

R. 16.632

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 738

VILLARTA DE SAN JUAN

(CIUDAD REAL)

MADRID
TIP.-LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1953



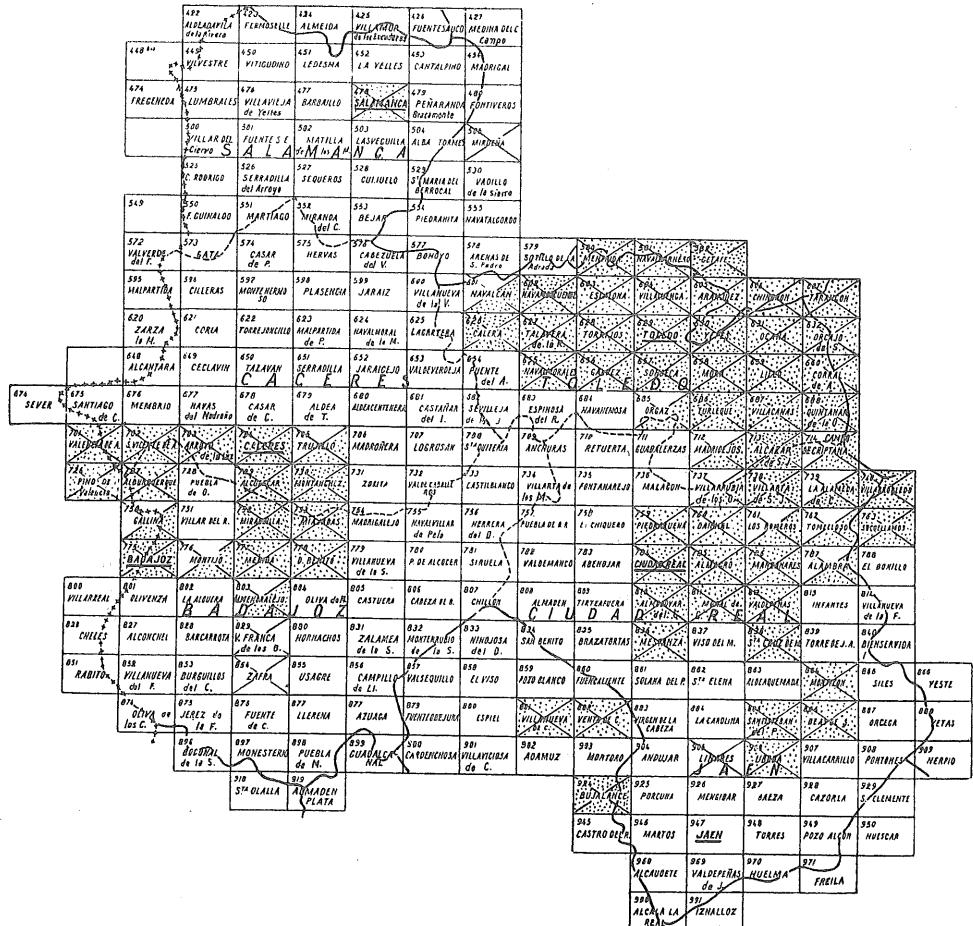
QUINTA REGIÓN GEOLÓGICA

SITUACIÓN DE LA HOJA DE VILLARTA DE SAN JUAN, NÚMERO 738

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por el Ingeniero de Minas D. JOSÉ MESEGUER PARDO.

Revisada en el campo por el Ingeniero jefe de la
Región, D. JUAN ANTONIO KINDELÁN.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.



Publicada



En prensa



En campo

PERSONAL DE LA QUINTA REGIÓN GEOLÓGICA:

- Jefe D. Juan Antonio Kindelan y Duany.
Subjefe D. José Cantos Figuerola.
Ingeniero D. Ismael Roso de Luna.
Ingeniero D. Juan Pérez Regodón.
Ayudante D. Francisco Merelo Azañón.

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes	5
II. Geografía física y humana	9
III. Estratigrafía	17
IV. Geotectónica	25
V. Historia geológica	27
VI. Hidrología subterránea	29
VII. Minería y Canteras	33
VIII. Agronomía	35
IX. Bibliografía	37

ANTECEDENTES

La índole poco utilitaria que, desde el punto de vista minero, ofrece el sector de La Mancha, a que corresponde la Hoja de Villarta de San Juan, objeto del presente trabajo, ha hecho que no se haya estudiado de manera especial hasta tiempos relativamente recientes. Los geólogos que en el pasado siglo recorrieron el territorio peninsular, señalaron a grandes rasgos sus principales características e incluso realizaron en algunas zonas de Ciudad Real me- ritorios estudios de detalle, mas apenas hubieron de ocuparse de una comarca como la que consideramos, poco poblada, con escasas vías de comunicación, y carente de industria extractiva que ha sido siempre la promotora de las actividades científicas relacionadas con el conocimiento del suelo y el subsuelo.

Sólo existían, pues, algunas notas o trabajos generales con la descripción, a grandes rasgos, de la provincia de Ciudad Real, y los datos esparcidos en diferentes publicaciones que, más o menos directamente, hacen referencia a las cuencas terciarias centrales de la Península.

Los de mayor antigüedad, aparecidos a fines del siglo XVIII (*) se deben a E. Larruga (32), que se ocupó, entre otras cuestiones, de la industria minera de la antigua provincia de La Mancha.

Ya en la centuria siguiente, el ingeniero A. Maestre (39, 40) aludió sucintamente a las formaciones endógenas manchegas, y el ilustre J. Ezquerra del Bayo (13, 14), que abordó el estudio del Terciario español, estableció la teoría lagunar y dio generalidad a la división del Mioceno de la cuenca del Duero, en la que fijó tres pisos diferentes.

(*) A continuación del nombre de los autores que se citan, figura, entre paréntesis, el número de orden de las respectivas publicaciones incluidas en la bibliografía del Capítulo IX.

Al mediar el siglo, F. de Luxán (35), hombre de ciencia destacado y muy entusiasta de las ciencias naturales, dio algunas indicaciones sobre la geología de diversas provincias, entre las cuales figura la de Ciudad Real. Poco anterior es el magno Diccionario de P. Madoz (38), que, sean cuales fueren sus defectos, ofrece, compiladas, muchas noticias útiles para los estudios que nos ocupan.

Algunos años después, el insigne ingeniero C. de Prado (51), como el geólogo francés E. de Verneuil (62) y sus compatriotas y colaboradores J. Barandé (63) y E. Collomb (64), contribuyeron a su vez a los mismos estudios, con trabajos que sirvieron para robustecer la teoría de los grandes lagos terciarios. En particular, mencionaron los yacimientos fosilíferos del Puente de las Ovejas, sobre el Guadiana.

En las aludidas publicaciones, lo mismo que en las de F. Naranjo (47) y algunas otras, fue concretándose la fijación de los pisos miocenos mediante los restos de mamíferos en ellos encontrados.

Con la formación, en 1873, de la Comisión del Mapa Geológico de España, se ampliaron las investigaciones anteriores, y el Director de la misma M. Fernández de Castro (15), dio a la estampa un resumen de los trabajos realizados.

Otro ingeniero y geólogo notable, D. de Cortázar (9 bis), convirtió en cronológica la división, puramente litológica, del Mioceno, que estableció Ezquerra del Bayo, y además llevó a cabo una reseña de la provincia de Ciudad Real, aunque muy compendiada y breve en comparación con otras suyas.

A las publicaciones que anteceden, deben añadirse las del profesor S. Calderón (7, 8), acerca de las rocas eruptivas de Ciudad Real, y las de J. Macpherson (36), que, con otras varias, echó los cimientos de la tectónica española. Sus ideas fueron aceptadas y resumidas por E. Suess, en la famosa síntesis «Das Antlitz der Erde».

Dignos de mención especial, por su interés palmario, son los trabajos del eminent L. Mallada (41, 42, 43), resúmenes magnos de la estratigrafía y paleontología españolas, fruto de una laboriosidad y perseverancia verdaderamente admirables, que sintetizan todos los conocimientos existentes hasta la época de la publicación.

En los tiempos actuales, se han ocupado de las rocas ígneas del Campo de Calatrava J. R. González Regueral (18), el culto catedrático F. Hernández-Pacheco (25, 26), cuya notable monografía, premiada por la Academia de Ciencias, incluye la fisiografía, estratigrafía y tectónica de la comarca, y el suizo C. Burri (6).

Con ocasión del Congreso Geológico Internacional verificado en Madrid el año 1926, los ingenieros E. Dupuy de Lôme y P. de Novo (12) publicaron una

Guía descriptiva de la línea Madrid-Sevilla, en la que figuran los rasgos más salientes de la zona de La Mancha cruzada por el ferrocarril.

Son de consignar, igualmente, los trabajos del ingeniero A. de Alvarado (2, 3), relativos al sector oriental de la Sierra Morena, que contienen múltiples observaciones y datos valiosos, particularmente referentes a los yacimientos metalíferos. Este autor, conjuntamente con el ingeniero A. de la Rosa, el profesor F. Hernández-Pacheco y, más tarde, D. Templado, ha compuesto diferentes hojas del nuevo mapa geológico a la escala de 1:50.000, correspondientes a esta región de Castilla la Nueva.

En el orden paleontológico, E. Haberfelner (19) efectuó una revisión de los Graptolitos de Sierra Morena, y el docto catedrático E. Hernández-Pacheco (21, 22) logró establecer de manera precisa la edad de las formaciones del Mioceno superior manchego.

A este último geólogo se debe, asimismo, un estudio importante de la región de La Mancha (24), en el que se concretan con gran acierto las características estratigráficas e hidrológicas y la tectónica general de la comarca.

Relativamente a la fisiografía y estratigrafía manchegas, M. Castro (9), E. Boscá (4), J. Alonso Rodríguez (1), G. Planchuelo Portalés (50) y J. Meseguer Pardo (46), han aportado indicaciones que no dejan de ofrecer interés.

Finalmente, en bastantes publicaciones sobre el conjunto peninsular, se encuentran datos y observaciones de innegable utilidad para el conocimiento de la región de La Mancha. Deben citarse, respecto a Geología general y Petrografía, las obras de F. de Botella (5), F. Gascue y R. Ingunza (17), R. Hoernes (27, 28), J. Royo (56), E. Hernández-Pacheco, (20, 23, 24), E. Rubio y J. Meseguer (57), M. San Miguel de la Cámara (58) y L. Solé Sabaris (60). Y de Geografía física, las de G. Puig y Larraz (52), E. Huguet (29), C. Villalba (65), J. Dantín Cereceda (10, 11), E. Tormo (61), A. Revenga (54), L. Martín Echeverría (44), O. Maull (45), Instituto Gallach (30), H. Lautensach (33), A. Penck (48, 49), Th. Fischer (16) y F. Machatscheck (37), esta última con un conjunto de apreciaciones basadas en el estudio minucioso de la bibliografía, en el que resalta la armonía y alianza en las interpretaciones geográfico-geológicas de las diversas regiones españolas.

GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

La superficie que comprende la Hoja de Villarta de San Juan, núm. 738, pertenece a la zona septentrional de la provincia de Ciudad Real y está situada entre los $39^{\circ}20'$ y $39^{\circ}10'$ de latitud N., y los $0^{\circ}10'$ y $0^{\circ}30'$ de longitud Este, con relación al meridiano de Madrid.

Hipsométricamente, el territorio forma parte de la gran Meseta central de España, y dentro del conjunto de ella, de la submeseta meridional. Corresponde a la cuenca hidrológica del Bajo Gújuela, con su afluente el Záncara, y se halla en el centro de La Mancha baja, perteneciente al antiguo Campo Espartario, que los árabes denominaron luego *Manxa*, es decir, *tierra seca*.

La comarca se halla accidentada al NO. por diferentes elevaciones correspondientes al extremo de una de las alineaciones de la agrupación oriental de los Montes de Toledo, las cuales se manifiestan por cerros de casi la misma altura, que se tocan por sus bases y rematan en riscos de cuarcita, productores, en las cumbres, de formas más o menos dentadas.

En el límite occidental de la Hoja, al N. del pueblo de Las Labores (A-1), se alza el primero de dichos accidentes, que alcanza 880 metros de cota y corresponde al extremo oriental de La Calderina, y al NNE. destaca otra eminencia, en cuya cúspide, a 793 m. de altitud, se ha situado el vértice La Sierrecilla.

A Levante de la anterior existe una depresión que ocupa el pueblo de Puerto-Lápice, e inmediatamente después, en el expresado rumbo, se eleva el terreno de nuevo y forma dos cerros de 820 y 927 m. de altura (A-1). Al SE. se encuentra una alineación formada por otros dos, que poseen cotas de 880 y 821 metros, y sustentan, respectivamente, los vértices Navajo y Frontón (A-2).

Fuera de los referidos accidentes, que constituyen el asomo más oriental del Siluriano de los Montes de Toledo, toda la comarca es una dilatada llanura.

ra, dominio del Neogeno continental, cuyos depósitos, fundamentalmente calizos y arcillosos, han venido a llenar una fosa tectónica poco profunda, originada en tiempos terciarios, hasta constituir una superficie de 640 m. de altitud media, en la que apenas si destaca algún suavísimo altozano.

Conservan los estratos neogenos la horizontalidad con que se depositaron, y la erosión, como la persistente labor de descomposición química, han producido el modelado de la topografía con exclusión absoluta de asperezas y contrastes, que concreta la fisonomía del país. Es una gran llanura, sobria, de belleza severa, que trae a la mente el recuerdo de Don Quijote y se extiende cual vasto descampado que se recorta con crudeza en el azul celeste.

El punto más elevado de la llanura se encuentra en el kilómetro 165 de la línea del ferrocarril de Alcázar de San Juan a Ciudad Real, en el que se halla el vértice Desmonte, a la altitud de 655 m. (B-5). La cota más pequeña, próxima a los 620 m., la ofrece el lecho del Gigüela en las inmediaciones de Arenas de San Juan (C-1). Se ve, pues, que de un extremo a otro de la planicie existe, como máximo, un desnivel de 35 m., hecho que señala la debilísima pendiente general, inferior a 1 por mil. Pueden seguirse, en todas direcciones, más de 20 kilómetros sin encontrar una diferencia de altitud de 20 m., que es la que media entre dos curvas de nivel, consecutivas, del mapa topográfico.

Por efecto de esta configuración tan rasa, las aguas superficiales encuentran la salida con mucha dificultad, y buena prueba es la reunión de las pluviales en las ligerísimas depresiones de algunas zonas, donde forman lagunas como la del Cerro Mesao (A-4), de régimen estacionario muy variable y sin relación directa con el fluvial del Gigüela y el Záncara, que se hallan bastante próximos. La lixiviación del Neogeno continental circundante, acumula en ella diversas sales (sulfatos, nitratos y cloruros sódicos), que dan al terreno cuando se seca, un intenso color blanco, al que no son ajenas las abundantes algas carofitas que, al secarse, cambian en blanco su color verdoso. La sequía extrema del clima regional acentúa la riqueza salina de la laguna.

La gran horizontalidad del territorio, no le priva de una pendiente que, aunque muy leve, lleva las aguas superficiales a concurrir en algunos aparatos fluviales de cauces poco definidos y que apenas si destacan en la llanura. La principal de tales corrientes es el bajo Gigüela, receptor de todas las aguas que más tarde van a formar el curso del Guadiana. Dicho río Gigüela penetra en la Hoja por el límite septentrional, cerca del Pozo del Sastre (A-3), corre al principio hacia el S. hasta unirse en ángulo recto con el Záncara, tan importante como él y que le llega por la margen izquierda; toma luego la dirección E.-O. y, pasado el Puente de Buenavista, se encamina al SSO. aproximándose a Villarta y Arenas de San Juan; a partir del primero de los referidos pueblos, ocasiona un extenso encharcamiento del terreno a causa de la falta de

pendiente y, finalmente, abandona la comarca por el borde occidental, en las inmediaciones del Atajo de la Oruela (C-1).

El bajo Gigüela, de régimen divagante, con acentuado carácter palustre, lleva cierto caudal en el invierno, mas durante el estío pierde el agua al avanzar lentamente por la llanura, debido, por una parte, a que no recibe aportes de arroyos y, por otra, a que se halla sometido a una intensa evaporación y sufre, además, mermas importantes por filtración en el terreno.

El régimen del Gigüela se refleja en las siguientes cifras, correspondientes a los últimos años publicados por el Servicio de Aforos:

ESTACIÓN NÚM. 4.—VILLARRUBIA.

Año 1932.—Caudal medio diario máximo: 4,978 metros cúbicos por segundo en el mes de enero. Sin caudal en el mes de julio.

Año 1933.—Caudal medio diario máximo: 4,200 metros cúbicos por segundo en el mes de marzo. Sin caudal en los meses de agosto y septiembre.

Año 1934.—Caudal medio diario máximo: 2,056 metros cúbicos por segundo en el mes de mayo. Sin caudal en los meses de julio, agosto y septiembre.

Año 1935.—Caudal medio diario máximo: 2,700 metros cúbicos por segundo en el mes de junio. Sin caudal en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre.

Año 1936.—Caudal medio diario máximo: 17,505 metros cúbicos por segundo en el mes de abril. Caudal medio diario mínimo: 0,128 metros cúbicos por segundo en el mes de septiembre.

Año 1937.—Caudal medio diario máximo: 17,285 metros cúbicos por segundo en el mes de marzo. Caudal medio diario mínimo: 0,128 metros cúbicos por segundo en los meses de agosto y septiembre..

Año 1938.—Caudal medio diario máximo: 12,720 metros cúbicos por segundo en el mes de enero. Sin caudal en los meses de agosto, septiembre y octubre.

Año 1939.—Caudal medio diario máximo: 3,658 metros cúbicos por segundo en los meses de enero, febrero y diciembre. Sin caudal en el mes de julio.

Año 1940.—Caudal medio diario máximo: 13,840 metros cúbicos por segundo en el mes de febrero. Caudal medio diario mínimo: 0,260 metros cúbicos por segundo en el mes de septiembre.

Año 1941.—Caudal medio diario máximo: 19,760 metros cúbicos por segundo en el mes de mayo. Caudal medio diario mínimo: 1,110 metros cúbicos por segundo en los meses de septiembre y octubre.

Año 1942.—Caudal medio diario máximo: 14,600 metros cúbicos por segundo en el mes de abril. Caudal medio diario mínimo: 0,095 metros cúbicos por segundo en los meses de agosto y septiembre.

Dentro del territorio que estudiamos, tributan en el Gigüela, por la derecha, algunos arroyos insignificantes, como los de Valdespino, Valdehierro y Valdelazarza, el último de los cuales recibe, a su vez, al de Revertederos.

Por la orilla izquierda, el único afluente de importancia es el río Záncara, el cual recoge las aguas perdidas del Guadiana Alto y va a unirse al Gigüela a Poniente del Herradero de Guerrero (A-4). Puede citarse también el pequeño arroyo de los Baenes, que discurre paralelamente y a corta distancia al S. del Záncara y vierte muy cerca de la confluencia de éste.

Toda la zona se encuentra dentro de lo que Brunhes denomina *Iberia seca*. Abundan poco las precipitaciones atmosféricas porque se halla aislada de la acción de las masas húmedas que proceden del mar; éstas, al atravesar las zonas interiores de la Península, pierden generalmente el vapor acuoso, y como se aleja el punto de saturación, la lluvia no llega a producirse o lo efectúa influida por causas pasajeras.

Las referidas precipitaciones (media general de la región, 392 milímetros anuales) presentan un máximo de primavera que se verifica en mayo y es algo superior al de octubre; un mínimo invernal, y el principal, del estío. Cuando empiezan los calores cesan las lluvias y, exceptuada alguna tormenta, la sequía se prolonga sin interrupción hasta mediados de otoño, y los ríos desaparecen.

No existen observaciones pluviométricas en el territorio de la Hoja; desde hace pocos años han comenzado a efectuarse en las estaciones, no muy alejadas, de Campo de Criptana y Argamasilla de Alba, pero los resultados publicados hasta ahora son tan incompletos que no merecen consignarse. Para que pueda formarse idea aproximada de las lluvias, se incluyen a continuación las observaciones realizadas en Ciudad Real durante el último decenio publicado por el Servicio Meteorológico:

En la tabla adjunta se presentan los datos correspondientes a los diez años más recientes, que se han tomado para facilitar la comparación entre la situación actual y la anterior. Se observa que las lluvias han disminuido considerablemente, tanto en cantidad como en intensidad, y que el período de sequía ha aumentado notablemente. La media de lluvias anuales ha descendido de 430 milímetros en 1925 a 359,0 en 1935, y el número de días de lluvia de 72 a 55. La lluvia máxima en un día ha disminuido de 39,0 en 1926 a 21,2 en 1935. La media de temperaturas anuales ha descendido de 13,8 en 1925 a 13,0 en 1935, y la media diurna de 15,5 en 1925 a 14,5 en 1935. La media de temperaturas mínimas ha descendido de 3,8 en 1925 a 2,8 en 1935, y la media nocturna de 10,5 en 1925 a 9,5 en 1935. La oscilación media anual es grande: 33 a 36°, y la diurna posee asimismo un valor considerable: 8° en el invierno y 15 en el estío. El rigor del verano y la temperatura media anual (13°,8) incluyen a esta región en la zona cálida templada de Köppen.

