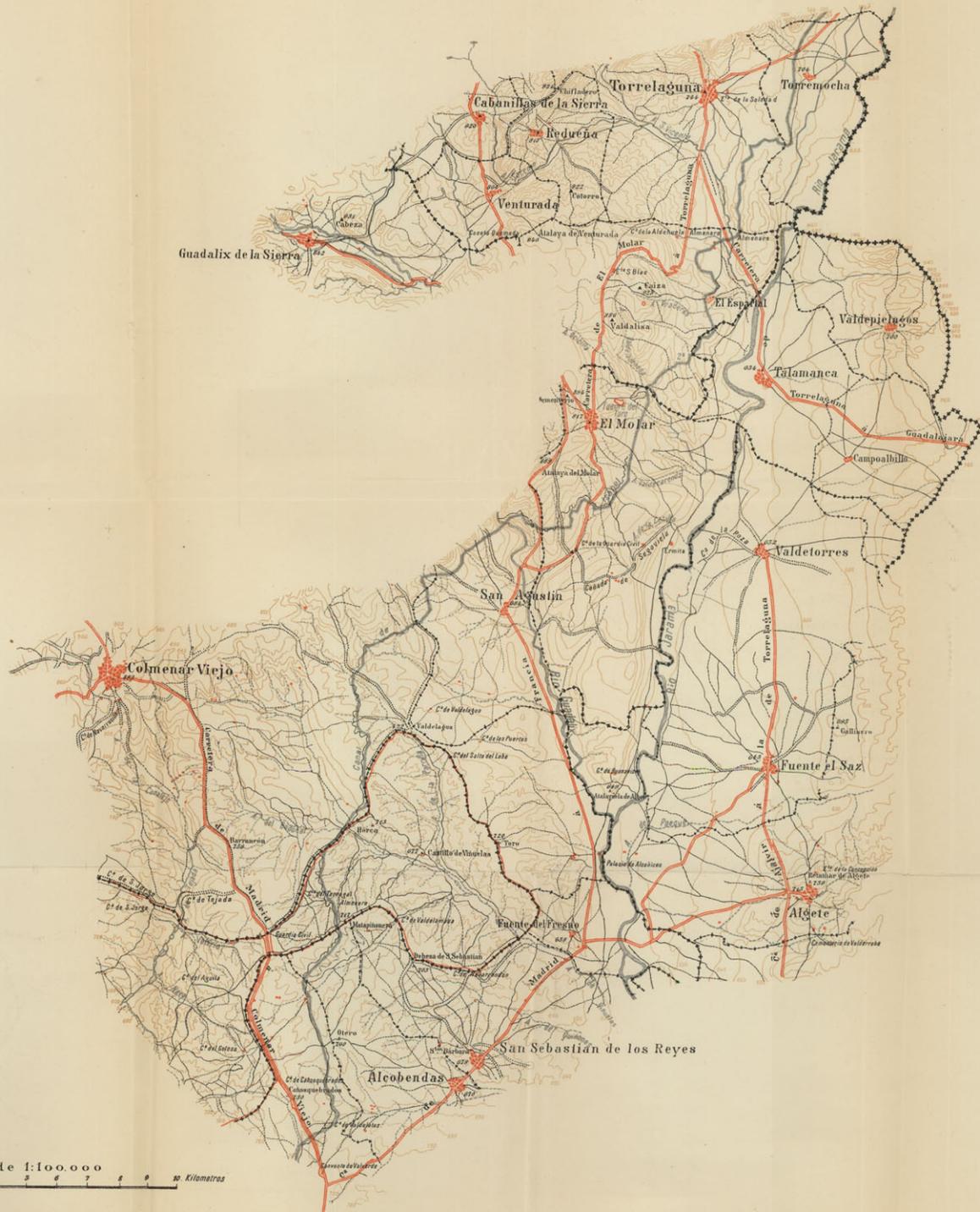
Zona Norte de la Pcia de Madrid, que comprende  
Alcobendas, Algete, Campoalvillo, Torremocha, Torrelaguna,  
Guadalix, El Molar y Colmenar Viejo.

TRABAJO DE LOS INGENIEROS

Sr. D. Cesar Rubio.

y Sr. D. Alfredo Kindelan.

1908.



**SIGNOS CONVENCIONALES**

|                          |                                     |  |
|--------------------------|-------------------------------------|--|
| Partido judicial         | Carretera                           |  |
| Ayuntamiento             | Cañada                              |  |
| Anejos                   | Camino carretero                    |  |
| Casas                    | id. de herradura y senda            |  |
| Ermitas                  | Cercas                              |  |
| Casillas                 | Riaca, arroyos y lagunas            |  |
| Minas                    | Mosentales, fuentes pozos           |  |
| Limite de provincia      | Canales                             |  |
| id. de partido judicial  | Acequias de riego                   |  |
| id. de termino municipal | Curva de nivel y cota en metros     |  |
| id. de termino anejo     | Verticales de triangulación y cotas |  |

Las cotas se refieren al nivel medio del mar en Alicante.

Han servido para formar este Mapa los trabajos del  
INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO





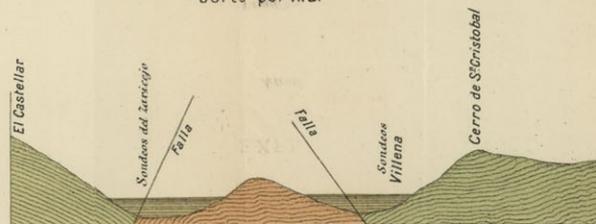
# MAPA GEOLÓGICO

## DE LOS ALREDEDORES DE VILLENA.

Escala de 1:50.000

CORTES GEOLÓGICOS

Corte por A.B.



Corte por E.F.



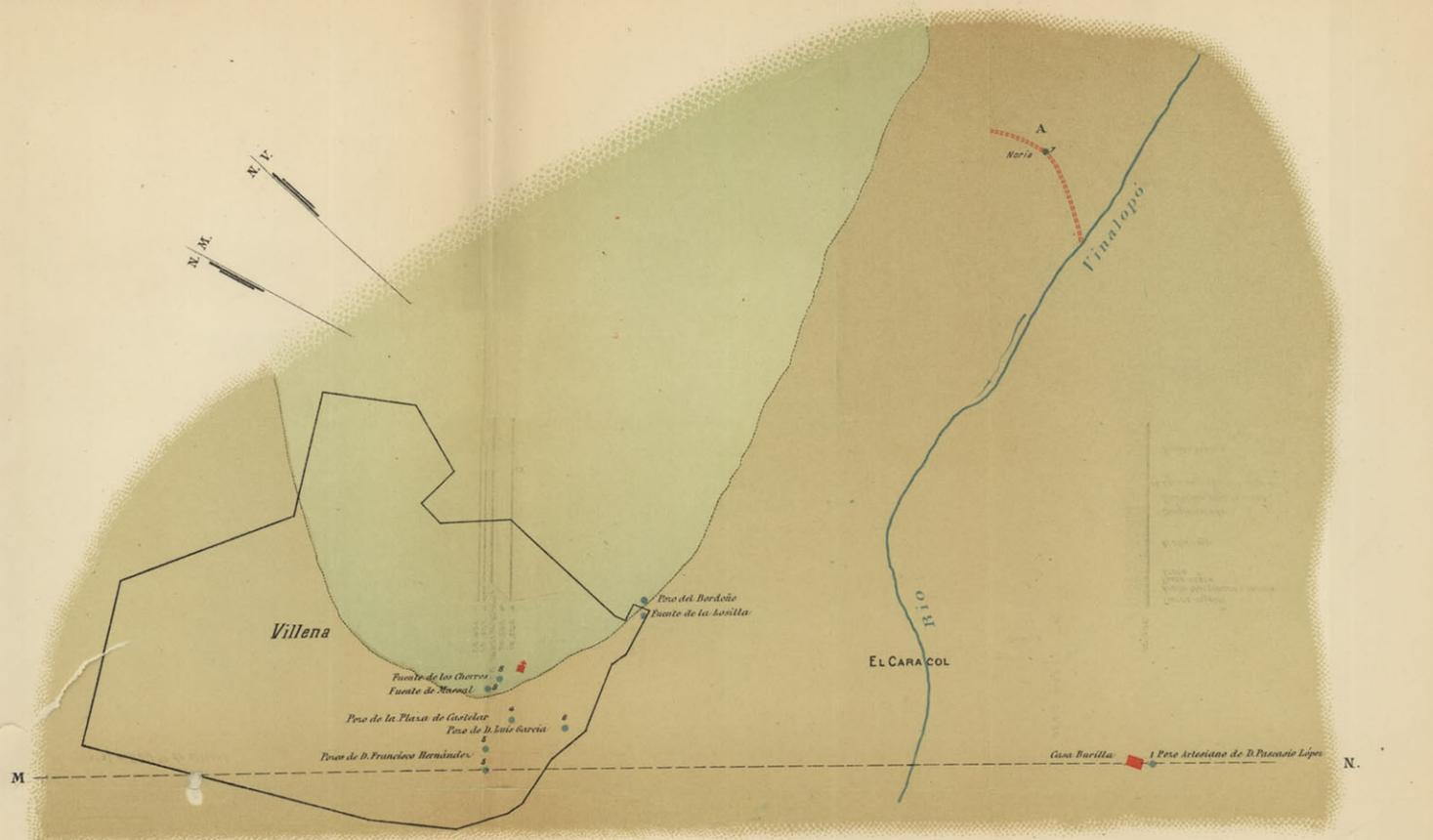
Corte por C.D.



### EXPLICACIÓN

|                   |  |                                         |
|-------------------|--|-----------------------------------------|
| Actual            |  | Arillas, arenas, travertinos, brechas   |
| Ximulítico        |  | Calizas margas                          |
| cretáceo          |  | id id                                   |
| Triásico superior |  | Margas iriscadas, dolomitas, yesos, sal |
| Fuente            |  |                                         |
| Pozo artésiano    |  |                                         |
| Galería           |  |                                         |



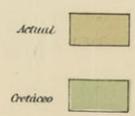


# AGUAS DE VILLENA

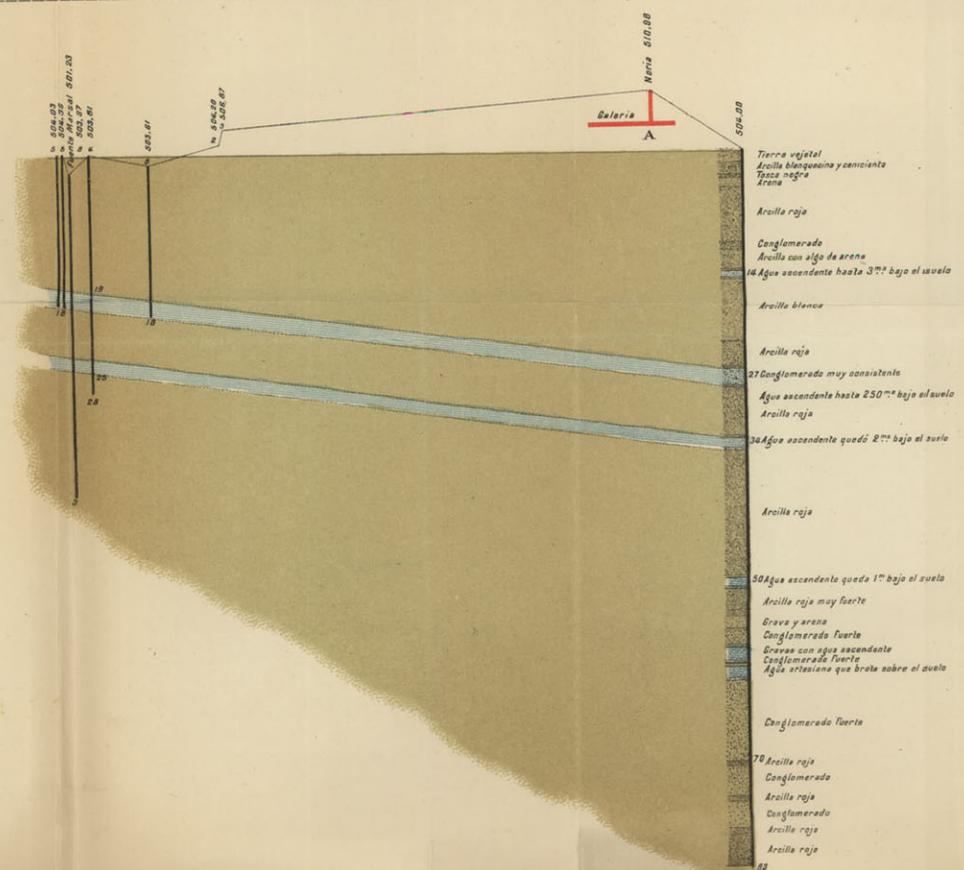
## PLANO DE LAS LABORES DE VILLENA.

Escala de 1:10.000

EXPLICACIÓN



Horizontal á 520 m de altitud



### CORTE POR M.N. Y PROYECCIÓN VERTICAL DE LAS LABORES Y FUENTES.

ESCALAS  
Horizontales..... 1:10.000  
Verticales..... 1:500

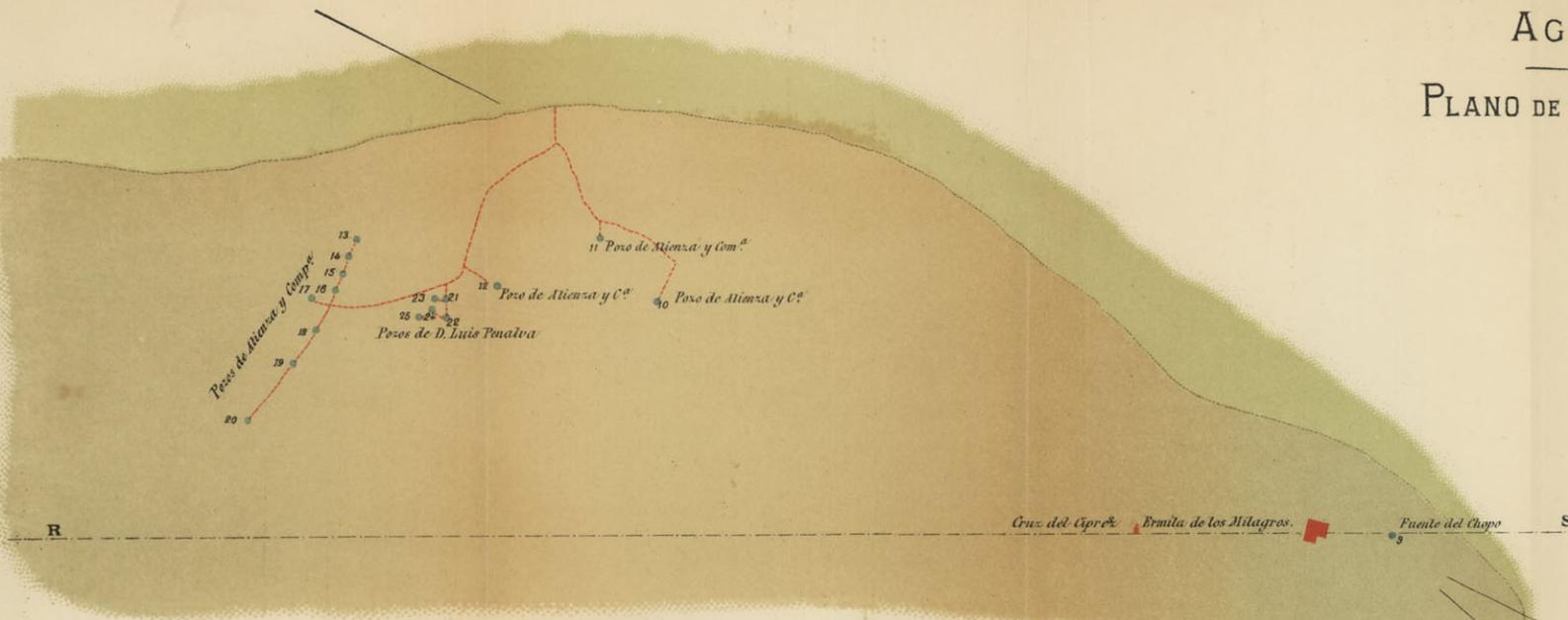
# AGUAS DE VILLENA. PLANO DE LAS LABORES DE ZARICEJO

Escala de 1: 10.000

### EXPLICACIÓN

Actual 

Cretáceo 



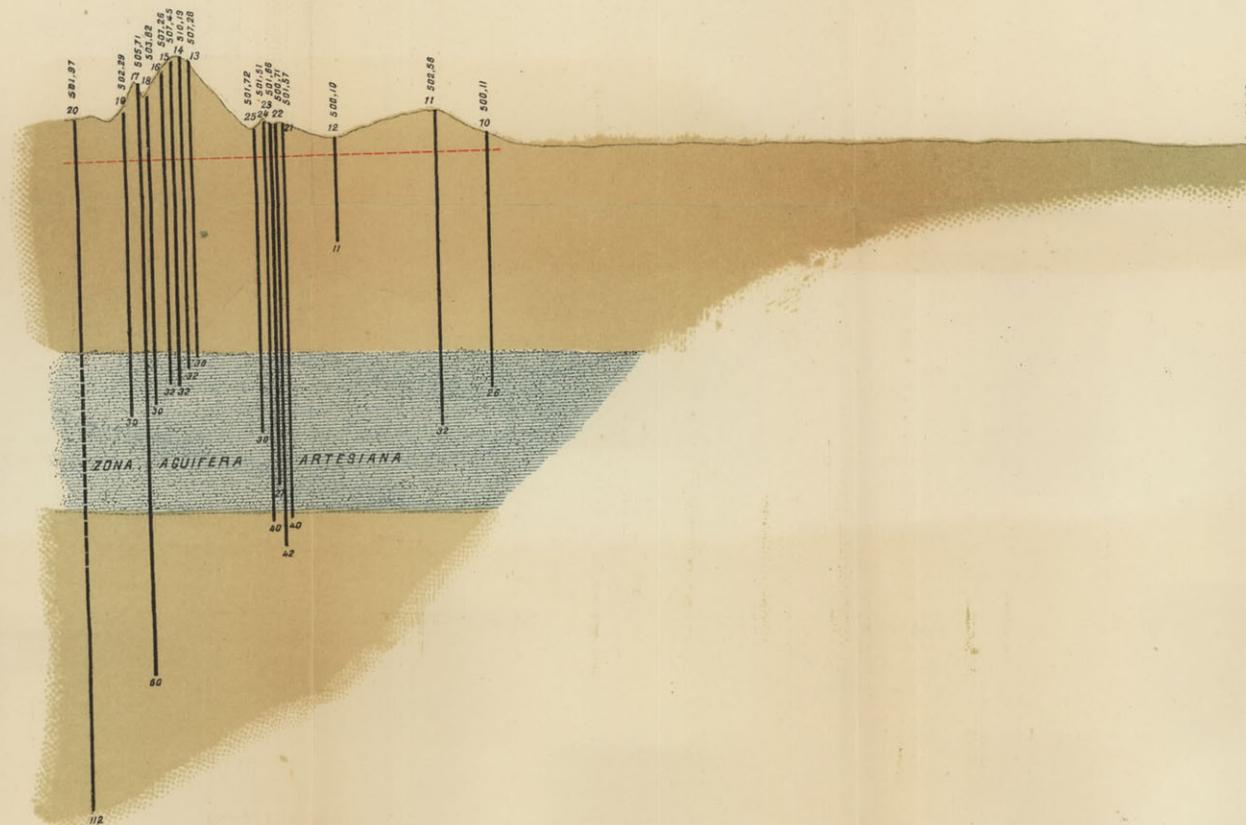
Horizontal a 520<sup>ms</sup> de altitud

### PROYECCIÓN DE LAS LABORES Y FUENTES Sobre el Plano Vertical, R. S.

#### ESCALAS

Horizontales..... 1: 10.000

Verticales..... 1: 500



BOLETÍN  
DE LA  
COMISIÓN DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

# APUNTES

PARA EL ESTUDIO DE LA

## HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA DEL LLANO DE BARCELONA

POR

D. CÉSAR RUBIO Y D. ALFREDO KINDELAN

La necesidad de alumbrar aguas abundantes y de buena calidad en el Llano de Barcelona, se hace cada día más imperiosa, sobre todo en la antigua Ciudad y en su ensanche por Clot, San Martín de Provensals y San Andrés de Palomar, donde tan variada, delicada é importantísima industria radica, que no solamente exige para su desarrollo gran caudal de agua, sino excepcionales condiciones de pureza, sobre todo cuando se trata de industrias químicas, de la tintorería, por ejemplo, que representa enormes capitales en la Ciudad Condal.

Hasta el presente, la mayor parte de los alumbramientos hechos en la región citada por medio de sondeos, no han dado todo el resultado apetecido.

Salvo alguna excepción, no ha sido posible encontrar aguas verdaderamente artesianas; y aun cuando en general los caudales obtenidos han sido importantes, la calidad en la mayoría de los casos ha sido mala, verdaderamente salobre é impropia para la bebida y para la industria.

Un estudio detenido topográfico, geológico é hidrológico de toda

esa región de la cuenca del Besós, ampliándole por lo menos hasta 10 ó 12 kilómetros aguas arriba de la desembocadura del mismo, sería, por tanto, de una utilidad general indiscutible. Para ello existen en el núcleo y ensanche de la Ciudad preciosos datos que arrojan los múltiples sondeos verificados, aun cuando ninguno de estos taladros haya alcanzado la profundidad necesaria para esclarecer el problema, contentándose sus propietarios con el alumbramiento de las aguas someras, es decir, precisamente las que por su mala calidad no pueden ser solución á la necesidad sentida.

Como primer jalón para este estudio, estampamos algunas ideas que nos han sugerido los trabajos hidrologicos que con motivo de otros reconocimientos de esta clase en la misma comarca hemos tenido que llevar á cabo en la Comisión del Mapa Geológico; y aun cuando estos apuntes se refieren tan sólo á una parte de la margen derecha del Besós, abarcan, sin embargo, la parte principal del Llano, y, sobre todo, la Ciudad Condal y su ensanche. En uno de los planos adjuntos va indicada la región, con 17 taladros ó sondeos cuyos datos se conocen, y los cortes transversales y longitudinales que los relacionan.

El núcleo principal del sistema orográfico de esta región se deriva de la sierra de Cadí en los límites de las provincias de Lérida y Gerona; un estribo de este levantamiento, el más oriental, marca la divisoria entre el Llobregat y el Ter; en las inmediaciones de la sierra de Codols Blancs se bifurca en dos ramales, interponiéndose la cuenca del Besós, constituyendo uno de los brazos la divisoria del Besós con el Ter, y el otro la del Besós con el Llobregat. El otro estribo, que parte de San Cugat alineado hacia el Sur, encierra la sierra del Tibidabo, que limita por Poniente el gran anfiteatro costero de la región de Barcelona.

Toda esta parte de la cuenca litoral del Centro, que bajando del Tibidabo se extiende con suave declive hasta el mar, está brusca-mente interrumpida al SE. de Barcelona por el levantamiento aislado del Montjuich, y hacia el N. por la sierra que forma la margen izquierda del Besós.

Nace el Besós de la conjunción de los ríos Congost y Mogent, en Montmeló, y su curso es hacia el SO., hasta que en Moncada encuentra la cordillera del litoral, que salva por una estrecha garganta entre el cerro de aquel nombre y el Coll de Tapioles, dirigiéndose luego con rumbo marcadamente meridional al Llano objeto de nuestro es-

udio, donde están enclavados los términos de San Andrés de Palomar, San Martín de Provencals, etc., y desaguando en el Mediterráneo á unos cinco kilómetros del núcleo de Barcelona.

Debido á la gran permeabilidad de su lecho, afecta el Besós un régimen extremadamente variable, discurriendo á veces su caudal enteramente subálveo, mientras que en otros puntos la corriente se hace visible en considerable extensión.

Todo este llano de Barcelona, desde la desembocadura del Llobregat á la del Besós, está en general constituido por el gran manto iluvial que baja del pie de las faldas de la sierra del Tibidabo, donde, dominando las rocas pizarreñas de la formación cambriana, se ve cuajadas de asomos graníticos unas veces, porfídicos otras, redominando entre estos últimos las rocas francamente ácidas, sin que por eso dejen de presentarse, hacia el Llobregat sobre todo, algunos islotes básicos, que pueden clasificarse como porfidos dia-ásicos.

Este gran manto diluvial se interrumpe por los isleos silurianos y cambrianos de San Gervasio, Carmelo, Monte Rovira, Guinardó, que limitan hasta ahora por el NO. el ensanche de la ciudad de Barcelona; por el Sur interrumpe al cuaternario, en primer lugar el alzamienmioceno del Montjuich y varios asomos pliocenos, entre los cuales, interesantes para nuestro estudio, deben citarse el afloramiento

Hostafranchs y Sans, y el que en el núcleo de la antigua Barcelona puede observar en el sitio de los cimientos de la Catedral; ya cerca del Besós recubren el terreno diluvial los aluviones propios del río. Predominan en el *diluvium* las arenas, las arcillas rojas, las grases de irregular y variado tamaño, y á veces aparece recubriéndolo el travertino duro, cual puede observarse al Sur del Hospital de San Blas y Santa Cruz al NO. de Clot, donde esta roca, único representante allí del cuaternario, descansa directamente sobre las pizarras leozóicas de la sierra.

El *plioceno* lo constituyen arcillas, arenas y margas; estas últimas parecen ser de dos clases: azuladas y oscuras unas, ligeramente arillentas y claras en general otras. Los datos aislados é insuficientes que del plioceno se tienen, en el llano de Barcelona, no hacen posible distinguir en él y de una manera indubitable sus diversos subtipos, como ha podido hacerlo en otras regiones de la provincia el geólogo Sr. Almera; en el llano, en los afloramientos no parece sino el subtipo superior del plioceno, el *siciliano*, en cuya

base predomina la marga azulada vetada, denominada en el país *fetge de vaca*, de la cual, y en el sondeo núm. 17, hemos podido extraer las especies fósiles que más adelante nombraremos en su debido lugar y que marcan claramente el plioceno superior. Sin embargo, en el sondeo núm. 9 (véase el plano adjunto), abierto en una propiedad del Sr. Petri, en el extremo Sur de la antigua Barcelona, cerca del Montjuich, y en el sondeo núm. 8, hecho por los señores Folch y Albiñana en el camino del Cementerio antiguo, cerca de la orilla del mar, se presentó por bajo de las margas azuladas del subtramo superior una serie de capas arcillosas y margosas, casi todas de color claro, que parecen indicar el subtramo inferior plioceno ó nivel de Messina, sin que los sondeos hayan proporcionado, sin embargo, hasta ahora que sepamos, indicios seguros de la existencia en esa región del típico nivel inferior de *congerias* que en otros puntos de la provincia marca la base del terciario superior.

El mioceno en el Montjuich es sobradamente conocido para que sea pertinente su descripción en este trabajo; en el cerro del Castillo está constituido por arcillas, arenas, calizas más ó menos margosas, margas verdaderas y areniscas, descansando en general sobre bancos de un conglomerado de cemento silíceo; la estratificación afecta en general la forma de un anticlinal de suave pendiente, cuyo buzamiento por el lado de Barcelona es hacia el N.NO.

En los sondeos núm. 9 y núm. 8, el mioceno completamente comprobado por bancos de *Ostrea crassissima* en el núm. 9, y muy indicado en cuanto á su clasificación por las condiciones de las rocas en el núm. 8, lo constituyen arcillas claras, arenas, margas claras, bancos de caliza tosca y algún vestigio de molasa blanda; aparece á la profundidad de 55 metros en el sondeo núm. 9 y de 115 en el número 8, sirviéndole de pendiente las arcillas y margas claras del subtramo inferior plioceno. (Véanse los cortes del sondeo que acompañan á este trabajo.)

El manto diluvial va aumentando de espesor, desde la falda de la sierra hasta la costa, donde presenta una potencia media de 35 á 40 metros, por más que en algún punto (véanse los cortes en el plano) adquiere hasta 50 metros.

Las diversas rocas que lo constituyen, arenas, arcillas, gravas, etc., están diseminadas con una gran irregularidad, y más que capas parecen lentejones aislados, depósitos revueltos cuya irregularidad se patentiza examinando los sondeos de los diversos cortes transversa-

les del Llano. Sin embargo, siempre la base del diluvial está formada por arena gruesa y grava que descansa sobre las arcillas y margas pliocenas, constituyendo así un nivel general definido de aguas subterráneas. Concordante, al parecer, con el diluvio, se presenta bajo el mismo la formación pliocena.

Fuera del afloramiento de Hostafranchs y del de la Catedral, no hemos podido comprobar asomo alguno plioceno en la región del Llano que nos ocupa, y menos aún en la falda de la sierra, en el borde del diluvial, cual parece marcado en algún plano geológico provincial. Por el contrario, hacia Poniente parece esconderse el plioceno constantemente bajo el *diluvium*, y en el sondeo núm. 1 (del corte núm. 1), por ejemplo, descansa el cuaternario directamente sobre los terrenos fundamentales.

De todos modos, el plioceno, que no ha sido *atravesado* que sepamos más que en los sondeos que van marcados con los números 8 y 9, y que tan sólo ha sido alcanzado, perforando en él más ó menos metros en otros varios taladros, casi todos ellos (excepto los citados números 8 y 9) en su subtramo superior, empieza en las inmediaciones de la sierra con ligerísimos espesores, que van creciendo conforme se marcha hacia la costa. En el sondeo Petri, núm. 9 (Ronda de San Antonio), adquiere 35 metros de espesor; en el de Folch, núm. 8, á una distancia cuya proyección sobre la línea de máxima pendiente de la formación es tan sólo de 90 metros, adquiere ya una potencia de 111, y en sondeos en pleno llano, en su región NE. en Clot, en el núm. 2, situado en propiedad particular de Sert, cerca del taladro núm. 17, se han perforado más de 140 metros en cifra redonda dentro del primer tramo plioceno, á pesar de encontrarse este sondeo relativamente próximo á la sierra.

Todo esto hace sospechar que el plioceno desde la sierra al mar aumenta rápidamente de espesor, adquiriendo potencia considerable, sobre todo en el ensanche NE. de la ciudad de Barcelona.

Discordante con el mioceno marino de la montaña de Montjuich se extiende el plioceno por el Llano; pero es de suponer que el espesor del mioceno vaya disminuyendo hacia el Besós, aun cuando nada se pueda asegurar respecto al importante punto de si en los llanos de San Martín de Provencals existirá aún esta última formación, ó si descansará el plioceno directamente sobre los terrenos antiguos.

La observación de los cortes transversales que presentamos y el estudio aislado de las capas atravesadas en cada uno de los sondeos,

indican claramente las condiciones en que debieron depositarse los diversos materiales que lo constituyen. Taladros relativamente cerca unos de otros acusan capas de naturaleza enteramente distinta, hasta el punto de ser casi imposible relacionar en detalle los diversos lechos atravesados en sondeos distintos; faltan casi por completo las arcillas más ó menos bituminosas que tan frecuentes son en depósitos verificados en aguas tranquilas ó mansas, donde los vegetales arrastrados por las partículas terrosas se precipitan con ellas sin obstáculo y cuya descomposición da luego lugar á los betunes. Por el contrario, en la mayor parte de los puntos en que se ha podido reconocer el diluvial (en la zona citada) abundan las rocas claras y gravosas, y si se traza en cada corte (cual se indica en los planos) una línea que relacione los contactos del diluvial con los tramos del terciario, y de estos últimos separadamente, acusa esta línea una irregularidad tan acentuada, que refleja la violencia con que debieron constituirse estos depósitos, demostrando para el Besós un régimen torrencial tumultuoso, sobre todo en la época del *diluvium*, y aun en el plioceno, que debió ocasionar grandes denudaciones en el mioceno preexistente, sobre todo en sus rocas disgregables, que lo son casi todas, excepto algunas areniscas y conglomerados.

Dentro del *diluvium* aparecen en algunos puntos (como en los sondeos 12 y 14) varias capas ó depósitos de agua, pero con tal irregularidad, que, encontradas en un punto, suelen faltar en absoluto en taladros muy próximos á él: no constituyen, por lo tanto, verdaderos niveles acuíferos, formando más bien embalses aislados ó capas de agua cortadas é interrumpidas con frecuencia, cuya irregularidad es debida al mismo desorden de las formaciones cuaternarias en esa región, en la cual frecuentemente lentejones arcillosos impermeables se han entremezclado con los niveles arenosos permeables, haciendo tan variada la facies de cada sondeo y tan difícil de relacionar unas con otras las diversas capas atravesadas en ellos. Las aguas de estos niveles, verdaderas aguas colgadas, á veces sumamente someras, son de mala calidad. La verdadera capa acuífera aprovechada hasta el presente en el Llano de Barcelona, es la que corre por el contacto compuesto de arena y de grava de la base diluvial, con las arcillas y margas superiores del plioceno. Se acusa en casi todos los sondeos, siendo, sin embargo, una excepción notable el núm. 2, ó sea el de Sert, indicado en nuestros planos, en cuyo taladro faltó, según dicen, esa capa general de agua, lo cual es debido probablemente á algún len-

tejón arcilloso interpuesto en el contacto permeable; faltó el agua de contacto también en el sondeo núm. 9, á pesar de acabar en él el *diluvium* con una capa de grava, y tenemos entendido que se han repetido estas excepciones.

Esta capa acuífera va buzando hacia la costa, y la profundidad á que se encuentra no excede de 55 metros aun en los casos extremos.

Su buzamiento es irregular, pues mientras que hacia el NO. (perfiles números 1, 3 y 4) llegan á la costa á una profundidad de unos 35 á 35 metros, en las inmediaciones del sondeo núm. 12 (perfil número 2), cerca de la fábrica de Lebón, el manto acuífero se esconde á 48 metros bajo el mar.

Hasta el presente este nivel de agua no ha sido realmente artesiano más que en el sondeo núm. 11 de Puntí, cerca del campo de la Bota (perfil núm. 1); pero, salvo raras excepciones, suele elevarse el agua en los taladros hasta un promedio de ocho metros bajo la superficie y á 14 metros como minimum; el nivel freático oscila, por lo tanto, entre 0 y 14 metros, siendo caso frecuente el de 3 y 4; en los planos y perfiles adjuntos va indicado en carmín este nivel freático ó de elevación de agua, y comparando unos perfiles con otros, se aprecia una gran irregularidad en él, y, por lo tanto, en el desnivel piezométrico referente á puntos diversos y relativamente próximos entre sí, y como quiera que en la región considerada en nuestro estudio la cota de carga hidrostática correspondiente á la zona de filtración puede considerarse en conjunto como sensiblemente uniforme, es de sospechar que esa irregularidad en la superficie freática obedezca más bien á la variación á cada momento de la porosidad del manto, es decir, á la falta de uniformidad en los lechos de los terrenos, no sólo en lo que se refiere á su composición petrológica propiamente dicha, sino á su estado físico de disgregación, acusando esta circunstancia una vez más una época tumultuosa de los depósitos cuaternarios.

El caudal en esta capa de agua es importante: son frecuentes los taladros de 10 centímetros de diámetro que dan 500 y 600 litros por minuto, y no es raro que alcancen cifras superiores á 1000 litros, como en los sondeos números 11 y 15. La calidad es mejor que la de las aguas someras: á veces, cual en los taladros núm. 6 de la Compañía del Fénix; en el núm. 11 y en el núm. 15 de la fábrica de curtidos de D. Luis Grau (Pueblo Nuevo), el agua resultó excelente sin sobrepasar 50° hidrotimétricos; pero en general es de calidad me-

diana, impropia para ciertos usos industriales delicados como la tintorería.

Las capas de agua en pleno mioceno, encontradas en el sondeo núm. 9, carecen de importancia.

Por todo esto siente Barcelona, y sobre todo una gran parte de su industria, la necesidad de buscar aguas más profundas y más puras, y cifra sus esperanzas en el gran nivel acuifero que se sospecha existirá en el fondo de la cuenca terciaria, en su contacto con los terrenos fundamentales; y tales esperanzas, lejos de ser ilusorias, son, por el contrario, bastante fundadas á juicio de los Ingenieros que suscriben.

Por una parte el depósito terciario, sea éste mioceno ó plioceno, pero sobre todo si se trata del último, está constituido por materiales donde abundan las capas impermeables. El plioceno, en los sitios donde se ha podido observar su base, se compone de arcillas y margas. En cuanto al mioceno, nada puede conjeturarse respecto á la constitución petrológica de su base por bajo del Llano de Barcelona; pero aun suponiendo que se extienda hasta la región del presente estudio del Besós, es muy probable que consista, ó en un manto de arcillas y margas ó calizas que asienten sobre las areniscas y conglomerados miocenos, ó sobre el lecho de grava ó terreno suelto en su contacto con las formaciones antiguas.

Cabe, pues, sospechar con fundamento que la formación terciaria, impermeable en general, tenga en el contacto inferior un asiento permeable. La base la constituirá ó la pizarra paleozóica ó el granito (que para dilucidar esta cuestión sería preciso un estudio más detenido), impermeable por sí la primera, permeable hasta cierto punto la segunda, ó sea la formación hipogénica que suele presentar en su superficie una zona más ó menos gruesa, profundamente descompuesta; pero, saturada de agua á nivel profundo, los efectos de esta base para el líquido acumulado en el contacto, serían idénticos á los que produciría una roca enteramente impermeable. Es, por lo tanto, más que probable que el contacto reúna todas las condiciones necesarias para constituir un nivel acuifero, á saber: lecho poroso entre dos capas impermeables.

Si existe ese nivel acuifero, su caudal puede ser grande relativamente, pues si bien la cuenca de filtración que señalan los afloramientos de las formaciones antiguas que bordean el Llano no es muy extensa, no hay que perder de vista que el Besós, de subsuelo muy

poroso, puede en parte alimentar desde regiones aguas arriba ese manto acuifero profundo.

La calidad del líquido es de suponer sea mejor que la de niveles superiores, por proceder de lluvias caídas sobre rocas poco solubles; y en cuanto al nivel freático en los taladros que los alumbrasen en el Llano, los desniveles entre éste y los afloramientos de la formación paleozóica y granítica que cierra el anfiteatro, son suficientes para esperar un agua enteramente artesiana. Y si á esto se agrega el que nada hace presumir la existencia de fallas accesorias, que puedan distraer el caudal, se llega á la conclusión de que las esperanzas de encontrar y alumbrar ese nivel acuifero son perfectamente lógicas, si bien salvado siempre lo aventurado que es hacer afirmaciones rotundas en estudios de esta clase, en los cuales circunstancias fortuitas, imposibles hoy de prever, pueden alterar por completo los términos del problema.

