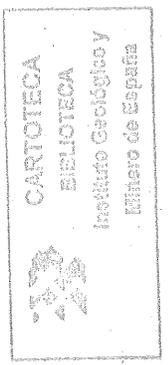


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

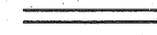
ESCALA 1:50.000

EXPLICACION

DE LA

HOJA N.º 297

ESTARTIT



MADRID
TIP. Y LIT. COULLAUT
MARIA DE MOLINA, 58
1941

Esta Explicación y su Hoja correspondiente han sido compuestas por el Excmo. Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis (*Director del Instituto Geológico y Minero de España*) y D. Maximino San Miguel de la Cámara (*Catedrático de Geología de la Universidad de Barcelona*).

I

BIBLIOGRAFIA

1. M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA.—Resumen geológico-geognóstico de la Costa Brava (Gerona).—«Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias». Congreso de Lisboa, 1931.
2. L. M. VIDAL.—Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.—«Bol. Com. Mapa Geol. de España», t. XIII. Madrid, 1886.
3. M. DALLONI.—Etude géologique des Pyrénées Catalanes.—Alger, 1930.
4. M. CHEVALIER.—Essai sur la Physiographie de la Catalogne orientale.—«XIV Congreso Geol. Internacional». Madrid, 1926.
5. P. FALLOT et E. BLANCHET.—Observations sur la faune des terrains jurasiques de la region de Cardó et de Tortosa (prov. de Tarragona).—«Trab. Inst. Cat. de Hist. Nat.». Barcelona, 1923.
6. F. GÓMEZ LLUECA.—Noticia sobre el hallazgo del *Aspidiscus cristatus*, Lamark, en el cenomanense de España.—«Bol. Instituto Geol. y Min. de España», t. LII. 1930.
7. M. SAN MIGUEL y L. SOLÉ SABARÍS.—Nota geológica sobre el macizo Cretáceo de Torroella de Montgrí.—«Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat.», t. XXXII. Madrid, 1932.
8. BATALLER, J. R.—Assaig bibliogràfic de la geologia de la provincia de Girona.—«But. Inst. Cat. Hist. Nat.». T. XXIII. 1923.
9. BAUZÁ, F.—Breve reseña geológica de la provincia de Gerona.—«Bol. Com. Mapa Geol. España». 1874.
10. CAREZ, F.—Etude des terrains cretacés et tertiaires du nord de l'Espagne». París, 1881.
11. FAURA Y SANS, M.—Mapa Geològic de la Mancomunitat de Catalunya.—«Explicació de la Fulla n.º 24».—Sant Feliu de Guíxols, 1923.

12. SCHRIEL, W.—Der geologische Bau des Katalonischen Küstengebirge zwischen Ebrömündung und Ampurdan.—«Beitr. z. Geol. der Medit. West.». Göttingen, 1929.

Posteriormente a la redacción de este texto han aparecido otros trabajos referentes a la región estudiada, particularmente de Ashauer y Teichmüller en el que, coincidiendo con nosotros, reconocen la existencia de los corrimientos ampurdaneses. Estos trabajos son:

13. ASHAUER, H. y TEICHMÜLLER, R.—Die varicische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens.—«Beitr. z. Geol. der West.». Medit., 1935.
14. L. SOLÉ SABARÍS.—La geología de los alrededores de Figueras y la tectónica del Ampurdán. 1933.
15. J. R. BATALLER.—La fauna coral-lina del Cretácico de Catalunya i regions limítrofes.—«Arx. Escola Sup. Agricultura». Barcelona, 1937.
16. L. SOLÉ SABARÍS y N. LLOPIS LLADO.—Terminación septentrional de la Cordillera Costera Catalana.—«Asoc. para el Est. Geol. del Medit. Occident.». T. VI, n.º 1. 1939.
17. L. SOLÉ SABARÍS.—Superficies de erosión en las Cordilleras Litorales de Cataluña.—«Anales de la Universidad de Barcelona». 1940.

II

ESTRATIGRAFIA

La parte objeto de nuestra investigación, figurada en la Hoja número 297, queda entre la llanura aluvial del curso inferior del Ter y del Golfo de Rosas a la derecha del Fluviá, levantándose bruscamente sobre todos sus lados hasta alcanzar la altitud máxima de 309 metros en el castillo de Santa Catalina, situado sobre Torroella de Montgrí. Las pendientes más abruptas vierten al Ter, desde más allá de Ullá hasta Estartit, y todo el macizo de aquí a La Escala; cortado por el mar en su lado oriental, forma grandiosa costa acantilada de paredes verticales, hasta de 100 metros de altura (Salto del Pastor y Miladonas), muy recortada y pintoresca, con multitud de islotes, curiosas cuevas, puentes naturales y hermosas calas, como la Foradada, la cueva de Las Cambras, cala Farriola, cala Mongó, etcétera.

Del lado del Fluviá, hacia La Escala, es más suave la pendiente y la cima del macizo, excepto dos o tres cerros que se elevan, cuando más, 150 metros sobre ella, forma una planicie o páramo calizo pedregoso, a modo de rasa, con altitud media de 130 metros, entre La Escala, Torroella de Montgrí, Estartit y el mar, parte de la cual está ocupada por dunas, fijadas por la Sección de Repoblación del cuerpo de Ingenieros de Montes del Estado, que forman una banda desde La Escala, ascendiendo por la montaña, hasta la vega de Torroella, al Este de la población y al Oeste de la altimeseta de Estartit.

A oriente del macizo, y a poco más de dos kilómetros de Estartit, destacan sobre el azul del mar una serie de islotes, las islas Medas, el mayor de los cuales, Meda Grande, no llega, en su mayor longitud, a un kilómetro, y los demás muy pequeños; islotes que no son más que fragmentos del mismo macizo, que en forma de promonto-

rio avanzaba al SE., y que el mar rompió y fragmentó en serie lineal de islotes, de los cuales no quedan ya más que cuatro. Como después veremos, su constitución geológica es la misma, e iguales las direcciones y buzamientos de las capas que en el macizo inmediato.