CIUDAD REAL

Años	Días de lluvia	Lluvia total	Lluvia máx. en un dñ
		Milímetros	Milímetros
1926	72	482,8	39,0
1927	62	354,6	32,4
1928	55	457,4	38,0
1929	55	347,2	26,4
1930	44	365,2	30,0
1931	32	271,8	23,0
1932	56	313,6	17,0
1933	48	325,2	57,0
1934	49	309,9	35,6
1935	54	361,8	21,2
Década	55	359,0	57,0

Se comprende, desde luego, que en una zona tan elevada y rasa, abierta como está completamente a los vientos en todas direcciones, el clima ha de ser extremado, de suerte que únicamente al final de la primavera y en algunos días del otoño es cuando puede recorrerse con comodidad.

Reinan los vientos N., O. y SO. El invierno, muy largo, se presenta con nieblas, heladas intensas (media de 3° en enero) y nevadas que, aunque no son grandes, se conservan muchos días sobre el terreno a causa de la baja temperatura reinante. La primavera, más bien fresca, se presenta bastante variable, y el otoño es la mejor época del año por la suavidad de la temperatura y el ambiente tranquilo de la estación. El verano, riguroso y seco, y la transparente limpidez de la atmósfera, dan carácter al clima. La temperatura alcanza entonces un máximo de 44°, y llega a 28 la máxima media de julio y agosto. La oscilación media anual es grande: 33 a 36°, y la diurna posee asimismo un valor considerable: 8° en el invierno y 15 en el estío. El rigor del verano y la temperatura media anual (13°,8) incluyen a esta región en la zona cálida templada de Köppen.

Para precisar la índole del clima, se insertan a continuación las observaciones termométricas registradas en Ciudad Real, correspondientes a los últimos diez años consecutivos publicados por el Servicio Meteorológico:

CIUDAD REAL

Termómetro a la sombra.—Temperaturas

Años	Máxima	Mínima	Media mensual	Oscilación extrema
1926	39,4	— 8,2	14,8	47,6
1927	38,2	— 2,8	14,4	41,0
1928	40,0	— 5,0	14,4	45,0
1929	38,0	— 6,2	14,1	44,2
1930	38,0	— 7,4	14,2	45,4
1931	40,4	— 5,0	14,2	45,4
1932	37,4	— 7,0	13,2	44,4
1933	39,2	— 5,8	14,1	45,0
1934	40,0	— 7,0	13,9	47,0
1935	40,6	— 9,2	13,5	49,8
Década	40,6	— 9,2	14,1	49,8

Las condiciones climáticas responden de la vegetación espontánea del país, típicamente mediterránea a pesar de tratarse de un área no influída directamente por el mar. Existe un matorral de encinas y cosejas, con tomillos y cantuesos, que forman rodales, principal asiento de los rebaños de ovejas y cabras. En los eriales se produce una vegetación de tonos apagados, en la que destacan entre otras plantas los grandes cardos *Onopordon nervosum* llamados *tobas* por los naturales, y en la zona pantanosa del Gigüela aparecen densas formaciones de ciperáceas con diversas juncias y, muy abundante, el junco negro. En algunos sectores, finalmente, la salobreza del terreno suele originar plantas salinas apropiadas para los ganados.

Los cultivos más extendidos son los cereales (trigo, cebada, centeno), en alternativa con guisantes, lentejas y algarrobas; alcanza mucho desarrollo el viñedo, esmeradamente atendido, y no faltan pequeñas huertas con diversos frutales y hortalizas.

Aunque no existe otra fuente de riqueza que la agricultura, ésta no ha alcanzado el desarrollo que debiera por la escasez de agua, elemento este último que, no obstante hallarse suficientemente somero, no se utiliza como es debido, aprovechando los mantos subterráneos.

Con todo, la intensidad del trabajo agrícola se manifiesta por el esfuerzo en la preparación de los campos, que obliga, con frecuencia, a acumular en grandes montones y *majanos* los costrones y cantos de travertinos formados por capilaridad en la tierra de labor. Tales majanos prestan, por otro lado, utilidad, como refugios para hombres y caballerías.

En la antropogeografía de la región, influyen decididamente, tanto la naturaleza del suelo como la falta de regadíos y la acumulación de la propiedad

territorial. Con independencia de los núcleos de población se encuentran grandes espacios en los que sólo existen algunas cortijadas, llamadas *quinteras*, y pueden recorrerse varios kilómetros sin encontrar más que casas aisladas. Así, la población relativa excede poco de 19 habitantes por kilómetro cuadrado.

Los obreros del campo, que no poseen otro patrimonio que el esfuerzo propio, se acumulan en algunos centros populosos a los que, no obstante la distancia, van y vienen cotidianamente. El censo y situación en la Hoja de los referidos centros, son los siguientes:

Pueblos	Situación	Habitantes
Puerto-Lápice.....	A-1	1.668
Las Labores.....	B-1	991
Arenas de San Juan ...	C 1	1.750
Villarta de San Juan...	C-2	3.500

Posee el territorio diferentes vías de comunicación. La más importante es el ferrocarril de Alcázar de San Juan a Ciudad Real, que cruza la Hoja en línea recta, cerca del límite oriental, y tiene dentro de ella el trayecto comprendido entre los kilómetros 155 y 176.

Asimismo cruzan la comarca las carreteras de Puerto-Lápice a Ciudad Real, Madrid a Cádiz, Alcázar de San Juan a Manzanares y Arenas de San Juan a la estación de Cinco Casas, por Villarta, la cual empalma con otra que conduce a Herencia (*).

Por último, se encuentran múltiples caminos carreteros y veredas, que enlazan entre sí a los distintos centros habitados.

(*) Las tres últimas carreteras no están trazadas en la Hoja porque ésta se publicó por el Instituto Geográfico el año 1886, anteriormente a la construcción de dichas vías de comunicación.

ESTRATIGRAFÍA

La composición geológica del territorio objeto de nuestro estudio es bastante sencilla, pues sólo se presentan contados términos de la serie estratigráfica y es también reducida la variedad de las hiladas, circunstancias previsibles si se consideran la horizontalidad de la mayoría de las formaciones y la falta de relieves de una comarca en que, a excepción de los accidentes montuosos de la zona nordoccidental, impera, como hemos visto, dilatada llanura.

Faltan los sistemas mesozoicos (Triásico y Cretáceo), aflorantes en puntos no muy lejanos, y sólo hacen aparición: el Siluriano, que constituye los relieves del sector de Puerto-Lápice; el Mioceno continental, al descubierto solamente en algunos lugares de la llanura; el Plioceno, que ocupa la mayor parte de la superficie y rellena las ligeras depresiones producidas por erosión de aquél; el Pleistoceno, desarrollado en derredor de los accidentes silurianos, como al NE. del territorio entre los cursos del Gigüela y el Záncara; y el Holoceno, que se restringe a los cauces y zonas marginales de dichos ríos y del Guadiana Alto.

La peculiar morfología del país que, a excepción de los cerros del NO., es enteramente horizontal y se halla desprovista de desniveles, entorpece las determinaciones estratigráficas, así que en la llanura no es posible cronologar con precisión las formaciones a causa de la escasez, si no falta de fósiles, la semejanza de caracteres litológicos y el que se reconocen mal en la superficie por hallarse enmascaradas casi siempre por la tierra vegetal.

En las circunstancias apuntadas, para poder formar idea de la composición del subsuelo, es indispensable acudir a los datos suministrados por los distintos pozos y algún sondeo, perforados para investigar aguas subterráneas.

SILURIANO

Forma los altos cerros que comienzan a dos kilómetros al N. del pueblo de Las Labores, prosiguen por La Sierrecilla hasta sobrepasar el límite septentrional de la Hoja, y continúan, al E. de Puerto-Lápice, para distribuirse en dos alineaciones a las que separa estrecho valle (A-1, 2).

Las capas silurianas, continuación de las que forman los Montes de Toledo, se componen principalmente de cuarcitas que, dada su resistencia a la acción de los agentes exteriores, destacan bien en lo alto de las colinas, donde forman crestones, a modo de murallones, hendidos en peñascos. Dichas rocas, duras y consistentes, poseen colores claros en las hiladas superiores, pero a nivel más bajo se hacen más oscuras y adquieren un matiz rojizo debido a la presencia del óxido de hierro.

En las cuarcitas se intercalan hiladas de arenisca, con la propia coloración, que inferiormente llegan a adquirir textura pizarreña y determinan verdaderas pizarras silíceas de tono gris, pardo u oscuro.

El sistema ofrece un espesor visible de 180 m., y la derrubriación de los estratos ha originado, al pie de los cerros, una formación de ladera cuya superficie ocupan tierras rojas, con gran proporción de cantos cuarcitosos no muy rodados, que sirven de asiento a cultivos de olivo y cereales.

Muestran todas las capas diversos trastornos estratigráficos. En el cerro que se alza al N. de Las Labores, lo mismo que en La Sierrecilla, siguen aquéllas la orientación OSO.-ENE. y buzan al ONO. con inclinación de 30°. En la colina situada inmediatamente a Levante de Puerto-Lápice, y en la que sustenta el vértice Tocón, las cuarcitas se arrumban de OSO. a ENE. e inclinan 25° al SSE. En ellas se han encontrado:

- Scolithus dufrenoyi*, Rou.
- S. linearis*, Hall.

La presencia de tales especies y la continuidad de la formación en los Montes de Toledo, donde está reconocido el piso inferior del Siluriano, hace atribuir las capas que consideramos al Ordoviciense.

Al SE. de las elevaciones anteriores, en la pequeña arista que forman los cerros Navajo y Frontón, los estratos conservan la dirección al ENE., pero

ESTRATIGRAFÍA

en cambio el buzamiento se verifica al NNO., de manera que es patente un sinclinal cuyo fondo ocupa el Pleistoceno del valle.

Algunos geólogos han supuesto que los relieves que constituyen el sistema de los Montes de Toledo son el resultado de una simple denudación. Para el ilustre Mallada y el ingeniero E. Dupuy de Lôme, la explicación de dichos Montes es un geosinclinal de dirección hercíniana.