Este nivel profundo acuifero, sospechado ya por muchos geólogos é industriales, es el que realmente solucionaría la necesidad sentida en Barcelona; pero de existir, no es de sospechar que sea á pequeña profundidad.

En efecto: fijándonos en la región entre Clot y San Martín, en el sondeo núm. 17 por ejemplo, en el cual hemos podido observar cuidadosamente las últimas capas de margas oscuras atravesadas á los 90 metros de profundidad, nos fué dado recoger restos fósiles que resultaron ser *Turritella communis* (Risso), *Pleurotomaria turricula* (Linneo) y *Aporrais Pes-pelicaní* (Linneo): se trata, por lo tanto, de una marga claramente pliocena y seguramente del subtramo superior.

Ahora bien: si se echa una ojeada sobre el corte núm. 1 de los planos, se verá que el sondeo núm. 2 está á unos 60 metros más profundo que el núm. 17 en las margas oscuras pliocenas; y teniendo en cuenta su situación más al NO. que el núm. 2, ó sea su mayor alejamiento del borde de la cuenca, es de presumir que en dicha región no acabe el subtramo superior del plioceno, sino á los 100 metros por bajo de la profundidad del sondeo núm. 17 ó más, para entrar en el nivel de las margas claras ó *mesinico*.

El espesor de este nuevo subtramo no se conoce más que en los sondeos números 9 y 8, alcanzando en el primero 20 metros y en el segundo 35, y no es probable que hacia el llano de San Martín tenga menor potencia este subtramo, toda vez que el taladro núm. 9 está

colocado más cerca de la orilla pliocena: con este supuesto se llegaría en las cercanías de San Martín á una profundidad media de 225 metros para poder alcanzar la base del terciario superior.

Si el fondo terciario lo constituyese el plioceno, esa sería la cota mínima á que se tropezaría con el contacto; pero el mioceno del Montjuich se extiende más ó menos bajo el Llano, sin que en punto alguno de él se haya podido apreciar su espesor, por más que sea de presumir que éste vaya reduciéndose conforme se camine hacia el Besós, y hasta tal vez desaparezca al llegar á él; pero teniendo en cuenta los metros de mioceno que en los sondeos números 8 y 9 se han perforado sin alcanzar capas que por su naturaleza hagan sospechar que está próxima la base de este terreno, no creemos aventurado suponer que la base de éstas y su contacto con las formaciones antiguas en puntos situados sobre una curva de nivel de cuatro á seis metros sobre el nivel del mar en el Llano de Barcelona, oscile entre 500 y 250 metros, según su menor ó mayor alejamiento del Montjuich y su aproximación al curso del Besós.

Trabajo de reconocimiento es éste que, aun cuando de algún coste, tendría grandes alicientes, y ayudaría en cierto modo á resolver la crisis y dificultades actuales de muchas industrias de la Ciudad Condal, llenando además necesidades de otra índole en Barcelona.

Madrid, Julio de 1909.

## ESTUDIOS HIDRO-GEOLÓGICOS

# CUENCA DEL TAJO

ZONA DE ESTE RIO, DEL ALBERCHE Y DEL TIÉTAR

EN LA

# PROVINCIA DE TOLEDO

POR

MARIANO ALVAREZ ARAVACA

Al objeto de enlazar el presente trabajo hidro-geológico con el de los Ingenieros D. César Rubio, D. Enrique Villate y D. Alfredo Kindelan, en la cuenca del Tajo, provincia de Toledo, zona del Alberche y Guadarrama, publicado el año actual, en el tomo XXIX del BOLETÍN DE LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO, la zona que ahora se estudia ha de tener por limite oriental la carretera que une á Torrijos, por Escalona, con Almorox, comprendiendo parte de la formación diluvial por donde corre el río Alberche; al N. se extiende á lo largo de la faja estrecha, también diluvial, entre granitos, que sigue la dirección del río Tiétar, separando la provincia de la de Ávila, llega por O. hasta la línea de separación con la provincia de Cáceres; y se limita al S. entre el Tajo y la vía férrea de Madrid á Valencia de Alcántara, desde Carmena á la Calzada de Oropesa.

Dentro de dichos linderos se estudian los terrenos cuaternarios y aluviales, casi prescindiendo, en general, de las formaciones hipogéneas antiguas, ó de rocas graníticas, y de las estrato-cristalinas in-

cluidas. Sin embargo, por razones de itinerario y de enlace de datos, se trata también de algo exterior á dicho perímetro.

Es la máxima longitud de esta extensión, en el sentido E. á O., y mide unos 95 kilómetros; y el mayor ancho de N. á S., de 38 kilómetros aproximadamente. La superficie total es de unos 2750 kilómetros cuadrados, correspondiendo, la mayor parte, á terrenos constituidos por masas diluviales cuaternarias, en dos extensiones separadas: una al N., que es faja alargada de 60 kilómetros, con ancho entre 1 y 4 kilómetros, rodeada de las formaciones granítica y estrato-cristalina, y otra al S., limitada por iguales formaciones y el aluvión del Tajo, estrechando ésta, hasta ser de 2 kilómetros en el medio, entre sus mayores anchos, de 35 kilómetros en la parte oriental, y de 24 kilómetros en la occidental de la zona, con igual largo que á ésta queda señalado.

Por el N., en el que limitan la provincia las derivaciones de la cordillera Carpeto Vetónica, se originan en los granitos, el río Tiétar y su afluente Guadiérvas. En formación diluvial nace el arroyo Alcañizo, que afluye también al Tiétar por la misma margen izquierda, pero ya en la provincia de Cáceres. El Alberche es río que entra por Escalona en la región, recorre la formación diluvial y desemboca en el Tajo. Á este río se acerca el límite S., en parte, y más á la mencionada vía férrea, en el trayecto dicho.

Dentro del perímetro señalado, el Alberche tiene un curso de 43 kilómetros, con una dirección media de NE. á SO.; el Tiétar, de 62 kilómetros, de ESE. á OSO.; el Guadiérvas, de 59 kilómetros, y dirección paralela primero y después perpendicular á la del Tiétar; y el arroyo Alcañizo, de 39 kilómetros, de SE. á NO.; todos con escasez de aguas en los estiajes.

La zona que aquí se limita ocupa parte de la región occidental de la cuenca hidrológica del Alberche; la meridional, de la del Tiétar; ambas vertientes, del Guadiérvas y del arroyo Alcañizo; y la septentrional, del Tajo, en parte.

La divisoria de aguas, entre Alberche y Tajo, va cerca de Carmena, Erustes, Illán de Vacas y Lucillos, en formación diluvial. La divisoria entre Alberche y Guadiérvas, pasa cerca de El Real de San Vicente y de Marrupe, en granitos. La divisoria entre Tiétar y Guadiérvas, va por Navamorcuende y Montesclaros, en las formaciones granítica y estrato-cristalina. La divisoria entre Guadiérvas y el arroyo Alcañizo, es poco marcada y está en el diluvial. Y la divisoria

entre dicho arroyo y el Tajo, va cerca de Alcañizo, Oropesa y La Calzada de Oropesa, también en el diluvio.

La constitución geológica de la extensión observada, en que están los pueblos que se han de mencionar, es, pues, la correspondiente á las formaciones aluvial, diluvial, estrato-cristalina y granítica, ó á contactos entre ellas, comprendiendo poblados de la provincia de Toledo y alguno de la de Ávila.

Los pueblos que se encuentran en llano sobre la masa aluvial del Tajo, formada de arenas y cantos rodados, procedentes del granito, del gneis y aun del terreno diluvial, tienen aguas potables algo escasas; y son muy finas, de 6 grados hidrotimétricos, las tomadas cerca en el diluvio, y que han de tener su origen en granitos, siendo las impotables, poco profundas, tercas, pues marcan 96 grados hidrotimétricos.

Se hallan otros pueblos en el terreno diluvial. Este está constituido por materiales sabulosos y arcilla, arrastrados de la sierra hipogénica y gnéisica, con arenas finas muy silíceas y otras gruesas más feldespáticas; en el llano consta de dos horizontes: superior, con guijos de cuarcita; é inferior, con gredas, margas sabulosas, venas de caliza terrosa y aun maciños; afectando el suelo accidentes topográficos, algo pronunciados en muchos sitios. Son sus aguas potables, generalmente, no muy abundantes, gordas, de 40 grados hidrotimétricos, término medio, siendo muchas las impotables, muy tercas en general, con un promedio de 153 grados hidrotimétricos. Los pueblos situados en esta formación, pero en contacto ó proximidad de terrenos graníticos y también de los estratos cristalinos, tienen mejores aguas: las potables, con 7 grados hidrotimétricos, y las impotables, con 60 grados hidrotimétricos.

Otros poblados que se asientan sobre rocas graníticas y también los que están en las del terreno azóico, con topografía muy accidentada, tienen aguas finas, de 12 grados hidrotimétricos, término medio.

---

Expuestas las anteriores consideraciones generales, procede consignar á continuación los datos locales, para poder deducir de todo, algunas conclusiones de carácter práctico.

Ordenando los pueblos en itinerarios, según la marcha de las co-

rientes, se citan los que siguen, de las cuencas hidrológicas del Tiétar, Alcañizo, Alberche y Tajo.

Siguiendo la cuenca hidrológica del Tiétar se mencionan:

### Sotillo de la Adrada (provincia de Avila.)

Pueblo importante por sus muchos, buenos y variados frutos, con 900 vecinos, que dista de la provincia de Madrid 475 kilómetros y 85 de la de Toledo.

Está situado en un valle y estribación del macizo granítico de la sierra de Gredos (3216 metros de altitud máxima), junto a un isleito estrato-cristalino, que hacia el E. no llega a medir 4 kilómetros y es su ancho 1 escasamente.

A la inmediación de arroyos, originarios del río Tiétar, es abundante de aguas, de las que utiliza para riegos las de la Garganta, arroyo que viene de los altos del N., sobre los que hay llano ó parameira, regando también, generalmente, con aguas de muchas cisternas ó pozos anchos, unos de aguas someras que sólo con darles salida corren, y otros de agua tan poco profunda, que se extrae por artimañas, con un primitivo artefacto, que consiste en una palanca, palo que apoya en otro vertical ahorquillado, llevando aquél un cubo pendiente de un extremo y contrapeso en el opuesto, en el que se aplica el esfuerzo que levanta el cubo y le lleva al punto del desagüe, que efectúa invirtiendo su posición al apoyar en suelo inclinado.

Hay en el término muchos manantiales, entre los que pueden mencionarse: Borbolla, que es abundante; Venero Mañas, escaso en verano y en sitio frondoso; Venero Frio, Fuente de las Viboras, los Venerillos y Fuente de la Salud, en la carretera a La Adrada.

Las aguas potables son muy finas, de temperatura constante, manan a distintos niveles en granito, no sufren grandes cambios de régimen, pero disminuyen en agosto y no enturbian.

La fuente pública junto al pueblo, data de 1754, tiene frontispicio y pilones, a los que vierten dos caños 36 litros de agua por minuto, a temperatura de 18° centígrados, siendo la del aire 25° centígrados, y, muy fina, marca 7° hidrotimétricos. La cañería de esta fuente es de 50 metros hacia el N.; se hace la toma en un depósito y el manantial está en granito.

Hay pozos en muchas casas, con una profundidad de 3 a 7 metros,

abiertos en tierra arenosa y granito, con buenas aguas, que no precisa beber.

### La Adrada (provincia de Avila).

En terreno muy fértil, ocupa el pueblo un llano en el granito de la Sierra de Gredos, y está entre los arroyos que vienen de Sotillo y otros más septentrionales, que también originan el río Tiétar y proceden del alto de Escusa a 1359 metros sobre el nivel del mar, y que dista 7 kilómetros al N.

En el término hay regadío y muchos manantiales, como el Venero la Inda y otros semejantes, de aguas tan finas como las de Sotillo, de temperatura constante, que manan a distintos niveles en granito, no cambiando mucho de régimen, aunque disminuye su caudal en verano, ni enturbian.

La fuente de la Plaza es moderna y ornamental, con caños en sus cuatro frentes, que dan 72 litros por minuto, de agua, que sale a 25° centígrados (aire 32° centígrados). Es su cañería de 2 kilómetros, hacia el N. y el manantial, se halla entre arenas arcillosas.

Hay en muchas casas de la población, pozos, de 2 a 7 metros de profundidad, con buen agua y abundante; los más hondos a la parte del Castillo y someros en la otra calle.

### La Iglesuela.

Entrando ya en la provincia de Toledo, y en la llanura diluvial de la faja del Tiétar, cerca del contacto con el granito del SE., un kilómetro al N., de un arroyo de invierno, que va al río, distante 3 kilómetros, se halla La Iglesuela, pueblo de 333 vecinos.

No tiene riego el campo en todo el término. Son pocas las aguas potables y se estancan a la escasa profundidad de un metro, en una capa arcillosa que recubre al granito, en condiciones que, impidiendo la filtración a más hondura, retienen estas aguas, de temperatura variable, a veces *zorcas* ó *cárdenas*, que cambian de régimen, escaseando en verano, en cuya estación y en primavera enturbian. En el Egido hay cuatro manantiales; otros son Fuente Fria, Fuente Sierra y tres más.

La Fuente Nueva, con cañería de hierro, de uno y medio kilómetros hacia el S., colocada en el año actual, está en el Egido, junto a las eras del pueblo; es de tres caños, de los que sólo corre uno en el estío, escaso, dando 5 litros de agua por minuto, diciéndose que en invierno dieron los caños 11 litros por minuto: su agua salía a 25° centígrados, cuando la temperatura del aire era de 31° centígrados; el manantial está en arcilla sobre granito, y es tan fina el agua, que marca solamente 6° hidrotimétricos.

Hay unos quince pozos en el pueblo, en los que se halla el agua poco profunda, estando somera la de mejor calidad. La cisterna «La Rubia», situada en una calle, para uso público, con el que se ensucia, tiene el agua a 50 centímetros de profundidad, con un espesor de 2 metros, y en invierno rebosa. El pozo, con bomba de mano, en el patio del comercio de D. Donato Gómez Salazar, es circular, de un metro de diámetro, revestido de piedra y abierto en un metro de arcilla, y más abajo en granito, con la profundidad total de 480 metros y 1'60 metros de agua, a 20° centígrados (aire 31° centígrados), y muy gorda, con 60° hidrotimétricos, sirve para ganados, usándose para fregar.

### Sartajada.

Situado en la falda de una lomita del estrato-cristalino del SO., junto al diluvio de la faja del Tiétar, y en el contacto de estas dos formaciones con la granítica del NE. y SE., es pueblecito de 53 vecinos, que dista 2 kilómetros del río y 2 1/2 de un arroyo que afluye al de La Iglesiasuela.

Las aguas no abundan y no hay terrenos de regadío.

Sus tres fuentes, todas de aguas finas, que nacen a un nivel, son: Las Albercas, El Censo, en granito, y en el pueblo la del Caño, grueso sí; pero es tal la escasez en verano, que apenas da 10 litros por minuto, de agua, a 27° centígrados de temperatura, cuando era igual la del aire exterior, y fina, pues marca 8° del hidrotímetro; la cañería de esta fuente es de 50 metros hacia el E., y el manantial está en arena arcillosa. Dió 9° hidrotimétricos el agua del manantial situado en el camino a La Iglesiasuela.

Hay en el pueblo nueve pozos, de buen agua, que sólo se usa para ganados generalmente; tienen de 4 a 8 metros de profundidad y están abiertos en la roca.

### Buenaventura.

Está este pueblo, de 200 vecinos, en valle diluvial de la faja del Tiétar, de cuyo río dista 2 kilómetros, en el contacto del diluvio con el granito del SO., continuado por bajo del estrato-cristalino del SE., por el que, a un kilómetro, pasa el arroyo que viene de Navamorcuende.

Casi no se riega en el término, pues el arroyo dicho se seca, y más otro que, al rumbo opuesto, dista poco menos de un kilómetro.

Hay pocas aguas potables, que son finas, de temperatura constante, nacidas a un nivel, en arcilla, que cambian de régimen, siendo escasas en agosto, pero abundantes en enero, y que se enturbian cuando llueve. Los manantiales distan unos 4 kilómetros del pueblo; están al O., junto al granito, la Fuente del Rojo, Las Perrunas y Fuente Buena, casi seca, que tienen aguas finas; y en el diluvio, Martín Sánchez y La Fresneda, abundante.

La fuente del pueblo es de dos caños, que dan 9 litros por minuto, de agua, a 24° centígrados de temperatura, cuando el aire marca 27° centígrados, y su pureza es de 8° hidrotimétricos: es la cañería de 300 metros hacia el S., y el manantial está en el granito.

Hay pozos abiertos en arcilla, en varios establos, y sus aguas no son potables para las personas, pero las bebe el ganado.

El pozo de las Eras, practicado en arcilla y revestido, es circular y de 2 metros de diámetro; su profundidad total es de 8 metros, de los cuales corresponden al agua 0'75 metros; ésta tiene temperatura de 12° centígrados, y su mala calidad se aprecia en 105° hidrotimétricos.

Siguiendo la cuenca hidrológica del arroyo Alcañizo, que recorre la formación cuaternaria occidental de la zona y que recibe algunas aguas nacidas en los granitos de Velada y Oropesa, y otras, originarias del diluvio, se hace mención de los siguientes:

### Alcañizo.

En valle llano y arenoso diluvial, en que abunda el olivo y la vid, está este pueblo, de 200 vecinos, unos 300 metros al NE. del arroyo

Alcañizo, á que da nombre, de cuyo nacimiento al O., dista 3 kilómetros, y cerca de la divisoria entre este arroyo y el río Tajo.

No hay fuentes ni manantiales, aunque parece posible el alumbramiento de aguas, pues los hay y son potables. Sólo hay dos pozos de riego y una huerta.

Se surte el vecindario, de pozos públicos y de los que hay en las casas. La profundidad máxima de los pozos es de 11 metros; su agua es gorda en los del pueblo, y buena en los del campo; pues la del pozo de la huerta, propiedad del actual Secretario del Ayuntamiento, á cuya agua denomina «de la salud», marca 19° hidrotimétricos, y su temperatura es de 12° centígrados; la profundidad del pozo es de 8 metros y está en el paraje nombrado Raya de la Dehesa, algo bajo, en un vallecito. En cambio hay agua de mala calidad, como la del pozo situado en el pueblo en la casa de dicho señor, que tiene 4 1/2 metros de hondo hasta el agua, y de la superficie de ella, á la caldera, había 1'25 metros; señalaba el líquido 20° centígrados, el aire 23° centígrados, y 158° hidrotimétricos marcan la impureza del agua.

### Torralba de Oropesa.

Está este pueblo, de 150 vecinos, en formación diluvial, ocupando un alto, 1 1/2 kilómetros, al O. de un arroyo insignificante, y en la carretera que de Talavera de la Reina sigue por Naval Moral.

Puede afirmarse que carece casi de riego, pues sólo tiene el que proporcionan las aguas escasas de dos norias.

Hay en el término dos manantiales regulares y uno de agua salobre, 5 kilómetros al NE. del pueblo, donde se bañan reumáticos. Hay tres pozos públicos y varios particulares en las casas; de estos últimos, dos de buen agua. Tienen los pozos poca profundidad, generalmente de 4'80 metros á 5'60 metros, y algunos de 9'60 metros; están abiertos en arenas arcillosas y también en tierras margosas duras, que llaman *caluchosas*.

El pozo público, inmediato al pueblo y junto al que llaman fuente, tiene una hoja de agua de 15 centímetros, cuya superficie está á la hondura de 3'50 metros; el líquido estaba á la temperatura de 20° centígrados, el exterior á 23° centígrados, y es su calidad de 16° hidrotimétricos. La que dicen fuente, es un pozo rectangular, resguardado por paredes y tejado, con fachada de dos arcos y brocales;

la profundidad es de 3 1/2 metros, más 3 de agua á 19° centígrados, y con 30° hidrotimétricos. Cerca hay un pilón surtido por cañería.

### Oropesa.

Pueblo grande, coronado por el palacio de los Duques de su nombre, con 700 á 800 vecinos, aunque sólo constan en el censo 650, está situado, cerca de la divisoria entre el arroyo Alcañizo y el Tajo, en granito, que está recubierto hacia Torralba por pizarra talcosa y gneis pizarroso.

En el camino á dicho pueblo, de cuya cercanía procede el agua, hay, en término de Oropesa, una fuente de pilón circular-grande, otro rectangular y abrevadero en forma de canalizo, cuyo caño da 24 litros por minuto, de agua, á 20° centígrados, aire 21° centígrados, con 19° hidrotimétricos.

No hay otras fuentes, y se surten los vecinos solamente de pozos, cuya profundidad es generalmente de 6 metros, y por excepción, de 15 metros, y están abiertos en el granito ó en el gneis pizarroso, con agua mala en muchos, pero potable en los pozos públicos, tal como el que hay junto al pueblo en la bajada á la estación del ferrocarril, llamado Pozo Jilguera, que es de dos brocales, de 8 metros de hondo y abundantísimo de agua fina, que marca 19° hidrotimétricos.

Sólo se riegan dos huertas con otras tantas norias, en la proximidad de un convento arruinado, en el mencionado camino á Torralba.

### Lagartera.

Pueblo de 700 vecinos, situado en un cordón alto, al S. del valle cuaternario y en ladera septentrional de dicha elevación, completamente en el granito de un isleo reducido, que forma una sierrecilla, en la que está también Herrerueta en la misma vertiente y de la que Calerueta se halla cerca al trasponer.

Hay en Lagartera alguna noria para riego.

Regular es el surtido de aguas potables, algo finas, de temperatura casi constante, que cambian de régimen y no enturbian; pero no hay fuentes, aunque si cañería corta hacia el S. y caños, pues cuando por

ellos corre el agua, es á causa de subir su nivel en un pozo próximo, con el que comunican, del que en verano precisa sacar el agua á cubos.

Hay en el pueblo cuatro pozos públicos y muchos en las casas, de unos 4 metros de profundidad, abiertos en la roca dura, alguno con agua algo gorda.

El pozo público que más surte al vecindario es el Pozo Nuevo, cisterna rectangular, con revestimiento arriba, y que se abrió en la roca viva, con 4 metros de profundidad hasta el agua y además en 3 metros que ella ocupa; la temperatura de ésta era de 18° centígrados, teniendo el aire 22° centígrados, y son 26° hidrotimétricos los que marcan su buena calidad.

### La Calzada de Oropesa. *(Zalcedo)*

Á 3 kilómetros de la provincia de Cáceres, en la misma carretera que Torralba, en ancho valle diluvial, el pueblo La Calzada, con 800 vecinos, está junto al nacimiento del arroyo Fresnedoso, que vierte al arroyo Alcañizo; cerca de la divisoria entre éste y el río Tajo.

Sólo riegan en algunas huertas, con noria.

Las aguas potables son abundantes, gordas y algunas bicarbonatadas, de temperatura constante; manan en tierra poco arenosa, no cambian mucho de régimen, pero escasean en verano y enturbian algo cuando llueve.

Se surten los vecinos de la fuente Carrascalá, que está un kilómetro al S. del pueblo, con cañería de 50 metros hacia el E., y de la fuente de la Plaza, con viaje de 50 metros hacia el S., cuya fuente tiene dos caños, que dan 16 litros por minuto, de agua á 23° centígrados (aire 24° centígrados) y 46° hidrotimétricos.

El pozo Concejo, en la calle Real ó carretera, es circular, de un metro de diámetro, 3 metros de profundidad y de agua 0'40, á 19° centígrados (aire 24° centígrados) y 44° hidrotimétricos.

Siguiendo la cuenca hidrológica del río Alberche, desde Santa Olalla, pueblo con fuente de cuatro caños y buen agua, que está sobre el arroyo Mari-García, que viene de Alcabón; dejando Carriches, que se halla sobre un arroyo afluente del mencionado, y en cuyo pueblo hay dos fuentes, una de agua gorda, que casi no corre, y la otra de

agua fina, y en el que los pozos son de 4'80 metros á 9'60 metros de profundidad, con buen agua y regular; se dará cuenta de los pueblos siguientes:

### Erustes. *(Bulcaco)*

En la formación diluvial, junto al nacimiento de un arroyo que afluye al Mari-García, que va al Alberche, cerca de la divisoria entre éste y el Tajo, está situado Erustes, pueblo casi llano, en una hondonada, y cuenta 75 vecinos (502 habitantes).

Las aguas del subsuelo están junto al pueblo, principalmente en la carretera á Domingo Pérez; hay allí noria y sólo otro pozo para riego.

No hay fuentes, surtiéndose los vecinos, para todos los usos, de aguas de pozos públicos ó particulares, algunos con agua potable, y su profundidad, ordinariamente, de 5 á 6 metros.

El pozo público que más se utiliza en el pueblo, tiene el agua á 12 metros de profundidad, con temperatura de 12° centígrados, al ser a ambiente 18°,5 centígrados, y da 46° hidrotimétricos.

El pozo en casa de Ángela Cabezudo, es de 4 metros de profundidad, con agua á 12° centígrados, salobre, pero usada para ganados, pues hay en otros pozos aguas peores, aunque ésta marca 112° hidrotimétricos.

Del pueblo á su estación del ferrocarril, media un kilómetro, surtiéndose á un llano alto, con viñas y olivares. Hay algunas casas junto á la estación, entre ellas el Parador Nuevo, con pozo de unos 6 metros de profundidad; y al S. de la vía la Posada de Carmena, también con pozo.

### Domingo Pérez.

En el diluvio, junto al arroyo que nace en Erustes, casi llano, en hondonada, con lomas al SE., está el pueblo Domingo Pérez, con 318 vecinos.

Es abundante de aguas de tres fuentes, dos de ellas de un caño, da una con caudal de unos 40 litros por minuto; y la de dos caños es abrevadero, y da 66 litros por minuto, de agua, que sale calien-

te por estar somera la cañería, de 2 kilómetros hacia Erustes, junto al cual pueblo está la toma.

Hay pozos en las casas, de 4'80 á 12'80 metros de profundidad; tres ó cuatro de ellos con agua potable; y en la vega los hay de 1'60 metros de profundidad, que los abren en verano y ciegan en otoño.

El pozo en casa de D. Eustaquio Olmedo tiene 8 metros de profundidad y su agua la temperatura de 12° centígrados, siendo la exterior de 18°,5 centígrados; da al ensayo 196° hidrotimétricos.

### Illán de Vacas. (Colado)

En el llano de un valle poco hondo, de la formación diluvial, próximo á los nacimientos de dos arroyos tributarios del Alberche, en la divisoria entre él y el Tajo, está este pueblecito de 24 vecinos, criados casi todos del propietario de sus viviendas y tierras, D. Tomás Beruete.

Es pobre de aguas. La fuente que hay junto á las casas, tiene abrevadero y un caño, que da 16 litros por minuto, de agua á 21° centígrados (como el aire), que marca 42° hidrotimétricos y viene del S. por dos cañerías, más de 500 metros, y á la derecha del camino al olivar de Sanchón.

Hay cuatro pozos, dos abundantes, todos en tierras arenosas; el que han cegado tenía 5 metros de profundidad, y estaba en «La Casa», autonomasia con que se designa la habitación del propietario del lugar.

### Cerralbos.

Entre los dos arroyitos que vienen de Illán, está Cerralbos, con 208 vecinos, en una hondonada arenosa de la formación diluvial, con alturas al NE., estando lo más alto del pueblo al S.

No hay riegos de pie en el término: sólo hay tres norias en huertas.

Los manantiales de aguas potables, están en el declive al río Alberche, y sus aguas son de temperatura constante, regulares, pues cuecen las legumbres, no cambian de régimen, ni enturbian.

Hay dos fuentes: la del Prado ó Fuente Nueva, con lavadero y abrevadero, está 500 metros al NO. del pueblo, junto al arroyo de

Domingo Pérez; es de tres caños, que dan 24 litros por minuto, de agua á 21° centígrados (exterior á 25° centígrados), dando 36° hidrotimétricos; está junto á su manantial.

La fuente del Espino, con lavadero y abrevadero, inmediata á la anterior y á 20 metros de su manantial, es de dos caños, que dan 50 litros por minuto, de agua á 19° centígrados, con 35° hidrotimétricos.

Á la salida del pueblo hacia las fuentes, fué preciso cegar un pozo que rebosaba, y aún se manifiesta gran humedad, que perjudica á las habitaciones.

Hay pozos en las casas, de poca y algo variable profundidad; unos tienen buen agua y algunos muy mala, pero se atribuye á basuras inmediatas.

El pozo en el patio de la casa de Isidro Vaquerizo tiene la profundidad total de 7 metros, de los cuales son 20 centímetros de agua, á 12° centígrados, y 258° hidrotimétricos, que acusan extraordinaria impureza.

### Lucillos.

Con 280 vecinos, está este pueblo en una meseta que se halla á la subida de lomas que hay al S., en la formación diluvial constituida de tierra y cantos de cuarzo, y á 2 kilómetros del arroyo que va cerca de Cerralbos, junto al nacimiento de otro que va al Alberche, y cerca de la divisoria entre este río y el Tajo.

No hay riego: una noria casi no se usa, y hay huertecillos.

Son pocas las aguas potables. El Caño es fuente de buena agua, á más de 4 kilómetros del pueblo. La fuente del mismo, no corre en verano, tiene dos caños con grifo y cañería hasta el pozo colector, que está á unos 60 metros del pueblo, cuya agua nace cerca en arena gorda, á temperatura constante y no enturbia: el agua en dicho pozo colector, se saca con cubos y se halla escasa, con temperatura de 12° centígrados (exterior 19° centígrados) y con 46° hidrotimétricos.

El Pocito está á 150 metros de distancia, en el camino á Monte-aragón, con buen agua. El «Caño» es otro pozo, próximo al pueblo, también con buen agua. Hay además otros ocho ó diez pozos en las casas, con aguas muy gordas.

El pozo en el patio de la vivienda del Secretario del Ayuntamiento, D. Benigno de la Casa, tiene 7 metros de profundidad y, de ella, 2 metros de agua, á 12° centígrados con 104° hidrotimétricos.

Pasando á la cuenca hidrológica del Tajo y siguiendo el curso del río—sin ocuparse de La Mañosa, inmediato á Cebolla y al aluvión del Tajo, pueblo del que sólo quedan iglesia y ruinas, estando deshabitado por traslado del vecindario á Cebolla,—se dará noticia de los siguientes pueblos:

### Carmena.

En este pueblo, de 459 vecinos, situado en llano diluvial formado de arenas sobre gredas y cerca del nacimiento de un arroyuelo que va al Tajo, en la divisoria entre este río y el Alberche, hay escasez de aguas, y sólo en un prado hay dos norias con poca agua.

La fuente del Pilar, en el pueblo, está seca en verano; su agua procedente del O., no enturbia. No hay manantiales constantes. Se bebe de la fuente del Chorrillo, cuya cañería hacia el O. está abandonada; se halla á un quilómetro al S. del pueblo, en un sitio algo bajo, y su agua marca 50° hidrotimétricos. Cerca mana poco la fuente de la Salud, con agua que dicen buena para baños que sanan á los cojos.

Hay tres pozos públicos, secos, de 8 metros de profundidad; y en las casas, generalmente de 5 á 8 metros de hondura, pero es de 19'20 metros la de uno que en el campo tiene D. Felipe Rodríguez; otro, en casa de dicho señor, alcanza 12 metros de profundidad, y su agua, á 12° centígrados (aire 20° centígrados), marca 144° hidrotimétricos.

Un pozo artesiano en el término, llegó á la profundidad de 100 metros, sin resultado.

Junto á la estación del ferrocarril, llamada Santa Olalla-Carmena, en un camino paralelo á la vía, se ve caliza blanca bajo arenisca.

### San Pedro.

Pueblecito de 50 vecinos, está en una hondonada árida con algún chopo, cerca y al N. del nacimiento de tres arroyuelos que van al que

pasa por Carpio de Tajo. Las tierras del término pertenecen á la formación diluvial.

El agua de la fuente, que no corre en la estación estival, por ser bajo el nivel, la tiene en el colector á temperatura de 18° centígrados (exterior 24° centígrados) y marca 56° hidrotimétricos.

Los pozos son de 4'80 metros de profundidad, y su agua es, casi toda, potable.

### La Mata.

En el principio de la hondonada diluvial en que se halla el anterior, y más lejos de aquellos arroyitos, está este pueblo, de 450 vecinos, escaso de aguas.

Tiene dos fuentes, secas en los estíos, con bomba en el registro para sacar el agua, que marca 54° hidrotimétricos en la que dicen mejor, cuyas cañerías, de unos 25 metros, quedan dentro del pueblo completamente.

El Arquitecto provincial ha presupuestado en 7000 pesetas el buen abastecimiento de aguas.

Los pozos que hay en muchas casas, con agua gorda, tienen su profundidad entre 4'60 metros y 4'80 metros, y en tiempo más ó menos lluvioso, rebosan. En la localidad se acostumbra á practicar pozos para riegos en los melonares.

### Cebolla.

En lo bajo de una cañada, en el valle y ambas vertientes del arroyo Concejil, que corre constante por el diluvio, junto al aluvión del Tajo, se asienta este pueblo de 725 vecinos.

Hay en el término muchos manantiales, contándose unos cincuenta cerca y treinta lejanos, que se hallan en terrenos arenáceos y arcillosos, á distintos niveles y con aguas que no enturbian.

Hay en el pueblo suficientes aguas potables en tres fuentes, pudiéndose afirmar que en la localidad se disfruta generalmente de la beneficiosa abundancia de aguas potables y del riego que proporciona el arroyo mencionado, de curso permanente y del que dan las norias en las huertas.

Las fuentes son: fuente Calvete, con lavadero y caño, que da 36 litros por minuto de agua, á 19° centígrados (aire 21° centígrados), con 54° hidrotimétricos, que viene del E. á menos de 200 metros. La fuente del Pilar, junto al arroyo, con abrevadero y un caño, que da 33 litros de agua por minuto, á 20° centígrados y con 48° hidrotimétricos, y cuyo manantial está 500 metros al E. La fuente del Oro, situada en una alameda que hay arroyo arriba, casi no corre, viene de 60 metros al N. y su agua es algo más fina que la de la fuente Calvete. El agua de estas fuentes del pueblo escasea en verano, pero no se secan sus manantiales.

Hay pozos en las casas, de 2 á 20 metros de profundidad, teniendo los del N. agua potable casi todos.

### Montearagón.

Entre pequeñas lomas, sobre un suelo de arena y cantos rodados, en el diluvio cuaternario, junto al aluvión del Tajo, se halla este pueblo de 270 vecinos, á 2 kilómetros de su estación.

Cerca del canal, seco, del Tajo, sin manantiales en el término, carece de riegos y es rico en viñedos. Es, sin embargo, notable la abundancia de aguas del subsuelo, como lo demuestran los pozos de 4 á 11 metros de profundidad, en relación con las cotas de sus brocales.

La fuente que tiene el pueblo, en sitio bajo, no corre en verano; su cañería viene de las lomas del camino á Lucillos, parte en que está el Pozo Arriba, y la calidad de su agua, dicen que es, y debe ser, igual á la de dicho pozo.

Hay un pozo inmediato á la fuente, cuya agua se usa para ganados. El Pozo Arriba es de uso público y tiene el agua á 4'50 metros de profundidad y 2'50 más que ella ocupa, á 18° centígrados (aire 19° centígrados), con 56° hidrotimétricos.

En las casas hay unos veinte pozos, con profundidades entre 4 y 11 metros, como se ha dicho, y con buen agua; el del corral de la casa de Isidro Torralba, en la calle de las Eras, punto alto del pueblo, tiene á 11 metros de hondura el agua, que ocupa un metro hasta la caldera; es circular, de 1'50 metros de diámetro en su principio y abajo de más ancho, por desprendimiento de tierras; su agua está á 12°,5 centígrados y marca 44° hidrotimétricos.

En la estación del ferrocarril, sitio mucho más bajo que el pueblo, hay un pozo de buen agua, cuyo nivel freático está mucho más hondo desde la superficie y en absoluto, que el de los pozos antes mencionados, y, aun teniendo en cuenta que, en conjunto, un manto acuífero refleja atenuados los accidentes de la superficie del terreno, parece que existe una segunda capa de agua, más baja que la descubierta en el pueblo.

### Talavera de la Reina.

Es ciudad con 2800 vecinos, situada en llano aluvial, 1 1/2, kilómetros al S. del diluvial y 4 kilómetros al SE. de los asomos graníticos, á la margen derecha del río Tajo, á 4 kilómetros de la desembocadura del Alberche, á la inmediación de un arroyo de invierno, á 3 1/2, kilómetros de otro que, como él, procede de los granitos y entre las desembocaduras al Tajo, por la margen izquierda, de los arroyos Chuscoso y de Lientes, nacidos en diluvio.

No se aprovechan las aguas exteriores para el riego, sino algo que, del Alberche, se toma para tierras de la Marquesa de Cártago, regándose en varias parcelas con aguas de pozos, habiendo bastantes norias.

Escasean á veces las aguas potables. Hay en la población cuatro fuentes públicas de grifos, que en verano se cierran de once de la noche á cinco de la mañana, de las cuales, dos no corrían en septiembre. Las tomas distan 3 kilómetros al N., á cuyo rumbo están los manantiales en terrenos arenosos, casi á un nivel todos; y á 4 kilómetros un depósito de aguas, de propiedad particular, que surte muchas fuentes que hay en las habitaciones. Todas estas aguas son muy finas, cambian de régimen y su temperatura no llega á ser constante.

La fuente de la plaza de la Trinidad, da agua cárdena, á temperatura próxima á la del aire, por ser somera la cañería y marcando 6° hidrotimétricos.

El pozo en la casa que habita D. Julián González del Río, en la calle de Medellín, núm. 19, tiene 6 metros de profundidad hasta el agua, y de ella 27 centímetros, á 19° centígrados (aire 12° centígrados) y con 96° hidrotimétricos.

Cerca de Talavera, se hicieron investigaciones de aguas profundas en cuatro parajes, con pozos artesianos, cuya continuación se aban-

donó por no haberse conseguido resultados. Están situadas estas perforaciones: una, á 1 1/2 kilómetros, en el camino á Santa Polonia; otra, á 500 metros, pasada la vía férrea por junto á la estación; otra, camino del Pilar, y la otra, á 3 kilómetros, es la del pueblo Palomarejo.

### Calera.

Este pueblo, situado en el diluvio, algo en alto, cerca de un arroyo que va al Tajo, hacia cuya parte hay huertas, dista de su estación del ferrocarril 1 1/2 kilómetros y está comunicado también con Talavera por camino real.