Rodean, menos por el Este, al macizo, llanuras aluviales de los cursos inferiores del Ter y del Fluviá, separadas de la zona montañosa caliza por pequeñas colinas, cerritos o pendientes suaves bajo las cornisas abruptas, formadas por areniscas y conglomerados rojizos y grises del Eoceno superior.

Cinco son los terrenos geológicos que hemos podido reconocer en este macizo: el Triásico, el Lías, el Cretáceo, el Eoceno y el Cuaternario, dos de los cuales no habían sido citados por los autores que nos han precedido (2, 3 y 4); en cambio, no hemos podido ver en ningún sitio ni comprobar la existencia del paleozoico, que asegura uno de ellos haber visto aflorar en Torroella de Montgrí (4), fuera de la Hoja.

Finalmente hemos encontrado cerca de la carretera de Torroella a El Estartit, hacia mitad de camino, un apuntamiento basáltico que tampoco ha sido visto ni citado por dichos autores, ni por los que han estudiado la región volcánica de la provincia de Gerona.

Triásico

No era conocida la existencia del Triás en esta comarca; las manchas más próximas son las del alto valle de la Muga, entre Darnius y San Lorenzo de la Muga, en las que aflora únicamente el Triás superior, con buzamiento al Sur y llevando encima el Cretáceo (Vidal).

Nosotros hemos encontrado ahora tres afloramientos pequeños del Triás superior, que si no tienen importancia por su extensión, tan reducida que apenas si puede representarse en mapas a escala 1:25.000 sin exagerar sus dimensiones, son de gran interés geológico, paleogeográfico y más especialmente tectónico.

El afloramiento mayor está al Norte de Belcaire, inmediato al pueblo, cortado por la carretera de Belcaire a Albons, que no comprende esta Hoja.

Otro afloramiento, compuesto igualmente de margas yesíferas abigarradas, con cristales de cuarzo, se encuentra en Punta de las Guixeras o de Estartit (figs. 1 y 2), descansando sobre el Eoceno inferior; la manchita no llega a 10 metros de anchura media y seguramente no pasa de los 50 de longitud. Sobre ella descansa, concordante y normal, una serie liásico-cretácea que después describiremos.

Finalmente, el tercer afloramiento lo encontramos en la Meda Grande (fig. 3), con idénticos caracteres que el anterior. Sobre el desembarcadero se ve una banda de yesos rojizos y margas abigarradas,

cargadas de cristales de cuarzo, que sube menos de 20 metros sobre el desembarcadero y que el camino a los edificios del faro corta varias veces. Aquí no se ve el yacente, que queda bajo las aguas del

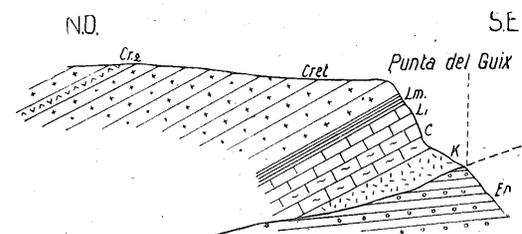


Fig. 1.—Corte geológico de la Punta de las Guixeras (Punta del Guix)

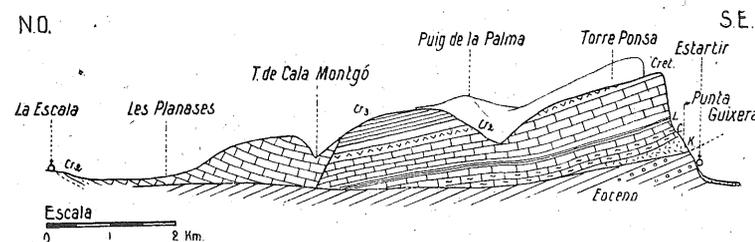


Fig. 2.—Corte geológico de Estartit a La Escala

Eo. Pudingas, areniscas y arcillas rojizas del Eoceno superior.—K. Margas yesíferas del keuper.—C. Caríolias.—L1. Lías inferior (calizas).—Lm. Lías medio (margas).—Cret. Calizas infracretáceas.—Cr2. Calizas con orbitolinas

Mediterráneo; como muro tiene la serie liásico-cretácea, ya indicada para Punta de las Guixeras o del Guix, de la cual es continuación la isla.

Jurásico

Tampoco ha sido citado en esta zona el Jurásico que, además, tiene muy reducida extensión en la provincia de Gerona, si bien sospechamos que en nuevas investigaciones aumentarán en extensión y número las manchas citadas.

Hasta ahora sólo se había reconocido con seguridad, por ser fosilífero, en la loma alargada que sirve de asiento al castillo de Figueras, donde, según Vidal (2), está constituido por calizas negruzcas y margas amarillentas del Lías medio, con

Terebratula punctata, Sow.
Id. subpunctata Sow.
Id. jauberti, Desl.
Rhynchonella tetraedra, Sow.
Pecten aequivalvis, Sow.
Id. acuticostatus.
Ammonites.
Belemnites.

Nosotros hemos podido reconocer este terreno en la Punta de las Guixeras y en las Meda Grande y Chica (figs. 1, 2 y 3). En los tres sitios se ve sobre el Trías superior una capa de calizas dolomíticas negras, muy fértidas al golpearlas con el martillo, a veces muy triturada,

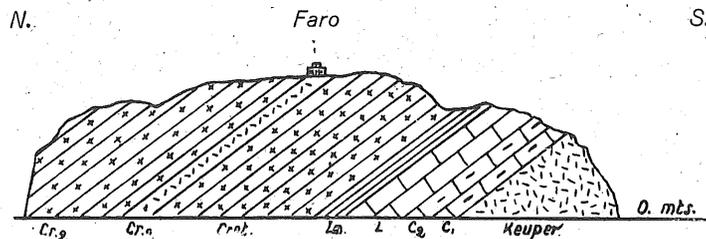


Fig. 3.—Corte geológico de la Meda Grande

K. Margas yesíferas del keuper.—C₁. Dolomía fértida.—C₂. Carniolas.—L. Calizas marmóreas del Lías.—Lm. Margas liásicas.—Cret. Calizas cretáceas.—Cr₂. Calizas con orbitolinas

das, sin fósiles, a las que siguen otras blanquecinas o amarillentas, compactas o cavernosas (carniolas) y calizas compactas grises estériles; sobre esta serie, que pudiera representar el Lías inferior o el nivel de las carniolas, hay una capa de calizas margosas, amarillentas, de superficie rugosa, que en las Medas encierra

Terebratula subpunctata, Sow.
Belemnites.
Pecten.
Rhynchonella.