En nuestro sentir, el levantamiento del Siluriano que estudiamos, avanzada más oriental de los Montes de Toledo, ha sido sincrónico del de aquéllos, es decir, que corresponde a la época variscia; ahora bien, la dirección de los estratos en todo este sector no es realmente hercíniana, ya que se dibuja una incurvación con centro al NO., de modo que es preciso admitir un segundo empuje que debió actuar sobre la prolongación lateral de las capas, desviando las primitivas alineaciones. Este segundo empuje, procedente del E., no ha afectado al Triásico, y así es obligado situarlo antes del Mesozoico. Puede corresponder a las fases saática y pfálica, de extinción hercíniana.

MIOCENO

En los mapas geológicos anteriores venía atribuyéndose a este sistema todo el Terciario de la zona central manchega, formación calificada en un principio de pliocena por el ingeniero F. Naranjo, pero que, después, incluyó E. de Verneuil en el Mioceno, y como tal fue considerada en el mapa general. Más tarde, el insigne D. de Cortázar limitó al Mioceno el tramo superior, o sea al de las calizas, al cual agregó el Plioceno de Argamasilla de Alba, y no hace muchos años, el profesor E. Hernández-Pacheco, en su valioso estudio de esta región, englobó en el Neogeno el conjunto de los terrenos terciarios.

Aunque no es posible fijar rigurosamente la separación entre Mioceno y Plioceno, por faltar los fósiles en la mayor parte de las capas, parece que el límite superior del primero lo constituyen las típicas calizas lacustres, de color gris claro o blanco, y bastante compactas, que encierran frecuentemente Gastrópodos en estado de moldes, entre los cuales se han clasificado:

- Planorbis carinatus*, Muller.
- Corelus thiolierei*, Michaud.
- Hydrobia deydereri*, Dep. y Sein.

y que deben atribuirse al Pontiense.

Con arreglo a este modo de ver, el Mioceno, recubierto por el Plioceno y el Cuartario, sólo se manifiesta superficialmente en asomos esporádicos muy poco extensos y que, por tal razón, no pueden representarse en la Hoja. Estos afloramientos aparecen en lugares tales como la Noria de Catalina, a tres kilómetros al SE. de Las Labores (C-1); la loma donde se halla el vértice Buena-vista (B-3); cerca de la casa de Palancas, a seis kilómetros al SE. de Villarta de San Juan (C-3), y la casa del Peñón, por la carretera de Herencia, un kilómetro al N. del empalme con la de Villarta a la estación de ferrocarril de Cinco Casas (C-3). El pueblo de Arenas de San Juan se ha edificado sobre las propias calizas, y éstas se explotan en una pequeña cantera situada a unos 500 metros al SO. del expresado centro de población. Asimismo se advierten las calizas pontienses en las escarpas de las márgenes del Bajo Gigüela, en el sector de Arenas de San Juan.

En la zona meridional del territorio, el Pontiense va desarrollándose con progresivo aumento de espesor y, pasado el límite de la Hoja, se acrecienta la magnitud de los afloramientos por hallarse las capas cada vez más próximas a la superficie.

La disagregación de las calizas que consideramos, origina tierras de labor, de color pardo o blanquecino, que contrastan con las rojas, pleistocenas, y poseen, como es lógico, una naturaleza predominantemente calcárea.

Debajo de las calizas suelen encontrarse capas de arcillas y margas psamíticas, de tono rosado, con potencia máxima de 15 m., y a mayor profundidad aparecen calizas esponjosas en las que se intercalan a veces margas blancas, yesíferas. Al O. de Villarta de San Juan se apoyan sobre los yesos unas margas rojizas de dos metros de espesor y un conglomerado sabuloso con un banco de arcilla silícea, sobre los que descansan calizas blancas de tres metros de potencia.

Algunos sondeos practicados en la región permiten formar idea del conjunto del Mioceno. El efectuado, hace años, en La Alameda de Cervera, junto al cauce viejo del Guadiana Alto, más allá aunque cerca del límite oriental de la Hoja, que ha sido descrito por el profesor E. Hernández-Pacheco, rindió el siguiente corte, de arriba a abajo:

— 1.º Marga arenosa, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos, y con abundante material orgánico. — 2.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 3.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 4.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 5.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 6.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 7.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 8.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 9.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 10.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 11.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 12.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 13.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 14.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 15.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 16.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 17.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 18.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 19.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 20.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 21.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 22.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 23.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 24.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 25.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 26.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 27.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 28.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 29.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 30.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 31.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 32.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 33.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 34.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 35.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 36.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 37.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 38.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 39.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 40.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 41.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 42.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 43.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 44.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 45.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 46.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 47.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 48.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 49.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 50.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 51.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 52.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 53.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 54.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 55.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 56.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 57.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 58.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 59.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 60.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 61.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 62.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 63.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 64.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 65.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 66.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 67.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 68.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 69.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 70.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 71.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 72.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 73.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 74.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 75.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 76.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 77.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 78.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 79.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 80.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 81.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 82.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 83.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 84.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 85.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 86.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 87.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 88.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 89.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 90.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 91.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 92.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 93.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 94.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 95.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 96.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 97.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 98.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 99.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 100.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 101.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 102.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 103.º Caliza blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos. — 104.º Arcilla blanca, con fragmentos de conchas y órganos de moluscos.

ESTRATIGRAFÍA

Profundidad	Formaciones
0,0 a 4,5 m.	<i>Neogeno.</i>
4,5 a 6,0 —	Tobas calizas y calizas blandas.
6,0 a 14,5 —	Arcillas margosas rojizas con nódulos calizos.
14,5 a 18,0 —	Caliza blanquecina de aspecto litográfico.
18,0 a 20,0 —	Calizas en capas delgadas y margas.
20,0 a 30,0 —	Marga arcillosa rojiza.
30,0 a 51,0 —	Caliza blanca esponjosa, con intercalaciones de caliza de los páramos miocenos.
51,0 a 71,0 —	Caliza blanca esponjosa, acompañada de otras terrosas.
71,0 a 103,0 —	Carñolas rojizas, amarillentas y blanquecinas.
103,0 a 104,0 —	Margas rojizas yesíferas con capas de yeso.
	Arenisca arcillosa yesífera.

Esta perforación hace ver que, en el referido lugar, el Mioceno descansa sobre las carñolas triásicas. Pero no puede generalizarse este hecho a todo el territorio que estudiamos, porque si bien en La Alameda de Cervera acontece lo dicho, debe tenerse presente que al SE. y no lejos de nuestra zona, en las inmediaciones de la estación de ferrocarril de Herrera de la Mancha, afloran las capas del Cretáceo, como ya apuntó el naturalista G. Planchuelo Portales. Se desconocen, pues, en realidad, los sedimentos sobre que se asienta el Mioceno en toda el área que abarca la Hoja.

En conjunto, el sistema, dispuesto siempre horizontalmente, constituye una formación caliza, con intercalaciones de margas más o menos yesíferas, que posee 35 a 50 m. de espesor y debe descansar al NO. del territorio sobre el Siluriano y en todo el resto sobre Triásico y Cretáceo.

PLIOCENO

Es la formación más desarrollada en la superficie de la Hoja, hasta el punto de que ocupa los dos tercios de la misma. Se extiende ininterrumpidamente por las zonas central y meridional, y determina un área en la que, geológicamente, no hay más soluciones de continuidad que los pequeños asomos de caliza pontiense, ubicados en los puntos más altos.

Buena parte del Plioceno superficial está dedicada al cultivo, y en ella radican los predios más frondosos, como la bella finca de Los Frailes. Las tie-

rras son de color pardo, arenáceas o margosas y, de ordinario, se hallan dedicadas a los cereales. Cuando es pequeño el espesor por la proximidad de las calizas inferiores, son más apropiadas para el cultivo de la vid, pero resultan en general tan pedregosas que, para poder cultivarlas, precisa la limpieza agrupando en montones los grandes cantos de caliza.

Bajo la tierra vegetal ofrece el Plioceno capas arcillo-sabulosas, de tono pardorojizo, en las que abundan los cantos angulosos de caliza y cuarzo, de pequeño tamaño; inferiormente suele presentarse un conglomerado poco coherente, de elementos rodados, que descansa sobre la caliza superior miocena. En algunos lugares aparecen, asimismo, margas blanquecinas, duras y compactas, que empastan arenas y pequeños cantos.

Los niveles de referencia, atribuídos hasta ahora al Mioceno y figurados como tal en los mapas, no pueden, a nuestro juicio, referirse al Pontiense, al cual se superponen con claridad, mas como, por su naturaleza y modo de yacimiento, tampoco parecen corresponder al Cuartario, los consideramos pliocenos. Debe de tratarse del Astiense o Calabrense, aunque ello no puede asegurarse categóricamente a causa de la falta de fósiles.

Los afloramientos del Mioceno superior, esparcidos en la formación que nos ocupa, evidencian que, después de la sedimentación de los bancos calizos, se desecó el lago en que se habían depositado y, sometidas las capas a la acción de los agentes exteriores, quedaron desigualmente erosionadas. Así se produjeron las leves depresiones que habían de rellenarse después, en el transcurso del Plioceno.

Probablemente, al mediar este período comenzarían a depositarse los conglomerados inferiores, y luego lo harían las arenas y margas hasta constituir un conjunto de potencia variable, pero que alcanza 25 m. en multiplicados puntos.

GRADO II PLEISTOCENO

Adquiere su mayor extensión en el sector NO. de la Hoja, donde rodea a las colinas silurianas, y se presenta también en la esquina NE., localizado entre los cursos del Bajo Gigüela y el Záncara.

La formación comprende mantos más o menos arenáceos o arcillosos, conglomerados poco compactos y calizas tobáceas o concrecionadas. Superficialmente determina tierras de labor, de color rojizo, muchas veces pedregosas,

con espesor inferior a 0,50 m. y de naturaleza arcillosa o calcárea, sin que ello presuponga que tengan edad diferente.

En derredor de los cerros silurianos de Puerto-Lápice, se compone el Pleistoceno de tierras margo-arcillosas, de color rojo, en las que abundan los cantos de cuarcita, poco rodados. La tendencia de los bancos ordovicienses a disgregarse por la acción de los agentes externos, ha hecho que los derrubios se depositen al pie de los relieves y se entremezclen con la tierra vegetal. Esta formación de ladera sirve de asiento a cultivos de olivo y cereales.

Hacia el Sur disminuye el espesor del Pleistoceno, desaparecen los cantos de cuarcita y sólo se encuentran tierras arcillo-aronosas, que en algunos puntos llegan hasta las márgenes del Bajo Gigüela. Por debajo de estas tierras aparece un banco sabuloso, de gruesos elementos que disminuyen de volumen en la orilla del curso acuífero.