En la finca La Navarra, algo lejos del pueblo, hay un manantial de mejor agua que la que surte aquél y de él se riega sin noria.

Hay varios caños alrededor del pueblo, de agua tomada por minados próximos á ellos. Uno de estos caños está en el camino de la estación, en sitio bajo, y es la llamada fuente de la Teja, con pilón, y por su caño sale un hilillo de agua, á 22° centígrados (aire 24° centígrados) y marca 42° hidrotimétricos; su depósito está muy inmediato.

Hay pozos en las afueras para todo uso; y los de las casas, con agua muy gorda, tienen una profundidad media de 11 metros.

Más cerca de la estación del ferrocarril, que lo que está la fuente de la Teja, hay una noria, un depósito de agua para las locomotoras y otro pozo, con lavadero adjunto, algo más al E.

Para poder establecer algunas conclusiones, se examinan en cada formación geológica de la comarca recorrida: la importancia de las corrientes exteriores, con las condiciones topográficas y estratigráficas en que se presentan; los manantiales y pozos, en atención á las circunstancias de las capas que dan paso á sus aguas; y la más ó menos probable existencia de cursos y depósitos de aguas subterráneas aprovechables.

La faja aluvial del Tajo, por Talavera, donde ensancha, cuyos materiales tienden allí á estratificarse y producen una topografía muy poco movida, puede decirse que constituye una llanura por la que corre el río caudaloso, mansamente, recibiendo por la margen derecha, escaso caudal, gran parte del año, del río Alberche, de pocos arroyos procedentes del granito y de menor número de los que na-

cen en el diluvio; y por la izquierda, del río Pusa, frente á Cebolla, y de algunos arroyos que tienen su origen en el cuaternario.

No hay en el aluvión del Tajo manantiales propios de él, en esta parte, sino algún venero.

Los pozos numerosos, en los que el nivel de las aguas oscila entre los 6 y los 15 metros de profundidad, según el espesor de los depósitos detríticos, contienen las aguas filtradas por ellos, sobre capas algo arcillosas, que no tienen regularidad de posición estratigráfica, sino en espacios muy circunscriptos, como tampoco hace relación la distinta calidad de las aguas, impotables en general, con la profundidad á que se hallan.

Los cursos de aguas interiores y depósitos de aguas subterráneas, son posibles; pero á más profundidad que el aluvión del río y sin presión para elevarse, por provenir de filtraciones próximas y bajas; no habiendo dado aguas artesianas las perforaciones que se abandonaron, si bien es de creer que, á más profundidad de la alcanzada, sea posible hallar aguas procedentes de las sierras del Norte y de los terrenos hipogénicos y paleozóicos, no remotos, del Sur, filtradas en los contactos con el cuaternario, subyacente á este aluvial, á través de las masas diluviales permeables.

El diluvio, que afecta una topografía algo doblada, presenta las corrientes exteriores, mencionadas antes por desembocar en el Tajo en la parte de la faja aluvial antedicha, y, además, arroyos afluentes del río Alberche, el río Guadiérvas y arroyos que á él afluyen, el arroyo Alcañizo con sus tributarios, y, en la faja diluvial del Norte de la provincia, el río Tiétar: corrientes todas poco caudalosas generalmente.

Las fuentes, no muchas ni muy abundantes en general, de aguas potables, algo finas, gordas ó muy gordas, manan en arenas, gravas y arcillas.

Los pozos, alguno rebosa en invierno, son en general poco profundos, de 0'50 á 8 metros, aunque los hay de 11 y de 20 metros hasta el agua, que es en pocos potable y ordinariamente muy terca, marcando de 44 á 196° hidrotimétricos y por excepción 258° hidrotimétricos, y se hallan en arcilla más ó menos arenosa, siendo de notar la abundancia de aguas poco profundas en Montearagón.

Los cursos de agua y depósitos subterráneos, demasiado hondos, por ser generalmente mucho el espesor del diluvio, pueden existir entre el mencionado pueblo Montearagón, Domingo Pérez y Erustes,

como también hacia Cebolla, sobre materiales arcillosos y margosos del mioceno lacustre infrayacente, si á menos profundidad no fuesen suficientemente impermeables las gredas y margas sabulosas cuaternarias, pues pueden alimentarlos, no sólo las filtraciones recogidas directamente de los hidrometeoros en extensas superficies cuaternarias y las aguas subálveas de ríos y arroyos que recorren capas muy permeables, sino las que llegar pueden por sus contactos con las formaciones más antiguas circundantes que, de sitios altos, vierten gran parte del caudal que reciben; sin que nada diga en contrario, saber que una perforación en término de Carmena, llegó á 100 metros de profundidad, sin éxito.

Los macizos hipogénicos ó sus isleos, que presentan accidentada topografía, se manifiestan en asomos de granito ó en depósitos de arenas producidas por la descomposición de esta roca, á la que también recubren.

En ellos nacen, el río Tiétar, su afluente Guadiérvas con sus arroyos, y otros que van al Alberche y al Tajo; ninguno de cuyos tributarios es muy abundante de aguas, secos casi en el estiaje; pero en conjunto tienen alguna importancia.

Los manantiales son numerosos y abundantes de aguas finas, de 6 á 26° hidrotimétricos, algunas de color opalino, *zorcas* ó *cárdenas*.

Los pozos tienen agua buena ó regular generalmente, aunque también la hay mala, y se halla entre los 2 y 7 metros de profundidad, y por excepción á 15 metros, siendo abundantes de agua la generalidad.

No hay régimen de aguas subterráneas en esta formación tan homogénea é impermeable por la naturaleza de sus materiales, impropios para filtraciones, que sólo en ellos pueden verificarse por *quebras*, muy limitadas é irregulares en su distribución.

En la formación estrato-cristalina, que se apoya sobre el granito en Sartajada, Buenaventura y Montesclaros, que llegará hasta Talavera, donde la recubre el diluvio, y que es, ya gnéisica ó ya pizarrosa, nacen pocos arroyos y la recorren los originados en el granito.

Las fuentes, no son muchas ni abundantes de agua, en general fina de 8° á 9° hidrotimétricos en las más de ellas.

Los pozos, de 4 á 8 metros de profundidad, alcanzan el agua, buena, pero no muy abundante.

No puede señalarse tampoco en esta formación, régimen alguno de aguas subterráneas.

Resumiendo, sólo puede afirmarse: que en la zona es casi nulo el riego sistemático regular; que hay mal surtido de aguas potables, en muchos pueblos; que la escasez es muy acentuada en las divisorias de aguas, *excepto* en puntos de la de entre el arroyo Alcañizo y el Tajo; la relativa abundancia en sitios mencionados del diluvio en las vertientes meridionales del Alberche y del arroyo Alcañizo, como también el mayor surtido y mejor calidad de las aguas que nacen en roca granítica.

En cuanto á las condiciones de las aguas de los pozos ordinarios, en conjunto, puede señalarse la mala calidad de aquéllas, muy tercas y por excepción potables, en estos terrenos diluviales, variables en contenido de sales solubles; buena en los graníticos y gnéisicos; la profundidad de los niveles freáticos es pequeña en general, nula á veces en alguno en que un delgado manto diluvial recubre al granito, sin que en general pueda señalarse correlación entre la altitud, topografía, etc., y el nivel, que no es único en algunos parajes; todo lo cual reconoce por causa, en los terrenos cuaternarios, la irregular alternancia de arenas y gredas.

Para surtir á los pueblos mal dotados, hay que aprovechar corrientes, casi todas desdeñadas; alumbrar más aguas, poco profundas, avenándolas por minados; y no temer á los gastos reproductivos que en algunos ocasionára el establecimiento de máquinas elevadoras más ó menos sencillas.

Á pesar de haberse ya intentado, sin éxito, el descubrimiento de aguas artesianas, es tal su necesidad en las localidades comprendidas en este estudio general, que puede recomendarse la ejecución de nuevos sondeos de investigación, sin ocultar que son pocos los puntos que prometen alguna probabilidad y que, de llegarse á iluminar aguas, éstas surgirían sin constancia.

Madrid, Noviembre 1909.

## Datos hidro-geológicos de la cuenca

| PUEBLOS                | FUENTES Y POZOS                         | Niveles freáticos.<br>—<br>Metros bajo el suelo. | CAUDALES<br>—<br>Litros por minuto. | Temperat<br>—<br>Grados centígrad |
|------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Sotillo de la Adrada.. | Fuente pública, junto al pueblo.....    | »                                                | 36                                  | 18                                |
| La Adrada .....        | Fuente de la Plaza.....                 | »                                                | 72                                  | 25                                |
|                        | Fuente Nueva, junto á las eras.....     | »                                                | 5                                   | 25                                |
| La Iglesuela.....      | Cisterna La Rubia.....                  | 0'50                                             | Abundante.                          | 31                                |
|                        | Pozo de D. D. Gómez.....                | 3'20                                             | Variable.                           | 20                                |
|                        | Fuente del Caño, en el pueblo.....      | »                                                | 40                                  | 27                                |
| Sartajada.....         | Manantial en el camino á Iglesuela..... | »                                                | Escaso.                             | 25                                |
|                        | Fuente del pueblo.....                  | »                                                | 9                                   | 24                                |
| Buenaventura.....      | Pozo en las eras.....                   | 7'25                                             | Variable.                           | 12                                |
|                        | Pozo «Raya de la Dehesa».               | 7'50                                             | Idem.                               | 13                                |
| Alcañizo.....          | Pozo en el pueblo.....                  | 4'50                                             | Abundante y var.                    | 20                                |
|                        | Pozo público.....                       | 3'50                                             | Escaso.                             | 20                                |
| Torralba de Oropesa..  | Pozo llamado fuente.....                | 3'50                                             | Abundante.                          | 19                                |
|                        | Fuente camino á Torralba.....           | »                                                | 24                                  | 20                                |
| Oropesa.....           | Pozo Jilguera.....                      | 6                                                | Muy abundante.                      | 12,5                              |
|                        | Pozo Nuevo.....                         | 4                                                | Idem.                               | 18                                |
| Lagartera.....         | Fuente de la Plaza.....                 | »                                                | 46                                  | 23                                |
| Calzada de Oropesa..   | Pozo Concejo.....                       | 3                                                | Escaso.                             | 19                                |
|                        | Pozo público.....                       | 4                                                | Variable.                           | 12                                |
| Erustes.....           | Pozo casa de Angela Cabezudo.....       | 4                                                | Idem.                               | 12                                |
|                        | Fuente de dos caños.....                | »                                                | 66                                  | 16                                |
| Domingo Pérez.....     | Pozo de D. E. Olmedo....                | 8                                                | Variable.                           | 12                                |
| Illán de Vacas.....    | Fuente del Pueblo.....                  | »                                                | 46                                  | 24                                |

## ajo, zona de este río, Alberche y Tiétar.

| altitudes.<br>—<br>Grados altimétricos. | FORMACIONES<br>GEOLOGICAS   | OBSERVACIONES                                                                                                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                                       | Granítica.                  | Los pozos con profundidad de 3 á 7 metros, tienen buen agua.                                                                      |
| 7                                       | Idem.                       | Los pozos de 2 á 7 metros, tienen buen agua y abundante.                                                                          |
| 6                                       | Diluvial cerca del granito. | Las aguas potables se estancan á un metro, sobre granito.                                                                         |
| »                                       | Diluvial.                   | Las aguas someras de los pozos del pueblo, son de mejor calidad que las de los más hondos.                                        |
| 60                                      | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 8                                       | Granítica.                  | Los pozos de 4 á 8 metros de profundidad, tienen agua que se da á los ganados.                                                    |
| 9                                       | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 8                                       | Idem.                       | Son escasas las aguas potables.                                                                                                   |
| 405                                     | Diluvial.                   | Los pozos en establos, á 8 metros, tienen agua que bebe el ganado.                                                                |
| 19                                      | Idem.                       | No hay fuentes. Los pozos tienen la profundidad máxima de 11 metros; su agua, gorda en los del pueblo, es buena en los del campo. |
| 158                                     | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 16                                      | Idem.                       | La profundidad de los pozos es de 4m,80 á 5m,60, y en alguno 9m,60, en arenas arcillosas y tierras margosas duras.                |
| 30                                      | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 19                                      | Granítica.                  | La profundidad de los pozos es generalmente de 6 metros, aunque hay alguno de 15, y es mala el agua de muchos.                    |
| 19                                      | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 26                                      | Idem.                       | No hay fuentes. Algún pozo tiene agua gorda.                                                                                      |
| 46                                      | Diluvial.                   | Las aguas potables, gordas, escasean en verano.                                                                                   |
| 44                                      | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 46                                      | Idem.                       | La profundidad general de los pozos es 5 á 6 metros, con agua potable algunos.                                                    |
| 412                                     | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 23                                      | Idem.                       | Hay abundancia de aguas potables. Los pozos de 4m,60 á 12m,80 tienen agua gorda, y alguno potable.                                |
| 496                                     | Idem.                       | »                                                                                                                                 |
| 42                                      | Idem.                       | Hay cuatro pozos, dos de ellos abundantes, y la noria de la huerta ó lagar.                                                       |

| PUEBLOS                | FUENTES Y POZOS                               | Niveles freáticos.<br>—<br>Metros bajo el suelo. | CAUDALES<br>—<br>Litros por minuto. | Temperat<br>—<br>Grados centig. |
|------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Cerralbos.....         | Fuente Nueva, al NO. del pueblo.....          | »                                                | 24                                  | 24                              |
|                        | Fuente del Espino, cercana a la anterior..... | »                                                | 50                                  | 49                              |
|                        | Pozo casa Isidro Baquerizo.....               | 6'80                                             | Escaso.                             | 43,5                            |
| Lucillos.....          | Pozo colector de la fuente.                   | »                                                | Idem.                               | 42                              |
|                        | Pozo de D. Domingo de la Casa.....            | 5                                                | Abundante.                          | 42                              |
| Carmena.....           | Fuente del Chorrillo, un kilómetro al S. .... | »                                                | Escaso.                             | 20                              |
|                        | Pozo de D. Felipe Rodríguez.....              | 42                                               | Variable.                           | 42                              |
| San Pedro.....         | Pozo colector de la fuente.                   | »                                                | Idem.                               | 48                              |
| La Mata.....           | Registro de fuente que no corre.....          | »                                                | Escaso.                             | Inconstan                       |
| Cebolla.....           | Fuente Calvete.....                           | »                                                | 36                                  | 49                              |
|                        | Fuente del Pilar.....                         | »                                                | 33                                  | 20                              |
| Montearagón.....       | Pozo Arriba.....                              | 4'50                                             | Abundante.                          | 48                              |
|                        | Pozo casa de Isidoro Torralba.....            | 40                                               | Idem.                               | 12                              |
| Talavera de la Reina.. | Fuente Plaza de la Trinidad.....              | »                                                | Escaso.                             | Inconstan                       |
|                        | Pozo de D. Julián González.....               | 6                                                | Idem.                               | 42                              |
| Calera.....            | Fuente de la Teja, fuera del pueblo.....      | »                                                | Muy escaso.                         | 22                              |

Todos los datos están tomados en septiembre de 1909.

| Calidades.<br>—<br>Grados hidrotimétricos. | FORMACIONES<br>GEOLOGICAS | OBSERVACIONES                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 36                                         | Diluvial.                 | »                                                                                                                                           |
| 33                                         | Idem.                     | Hay pozos con buen agua.                                                                                                                    |
| 258                                        | Idem.                     | »                                                                                                                                           |
| 46                                         | Idem.                     | El Pocito y el Caño son pozos de buen agua; en los demás es muy gorda.                                                                      |
| 404                                        | Idem.                     | »                                                                                                                                           |
| 50                                         | Idem.                     | Hay tres pozos públicos, secos, de 8 metros de profundidad; los de las casas son de 5 a 8. Un pozo artesiano llegó a 100 metros, sin éxito. |
| 144                                        | Idem.                     | »                                                                                                                                           |
| 56                                         | Idem.                     | Los pozos son de 4m,80, casi todos con agua potable.                                                                                        |
| 54                                         | Idem.                     | Los pozos de agua gorda, de 4m,60 a 4m,80 ó rebosan en invierno.                                                                            |
| 34                                         | Idem.                     | Los pozos son de 2 a 20 metros de profundidad y los del N. tienen agua potable, casi todos.                                                 |
| 48                                         | Idem.                     | »                                                                                                                                           |
| 36                                         | Idem.                     | La fuente no corre. Los pozos son de agua potable a profundidades entre 4 y 11 metros.                                                      |
| 44                                         | Idem.                     | »                                                                                                                                           |
| 6                                          | Diluvial sobre granito.   | Los pozos, con aguas gordas, tienen profundidades de 6 a 13 metros.                                                                         |
| 96                                         | Aluvial.                  | En el término, cuatro pozos artesianos no dieron resultado.                                                                                 |
| 42                                         | Diluvial.                 | Los pozos de agua muy gorda tienen 11 metros de profundidad.                                                                                |

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA DE LA PROVINCIA DE GERONA

---

ESTUDIO SOBRE LOS LAGOS Y MANANTIALES

DE

BAÑOLAS, ESPOLLA Y SAN MIGUEL DE CAMPMAYOR

POR

D. HORACIO BENTABOL Y URETA

INGENIERO JEFE DE MINAS

---

ANTECEDENTES DE ESTE ESTUDIO

El ilustrado Ingeniero de Minas y geólogo D. Luis Mariano Vidal, Miembro numerario de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, presentó á dicha Corporación en sesión del 25 de junio de 1908, una interesante y extensa Nota titulada *Investigaciones de hidrología subterránea en la comarca de Bañolas, de la provincia de Gerona* (1), en la cual describe el lago de Bañolas y diferentes otros menores de las cercanías, llamados *estanyols* en el país, así como los manantiales que dentro y fuera de ellos brotan; que por las circunstancias curiosísimas que en muchos concurren, presentan indudable interés para los naturalistas, para los ingenieros geólogos y para los agricultores de la comarca, cuyos intereses están íntimamente ligados con las vicisitudes de dichos lagos y manantiales.

(1) *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. Tercera época. Vol. VII, núm. 5, 49 páginas. Septiembre de 1908. Barcelona, imp. López-Roberts.

—*Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*. 4.º Enero 1909. Madrid.

Contiene la Nota del Sr. Vidal, además de la enumeración y descripción del lago, de los *estanoles* y de los manantiales, los análisis parciales de varias aguas de aquellas procedencias, los sondeos del lago grande y de los pequeños; y otros antecedentes útiles que he de tener en cuenta en el presente estudio, complemento y continuación de aquel trabajo.

Las conclusiones en él sentadas sobre el probable origen de los curiosísimos manantiales descritos, se basaron en datos y noticias que pudo adquirir; mas no fué posible á su ilustrado autor, entrar en otras hipótesis que hubieran nacido espontáneamente ante un buen mapa geográfico, porque no le hay.

Por desgracia, todos los mapas de la provincia son á cual más defectuosos, nadie se ha cuidado de rectificar sus numerosos errores, y no hay que decir que la situación de los volcanes, á los cuales no se ha dado en dichos mapas la debida importancia, es por demás incierta; siendo de notar que también son deficientes ó defectuosas, y á veces completamente erróneas, las situaciones que se atribuyen en el texto de las obras científicas que sobre tan interesante especialidad se han publicado, á ciertos puntos notables del terreno.

Como ejemplo fácilmente comprobable de estos defectos, citaré algunas notables discrepancias. En un plano oficial del Ministerio de Fomento se representa el lago de Bañolas orientado de E. á O., siendo su verdadera orientación de N. á S. En este mismo plano se sitúa la ermita de San Patllari, 1200 metros al N. de su verdadera posición y los volcanes Monsacopa y Monteolibet (próximos á Olot) á la distancia mutua de 1100 metros, mientras que en otro, también oficial publicado por el Ministerio de la Guerra, la distancia entre dichos volcanes es de 1450 metros. En el mapa de Coello, que es uno de los mejores de la provincia, el arroyo que nace junto á Pujarnol corre directamente al N. hacia el río Ser, atravesando el macizo de San Patllari; cosa que no ocurre en el terreno, pues dicho macizo lo impide, sino que empezando la tal corriente de agua con dirección S., y torciendo hacia el E. poco más abajo de Pujarnol, corre por el S. de dicho macizo y constituye después el río Matamós, que desemboca en el Terri, á poca distancia de Bañolas.

Con frecuencia faltan distancias y direcciones de los lugares descritos á otros de referencia, ó cuando se consignan se cometen notables errores en ellas, como por ejemplo en la distancia asignada en cierto libro entre Puig Moner y la iglesia de Granollers,

que se dice ser de siete quilómetros, cuando no es más que de dos.

Entiéndase bien que no consigno estas deficiencias en son de crítica ó censura hacia los dignos autores de tales trabajos, que no han podido hacer un levantamiento exacto y tal vez ni aun visitar muchos de los puntos representados, sino para mostrar la necesidad y urgencia de hacer un trabajo geográfico ó topográfico formal de conjunto de estos lugares, encareciendo á los autores de planos y descripciones, la ventaja de representar bien algunos puntos, aunque sean pocos, sobre la costumbre de representar muchos sin seguridad suficiente: puesto que de este modo, fiados unos autores en otros, los errores se generalizan y perpetúan, como tendré ocasión de hacer constar en el próximo estudio del Guadiana, sobre cuyo río se ha formado desde tiempo inmemorial una verdadera leyenda, difficilísima de destruir.

Encuentro, sin embargo, alguna justificación á las deficiencias señaladas en cuanto á la comarca comprendida entre Bañolas y Olot en las especiales dificultades que presenta el país para esta clase de trabajos, entre las cuales se cuentan: lo marcadamente accidentado del terreno; la espesura de la vegetación en cuanto se sale de los campos cultivados y de los caminos usuales; la mucha humedad del monte alto y bajo, que retrae al personal técnico y á los peones, de internarse en él, haciendo molesto y aun temible el trabajo, pues frecuentemente moja hasta las ropas interiores, aunque no llueva, en cuanto el tiempo es algo húmedo; la falta ó escasez de peones, que ha obligado á emplear mujeres, en algunos casos, para los trabajos topográficos; la indiferencia que los peones y las gentes del campo muestran por conocer y distinguir los cerros y puntos algo distantes del reducido espacio que á cada cual le interesa como cultivador ó propietario, y la falta de denominaciones unánimes de los mismos, hasta el punto de que con frecuencia los cerros reciben diferentes nombres de los habitantes de sus diferentes vertientes, efecto de la incomunicación en que éstos viven, aunque sus casas disten poco entre sí, y de que estas cuestiones que no afectan al rendimiento de las fincas les preocupan poco; lo cual dificulta en extremo su reconocimiento por el recién llegado al país, pues como cada monte, aunque visible desde muchas partes, presenta muy diferentes aspectos según los puntos de vista, si los naturales no los reconocen fácilmente y por costumbre, á los forasteros les es más difícil identificarlos en las primeras observaciones; la carestía de los jornales de campo y del alquiler de las caba-

lleras (1); lo poco acostumbrados que están á transitar por el monte y la escasa afición que tienen los habitantes del país á alejarse de sus casas ó de los buenos caminos, y otras varias particularidades de las gentes y cosas del país, que me hicieron adquirir el convencimiento de ser esta parte de la Península una de las que ofrecen más dificultades para realizar trabajos topográficos, sin excluir la Alpujarra; donde á pesar de ser el terreno mucho más quebrado que en la provincia de Gerona (hasta el punto de ser peligroso moverse en él por las pendientes, laderas abruptas, caminos estrechísimos, y elevadísimos tajos cortados á pico) todas las dificultades se salvan con relativa facilidad, merced á las especiales cualidades de sus habitantes.

Estas dificultades, que en anteriores tiempos habrán sido mayores, y otras que omito, pero que observa el operador sobre el terreno, han contribuido sin duda á la imperfección del conocimiento de la topografía del país y hasta á haber pasado inadvertida la existencia de los mismos volcanes por muchos siglos, puesto que, como se verá más adelante, no fueron descubiertos hasta el último tercio del XVIII ó principio del XIX, á pesar de ser tan manifiestos y aparentes.

Terminada esta digresión, y reanudando la reseña histórica que sirve de antecedente al presente estudio, haré constar que tan pronto como el Sr. Vidal se hizo cargo de la Dirección del MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, se apresuró á procurar llenar las deficiencias que observaba en los mapas y planos, dignándose encargarme del levantamiento del de la región volcánica en cuestión y de hacer cuantas observaciones geográficas, geológicas é hidrológicas pudiese durante el escaso tiempo disponible, como base para el estudio de la misma; gracias á lo cual puedo hoy señalar la situación de algunos de los volcanes, así como la forma y dirección de las fallas que enlazan á varios de ellos, y el estudio hidrogeológico de la región, presentando explicaciones verosímiles de los notables fenómenos que se producen en los manantiales de la comarca y dejando preparado el trabajo para que pueda terminarse fácilmente con la fijación geográfica de los demás volcanes, no señalados en el presente estudio.

(1) El autor de este estudio ha tenido que pagar algunos jornales de campo á 7 pesetas, y alquiler de caballerías á 10 pesetas diarias, á pesar de que el país no es más caro que cualquier otro de la Península, ni los servicios prestados por aquellos paisanos son de mejor calidad que en las demás provincias.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TERRENO Y DE LOS MANANTIALES

### PRELIMINAR.—MÉTODO DE TRABAJO

Los planos y las descripciones del presente estudio han sido tomados directa y personalmente del terreno, y no copiados, ni en todo ni en parte, de otros planos ni descripciones, habiendo, para ello, recorrido todos los parajes que se describen, huyendo de aceptar datos ó noticias de referencias que con harta frecuencia he tenido ocasión de encontrar equivocadas, y prefiriendo dejar de consignar puntos en los planos y descripciones, á correr el peligro de hacerme inconsciente propagandista y continuador de errores.

Sin embargo; el poco tiempo en que este estudio ha sido hecho y el escaso personal empleado en él—consistente en el autor auxiliado de algunos peones del país sin adiestramiento especial—han obligado á seguir procedimientos breves y expeditos que no permiten una gran exactitud en las medidas; no obstante lo cual, puede garantizarse que los puntos del plano están situados con suficiente aproximación, para que no excedan los errores cometidos de algunos pocos metros, tanto en las plantas como en los desniveles.

Los instrumentos empleados fueron: brújula-teodolito Breithaupt, con pequeño anteojo telemétrico, y mira telemétrica combinada Bentabol, modelo plegadizo, con los cuales pueden medirse directamente distancias algo superiores á 1000 metros con seguridad y rapidez, por los procedimientos que no es del caso describir en este momento.

Combinado con las medidas telemétricas he seguido el método de triangulación con la brújula ó el teodolito (según los casos), procurando que los vértices quedasen determinados, por lo menos, por medio de tres visuales; empleando exclusivamente el método gráfico en los triángulos menos importantes, y el gráfico y trigonométrico en los mayores y de más interés, y no dando por buena la situación

de cada vértice sino cuando las intersecciones mutuas de tres visuales diferían en pocos metros, comprobándose de este modo unas á otras.

El relieve ha sido determinado por nivelación trigonométrica unas veces y taquigráficamente otras, comprobando y comparando los resultados con las indicaciones de dos barómetros aneroides, desechando en las alturas aquellos números que diferían demasiado de los demás y tomando siempre el término medio de los que ofrecían más garantías en cada caso, ó dando más crédito á los resultados que procedían de observaciones hechas en mejores condiciones (1).

Tanto para la planta como para el relieve, me he auxiliado con croquis trazados sobre el terreno á tres lápices (negro, azul y rojo), siendo estos croquis de tres especies: plantas, perfiles y vistas perspectivas panorámicas, algo desusadas tal vez estas últimas por los ingenieros, pero que, hechas con mediana pericia, son de grandísima utilidad para reconstituir y comprobar sobre los planos la planta y el relieve, y aun para contrastar alturas y puntos notables, descubriendo con facilidad ciertos errores materiales que por necesidad se deslizan fácilmente, al leer en los instrumentos ó al escribir ó *figurar* en las libretas de campo, las observaciones.

De este modo han sido señalados los puntos notables del terreno sin descender á una minuciosidad imposible en este género de trabajos, y engañosa. Por ejemplo: en las iglesias solamente se han señalado la situación de las veletas de sus torres ó el centro de sus campanarios. En las casas, ciertos de sus ángulos (siempre los mismos), aunque en el resto pueda haberse descuidado la forma y medida. En los ríos, algunos de sus puntos, y con especialidad las confluencias entre ellos y sus cruces con caminos ó carreteras. En el lago de Bañolas, toda su orilla por más de cuarenta y cinco puntos, señalando especialmente la situación de las *pesqueras* con una sola observación para cada una, y las entradas de las acequias. En los estañoles, los dos ó tres puntos necesarios en cada uno, para determinar sus formas y dimensiones. En las montañas, sus puntos culminantes y las direcciones de las líneas anticlinales que de ellos se derivan. Habiendo sido conveniente á veces dirigir visuales sueltas á los contornos aparentes de casas y pueblos, ó perfiles de los macizos montañosos, útiles en determinados casos para circunscribirlos y dar veracidad á la representación del terreno. Debiendo advertir, por último, que no he

(1) Véase la nota especial, al final.

intentado representar todas las casas de los pueblos y caserios, puesto que sólo estos detalles hubieran exigido más tiempo que el disponible para todo el trabajo.

### Geografía y topografía de la región estudiada.

Servirá de punto de partida y referencia en la siguiente descripción, el lago de Bañolas, principal motivo de la misma, que tiene una altitud sobre el mar de 175 metros.

Este lago está situado en una posición intermedia entre los *estañoles* ó pequeños lagos de San Miguel de Campmayor y el de Espolla, que en la Mancha hubieran recibido el nombre de *Ojos*; pues á esta clase de manantiales pertenecen los del Guadiana, los de Montiel y otros muchos que por allí se encuentran y he reconocido varias veces, con motivo de los estudios de la cuenca del alto Guadiana que estoy efectuando por cuenta del Estado.

El manantial y lago de Espolla, está situado al N. de Bañolas y á distancia de 1800 metros por lo más corto, del gran lago. El grupo de San Miguel dista 5  $\frac{1}{2}$  kilómetros por el W. del mismo. Siendo ambas direcciones bastante precisas, de modo que el conjunto de los tres grupos forma una escuadra cuyo lado mayor dirigido de E. á W., mide en total 7 kilómetros, y el menor, orientado de N. á S., tiene 4 escasos; quedando en el vértice el pueblo de Bañolas, como puede verse en el plano adjunto (lám. II) que á escala de 1 : 10000 he levantado sobre el terreno con curvas de nivel de 10 en 10 metros, á partir de la superficie del lago de Bañolas, conteniendo todos los detalles necesarios y orientado al N. verdadero.

Los grupos formados por los estañoles de Bañolas y de San Miguel de Campmayor, están separados por el macizo montañoso de San Patllari, destacado hacia el N.NE. de Rocacorva, vértice geodésico este último que alcanza la altura de 994 metros, y está situado 5  $\frac{1}{2}$  kilómetros al S. del barranco que transversalmente y pasando por el N. de la ermita de San Patllari corta dicho macizo y facilita el paso entre ambos pueblos. Barranco utilizado para conducir por él la carretera en construcción (señalada con doble línea roja en el plano), que desde Bañolas llegará á Olot, pasando por San Miguel, Sellent y Santa Pau; como puede verse en el mapa de conjunto que, á escala de 1 : 50000, acompaña á este estudio (lám. I).

Por el aludido barranco transversal discurren dos arroyos en di-

recciones opuestas. Hacia el lago de Bañolas baja el torrente llamado *Ribera Castellana*, que, empezando cerca de la casa y torrente de *Rodeja*, toma después gran pendiente, suavizada más abajo paulatinamente, hasta entrar en el lago de Bañolas con una insignificante inclinación. Del lado opuesto corre hacia San Miguel un pequeño arroyo, que se incorpora á otro mayor que por el S. baja de San Patllari, rotulado en el plano con el nombre de torrente del *Arm*.

El barranco ó ribera Castellana está seco de ordinario, pues no bastan á mantener su curso algunos escasos manantiales que dentro de él brotan. Y lo mismo ocurre al barranco opuesto, antes de su incorporación con el torrente del *Arm*; que aun en tiempos secos lleva alguna agua. De modo que estos dos torrentes sólo corren, y por cierto arrastrando mucha tierra, durante los días de lluvia.

Cortando por cerca del centro de este barranco transversal, entre los orígenes de los mencionados arroyos torrenciales, llamados *Ribera Castellana* y *Torrente del Arm*, baja de la montaña de San Patllari un tercer torrente llamado *Rodeja*, abundante en agua, que procede de manantiales permanentes que brotan en las vertientes septentrionales de dicha montaña; pero que ni viene de Pujarnol, ni mucho menos de otro punto más meridional, como erróneamente se representa en varios mapas. Arroyo que, después de varias sinuosidades, se dirige directamente al N., pasando por el E. de la Torre del Telégrafo y casa de Ginestá, entre el cerro de este nombre y el llamado de la *La Gitana*, para incorporarse al río que, pasando cerca y por el W. de Sernyà, recibe el nombre de *Ser* y se incorpora al *Fluviá* poco más abajo.

El macizo montañoso de San Patllari no está unido al de Rocacorva como se manifiesta en los mapas, sino que, por lo contrario, se halla separado del mismo por el barranco y cauce del río *Matamós*, en cuya cabecera y punto más alto se encuentra un collado, señalado por cierto con un poste piramidal y pequeña aguja de piedra labrada, con varias inscripciones, en el punto que en la lámina II se representa la separación del valle de *Falgons* y San Miguel, de una parte, y de Pujarnol y el *Matamós* por la otra.

Á partir de este collado, el terreno va siempre subiendo por el S. hasta lo alto del vértice geodésico de Rocacorva, y por el N. hasta la misma ermita de San Patllari, cuyo plano se ha dibujado en gran escala, como detalle importante, en la parte superior de la lámina II á escala de 1 : 500.

Dicha ermita de San Patllari está, pues, situada en el punto más alto de la montaña de su nombre, mucho más cerca del valle de San Miguel que del lago de Bañolas, por lo cual las vertientes hacia el primero son rápidas y casi escarpadas, mientras que del lado opuesto la montaña baja con escasisima pendiente, en una longitud de mil quinientos metros; y aunque desciende más lejos con mayor pendiente, todavía en la parte más inclinada de la vertiente oriental no alcanza tanto declive como por el lado occidental.

La falda de esta montaña presenta por el N. cierta regularidad de conjunto, que permite considerarla como un plano inclinado que apoyase en los torrentes opuestos que dije llamarse *Ribera Castellana* y *Torrente del Arm*. Pero en la vertiente meridional, el macizo se bifurca en forma de herradura, abierta por el S. en dos ramas: de las cuales la más larga forma la cresta del barranco en que está situado Pujarnol y termina en el collado antes descrito, para volver á subir hacia el S. por la casa del Robre Graso hasta Rocacorva; mientras que la rama más corta de la herradura, que forma el límite oriental del dicho barranco, queda interrumpida por el *Matamós*, y volviendo en curva hacia el E. se prolonga, formando varias lomas de altitud decrecientes, que separan la cuenca de dicho río del hundimiento en que yace el hermoso lago de Bañolas; lomas que por fin llegan á desaparecer por efecto de su progresiva disminución de relieve, antes de llegar á la carretera de Gerona á Bañolas.

La ermita de San Patllari está, según mis medidas, á 665 metros sobre el nivel del mar. Y siendo 175 y 213 las alturas del lago de Bañolas y de la *Ribera de Falgons* en el punto en que la cruza la carretera, la pendiente media ó de conjunto de esta montaña es de 11 por 100 por el E. hasta el centro del lago de Bañolas, y de 20 por 100 por el W. hasta la *Ribera de Falgons*.

Á esta diferencia de la inclinación del terreno en la montaña de San Patllari, se debe el que aunque la ermita construida en su cumbre está en el borde occidental de la misma, se divisa claramente desde la mayor parte de la orilla oriental del lago de Bañolas, viéndose por efecto de la perspectiva como si estuviese sobre el contorno ó borde oriental de la montaña más próxima al lago; lo que ha podido inducir á error á los croquizadores que no se hayan tomado la molestia de recorrer y medir estos parajes.

Desde la ermita de San Patllari se descubre un extensísimo y lindo panorama en todas direcciones; pero especialmente por el occi-

dente se divisan multitud de iglesias, casas, ríos y montañas y otros puntos notables del terreno, que pueden situarse en los planos relieriéndose á esta ermita, ya visándolos desde la misma, ó mirando á la ermita desde ellos.

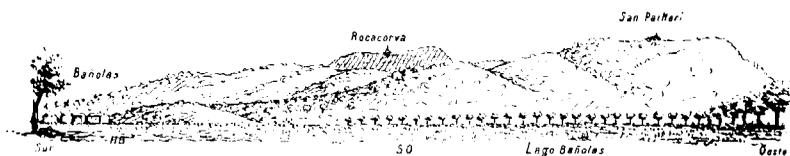


Fig. 1.ª—Vista panorámica del macizo de San Patllari, tomada desde la orilla oriental del lago de Bañolas.

En igual caso se encuentra la torre del telégrafo óptico de Ginestá, situada casi al N. de San Patllari, á distancia de ésta de 2400 metros y á 4600 del lago de Bañolas, y con menor elevación que San Patllari, puesto que su altitud es de 490 metros.

Como en San Patllari, el terreno en esta montaña es abrupto por el lado de Occidente y suavemente tendido por el Oriente, estando la torre situada sobre un morrón avanzado hacia el S., de modo que tanto por el N. de San Patllari como por el S. de la torre telegráfica de Ginestá, las laderas del barranco están formadas por calizas en la parte superior y por margas en la subyacente, con inclinación contraria á uno y otro lado de la carretera que, hoy en construcción, se desarrolla entre Bañolas y Santa Pau.

El valle de Falgons y San Miguel de Campmayor es amplio y abierto, formando por el S. un extenso anfiteatro cerrado por los montes conocidos en el país con los nombres de Puig Arcas, Bolañ, Puig Moner y Puig Llabrera, que le circunscriben circularmente por este lado.