Fallot (5), en una nota al pie de *Belemnites armatus*, Dumortier, dice que quizá se encuentra en las islas Medas, a juzgar por algunos ejemplares recogidos en ellas con *Terebratula subpunctata*; al tratar de los

Pentacrinus dice que en las islas Medas acompaña a los braquiópodos del Lías medio *P. Crista-Galli*, Quenst. Estos datos son los únicos que hemos encontrado referentes a esta localidad.

Es indudable la existencia del Lías medio, pero no hemos podido ver entre éste y las capas cretáceas nada que nos permita asegurar la presencia del Lías superior ni de otros términos del Jurásico, a los que podría corresponder quizá la capa de calizas marmóreas estériles que aparecen inmediatamente encima de las con *Belemnites* y braquiópodos.

El Lías, que en la época de Vidal se consideraba como muy dudoso en algunos afloramientos señalados por él, se había confundido aquí y en otras partes con el Cretáceo, y en otras con el Trías; cuando su nivel inferior no es fosilífero y descansa sobre el Trías y bajo las enormes masas de calizas cretáceas, no son fácilmente reconocibles las calizas y dolomías del Lías inferior y separables del Cretáceo o del Trías dolomítico, a no ser por un geólogo que conozca bien otras sucesiones estratigráficas petrográficamente idénticas, fosilíferas, como puede ocurrir ya después de reconocida la sucesión en la cuenca del Llobregat y en esta parte del Ampurdán.

En la Punta de Estartit (las Guixeras) recogimos

Terebratula punctata, Sow.
Id. jauberti var. *depressa*, Dubar.
Belemnites.
Pecten.

Cretáceo

Es el terreno que ocupa mayor extensión y el que adquiere gran importancia y potencia en esta Hoja; desde la Punta de El Estartit hasta La Escala por un lado, y hasta cerca de Belcaire por los otros, forma una masa caliza, dividida en sierras o sectores por algunos torrentes. El más occidental, limitado por un arco que va de La Escala a Belcaire, Ullá y Torroella y los dos torrentes que van uno a La Escala y otro a Torroella, en dirección opuesta y al Este del cerro de Santa Catalina, quedan fuera de la Hoja. El del centro lo forma la Serra Gran, con el Mont Plá, Torre Morracha y Roca Maura; el oriental o de la marina es la zona plana, situado al Este del torrente de la Torre Ponsa, Puig de la Palma y torrente que va a la cala de la Clota Gran, cerca de La Escala, al cual corresponden los acantilados de la grandiosa, recortada y accidentada costa entre La Escala y Estartit.

Vidal (2), que es el único que ha estudiado este macizo, le asigna edad urgo-aptiense; de igual edad considera las islas Medas. Según este eminente autor, la montaña de Torroella de Montgrí está integra-

da por las calizas con *Requienia lonsdalei*, compacta, de color claro; en La Escala, a orillas del mar, afloran unos bancos margosos y calizos, en los que el Sr. Chia descubrió una fauna urgo-aptiense, con

Janira morrosi, Pict. y Renev.
O. reclangularis, Roemer.
Terebratula sella, Sow.
Rhynchonella gibbisiana, Sow.
Epiaster polygonus, d'Orb.
Epiaster nov., sp.

El Cretáceo de este macizo descansa unas veces sobre el Lías y otras sobre el Eoceno (pie de la montaña, desde Roca Maura hasta más allá de Ullá).

En los sitios que se encuentra sobre el Lías es francamente concordante en él, hasta el punto de que es difícil separarlos, y si no llevan fósiles no hay manera de establecer el límite más que por razones de semejanza petrográfica con otras partes en que los límites son fosilíferos.

Nosotros fijamos provisionalmente el límite en una masa de calizas granugientas, amarillentas o rojizas en las superficies expuestas a la intemperie, que descansan sobre las calizas grises estériles que forman cornisa y que yacen inmediatamente encima de las amarillentas fosilíferas del Lías medio en unos sitios y del Eoceno en otros; capas que como ya hemos indicado tanto pueden ser del Lías superior como del Cretáceo. En las granugientas citadas no hemos encontrado fósiles determinables, pero como son ricas en *miliolites* y de formas y caracteres muy semejantes a los vistos por nosotros en preparaciones microscópicas de las calizas aptienses del macizo de Garraf, no dudamos en separarlas de la serie jurásica y empezar con ellas la cretácea de este macizo.

Sobre éstas, tanto en la Meda Gran, al NO. de la casa del torrero y en el camino de la Torre Ponsa a Cala Mongó, poco después del Puig Terró, encontramos el nivel de *orbitolinus*, en el que pudimos recoger

Orbitolina conoidea, A. Gras
Id. discoidea, A. Gras

En el corte que hicimos desde El Estartit al Turó de la Palma, por Torre Ponsa, no fuimos afortunados, ya que no encontramos más fósiles que la *O. discoidea* y algunas secciones indeterminables de rudistidos (*Matheronia*?). En un corte desde Estartit al Puig de la Reina y cerca ya de éste encontramos una fauna aptiense, compuesta de abundantes

Glauconia helvetica, H. Coquand.
Ostrea boussingaulti? d'Orb.
Id. sp.
Id. sp.

pero no pudimos establecer con certeza si las capas con *glauconias* están debajo o encima de las con *orbitolinus*, por ser este un sitio cubierto de pedrizal, de vegetación y de arena de las dunas, pero a juzgar por la dirección de las capas parecen ser inferiores las con *Glauconia* y *Ostrea*.