Cerca del contacto con el Plioceno, y también mezclados con las tierras terciarias, se hallan grandes lastrones de travertino terroso, debidos a la incrustación del carbonato cálcico como consecuencia de las aguas infiltradas en el terreno, que ascienden más tarde, por capilaridad, hasta la superficie, según es característico de los climas cálidos y secos cuando actúan sobre suelos ricos en cal.

Los referidos travertinos ofrecen grados muy diversos de cohesión o compacidad, desde el más terroso y deleznable hasta el más duro. En general son tenaces, poseen un espesor que no suele exceder de dos metros y se muestran divididos en lechos delgados.

La formación travertínica, superpuesta al Plioceno, comenzó a originarse en aquella época y ha continuado hasta nuestros días sin variación de caracteres. Así, no es fácil establecer líneas de separación, en el espacio ni en el tiempo, entre ambos sistemas.

En el ángulo NE. de la Hoja, por la zona pantanosa donde se unen el Gigüela, el Záncara y el Guadiana Alto, se encuentran arenas pardorojizas procedentes de la derrubriación de las rocas triásicas aflorantes en el sector de Alcázar de San Juan. Ocupan la superficie hasta cerca de los cursos de agua, y en las márgenes de éstos quedan ocultos por las arcillas holocenas, que poseen un matiz acentuadamente oscuro.

HOLOCENO

Tiene muy pequeña importancia. Se extiende por la confluencia del Bajo Gigüela y el Záncara, y forma ancha cinta a lo largo de los cauces. El del Gigüela, pantanoso en casi todo el recorrido, presenta aluviones arenáceos, y en ambas orillas se han depositado arenas finas de color gris, que se entremezclan con tierras arcillosas cuya naturaleza hace que se confundan con el lodo.

El Záncara y el Guadiana Alto también muestran depósitos de arenas y limos arcillosos semejantes a las tierras en que han excavado los valles.

IV

GEOTECTÓNICA

La limitada extensión superficial del territorio de la Hoja no permite, con su exclusivo estudio, el análisis de la tectónica comarcal en toda su amplitud, mas si se consideran las relaciones entre los elementos locales y las formaciones sedimentarias de toda la región, pueden señalarse los rasgos generales de la estructura de la misma.

Existen en La Mancha diferentes elementos tectónicos de composición no muy variada, a saber: Siluriano, Triásico, Cretáceo y Neogeno continental. El primero de ellos aflora, según hemos visto, en el sector de Puerto-Lápice, se prolonga por la sierra de Herencia y aparece, también, al SE. de la Hoja, en la sierra de Alhambra y en el Campo de Criptana, no lejos de la célebre Cueva de Montesinos. Todo este Siluriano corresponde a los dos niveles del Ordovícíense: cuarcitas de *Cruciana* y pizarras de *Calymene*, y la disposición de los estratos parece revelar, en nuestro territorio, la existencia de dos fases de plegamiento: una, menos intensa, caracterizada por empujes hacia el NO., y otra, más violenta, debida a esfuerzos procedentes del Este. El resultado ha sido la formación de las colinas existentes al N. de Las Labores y las dos pequeñas alineaciones, separadas por un sinclinal, situadas al SE. de Puerto-Lápice.

Aunque no asoma en nuestra Hoja, en Alcázar de San Juan y Campo de Criptana, lo mismo que en el de Montiel, el Triásico subhorizontal descansa, en discordancia, sobre el Siluriano, y muestra, de abajo a arriba, tres horizontes litológicos: inferior, de areniscas rojas y psamitas; medio, de margas abigarradas o rojizas, muy potentes y más o menos yesíferas, y superior, de carbonillas con intercalaciones de calizas de aspecto litográfico y lentejones irregulares de otras calizas algo margosas. Este nivel se atribuye al Muschelkalk en consideración a sus caracteres, pues la escasez de fósiles no permite señalar

lar rigurosamente la edad. Tan sólo hemos hallado unos tallos de *Pentacrinus* y restos de *Terebratulas* indeterminables, en algunas capas del Campo de Montiel, cerca de las lagunas de Ruidera.

En la cuesta donde se asienta el pueblo de Campo de Criptana, muestra el Triásico, como acertadamente señaló el profesor E. Hernández-Pacheco, una sumersión de los estratos con roturas en algunos puntos. Asimismo, cerca del borde septentrional del Campo de Montiel, las capas homotáxicas forman un pliegue isoclinal en rodilla, que cae hacia la llanura de Argamasilla de Alba, como expresó también el geólogo citado.

En los alrededores de Alhambra se encuentran, en la base del Triásico, areniscas y pizarras psamíticas de color rojo; por encima, margas muy yesíferas de diversos tonos; y, coronando la serie, calizas magnesianas esponjosas o carnolas. El espesor, al descubierto, excede de 140 metros.

Superpuesto al Triásico se encuentra, al NE. de nuestro territorio, cerca del caserío de Vejezate, junto al río Záncara, un Cretáceo inclinado, compuesto de areniscas y gravillas del Albense y calizas fosilíferas cenomanenses. Igualmente afloran las calizas grises, cretáceas, al SE. de la Hoja, en el cerro del castillo de Peñarroya y en las inmediaciones de la estación de ferrocarril de Herrera de la Mancha.

Sobre los sistemas secundarios se apoya el Mioceno continental, integrado, en sentido ascendente, por diversos horizontes: base de calizas esponjosas que, hacia las partes altas, ofrecen intercalaciones irregulares de arcillas y margas, y en algunos lugares se encuentran también lentejones de yeso. A nivel superior aparecen calizas blancas, compactas, con Gastrópodos, que afloran en los puntos de mayor cota y perteneceen al Pontiense.

Por encima del piso superior mioceno se hallan margas blanquecinas, duras y coherentes, arenas con cantos rodados y conglomerados que, atendida su posición tectónica, deben corresponder al Plioceno. Tanto estas capas como las miocenas se hallan siempre dispuestas horizontalmente.

En último término, y en contacto con la tierra de labor superficial, aparecen lastrones de caliza travertínica que es la formación superior.

Las peculiaridades tectónicas señaladas indican con claridad la existencia, en toda la llanura manchega, de una depresión o fosa no muy profunda, que se originó en la época terciaria y ha sido rellenada por los sistemas neogenos hasta constituir la planicie que se observa en la actualidad. Los estratos terciarios no han sufrido la acción de empujes erogénicos posteriormente a su deposición, y de este modo conservan su primitiva posición horizontal.

Algunas anomalías en la disposición de los estratos, tales como la discordancia entre la caliza de la fosa y la travertino, o la existencia de un sistema de estratos que se extiende por detrás de la caliza, se explican por la actividad volcánica que tuvo lugar en la parte sur de la Mancha.

V

HISTORIA GEOLÓGICA

Consideradas la naturaleza y disposición de los elementos tectónicos que integran la región de La Mancha a que pertenece la Hoja, puede esbozarse fácilmente la sucesión de fenómenos que han originado la disposición actual de los terrenos.

Según se ha visto, el elemento más antiguo del país es el Siluriano, la naturaleza de cuyas formaciones señala la existencia de un gran geosinclinal, anterior a dicho período, el cual debió de mantenerse durante la primera parte del mismo.

En todo el intervalo ordoviciense, se depositó el potente espesor de cuarcitas y pizarras correspondiente a dicha época; pero con posterioridad al dominio marino, el diastrofismo caledoniano acaso originase ondulaciones que ocasionaran la emergencia de un macizo en medio de las aguas.

Al final del Carbonífero medio se iniciaron los paroxismos varisícos, productores de una serie de compresiones que motivaron la emergencia del primitivo núcleo de la Meseta castellana, núcleo que actuó a la manera de «horst» o pilar contra el que se estrujaron los estratos silurianos que forman los Montes de Toledo y la sierra de Alhambra. En nuestro territorio, como más al N., la dirección de las capas no es realmente herciana, puesto que se dibuja una incurvación con centro al NO., de modo que queda patente un ulterior empuje, procedente del E., que actuó sobre la prolongación lateral de los estratos y desvió las primitivas alineaciones. Este último esfuerzo tangencial puede corresponder a las fases saática y pfálica de extinción herciana.

A la emersión de la comarca debió de seguir una derrubiación intensa de la misma, que tendería a nivelar el relieve, y ya en tiempos triásicos se produjo un hundimiento que dio origen a un gran lago, en el que se depositarían las

areniscas rojas y las potentes margas abigarradas, más o menos yesíferas, que muestran una evolución a facies continentales.

Nuevo descenso del territorio ocasionó después un avance del mar, merced al cual se verificó la sedimentación de las carñolas del Muschelkalk y, posteriormente, la elevación continental hizo emergir los depósitos triásicos. Dicha elevación prosiguió, sin alteraciones sensibles del suelo, durante todo el período jurásico, según lo atestigua la falta de los correspondientes sedimentos.

En los comienzos del Cretáceo volvió a hundirse el país, que sufrió, por el Este, una invasión del mar hasta la línea que determinan el pueblo de Pedro Muñoz y la estación de ferrocarril de Herrera de la Mancha, pues a Poniente de la misma no se han encontrado sedimentos atribuibles al expresado sistema. Entonces se produjo la deposición de las calizas que afloran en los antedichos lugares.

Transcurrido el Cretáceo medio volvió a elevarse toda la región. Nuevos empujes establecieron un régimen continental con desgastes por continua gliptogénesis, y durante el Eogeno se verificó el desplome de toda el área comprendida entre el Campo de Criptana y el de Montiel. Como corolario, quedó constituida una fosa tectónica de no mucha profundidad, hacia la cual convergerían los cursos acuíferos que habían de colmarla paulatinamente.

La formación de los depósitos daría comienzo con una fase de erosión activa que, en los primeros tiempos miocenos, produjo los mantos iniciales del relleno. Luego, el endorreísmo continental, acumuló todas las aguas en un gran lago que ocupó toda la zona, y en él se depositaron, durante el resto del Mioceno, las margas yesíferas, arcillas, arenas y calizas del piso superior del sistema. El hecho de que estas últimas afloren solamente en los puntos de mayor cota, indica que, después de sedimentado el Mioceno, se desecó el gran lago y pudieron actuar los agentes externos que desgastaron desigualmente las calizas pontienses. Más tarde, acaso a mediados del Plioceno, las aguas continentales depositaron los conglomerados, arenas y margas de dicha edad, sobre las ligeras depresiones del Pontiense erosionado.

El relleno de la fosa de hundimiento por los depósitos miocenos y pliocenos, originó un extenso país llano, afectado después por el movimiento que elevó en masa toda la Meseta y ocasionó la inclinación general del territorio de la Hoja hacia el Norte y Oeste. Así se iniciaría nuevo ciclo erosivo que cambió las características fisiográficas y, como consecuencia, las aguas fluviales se concentraron en el Záncara y el Bajo Gigüela, según acontece actualmente.