Entre los puntos notables que se divisan desde la ermita de San Patllari y de la torre telegráfica de Ginestá, que pueden servir para una extensa red de triángulos, algunos de los cuales he formado con las visuales que se pintan en la lámina I, se encuentran los siguientes, nombrándolos de izquierda á derecha por orden circular á partir del S.: Las dos cumbres de Rocacorva; la pintoresca y original ermita situada sobre la cresta de la montaña, en el collado ó silla de caballo que queda entre ellas y la casa del Robre Grosó, que se proyecta delante de Rocacorva y de sus vertientes septentrionales; el vol-

cán de Puig Moner; la montaña Montfalgó, situada detrás de Falgons; la casa Plantés; Falgons; Casa Planaferrana; Mieras, que se descubre por el portillo que dejan las dos montañas que cierran por el W. el valle de Falgons; San Miguel de Campmayor; Santa Quiteria; los hostales de San Miguel, de Ferrer y del Arm; la casa y ermita de Ginestá; la casa Rodeja, el lago y pueblo de Bañolas, y sólo desde San Patllari, la iglesia de Pujarnol. Todos éstos en primer término.

Pero más lejos, se divisan también claramente: el tajo y cresta de la sierra de Finestras; el volcán llamado Cruscat, con la torre telegráfica que lo corona y estaba en relación con la de Ginestá; San Julián del Monte, las cumbres de los Pirineos y el santuario de Nuestra Señora del Monte.

Es el macizo y vértice geodésico de Rocacorva fácilmente reconocible desde grandes distancias por su esbelto y característico perfil, compuesto de dos cúspides. La más elevada al N., con la cota de 994 metros, que ha servido de vértice geodésico para la triangulación de primer orden verificada por el Instituto Geográfico, y la del S., separada de la anterior por la distancia de 870 metros, que tiene 51 metros menos de altura. Entre ambas se encuentra la ermita y casa-hospedería de Rocacorva, con su enano campanario cuadrado, visible por ambos lados de la montaña desde largas distancias, que se representa en planta, al margen de esta página.

El presente grabado da una idea del plano á escala de la ermita y

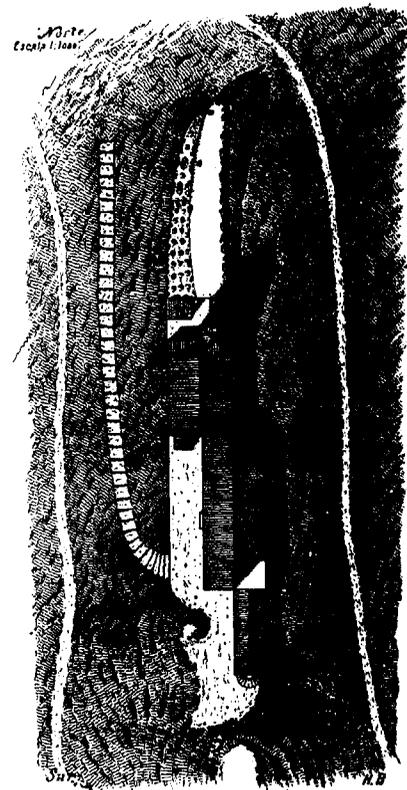


Fig. 2.ª—Planta y vista cenital de la ermita y casa-hospedería de Rocacorva.

casa-hospedería, y el siguiente el del perfil del macizo de Rocacorva visto desde el lado de Poniente en un punto situado cerca de la cumbre de Puig Torres.

Las características de este macizo montañoso son las siguientes:

Sobre un profundo tajo que corta la montaña por el E., se levantan las paredes de la ermita y de la casa-hospedería de Rocacorva, desde cuyos voleados balcones se divisa un hermoso panorama, en el que se distingue Gerona, Adri, Biert y otros varios pueblos repartidos entre las colinas y barrancos que, aplauándose, descienden hacia la faja de terreno poco accidentado, por donde se desarrolla la carretera de Gerona á Bañolas, que corre por el W. del Terri; siendo uno de estos cerros la redondeada colina que forma el extinguido volcán de Adri ó Montcal.



Fig. 3.<sup>a</sup>—Vista del macizo de Rocacorva, tomada por el lado occidental desde Puig Torres.

Por el W. baja el terreno con fuerte inclinación hacia un barranco que corre hacia el S., y cuya vertiente opuesta está formada por las faldas de los cerros Puig Torres y Puig Rigau, que separan á Rocacorva del valle de Granollers.

Las vertientes septentrionales de Rocacorva son abruptas, alternando los tajos con las fuertes pendientes en colosal gradería, en uno de cuyos peldaños se encuentra situada la conocida casa del *Robre Gros*, afectando la montaña por esta parte la forma característica que indica el grabado (fig. 3.<sup>a</sup>), y corresponde á la existencia de un inmenso corte ó tajo que, extendiéndose desde el collado que hay entre San Patllari y Rocacorva, se dirige hacia el WNW., y pasando por el N. de los elevados tajos de la sierra de Finestras, se encamina al vértice geodésico de Se Calm, formando el límite meridional de los valles de San Miguel, Mieras, Santa Pau y Olot; cerca de cuya ciudad recibe el elevado tajo en cuestión, que forma una verdadera cadena montañosa, la denominación de *Montes del Corp*.

En cambio, la falda meridional de la montaña de Rocacorva es de pendiente relativamente suave y casi uniforme, descendiendo con re-

gularidad hasta el cauce del río Ter, que por aquella parte desliza sus aguas, antes de llegar á Gerona.

Por fin; la ermita y parroquia-hospedería de Rocacorva, edificada en la cresta de la montaña y entre sus dos cumbres, tiene la forma muy alargada, semejante á la de un barco, que se ve en los grabados, cuya elevada proa, dirigida al N., está formada por los estratos que, con fuerte buzamiento al S., han quedado cortados por el N. en forma de espolón, por alguna convulsión endógena.

Volviendo al lago de Bañolas, punto de partida de mi trabajo, diré que la carretera en construcción, que sale por el SW. de este pueblo, pasa junto á la casa de baños de la Font Pudosa; se aparta considerablemente del lago por el S., y acometiendo en larga y recta rampa en dirección á la montaña, asciende constantemente por las vertientes del lado derecho de la ribera Castellana hasta llegar al punto más alto del collado que separa los valles de Bañolas y San Miguel, con la cota de 111 metros sobre el nivel del lago (señalado en la lámina II con la letra X), para descender desde allí por la ladera derecha del opuesto barranco hacia el valle de San Miguel, á cuya entrada se endereza nuevamente la carretera en larga alineación recta, poco pendiente, que atraviesa los cursos permanentes de agua rotulados en el plano con los nombres de torrente del Arm, torrente de la Creneta, ribera de Falgons y Riutort de Mieras; de los cuales el más importante es el que, pasando por Falgons, procede de las vertientes septentrionales del volcán de Puig Moner, y forma el fondo del abierto valle de San Miguel.

En la parte superior de la lámina se ha dibujado, á escala mitad del plano, un corte vertical del terreno entre el lago de Bañolas y el caserío ó pueblo disperso de San Miguel, corte que, pasando por la traza horizontal que parte, sobre el plano, de la angostura del lago, sigue la ribera Castellana hasta el punto Y, asciende por la carretera al atravesar el collado, y baja desde X por el arroyo que después se une con el torrente del Arm, hasta Z, para volver por último á terminar con la alineación recta de la carretera, buscando siempre los puntos más bajos del terreno.

El caserío de San Miguel es irregular y muy disperso, estando la casa principal de él, la conocida en la localidad con el nombre de Plauferrana, situada unos 500 metros al S. del Riutort de Mieras, entre este río y la ribera de Falgons. Tiene tres *hostales* ó posadas—la de San Miguel, en lo más bajo; la de Ferrer, al costado de la carretera, cerca del puente que está sobre el torrente del Arm, y la del

**Arm**, situada cerca de la desembocadura de este torrente en el valle y junto á la carretera—y dos iglesias: la de San Miguel, construida en la orilla izquierda de la ribera de Falgons, á 1100 metros al N. de la carretera, y la de Santa Quiteria, emplazada en el otro lado de la ribera y á distancia de 650 metros al N. de la misma carretera.

La cota de esta ruta sobre el puente bajo el cual atraviesa la ribera de Falgons, es de 43 metros sobre el lago ó 218 sobre el nivel del mar, siendo las de la ribera en cuestión en este punto de 38 y 215 metros respectivamente.

El lago de Bañolas ocupa el fondo de una depresión del terreno que está cerrada por el NE., N., W. y S. por la meseta de Espolla, las montañas de La Gitana y San Patllari y por las estribaciones que desde ésta se dirigen hacia el SE., respectivamente; quedando abierta por el cuadrante SE. en la planicie donde está emplazada la población y comienza el valle del Terri.

Esta depresión, orientada de N. á S. con ligera desviación de SW. al NE. y una longitud total de unos 4 1/2 kilómetros, remonta suavemente por el S. hasta la divisoria con el río Matamós, y más rápidamente por N. hacia la planicie donde está el gran estanól y manantial de Espolla, cuya meseta, elevada unos 40 metros sobre el lago de Bañolas, desciende rápidamente por el S. hacia el valle del Terri, formando una inclinada ladera que desde el punto en que arranca el camino á Figueras, en la carretera de Olot, se dirige hacia el E.

La meseta de Espolla desciende también y tiene su desagüe por el N., hacia el valle del Fluviá, sobre el cual mide una altura de 125 metros.

Atraviesa oblicuamente por el N. del lago la antigua carretera á Olot (señalada en la lámina con doble línea roja), que partiendo de Bañolas pasa por el costado oriental del lago y asciende por las vertientes del mismo en dirección á Serinyá, Besalú y Castellfullit.

#### ALTITUDES SOBRE EL MAR

##### DE LOS PUNTOS MEJOR CARACTERIZADOS EN LA REGIÓN ESTUDIADA

Las altitudes señaladas con un asterisco (\*) en el siguiente cuadro, están copiadas de los datos del *Instituto Geográfico*, prescindiendo de las fracciones de metro. Las señaladas con dos asteriscos (\*\*) son las que consigna la *Guía itineraria* de Arturo Osona, se-

gún el *Calendario-guia* de Bañolas para 1891. Y las restantes (sin marca alguna) están deducidas de las primeras por mi nivelación taquimétrica y trigonométrica, del modo que se explica en la nota especial inserta al final del presente estudio:

| PUNTOS                                                           | ALTITUDES<br>EN METROS |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Cumbre Norte y más alta de Rocacorva (*). Vértice geodésico..... | 994                    |
| Idem Sur y más baja de idem.....                                 | 943                    |
| Puerta de entrada á la casa-hospedería de idem.....              | 926                    |
| Pie de la torre de la iglesia de idem.....                       | 930                    |
| Cumbre de Se Calm (*). Vértice geodésico.....                    | 1515                   |
| Pico de El Far (**). .....                                       | 1050                   |
| Gerona, ciudad (*). .....                                        | 68                     |
| Idem. Vértice geodésico del fuerte de Capuchinos (*). ..         | 184                    |
| Besalú (**). .....                                               | 300                    |
| Plaza de Olot (*). .....                                         | 440                    |
| Santa Pau (**). .....                                            | 490                    |
| Santuario de Nuestra Señora del Monte.....                       | 1225                   |
| Idem de Finestras (**). .....                                    | 950                    |
| Castillo de Finestras.....                                       | 1020                   |
| Collado de Pujarnoll (**). .....                                 | 480                    |
| Cumbre de Puig Moner.....                                        | 855                    |
| Idem de Puig Torres.....                                         | 845                    |
| Ermita de San Patllari.....                                      | 665                    |
| Torre del telégrafo de Ginestá.....                              | 490                    |
| Cumbre de Montfalgó.....                                         | 640                    |
| Iglesia de Granollers de Rocacorva.....                          | 420                    |
| Idem de San Miguel de Campmayor.....                             | 215                    |
| Idem de Santa Quiteria.....                                      | 220                    |
| Idem de Falgons.....                                             | 257                    |
| Casa Planaferrana, en San Miguel.....                            | 242                    |
| Idem del Robre Groso.....                                        | 720                    |
| Explanada en Ca'n Oliveras, al NO. de la casa.....               | 650                    |
| Lago de Bañolas.....                                             | 175                    |
| Idem de Espolla.....                                             | 215                    |

| PUNTOS                                                                      | ALTITUDES<br>EN METROS |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Punto más alto de la carretera entre Bañolas y San Miguel de Campmayor..... | 275                    |
| Puente sobre la ribera de Falgons.....                                      | 218                    |
| Río Fluviá, antes de llegar á Olot <sup>(1)</sup> .....                     | 440                    |
| Idem bajo el puente de hierro á San Esteban <sup>(2)</sup> .....            | 427                    |
| El Fluviá, en Esponellá <sup>(2)</sup> .....                                | 90                     |
| Casa Rodeja, en la carretera.....                                           | 235                    |
| El Terri, en Borgoña <sup>(2)</sup> .....                                   | 122                    |
| Río Ter, entre Ripoll y San Quirce <sup>(3)</sup> .....                     | 625                    |
| Idem en San Feliu de Torelló <sup>(3)</sup> .....                           | 500                    |
| El Fluviá en su origen <sup>(1)</sup> .....                                 | 460                    |

Una vez hecha esta descripción general del terreno á que se refiere el presente estudio, veamos en detalle la configuración, condiciones y circunstancias del lago y de los estañoles y manantiales que he de examinar.

## GRUPO ORIENTAL

### LAGO DE BAÑOLAS

El hermoso lago de Bañolas, del cual sale constantemente agua en abundancia por las cinco acequias de riego y fuerza motriz que se ven señaladas en su margen oriental (aun cuando no reciba ningún agua de las corrientes superficiales), está situado á la altitud de unos 175 metros sobre el nivel del mar, y tiene la forma de un 8 irregular dirigido de N. á S., ligeramente desviado del NE. á SW., siendo sus dimensiones principales las siguientes, algo diferentes de las que proporcionó al Sr. Vidal la Memoria con plano publicada por el municipio de Bañolas en 1907:

Máxima longitud, 2080 metros. Anchura mayor: en la parte N.,

(1) Por estimación aproximada.

(2) Nivelación barométrica.

(3) Estimación aproximada con referencia á la vía férrea.

750 metros y en la parte S. 620. En la angostura central, frente á la desembocadura de la ribera Castellana, sólo mide el lago 235 metros de ancho, siendo su superficie de 1.074515 metros cuadrados. La profundidad, muy variable según los parajes, llega á 42 metros en la parte N. y á 62'50 metros en la parte S., no pasando de 6 metros en la angostura, según los sondeos del Sr. Vidal.

El perfil del corte vertical á lo largo del lago tomado de dicho sondeo, está representado en la parte superior de la lámina á continuación y en las mismas escalas horizontal y vertical que el corte del terreno, para que sean ambos fácilmente comparables; habiéndose continuado por bajo de la superficie del lago las curvas de nivel del fondo, de 10 en 10 metros, representadas en el plano por medio de líneas de puntos negros y cotas negativas.

En el corte y plano se ve que el lago presenta dos cuencas ó cavidades profundas, cónicas, de forma irregular, cuyos vértices ó puntos más hondos no coinciden con el centro aproximado de las superficies de ambas porciones del lago; siendo importante notar que el perfil longitudinal ofrece la particularidad (sobre la cual insistiré más adelante) de que el declive del fondo en ambas cavidades es más suave hacia el S. que hacia el N., y de que en la porción S. presenta el perfil un rellano ó concavidad frente á la salida de las cuatro primeras acequias de desagüe del lago.

El fondo de éste se encuentra cubierto por lodos finos arcillosos y calizas completamente solubles en los ácidos. Lodos que son muy adhesivos y del color ceniciento dominante en las margas numulíticas del país, excepto en dos parajes, uno al NE. y otro al S., en que está descubierta la roca; dando la sonda en los dos puntos más profundos del lago, tanto en el recipiente N. como en el S., en lodo arenoso y arena de grano fino.

La composición de dichas arenas, según examen hecho al microscopio por el ilustrado Ingeniero y profesor de Escuela de Minas, D. Ramón Adán de Yarza, consiste en granos de cuarzo, á los que acompañan algunos de caliza y limonita; sin que se vean minerales de origen volcánico entre los mismos. Habiendo también encontrado accidentalmente el Sr. Vidal en estas arenas, microscópicos granos de *chara* de las especies que viven en el lago, y fragmentos de conchas de *lymnæas* y otros moluscos que en él habitan.

Al lago de Bañolas no concurren más corrientes superficiales de agua que el arroyo de *Murgat*, procedente de NW., el cual, después

de pasar á 150 metros al S. de la casa del mismo nombre, penetra en la cuenca septentrional del lago por el W. La ribera Castellana antes nombrada, que procede del W. y penetra en el lago por la angostura del mismo. La ribera y acequia de Villaplana, que toma sus aguas de las vertientes montuosas del SW. del lago y penetra en él por el W., cerca de la iglesia de *Porqueras*. El arroyo y acequia del *Vilar*, que procede del SW., vuelve su curso hacia el N. y penetra por el S. en el lago. La ribera del *Ras*, que tomando origen más al S. que la anterior y en las faldas del macizo montuoso de San Patllari, como las dos anteriores, recoge las aguas de algunos estanoles y penetra en la forma de acequia canalizada por el S. del lago. Y, por último; también penetran en el lago, un pequeño arroyo que corre hacia el E., por el N. de la iglesia de *Porqueras*, recogiendo las aguas llovidas sobre la explanada que se extiende al S. de la ribera Castellana, y una acequia que vierte por el S. del lago las aguas sulfurosas de la Font Pudosa.

Pero debe advertirse que ninguno de estos cauces conduce más aguas que las de los manantiales que se dirán, excepto los días de lluvia.

Insistiendo en las deficiencias de los mapas publicados, debo hacer notar, que este importante lago, en cuya orilla SE. se encuentra, como antes dije, el pueblo de Bañolas—distante 17 kilómetros por el N. de Gerona, en la carretera que de dicha capital conduce á Olot—no se halla señalado en varios mapas modernos muy conocidos, algunos de ellos oficiales; cosa tanto más extraña cuanto que sus dimensiones no son despreciables y ya fué bien señalado en el antiguo de Coello.

#### LAGO Y MANANTIALES DE ESPOLLA

Está situado á 3 kilómetros al N. de Bañolas (medidos en línea recta) y á 1800 metros de la parte más próxima del gran lago, á la izquierda de la carretera que conduce á Figueras, en la ligera depresión que allí forma la meseta de *travertino* lleno de cavidades vermiformes, á veces muy voluminosas, que en épocas de grandes lluvias se convierten en conductos de otros tantos surtidores, por donde brota el agua en abundancia formando prominencias que se levantan 20 y 40 centímetros por encima del nivel del lago, llegando á inundar toda la parte superior de la meseta.

Cuando la afluencia de agua es grande, el lago de Espolla toma la forma piroide que se ve en el plano, cubriendo una superficie de 275 metros de largo por 145 en su parte más ancha; pero ordinariamente el agua está más baja sin salir fuera del pequeño lago, que queda entonces dividido en varios *estanoles* independientes, correspondientes á los pozos ó parajes más profundos del mismo.

Esto es lo que ocurría en marzo de 1909, en que levanté su plano tal como se dibuja en la lámina; viéndose entonces la superficie del agua muy reducida, dentro de la línea azul exterior que indica su nivel máximo, y resultando, por efecto del descenso del nivel, fraccionada su superficie en tres pequeños *estanoles* independientes.

El agua sale del lago, cuando mana en abundancia, por un amplio canal artificial que se dirige al N. y la conduce á un barranco situado en esta dirección, por el cual se precipita en cascada hacia el río Fluviá, corriendo por el W. y muy cerca del pueblo de Esponellá.

La altura mayor del agua en Espolla es, como dije, de 40 metros sobre el lago de Bañolas; la cascada principal, de 50 metros de caída, empieza 12 metros más abajo que Espolla; pero todavía desciende el agua por el barranco más abajo de la cascada hasta llegar al nivel del Fluviá, habiendo 65 metros de desnivel desde el pie de la misma hasta el río bajo el puente de la carretera de Bañolas á Figueras.

De modo, que el río Fluviá está en dicho puente unos 90 metros sobre el nivel del mar, 85 más bajo que el lago de Bañolas, y 125 más profundo que el manantial de Espolla.

#### OTROS ESTAÑOLES EN BAÑOLAS

Después del gran lago de Bañolas y del pequeño de Espolla, siguen en categoría el de Vilá y otros *estanoles* menores, alrededor del primero.

*Estanol del Vilá.*—Éste es alargado, poco profundo (pues no pasa de 6 metros de hondura), de 175 metros de longitud y 70 por lo más ancho, separado del lago de Bañolas por una estrecha faja de tierra de 22 metros de ancho, por donde pasa el camino de carros que conduce á la iglesia y casas de *Porqueras*: está situado al SW. del gran lago, con el cual no tiene comunicación aparente. No se le conoce manantial ni produce *cedra*; es decir, que su agua no se enturbia naturalmente con el lodo arcilloso, y es semejante á la del lago principal.

*Estañol de la Cendra.*—Así llamado porque en ocasiones se enturbia naturalmente el agua con el lodo arcilloso, gris, que parece levantarse por las orillas, reduciendo el espacio en que se descubre el agua hasta el punto de que al descender ésta y después de algunos días se seca la orilla, tomando un aspecto polvoriento de ceniza que, una vez seca, parece bastante firme para soportar á una persona: aspecto engañoso, pues sería de temer el lanzarse á la ventura sobre un suelo falso que cubre una profundidad desconocida no inferior á 24 metros, lo que, dado el escaso diámetro de 50 metros que tiene el estanól, acusa orillas muy escarpadas.

Se halla situado á 400 metros por el S. del lago, y á 160 de la casa de baños de la Font Pudosa, en dirección NW. Del fondo del estanól sale agua que por una acequia recta, vierte en la ribera del Ras, la que desemboca á su vez en el S. del lago.

*Estañol grande de Montalt, ó del Ferro.*—Situado entre el de la Cendra y el del Vilá, distante de ellos 160 y 385 metros respectivamente; es circular, con diámetro de 44 metros, y desagua por una acequia recta en la ribera del Ras, donde se observan á veces sedimentos ferruginosos, de lo cual procede su nombre.

*Estañol Petit de Montalt.*—Se encuentra entre el anterior y el de la Cendra, poco más próximo de éste que del primero, siendo su diámetro de 10 metros y la profundidad 4 metros. Se enturbia como el de la Cendra, aunque no al mismo tiempo, y desagua por una acequia recta en la ribera del Ras.

*Pequeño estanól de Rovira.*—Sólo tiene un diámetro de un metro y se abre en lo alto de la margen izquierda de la ribera del Ras, entre el estanól pequeño de Montalt y el de la Cendra.

*Estañol d'Alt.*—Este pequeño lago y manantial está distante 1650 metros por el S. del lago de Bañolas, sobre un vallecito, al frente de una colina que se levanta más al S. y entre ésta y la casa del mismo nombre. Es elíptico, con 65 metros de longitud, y tiene poca agua, cuya salida se verifica por la acequia señalada en el plano, siendo su nivel de 34 metros sobre el lago principal.

*Estañol del Manso Ordís.*—Situado 400 metros al N. del lago, por bajo de la carretera á Olot y cerca del alumbramiento ó manantial de agua potable que abastece á Bañolas. En su orilla S. hay una pila lavadero, cuadrada, de 5 metros de lado, estando dividido cuando lo visité, en dos lagunas pequeñas, aunque su forma, cuando está crecido, es casi circular con 85 metros de diámetro.

*Otros estanóles menores.*—Al W. del lago se encuentran varios estanóles pequeños, que recorridos de N. á S. son los siguientes:

Á ambos lados de la ribera Castellana hay estanóles, en número de cuatro en junto, de los cuales sólo el llamado *Deu de la ribera Castellana*, situado á la derecha del cauce, da agua en cantidad de unos cuatro litros por segundo. Está rodeado de juncos, y su fondo, de margas grises, tiene escasa profundidad bajo el llano que en esta parte rodea la ribera Castellana, con un metro de altura sobre el lago, encontrándose en terreno del Sr. Margarit.

Entre la iglesia de Porqueras y el lago está el pequeño estanól de *Castell ó Font del Ferro*, que da un litro de agua por segundo.

Al W., y distante 500 metros de Porqueras y 40 al S. de la acequia y torrente de Vilaplana, se encuentra un estanól de 8 metros de diámetro, que da agua en cantidad de un litro por segundo, y es conocido por los nombres *Pin-pin* ó de la *Marquesa*.

#### FUENTES Y MANANTIALES PRÓXIMOS Á BAÑOLAS

Además del lago de Espolla y de Bañolas y de los estanóles antes descriptos, que son verdaderos manantiales permanentes unos y eventuales otros, se encuentran cerca del gran lago los siguientes:

*Manantial dels Teñiers.*—Situado 580 metros al W. de Porqueras, en la falda de un cerrillo, está encerrado entre losas; dando unos cuatro litros por segundo, que se destinan al riego.

*La fuente del Rector.*—Al NW. de Porqueras, cerca del lago, llamado también *Font de la ribera Castellana*; y da un litro por segundo, de agua potable.

*La Font del Vilá.*—Al W. del estanól de este nombre y N. de la casa del mismo; es escasa y potable.

Y por último: la *Font Pudosa*, manantial hidrosulfuroso frío, empleado desde largo tiempo como agua medicinal, distante 500 metros al S. del lago, y dando 4'27 litros de agua por segundo.

#### POZOS DE BAÑOLAS

Es notable lo que ocurre en los diversos pozos ordinarios enclavados en el perímetro de la población, pues mientras unos han dado agua potable, permanente á cierto nivel, otros han profundizado más sin haber encontrado esta capa acuífera; habiendo llegado, en cam-

bio, en algunos á presentarse de modo intermitente y periódico, con la particularidad de que se muestra el agua en verano y no en invierno, por lo cual llamaré á éstos, *pozos de verano*.

Citaré y describiré algunos de los pozos de Bañolas, como ejemplos, ya que no he de intentar la descripción de todos ellos.

En la plaza *des Turers*, esquina á la calle de la Rambla, hay un pozo (A) en una tienda, que á 22 metros de profundidad encontró una capa de agua permanente y potable; es decir, de calidad superior á la del lago. Y en la acera de enfrente de la misma plaza, en casa de Sala, otro pozo (B), con profundidad de 50 metros, está seco en invierno, tomando en la primavera agua que vuelve á perder en otoño. El año 1909, empezó á llenarse á los pocos días de haberse limpiado en seco, en los primeros días de abril. La boca de ambos pozos está situada en el mismo nivel y á unos 50 metros de distancia mutua en dirección NW.-SE.

Hay también un pozo, que sólo tiene agua en verano, en casa de Martín Fuselles (C), en la calle de Abajo, siendo su profundidad 29 metros, en paraje algo más profundo que la plaza donde se encuentran los anteriores.

En cambio, el pozo (D), de la casa y farmacia del Sr. Alsius, aunque menos profundo tiene agua permanente y potable.

Otro pozo de verano hay en una carpintería situada en la plaza del Teatro (E), con 28 metros de profundidad.

En casa de D. Luis Ameller hay un notable pozo (F), de 18 metros de profundidad, sobre el cual el dueño de la casa, persona ilustrada y observadora, hizo constar que en los últimos veinticinco años sólo ha tenido agua en tres inviernos, y en cambio no le ha faltado en ningún verano, habiendo subido en algunas ocasiones hasta cerca de su boca, por la cual llegó á rebosar corriendo fuera, hace unos cuarenta años.

Está situado en uno de los puntos más bajos de la población, encontrándose hoy revestido de cemento para servir de aljibe.

En la parte baja de la calle de Gerona, y una de las últimas casas saliendo á la derecha, hay un pozo (G), que era de verano cuando tenía una profundidad de 25 metros; pero después de profundizado 4 metros más, se cortó una capa permeable con grandes caudales, que dió un caudal permanente de agua, regularmente potable.

Por último: en la calle Nueva, casa del Ingeniero de Minas señor Puig de la Bella Casa, hay otro pozo (H) de verano á la profundidad

de 29 metros, que no ha dado agua en los últimos años, sabiéndose que la última capa porosa cortada es toba, estando el fondo en arcilla.

Muy conveniente sería conocer las clases de rocas y las diversas capas cortadas en todos los pozos; pero esto es difícil de averiguar en Bañolas y en otras muchas partes, por causa de la falta de curiosidad, de conocimientos y de espíritu de observación de los que hicieron ó mandaron hacer los pozos, siendo aún más difícil adquirir datos sobre la dirección y buzamiento de la estratificación de las mismas; elementos de la mayor importancia que podrían dar extraordinaria luz para la solución de los problemas de hidrología subterránea.

#### MANANTIALES TEMPORALES

Relacionados con los pozos de verano de Bañolas existen á lo largo del Terri, manantiales temporales que no corren en invierno, llegando en cambio en verano á ser muy abundantes.

En Borgoñá, 3 kilómetros río abajo de Bañolas y antes de la confluencia del torrente de Matamós con el Terri, en paraje situado unos 52 metros más bajo que el lago, hay varios manantiales, algunos de los cuales se utilizan en las fábricas allí establecidas.

En la de tejidos de Doña Matilde Rosal, hay uno de éstos que en abril de 1909 daba 15 litros por segundo, y que parece brotar del N. ó NW.

Otros varios han sido captados, empleándose en mover una turbina de cuatro caballos de fuerza, dando en abril último unos 100 litros por segundo, cuyas aguas, desembocando por una alcantarilla, van á reunirse al Terri.

En la fábrica de papel de D. José Frigolá hay otro manantial que aumenta en verano y es de temperatura constante.

Varios de estos manantiales, que llegan á secarse en invierno, dan un máximo de caudal hacia San Juan; es decir, durante el solsticio de verano.

## GRUPO OCCIDENTAL

## ESTAÑALES Y MANANTIALES DE SAN MIGUEL DE CAMPMAYOR

Quince con agua y dos en seco, son los estañales abiertos en el valle de San Miguel, á entrambas orillas de la ribera de Falgons; de los cuales, once con agua y dos secos, están al N. de la carretera á Olot, quedando los cuatro restantes al S. de la misma.

De ellos son manantiales abundantes los dos del N. y más bajos (puesto que la ribera corre en esta dirección) llamados de la *Guardia* y de *Rovira*; siendo los demás simples lagunas sin desagüe conocido, ó manantiales temporales de menor importancia.

*Estañal de la Guardia.*—El estañal de la Guardia está situado 300 metros al N. de la carretera y á unos 50 metros al W. del *Riutort de Mieras*; tiene 32 metros de diámetro y produce el notable caudal de 25 litros por segundo, que por una profunda acequia especial, corre á incorporarse á la ribera de Falgons, por debajo de su confluencia con la de Mieras. Su profundidad, aunque desconocida, debe ser considerable, y sus orillas son abruptas.

*Pequeño estañal sin nombre.*—Situado 200 metros al N. del anterior. Su diámetro es 5 metros, es poco profundo y da muy poca agua.

*Estañal de la Sorra* (arena).—Menor que el anterior, puesto que no pasa de 3 metros de diámetro, está situado 20 metros al NW. del precedente, dando dos ó tres litros de agua por segundo, la cual brota á través del fondo de arena gruesa que da nombre al estañal.

Los tres anteriores radican en la izquierda de la ribera de Falgons, y pasando á la orilla opuesta se encuentran los siguientes:

Los tres pequeños estañales que forman un grupo en línea recta y se llaman *dels Teixidors*, carecen de importancia, pues dan muy poca agua.

*El estañal dels Arbres.*—Tiene 12 metros de diámetro, y en él se ven árboles que han quedado de pie después del reciente hundimiento que ha dado lugar á la formación del estañal. No surge, y su profundidad es escasa.

*Estañal de Rovira.*—Distante 250 metros al E. del de la Guardia y 330 al N. de la carretera: tiene un diámetro de 25 metros y es manantial de agua abundante, que en parte sale de una peña al pie del

alto borde que limita el estañal por el S., y en parte a recibe del siguiente; dando un caudal variable, que al tiempo de mi visita (en marzo de 1909) era de unos 50 litros por segundo.

*Pequeño estañal de Rovira.*—Su caudal, que es abundante, pasa por una corta acequia al de Rovira; sus dimensiones son unos 6 metros de largo por 4 de ancho y 5 de profundidad.

*Estañal de la Cendra.*—Así llamado por la marga gris que enturbia su agua; está situado 80 metros al S. de los anteriores y tiene un diámetro de 8 metros, formando un hoyo cerrado en el terreno, y no surge.

*Estañal Vidal.*—Le llamo así por haberse producido por hundimiento el 25 de mayo de 1903, en el sitio donde este distinguido Ingeniero y geólogo estuvo operando con la brújula poco antes, al estudiar los estañales de Rovira y la Cendra. Está situado entre los dos anteriores; sólo tiene unos 10 metros de diámetro, y contiene en su centro algún árbol, en posición vertical, que fué sumergido bajo el nivel del agua con el terreno. Tampoco surge este estañal.

Existen además otros dos pequeños estañales, sin nombre y sin agua, á unos 120 metros al NW. del estañal de la *Sorra*, del lado derecho del río.

*Estañal de Corominas.*—Situado 650 metros al S. de la carretera y á 200 al E. de la ribera de Falgons; es circular, de 65 metros de diámetro, y muy profundo, con las orillas muy inclinadas, y tiene algunos robles sumergidos y derechos que salen del agua, cuyo nivel, inferior en varios metros á la superficie del terreno, es constante, no surge, y la existencia de los árboles confirma el hecho de haberse formado recientemente por hundimiento del terreno, con gran ruido, según me dijeron.

*Estañal Negro.*—Está situado 200 metros al S. del anterior y forma un grupo con el siguiente. El estañal Negro, así llamado por la coloración sombría del fondo que parece comunicarse al agua, dicen que es el más antiguo del valle, y tiene 26 metros de diámetro. El agua no surge; tiene su nivel á 6 metros por bajo del terreno (como el de Corominas), y se ven algunos robles sumergidos, que conservan la posición vertical.

*Estañal Petit.*—Está 12 metros al W. del anterior; su diámetro es de unos 18 metros, y tampoco surge su agua.

*Estañal de Camós ó de Planaferrana.*—Es elíptico, de 16 metros de anchura por 30 de longitud; dista unos 30 metros por el W. de

la ribera de Falgons y 550 metros al S. de la casa Planaferrana. No surgía el día de mi visita en marzo, y, según tradición, se formó por hundimiento, con gran ruido, en 1872. Era mayor que ahora; pero al haberse rectificado hacia él, artificialmente, el curso de la ribera, se ha cegado en gran parte.

Debo mencionar también una laguna triangular de unos 25 metros de lado, que se encuentra entre el último estañol y la casa Planaferrana, y una depresión indicada por el Sr. Vidal entre el estañol Corominas y el torrente del mismo nombre, producida recientemente por hundimiento, que, con una profundidad de 7 metros bajo los alrededores, contiene algunos álamos que fueron plantados en él por el propietario, y que pasan gran parte del año sumergidos en agua á causa del descenso experimentado por el terreno después de su plantación. Cuando yo vi este paraje estaba en seco.

#### RÉGIMEN HIDROLÓGICO DE LOS MANANTIALES

Tanto el lago y manantiales de Bañolas, como dos ó tres de los manantiales de San Miguel de Campmayor, dan agua de un modo permanente; pero también aumentan éstos su caudal, ó se hacen surgentes al mismo tiempo que otros, como el lago de Espolla, por ejemplo, en ciertos periodos no bien relacionados por falta de observaciones, con el estado del tiempo.

El ilustrado Sr. D. Pedro Alsius abrió, siendo Alcalde de Bañolas, un estado de observaciones diarias de la altura del agua en el lago, de la lluvia y estado de la atmósfera, que sería utilísimo continuar, y del cual se deduce la relación estrecha que enlaza el temporal reinante con la afluencia del agua en el lago; pues ésta aumenta muchas veces aunque no llueva en la localidad ó en proporción muy superior al agua que superficialmente penetra en tales días en el lago por las riberas y torrentes que á él concurren, ó directamente cae de las nubes sobre su superficie.

Todas las aguas que brotan en los manantiales cercanos al lago de Bañolas, van á parar al mismo en las cantidades siguientes, tomadas de la Nota del Sr. Vidal y comprobadas por mí:

|                                           | Metros cúbicos<br>por día. |
|-------------------------------------------|----------------------------|
| Estañol grande de Montalt.....            | 95                         |
| Idem pequeño.....                         | 48                         |
| Idem de la Cendra.....                    | 50                         |
| Idem del Pin-pia.....                     | 86'4                       |
| Deu de la ribera Castellana.....          | 345'6                      |
| Idem dels Teñiers.....                    | 345'6                      |
| Fuente del Rector.....                    | 86'4                       |
| La Font Pudosa.....                       | 368                        |
| Estañol del Castell ó Font del Ferro..... | 86'4                       |
| TOTAL.....                                | 4506'4                     |

Pero como al mismo tiempo salen del lago, por las acequias, unos 53800 metros cúbicos al día, resulta que surgen del fondo del lago 52300 metros cúbicos diarios; es decir, más de treinta veces el agua que dan todos los pequeños manantiales enumerados y algunos más que puede haber poco visibles.

Á esta observación vulgar era debida la creencia que existía en la localidad de que el lago está alimentado por manantiales ocultos; pero se ignoraba cuáles y cuántos fuesen, así como los lugares en que los mismos se encontraban. Y para averiguarlo, practicó el señor Vidal los sondeos del lago antes mencionados, que han hecho conocer la configuración y profundidades del mismo. Tomó muestras del agua á diferentes profundidades y de los materiales sólidos del fondo, así como las temperaturas del agua en la superficie y en el interior del lago; todo lo cual le permitió deducir que éste se encuentra alimentado por dos grandes manantiales situados en los puntos más bajos de su fondo. Opinión que reforzaré más tarde al ocuparme en explicar la causa de la forma especial del plano y perfil del lago, así como del porvenir del mismo.

Del diario de observaciones abierto por el Sr. Alsius se deduce que, al cabo de uno ó dos días de iniciados los temporales de agua, sube notablemente el nivel del lago de Bañolas. Y el manantial de Espolla, que ordinariamente no surge, se pone en movimiento, según las observaciones del Sr. Margarit, siempre que el lago de Bañolas sube.

En San Miguel de Campmayor, ha observado D. Luis Fort, pro-

pietario de la casa Planaferrana, que los estañoles de aquel valle crecen considerablemente ó empiezan á manar, si no surgian ya, al cabo de treinta y seis á cuarenta horas de empezar las grandes lluvias por el lado del Sur ó del Occidente.

Resulta de lo anterior, que el régimen de los manantiales de la comarca es análogo en todos, y ofrece en ellos los mismos caracteres generales; lo que permite suponer que el agua del lago y la de todos los estañoles tiene dos orígenes (uno de ellos permanente y otro eventual), ó uno solo que experimenta incrementos considerables durante las grandes lluvias.