En un corte de Estartit a La Escala, por la costa (fig. 2), apreciamos cómo se superpone a esta formación de calizas compactas otra de calizas amarillentas, en capas delgadas, que forman un sinclinal, cuyo eje, dirigido casi de Este a Oeste, queda entre Torre Mongó y Punta Grosa, donde son casi horizontales; al Sur de Punta Trencas buzan al N.-NE. y al Norte de Punta Grosa hasta La Escala al S.-SO. El tiempo nos fué adverso y no pudimos buscar fósiles en este nivel, solamente en el lado Sur de Cala Mongó logramos recoger

Chaeletes, sp.

En La Escala, Punta de casa Gran, pudimos ver un nivel de calizas blancas marmóreas con hermosas secciones de *Matheronia*, seguramente

Matheronia carinata (*Requienia lonsdalei*)

y multitud de secciones de corales que no pudimos aislar.

Estas capas son inferiores a las amarillentas margosas, en losas, antes dichas; encima de ellas hay unas calizas arenosas, granugientas, que siguen por el lado Norte de la Cala de la Clota Gran, correspondientes ya a la formación sinclinal dicha, que en las Planasas ha suministrado

Micraster corcolumbarium.
Epiaster polygonus, d'Orb.
Holcetus, sp.

Creemos que no es nada aventurado suponer que estas capas sinclinales corresponden a uno o más pisos superiores al aptiense; por algunos de los fósiles encontrados en La Escala y otros que vimos en el Museo Escolar de Torroella, procedentes de la Serra Gran y de la Vall de Santa Catalina.

Micraster corcolumbarium.
Alectryonia larva, Lamk.

debemos considerarlas como senonenses, sin poder precisar más por ahora.

Entre los fósiles del Museo Escolar de Torroella, que el Sr. Blasi ha tenido la amabilidad de dejarnos para este estudio, figuran cuatro ejemplares de *Aspidiscus*, procedentes del valle de Santa Catalina, en el límite de la Hoja, cuyo interés es extraordinario. Es un género fósil raro, que cuenta escasas especies, y son pocos los yacimientos conocidos. En Cataluña sólo se conoce de Falgás y es muy dudosa la procedencia; del resto de España no se ha citado más que del Cretáceo del camino de Bernedo a Meano (Alava). En estas dos localidades se trata de *A. cristatus* var. *bernedensis*, Gómez Lluca, característico del cenomanense.

Los ejemplares que poseemos responden exactamente a la especie *A. felixi*, Renz, y a una variedad nueva de esta especie, diferente de la variedad *Bernedensis* de Gómez Lluca.

El Sr. Solé Sabarís ha determinado las siguientes especies:

Aspidiscus felixi, Renz.

Id. montgrinensis, Solé.

De la primera especie se han recogido dos ejemplares que coinciden perfectamente con la forma encontrada por Renz en Grecia, la cual difiere de la especie de Lamarck porque la cara superior del polípero está ocupada por una serie de prominencias cónicas de escasa altura, dispuestas vagamente en círculos concéntricos. Este carácter le aproxima a *Aspidiscus semhae*, Kossmat, pero se diferencia de ella por tener su orla marginal menos desarrollada y por el número y distribución de las colinas cónicas.

Aspidiscus montgrinensis presenta las crestas ordenadas radialmente, como en *Aspidiscus cristatus*, pero en lugar de ser continuas y bifurcadas como en éste, se resuelven en una serie de crestas interrumpidas y bastante cortas que alternan irregularmente con prominencias cónicas.

En cambio, *Aspidiscus cristatus*, Lk., var. *bernedensis*, Gómez Lluca, presenta una serie de crestas de escasa longitud distribuidas muy irregularmente, disposición que coincide enteramente con la de *Aspidiscus franchi*, Parona, del Cretáceo de Tripolitania, al cual debe referirse la variedad de Gómez Lluca encontrada en la provincia de Alava.

Aspidiscus cristatus constituye, pues, un término de tránsito entre *Aspidiscus cristatus*, de crestas continuas y ordenación radial, y *Aspidiscus felixi*, de prominencias cónicas.

Como quiera que estas especies y géneros se consideran como característicos del cenomanense, aunque en Falgás, donde se ha citado, no se presenta este piso mesocretáceo, sino el Cretáceo superior, bien caracterizados sus diversos pisos por buenos fósiles, y los dos ante-