Por último, la erosión holocena, juntamente con los fenómenos de descomposición química, han dado a la comarca la forma que presenta en nuestros días.

VI

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Carece el territorio de manantiales naturales, pero posee, en cambio, un amplio y continuo manto acuífero que se extiende con regularidad bajo la superficie de la dilatada llanura.

La comarca se presenta como una gran cubeta de fondo impermeable, rellena por materiales calizos y detríticos hasta la línea horizontal del suelo, elementos que son sumamente permeables, los calizos a causa de su fisuración y los detríticos por la constitución de sus poros. Asimismo, las cuarcitas integrantes de los cerros que se alzan en el sector NO., dejan al agua fácil paso a consecuencia de las frecuentes diaclasas y líneas de disyunción que presentan los bancos.

La constitución expresada, hace a la zona extraordinariamente apta para almacenar importante volumen de agua subterránea, pues buena parte de las precipitaciones atmosféricas, a la que se une la fracción, no despreciable, del caudal de los cursos fluviales, pasan a empapar las rocas permeables del subsuelo y quedan después detenidas por las impermeables sobre las que aquéllas descansan.

La posición relativa de las formaciones en la llanura es: calizas en la parte inferior y terreno de acarreo en la superior, y aunque la superficie de separación no es horizontal, ello no afecta a la masa de agua subterránea, cuyo nivel hidráulico permanece sensiblemente horizontal sea cual fuere el terreno que empapa.

La base del sistema hidrográfico es el Bajo Gigüela, al cual se dirigen los demás ríos, de cauces poco definidos, que se pierden antes de llegar a la confluencia y cuyos tramos finales sólo se manifiestan en los casos de avenidas.

La parte del caudal que absorbe el terreno, y la fracción de agua meteórica infiltrada, son las que nutren al manto subterráneo.

Para formar idea de la magnitud de aquél en el área que estudiamos, observaremos que la superficie de la Hoja es de 527 kilómetros cuadrados, y que, dada la horizontalidad del terreno y la naturaleza de los materiales componentes, la absorción de agua meteórica precipitada puede considerarse casi máxima, de suerte que es posible adoptar un coeficiente general de infiltración de 0,50, dejando 0,40 para la evaporación y 0,10 para la escorrentía.

Como el promedio anual de lluvia es de 390 milímetros, sin tener en cuenta los demás meteoros acuosos para operar siempre por defecto, la altura de agua absorbida será: $0,50 \times 390 = 195$ milímetros, la cual, multiplicada por la superficie, 527 kilómetros cuadrados, da un volumen de agua infiltrada de unos 100 millones de metros cúbicos anuales, equivalentes a 3 metros cúbicos por segundo.

A la referida infiltración debe agregarse la procedente de los ríos que surcan el territorio: Bajo Grijuela, Záncara y Guadiana Alto. No existen datos completos sobre los aforos de estos cursos de agua, pero se estima que el caudal medio que aportan a la llanura no es inferior a 2 metros cúbicos, de manera que, considerando sólo la mitad de esta cifra, para tener en cuenta el agua de escorrentía debida a las crecidas, queda todavía un metro cúbico para la infiltración, volumen que, sumado al correspondiente a la lluvia que la llanura recibe directamente, arroja un total de 4 metros cúbicos por segundo como caudal mínimo del manto subterráneo.

Este manto, como ya hemos dicho, es casi horizontal, de modo que la profundidad a que se encuentra depende de la mayor o menor cota del terreno. Con todo, el nivel superior está sujeto a variaciones en armonía con las oscilaciones meteorológicas: lluvias persistentes o sequías prolongadas, y esta circunstancia ha dado origen a la creencia vulgar de que existen otros mantos acuíferos por debajo del que consideramos. Tal opinión procede, a nuestro juicio, de una errónea interpretación de los hechos. En épocas de gran sequía, desciende, lógicamente, el nivel del manto acuífero y, como consecuencia, quedan en seco bastantes de los pozos. Al ahondarse éstos por la necesidad de procurarse agua, es casi seguro encontrarla a mayor profundidad, más no porque se trate de un nuevo nivel, sino sencillamente del antiguo, que ha descendido a causa de la prolongada sequía.

En diferentes zonas del territorio se alcanza el agua entre 5 y 10 metros, y entonces se acude, para la elevación, al empleo de norias. Al N. de Puerto-Lápice, por ambos lados de la carretera de Madrid a Cádiz, se encuentran bastantes de aquéllas, que suelen poseer unos 6 metros de profundidad.

En la hermosa finca conocida con el nombre de Casa de los Frailes, existen

varios pozos que han atravesado arenas infrapuestas a los travertinos, que cuentan 10 metros de profundidad y ofrecen agua potable a los cinco. Uno de ellos rinde hasta 150 metros cúbicos por hora.

Los núcleos de población de la Hoja se abastecen con pozos no muy profundos. Puerto-Lápice posee buen número de ellos enclavados en las casas particulares. El del bar del Moro posee 15 metros de profundidad y el agua se halla a los 10. El análisis de una muestra de la misma, realizado en el Laboratorio del Instituto Geológico y Minero, ha dado el resultado siguiente:

Cal	0,1689	gramos por litro.
Magnesia	0,0362	— —
Anhídrido sulfúrico	0,0532	— —
Cloro	0,0781	— —
Cloruro sódico	0,1287	— —
Grado hidrotimétrico	35°	

Villarta de San Juan se surte también de gran número de pozos domésticos, pues rara es la casa que no lo tiene. Se encuentran en terreno arcillo-arenoso y el agua aparece a los 9 metros. No es grande el caudal de cada uno de ellos, pero, en conjunto, componen un volumen que remedia las necesidades. Analizada el agua de uno de ellos en el Laboratorio del Instituto, ha revelado el siguiente contenido:

Cal	0,1256	gramos por litro.
Magnesia	0,0616	— —
Anhídrido sulfúrico	0,0892	— —
Cloro	0,0603	— —
Cloruro sódico	0,0994	— —
Grado hidrotimétrico	33°	

El vecindario de Arenas de San Juan utiliza, igualmente, el agua de múltiples pozos que atraviesan arenas y tienen el fondo en terreno arcilloso. Un pozo existente en la travesía de la carretera a Villarta posee 8 metros de profundidad, y el agua se halla a los seis. El correspondiente análisis, practicado, como los anteriores, en el Laboratorio del Instituto, aparece a continuación:

Cal	0,1648	gramos por litro.
Magnesia	0,0760	— —
Anhídrido sulfúrico	0,1389	— —
Cloro	0,0923	— —
Cloruro sódico	0,1522	— —
Grado hidrotimétrico	45°	

En la zona oriental de la Hoja aumenta la hondura de los pozos, pues el manto acuífero queda a 15 ó 20 metros bajo la superficie, y ello es lo que ha impedido la utilización en el pasado, ya que esa profundidad es poco apropiada para el dispositivo de la noria. El pozo de Las Perdigueras, situado a 3,5 kilómetros al N. de la estación de ferrocarril de Cinco Casas, tiene 20 metros de profundidad y se halla provisto de un taladro en el fondo. Se utiliza para el abastecimiento de Alcázar de San Juan, y se extraen de él 30 litros de agua por segundo. La citada estación hace uso de otro pozo, de análoga hondura, del que se elevan 7 litros de agua por segundo, mediante una máquina de vapor.

En todo el campo se encuentran pozos practicados con fines agrícolas, y en algunos casos en que el cultivo resulta remunerador se realizan instalaciones mecánicas para la elevación del agua.

Va, pues, aprovechándose la gran riqueza de agua subterránea que encierra el país, pero si se compara el caudal total alumbrado con el que podía obtenerse, según las consideraciones antes expuestas, se ve lo mucho que aún queda por hacer.

VII

MINERÍA Y CANTERAS

Dada su constitución, el territorio de la Hoja carece, como puede imaginarse, de minería; hasta el punto de que ni aun existen labores practicadas con el expresado fin, incluso desprovistas de fundamento, como es frecuente en zonas no mineras.

El país no sólo se halla falso de menas metálicas, sino que es sumamente pobre en materiales pétreos, pues, como se ha visto en la descripción estratigráfica, sólo ofrece cuarcitas, arenas, lastrones de travertino y algunos afloramientos de caliza blanca, pontiense.

Para aprovechar tales materiales suelen abrirse, circunstancialmente, canteras de muy pequeña importancia, que se sitúan cerca de los lugares de empleo. Así, en la ladera septentrional de la loma de Buenavista, situada a la izquierda de la carretera de Herencia a la de Villarta a la estación de Cinco Casas, a unos 200 metros del puente sobre el Gigüela, se ve practicada una excavación de 1,50 metros para el arranque de una caliza disgregada que suele emplearse en las obras de afirmado de la carretera. Esta creta forma una capa de poco espesor, próxima a la superficie del terreno.

También en la zona de la Casa de los Frailes se aprovechan los yesos de acarreo para su empleo, en pequeña escala, en las obras de construcción.

A medio kilómetro al SO. del pueblo de Arenas de San Juan, se ha establecido una pequeña cantera, en la que se extrae la caliza pontiense que aflora en la escarpa de la margen izquierda del Gigüela.

Por último, debe señalarse que la cal se obtiene en abundancia, utilizando la caliza travertínica existente a flor de tierra. La calcinación se efectúa en los propios lugares de empleo, pues la fabricación no constituye una industria fija.

AGRONOMÍA

El escaso número de formaciones geológicas que aparecen representadas en la Hoja motiva, como es lógico, muy pocas variaciones en la composición del suelo, y así, en las zonas cultivadas sólo se advierte que las tierras son sabulosas o arcillosas y que aumenta o disminuye en ellas la cantidad de cal.

En general, dichas tierras son arenoso-calizas, a veces yesosas, de escasa consistencia, bastante secas y, por lo común, poco profundas. A menudo se asientan sobre los costrones de travertino y los afloramientos de caliza pontiense, y como el espesor es reducido, las rejas de los arados suelen arrancar fragmentos calizos, que los labradores se ven obligados a recoger y agrupar en grandes montones.

Al NO. de la comarca, en el sector de Puerto-Lápice, la derrubriación de las cuarcitas que integran las colinas silurianas hace que abunden en las tierras los grandes fragmentos de las primeras, pero ello no impide que puedan destinarse al cultivo del olivo y los cereales.