### Opinión corriente sobre la procedencia del agua.

Este es el problema capital que surge al examinar el curioso conjunto de fenómenos hidrológicos que llevo enumerados, y cuya difícil solución, por falta de datos, ha hecho que quedase en pie después del importante estudio de los trabajos del Sr. Vidal. Así es que al decir este notable geólogo en la última página de su Memoria, que «en el estado actual de nuestros conocimientos se puede afirmar que las aguas de Bañolas vienen del río Ter filtrándose subterráneamente á través de los estratos dislocados de la formación numulítica, cerca de San Quirse de Besora; pero queda por demostrar el de las aguas de San Miguel de Campmajor, y es del todo desconocido el de las de Espolla», dejó abierta la puerta á todas las soluciones á que los estudios más completos puedan conducir. Y como á aumentar para ello los conocimientos adquiridos, se dirigió la orden que se sirvió comunicarme, de levantar el plano y reconocer la comarca, que cumpla con el presente trabajo, pasaré á exponer el criterio que he formado en vista de los datos de situación topográfica, de nivelación y de accidentes geológicos que he podido reunir.

Ante todo, recordaré que la opinión de que las aguas del lago de Bañolas vienen subterráneamente del río Ter, es general en el país; y vino á apoyarla la observación hecha por el Ingeniero D. José M. Cornet, Director de la Maquinista Terrestre y Marítima, hace ya muchos años, con motivo del establecimiento de unos motores hidráulicos entre Ripoll y San Quirse. Dicho Ingeniero descubrió una pérdida de 800 litros por segundo en un trayecto del cauce donde las rocas vense muy hendidas y quebrantadas; y como el caudal que

dan los lagos de Bañolas es de 600 litros, cabía perfectamente la hipótesis antedicha, bajo el punto de vista de la cantidad.

Pero después de recorrida la comarca y descubiertas las fallas que las surcan, que describiré más tarde, y comparadas las cotas de los puntos más importantes del terreno, me veo inducido á dar otra explicación para el origen del agua del lago y de los diferentes manantiales y estañoles.

Á mi entender, las aguas de Bañolas, de San Miguel de Campmajor y de Espolla, no proceden del río Ter, aunque realmente se pierda parte del caudal de éste en el punto indicado. Cosa que no he tenido ocasión de comprobar por no haber dispuesto de un período seco y estable durante el cual, solamente, hubieran podido dar los aforos el resultado apetecido, á pesar de entrar estos aforos en el plan que se me había señalado; y para ello me fundo en los datos de observación que á continuación consigno.

Las altitudes sobre el nivel del mar del río Ter, desde San Juan de las Abadesas hasta Vich, deducidas de las que tienen las estaciones del ferrocarril, se encuentran en el siguiente cuadro:

|                               | Distancia<br>al origen. | COTAS       |                                    |          |
|-------------------------------|-------------------------|-------------|------------------------------------|----------|
|                               |                         | Vía férrea. | Altura<br>de ésta sobre<br>el río. | Río Ter. |
| San Juan de las Abadesas..... | »                       | 803         | 48                                 | 785      |
| Ripoll.....                   | 40                      | 684         | 5                                  | 676      |
| San Quirico.....              | 22                      | 575         | 42                                 | 563      |
| Torrelló.....                 | 34                      | 522         | 42?                                | 510?     |
| Manlleu.....                  | 39                      | 459         | 40                                 | 449      |
| Vich.....                     | 47                      | 492         | ?                                  | ?        |

Vistas las alturas del río entre Ripoll y San Quirico, podemos tomar como cota media del lugar ó lugares donde se supone la pérdida del agua, la de 625 metros; y siendo 175 la altitud del lago de Bañolas, el Ter resulta en dicho paraje 450 metros más alto que el lago.

Siendo 45 quilómetros la distancia entre el lago y el río, la pendiente media de la línea de carga ó perfil del nivel piezométrico del

agua en los conductos ó grietas subterráneas por donde puede correr hacia Bañolas, resulta de 1 por 100; con cuya pendiente (multiplicada por 10, como todas las demás alturas) está representada en el corte del terreno que se ve en la parte superior de la lámina II, por una recta de trazos y puntos.

Interpuesta entre el curso del Ter, desde San Juan á Vich y Bañolas, se encuentra la cuenca del alto Fluviá, que precisamente nace á poca distancia al S. y SW. de Olot en grandes fuentes, de las cuales, la principal brota al pie de la montaña de *Collsacabra*, unos 8 kilómetros al SW. de Olot, á 16 por el E. del río Ter y á 5 al SE. de Se Calm.

Más arriba de Olot la cuenca del Fluviá es abierta y poco pendiente, estando el lecho del río bajo el puente de la carretera que conduce á San Feliú des Pallarols, á unos 425 metros sobre el mar. Y admitiendo una pendiente de 2 por 1000 para el río, allí, la fuente de *Collsacabra* y las demás de aquella parte resultan á una altitud aproximada de 440 metros (la misma que la plaza de Olot), ó sean 185 metros más bajas que el Ter. Por lo cual la pendiente media resultante para la corriente subterránea que desde este río vaya á parar al nacimiento del Fluviá, es de  $185 : 16000 = 0'01156$ , ó sea 1'156 por 100.

Pero si en vez de suponer desembocando la corriente subterránea procedente del Ter, en la cuenca del alto Fluviá, la suponemos prolongada hasta el lago de Bañolas, distando el lago 29 kilómetros del Fluviá, resultará que la cota del nivel piezométrico de dicha corriente al pasar sobre el Fluviá será 290 metros más alta que en el lago, ó 25 metros por encima del lecho de este último río.

Esta misma línea de carga ó pendiente media de la corriente subterránea gana 58'5 metros de cota desde el gran lago hasta el cruce de la ribera de Falgons, bajo el puente de la carretera, en San Miguel de Campmayor, puesto que dicha corriente dista del lago 5850 metros en línea recta y en dirección al Ter. Y estando la mencionada ribera 38 metros más alta en dicho punto que el lago, la referida línea de carga hidráulica pasará unos 20 metros por encima de la ribera y los estañoles que dan salida por aquella parte al agua subterránea.

Si en vez de hacer terminar la línea de carga procedente del Ter, en el lago de Bañolas, la supusiésemos acabar en el manantial de Espolla, que está 40 metros más alto, la pendiente de aquella sería

$410 : 45000 = 0'0091$ , y esto haría que dicha línea de carga pasara á 55 metros de altura sobre la ribera de Falgons, en San Miguel, puesto que allí gana 55 metros sobre el lago de Espolla.

Establecidos estos antecedentes para fundamentar mi argumentación, veamos cómo resulta improbable, como dije, que las aguas subterráneas de San Miguel, las de Bañolas, ni las de Espolla, procedan del Ter:

1.ª Si las aguas procediesen de este río, antes de surgir en Bañolas surgirían en San Miguel, á donde pasarían con 20 metros más

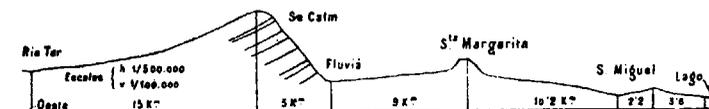


Fig. 4.ª.—Corte entre el río Ter y el lago de Bañolas, pasando por la cumbre de Se Calm.

de carga que en el lago, con tanta más facilidad, cuanto que estando ya abierta la salida por los diversos estañoles, y siendo el terreno tan flojo que fácilmente se forman nuevos por hundimiento, nada se opondría al desagüe por aquellos manantiales.

2.ª Es incompatible el supuesto de que la carga de agua en las corrientes subterráneas sea de 20 metros en San Miguel, con el hecho de que el estañol de Corominas, el Negro, el Petit y otros, conservan su nivel constante y más bajo que el terreno; y por tanto, que las aguas que llegan á Bañolas procedan de conductos subterráneos que atraviesen el valle de San Miguel, bajo presión.

3.ª Sin esta circunstancia no podría surgir agua en Espolla, que está 40 metros más alto que el lago y más distante que éste de la ribera de Falgons, puesto que antes desaguaria la corriente subterránea por los estañoles de San Miguel, que están 20 metros más bajos que la línea de carga que termina en el lago, y 55 metros por bajo de la que, partiendo del Ter, termina en Espolla.

4.ª Aunque prescindiésemos de las inclinaciones de estas líneas entre San Miguel y Bañolas, suponiendo horizontal el embalse subterráneo del agua á partir del valle de San Miguel, sería imposible que surgiese el agua de Espolla (y por cierto, con mucha fuerza) estando este lago y manantial algunos metros más altos que los estañoles de San Miguel, á no ser que éstos presentasen gran resistencia

á la salida del agua; lo que es contrario á la observación y al hecho de conservarse constantes y bajos los niveles de la superficie del agua en los diversos estañoles que *nunca* surgen, tales como el de Corominas.

5.<sup>a</sup> Claro es, según esto, que tampoco podríamos suponer que la línea de carga reduzca su pendiente entre San Miguel y Bañolas, porque siendo ésta una hipótesis intermedia entre las dos anteriores, y aunque en tal caso resultaría posible la salida del agua en el lago de Bañolas, no lo sería en Espolla, por las razones antedichas.

6.<sup>a</sup> Suponiendo que el agua del Ter marche por fisuras verticales hacia el E. (como es probable), ni surgirá el agua en Espolla ni en Bañolas, como he dicho. Pero es el caso que tampoco podría surgir en San Miguel, porque la línea de carga hidráulica que termina en el lago de Bañolas y pasa por allí á 20 metros sobre la ribera, al atravesar el valle del Fluviá queda á 25 metros por encima; es decir, con 5 metros más de presión que en San Miguel, siendo aún mayor ésta si hiciésemos terminar la línea de carga en Espolla. Esta línea de carga, que para llegar á Bañolas no puede tener más del 1 por 100, y para quedarse en San Miguel alcanzaría el 1'05 por 100, llega, limitándose al Fluviá, á 1'156 por 100; es decir, que resulta tanto más pendiente y poderosa para dar manantiales surgentes, cuanto menos prolongada la supongamos, siendo por tanto improbable, que el agua del Ter atraviese la cuenca del Fluviá, donde encuentra más facilidades para el desagüe que en San Miguel ó en Bañolas, y mucho menos en Espolla. Sobre todo, observando que no sólo nace el Fluviá á corta distancia del Ter y mucho más bajo, con gran caudal, sino que es inmediatamente engrosado con numerosos manantiales, que á nivel más bajo y por el S. de Olot se encuentran por todas partes. Todos estos manantiales deben agotar las filtraciones del Ter, insuficientes para rendir la totalidad del agua que el Fluviá lleva á los pocos quilómetros de su nacimiento, en muy superior abundancia de la que se supone perdida en el Ter.

Pero aun prescindiendo de las importantes razones anteriores, hay otras poderosas que se oponen á que las aguas de San Miguel, Bañolas y Espolla procedan del Ter, y son las siguientes:

7.<sup>a</sup> Siendo dificultosa la circulación subterránea (á lo cual es debido que la línea de carga pueda ser muy inclinada) y más lenta que la circulación libre superficial, sería grande el retraso observado entre los días de lluvia y el incremento del agua en los manantiales.

Y como, por lo contrario, este retraso es pequeño, es evidente que el agua procede de puntos más próximos y con más fáciles comunicaciones que el Ter.

8.<sup>a</sup> Las grandes variaciones de régimen de las aguas en San Miguel, en Bañolas y en Espolla, han de responder á fuertes diferencias de presión en las corrientes subterráneas, ó sea en la inclinación de las líneas de carga, cualquiera que sea la procedencia del agua. Pero el río Ter con sus crecidas no puede levantar su nivel muchos metros, por oponerse á ello su gran pendiente y expedito cauce; y aun suponiendo que llegue á subir 5 metros sobre su nivel ordinario, con lo cual inundaría la estación de Ripoll (V. el cuadro de la pág. 29)—lo que no creo haya nunca sucedido,—esto solo aumentaría la inclinación de la línea de carga en  $5 : 45000 = 1 : 9000$ , ó sea 0'000111, que es una fracción insignificante respecto á la pendiente de *uno por ciento* que dicha línea tiene. O dicho de otro modo: que las mayores crecidas del río Ter no serian capaces de aumentar el caudal de los manantiales que estudio, en una cantidad perceptible, muy al contrario de lo que se observa; y

9.<sup>a</sup> Si el agua de San Miguel, de Bañolas y de Espolla, procediese de fisuras cubiertas por sedimentos modernos, pero en comunicación con la parte alta del curso del Ter, los estañoles y manantiales de estas localidades se orientarian en una dirección general de E. á W., ó se apartarian poco de ésta; siendo lo cierto que, por lo contrario, están orientados los de cada valle de N. á S. y separados por el macizo de San Patllari, que divide los lagos estudiados en los dos grupos que he denominado oriental y occidental.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez demostrado que el agua que de un modo permanente alimenta los manantiales de San Miguel y el lago de Bañolas, con los grandes y repentinos incrementos dichos, durante los temporales de lluvias, no procede del Ter, trataré de investigar cuál sea dicho origen. Pero como los datos anteriormente presentados—que son los que del examen local se deducen—son insuficientes para la resolución del problema, resulta necesario abrir un nuevo capítulo en donde, con antecedentes más amplios, recolectados en toda la extensión superficial que el caso requiere, se discutan las aportaciones que la observación ocular y las mediciones puedan contribuir al resultado apetecido. Lo cual exige hacer la descripción orográfica, geológica é hidrológica de la comarca considerada, sin olvidar en ésta la influencia que en el régimen de las corrientes subterráneas y de los manantiales, puedan tener las manifestaciones volcánicas que en ellas abundan y la multitud de quiebras y fisuras profundas por donde en otro tiempo corrieron lavas en estado de ignición y ahora sirven de cañerías para el agua que riega los campos, entretiene los arroyos y ríos, y apaga la sed de los moradores de la comarca.

### CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Las aguas superficiales de esta región corresponden á dos cuencas distintas: la del río Fluviá, al N., y la del Ter, al S.

La divisoria entre ambas se dirige de N. á S. en un principio, pocos quilómetros al W. de Olot, en cuya proximidad nace el Fluviá de grandes manantiales; y pasando por la cumbre del vértice geodésico Se Calm avanza hacia el S. formando después un arco por detrás de San Esteban de Bas, y al N. de San Feliú de Pallarols; después de lo cual vuelve otra vez al N. hasta encontrar la extremidad occidental de los Montes del Corp, por cuyas crestas y después por la

de la Sierra de Finestras, corre en dirección ESE. hacia Rocacorva, volviendo aquí bruscamente y en ángulo recto hacia el N., para descender por el macizo de San Patllari, que separa el valle de Bañolas del de San Miguel pasando por el monte de La Gitana, entre el torrente Rodeja y el lago; por el N., y cerca del cual vuelve en arco hacia el E. y rodeando á éste, pasa entre el mismo y el de Espolla, continuando por el E. en dirección á Bâscara, paralelamente al curso del Fluviá, hasta alcanzar al Mediterráneo en La Escala y cabo Mongo.

Las aguas que salen del lago y estañoles de Bañolas y las que bajan de las vertientes orientales de Rocacorva, van á parar al Terri, que las conduce al Ter. Las procedentes de las faldas meridionales de Rocacorva y de las cordilleras de Finestras y del Corp, van á parar directamente al Ter; yendo todas las demás aguas superficiales que corren por la región en estudio, á engrosar el cauce del Fluviá.

Estas aguas afluentes por la orilla derecha del Fluviá, no van, sin embargo, á este río conducidas por arroyos y torrentes que se dirigen directamente al N. desde las crestas del Corp, Finestras y Rocacorva, como ocurriría si la topografía de esta región fuese menos complicada, sino que corren hacia E. y W. á partir de una divisoria secundaria comprendida dentro de la cuenca del Fluviá, que partiendo de los Montes del Corp, desciende hacia Castellfullit por los volcanes de Santa Margarita y Cruscat.

Así vemos que formando el terreno el collado existente al Oriente de Olot, por donde pasa la carretera entre dichos volcanes, las aguas corrientes se separan aquí para descender por Occidente hacia la cuenca alta del Fluviá, siguiendo el arroyo Ravell y el torrente de las Fonts, unas; y por al Oriente las otras, siguiendo las riberas de San Martín y Santa Pau, que con otros arroyos y torrentes forman más adelante el río Ser.

### SIERRAS Y MACIZOS MONTAÑOSOS

Están separadas ambas cuencas, en la parte que interesa á nuestro estudio, por la gran cordillera que partiendo de la cumbre de Se Calm, con una elevación de 1515 metros, se dirige casi en línea recta hacia el ESE. por las crestas de los Montes del Corp y Sierra de Finestras, hacia Rocacorva, donde alcanza 994 metros de altitud;

siendo tajada toda la falda N. de la misma y suavemente pendientes las vertientes meridionales, que envían sus aguas al río Ter.

Esta cordillera, que probablemente y en tiempos remotos pasaría por el N. de Gerona, dirigiéndose hacia el SE. en dirección á *Labisbal*, está interrumpida ó cortada, por lo menos, en tres parajes, por medio de profundos valles que han dado el relieve actual á la comarca. El primero de estos cortes, es el que forma el valle del alto Fluviá, antes de llegar á Olot; el segundo es el que, pasando por el mismo borde oriental de Rocacorva, se prolonga al N. por el valle de San Miguel de Campmajor, al W. de San Patllari; el tercero, por dos cortes poco perceptibles, aunque evidentes. Uno que partiendo del lago de Bañolas pasa por el volcán de Llorá y por el manantial de Espolla, y otro que más al E. señala el curso del río Terri.

El macizo de Se Calm presenta su vertiente Oriental (la que baja al valle del alto Fluviá), tan escarpada, que ofrece un desnivel de más de mil metros entre puntos horizontalmente poco distantes; pero los Montes del Corp, que han quedado limitando por el opuesto lado la referida cuenca, aunque de fuertes declives en dirección á ésta, se levantan sobre el valle mucho menos que Se Calm.

Queda interpuesta entre el Fluviá, después que este río vuelve su curso francamente hacia el E., más abajo de Olot en busca del Mediterráneo y la gran cordillera antes descrita, otra menos alta, y de relieve mucho más redondeado, que se dirige hacia el E., desde Olot, pasando por las alturas de Batet á San Julián del Monte y la Sierra de Guilá; quedando entre las dos primeras amplias montañas, el profundo collado que pone en comunicación el valle de Santa Pau con el del Fluviá en Castellfullit, y entre los dos últimos otro que relaciona el valle de Cellent, con el del dicho río, en San Jaime.

La topografía de toda esta región es complicada y está mal reconocida y nada bien representada en los mapas, no habiendo podido yo hacer mediciones, ni levantamientos de plano por esta parte; siendo necesario completar la topografía desde San Miguel á Olot, si se desea tener algo utilizable para el estudio geográfico, geológico é hidrológico de esta región.

## GEOLOGÍA DE LA REGIÓN

Sin intentar el estudio geológico de la región observada, en cuanto á lo que se refiere á la edad de la formación que en él predomina, correspondiente al período numulítico, según el Sr. Vidal, presentaré algunos datos de observación que interesan particularmente á la resolución del problema hidrológico subterráneo de la comarca á que me vengo refiriendo.

### DISPOSICIÓN ESTRATIGRÁFICA

Donde quiera que aparecen altos cortes del terreno, se observan capas de arenisca y de caliza en la parte superior apoyando sobre las margas grises que forman la base de la formación numulítica.

Así ocurre, por ejemplo, al N. de Rocacorva, en la Sierra de Finestras, en los Montes del Corp, en las montañas calizas de Batet y San Julián del Monte y en las montañas de San Patllari y de Ginestá, en Se Calm y en el inmenso, por su altura y longitud, tajo de *El Far*, al SW. de Las Planas.

Siendo particularmente interesante para el presente estudio el corte vertical del terreno que próximamente en dirección N.S. pasa por

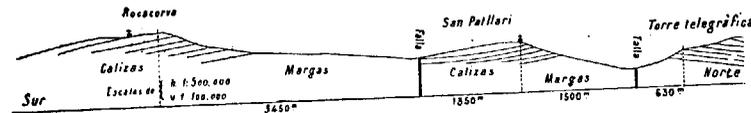


Fig. 5.ª—Corte geológico entre Rocacorva y la torre telegráfica de Ginestá. (La escala horizontal del grabado es 4 : 400000 en vez de 1 : 500000 que dice.)

la montaña de Ginestá, San Patllari y Rocacorva, se representa en la adjunta figura.

A la consistencia que ofrecen las capas areniscas y calizas de la parte superior de la formación numulítica, son debidas las formas abruptas de las cumbres montañosas de la región en Se Calm, los Montes del Corp y Sierra de Finestras, Rocacorva y el macizo comprendido entre Bañolas y San Miguel, partido en dos por el barranco de la ribera Castellana y el torrente del Arm.

Obsérvase en la estratificación una inclinación general de las capas hacia el S., ligeramente modificada en algunos puntos por quiebras anticlinales.

En las partes bajas del terreno, donde las margas aparecen, como ocurre en el lago de Bañolas, en el valle de San Miguel y en el macizo montañoso comprendido entre ambos, se presentan éstas formando gruesos bancos de color gris azulado, en capas poco inclinadas que presentan una consistencia bastante fuerte cuando no han estado expuestas al aire, pero engañosa, pues una vez al descubierto, los meteoros las desagregan fácilmente y las preparan para ser arrastradas más tarde por las aguas torrenciales.

Estas margas, llamadas en el país *xeliot*, se transforman fácilmente por calcinación en cemento hidráulico, del cual hay una fábrica junto al lago de Bañolas, al N. de la carretera que conduce á Figueras y al E. de la que se dirige á Olot.

Por último, en algunas partes bajas del terreno, tales como los valles de San Miguel, de Bañolas, y del Terri, se han depositado sedimentos modernos, que por haberse formado á expensas de los derrubios numulíticos de las montañas que los rodean, están constituidos por capas alternantes de margas y arcillas grises, toba caliza y arenas silíceas.

#### FALLAS Y VOLCANES

En el triángulo cuyos vértices son Gerona, Olot y Bañolas—cuyas distancias respectivas medidas en línea recta y consignadas por orden circular, son 52, 25 y 14 kilómetros próximamente—numerosos volcanes y abundantes coladas eruptivas, de origen reciente, cubren la superficie del terreno en muchas partes, con la circunstancia de que, no sólo están sobrepuestos á los estratos del terreno terciario los materiales arrojados por las coladas volcánicas, sino que muchas veces insisten sobre capas arcillosas de origen muy reciente.

Conexas con estas bocas de abertura volcánica, se observan en el país grandes fallas que se prolongan en muchos kilómetros de longitud; siendo de notar que «los volcanes jalonan las líneas de brusca depresión»<sup>(1)</sup>, es decir, las grandes fallas; «estando los volcanes si-

(1) *Memorias de la Real Sociedad de Historia Natural*, tomo IV, págs. 207 y 283.

tuados en el borde de un golfo pliocénico que parece resultar de un hundimiento, según fallas que han hecho caer al oligocénico por debajo del nivel del eocénico, de manera que el primero toca á los cráteres».

Estas fisuras y «las antiguas diaclasas, reabiertas en la época terciaria y cuaternaria, debieron servir de vías de ascenso á las materias fundidas», arrojadas por los volcanes.

Aunque cubiertas unas veces por los sedimentos recientes y borradas otras por la denudación, es indudable que la comarca está atravesada por muchas y extensas fallas, acusadas unas por las direcciones de los barrancos paralelos por donde corren diversos torrentes entre San Miguel y Santa Pau, antes nombrados, y otras por las alineaciones de diversos volcanes de la región; pues si las que existieran al aparecer los volcanes pudieron servir para localizar la salida de los productos ígneos, las erupciones volcánicas que surgieron donde no hubiera falla anterior (si así ocurrió alguna vez), al abrirse paso entre las capas, tuvieron que producir fallas atravesantes por los cráteres de los volcanes.

De modo que en todo caso, en ésta y en otras comarcas, las quiebras y aberturas de los terrenos anteriores á los volcanes y las que sean coetáneas con la formación de éstos, deben coincidir con el jalonamiento de los mismos. Ó dicho de otro modo: que en ésta y en otras comarcas volcánicas existirán siempre fallas que correspondan y coincidan con las alineaciones volcánicas; por más que puedan existir también, en el mismo terreno, fallas *posteriores* á la extinción de las erupciones, que no estén relacionadas con el vulcanismo.

Prescindiendo de los muchos volcanes difíciles de situar por las razones dichas al principio, y que por no haberlos podido emplazar yo, no he intentado señalar en el mapa, he de citar algunos de los que más particularmente interesan al objeto del presente estudio, por estar indudablemente relacionados con las grandes fallas que de un modo aparente unas veces y encubiertas otras por sedimentos modernos, existen en la comarca; sirviendo actualmente de grandes conductos abiertos á la circulación subterránea del agua, del mismo modo que en anteriores tiempos pudieron dar paso á los materiales flúidos, de todas clases, que salieron por las bocas eruptivas ígneas, que formaron las montañas y coladas volcánicas.

Pero como los volcanes y las fallas se hallan íntimamente relacionados en la región, según lo dicho, empezaré la descripción del sis-

tema de fallas y volcanes por aquellas mayores y más aparentes, para seguir después con las menos visibles y sólo reconocibles por el jalonamiento de los puntos débiles del terreno por donde han aparecido unas veces coladas eruptivas formando volcanes, y otras, fuentes, manantiales, lagos y estañoles.

1.<sup>a</sup> La primera falla que debemos considerar en el país de que se trata, es aquella por donde corre el Fluviá en la parte comprendida entre San Juan de las Fonts y Besalú.

2.<sup>a</sup> La segunda y más manifiesta de todas ellas, es indudablemente la acusada por la abrupta vertiente septentrional de la cordillera que empieza en Se Calm y acaba en Rocacorva; recibiendo los nombres de Montes del Corp y Sierra de Finestras y se prolonga por el valle del río Matamós.

3.<sup>a</sup> La tercera en importancia, es la que corta la montaña de Se Calm por el E. y se prolonga hacia el S. hasta el elevado tajo y espolón de El Far, al SW. de las Planas de Amer.

4.<sup>a</sup> La cuarta es una que supongo debe existir pasando por el volcán de Santa Margarita y el desfiladero intransitable ó corte, que separa los Montes del Corp de la Sierra de Finestras.

5.<sup>a</sup> Otra falla paralela á las anteriores debe pasar por Puig Moner y el valle de Mieras, prolongándose en dirección opuesta por el barranco que está al W. de Rocacorva.

6.<sup>a</sup> Sigue á ésta la que de un modo manifiesto corta por el E. al macizo de Rocacorva y se prolonga por el N. hacia el valle de San Miguel, siguiendo el borde occidental y abrupto de San Patllari.

7.<sup>a</sup> Y, además, entre las evidentes, aunque no tan fácilmente reconocibles pero de la misma edad que las anteriores, á las cuales es paralela, debe contarse la que desde Bañolas señala el curso del río Terri.

También son indudables, aunque poco aparentes, las que siguen:

8.<sup>a</sup> La que atravesando á la 3.<sup>a</sup> en la cuenca del alto Fluviá, frente á Las Presas, pasa por los volcanes de Olot y probablemente por los de *San Juan las Fonts*.

9.<sup>a</sup> La que pasando por los volcanes Cruscat y Santa Margarita, atraviesa la segunda gran falla, probablemente entre los volcanes Basols y Ca'n Tiá, por los Montes del Corp, y siguiendo el camino de Cogolls, continúa hacia el S. Y por el N. del Cruscat, entre los denominados Pujastrol y Pujalós, el collado que queda entre Batet y San Julián del Monte, por un corte que supongo existir entre los volcanes

L'Estany y Puijdolors, para terminar en el borde oriental del tajo basáltico de Castellfullit. Todo, según los datos inciertos de que, respecto á la situación de dichos volcanes, puedo disponer.

10.<sup>a</sup> La que atravesando del valle de Granollers al de San Miguel por el volcán Puig Moner, se prolonga por el curso de la ribera de Falgons entre las iglesias de San Miguel y Santa Quiteria, continuando más adelante por el río Ser.

11.<sup>a</sup> La que pasando por el lago de Bañolas y el manantial de Espolla se prolonga probablemente por el S. hacia el volcán de Llorá.

12.<sup>a</sup> La que en forma de anticlinal divide entre sí las montañas de Ginestá y San Patllari, y desde Mieras atraviesa el valle de San Miguel hasta el lago de Bañolas, hasta encontrarse con la falla del Terri ó 7.<sup>a</sup> falla: prolongándose probablemente por el W., hasta Olot.

Y 13.<sup>a</sup> Por último; varias menores que, dirigidas hacia el ENE.

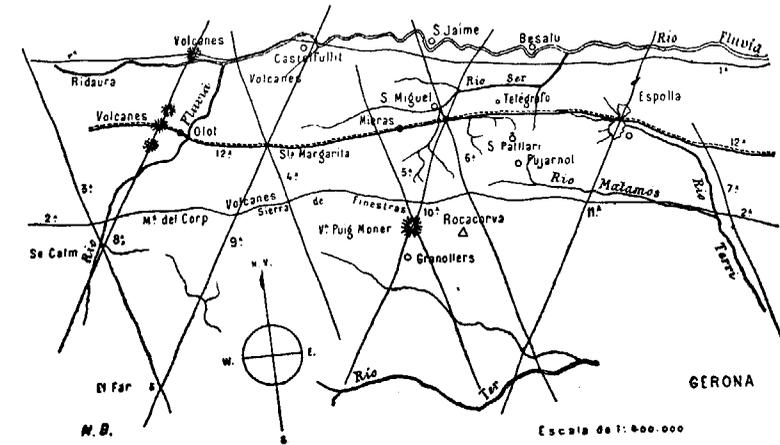


Fig. 6.<sup>a</sup>—Sistema de fallas de la comarca. (En el grabado falta el rótulo *Bañolas*, al SE. del lago.)

y hacia el NE., han dado el relieve actual al terreno comprendido entre Batet y San Patllari, formando las cuencas de los diversos ríos y torrentes denominados de Santa Pau, Mainan, San Martín, Mieras y Torn, que más abajo y por las sucesivas confluencias forman el río Ser.

La segunda de estas fallas, cerca de la cual se encuentran el volcán de Santa Margarita, el Puig Moner, y, según referencias inse-

guras, los llamados Basols y Ca'n Tiá, se mantiene en toda su extensión paralela y próxima por el N. á la vertiente septentrional, tajada, de la Sierra de Finestras y Montes del Corp. Es la que sin duda dió el relieve á dicha cordillera por hundimiento de la parte septentrional que forma la cuenca del Fluviá; porque si bien las cumbres de estos montes aparecen ahora alejadas hacia el S. de la referida falla, esto es, seguramente, debido á los efectos producidos por la denudación en la antigua escarpa, cuya ceja ha retrocedido por causa del derrumbamiento de los materiales del tajo producido por la falla, como demuestra el corte figurado al margen, en el cual la línea de puntos

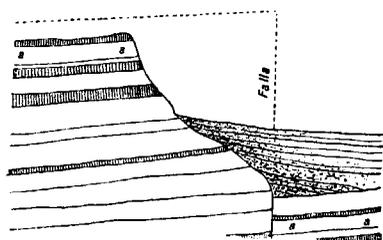


Fig. 7.ª

indica el perfil de la escarpa ó tajo antes de haberse degradado el mismo, por denudación.

A estas fallas deben concurrir, y con ellas comunicar, otras muchas sobre las cuales se encuentran diversos volcanes, cuya situación desconozco á pesar de haber estudiado pacientemente las

monografías publicadas y examinado varios mapas. Y aunque no he podido pisar más que los tres de Olot y el Puig Moner, de los cuales sólo el segundo he tenido ocasión de situar en el plano, divisando además con toda claridad (aunque sin llegar á ellos) el Cruscat, Santa Margarita y el de Adri, describiré ligeramente los que más interesan á mi propósito, tomando las descripciones que encuentro en las monografías publicadas (1).

El *Cruscat* es el volcán más elevado de las inmediaciones de Olot, pues se levanta, según parece, á 780 metros sobre el nivel del mar y á 160 sobre el terreno de su base. Está aislado, y sus erupciones dislocaron las areniscas y margas numulíticas que forman la Sierra de Santa Lucía. Debe estar, pues, sobre una gran quiebra del terreno, que sin embargo no se descubre, porque todo el monte es de materia eruptiva.

El grandioso volcán de *Santa Margarita*, así llamado por la ermita que hay en el fondo de su ancho cráter, alcanza la altura de

(1) Gelabert: *Volcanes extinguidos de la provincia de Gerona*, pág. 49.

760 metros sobre el mar y 200 metros sobre el terreno, en su base. Tiene un cráter elíptico de 80 metros por 40 en su fondo, cuya profundidad llega á 50 metros. Por W., N. y E. está formado por materiales eruptivos; pero por el S. quedan al descubierto, capas muy levantadas, de arenisca; lo que revela la existencia de una falla con hundimiento del terreno por el lado N., dirigida de E. á W., próximamente; siendo probable que este grandioso volcán esté situado en el punto de cruce de las fallas 4.ª, 9.ª y 12.ª

El volcán de *Basols* se eleva 900 metros sobre el mar y 370 sobre la base. Está formado por lavas porosas, y en su falda N. brota un abundante manantial, llamado Font Pobre; habiendo roto y levantado la erupción en él, las capas hasta cerca de la vertical.

Entre este volcán y el de Ca'n Tiá, se encuentran areniscas y calizas cuyos estratos están muy levantados, acusando la existencia de la falla que antes llamé 9.ª

El *Ca'n Tiá* tiene 880 metros sobre el nivel del mar y 100 sobre su base, teniendo su gran cráter 170 metros de abertura por 60 de profundidad.

El volcán *Puig Rodó* llega á la altura de 875 metros sobre el nivel del mar ó 200 sobre su base: y su cráter, que tiene más de 100 metros de diámetro por 50 de profundidad, se inunda en tiempo de lluvias, formando lago, y abre en areniscas.

La cumbre del *Traiter*, con 710 metros de altitud, está á 160 metros sobre el terreno en que se apoya. Tiene dos cráteres, uno de los cuales, que mide 30 metros de diámetro por otro tanto de profundidad, está en la cima; y el otro, situado 40 metros más abajo en la falda oriental, tiene 160 metros de diámetro. Acusando la proximidad de sus bocas, en la dirección EW., la existencia de alguna de las fallas supuestas por mí, que aquí ha sido efectivamente reconocida (1).

El volcán *Puig Moner*, abierto también en areniscas, tiene una elevación de 930 metros sobre el mar ó 350 sobre su base (2); siendo notable que está atravesado en dirección SW. (la de la falla 10.ª, reabierto en los últimos movimientos seísmicos de que luego hablaré)

(1) Tomo IV de las *Memorias de la Sociedad de Historia Natural*, página 234.

(2) Estas son las cifras dadas por el Sr. Gelabert; pero según mis medidas, la altura es de 835 y el desnivel con Granollers 415 metros.

por el torrente *Rocabayera*, que corre hacia el valle de Granollers; á cuya acción destructora se debe, indudablemente, el estado de desnudación en que se encuentra el volcán, según el Sr. Gelabert.

El volcán de *Llorá*, ó sea el *Puig de la Banyà d'en Boch*, situado al SE. de Rocacorva, abre en pizarras silúricas, y su enorme cráter —que debe encontrarse en el cruce de las fallas 6.<sup>a</sup> y 11.<sup>a</sup>—forma extenso valle, orientado de N. á S., con unos 800 metros de largo por 200 de ancho; observándose en las partes más altas de éste, grandes tajos de rocas calizas. Su altitud es 650 metros, estando elevado sobre su base 200 metros.

El hermoso volcán de *Adri* ó *Montcal*, que es uno de los conformados con mayor regularidad después de los inmediatos á Olot, está situado á la inmediación del pueblo de Adri, en dirección ESE. de Rocacorva, y tiene varias bocas: dos según unos autores, y hasta cinco según otros (1); la mayor de las cuales, elíptica, tiene 650 metros por 250, siendo las otras poco menores. Su altitud es de 450 metros sobre el mar y 150 sobre su base (2); no expresándose en las descripciones la profundidad de sus cráteres. Descansa sobre margas grises azuladas, como el lago de Bañolas, y sobre calizas con fósiles; teniendo por el W. grandes cortes y profundos barrancos, producidos, al parecer, por las aguas torrenciales, que forman gradería ascendente hacia Rocacorva.

Siguiendo sobre el plano la situación de los volcanes descriptos y el entrecruzamiento de las fallas, parece confirmarse por momentos la creencia de que yo participo, de que los volcanes de la comarca «han abierto sus bocas sobre lo que antes eran fracturas», como se dice en la página 274 del tomo IV de las *Memorias de la Real Sociedad de Historia Natural*.

Claro está que las trazas horizontales de las fallas en cuestión, no han de seguir líneas tan regulares y tendidas como las representa-

(1) El Sr. Gelabert, dice en la página 29 de su obra que este volcán tiene cuatro bocas, que en la página 6 de la misma había hecho ascender á cinco.

(2) El Sr. Gelabert, da para la cumbre de este volcán la altitud de 330 metros en la página 29 y la de 328 en la página 35. Su altura sobre la parte baja del terreno, que en la página 29 la fija en 130, la hace subir á 150 en la página 35. Estas discrepancias y las frecuentes indeterminaciones y deficiencias descriptivas de su obra, autorizan á dar á la base del volcán de Adri la altitud consignada, que es concordante con la inclinación general del terreno hacia el lado de Bañolas y tal vez inferior á la verdadera, dada su situación con respecto á Rocacorva y al volcán de Llorá.

das en la figura 6.<sup>a</sup>; pero no siéndome posible precisar exactamente hoy, la situación de los diferentes volcanes, más que el *Puig Moner* (y aproximadamente los de Olot, el Cruscat, Santa Margarita y Adri), he preferido no señalar más que los dos que represento en la lámina I.

Por último: conviene hacer notar que las fallas en cuestión no son ligeras y superficiales quiebras, sino que han afectado un gran espesor de la corteza terrestre y quizás todo él, habiendo sacado á la superficie estratificaciones antiguas que por lo menos alcanzan al período siluriano, pues son varios los naturalistas que han visto las pizarras paleozoicas en los puntos antes aludidos de los cortes geológicos, en contacto con el terreno terciario y en los cráteres ó en las faldas de los volcanes; habiendo encontrado yo mismo numerosos trozos rodados de pizarra azulada, en el cauce de la ribera de Falgons, probando que en la cabecera de ésta (correspondiente á Puig Moner) se encuentran al descubierto aquellas pizarras en algunos puntos, ó que las erupciones las arrastraron al exterior.