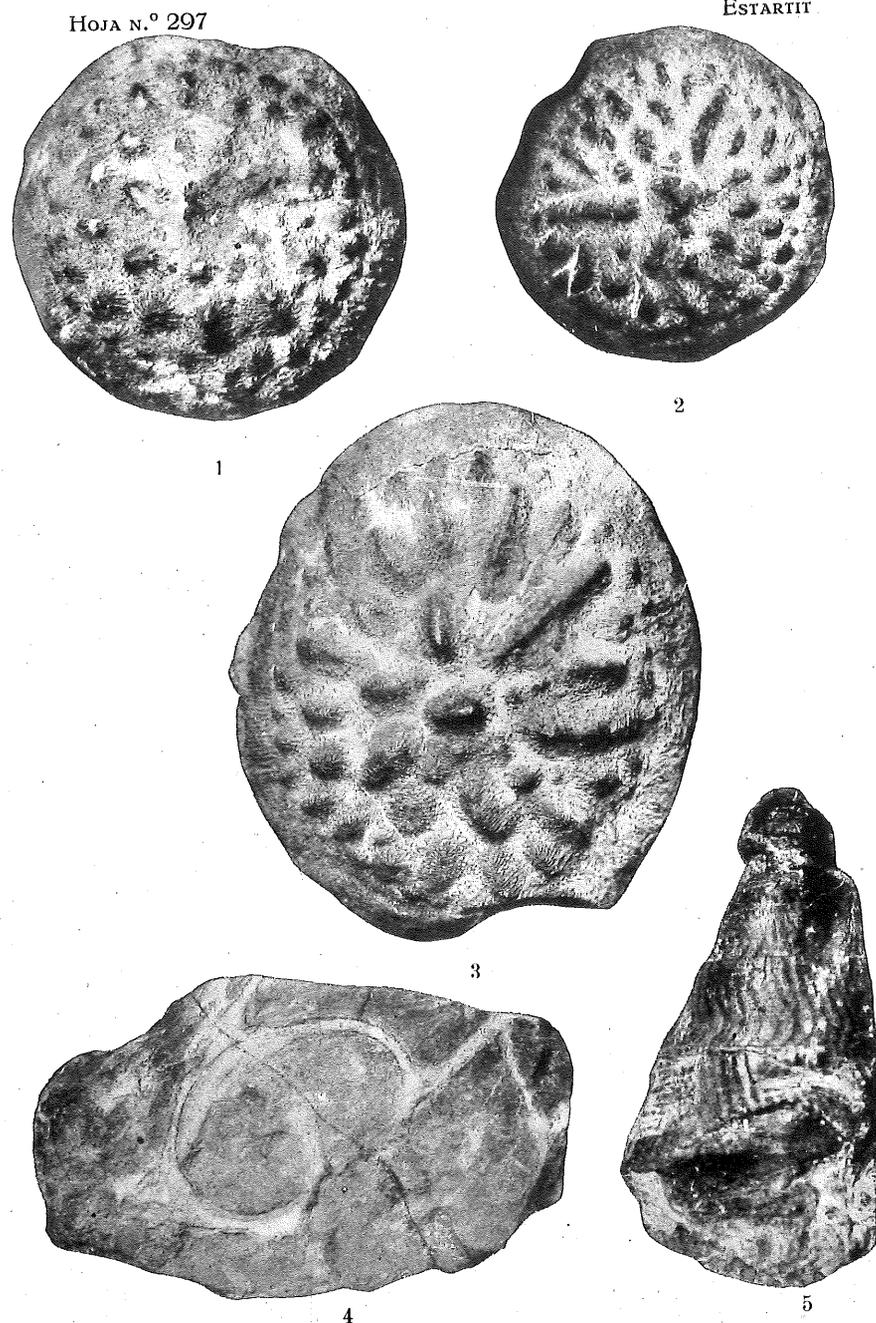


Fig. 1. - *Aspidiscus felixi*, Renz. (aumentado 1 y 1/2).

Fig. 2. - *Aspidiscus felixi* var. *montgrinensis*, Solé (aumentado 1 y 1/2).

Fig. 3. - *Aspidiscus felixi* var. *montgrinensis*, Solé (aumentado 1 y 1/2).

Fig. 4. - Sección de *Matheronia* (doble del tamaño natural).

Fig. 5. - *Glauconia helvetica*, Coquand (algo aumentada).

riormente citados son senonenses, el macizo de Estartit no es de constitución geológica tan sencilla y uniforme como hasta ahora se había creído. Todo hace presumir que investigaciones más detenidas demostrarán la existencia del Cretáceo medio y superior, representados por varios pisos, incluso el cenomanense, si podemos encontrar una fauna que con los *Aspidiscus* demuestre de modo definitivo la presencia de este piso mesocretáceo, si bien nos inclinamos a creer que la parte superior del mesocretáceo falta aquí como en otros sitios de la provincia y del Pirineo y Bergadá.

En el Pirineo y en los macizos secundarios de otras partes de Cataluña, el piso dominante, casi único del mesocretáceo, es el aptiense, tan bien desarrollado en el macizo de Garraf; en otras partes, como en el Bergadá y bordes de la Sierra del Cadí, es, por el contrario, el Cretáceo superior, del turonense al garumnense, el terreno que forma las sierras cretáceas. El macizo del Ampurdán tiene más analogía, morfológica, estratigráfica y paleontológicamente, con el de Garraf que con los del Bergadá y bordes de la Sierra del Cadí y otros puntos del Pirineo y sierras subordinadas; pero tectónicamente muestra gran semejanza con los del Bergadá de Pedraforca a la Pobla de Lillet; en efecto, en ambos sitios, una serie de Trías superior, de idéntica facies y de calizas liásicas coronadas por Cretáceo, descansan anormalmente sobre el Eoceno; en el del Ampurdán sobre el Eoceno inferior; en el del Bergadá o de Pedra Forca sobre el luteciense medio o inferior. En el Ampurdán, la serie cretácea está representada por el aptiense y el senonense, por lo menos; la potencia de la formación cretácea entre Estartit y La Escala es demasiado grande para que corresponda exclusivamente al aptiense; faltan por completo las facies arcillosas y arenas rojizas del garumnense y sus margas ligníferas; así como las margas azuladas piritosas de la base del mesocretáceo en otros sitios del Pirineo; igualmente falta la facies de bancos calizos con *Hippurites*. La facies de calizas margosas, granugientas, amarillentas, tan comunes en el senonense del Pirineo, es muy semejante a la que aparece desde La Escala hasta Cala Farriola y aun la Foradada, formando aquí, como ya hemos indicado, un sinclinal, roto varias veces por pequeñas fallas y con algunos repliegues secundarios que se aprecian bien en los acantilados, vistos desde el mar.

Eoceno

Vidal considera, en su memoria sobre la provincia de Gerona (2), al Eoceno que rodea por el Sur y el Oeste el macizo de Torroella de Montgrí, como superior a las capas con *Bulimus gerundensis*, Vidal, que entonces atribuía al Cretáceo superior (garumnense). Nosotros

no hemos encontrado fósiles y Vidal tampoco debió hallarlos, puesto que no los cita, por lo cual hemos de basarnos únicamente en relaciones estratigráficas y caracteres petrográficos para determinar su posición.