En la llanura, las características agrícolas apenas ofrecen cambios, pues si es escasa la variedad de tierras, aún lo es más la de las producciones, resultado natural de la índole del suelo y las circunstancias climáticas. En el centro de la porción meridional del territorio se encuentran zonas cubiertas por masas de matorral abierto y encinares, no muy tupidos, resultantes de la transformación de antiguos matorrales. Pero, fuera de estos sectores, el terreno se halla ocupado por el viñedo y los cereales, sobre todo el primero, que es el predominante y al que debe su riqueza el país.

Ocupa la viña importantes extensiones, pero cuando el terreno se hace más fuerte, cede su lugar a las tierras abiertas, dedicadas a cereales en alternativa con leguminosas. Prevalece el sistema vicioso de dejar los campos a la con-

tingencia de las lluvias, de modo que, por escasez de éstas o porque no se verifican a su debido tiempo, se pierden con frecuencia las cosechas.

La extremada horizontalidad del territorio y el predominio de los materiales permeables en las capas situadas bajo la tierra vegetal, son causa de la falta de arroyos y de la escasez de arbolado, a no ser en las márgenes de los ríos y en algunos lugares, como la hermosa finca de Los Frailes. Aparte de estos sitios, nada interrumpe la monotonía de la planicie, en la que se recorren grandes distancias sin encontrar una especie arbórea. Es lamentable la falta de amor al árbol, tan generalizada en toda la Meseta.

El importante manto acuífero que encierra el subsuelo hace que abunden los pozos y norias, de manera que los cultivos de regadío van adquiriendo creciente desarrollo. Se han formado diversas huertas que, aunque de pequeña extensión, contribuyen al equilibrio agrícola y al bienestar de los habitantes. Se producen legumbres, hortalizas y algunos frutales, a pesar de que los inviernos, largos y rigurosos, constituyen un obstáculo para el desenvolvimiento de esos cultivos.

El absentismo del labrador de las tierras que trabaja, tan frecuente en La Mancha, no se halla aquí muy acentuado, y así lo demuestran las blancas casas de labor, repartidas por la amplia campiña, a la que dan un aspecto sumamente típico.

IX

BIBLIOGRAFÍA

1. J. ALONSO RODRÍGUEZ: *Una excursión a las lagunas de Ruidera*.—Ibérica, vol. XXV. Barcelona, 1928.
 2. A. DE ALVARADO: *Note sur les plisements hercyniens et la formation flonienne du massif E. de la Sierra Morena*.—Comp. Rend. XIII Congr. Géologique Int. Bruselas, 1922.
 3. — *Región E. de Sierra Morena*.—Bol. Inst. Geol. Esp., tomo XLIX. Madrid, 1928.
 4. E. BOSCÁ: *Tributo a Cervantes. Las Lagunas de Ruidera*.—Bol. Soc. Española Hist. Nat., t. XVI. Madrid, 1916.
 5. F. DE BOTELLA: *Apuntes paleogeográficos. España y sus antiguos mares*.—Bol. Soc. Geog., t. II. Madrid, 1877.
 6. C. BURRI: *Zur Petrographie der basischen Eruptivgesteine der Campo de Calatrava*.—Schweiz. Min. Petr. Mitt., t. XIII. Zurich, 1933.
 7. S. CALDERÓN: *Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real*.—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. X. Madrid, 1883.
 8. — *Ensayo orogénico sobre la meseta central de España*.—An. Soc. Española Hist. Nat., t. XIV. Madrid, 1885.
 9. M. CASTRO: *Apuntes sobre las lagunas de Ruidera y el río Guadiana*.—Rev. Obr. Púb., t. II. Madrid, 1854.
 - 9 bis. D. DE CORTÁZAR: *Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real*.—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. VII. Madrid, 1880.
 10. J. DANTÍN CERECEDE: *Resumen fisiográfico de la Península Ibérica*.—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., n.º 9. Madrid, 1912.
 11. — *Nueva Geografía Universal*.—T. III. Madrid, 1929.

12. E. DUPUY DE LÔME y P. DE NOVO: *Guías geológicas de las líneas férreas de España*. Madrid Sevilla.—XIV Congreso Geológico Internacional. Madrid, 1926.
13. J. EZQUERRA DEL BAYO: *Indicaciones geognósticas sobre las formaciones terciarias del centro de España*.—An. Min., t. III. Madrid, 1837-45.
14. — *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península*.—Mem. Acad. Cienc., tomos I y IV. Madrid, 1850-59.
15. M. FERNÁNDEZ DE CASTRO: *Noticia del estado en que se hallan los trabajos del mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874*.—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. III. Madrid, 1876.
16. TH. FISCHER: *Versuch einer wissenschaftlichen Orographie der Iberischen Halbinsel*.—Pettermann's Mitteilungen, n.º 11 y 12. 1894.
17. F. GASCUE y R. INGUNZA: *Rocas de la provincia de Ciudad Real remitidas por D. José Caminero*.—Bol. Comisión Mapa Geológico España, t. I. Madrid, 1874.
18. J. R. GONZÁLEZ REGUERAL: *Estudio microscópico de algunas rocas basálticas de Ciudad Real*.—Bol. Sociedad Española Historia Natural, t. XX. Madrid, 1920.
19. E. HABELFERNER: *Eine Revision der Graptolithen der Sierra Morena*.—Abh. d. Senck. Natur. Gesell., t. XLIII. Francfort, 1931.
20. E. HERNÁNDEZ-PACHECO: *Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica*.—Mem. Soc. Esp. Hist. Nat., t. IX. Madrid, 1913.
21. — *El yacimiento de mamíferos cuaternarios de Valverde de Calatrava y edad de los volcanes de Ciudad Real*.—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo del cincuentenario. Madrid, 1921.
22. — *La llanura de La Mancha y sus mamíferos fósiles (yacimiento de La Puebla de Almoradier)*.—Com. Inv. Paleont. y Prehist., Mem. número 28. Madrid, 1921.
23. — *Los cinco ríos principales de España y sus terrazas*.—Publ. Mus. Nacional Cienc. Nat., n.º 30. Madrid, 1928.
24. — *Síntesis fisiográfica y geológica de España*.—Trab. Mus. Nac. Ciencias Nat., ser. geol., n.º 38. Madrid, 1932.
25. F. HERNÁNDEZ-PACHECO: *Sobre los volcanes del Campo de Calatrava*.—Boletín Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXVIII. Madrid, 1928.
26. — *Estudio de la región volcánica central de España*.—Mem. Acad. Ciencias Exac., Fís. y Nat., t. III, ser. Cien. Nat. Madrid, 1932.
27. R. HOERNES: *Eine geologische Reise durch Spanien*.—Mitt. d. naturwiss. Vereines f. Steiermark. Graz, 1901.
28. — *Untersuchungen der jüngeren Tertiärgebilde des Westlichen Mittel-*

- meeregebiete*.—Sitznugs. d. k. Akad. d. Wiss. Math. Naturwiss. Klasse, t. CXIV. Viena, 1905.
29. E. HUGUET DEL VILLAR: *Archivo geográfico de la Península Ibérica*.—Madrid, 1916.
30. INSTITUTO GALLACH: *Geografía de España*.—Barcelona, 1930.
31. A. LABORDE: *Itinerario descriptivo de las provincias de España*.—Valencia, 1816.
32. E. LARRUGA: *Memorias políticas y económicas sobre los Frutos, Comercio, Fábricas y Minas de España*.—T. XVII. Madrid, 1792.
33. H. LAUTENSACH: *Spanien und Portugal*.—Potsdam, 1936.
34. J. LÓPEZ COCA: *Procedimientos que deben emplearse en la provincia de Ciudad Real para elevar aguas subterráneas*.—Rev. Min. Met., t. XXV., ser. C. Madrid, 1907.
35. F. DE LUXÁN: *Estudios y observaciones geológicas relativas a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad Real*.—Mem. Acad. Cinc., t. I. Madrid, 1850.
36. J. MACPHERSON: *Ensayo de historia evolutiva de la península Ibérica*.—Annales Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXX. Madrid, 1901.
37. F. MACHATSCHEK: *Das Relief der Erde*.—Die Iberische Halbinsel. Berlin, 1938.
38. P. MADIZ: *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España*.—Madrid, 1846.
39. A. MAESTRE: *Nota sobre las formaciones basálticas de La Mancha*.—Neues Jahrb. 1839.
40. — *Observaciones acerca de los terrenos volcánicos de la Península*.—Bol. Of. Min. Madrid, 1844.
41. L. MALLADA: *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*.—Bol. Com. Mapa Geológico de España, t. II, VII, XI, XII y XIV. Madrid, 1875-87.
42. — *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*.—Boletín Com. Mapa Geol. Esp., t. XVIII. Madrid, 1891.
43. — *Explicación del Mapa geológico de España*.—Mem. Com. Mapa Geológico de España. Madrid, 1907-11.
44. L. MARTÍN ECHEVERRÍA: *Geografía de España*.—Madrid, 1928.
45. O. MAULI: *Iberische Halbinsel*.—Enzyk. d. Erdkunde.—Leipzig, 1929.
46. J. MESEGUR PARDO: *Geología cervantina en el reino de Murcia. La Cueva de Montesinos y las lagunas de Ruidera*.—Not. y Com. Inst. Geol. y Mineralog. Esp., n.º 20. Madrid, 1950.
47. F. NARANJO: *Reconocimiento geológico de la cuenca del Guadiana (Mancha Baja)*.—Rev. Min., t. I. Madrid, 1850.