#### ACCIDENTES GEOLÓGICOS NOTABLES EN BAÑOLAS

Entre éstos, es digna de mencionarse la gran *falla* que, con una elevación de ocho metros y una gran longitud, se levanta al S. del lago, como un muro vertical, en el lugar donde la carretera hoy en construcción, se aproxima á la casa de las Estunas.

En esta falla, orientada al N. 20° E., precisamente en dirección al eje del lago de Bañolas y al manantial de Espolla, que corresponde á un salto de magnitud desconocida, por hundimiento de la parte oriental del terreno, se ven cortadas diferentes capas de caliza tobácea, poco inclinadas, que han sufrido roturas, dando lugar á las grietas ó *fenents* que se ven al W. de la falla en el desmonte de la misma carretera: grietas formadas muy recientemente, puesto que son posteriores á la toba, que á su vez es muy moderna.

Algo más adelante ha cortado la carretera al N. de la casa de las Estunas, varias capas de toba, arcilla y marga gris azulada, dispuestas en la forma que indica el siguiente corte, mostrando haber estado allí antiguamente la orilla del lago. Con la particularidad de que dicha orilla estaba orientada de E. á W. como ahora, pero inclinando su vertiente hacia el S., mostrándose tanto en esta orilla

como en la falla, que el nivel del agua estaba entonces varios metros más alto que en la actualidad.

Todo lo cual prueba: 1.º, que la orilla del lago presentaba por aquella parte una curva muy distinta de la forma que actualmente tiene; y 2.º, que el terreno donde asienta Bañolas ha sufrido un considerable descenso.

Como la existencia de la toba caliza—muy buena para construcción, en parajes hoy secos y por donde no circula ahora el agua del

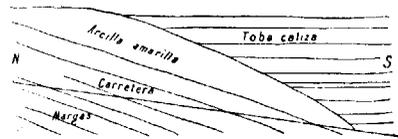


Fig. 8.ª—Corte al S. del lago en la carretera de San Miguel de Campmayor.

lago ni de las arroyadas de la sierra—y otras señales que se ven en el llano que se extiende al S. de Bañolas, cerca de la carretera de Gerona, revelan la gran extensión y profundidad que el lago debió tener anteriormente, deduce el Sr. Vidal que la superficie del embalse

se ha reducido á menos de la décima parte de la que alcanzó en otro tiempo, y que las condiciones del agua han debido cambiar; por cuanto no parece hoy tan abundante la formación de aquella ligera toba caliza, tan hojosa, que fácilmente permite sacar de ella grandes losas ó sillarejos de poco grueso, con las cuales se levantan rápida y económicamente altas paredes y tabiques muy resistentes que pueden ser trasladados enteros, sin derribar, cuando conviene.

Los bancos de esta toba contienen restos vegetales, entre los que se ven tallos de *chara* y otras plantas acuáticas, así como hojas de roble y otras plantas terrestres.

El cambio en la forma y extensión del lago ha sido, sin duda, muy reciente, porque en estas capas de toba encontró el sabio farmacéutico D. Pedro Alsius, una pluma de ave, restos de huesos humanos y hasta una moneda de cobre, romana.

No son únicas las grietas ó *fenents* que la toba descubre en el desmonte de la carretera á San Miguel, por la parte meridional del lago; pues se encuentran otras en distintos parajes, entre las cuales es la más notable por la gran utilidad que presta, la llamada *Goll del Drach*, que se abre á 110 metros al NW. del cementerio, por la izquierda de la carretera de Olot; puesto que durante las crecidas del lago de que luego hablaré, recoge y engulle toda el agua, que de

otro modo inundaría el pueblo. Este desagüe se ha facilitado practicando una zanja ó acequia que, partiendo de la orilla del lago, aunque á mayor altura que el nivel ordinario del agua, termina en dicha grieta ó *sima*, bien apellidada *Goll del Drach* (Gola del Dragón), por la forma que presenta; pues, en efecto, esta sima es un agujero redondeado descendente, de 2 metros de abertura, que abre en dirección NE. como un verdadero *tragadero*, á 5 metros de profundidad, en el hastial de toba caliza de una falla dirigida al N. 35°W., ó sea hacia la casa y barranco de Murgat; cruzando bajo un ángulo de unos 60°, la dirección de la gran falla manifiesta en el S. del lago. Siendo conveniente anotar que la dirección de la falla en donde abre esta sima, es próximamente paralela á la línea de depresión que marca en el terreno el borde izquierdo del principio del valle del Terri, á lo largo y bajo el cual he supuesto la existencia de la prolongación de la falla por donde descende la ribera Castellana.

Al hablar del régimen actual de las aguas subterráneas, me ocuparé en examinar el curso probable que el agua tragada por el *Drach* pueda llevar.

#### ANTIGUOS LAGOS

El relieve del terreno ha debido sufrir dentro de los tiempos históricos, y quizás después de la conquista romana, importantes modificaciones; pues no sólo en Bañolas se descubren vestigios de haber ocupado mucha mayor extensión el lago después de dicha conquista, sino que la toba ó travertino de la planicie de Espolla (á 40 metros de altura sobre el nivel actual del lago) parece demostrar la gran elevación á que llegó el agua y la extensión que por aquella parte alcanzó la parte inundada, así como la considerable profundidad que tendría entonces en la parte á que hoy se halla circunscripto.

Es también un hecho comprobado que dentro del período histórico había en el origen del Fluviá un extenso lago al SW. de Olot, cuyas orillas y contornos pueden aún precisarse, puesto que entre otras señales se encuentran en algunos puntos de ellos, empotradas en las rocas ó en restos de muros y á nivel del suelo, argollas de hierro que debieron servir para el amarre de embarcaciones, dentro de un lago en el que quedaban islotes bien determinables hoy.

Del mismo modo debió existir un lago sobre el actual valle de

San Miguel de Campmayor, que se halla cubierto extensamente por sedimentos cuaternarios; cuyo lago se formaría por el mayor estrechamiento ó la mayor altura que los que actualmente tiene el barranco que, hacia el Torn y el Ser, da ahora salida á sus aguas, por el cual desaguó cuando se profundizó esta salida del lago.

Estos lagos debieron existir, como digo, hasta época histórica reciente, pues los indicios encontrados en Bañolas y en Olot corresponden á tiempos posteriores á los primeros establecimientos de griegos y fenicios, que debieron conocer los volcanes en actividad, á juzgar por el nombre de Pirineos (de *pyr*, fuego, y *neos*, nuevo), que recibieron los montes de la cordillera así llamada; impuesta, sin duda, por aquellos exploradores á la vista que, desde la costa y á gran distancia, ofrecerían los numerosos y magníficos penachos de llamas y vapores ó humos, y las coladas ardientes que cubrirían el terreno, caracterizándolos y proyectándose delante de la falda de los Pirineos aragoneses ó centrales; de donde se originaría el inmenso incendio de los bosques que, partiendo de los Pirineos, se extendió por gran parte de la Península, según antigua tradición <sup>(1)</sup>.

Es decir, que á mi juicio, la transformación sufrida en los lagos de Olot y Bañolas, así como la desecación del embalse que supongo existió en San Miguel, es posterior á la aparición de los volcanes de la comarca; circunstancia cronológica que explicará más adelante ciertos hechos de observación difíciles de interpretar sin este requisito.

#### COLADAS ERUPTIVAS

La mayor parte de los materiales eruptivos de que se componen los conos volcánicos de la comarca y muchas de las corrientes de ellos derivados, están formados de materiales muy porosos que dan fácil paso al agua, y como insisten sobre margas y arcillas del terreno terciario, se producen multitud de fuentes de exquisita agua al pie de dichas coladas y en contacto con las arcillas ó rocas arcillosas, como se observa en las vertientes de la orilla derecha del Fluviá, al S. de Olot.

Del mismo modo penetran con facilidad y se internan en las fallas, las aguas caídas sobre los cráteres de los volcanes, corriendo profundamente por ellas, para resurgir á grandes distancias.

(1) Véase la nota especial, al final de este estudio.

#### DATOS HIDROLÓGICOS

La región considerada es una de las más lluviosas de la Península, pues sólo en la costa N. y NW. de ésta se encuentran localidades donde cae más lluvia anual que en Olot y en Gerona, donde pasa de un metro de altura, cuando el promedio en el centro de España puede calcularse en 510 mm. <sup>(1)</sup>.

En la cuenca del Fluviá es poco más ó menos tan abundante como en Gerona la precipitación acuosa, según las observaciones publicadas con gran lujo por el ilustrado meteorólogo D. Rafael Patxot, que posee un buen observatorio en San Feliú de Guixols, el cual la hace subir á 966 mm. en Olot <sup>(2)</sup>.

El terreno en cuestión presenta además grandes condiciones para la detención y penetración de la lluvia y para su circulación subterránea, pues tanto los llanos de *Sa Cot* y *Masandell*, situados en las inmediaciones de los volcanes de Santa Margarita, el Cruscat, y otros (que se inundan en tiempos lluviosos) como los numerosos cráteres volcánicos, muchos de ellos como los de Santa Margarita, Puig Rodó y Llorá de enormes dimensiones, y la porosidad de los materiales que forman los conos y las coladas, facilitan la penetración en el suelo de enormes cantidades de agua que alimentan la multitud de manantiales, torrentes y arroyos de la región, entre los cuales merecen citarse, además de los que brotan en las faldas de las vertientes que por la ladera derecha bajan al Fluviá, al S. de Olot, los numerosos y abundantes que hay en las vertientes septentrionales de la Sierra de Finestras y Montes del Corp, así como las que se encuentran en la cuenca del Fluviá entre el Ser y Esponellá; uno de los cuales movía el molino de *Quer*, siendo dignos también de ser recordados los de Mas Chiquet, Torre del Hereu, y de Planetas; este último en el barranco del Ser, unos 160 metros antes de su incorporación al Fluviá.

(1) *Las aguas de España y Portugal*, por Horacio Bentabol, págs. 43 y 52.

(2) *Observaciones de Sant Feliú de Guixols*, por R. Patxot. Barcelona, 1908, pág. 262.

### Hipótesis sobre el origen de las aguas.

Sólo después de presentados los antecedentes descriptos, es posible tratar de averiguar el origen probable de las aguas que brotan en los lagos de Bañolas y Espolla, en los estañoles de San Miguel de Campmayor, y en los manantiales intermitentes del valle del Terri: sobre cuyos orígenes he formado las opiniones que á continuación expongo.

#### ORIGEN PROBABLE DE LAS AGUAS DE BAÑOLAS Y ESPOLLA

Antes de entrar en otras consideraciones, importa mucho fijar la atención sobre la forma especial del plano y del corte longitudinal, vertical, del lago de Bañolas, por lo que esto puede ayudar, no sólo á interpretar ciertos hechos inadvertidos, sino algo que se refiere al porvenir del lago, de que al final hablaré.

Es evidente que el lago de Bañolas está formado sobre una ó más fallas paralelas y dirigidas hacia el N., por lo menos sobre la gran falla tan bien marcada en el terreno al S. del lago, antes mencionada; siendo evidente, á mi juicio, que si el lago tiene algunos puntos tan profundos es precisamente por encontrarse sobre esta falla, pues si la concavidad del lago fuese simplemente debida á una depresión ondulatoria del terreno, y aunque la supusiésemos de planta triangular, uno de cuyos vértices apoyase sobre la parte baja del barranco por donde llega la ribera Castellana, apartándose la orilla opuesta hasta muy cerca del Goll del Drach, con una anchura de 1500 metros, doble de la máxima que ahora tiene, y aunque supusiésemos también prolongadas las vertientes de San Patllari con la misma inclinación hasta el fondo del lago, éste no alcanzaría en su punto medio una profundidad mayor de 50 metros; muy inferior á la reconocida, tanto al N. como al S. de la ribera Castellana.

El lago es tan profundo, indudablemente, porque se ha formado sobre una enorme falla vertical ó sobre varias paralelas cortadas por la transversal por donde baja la ribera Castellana, sin que la profundidad actual sea tampoco más que una parte de la que seguramente habrá tenido, porque el lago se ha rellenado y continúa rellenándose desde larga fecha con sedimentos acarreados principalmente por dicha ribera.

Esto es, para mí, de toda evidencia.

La forma extraña de su superficie tan angosta por el centro (precisamente frente á la desembocadura de la ribera); la del corte vertical que acusa una enorme masa de sedimentos interpuestos entre las dos cavidades, septentrional y meridional del lago, y la planicie ó verdadero *delta* formado por la desembocadura de la ribera en el lago, son seguramente debidos á los acarreos torrenciales de la misma, que han encontrado en la cavidad del lago lugar donde sedimentarse antes de que el agua los haya podido arrastrar fuera de él, y si no han cubierto todo el fondo del lago con una profundidad casi uniforme, habiendo dejado dos hondos pozos ó agujeros en el fondo, al N. y al S. de la ribera Castellana, es, porque aunque acosada por todas partes la corriente ascensional del agua que sube por la falla, se han mantenido abiertas las bocas de emergencia de ésta en los dos puntos, alejados de la orilla, donde la corriente ascensional del agua ha podido conservar mayor fuerza y la intensidad indispensable para desembarazar los conductos subterráneos.

La antigua forma del lago, en la parte que hoy se conserva, ha debido ser triangular, dispuesta como antes dije, habiendo retrocedido la orilla occidental del lago hacia el interior de 800 á 900 metros, á causa de los rellenos aportados por la ribera Castellana: rellenos que hubieran acabado por alcanzar la orilla opuesta, sin la circunstancia en que voy á fijar la atención.

Parece, efectivamente, después de lo dicho, que los acarreos de la ribera Castellana hubieran debido limitarse á hacer retroceder la orilla occidental del lago, sin que al pronto se explique el hecho, extraño á primera vista, de que por la parte opuesta avancen también los sedimentos frente por frente á la ribera; con la cual parece que tratan de unirse, en oposición á lo que vengo diciendo sobre los acarreos de ésta. Y, sin embargo, la formación del relleno opuesto se explica también por los arrastres de la repetida ribera, del modo siguiente:

Al llegar al lago las aguas cargadas de lodos que acarrea la ribera Castellana, no solamente depositan una parte de ellos en la orilla del lago por donde llegan, sino que continuando la corriente turbia con la velocidad y fuerza viva que posee, hasta la orilla opuesta, allí se detiene y divide á derecha é izquierda, abandonando la mayor parte de los sedimentos y produciendo en las dos cuencas ó recipientes del lago dos remolinos de agua que giran en sentidos opuestos. El del S. en el sentido de las agujas de un reloj, y el del N. en el contrario.

Pero como la cuenca N. del lago carece de desagüe propio y directo, parte del agua acarreada por la ribera Castellana (la que se dirige á la parte N. del lago), sumada á la que el manantial profundo del mismo lado da, se ve obligada á pasar á la cuenca meridional del lago donde ha de encontrar salida por las cinco acequias de desagüe que allí están; y esto no puede hacerse sin mantener abierto un canal de comunicación entre ambas porciones del lago. Canal que es precisamente la parte angosta del mismo, y que se conserva expedito, no sólo por la corriente eventual producida en los días en que corre la ribera, sino por la que de un modo permanente, procede del manantial del N. y se dirige á las acequias de desagüe, que, como repito, están todas en el recipiente S. del lago.

Otra cosa hubiera ocurrido si del recipiente N. partiese alguna de las acequias; pues en tal caso, suprimida ó reducida extraordinariamente la corriente perpetua del agua entre la cuenca N. y la S. del lago, los acarreos de la ribera Castellana hubieran tendido un puente entre las dos orillas del mismo; siendo á esta misma corriente general hacia el S. debida, en mi concepto, la forma tendida de las vertientes del fondo del lago que se dirigen al Mediodía y la más pendiente de las opuestas; sobre lo cual, al hacer la descripción del lago, llamé la atención.

Por último; el rellano ó concavidad que se observa en el fondo del lago frente á las cuatro primeras acequias, es sin duda debido á la corriente inferior directa que se establece desde el manantial profundo del S. hacia dichos puntos de desagüe y al arrastre de los lodos que en el fondo produce las corrientes transversales que dentro del lago se inician en dirección á las acequias de desagüe.

Por otra parte: cualquiera que sea el origen del agua, es evidente que su emergencia en el lago es dificultosa á consecuencia de los lodos del fondo, y sólo gracias á la fuerte presión con que llega, puede rechazar la acumulación de los sedimentos que constantemente tienden á impedirla. Sin que sea exagerado suponer que esta presión es precisamente la marcada por el nivel sobre el lago de Bañolas, del agua en el lago de Espolla, que se mantiene constante aunque no surja; pues la comunicación profunda entre ambos lagos á lo largo de la falla tantas veces mencionada, es no solamente posible, sino más que probable; casi evidente.

Este supuesto explicaría clarísimamente todos los hechos observados del modo siguiente:

A la presión debida á la diferencia de nivel de 40 metros que está el agua en Espolla sobre Bañolas, corresponde una velocidad de salida por los orificios que desembocan en el fondo del lago de 28 metros por segundo, y siendo el rendimiento de los manantiales profundos de unos 600 litros (ó 0'6 en metros cúbicos) resultarán los orificios de salida con una abertura libre de  $0'6 : 28 = 0'0214$ ; ó sea poco más de 2 decímetros cuadrados; es decir, un decímetro en cuadro para cada uno. Lo que explica perfectamente la estrechez de las cavidades por donde surgen; así como la considerable velocidad de emergencia, hace posible el mantenimiento de las paredes lodosas con fuerte inclinación, y la lucha victoriosa de la corriente con los sedimentos que constantemente dificultan la salida del agua.

Se explica, también, por qué el pozo y manantial del S. es más profundo que el del N. y por qué la temperatura en el primero es más alta que en el segundo; pues como indudablemente el agua viene del S. donde las vertientes orientales del macizo de Rocacorva que se levantan á 994 metros sobre el mar ú 824 sobre Bañolas, mantienen dichas vertientes entre 250 y 500 metros de altitud, y no puede venir del N., por donde corre el Fluviá á corta distancia y gran profundidad, es indudable que la línea de carga á lo largo de la falla que conduce el agua, tiene una fuerte inclinación de S. á N. Ó dicho de otro modo: que la presión bajo el manantial del S. es más fuerte que bajo el del N.; y los sondeos del Sr. Vidal nos van á servir para medir muy aproximadamente estas presiones del modo siguiente:

Cuando no corre el manantial de Espolla, podemos considerar al estado hidrostático la porción del conducto subterráneo entre éste y el manantial del N., de modo que la presión en dicho manantial se podría estimar en unos 40 metros de altura de agua. Pero á partir de éste, en la dirección S. la presión irá creciendo proporcionalmente á la distancia, y como el manantial del S. ha mantenido los lodos levantados desde una profundidad 20 metros más baja, estando estos lodos compuestos de un material cuya densidad es de 2'5 á 3 diluidos en el agua, lo que permite apreciar la densidad de los referidos lodos próximamente en dos unidades (que no excede en más de una á la del agua), la carga de estos 20 metros de lodo podrá estimarse en un aumento de presión de otros 20 metros en la altura de agua, lo que equivale á suponer la línea de presión hidráulica 20 metros más alta en el manantial del S. que en el del N.

Según esto, y siendo la distancia entre ambos de 950 metros, la pendiente de la línea de carga hidráulica procedente del S. será 0'021, que, como se verá más adelante, concuerda muy bien con el origen que supongo para el agua de Bañolas y Espolla, que arroja para esta pendiente el valor 0'022.

Pero, cualquiera que sea la procedencia del líquido, bastará un aumento de carga ó presión de 1 á 2 metros para que el agua que se mantiene baja en el lago de Espolla sin poder rebasar por el canal de salida, corra abundantemente por él.

El aumento de presión hará entonces aumentar el volumen del agua surgida en el lago de Bañolas; pero el aumento de 2 metros en una altura ordinaria de carga de 40, aunque muy suficiente para hacer surgir en abundancia el lago en Espolla, es poca cosa para que el desagüe por los estrechos conductos del fondo del lago impida que por Espolla salga un torrente de agua, pues la velocidad de salida debida á esta causa no aumentaría más de un 2 por 100 de la ordinaria con el referido aumento de presión; estando muy acertado á mi parecer el Sr. Vidal, cuando supone que si brota el agua en Espolla es por la dificultad que encuentra para salir toda ella por el lago.

Sin embargo; como el aumento de carga en la falla en cuestión puede ser en días determinados superior no sólo á 2 metros, sino á 50, por la gran altura de que procede, y como la salida por Espolla está á su vez limitada por la estrechez de sus propios conductos de emisión, la cantidad de agua en el lago podrá aumentar extraordinariamente al mismo tiempo que brota en abundancia el manantial de Espolla.

Pero todavía se deducen otras consecuencias de los hechos comprobados y de los cálculos que acabo de hacer basados en ellos, tales como la siguiente:

Puesto que la presión hidráulica en el manantial del S. del lago es mayor que en la del N., la velocidad de salida del agua será mayor en el primero que en el segundo; y, suponiéndolos de igual sección, el del S. dará más agua que el del N.

Pero á la mayor presión y abundancia en el S. ha debido corresponder mayor arrastre de lodos y más anchura del conducto de salida: luego, en definitiva, el manantial del N. debe ser menos abundante y su pocillo más estrecho que en el del S., como parece haber demostrado los sondeos del Sr. Vidal.

## ORIGEN PROBABLE DE LAS AGUAS DE SAN MIGUEL

### DE CAMP Mayor

Las mismas consideraciones que acabo de hacer para Bañolas y Espolla, son aplicables con ligeras variantes á los estañoles y manantiales de San Miguel de Camp Mayor.

No pudiendo proceder el agua del Ter ni del lado N., por donde el terreno y las corrientes superficiales bajan hacia el Fluvia, necesariamente procederán del S. y del W. las corrientes subterráneas que brotan en San Miguel, puesto que por aquellas partes el terreno está mucho más alto, presentando en diversos parajes sitios en donde el agua de lluvia puede embalsarse y penetrar por las fisuras y capas permeables del terreno; como se deduce de la explicación general del régimen hidrológico subterráneo de la comarca sometida á estudio, que se leerá al final.

También se verá más adelante, al describir el régimen actual de las aguas subterráneas de la región, cómo estas hipótesis quedan comprobadas por el cálculo del agua que las cuencas de recepción antedichas son susceptibles de proporcionar, en comparación á las que corren por Bañolas y San Miguel de Camp Mayor.

## CONCLUSIONES

Una vez reunidos y tenidos á la vista los datos de observación propios y ajenos, y las consideraciones que anteceden, he aquí la explicación, á mi juicio más racional, del régimen hidrológico superficial y subterráneo actual de la comarca en estudio, que estimo conveniente presentar en forma de narración cronológica de las diferentes situaciones y acontecimientos por que ha pasado la región en estudio, por la influencia que los estados anteriores del terreno, de los ríos, lagos y fuentes, han debido tener en los posteriores, hasta llegar al tiempo presente.

*Primer periodo.*—En una época avanzada del periodo cuaternario y cuando estuviesen ya formadas las fallas con salto señaladas por el curso del Fluviá desde San Juan las Fonts á Besalú; por el acantilado de los Montes del Corp y Sierra de Finestras; por el que forman los tajos orientales de Se Calm y el Far; por el tajo oriental de Rocacorva y occidental de San Patllari y el que señala el borde occidental del valle del Terri, dejando macizos en Se Calm, Rocacorva y San Patllari, elevados sobre los espacios que por el oriente de éstos quedaban en Olot, San Miguel y Bañolas; tres extensos lagos debían existir en la comarca á lo largo de la zona de depresión producida por el hundimiento comprendido entre la 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> de las grandes fallas, en los puntos de cruzamiento con las tres antes enumeradas.

En este tiempo, la degradación de los acantilados de las fallas mayores y más antiguas y la erosión y ensanche de las transversales posteriores, fueron abriendo portillos y barrancos en los bordes de los grandes tajos, por uno de los cuales correría desde las vertientes septentrionales de Se Calm, el antiguo cauce del Fluviá al N. de Olot, que ahora se llama Ridaura, depositándose en el fondo de estos lagos y á lo largo de las grandes fallas los materiales procedentes de la denudación, que fueron cubriendo y obstruyendo en parte tanto las fallas que habían quedado sumergidas, como las que quedaban al pie de los tajos existentes en el terreno.

Las aguas de los lagos de Olot y San Miguel tendrían su salida por el N. hacia la cuenca del Fluviá, y las del lago de Bañolas por el E. y SE., hacia el río Ter.

*Segundo periodo.*—Por bajo de esta región, profundamente quebrantada y cubierta de grandes extensiones de agua, debieron producirse fenómenos hidrotermales ó plutónicos que diesen lugar á irrupción de materias ígneas y flúidas del interior, haciendo para ello los volcanes su primera aparición en lugares intermedios á dichas dos grandes fallas (1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>), con el consiguiente levantamiento del terreno á lo largo de las dos líneas sinclinales jalonadas por los volcanes Cruscat y Santa Margarita por un lado y el de Llorá y el lago de Bañolas por otro (9.<sup>a</sup> y 11.<sup>a</sup>); con las anticlinales conjugadas que pasarían por Olot y San Miguel de Campmayor (8.<sup>a</sup> y 10.<sup>a</sup>)

Un levantamiento posterior produjo las montañas de Batet y San Julián de Monte y el sinclinal que atraviesa desde el valle de Mieras al de Bañolas (12.<sup>a</sup>), con levantamiento del macizo de San Patllari; sinclinal por donde corre de un lado el Riutort de Mieras y el Torrente del Arm, que confluyen al valle de San Miguel, y del otro la ribera Castellana, que vierte sus aguas en el lago de Bañolas, y el principio del valle del Terri por donde salen, así como también algunos otros accidentes topográficos, sobre los cuales abrirían los tres volcanes próximos á Olot, en el punto de cruce de las fallas 8.<sup>a</sup> y 12.<sup>a</sup>, y el de Puig Moner en la intersección de la falla 5.<sup>a</sup> y 10.<sup>a</sup>

La apertura de estas fallas y la reapertura de algunos trozos de las antiguas por efecto de la acción endógena, debieron ser simultáneas con la aparición de los volcanes en los puntos de más fácil paso á las lavas y gases, entre los cuales, los de cruce ó intersección referidos, donde las capas del terreno quedarían muy quebrantadas y donde los ángulos que en las mismas produjeron dichas fallas, opusieron escasa resistencia al torrente eruptivo, fué donde se fijaron algunos de los volcanes más importantes de la región, tales como el de Santa Margarita, Cruscat, Traiter y el de la Banya d'en Boch.

Según esto, el cruce de la antigua falla 11.<sup>a</sup> sobre el lago de Bañolas, con la 12.<sup>a</sup> recién formada abriendo boca hacia arriba, como toda anticlinal, era punto indicado para la formación de algún volcán; pero el pasar esta falla precisamente por el centro de la gran masa de agua que allí existía, aumentando la profundidad del lago por la forma acampanada en que la falla hubo de abrirse, daría lugar á que enfriándose las paredes de la abertura tan pronto como se inició el movimiento de rotura y antes de que las lavas hubiesen podido llegar á la superficie, debió impedir la salida de éstas por allí, que des-

pués de todo no era punto de emergencia obligado para esta falla, puesto que encontraron más fácil paso por el inmenso volcán de Adri, tan próximo al lago, ó por el de Llorá, donde no encontraron las lavas las dificultades que para surgir hubieron de hallar en el lago de Bañolas.

El lago de San Miguel quedaría desecado por la depresión que hacia el Ser produjo la anticlinal 10.<sup>a</sup> que pasa por Puig Moner: formándose este volcán cerca del punto de cruce con la antigua falla 2.<sup>a</sup> por la mayor facilidad que allí encontraron las lavas.

El lago de Olot desaguaría hacia el Fluviá por efecto de la depresión producida por la anticlinal 8.<sup>a</sup> sobre el borde N. del lago, y una vez enjuto éste, fácilmente pudieron levantarse los volcanes próximos á dicha ciudad.

Volviendo al lago de Bañolas, debe advertirse que si bien las lavas no pudieron salir por él al abrirse el anticlinal 12.<sup>o</sup>, no ocurrió lo mismo al vapor de agua ni á los gases procedentes del interior, entre ellos, y particularmente, al ácido carbónico, que pudieron fácilmente escapar por donde las lavas—materiales más densos, menos flúidos y fácilmente solidificables por enfriamiento, que hubieron de dejar de correr á gran profundidad y antes de poder atravesar la masa acuosa del lago—no pudieron abrirse paso.

Esto supuesto, los efectos de la apertura de las nuevas fallas y la reapertura de ciertas partes de las antiguas, de las emisiones eruptivas, y de los movimientos generales del terreno, debieron ser los siguientes:

1.<sup>o</sup> Aparición de algunos de los volcanes de la región, entre los cuales Santa Margarita, Puig Rodó, Puig Moner, el de Llorá y el de Adri debieron ser los más importantes por encontrarse en los puntos de cruce de las fallas.

2.<sup>o</sup> Obstrucción del antiguo curso del Fluviá por el N. de Olot, á consecuencia de las coladas de los tres volcanes que allí se levantaron, cerrando el paso al desagüe del lago por aquella parte.

3.<sup>o</sup> Desviación del curso del Ridaura hacia el N., alejándose de los referidos volcanes.

4.<sup>o</sup> Desagüe del lago de Olot por la línea de falla 8.<sup>a</sup> que vuelve al NE. en el ángulo formado por el antiguo curso del río con dicha falla.

5.<sup>o</sup> Establecimiento de emanaciones termales de vapor de agua y ácido carbónico en el lago de Bañolas.

*Tercer período.*—Cambiadas así las cosas y mientras duró el pe-

riodo de actividad de los volcanes, pudieron irse acentuando los efectos acabados de enumerar.

Á la afluencia del gas carbónico y al calentamiento del agua por causa del vapor acuoso emitido del interior, pudo ser debida la disolución en grande escala de las paredes margosas del lago de Bañolas, especialmente en el punto de emergencia y á gran profundidad, por ser allí mayor la presión del gas carbónico disuelto; produciendo la ancha y profunda cavidad del lago actual, así como la subsiguiente y abundante formación de toba caliza en sus extensas orillas y en los lugares de escaso fondo, donde el carbonato disuelto se precipitaria á consecuencia del enfriamiento del agua y pérdida del exceso de gas, al disminuir con la menor carga de agua la presión que lo retuvo disuelto por algún tiempo. De cuyos sedimentos, los travertinos de la meseta de Espolla y las tobas de las canteiras de Bañolas, las que se ven en la falla y corte de la carretera al S. del lago, y las que hacia Gerona aparecen á buena distancia de Bañolas, son evidente testimonio.

La formación de toba en Espolla, que entonces no existía como lago independiente, sino como parte de las orillas del de Bañolas, debió haber preservado á la antigua falla por allí del relleno arcilloso que desde largo tiempo sufrió en otros parajes.

Á medida que el cemento calizo de las margas corroídas por el agua del lago, se fué disolviendo por la acción del ácido carbónico contenido, fué quedando libre la parte arcillosa de las mismas, en forma de lodo finísimo, que iría rellenando la profunda cavidad del lago y las fallas 11.<sup>a</sup> y 12.<sup>a</sup>, sustituyendo en parte á la marga disuelta.

Así continuaron las cosas durante un largo período que alcanzó los tiempos históricos, durante el cual quedaron encerradas en la toba monedas romanas y otros objetos que denotan la existencia de población en las orillas del lago de Bañolas y en el de Olot, donde existieron embarcaciones á juzgar por las argollas empotradas en el suelo, de que anteriormente hice mención.

En este tiempo el lago se extendería por encima de la meseta de Espolla y del emplazamiento de la actual población, prolongándose por el S. hasta muy cerca del Ter, próximo al cual descendía probablemente con fuerte inclinación el terreno, puesto que se encuentran tobas en Adri y en Llorá (1).

(1) Gelabert. Obra citada, págs. 74 y 76.

*Cuarto periodo.*—Después de un largo periodo de relativa calma, durante el cual los volcanes fueron arrojando lavas y las orillas del lago de Bañolas cubriéndose de extensa capa de toba caliza, sobrevino un nuevo y violento estremecimiento del terreno, coincidiendo con las últimas manifestaciones de actividad en los volcanes, ó poco anteriores ó posteriores á ellas, del cual resultó:

1.º El ensanche y renovación de algunas de las referidas fallas, especialmente la que atraviesa el macizo de San Patllari prolongándose por el Terri; la que siguiendo por el valle alto del Fluviá más allá de San Juan de las Fonts, produjo el acantilado ó tajo de Castellfullit y la que corta éste por el oriente, después del periodo activo de los volcanes y al mismo tiempo que se cerró el periodo eruptivo y el apagamiento de éstos, ó con posterioridad. Supuesto nada inverosímil ni imaginario, puesto que todavía en 1427 y 1428 se produjeron tan grandes terremotos locales, que destruyeron completamente la villa de Olot.

2.º Rotura del lago de Bañolas por descenso del terreno en el ángulo comprendido entre la antigua falla que desde Llorá pasa por el lago y aquella por donde empezó á correr el Terri á consecuencia del hundimiento; descenso que se manifiesta en la embocadura de la sima del Drach (situada sobre la falla del Terri) y al costado de la gran falla que hay al S. del lago, mostrando ser cierto el hundimiento del terreno al SE. de la misma.

3.º Desagüe parcial instantáneo, descenso de nivel y reducción considerable en la extensión del lago de Bañolas, á consecuencia del hundimiento antedicho; que si no produjo la desaparición del lago fué á causa de la gran profundidad que éste tenía en el punto de cruce de las fallas 11.ª y 12.ª (la última de las cuales pasa por el Coll del Drach y el Terri), profundidad que en el tercer periodo debía ser mucho mayor que en la actualidad y que libró á este lago de la completa desecación sufrida por los de Olot y San Miguel.

*Quinto periodo.*—Encalmadas primero, y extinguidas más tarde, las erupciones, pasaron los cráteres y las coladas volcánicas porosas, á obrar como cuencas de recepción del agua de lluvia, que penetrando abundantemente en el terreno buscaron camino y tomaron curso por el interior de las antiguas fallas, iniciando el actual régimen hidrológico subterráneo y continuando el superficial que se había establecido desde el segundo periodo, con la modificación de la apertura del curso del Terri que antes no existía.

Durante el periodo actual, la ribera Castellana ha ido rellenando el lago de Bañolas con los arrastres acarreados de la montaña, cerrando en parte la antigua falla abierta en el fondo del lago y dividiendo á éste en dos cavidades distintas.

## RÉGIMEN ACTUAL

Consecuencia de lo anterior es el estado presente de la hidrología de la comarca, que brevemente descripto es como sigue:

*Aguas del Ter y del Fluviá.*—Las aguas del Ter que se sumergen en el terreno entre Ripoll y San Quirico, vendrán á afluir en la parte alta de la cuenca del Fluviá, por el interior de las fallas que seguramente cortan el terreno por el N., E. y SE. de Se Calm, apareciendo en las grandes fuentes donde nace el Fluviá y contribuyendo á engrosar otras de las que brotan en las vertientes septentrionales de los montes del Corp, á favor de la falla que corre á su pie, tantas veces nombrada.

Siendo la distancia de este valle al Ter de 16 kilómetros y estando el valle del Fluviá 180 metros más bajo que el Ter por aquella parte, este supuesto tiene casi la categoría de certeza, pues la pendiente media de la corriente subterránea alcanza el crecido valor de 1'125 por 100, siendo lo probable que todo el volumen de las filtraciones del Ter desagüe en la parte alta del valle del Fluviá, sin que pase adelante; por más que la parte profunda de esta falla y de otras que bordean á Se Calm, continúen con agua procedente del Ter y del llano de Sa Cot (que está al W. del volcán de Santa Margarita), y de las vertientes septentrionales de los Montes del Corp.

*Cuencas de recepción y embalse.*—El gran cráter volcánico de Santa Margarita; el llano de Massandell, al E. del Cruscat; el valle de Santa Pau, las vertientes septentrionales de la Sierra de Finestras, y los valles de Mieras y Falgons, constituyen excelentes cuencas de recepción para la circulación profunda del agua, dentro de la 2.ª gran falla; y de tales orígenes ha de proceder la que por ella corra, con los aportes acumulados por la falla transversal 4.ª, en que se encuentran los volcanes denominados Cruscat, Puig Rodó, Traiter y otros.

Reunidas todas estas aguas en la gran falla que corre al N. de los

Montes del Corp y Sierra de Finestras, aumentadas con las que á ella afluyan por las capas permeables de la parte alta del terreno terciario cortado por la misma, tomarán curso hacia los puntos más bajos ó de emergencia, para salir parte del agua en el valle del Fluviá y parte en los de Santa Pau, Mieras, San Miguel de Campmayor y Bañolas, á cuyos dos últimos tienen fácil acceso por las fallas 10.<sup>a</sup> y 11.<sup>a</sup>, que, cruzándose con la principal, se dirigen al N. atravesando longitudinalmente dichos valles.

*Aguas y estañoles de San Miguel.*—Las dos fallas 6.<sup>a</sup> y 10.<sup>a</sup> que por el E. y W. de Rocacorva se dirigen al valle de San Miguel, atravesando la falla 2.<sup>a</sup> de las dos generales, para venir á entrecruzarse precisamente en el paraje donde están los estañoles de este valle, con el anticlinal que pasa desde Bañolas á Mieras, se encuentran cubiertas por sedimentos impermeables: y ha debido ser necesario el transcurso de largo tiempo para que, ensanchándose las grietas hacia arriba por la socava de dichos rellenos, haya subido la corriente subterránea á bastante poca distancia del suelo para que en algunos puntos se haya hundido el terreno, produciéndose los diversos estañoles que allí se observan (todos de formación reciente y para algunos recientísima), en parajes poco apartados de la ribera de Falgons, que señala la línea más baja del valle, antes del estrechamiento que más abajo experimenta. Cuando las capas socavadas han sido arenosas, el estañol es limpio; y cuando han sido arcillosas, á cada caída de la arcilla gris correspondió un enturbiamiento en los estañoles, que tienen lo que allí llaman *cedra* (ceniza).

Cuando el terreno está más alto que la carga hidrostática de la corriente subterránea, como sucede en los estañoles Corominas y Negro, el agua no puede salir fuera, y cuando el terreno es suficientemente bajo, como en los estañoles de La Guardia y Rovira, el agua sale en abundancia al exterior.