Está integrado por bancos de conglomerados grises, más o menos oscuros, con tintes rojizos a menudo, poligénicos, que alternan repetidas veces con areniscas y arcillas arenosas rojizas desde Estartit hasta más allá de Torroella; en algunos puntos se hacen más amarillentas, sobre todo de Ullá a Belcaire, a la vez que disminuyen el espesor y la frecuencia de los bancos de conglomerados; su buzamiento general es al O.-NO. y O.-SO., mostrándose bien clara su discordancia con las capas cretáceas que topográficamente se ven encima y también lo están estratigráficamente, aunque de modo anormal en muchos puntos, así como cuando entran en contacto con el Triás se las ve debajo de éste y discordantes igualmente.

Ni Dalloni (3), ni Chevalier (4), han dado más datos respecto a la posición estratigráfica de esta formación, seguramente porque, como nosotros, no han podido hallar pruebas concluyentes.

No lejos de aquí, en el borde Sur de la Hoja, en la orilla derecha del Ter, el Eoceno forma pequeños montículos que sobresalen en el llano cuaternario. Entre Mas Pla y Mas Pinell se encuentran, según Ashauer, Teichmüller, Solé y Llopis:

Nummulites fabiani, Prev.
N. striatus, Brug.
N. contortus, Desh.
N. variolarius, Lk.
Vulsella granulensis, Opph.
Calliomphalus deshayesi, Hebert.
Smitrochus cristatus, Félix.
Stylocoenia taurinensis, Mich.
Millepora, sp.
Porites, sp.
Montlivaultia, sp.
Paracyathus, sp.
Dendracia, sp.
Hypsopatagus lucentinus, Cott.

que demuestran la presencia del bartoniense.

Como, en general, el buzamiento es predominantemente hacia el Norte, el nivel detrítico que asoma debajo del macizo de Montgrí es superior al bartoniense y debe corresponder muy verosímilmente a la serie de areniscas y conglomerados que coronan el Eoceno en Rocacorba (Gerona), Olot y en todo el Ampurdán.

Lista de fósiles

MEDA GRANDE.

Terebratula subpunctata, Sow. (charmutiense).
Orbitolina conoidea, A. Gras.
 Id. *discoidea*, A. Gras.
Belemnites, sp. gr. *Belemnites armatus*, Dumortier (Lías sup. Fallot).
Pentacrinus crista-galli, Quenst (Lías medio. Fallot).
Pecten, sp.

MEDA PEQUEÑA.

Belemnites, sp.
Rhynchonella, sp.
Terebratula subpunctata, Sow.
Pecten, sp.

PUNTA GUIXERA.

Terebratula jauberti var. *depressa*, Dubar (toarciense).
 Id. *punctata*, Sow. (Lías medio. Zona de *Ammonites spinatus*).
Belemnites, sp.
Pecten, sp.

CALA MONTGÓ.

Chaetetes, sp.

LIES PLANASSES (LA ESCALA).

Micraster corcolumbarium, Desor. (senonense).
Epyaster polygonus, d'Orb. (aptiense).
 Id. sp.
Holactypus, sp.

PUNTA GRAN (LA ESCALA).

Janira marosi, Pictet y Ren.
Ostrea rectangularis, Roemer.
Terebratula sella, Sow.
Rhynchonella jibbsiana, Sow.
Epiaster polygonus, d'Orb.
 Id. nov. sp.
Requienia, sp.
Matheronia carinata, Math.

PUIG DE LA REINA (CAMINO AL).

Glauconia helvetica, H. Coquand.
Orbitolina discoidea, A. Gras.
Ostrea boussingaulti ? d'Orb.
 Id. sp.
Matheronia, sp.
Orbitolina conoidea, A. Gras.

PUIG DE LA PALMA (CAMINO AL).
Orbitolina discoidea, A. Gras.
Requienia, sp.

CERRO DE SANTA CATALINA.
Matheronia carinata, Math.
Micraster corcolumbarium, Dèsor.
Aspidiscus felixi, Renz.
Aspidiscus montgrinensis, Solé.
Alectryonia larva, Lk.

MACIZO DE TORROELLA.
Alectryonia larva, Lamk. (senonense).
Ciclotiles, sp.

- ENTRE MAS PLA Y MAS PINELL.
Nummulites fabiani, Prév.
N. striatus, Brug.
N. contortus, Desh.
N. variolarius, Lk.
Vulsella granulensis, Opph.
Callyomphalus deshayesi, Hebert.
Smilatrochus cristatus, Félix.
Stylocoenia taurinensis, Micht.
Millepora, sp.
Porites, sp.
Montlivaultia, sp.
Paracyathus, sp.
Dendracia, sp.
Hypsopatagus lucentinus, Cott.

III

TECTONICA

El elemento estratigráfico y tectónico más importante es, como ya hemos expuesto, la masa caliza cretácea que forma el macizo denominado de Torroella de Montgrí. En éste queda bien caracterizado el mesocretáceo inferior, por *Matheronia carinata*, Math.; *Glauconia helvetica*, H. Coquand, y *Orbitolina conoidea* y *discoidea*, A. Gras; parece que debe existir el cenomanense por la presencia del género *Aspidiscus*, pero éste hemos visto que se encuentra también en el Cretáceo de Falgás con fauna francamente del Cretáceo superior, lo que nos hace pensar que quizá en esta parte sube por encima del cenomanense en la serie estratigráfica y cronológica; finalmente, es indudable la existencia del senonense, que hemos caracterizado con fósiles indudables y esperamos que aun se caracterizará mejor cuando hayamos determinado específicamente algunos equínidos y ostreidos.

El macizo topográficamente más semejante a éste, entre los de Cataluña, es el de Garraf, pero tectónicamente presenta más analogía con el del Bergadá, al Sur de la Sierra del Cadí, llamado por Jacob y Astre capa de Pedra Forca. En efecto, en el macizo de Garraf no se ha encontrado ningún piso superior al aptiense, ni hay superposición anormal de la serie secundaria sobre el Eoceno; falta el Lías y está completo el Triásico. En el macizo del Bergadá, desde el Coll de la Escriga hasta La Pobla de Lillet, como ya hemos indicado, lo mismo que en el de Torroella de Montgrí o del Ampurdán, una serie de Triás superior, Lías medio e inferior, no continua, que desaparece con frecuencia por laminación, con potente masa de calizas cretáceas formando banda sin interrupción, descansa en todas partes anormalmente sobre el Eoceno, según puede verse en los perfiles de los autores dichos y en los que ilustran este trabajo.