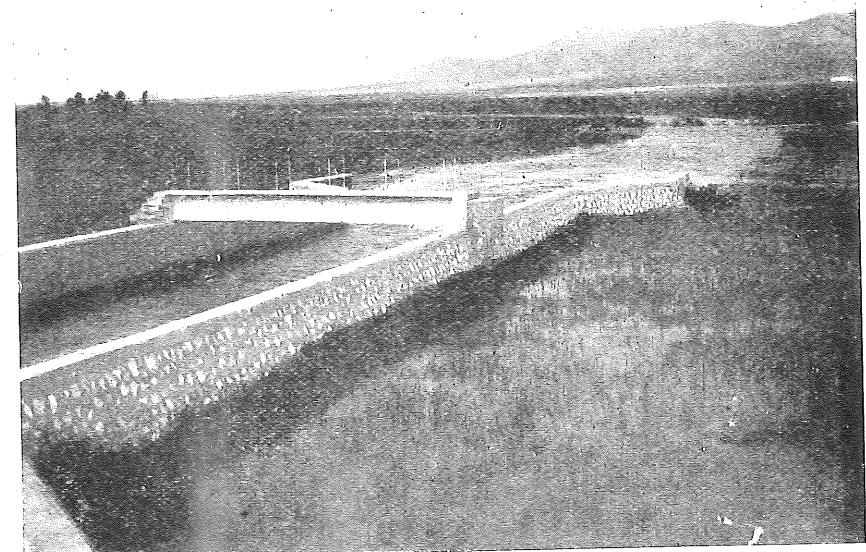
48. A. PENCK: *Die Pyrenäen Halbinsel Reisebilder*.—Schr. d. Ver. zur Verb. naturwiss. Kenntnisse, t. XXXIV. Viena, 1894.
49. — *Studien über das Klima Spaens. während der jüngeren Tertiärperiode und der Diluvialperiode*.—Zeitsch. d. Gesell. f. Erdkunde, t. XXIX. Berlin, 1894.
50. C. PLANCHUELO PORTALÉS: *El alto Guadiana y la zona oriental de la altiplanicie del Campo de Montiel*.—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XLII. Madrid, 1944.
- 50 bis. — *Un nuevo afloramiento cretácico en La Mancha (Ciudad Real)*.—Boletín Soc. Esp. Hist. Nat., t. XLIII. Madrid, 1945.
- 50 ter. — *Otro nuevo afloramiento cretácico en La Mancha (Ciudad Real)*.—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo extraordinario. Madrid, 1949.
51. C. DE PRADO: *Mémoire sur la géologie d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Toledo*.—Bull. Soc. Géol. Fr., vol. XII, seg. ser. París, 1856.
52. G. PUIG Y LARRAZ: *Cavernas y simas de España*.—Bol. Com. Mapa Geol. de Esp., t. XXI. Madrid, 1894.
53. F. QUIROGA: *Estudio micrográfico de algunos basaltos de Ciudad Real*.—Anales Soc. Esp. Hist. Nat., t. IX. Madrid, 1880.
54. A. REVENGA: *Contribución al estudio de la hidrografía de la Península Ibérica*.—Bol. Soc. Geogr., t. LXVII. Madrid, 1927.
55. I. ROSO DE LUNA: *Nota informativa de los sondeos realizados en el término de Argamasilla de Calatrava (Ciudad Real)*.—Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp., n.º 11. Madrid, 1943.
56. J. ROYO: *El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica*.—Trab. Museo Nac. Cienc. Nat., ser. paleont., n.º 5. Madrid, 1922.
57. E. RUBIO y J. MESA GUERRA: *Explicación del nuevo mapa geológico de España en escala 1:1.000.000. Rocas hipogénicas*.—Mem. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1935.
58. M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA: *Estudio de las rocas eruptivas de España*.—Mem. Acad. Cienc. Exac., Fís. y Nat., t. VI, ser. Cienc. Nat. Madrid, 1936.
59. T. SANZ: *Hidrología de La Mancha*.—Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España, n.º 15. Madrid, 1946.
60. L. SOLÉ SABARÍS: *Síntesis geológica de la Península Ibérica*.—Apénd. a la Introd. a la Geol. Barcelona, 1938.
61. F. TORMO: *De Madrid a Valencia*.—Bol. Acad. Hist., t. XCIV. Madrid, 1929.
62. E. DE VERNEUIL: *Sur la structure géologique de l'Espagne*.—Ann. Inst. Prov. Caen, 1853.
63. E. DE VERNEUIL y J. BARRANDE: *Description des fossiles trouvés dans les ter-*

- rains silurien et devonien d'Almadén, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Toledo*.—Bull. Soc. Géol. France, vol. XII, segunda serie. París, 1856.
64. E. DE VERNEUIL y E. COLLOMB: *Explication de la carte géologique de l'Espagne et de Portugal*.—París, 1869.
65. C. VILLALBA GRANDA: *Valor hidrodinámico de los ríos españoles*.—Asoc. Española Progr. Cienc., Congr. Coimbra, t. X. 1925.

HOJA N.^o 738 — VILLARTA DE SAN JUAN



Villarta de San Juan. Al fondo la sierra Calderina.

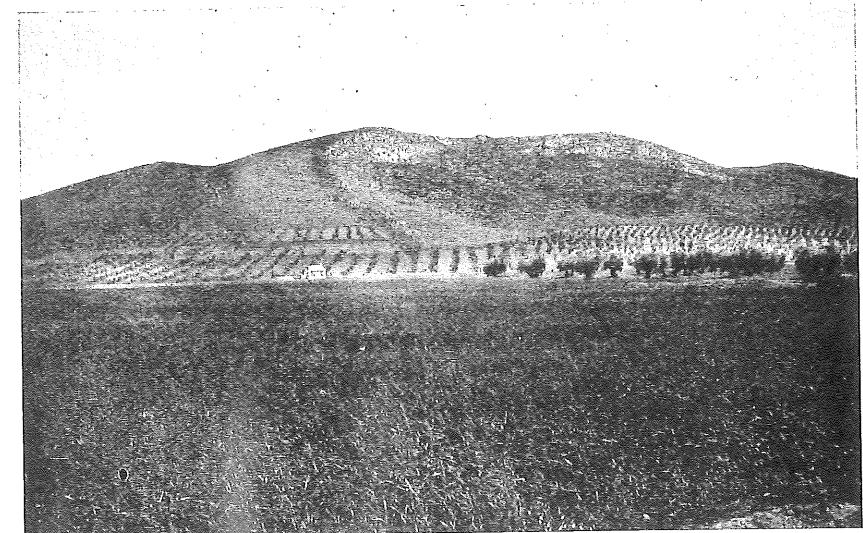


El río Gigüela desde el puente de la carretera de Herencia a Villarta. Al fondo la sierra Calderina.



El río Gigüela aguas abajo de Arenas de San Juan. En primer término, a la derecha, escarpa caliza pontiense.

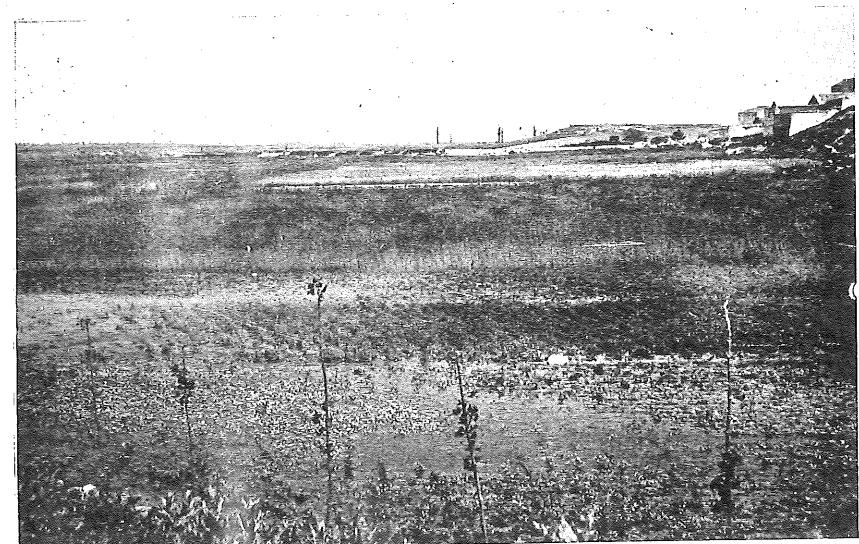
HUJA N.º 738.—VILLARTA DE SAN JUAN



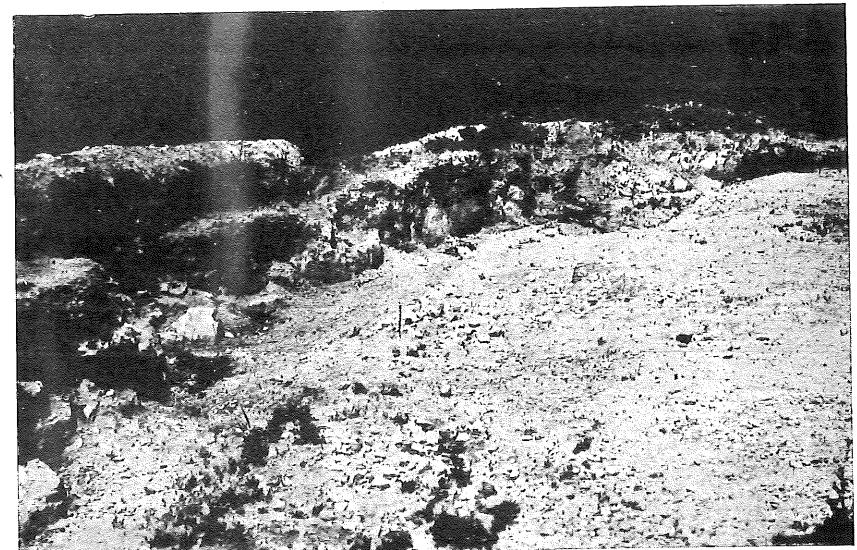
Cerro de cuarcitas ordovicienses al E. de Puerto-Lápice.



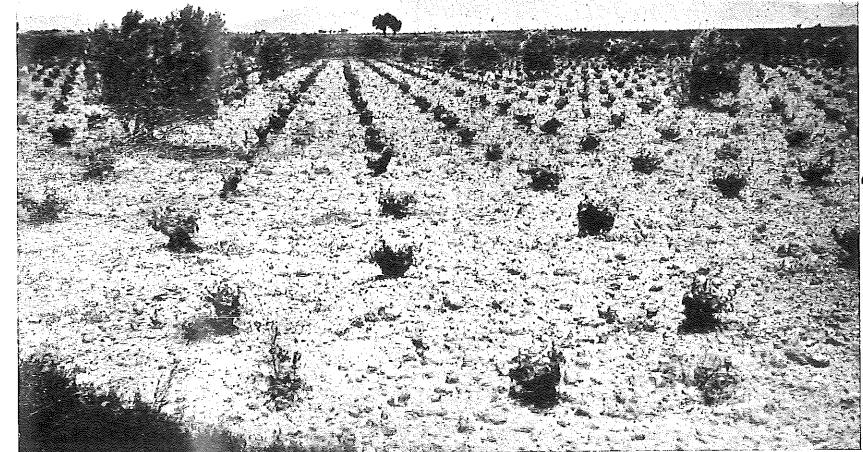
Arenas de San Juan, sobre calizas pontienses.



Borde calizo pontiense de la margen izquierda del Gigüela, sobre el que está edificado Arenas de San Juan.



Cantera de caliza pontiense, 500 metros al SO. de Arenas de San Juan.



Cultivos de viñedo y olivar dos kilómetros al E. de Villarta. Al fondo la sierra Calderina.



Calizas pontienses cortadas con el desmonte de la carretera de Manzanares a Alcázar, kilómetro 32.