Si el tiempo es seco, los estañoles dan poco agua ó se enjugan; y en cambio á las pocas horas de iniciarse las grandes lluvias, aumenta el agua en los estañoles inferiores (empezando á manar en los superiores) porque la escasa distancia á los volcanes (de las cuales la que media al de Santa Margarita, que es uno de los mayores y más distantes, no excede de 12  $\frac{1}{2}$  kilómetros), y la gran pendiente media de 2'77 por 100 que al curso subterráneo del agua ofrece esta falla, explican el poco tiempo transcurrido entre las lluvias y las crecidas de los manantiales.

De este modo de formación de los lagos se conocen numerosos ejemplos en Europa,—alguno de los cuales cita el Sr. Vidal en su Nota—demostrando la influencia que las corrientes subterráneas ejercen en la topografía de la comarca cuando la constitución geológica se presta á que se operen arrastres ó disoluciones en profundidad, comprometiendo así la estabilidad de la superficie.

Delebecque, en un estudio que publicó sobre experimentos hechos en diversos lagos de Francia, menciona casos de formación de éstos á consecuencia de la circulación profunda del agua por debajo de las capas *de arena, de arcilla, de yeso ó de sal común*.

Entre estos ejemplos cita el lago de *Clapes*, á 4 kilómetros de *Draguignan*, que se formó de repente en el año 1878 en terreno jurásico, con diámetro de 40 metros por 56 de profundidad, y los llamados embudos del *Gran Lantien* y del *pequeño Lantien*. Los dos lagos de *Tourves* y el lago de *Besse*, en la misma comarca, se abren en margas irisadas del triás.

Conforme á esta explicación, no sería extraño que algún día se formase de improviso en el valle de San Miguel, no algún estañol más (como el Vidal, abierto el año pasado), sino algún grande y profundo lago; siendo los puntos más indicados para esto, el espacio comprendido entre los estañoles de La Guardia y Rovira, y la confluencia del Riutort de Mieras en la ribera de Falgons, ó el comprendido entre los estañoles de Planaferrana, Corominas y Negro. Ó por último, podría ocurrir que ambos grupos se uniesen en un lago alargado sobre la ribera de Falgons.

*Aguas de Bañolas y Espolla.*—Con la misma facilidad se explican los extraños fenómenos hidrológicos producidos en Bañolas y Espolla, cuyas aguas proceden de las fallas que, pasando por los volcanes de Llorá y Adri, atraviesan el curso del Matamós y por tanto la prolongación de la 2.<sup>a</sup> gran falla, que conduce aguas desde Santa Margarita, y las que vienen de las faldas orientales de Rocacorva.

Penetrarán por estas fallas las aguas caídas en el inmenso cráter del volcán de la *Banya d'en Boch* (cerca de Llorá); las que recojan las cuatro ó cinco bocas del volcán de Adri; las que en circulación profunda lleguen hasta la 11.<sup>a</sup> por la gran 2.<sup>a</sup> falla tantas veces mencionada, y las que pierdan el río Matamós y los torrentes que bajan de Rocacorva hacia el Terri, á su paso sobre la referida falla 11.<sup>a</sup> de Bañolas, representados en la lámina I.

Cubierta esta falla profundamente con materiales plásticos, sólo

en los puntos más hondos del lago, donde la carga de sedimentos es menor, ha podido conservarse expedita la salida del agua.

Cuando el relleno del lago no era tan considerable como ahora, el agua en la falla no podía alcanzar mucha altura de carga por la facilidad que encontraba para su salida por él; pero á medida que los sedimentos aportados por la ribera Castellana han ido dificultando este desagüe, la altura de carga hidráulica ha ido aumentando hasta alcanzar por fin al nivel del lago de Espolla (40 metros) y del estañol d'Alt (34 metros).

Durante las fuertes lluvias caídas por el lado de Rocacorva, aumentando la cantidad de agua recogida por la falla, sube el nivel del lago; pero siendo insuficientes las dos únicas y estrechas salidas que la falla encuentra en el fondo del mismo, se eleva el nivel hidrostático en la falla hasta que, penetrando y traspasando el travertino que cubre la meseta de Espolla, brota por este gran manantial en exuberante abundancia, formando corriente hacia el Fluviá.

En tales ocasiones, el estañol d'Alt, relacionado indudablemente con la falla aunque por conductos estrechos y dificultosos, también arroja agua; pero tan pronto como cesan las lluvias y el nivel hidrostático en la falla vuelve á bajar, cesan de correr el lago de Espolla y el estañol d'Alt; los cuales en años muy escasos de lluvias pueden llegar á secarse.

Según esto, el lago y manantial de Espolla debe ser muy reciente y no habrá llegado á manar sino á consecuencia del relleno del lago de Bañolas por los sedimentos acarreados por la ribera Castellana.

Los estañoles y manantiales que rodean al lago de Bañolas, tienen la misma explicación y origen que los de San Miguel, sin más diferencia que las de proceder unos y otros de diferentes fallas, si bien algunos de ellos como el de los Teñiers, al pie de un cerrillo que hay 400 metros al W. de Porqueras, puede recibir también filtraciones de la montaña que está al Poniente del mismo.

De acuerdo con esta explicación están las observaciones hechas por el Sr. Vidal respecto á la calidad y temperatura del agua de diversas procedencias.

La mayor temperatura observada por el mismo en lo más hondo del manantial de la parte meridional del lago, que á los 60 metros acusó 17°, siendo 9° la de la superficie, muestra la gran profundidad de que procede el agua, acusando que el relleno impermeable de la falla penetra hasta 250 metros cuando menos; cuyo gran es-

pesor de relleno es necesario para que el agua pueda mantenerse encerrada en la falla con la carga de 40 metros de presión hidrostática, sin levantarlos.

Las temperaturas menores observadas en la cuenca septentrional del lago, en Espolla, y en otras partes, dependen de que el agua profunda, al irse acercando á la superficie, va descendiendo de temperatura por atravesar niveles terrestres cada vez más fríos á medida que van siendo menos profundos.

La temperatura de la Deu de la Ribera Castellana y la de la Deu dels Teñiers, que también fué de 17°, acusan un origen de igual profundidad que la del lago.

La composición del agua en los diferentes lagos y manantiales depende del espesor y clase de los materiales sólidos solubles, en cuyo contacto ó á través de los cuales tiene que pasar. El agua es muy pura en su origen y algunas veces llega á la superficie en condiciones de potabilidad; pero otras se carga de sales alcalinas ó calizas en cantidad variable, y hasta de sulfuros alcalinos ó de gas sulfhídrico, como en la Font Pudosa, cuando atraviesa por capas sulfurosas.

En cuanto á la radioactividad de las aguas, de que hace mención el Sr. Vidal en su interesante Nota, la adquiere durante su circulación profunda, especialmente en contacto con ciertas rocas eruptivas que encontrará en los volcanes de Puig Moner, Llorá y Adri, cuyas rocas son notablemente radioactivas.

*Enturbiamiento de los estañoles.*—El enturbiamiento de éstos es debido, aquí como en San Miguel, al desleimiento de la marga gris que atraviesa el agua para llegar á ellos. Habiéndose observado que estos enturbiamientos han coincidido alguna vez con temblores de tierra, aunque sean lejanos, como el de la Martinica y los últimos de Italia; fenómenos que se explican del siguiente modo:

Sabido es que los terremotos se transmiten á grandes distancias, y los mayores con suficiente intensidad para que en capas de arcilla reblandecidas por el agua puedan ocasionar desprendimientos que, arrastrados por ésta, produzcan las subidas de *cedra*, que se han notado en algunos estañoles en los días que ocurren tales cataclismos.

*Comprobación.*

Como comprobante de la explicación dada para el origen de las aguas de San Miguel y Bañolas, trataré de calcular el agua que pueden proporcionar las cuencas de recepción antes indicadas, con objeto de examinar si son susceptibles de entretener los manantiales en cuestión.

La cuenca que puede alimentar los estañoles de San Miguel y los arroyos y riberas que afluyen á la de Falgons, comprende las vertientes de la Sierra de Finestras, desde Santa Margarita hasta Puig Moner, en una longitud de 41 kilómetros, con 5 de anchura, término medio, á cuya superficie debe aumentarse 5 kilómetros más de anchura en los 6 que median desde Santa Margarita á Mieras. En junto 51 kilómetros cuadrados.

Cayendo en esta superficie una altura media de agua de 970 milímetros, el volumen anual de agua precipitada en esta cuenca será de 49.420000 metros cúbicos, los que podrían alimentar un caudal medio de 1567 litros por segundo, muy superior al promedio que reúne la ribera de Falgons, después de incorporar á ella las aguas de todos los estañoles y manantiales.

En cuanto á la cuenca que puede alimentar al lago de Bañolas, el cálculo da los resultados siguientes: La superficie de la cuenca de recepción entre San Miguel y el lago por una parte y desde San Patllari á Rocacorva por otra, es un rectángulo de  $5'5 \times 4 = 22$  kilómetros cuadrados. La parte de la cuenca receptora que está comprendida entre la falla oriental de Rocacorva y las que pasan por los volcanes de Llorá y Adri y por el lago, puede reducirse á un rectángulo de 8 kilómetros de largo por 4 de anchura; ó sean 32 kilómetros cuadrados. La suma de ambas arroja 54 kilómetros cuadrados, en los cuales cae un metro de altura anual de agua próximamente, proporcionando el volumen total de 54 millones de metros cúbicos, correspondientes á 1712 litros por segundo; cantidad de agua superior al caudal medio que sale del lago de Bañolas, y aun á la suma de ésta con la que lleva el río Matamós que procede de Pujarnol, al S. de San Patllari.

## POZOS Y MANANTIALES PERIÓDICOS EN BAÑOLAS Y EN EL TERRI

Las explicaciones anteriores no son aplicables á los pozos de verano, ni á los manantiales periódicos al principio descriptos; pero de la existencia de la supuesta falla á lo largo del Terri y del hundimiento del terreno en Bañolas, por el cuadrante SE. del lago, se deducen consecuencias que permiten alcanzar la explicación buscada.

*Pozos de verano.*—La coexistencia en Bañolas de pozos con agua potable á poca distancia y, al parecer, interpuestos con otros que la tienen sólo durante el verano y más gorda (cosa extraña y casi misteriosa), tiene una explicación sencilla que parece confirmar el fundamento de cuanto expuesto queda; comprobado, por otra parte, con multitud de observaciones.

Hemos dicho que el terreno comprendido dentro del ángulo formado por las fallas, que cruzándose en el lago pasan por la ribera Castellana el Goll del Drach y el valle del Terri y por el volcán de Llorá, respectivamente, ha sufrido gran hundimiento: y al caer, las capas debieron perder su antigua horizontalidad, inclinándose probablemente hacia el N. De lo cual habrá resultado que las capas permeables cortadas en los pozos A y B, saldrán por el S. del nivel á que se encuentre el agua potable y permanente en ellas; de modo que aunque se hayan cortado estas mismas capas en los pozos B y G, las habrán encontrado más altas y en seco, como demuestra el adjunto corte vertical pasando por los pozos A y B, que están situados á poca distancia y en opuestos lados de la plaza des Turers; en cuyo corte se supone proyectado el pozo G, algo más distante. Habiéndose representado en el plano por líneas de trazos azules, el contorno hipotético ó curva de nivel de la cuenca hidrográfica subterránea, correspondiente á la capa permeable del pozo A.

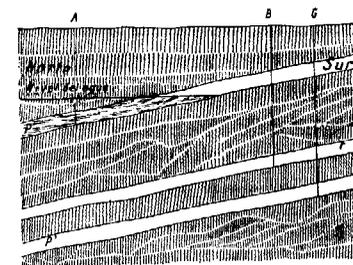


Fig. 9.ª

Esta comunicará por el W. ó por el NW., con la gran falla occidental de Bañolas, de donde tomará el agua sin necesidad de que dicha capa comunique directamente con el lago (que la tiene salobre), por debajo del cual puede quedar el afloramiento profundo de la capa en la falla, cubierto por los lodos. El nivel del agua no podrá llegar en la capa, más alto, á causa de la cortadura que en la misma produce la falla oriental del Terri, en donde desaguará por un punto desconocido, sin que esto haga perder demasiada agua y apenas presión hidrostática á la falla occidental, por la gran resistencia que el agua encuentra en su circulación á través de la capa permeable.

Los pozos temporales de verano, deben tomar en cambio su agua, por algunas capas porosas *t*, en contacto con otra también permeable *T*, á través de las

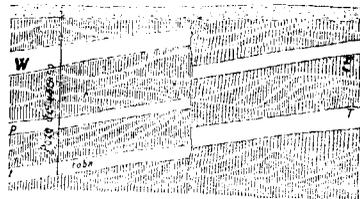


Fig. 10.ª

fallas del Terri; como indica el corte adjunto, sin que esta comunicación se extienda á los niveles permanentes *p*, por confrontar las capas de éstos con otras impermeables del lado opuesto de la falla.

Si la capa *T* está en relación por debajo del valle del Fluviá, con los bordes de la cuenca terciaria que á distancia de 22 kilómetros apoya en la falda del Pirineo, durante el invierno—cuando está congelada la nieve—el agua no penetrará por aquel lado y, por tanto, el nivel del agua dentro de la capa permeable *T* se conservará constante y á la altura de su salida inferior, por el lado de la falla del Terri. Pero tan pronto como empiece el deshielo de la nieve en el Pirineo, penetrará el agua por el borde septentrional de la cuenca subterránea y elevándose el nivel de salida en la falla del Terri, el agua pasará al otro lado de ésta para llenar los pozos que penetran en la capa permeable *t*, en contacto á través de la falla con la *T*. Tan pronto como los nuevos frios vuelven á congelar la nieve en aquellas altas laderas montañosas, disminuirá y cesará por último la penetración del agua en la capa permeable *T*, que desaguará por la falla; quedando en seco ciertos pozos hasta la primavera próxima.

El hecho de que alguna vez haya salido el agua por la boca del

pozo *F* ( lám.ª II), depende de que siendo éste el que está situado en el punto más bajo de la población, cuando el nivel del agua en los pozos temporeros llega á la altura de la boca del *F*, encuentra allí su límite y salida sin que pueda elevarse más en los otros.

El mismo régimen periódico tendrán los pozos situados del lado opuesto de la falla, sin más diferencia que la distinta profundidad á que hayan cortado la capa periódica; siendo la diferencia de nivel á que se han encontrado las aguas en unos y en otros, debida á que por causa de la inclinación de las capas del lado occidental de la falla del Terri, el punto de comunicación entre las capas *T* y *t*, puede estar más bajo ó más alto que aquellos en que la capa *t* haya sido cortada por los pozos.

La capa de agua permanente que se encuentra 4 metros más baja que la temporal en el pozo *G* de la calle de Gerona, corresponde á otro nivel de los que comunican con la falla occidental, confrontado con alguna capa impermeable del lado opuesto de la falla oriental, ó del Terri.

*Manantiales temporeros.*—Esta disposición en la hidrología subterránea supone una cierta pérdida de agua por la falla del Terri, y en efecto así parece confirmarse por la existencia de numerosos manantiales á lo largo de dicho río, afectados también en gran parte por la misma intermitencia anual que los pozos, indicando sus aforos el máximo de caudal en los días caniculares del solsticio de verano, cuando el Sol derrite más rápidamente las nieves que reposan en las vertientes meridionales de la cordillera pirenaica; pues, durante el deshielo, las capas (ó la capa permeable *T*) vierten agua en la falla, que vuelve á surgir más abajo en los manantiales inferiores.

Y nótese que teniendo 50 metros los pozos intermitentes más profundos de Bañolas, los primeros manantiales intermitentes y periódicos del Terri se encuentran 50 metros más bajos que la población; es decir, 20 metros por bajo del fondo de los pozos.

#### DESAGÜE DEL GOLL DEL DRACH

Concordante con lo anterior, es el supuesto de que la sima así llamada abre en la falla del Terri, puesto que por sí sola puede absorber toda el agua que da el lago durante sus crecidas; pues abierta bajo una capa de toba cortada por la falla, es susceptible de que el

agua circule fácilmente y en profundidad por ella, para venir á salir más abajo en el cauce de dicho río, ó engrosando sus muchos manantiales, y aun dando origen en tales ocasiones á otros que de ordinario no corren.

### PORVENIR DEL LAGO DE BAÑOLAS

Después de lo dicho no extrañará que manifieste el temor de que aumentando el relleno del lago y dificultándose con esto cada día más la salida del agua por los manantiales inferiores, llegue un momento en que se cierren éstos completamente, extendiéndose entonces sobre los mismos una gruesa capa de sedimentos que impida toda afluencia de agua por el fondo.

Si tal sucediese, el lago dejaría de recibir la mayor parte del agua subterránea que hoy sale del mismo, á no ser que la presión hidráulica consiguiese ensanchar la salida de los estañoles que le rodean; sin lo cual se haría permanente el manantial de Espolla, por donde se escurriría el agua al valle del Fluviá, con grave daño para los riegos y para las fábricas que aprovechan el agua del gran lago en la vega del Terri, que quedaría convertido entonces en arroyo temporal de verano, sólo alimentado por los manantiales estacionales periódicos y en río torrencial durante los aguaceros; es decir, cuando no fuese necesario para el riego.

Vale la pena, pues, de pensar en esta eventualidad y examinar si convendría hacer dragados metódicos en el lago, arrojando los lodos ya en los terrenos bajos que quedan al S. del mismo ó sobre los de la vega del Terri, donde pudieran convenir, para evitar la obstrucción de sus manantiales inferiores, ó para facilitar su ensanchamiento.

---

Con esto he terminado por hoy la parte técnica de mi trabajo, que creo debe ser completada con la determinación de la situación precisa de los volcanes que yo no he podido fijar, y con los demás detalles topográficos y geológicos de interés, que son indispensables en cualquier estudio general de la comarca; restándome ahora dar las más cumplidas gracias á los Sres. D. Martirián Butiñá, D. Ra-

món Gusinyé y D. Pedro y D. José Alsius y al Ayuntamiento de Bañolas, por las facilidades y atenciones que me prestaron durante mi permanencia en aquella población; así como á los Sres. D. Luis Fort, propietario de casa Planaferrana en San Miguel de Campmajor, y á D. Ramón Bolós, ilustrado farmacéutico de Olot (nieta del célebre naturalista), por los auxilios y hospitalidad recibidos en sus respectivas localidades.

Madrid 2 de enero de 1910.

## NOTAS

## I

## SOBRE LAS ALTITUDES CONSIGNADAS EN LA PAG. 15

## DEL TEXTO

Aunque el instrumento empleado por mí para el trabajo topográfico es de mediana exactitud, pues sólo aprecia minutos en el círculo vertical, el método de trabajo, la multiplicidad de observaciones y la confrontación de varios resultados para cada uno de los puntos nivelados, que son los vértices de la triangulación verificada para el levantamiento topográfico, atribuyendo á cada uno de los datos de observación el peso que merece, ha permitido obtener dichas altitudes con suficiente exactitud, como se verá por las siguientes explicaciones.

Aceptando sin discusión las alturas consignadas por el Instituto Geográfico en sus publicaciones, he deducido de ellas las demás consignadas en mi trabajo.

He referido el nivel del lago de Bañolas al vértice geodésico de Rocacorva, por nivelación trigonométrica realizada entre un punto contiguo al lago y dicho vértice.

Verificada la doble observación entre el vértice de Rocacorva y la casa más baja de las dos que hay en la cantera de cemento al oriente y á escasa distancia del lago de Bañolas, contigua á la carretera de Olot, y tenida en cuenta la altura de pocos metros que dicha casa está sobre el lago, resultó una diferencia de nivel entre la superficie de éste y dicho vértice de 793'5 metros visando desde Rocacorva, y de 844'2 metros visando desde la casa de la cantera. La diferencia de 50'7 metros que existe entre estos números, debe atribuirse no sólo á defectos de graduación y otros del instrumento, á su imperfecta nivelación y errores de lectura, sino seguramente también al efecto de refracción que se produce en la visual al observar puntos situa-

dos á alturas bastante diferentes, pues en estas condiciones el rayo luminoso afecta la forma curva con la concavidad hacia abajo, y á la quebradura que en el mismo ha debido producir la existencia de la gran superficie evaporante de aguas constituida por el lago, en contraste con la parte seca del monte, haciendo al aire más ligero sobre el lago que sobre el resto del terreno, de cuyas dos causas, unidas en este caso y concordantes para sumarse, había de resultar que la inclinación descendente observada desde Rocacorva (4° 57') fuese menor que la ascendente (5° 15') leída desde el lago; como en efecto ocurrió. Á cuyas causas ha podido sumarse algún error constante en la nivelación de la línea 0°-180° del limbo vertical, que disminuya los ángulos descendentes observados con el anteojo, aumentando los ascendentes.

Tenido esto en cuenta, y tomando para desnivel entre ambos puntos la semisuma de los números antes consignados —es decir, 818'8 metros— resulta para altura del lago de Bañolas 175'2 metros, que coincidiendo con la calculada por la nivelación geodésica de precisión (según el *Calendario-Guía de Bañolas*, pág. 79), ofrece toda confianza y demuestra, además, que el método seguido por mí es bueno, puesto que ha podido conducir á un resultado suficientemente exacto, á pesar de las notables diferencias observadas en los ángulos de inclinación de la visual entre Rocacorva y el lago.

Pero aunque se careciese del dato que aporta la *Guía de Bañolas*, es evidente que, tomando para la altura del lago 175 metros, no se cometerá un error en más ó en menos, mayor que la mitad de la diferencia entre el número adoptado y cualquiera de los obtenidos por la observación directa. Es decir, la cuarta parte de la diferencia entre éstos, ó sea,  $50'7 : 4 = 12'7$  metros. Error máximo de  $\pm 12'7$  metros, que en la diferencia de altura de dos puntos que distan entre sí 9050 metros, es sólo de  $12'7 : 9050 = 0'001403$  de la distancia, y no llega, como se ve, á metro y medio por quilómetro.

Una vez admitidas las dos altitudes de Rocacorva y Bañolas, de referencia, pude fijar el nivel de la ermita de San Patllari, visando directa é inversamente á ésta desde aquellos dos puntos, obteniendo de este modo para nivel de la ermita 668'8 metros con referencia al lago, y 664'2 con respecto á Rocacorva. Resultados concordantes, de conformidad con el modo de producirse la refracción, y de notable aproximación, sobre todo, considerando que las distancias de la ermita á dichos puntos se aproximan á 5 quilómetros, que sir-

ven de comprobación indirecta á la cota de 175 metros consignada para el lago, á que se ha referido el cálculo de uno de los resultados obtenidos.

El término medio de ambas es 666 metros; mas para redondear el número, y teniendo en cuenta que debe aumentarse el desnivel calculado respecto á Rocacorva y disminuirse el relativo al lago, por causa de la refracción, adopto la altitud de 665 metros para el emplazamiento de la ermita de San Patllari, que se ha consignado en el cuadro de la página 15.

Calculada la altitud de la torre telegráfica de Ginestá, con respecto á San Patllari, resultó de 497 metros, y con relación al lago 475, ambas visando desde la torre; lo que ha debido disminuir ligeramente el primer resultado, y en mayor proporción el segundo, por el modo de producirse la refracción en este caso. Pero teniendo en cuenta que los errores han debido ser proporcionales á las longitudes de las visuales, que son 2595 y 4775 metros respectivamente, y que la dirigida al lago ha debido sufrir considerable encorvamiento por refracción al pasar de la atmósfera húmeda que se halla sobre el lago, á la seca situada sobre el monte, adopto para altitud del emplazamiento de dicha torre la cota de 490 metros, con la seguridad de no apartarme sino poca cosa de la verdadera.

La cumbre meridional de Rocacorva fué nivelada taquimétrica-mente y por observación trigonométrica directa, respecto al vértice geodésico, ó cumbre septentrional, resultando 49'2 metros más baja que ésta por el primer método, y 53'2 por el segundo. Adoptando 51 metros para este desnivel, resulta ser 943 metros la altitud de la cumbre meridional.

El punto notable del terreno señalado por la cumbre de Puig Torres, fué nivelado con relación á las dos de Rocacorva, adoptando la cota de 845 metros, en atención á las circunstancias en que se obtuvieron las medidas y valores parciales calculados.

Para la fijación en plano y en nivel de la cumbre de Puig Moner y de la iglesia de Granollers de Rocacorva, me valí de un punto auxiliar R, desde el cual se veían los dos mencionados, por ser invisibles entre sí aquéllos á causa del relieve convexo de la montaña, cuyo punto R está 53 metros más bajo que Puig Moner.

La altura de este monte y volcán resultó la siguiente, según el punto de referencia que tomé para el cálculo: Desde la cumbre N. de Rocacorva, obtuve 832'2 metros. Respecto al pie de la torre de la

ermita de esta montaña, medi 854'6. Con relación á Puig Torres, calculé 835. Por intermedio del punto R encontré 857'3. Y con referencia á San Patllari, 835. Adoptando la cota de 855 metros, que es el promedio de todas y coincide exactamente con dos de las alturas calculadas.

La iglesia de Granollers se niveló, con respecto al punto auxiliar R y á otro situado en la explanada que hay detrás de la casa de Oliveras, pocos metros al NW. de la misma, comenzando por calcular el nivel de ésta, que, con referencia á la cumbre N. de Rocacorva, fué 618'8 metros; respecto á la cumbre S., 652'2, y á Puig Torres 655'9; adoptando 650 metros para la altitud de esta explanada.

La iglesia de Granollers resultó así, á 425'5 metros, medida por Ca'n Oliveras; y á 417'8, por intermedio del punto R. Adoptando 420 metros para dicha altitud.

El castillo de Finestras resultó 1005 metros desde Rocacorva, y 1059 desde el telégrafo de Ginestá; adoptando 1020 metros para su altitud.

La cumbre de Montfalgó, situada entre Falgons y Mieras, resultó á 642 metros desde Puig Moner, y á 655 desde la torre del telégrafo de Ginestá; adoptando 640, puesto que la distancia á este punto es casi doble que al primero.

Análogamente están calculadas las demás altitudes del cuadro de la página 15 del texto, que, como se ve, aunque no ofrecen la seguridad y exactitud de una nivelación geodésica de precisión, son suficientemente aceptables para el objeto de que se trata; resultando utilísimo el conocer de este modo la altitud de varios puntos notables del terreno, á los cuales puedan referirse los niveles de otros en trabajos posteriores.

## II

### SOBRE EL INCENDIO DE LOS PIRINEOS

(PÁGINA 48 DEL TEXTO.)

Mariana, en su *Historia de España* (libro 1.º, cap. XIV), dice:

«6. Está Roses asentada enfrente de Empurias y apartada della por la mar, espacio de doce millas á las postreras haldas de los Pirineos. Del cual monte se dice que por el mismo tiempo (el de la llegada de los Rhodios á España) se encendió todo con fuego del cielo;

ó por inadvertencia ó descuido de los pastores, ó por ventura de propósito quemaron los árboles y los matorrales con intento de desmontar y romper los campos para que se pudiese cultivar y habitar y apacentar en ellos los ganados. Lo cierto es que este monte por los griegos fué llamado Pirineos, del fuego que en griego se llama *Pyr*. Sea por el suceso ya dicho, sea, como otros quieren, por causa de los rayos que por su altura muchas veces le combaten y abrasan; porque lo que algunos figen de que vino este nombre y se tomó de Pirene, mujer amiga de Hércules, y falleció en estos lugares, ó de un Pirro, Rey antiguo de España, los más inteligentes lo reprobaban como cosa fabulosa y sin fundamento.»

«7. Lo que se tiene por más cierto es que con la fuerza del fuego, las venas de oro y plata, de que así aquellos montes como todos los de España, estaban llenos, tanto que decían que Plutón dios de las riquezas, moraba en sus entrañas, se derritieron de suerte que salieron arroyos de aquellos metales y corrieron por diversas partes. Los cuales apagado el fuego se cuajaron, y por su natural resplandor pusieron maravilla á los naturales...»

Y más adelante (cap. XV, párrafo 1), dice: «Puede ser que el fuego de los montes Pirineos se derramó por las demás partes de España...»

No habiéndose hecho mención de los volcanes extinguidos en la provincia de Gerona, hasta 1796, por D. Francisco Bolós, farmacéutico de Olot <sup>(1)</sup>, no es extraño que Mariana y los demás historiadores más antiguos que mencionan el incendio de aquellos montes, lo atribuyan al rayo, á descuido de los pastores ó á fuegos intencionados de roturación; cuando lo natural y seguro es que al abrirse paso las primeras erupciones ígneas, prendieran fuego al apretado bosque de que el terreno estaba cubierto, de donde pudo extenderse á muy largas distancias por tratarse de masas ardientes de gran consideración. Repitiéndose los incendios cada vez que después de un periodo de calma suficientemente largo para que se repoblasen los montes de vegetación, volvieron los volcanes á entrar en actividad; como está probado que sucedió por las alternaciones de capas de tierra vegetal con coladas volcánicas, que se repiten hasta 43 veces por lo menos, en las grederas de Martiñá, cerca de Santa Pau.

Algún fundamento puede tener la tradición de que se formasen

(1) Véase la NOTA, al final.

arroyos de oro y plata fundidos, observando que el nombre del río *Ridaura*, supone que éste ha contenido arenas de oro, y habiendo sido interrumpido su curso, y seguramente desecado por los tres volcanes contiguos á Olot, pudo el incendio general fundir las arenas ó pepitas de oro, en su cauce. Y del mismo modo pudieron fundirse algunos crestones de filones metálicos, que aflorasen á la superficie en parajes á donde alcanzó el incendio general.

NOTA. En contradicción con la afirmación de la página anterior, tomada del *Discurso preliminar* de la *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot*, 2.<sup>a</sup> edición, publicada por D. Francisco Bolós en Barcelona el año 1841, se encuentra una nota en la página 202 de la *Paleontología estratigráfica* del caballero D'Archiac, en la cual se dice que Guillermo Bowles habla de los volcanes de Cataluña, en su *Introducción á la Historia Natural y á la Geografía Física de España* publicada en Madrid en 1775; de donde se deduciría que ésta era la mención más antigua hecha de los referidos volcanes.

El notabilísimo libro del sabio Bowles, que vino á España por gestiones del marino D. Antonio de Ulloa y que publicó su libro en la Imprenta Real bajo los auspicios de Carlos III, no se hace más descripción de los referidos volcanes que la siguiente, en la página 210 de la 3.<sup>a</sup> edición, impresa en 1789:

«En Cataluña, entre Gerona y Figueras bastante cerca del mar, hay dos montañas piramidales de igual altura que se tocan por sus basas, y tienen todas las señales de haber sido antiguamente volcanes. Aunque al pie se ven muchos moldes ó huecos donde ha habido conchas petrificadas, son cosa posterior al volcán: y siempre que se hallan petrificaciones cerca de volcanes demuestran su mucha antigüedad; pero cinco ó seis mil años bastan para eso, y para mucho más.»

Sin duda, de esta referencia se ha querido deducir, por quien no conozca suficientemente el libro de Bowles ó España, algo parecido á descripción ó declaración terminante y justificada de los volcanes de la provincia de Gerona; cosa que no creo se pueda fundadamente afirmar, por varias razones.

En primer lugar, Bowles da por cierta la existencia de volcanes allí donde ha encontrado ó ha sabido que había, rocas eruptivas; por

lo cual habla en la página 209 de los volcanes del Campo de Calatrava, entre Almagro y el Corral; y también supone volcanes en el valle de Gistau (alto Aragón), en la provincia de Almería y en otras partes; donde, aunque hay rocas eruptivas, no hay volcanes.

En segundo lugar, en su cita de la página 210, que parece referirse á los volcanes de Santa Margarita y Cruscat (que efectivamente están aislados y unidos por su pie, sobre rocas sedimentarias), ni nombra ni los sitúa respecto á puntos próximos conocidos; ni debe ser á estos montes á los que se refiere, porque dichos volcanes ni están propiamente entre Gerona y Figueras, sino muy alejados de esta ruta, ni se hallan *bastante cerca del mar*, sino muy internados y alejados de él; por lo cual y sabiéndose hoy que son muy abundantes las coladas volcánicas en la provincia de Gerona que se alejan considerablemente de los volcanes, y entre ellas algunas cerca del camino que va de Gerona á Figueras, ofrece esta noticia todas las incertidumbres de una cita mal hecha, deficiente ó de segunda referencia.

Confirma esto é induce á creer que Bowles habla en este caso á la vista de algunas muestras minerales que se le entregaron, con indicaciones defectuosas de su procedencia, el que describiendo las diversas regiones de España recorridas por él, por itinerarios, ninguno de los mencionados en su libro pasa por la provincia de Gerona, que por tanto no describe.

Y como el hecho de suponer volcanes en la provincia de Ciudad Real, que recorrió y donde no existen, le desautoriza en la atribución de volcanes de situación y nombres indeterminados para la de Gerona, que no recorrió, es claro que no puede atribuirse á Bowles el descubrimiento de los volcanes de la provincia de Gerona, quedando esta distinción á favor del Sr. Bolós, que los describió y emplazó detalladamente nombrando á todos los descriptos, como queda dicho en la página 76.

Por otra parte, resulta extraño que aunque parece que Bolós debió conocer la obra de Bowles, no dé indicio de ello en su librito á pesar de que el de Bowles se difundió rápidamente, puesto que se tradujo inmediatamente al francés, y se copió ó extractó y aun tradujo también al inglés y al italiano.

Es, sin embargo, explicable esto por el hecho de que habiéndose publicado el libro de Bowles en Madrid, no saliendo Bolós de Cataluña pudo no conocer éste el libro madrileño que debió tener escasas ú-

radas, y ser arrebatado prontamente del comercio; puesto que habiendo salido la 1.<sup>a</sup> edición en 1775, para hacer la 3.<sup>a</sup> edición, publicada en 1789, ya fallecido el autor, hubo que buscar y traer un ejemplar de Roma, según se declara en las cartas que sirven de prólogo á dicha 3.<sup>a</sup> edición; señal evidente de que era escasa y difícil de encontrar en España.

Hemos de creer, pues, mientras no se demuestre de un modo evidente lo contrario, que fué Bolós el verdadero descubridor y primer descriptor de los volcanes de la provincia de Gerona, á pesar de lo que dice D'Archiac en su *Paleontología estratigráfica*.

### III

#### SOBRE ALGUNOS ANTIGUOS ERRORES GEOGRÁFICOS

Estrabón no habla del incendio del Pirineo: pero es curioso lo que de él dice al describir la Iberia y la Céltica, separadas entre sí por la cordillera pirenaica.

En varios pasajes de su Geografía dice que la cordillera pirenaica forma una cadena continua que corre de N. á S. entre el Océano Atlántico ó exterior y el Mediterráneo ó interior, separando la Iberia, que queda al Occidente, de la Céltica transalpina ó Gallia, que queda al Oriente; siendo el limite oriental de esta el Rhin, «que corre (dice) paralelo al Pirineo».

Supone al Ebro corriendo hacia el S., entre las cordilleras pirenaica y la ibérica (que denomina monte Idubeda), contando como costa meridional de la Iberia todo el litoral, desde el cabo en que estaba el templo de Venus pirenaica (hoy cabo de Creus) hasta el Promontorio Sagrado, hoy cabo de San Vicente, en Portugal.

Atribuye á la península ibérica la forma de una piel de toro extendida, estando el cuello al lado de Oriente, formado por los Pirineos, que la separan del continente, y la cola hacia el Occidente; quedando rodeada de mar por los tres restantes lados de N., W. y S.

Esta misma idea de *la piel de toro*, ha llegado erróneamente hasta nuestros días, y Mariana en su *Historia de España* la repite en el libro I, capítulo II, párrafo 4; y rectificando algo la dirección de los Pirineos, en el párrafo 6 dice que *corren entre Septentrion y Levante*;

es decir, de NW. á SE.: dando el mismo nombre de Idubeda á la cordillera ibérica, en el capítulo III, párrafos 1 y 2.

Como el error sobre la forma atribuída antiguamente á la península ibérica, se han perpetuado otros en Geografía, por la copia que unos autores hacen de otros, sin comprobación ni criterio propio, como haré constar en el estudio que preparo sobre el Guadiana.

## EL ALUMBRAMIENTO DE AGUAS

PRACTICADO EN EL TÉRMINO DE NEBREDÁ

PARA EL

### ABASTECIMIENTO DE LA VILLA DE LERMA

EN LA PROVINCIA DE BURGOS

I

#### Antecedentes.

En 2 de junio del año de 1906, el Ayuntamiento de la villa de Lerma hubo de recurrir ante el Excmo. Sr. Ministro de Fomento, con una exposición donde se manifiesta que, á consecuencia de la escasez de aguas en que se encuentra aquella población, había acordado que se formara un proyecto para el abastecimiento de la misma, mediante el alumbramiento de aguas subterráneas en un valle situado en el término de la villa de Nebreda; y á este propósito, hizo un contrato con un Ingeniero francés, de artes y manufacturas, al parecer especialista en la materia, quien se obligó á recoger 2000 metros cúbicos diarios de agua, asegurando que pueden obtenerse en tal paraje y con arreglo á un sistema suyo especial, la suma de dos á tres millones de metros cúbicos durante las veinticuatro horas del día.

Practicadas las obras, si bien aún no terminadas, solicita de la Superioridad en su escrito el citado Ayuntamiento, que se digne nombrar dos Ingenieros de Minas que, por cuenta del Estado, reconozcan las obras ejecutadas, y en su vista informen, no solamente en lo que concierne á determinados puntos de carácter técnico, sino

que también pretende que se dilucide si el Ingeniero con quien se hizo el contrato, M. P. Gottancin, había cumplido las condiciones estipuladas en el mismo.

La Dirección General de Agricultura, Industria y Comercio, con fecha 15 de Junio del mismo año pasó á informe de la Comisión del Mapa Geológico la solicitud del Ayuntamiento de Lerma, á fin de que propusiera lo que estimara más conveniente, y el Director de este Centro ordenó al Ingeniero Jefe que suscribe que estudiase el asunto y manifestara lo que creyese procedente.

Cumpliendo lo dispuesto por el Director de la Comisión, y con fecha 28 del mismo mes, formuló el infrascrito Ingeniero su dictamen, proponiendo en el mismo que el personal del Mapa Geológico, sólo practique el reconocimiento solicitado por el Ayuntamiento de Lerma en lo que se refiere á su cometido, y dé el informe correspondiente en armonía con el Real decreto de 15 de Julio de 1905, prescindiendo de toda cuestión litigiosa.

Y por fin, en vista del anterior dictamen, el Director de la Comisión dió orden al Ingeniero Jefe referido para que, cuando reconociera la comarca de Burgos en una expedición geológica que anteriormente le había encomendado, estudiara el asunto de iluminación de aguas reclamado por el Ayuntamiento de Lerma, en todo aquello que sea de la incumbencia oficial.