En el macizo del Ampurdán, la serie cretácea está formada por aptiense y senonense, con carácter de sinclinal, faltando el turonense, los niveles con *Hippurites* y el garumnense del Bergadá, mientras en éste falta el aptiense.

La laguna estratigráfica más importante, tectónicamente, es la formada entre el senonense, que en el Ampurdán no debió pasar del medio (campaniense), y el Eoceno inferior, que va acompañada además de importante discordancia, lo que permite afirmar que fué debida a un movimiento orogénico importante, mientras que las anteriores, a pesar de ser muy importantes por su gran extensión, como la entre el Lías medio y el aptiense y entre éste y el senonense, corresponden seguramente a débiles y muy lentas acciones o fases orogénicas o más probablemente a movimientos epirogénicos, ya que es perfecta la concordancia entre todos los términos representados de la era secundaria.

Además, el Eoceno está representado por potentes conglomerados de base, marcando una transgresión rápida y afluencia a las lagunas costeras, golfos y bahías profundas de mares someros, de grandes acopios de aluviones arrastrados por corrientes impetuosas de las sierras inmediatas, que no debieron ser de la misma constitución litológica que las actuales, a juzgar por los cantos que componen el conglomerado eoceno.

Como quiera que no se ve aquí el yacente o substrato de este Eoceno y el Cretáceo que está encima no es autóctono, no puede realmente fijarse la fase orogénica alpídica a que pertenece esa laguna y discordancia, pues el Eoceno descansa sobre terrenos paleozoicos en los puntos más próximos al macizo de que tratamos (Palafrugell, Bagur) y aun aquí no es la misma facies que en el otro lado del Ter. Podemos no obstante admitir que es pirenaica la fase orogénica a que corresponde. Pero la causa de la posición anormal de la serie secundaria sobre el Eoceno ha de ser posterior, quizá corresponde a una facies miocena, probablemente a la más importante entre las fases alpinas propiamente dichas, pero es materialmente imposible fijar aquí su edad exactamente.

El breve estudio efectuado por nosotros en esta parte del Ampurdán nos lleva a admitir la existencia de una serie secundaria venida del Norte y echada sobre el Eoceno, formando una cobijadura o cabalgamiento, que podríamos llamar capa del Ampurdán. El Eoceno se ve bien claramente bajo el Trías en Belcaire y Punta de las Guixeras del Estartit, con caracteres y posición muy semejantes a los de la cobijadura de la serie secundaria sobre el Eoceno, en la margen derecha de Bastereny, en Guardiola y en la izquierda del Llobregat, desde Guardiola hasta más al Este de la Pobla de Lillet; la única diferencia es que en esta parte el frente del corrimiento mira al Norte y en el Ampurdán mira al Sur.

En los sitios en que falta el Trías es el Cretáceo el que cubre anor-

malmente al Eoceno. Roca Maura, ladera Sur de la sierra, desde Torroella a Ullá, como sucede también en algunos sitios del Pirineo, en que hay pliegues acostados y cobijaduras hacia el Sur, tanto en la zona axial como en la serie secundaria, entre el Ribagorzana y el Cinca, de Ballabriga, del Turbón y de la Sierra de Chía.

En nuestro caso no hemos podido establecer, por la poca extensión de la superficie en que se manifiesta el contacto del Trías y el Eoceno, cortes en suficiente número para demostrar que realmente la serie secundaria Trías-Lías-Cretáceo cubre al Eoceno; además, este Eoceno queda pronto oculto bajo los aluviones del Ter y no se ve en ningún sitio el terreno Cretáceo que debiera servirle de yacente y mucho menos la serie normal Trías, Lías, Cretáceo que se presenta en el otro lado del contacto anormal; es decir, que aquí, de la serie autóctona, sólo conocemos el Eoceno inferior, importante diferencia con la capa de Pedra Forca.

El relleno del Golfo de Rosas oculta igualmente la sucesión de terrenos de la capa corrida e impide ver el substratum de ésta, que por el modo de buzar las capas permite suponer que podría aparecer en el Golfo de Rosas alguna ventana tectónica demostrativa de la real existencia del corrimiento.

Difícil es pronunciarse, sólo por este estudio, sobre la relación que pueda tener este accidente tectónico con el de Pedra Forca, pero mientras no se pruebe lo contrario creemos que es independiente y que sus raíces y relaciones hay que buscarlas en las manchas de terrenos secundarios del valle de La Muga, en la zona de Figueras, donde deben hacerse estudios que permitirán seguramente fijar otra unidad tectónica, más al Norte que la de Pedra Forca, de enorme extensión.

Después de escrita esta nota, el Sr. Solé Sabarís hizo estudios geológicos en la región de Figueras, que han confirmado nuestra opinión.

En efecto, en Figueras el complejo calizo liásico-cretáceo forma una escama flotante sobre el Eoceno. La línea de cobijadura se sigue perfectamente desde Figueras a Cistella, en el frente Norte de la capa corrida, apareciendo jalonada por asomos de keuper que aflora en el contacto entre el substrato autóctono y las calizas mesozoicas. En cambio, por el Sur los depósitos cuaternarios del río Manol impiden investigar si aquélla continúa hasta enlazar con el macizo de Montgrí, para constituir la que hemos denominado capa del Ampurdán, o si quedan pronto interrumpidas con la consiguiente aparición del substrato eoceno, con lo cual se demostraría que se trata de dos pequeñas escamas de corrimiento distintas.