Tal ha sido la tramitación del expediente, hasta que poco después, en el mes de julio, se practicó el reconocimiento del paraje donde se han ejecutado los trabajos de alumbramiento de aguas, se examinaron éstos, y se estudió la región en todo lo necesario para el esclarecimiento de los diversos puntos que habían de dilucidarse.

El presente trabajo es el resultado de nuestra información sobre el terreno: mas antes de entrar en materia, es deber nuestro consignar aquí, que habiendo dispuesto el señor Director de la Comisión del Mapa que el Ingeniero de Minas D. Manuel Rey se agregara al personal que había de practicar la expedición geológica por la provincia de Burgos, hubo también de contribuir con sus trabajos y observaciones al mejor desempeño de nuestro cometido, como asimismo tampoco debemos pasar por alto el eficaz concurso del Ayuntamiento de Lerma, dispuesto siempre á facilitarnos los elementos necesarios y los datos locales que juzgamos de mayor interés.

## II

### La geología de la comarca en relación con las fuentes.

La comarca donde se han ejecutado los trabajos para el alumbramiento de aguas en la villa de Lerma está constituida por dos clases de terrenos de aspecto topográfico y edad geológica muy diferentes: por la parte oriental se desarrolla la montuosa serranía burgalesa, cuyas estribaciones occidentales, compuestas casi exclusivamente por calizas de la formación cretácea, se pierden en las llanuras castellanas, mientras que por la región del W. se presentan los bancos de almendrones, areniscas y arcillas correspondientes á la base del terreno terciario lacustre, inmediatamente superpuestos á las referidas calizas.

Es de notar, y lo consignamos por ser de interés para el objeto del presente estudio, que una de las referidas estribaciones cretáceas arranca precisamente del término de Nebreda, y penetra en el terreno terciario formando una loma de pronunciado relieve que, perdiendo progresivamente en altura, y á manera de lengua estrecha y prolongada, avanza por el S. de Quintanilla de la Mata hasta cerca del confin palentino.

Conocida en el país la referida loma con el genérico nombre de «Risco», reportan sus bancos calizos utilidad manifiesta á los pueblos de la comarca; algunos se trabajan en cantera y dan sillares de excelente piedra, otros suministran material inmejorable para la fabricación de cal, y no faltan algunos parajes donde entre las capas cretáceas asoman ciertos yacimientos de mineral de hierro, cuya explotación se ha intentado, si bien sin éxito favorable.

Pero si interesantes son las calizas que nos ocupan consideradas desde estos especiales puntos de vista, no es menor su importancia atendiendo al papel que desempeñan en el régimen subterráneo de las aguas; y es fácil comprobarlo, como hemos de ver seguidamente, si se examinan las circunstancias que concurren en el nacimiento de las fuentes de los alrededores de Nebreda y en otras que, si bien más distantes, guardan relación probable con aquéllas.

Como á dos kilómetros al W. de Nebreda, y á menos de uno por la parte del S. de Solarana, nace una fuente muy abundante que lleva

el nombre del último de estos dos pueblos; la mayor parte de sus aguas se utiliza para el riego, y otra porción se conduce por cañería á la plaza de Solarana, donde hay establecida una fuente con dos caños que, en junto, arrojan 23 litros por minuto.

El caudal de la fuente que nos ocupa es variable según las estaciones, pero también depende de que los años hayan sido más ó menos lluviosos, y de tal suerte que, aun persistiendo su abundancia en casi todos los estíos, se recuerda alguno, como el de 1898, en que, durante el mes de agosto, el manantial quedó en seco. En 14 de julio último, según el aforo que practicamos, daba la fuente de Solarana al salir de la arqueta 15'34 litros por segundo, y si á esto se agrega la que se distrae para el surtido del pueblo, resultan 115 litros por minutos.

Nace la referida fuente en los conglomerados de la base del terreno terciario lacustre, formados por cantos no muy rodados de caliza del cretáceo superior. La pasta que los une es caliza, de color rojizo, algo arcillosa, y así resulta en definitiva la roca muy compacta y consistente. Mas es indudable que las capas de caliza cretácea deben encontrarse allí muy someras por debajo de la fuente, puesto que, por efecto de los derrubios, aparecen al descubierto en pequeños isleos inmediatos; además también se presentan á cierta distancia por el S., donde forman la loma del Risco de que hemos hecho mérito en párrafos anteriores.

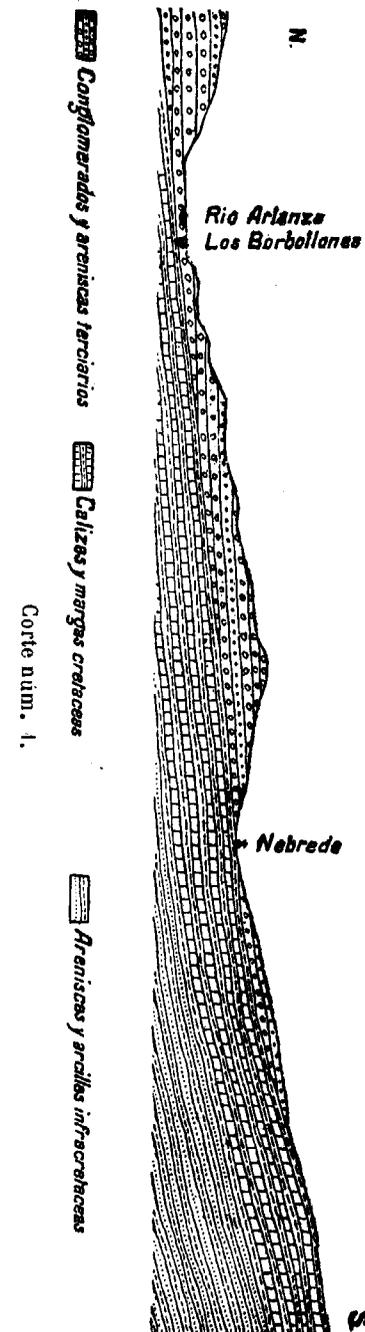
Desde el término de Solarana se extienden los almendrones terciarios al de Nebreda, salvando una divisoria, poco importante, donde se han ejecutado los trabajos de alumbramiento de aguas para Lerma; ya en Nebreda reaparecen las calizas cretáceas, y es de notar ahora, que las fuentes de los alrededores, con una altitud poco mayor que la de Solarana y todas de caudal escaso, nacen en las calizas y muy próximas á las capas terciarias. Debe además observarse que Nebreda está en el arranque de un vallejo, donde los derrubios han corroido las rocas terciarias hasta alcanzar á las calizas cretáceas, que si bien ocultas por la tierra vegetal forman el fondo, y que en los predios más bajos del referido vallejo es tan persistente la humedad, que sería imposible el cultivo sin los avenamientos que, al efecto, se han establecido.

De otros manantiales muy copiosos vamos á tratar ahora, que situados como sesenta metros más bajos que los que se han descrito y á distancia de cinco á seis quilómetros al N., merecen que procedamos

á su descripción con algún detenimiento, ya que, á nuestro juicio, desempeñan importante papel en el régimen hidrológico subterráneo de la zona en estudio.

«Los Borbollones», que tal es el nombre de las fuentes en cuestión, nacen en la orilla derecha del río Arlanza, frente al pueblo de Quintanilla del Agua, y según el nombre indica, son unos surgideros donde el agua brota violentamente á borbollones. Son seis los manantiales más importantes, cuyo caudal, en conjunto, no bajará de 120 litros por segundo, y vienen alineados en una zona como de ochenta metros, próximos al agua del río; dándose el caso de que, cuando en las grandes avenidas quedan anegados los más bajos, suelen brotar nuevos hervideros aguas arriba de los actuales.

Todo el terreno comprendido entre Nebreda y «Los Borbollones» está formado por rocas de la base del terciario, en capas ligeramente inclinadas, de suerte que, si bien las aguas de las fuentes que nos ocupan se han abierto paso al través de un banco de conglomerado de esta edad, debe suponerse que las calizas cretáceas han de encontrarse inmediatamente infrapuestas y á poca profun-



idad, puesto que los derrubios del Arlanza han desgastado los depósitos terciarios hasta las capas más profundas; y así aparece comprobado en paraje próximo frente á Quintanilla del Agua, algo más arriba de «Los Borbollones», donde asoma un isleo muy reducido de la caliza cretácea. El corte geológico adjunto da idea de la disposición de los terrenos entre Nebreda y «Los Borbollones».

Vemos, pues, por lo hasta aquí consignado, que las fuentes de Solarana, las de Nebreda y «Los Borbollones», nacen en condiciones geológicas semejantes; y que las de los dos pueblos brotan á la misma altitud aproximadamente, mientras que «Los Borbollones» surgen mucho más bajos y son, sin comparación, más caudalosos.

Tratemos ahora de estudiar análogamente las circunstancias que concurren en los nacimientos descubiertos por los trabajos ejecutados para el surtido de Lerma.

### III

#### Trabajos de alumbramiento y su resultado.

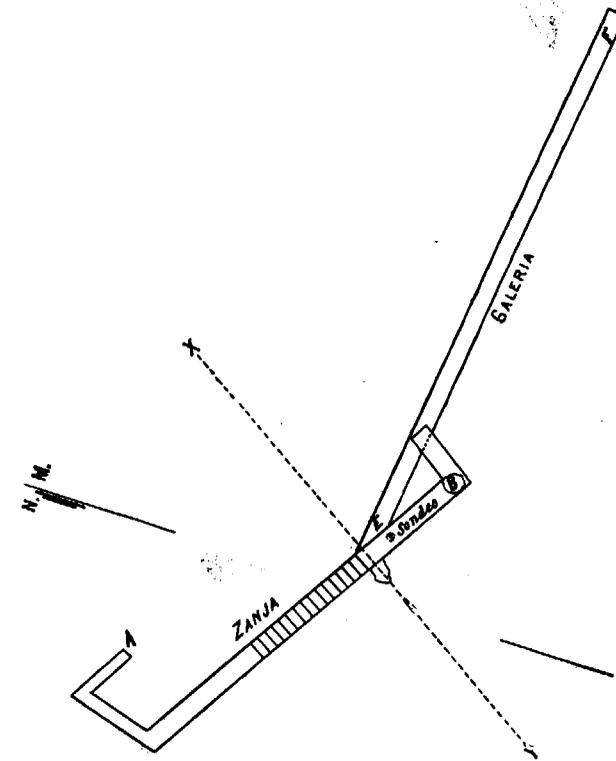
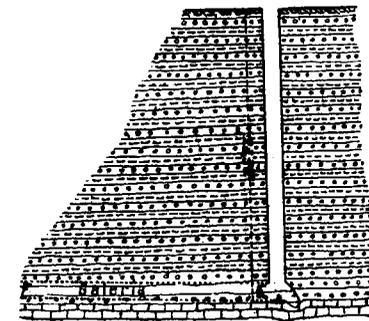
Los trabajos ejecutados para el alumbramiento de aguas, están situados como á 600 metros al W. 25° S. de Nebreda, y á distancia algo mayor al S. 50° E. de Solarana, en una loma, á 85 metros sobre la plaza de Lerma (1), á 22 metros sobre la fuente de Solarana y como á 11 metros sobre la planta de la iglesia de Nebreda.

En la página siguiente damos un plano de estos trabajos, que se reducen á una zanja de 53'30 metros de largo, 2 metros de ancho y 25'30 metros de profundidad, en la cual se penetra por una rampa que tiene su entrada por el punto A.

En el extremo oriental de la zanja hay una poza B con agua, de 5'10 metros de largo por 1'20 de ancho y unos 70 centímetros de profundidad; otro pocillo poco profundo C, también aguado, se encuentra en el costado S. de la zanja, y frente á éste, una galería EF, casi horizontal, de 47 metros de larga, cuya labor cortó tres cavidades pequeñas que forman en el suelo á manera de pilas irregulares donde brota el agua, como en los pozos de la zanja.

(1) Las altitudes que se consignan en este informe se han deducido por observaciones barométricas, y sólo deben estimarse como aproximadas.

Corte por XY.



Corte núm. 2.

Debe observarse que el agua surge en los pocillos al través de grietecillas de las rocas y de abajo arriba, pero con poca presión; después de algún tiempo de estar manando, llega hasta cierta altura, y entonces permanece fijo el nivel del agua, si bien, al parecer, se ha observado que este nivel varía de una estación á otra, mas sin rebasar el de la entrada de la galería.

La zanja está abierta, en toda su profundidad, en los conglomerados de la base del terciario, dispuestos en bancos casi horizontales y con algunas intercalaciones de areniscas; mas ya muy cerca del fondo, y á 45 centímetros sobre el suelo de la galería, aparecen las calizas cretáceas, según se indica en el corte por XY, de la lámina 2.<sup>a</sup> Resulta, pues, que las aguas se encontraron al mismo nivel aproximadamente que la fuente de Solarana, cuando los trabajos penetraron en las calizas, y pudo observarse entonces que surgían por determinadas grietas.

No estaban las labores de que se trata, cuando las visitamos, en condiciones de poder practicarse los aforos con la precisión debida; hallábanse las pozas cegadas por el légamo arrastrado por los temporales desde fuera, y era de suponer que las grietas que dan paso á las aguas estuvieran también, si no totalmente, por lo menos en parte obstruidas. De todos modos, y para formar juicio del caudal de los manantiales, se limpiaron las pozas y se recurrió al sistema de medir su capacidad y el tiempo que tardaban en llenarse, aunque no sea este procedimiento recomendable cuando se trata de aguas ascendentes. El resultado de estos aforos fué que el pocillo del extremo de la zanja daba 0'207 litros por segundo, el primero de la galería 0'165 litros, y otro tanto los otros dos pocillos; de suerte que entre todos reunían, aproximadamente, un caudal de 0'70 litros por segundo.

Por el mismo procedimiento, según nos informaron en la localidad, se aforaron los manantiales en cuestión, pocos meses antes, obteniéndose un total de 3 litros por segundo. Diferencia en más que debe atribuirse principalmente á que los pozos y grietas se encontraban á la sazón limpios de arcilla; pero, en definitiva, los resultados de los aforos no alcanzan, ni con mucho, al caudal de 2000 metros cúbicos en veinticuatro horas, ó sea 23 litros por segundo, que como mínimo se había propuesto obtener el Ingeniero M. P. Cotlancin, cuando hizo su contrato con el Ayuntamiento de Lerma.

## IV

## Régimen hidrológico subterráneo.

Con lo expuesto hasta aquí, podremos formar juicio, siquiera aproximado, acerca de la circulación subterránea de las aguas en la comarca, y deducir algunas conclusiones de interés, relativas á la posibilidad más ó menos remota de acrecentar el caudal obtenido en los trabajos de iluminación, y á los medios que juzgamos procedentes para conseguirlo.

Recordemos, en efecto, que el terreno cretáceo de la parte oriental de Nebreda forma las primeras estribaciones de la serranía burgalesa, donde, á consecuencia de las dislocaciones de los estratos, alcanza altitudes considerables; mientras que por la meridional se extiende al W. y constituye prolongada loma de relieve muy pronunciado, y con las capas manifiestamente inclinadas al N., tal como representa el corte número 1 (pág. 5).

Sabemos también que el terreno en cuestión está esencialmente constituido por potentes tramos de bancos calizos, si bien no faltan, y es de interés consignarlo ahora, hacia la base de la formación, algunos niveles de margas, y aún determinados horizontes donde predominan las rocas sabulosas más ó menos friables.

Y hemos visto además que, superpuestos á las calizas cretáceas, se presentan los bancos de almendrones de la base del terciario lacustre, ligeramente inclinados al N. y con interpolaciones de lechos de arenisca y arcilla.

Esto sentado, tratemos ya de formular nuestra opinión respecto á la hidrología subterránea de la comarca de Nebreda: las aguas meteoricas que, bien en forma de lluvia, bien procedentes de la fusión de las nieves, llegan á las calizas cretáceas de la serranía inmediata, penetran fácilmente en el interior, pues aun cuando tales calizas son rocas de masa impermeable, suelen, no obstante, estar cruzadas por muchas grietas, y así resulta que el agua se esconde y circula al través de los macizos calizos, tanto más rápidamente cuanto más nutrida sea la red que forman las líneas de fractura, y mayor la amplitud de las queiebras.

Llegan luego las aguas á la división margosa infrapuesta á las ca-

lizas, y allí ha de cesar su curso descendente al través de los estratos, ya que las margas constituyen un tramo impermeable. Pero como, por otra parte, las calizas cretáceas de los alrededores de Nebreda se ocultan por debajo de los conglomerados y arcillas del terciario, resulta, en definitiva, que en la región de este último terreno deberá encontrarse, á cierta profundidad, un horizonte permeable formado por las calizas cretáceas y comprendido entre otros dos impermeables: el inferior de margas cretáceas, y el superior de rocas detríticas terciarias.

Obsérvese, por otra parte, que el contacto entre los terrenos cretáceo y terciario debe formar una superficie inclinada con buzamiento al N., y tanto más profunda cuanto más apartada de su límite externo; recuérdese, además, lo consignado al tratar de las fuentes de Solarana, Nebreda y «Los Borbollones», y con esto dispondremos de los antecedentes indispensables para explicar satisfactoriamente, á nuestro juicio, la hidrología subterránea de la zona en estudio.

Porque, en efecto, según hemos visto, las aguas meteóricas, después que han penetrado en las calizas de las alturas que dominan á Nebreda, llegan á las margas infrapuestas y descienden, siguiendo la pendiente de este horizonte impermeable, hasta rebasar en profundidad el límite del terciario. Ahora bien; si suponemos que la masa líquida no tiene salida al exterior por algún punto más bajo que el referido límite, claro es que la red de grietas de la caliza, en toda la zona infrapuesta al terciario, permanecerá llena de agua, y así debía acontecer antes de que los derrubios del Arlanza labraran su cuenca actual.

Mas como el desgaste de las capas terciarias por efecto de tales derrubios llegó en «Los Borbollones» hasta muy cerca de las calizas cretáceas, y como además el paraje en cuestión está muy por debajo del límite del terciario, resulta bastante verosímil que las aguas aprisionadas en las grietas calizas, ejerciendo fuerte presión contra el débil techo impermeable de almendrones, se abrieran fácilmente paso á su través, y así se explica, á nuestro entender, la formación y origen de aquellas caudalosas fuentes.

Ya en actividad estos manantiales, debió modificarse radicalmente el régimen hidrológico subterráneo en aquella comarca; del estado hidrostático se pasó al hidrodinámico, y, en consecuencia, la presión de las aguas dentro de las grietas á mayor altitud que «Los Borbo-

llones», debió descender en correspondencia con las alturas piezométricas, y así tiene explicación satisfactoria el hecho de que las aguas encontradas en los trabajos de alumbramiento broten hacia arriba con débil presión, llegando pronto á un nivel fijo, como también se explica fácilmente el origen de las fuentes de Nebreda y Solarana, que á la misma altitud próximamente brotan en condiciones semejantes, si bien con caudal muy distinto por consecuencia de la amplitud diferente de las grietas.

En otros términos, y tratando la cuestión más concretamente desde el punto de vista de la hidrodinámica, lo expuesto puede asimilarse á lo que ocurre cuando se tiene un depósito de agua ilimitado ó de nivel constante, de cuyo fondo parte un tubo recto, inclinado y descendente, cerrado por su extremo inferior; si á este tubo se le aplican de distancia en distancia otros de vidrio verticales, se verá que en todos llega el agua al mismo nivel que en el depósito; mas si se da salida al líquido acortando el tubo de vidrio inferior, se observará descenso progresivo de nivel en el agua de los demás tubos, y las diferencias entre estos niveles y el de salida representarán las alturas piezométricas respectivas. Si luego se corta otro de los tubos de vidrio por debajo de su nivel piezométrico, brotará el agua al mismo tiempo que por el inferior, y, en definitiva, para equiparar el conjunto al de la circulación hidrológica subterránea de la comarca en estudio, indicaremos que el agua que brota por el tubo inferior será representación del caso de las fuentes de «Los Borbollones», y que la del más alto surge en condiciones análogas á las que reúnen las fuentes de Nebreda, la de Solarana y sus similares de los trabajos de alumbramiento.

Por lo demás, el examen matemático de la cuestión así planteada, nos conduce á conclusiones de manifiesto interés práctico, aplicables al caso de hidrología subterránea que nos ocupa. Demuéstrase por él, en efecto, que el gasto ó volumen de agua que surge por tales tubos, en la unidad de tiempo crece á medida que se hace descender el nivel de salida, crece también cuando se aumenta la sección de los conductos, y por lo que concierne á las alturas piezométricas resulta que son independientes del diámetro de aquéllos. Estos principios, aplicados al caso concreto de Nebreda, nos conducen al examen de los procedimientos que deben emplearse para acrecentar el exiguo caudal obtenido en los trabajos ejecutados para la iluminación de las aguas.

Resulta, en primer término, indicada la conveniencia de recoger las aguas á nivel más bajo que el de los surgideros actuales, y, al efecto, habrá que perseguir en profundidad el curso de los veneros por medio de pocillos labrados á lo largo de las grietas de la roca caliza. Mas como después sería preciso reunir y recoger las corrientes en una galería para conducir las al exterior, deberá tenerse en cuenta, antes de emprender las obras, una circunstancia importante, y es que, á consecuencia del relieve topográfico poco pronunciado de la colina donde se han practicado los alumbramientos, la galería en cuestión pudiera resultar excesivamente larga, ó lo que es igual, económicamente impracticable.

Por consiguiente, notoria es la necesidad de disponer de un plano topográfico donde consten con la exactitud debida los datos indispensables para fijar la situación de la galería en proyecto y deducir en consecuencia el límite á que puede llegarse cuando se trate de profundizar los pocillos.

Otro procedimiento puede intentarse con probabilidades de éxito favorable en el caso de que el propuesto resultara deficiente, y consiste en la ejecución de labores subterráneas en busca de nuevos veneros acuíferos. El sistema se reduce á practicar galerías cuyo suelo esté lo más bajo posible dentro de lo que resulte para el nivel de la de desagüe; excusado es decir que tales labores de reconocimiento se ejecutarán siempre sin salirse de la roca caliza.

En todos los casos será conveniente el ensanchar los conductos acuíferos en cierto trecho por bajo del nivel donde hayan de recogerse las aguas.

Cuál sea el caudal que habrá de obtenerse con los procedimientos que proponemos, es imposible calcularlo; ni afirmar siquiera que se consiga lo suficiente para el abastecimiento de la villa de Lerma. Los datos para resolver el problema resultan deficientes ó desconocidos, ya que no es fácil el determinar la altura, frecuentemente variable, del agua en los depósitos subterráneos naturales, ni es posible formar idea exacta del verdadero valor y eficacia de los complicados é irregulares conductos que determinan el curso de las corrientes profundas, y así vemos, en suma, cuán ocioso sería para el caso que nos ocupa, el entrar en supuestos más ó menos probables con el propósito de aplicar sus resultados á las fórmulas de hidráulica que en otros más concretos dan soluciones aceptables. No obstante lo expuesto, debemos consignar ahora como dato interesante, que, en

repetidas ocasiones, ha demostrado la experiencia que puede llegarse hasta cuadruplicar el gasto de un manantial con sólo bajar unos cuantos metros el nivel de salida del agua.

## V

**Conclusiones.**

De todo lo expuesto deducimos las conclusiones siguientes:

1.ª Después de ejecutados los trabajos de alumbramiento según el proyecto que se formula en el presente trabajo, podrá reunirse una corriente de agua de régimen variable, si bien no sería extraño que á semejanza de lo que se ha observado en la fuente próxima de Solarana, llegara á interrumpirse temporalmente en los estiajes subsiguientes á periodos muy secos.

2.ª No es posible predecir el volumen de agua que habrá de suministrar cada una de las labores que se ejecuten, ni afirmar siquiera que el caudal en conjunto llegue á ser suficiente para el abastecimiento de la villa de Lerma.

3.ª Para determinar exactamente la longitud y situación de la galería de desagüe, es necesario disponer de un plano topográfico de la región, en el cual deberán figurar, con la precisión debida, las curvas de nivel correspondientes; y

4.ª El nivel de las aguas descubiertas en los trabajos de iluminación, se encuentra aproximadamente á 61 metros de altura sobre la plaza de Lerma, según resulta del promedio de nuestras observaciones barométricas.

## VI

**Sobre la posibilidad de encontrar aguas artesianas.**

En vista de la precedente información, y con el propósito de emprender los trabajos de alumbramiento que en ella se aconsejan, el Ayuntamiento de Lerma comenzó por profundizar uno de los pocillos de la galería subterránea, consiguiendo así obtener tan importante aumento en el caudal de agua, que bien puede afirmarse que hay fundados motivos para esperar que mediante la aplicación del procedi-

miento en los diferentes veneros descubiertos, habrá de llegarse á obtener lo suficiente, no sólo para el surtido de la villa, sino aun quizás aguas sobrantes utilizables para el riego.

Pero atendiendo al elevado coste de las obras para la conducción de las aguas del término de Nebreda hasta Lerma, propónese el Ayuntamiento antes de realizarla, y como recurso económico y expedito para hacer surgir las aguas subterráneas cerca de la villa, el abrir algunos pozos artesianos en forma semejante á la ya empleada, con excelentes resultados, en otras localidades castellanas.

Veamos en consecuencia las condiciones geológicas de la comarca de Lerma considerada desde este punto de vista.

La gran mancha de terreno terciario lacustre de la cuenca del Duero contiene en profundidad diferentes horizontes artesianos comprendidos en la parte alta de la división inferior del sistema.

Esta división está constituida por capas de arcillas, á veces calíferas, con intercalaciones de otras de arenas sueltas impregnadas de agua, y en tales sedimentos sabulosos suelen encontrarse los horizontes acuíferos que han dado origen á las aguas artesianas descubiertas en las provincias castellanas y leonesas.

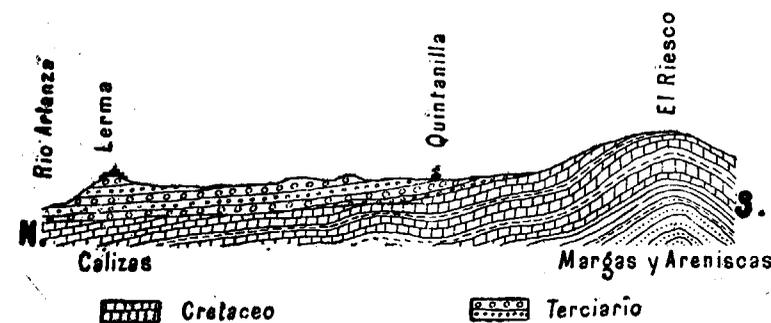
La villa de Lerma se encuentra situada en la referida mancha terciaria de la cuenca del Duero, pero en tal disposición que no parece probable que allí se obtengan aguas artesianas dentro de la formación terciaria; mas sí debe esperarse que se consigan cuando la sonda penetre en el cretáceo, terreno que ha de hallarse inmediatamente infrapuesto al terciario, y probablemente á profundidad fácilmente asequible, según vamos á demostrar seguidamente:

La comarca de Lerma está formada por los conglomerados, areniscas y arcillas correspondientes á la base del terciario lacustre, muy cerca ya de las calizas cretáceas que, según se ha dicho, forman allí una estribación de la sierra, cuya estribación arranca precisamente del término de Nebreda y penetra en la mancha terciaria formando una loma de pronunciado relieve que, perdiendo progresivamente en altura, y á manera de lengua estrecha y prolongada, avanza por el S. de Quintanilla de la Mata hasta cerca del confin palentino.

La disposición geológica de los terrenos en la zona comprendida entre el Risco de Quintanilla de la Mata y Lerma, se representa en el corte núm. 3 de la página siguiente, donde se ve que el referido risco, situado como á dos kilómetros y medio al S. de Quintanilla, está

formado por las calizas cretáceas que constituyen allí un pliegue anticlinal bien manifiesto, y quedan ocultas, cerca ya del pueblo, por los conglomerados, areniscas y arcillas terciarias, que en capas ligeramente inclinadas al N. continúan por Lerma y constituyen el cerro sobre que se asienta la villa.

Tal disposición geológica es muy semejante á la que los mismos terrenos afectan en su continuación á Levante, como á siete kilómetros de distancia dentro de la zona comprendida entre el paraje donde se han practicado los alumbramientos de aguas del término de Nebreda, y las caudalosas fuentes de «Los Borbollones», que según se ha dicho anteriormente brotan inmediatas al cauce del río Arlanza.



Corte núm. 3.

Si ahora se compara el corte geológico por Lerma con el de «Los Borbollones» representado en la página 5, se verá que la diferencia esencial consiste en que en el último, el espesor de los conglomerados terciarios es muy reducido, mientras que en Lerma debe ser mayor.

Hemos explicado ya con el detenimiento necesario cuál debe ser el régimen hidrológico subterráneo de la comarca de Nebreda y el origen de las fuentes de «Los Borbollones»; cuanto hemos dicho es aplicable á la región de Lerma, y no es preciso reproducirlo.

Los manantiales de «Los Borbollones» proceden de las aguas contenidas dentro de la red de grietas de las calizas cretáceas, cuyas aguas en presión se han abierto paso al través de los bancos de almendrones terciarios, que, como se ha visto, ofrecen en aquel paraje reducido espesor; son en definitiva, y por decirlo así, aguas artesianas naturales.

Cuál sea la profundidad necesaria para conseguir por medio de la sonda, que en Lerma broten las aguas contenidas en las calizas cretáceas, después de haber atravesado aquélla el terreno terciario, no es fácil precisarlo; mas cabe en lo posible el que, quizá á menos de 50 metros de hondura por debajo del cauce del Arlanza se alcance el resultado apetecido. Y tales circunstancias inducen á aconsejar la investigación de aguas artesianas en Lerma, y á proponer como parajes más indicados al efecto los puntos más bajos de la población y más próximos al río, ya que los sondeos hasta la profundidad de 80 á 100 metros se practican por procedimientos sencillos y resultan poco costosos.

Mas debe tenerse en cuenta que el resultado favorable de los sondeos en Lerma depende de una circunstancia fortuita, cual es el que la sonda, ya en las calizas cretáceas, encuentre alguna de las múltiples grietas abiertas en la masa de tales rocas, y, por consiguiente, aun cuando se practique el primer sondeo sin lograr el éxito apetecido, los datos que se recojan durante su ejecución habrán de ser de gran utilidad no sólo para el reconocimiento del subsuelo, sino también para formar el presupuesto de otras perforaciones que, más ó menos próximas á la primera, deberán intentarse con fundadas esperanzas de llegar á un resultado favorable.

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

## ÍNDICE

### DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO X (2.ª SERIE)

#### Cuaderno 1.º

|                                                                                                                                                                                                    | Página. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Continuación del estudio hidrológico de la cuenca del Tajo, al Norte de Madrid, entre los ferrocarriles del Norte de España y de Madrid á Zaragoza, por D. César Rubio y D. Alfredo Kindelan. .... | 9       |
| Estudios hidrológicos en la cuenca del río Llobregat, provincia de Barcelona, por D. Luis Santa María y Caminero y D. Agustín Marín y Bertrán de Lis. ....                                         | 34      |
| Nota sobre los yacimientos de petróleo y de azufre de la provincia de Cádiz, por D. Lucas Mallada. ....                                                                                            | 53      |
| Estudio de hidrología subterránea en Villena (provincia de Alicante), por D. Luis Mariano Vidal y D. Rafael Sánchez Lozano. ....                                                                   | 67      |

#### Cuaderno 2.º

|                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del Llano de Barcelona, por D. César Rubio y D. Alfredo Kindelan. ....                                                         | 93  |
| Estudios hidro-geológicos.—Cuenca del Tajo. Zona de este río, del Alberche y del Tiétar, en la provincia de Toledo, por D. Mariano Alvarez Aravaca. ....                            | 103 |
| Hidrología superficial y subterránea de la provincia de Gerona.— Estudio sobre los lagos y manantiales de Bañolas, Espolla y San Miguel de Campmayor, por D. Horacio Bentabol. .... | 129 |
| El alumbramiento de aguas practicado en el término de Nebreda para el abastecimiento de la villa de Lerma, en la provincia de Burgos, por D. Rafael Sánchez Lozano. ....            | 209 |

# INDICE

## DE LAS LAMINAS CONTENIDAS EN EL TOMO X (2.ª SERIE)

### Cuaderno 1.º

- 1.—Estudios hidrológicos.—Provincia de Guadalajara. Plano de la zona comprendida entre la provincia de Madrid y la de Cuenca (correspondiente al tomo anterior, IX de la 2.ª serie).
- 2.—Idem id.—Zona Norte de la provincia de Madrid, que comprende varios pueblos.
- 3.—Idem id.—Provincia de Barcelona. Apuntes para el estudio de la hidrología subterránea del Llano de Barcelona.
- 4.—Idem id.—Idem id. Cortes longitudinales normales á la costa.
- 5.—Idem id.—Mapa geológico de los alrededores de Villena (Alicante).
- 6.—Idem id.—Plano de las labores de Villena.
- 7.—Idem id.—Plano de las labores del Zaricejo.

### Cuaderno 2.º

- 1.—Estudios hidrológicos.—Provincia de Barcelona. Apuntes para la hidrología subterránea del Llano de Barcelona. (Margen derecha del río Besós.)
- 2.—Idem id.—Cortes números 4 al 4 inclusive de los sondeos en la margen derecha del río Besós.
- 3.—Idem id.—Cortes números 5 al 7 inclusive de los mismos sondeos.
- 4.—Estudios hidro-geológicos.—Provincia de Toledo. Zona comprendida entre los ríos Tajo, Alberche y Tiétar, y el ferrocarril de Madrid á Cáceres.
- 5.—Hidrología superficial y subterránea de la provincia de Gerona. Plano.
- 6.—Idem id.—Plano y cortes.

LÁMINAS





# HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

DE LA PROVINCIA DE GERONA

Estudio de los lagos de Bañolas, Espolla y San Miguel de Campmayor  
Formado por el Ingeniero Jefe del Cuerpo de Minas

D. Horacio Bentabol

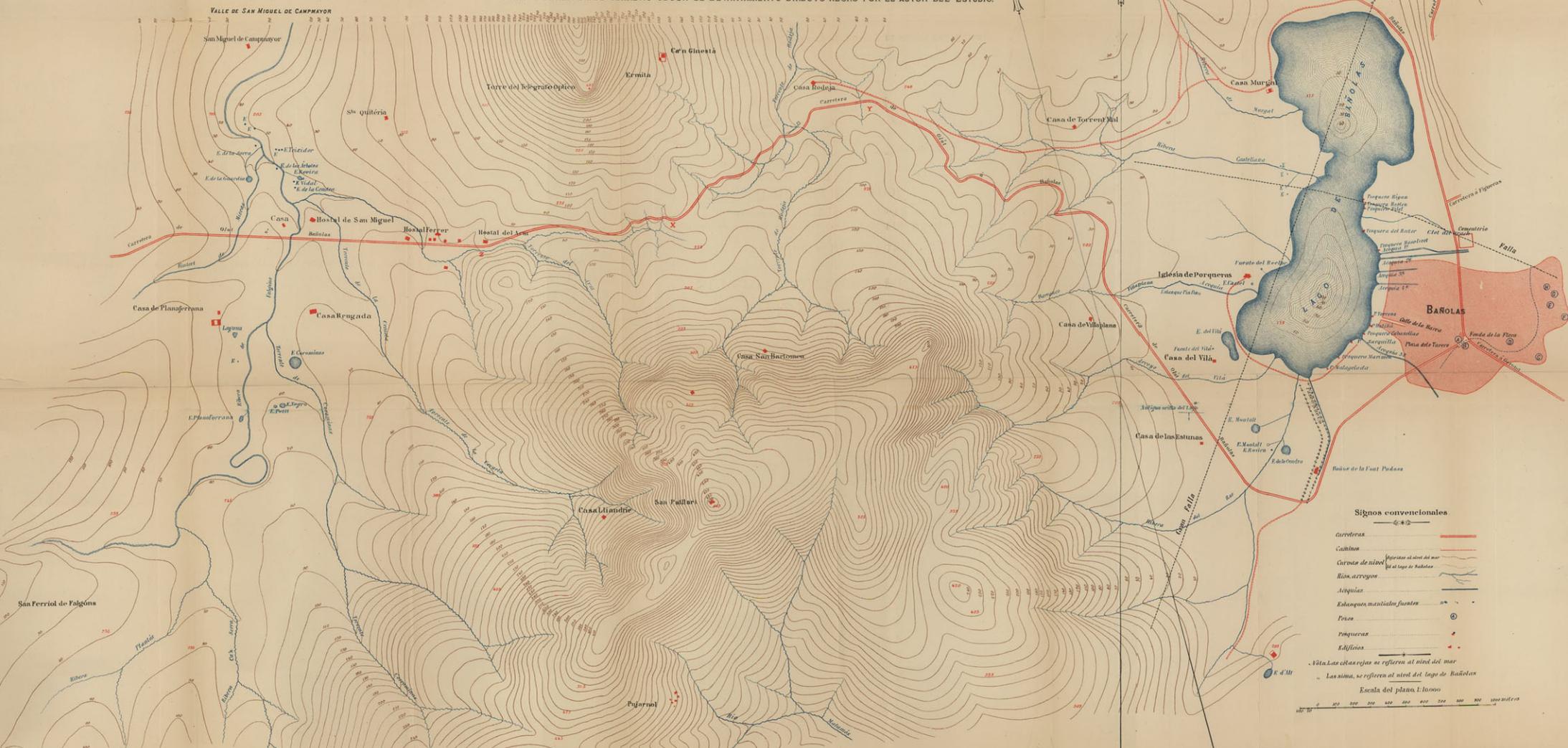
CORTE ENTRE EL VALLE DE SAN MIGUEL DE CAMP MAYOR Y EL LAGO DE BAÑOLAS SIGUIENDO LOS PUNTOS MÁS BAJOS DEL TERRENO.



Escala para los cortes  
 Horizontales - 1:20.000  
 Verticales - 1:2.000



PLANO Y RELIEVE DEL TERRENO SEGUN EL LEVANTAMIENTO DIRECTO HECHO POR EL AUTOR DEL ESTUDIO.



### Signos convencionales

- Carrizosa
- Caminos
- Cortura de nivel
- Rios, arroyos
- Arqueos
- Estanques, manantiales, fuentes
- Paseo
- Porqueruas
- Eclifios

Nota: Las cimas rojas se refieren al nivel del mar  
 Las azules, se refieren al nivel del lago de Bañolas

Escala del plano 1:10.000