El enlace entre ambas unidades tectónicas y la solución del problema planteado, puede establecerse a través de los afloramientos mesozoicos del valle del Fluviá. En San Miguel de Fluviá, cerca del puente del ferrocarril inmediato a la estación, asoma el keuper, re-

presentado por margas yesíferas con cristales de cuarzo. Siguen encima calizas grises que forman la serie de cerros de Valdeviá y Segalá, entre Ventalló, San Mori y Sans. Este afloramiento fué ya citado por Vidal, el cual se limita a atribuirlo al Cretáceo; las calizas contienen, en efecto, *Orbitolinas*, pero es posible que entre el afloramiento triásico de San Miguel y el cretáceo de Ventalló afloren las calizas liásicas como en Torroella de Montgrí, Figueras, etc. Sin embargo, la investigación es casi imposible por hallarse recubiertos casi todos los cerros calizos, hasta casi su cumbre, por una masa bien cementada de gruesas pudingas post-pirenaicas, que en Bellcaire hemos asimilado al Mioceno. Otra dificultad en el reconocimiento la constituye la presencia del Mioceno marino (helveciense), dispuesto en capas horizontales, que en Sans, Ventalló y San Miguel de Fluviá recubre la masa tectónica subyacente, demostrando con eso que los plegamientos son antemiocenos. Sin embargo, los afloramientos del Fluviá permiten establecer la conexión entre las escamas de corrimiento de Figueras y la de Montgrí, continuadas seguramente bajo los sedimentos miocenos que rellenan el antiguo golfo ampurdanés para formar una capa de corrimiento alargada de NO. a SE., flotante sobre el Eoceno.

IV

PETROGRAFIA

Un nuevo afloramiento eruptivo en Torroella de Montgrí.—

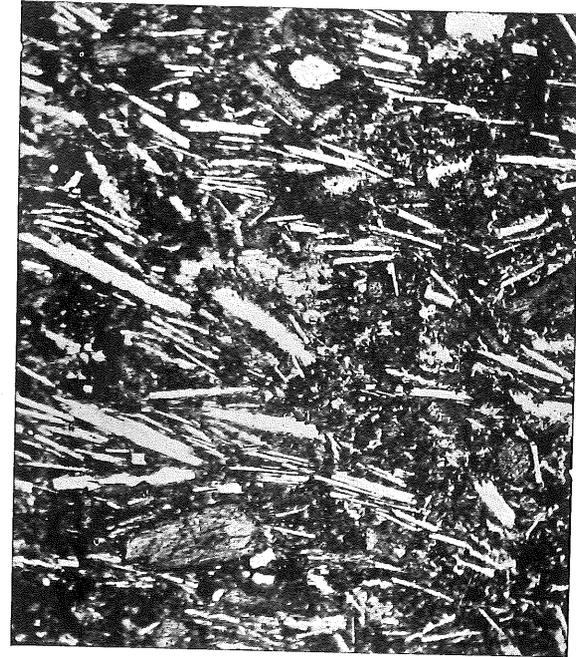
En el lado Sur de la casa del Mas Ral, situada junto a la carretera de Torroella a Estarrit, entre los kilómetros 3 y 4, y al Oeste del camino que parte de la carretera dicha y pasa por el lado Este de la casa, a unos 25 minutos después de pasar ésta, se encuentra, entre las margas eocenas, con buzamiento al Oeste, una tierra y cantos negros que proceden de una pequeña mancha, de pocos más metros de longitud que de anchura, que tiene todos los caracteres de una chimenea de un cono volcánico, totalmente desmantelado; su longitud es de unos cinco metros y su anchura no pasa de los tres; la dirección de la dimensión mayor es NE.-SO., formando ángulo agudo con el camino dicho.

La erupción es de igual naturaleza que la de los volcanes de la provincia de Gerona; el tapón de chimenea, único vestigio que queda de esta erupción, es de basalto, del cual hemos obtenido láminas delgadas y hemos hecho el análisis microscópico, del que resulta que se trata de un basalto plagioclásico.

Es una roca compacta, dura y pesada, negra, con disyunción irregular; pátina pardo-rojiza. A simple vista se reconocen amígdalas irregulares, correspondientes a oquedades escoriáceas rellenas de calcita, prismas larguitos de augita y algún grano de olivino.

Con el microscopio se reconoce estructura microlítica para el feldespato, granuda para la augita y el olivino; el feldespato en disposición traquítica; los elementos negros dolorítica. Los fenocristales, pequeños y no numerosos, son predominantemente de augita; los de olivino, escasos, son mayores y siempre rodeados de ancha faja bowlinitizada y aun transformada en óxido de hierro. La pasta está forma-

da por microlitos de labrador, dispuesto con franca ordenación fluidal, en proporción de un 30 % aproximadamente; granos y cristales de augita basáltica, cárdena, alargados generalmente, con estructura en reloj de arena (Sablier) como los fenocristales; pocos y pequeños granos de olivino; mucha magnetita en granillos diseminados regularmente y algo de vidrio; únicamente en torno de las amígdalas. Amígdalas de calcita, rodeadas de vidrio pardo con finísimas agujas.



Basalto de Estarrit (Gerona). L. ord. 20 d. Cristales y granos de olivino, augita y magnetita. Microlitos de labrador en disposición fluidal

MINERALES Y CANTERAS

Muy escasas son las especies mineralógicas que se presentan en el macizo de Estartit, puesto que sólo hemos podido encontrar calcita, en cristales, en las calizas del Lías, que son algo dolomíticas y en las cuales se presentan vetas y filoncillos de espató calizo lechoso en las islas Medas y en la punta de las Guixeras. También encontramos cristales de calcita en maclas en las cretáceas de las islas Medas. Caliza de facies marmórea, que admite pulimento, la encontramos en Punta de Cala Gran, cerca de La Escala, donde se presentan las calizas color amarillo claro con *Requienia lonsdalei*.

Yeso podemos encontrarlo, con apariencia fibrosa, en los asomos triásicos de la Meda Grande, en su costa Oeste.

También se han encontrado ejemplares de sílex en el macizo calizo de la parte de Torroella, pero no en la zona ocupada por la Hoja de Estartit.

Explotaciones de rocas o minerales no existe ninguna en toda la región, pues sólo se utilizan las calizas para construcción y para reparación de caminos.

En los afloramientos triásicos abundan el yeso y los jacintos de Compostela, característicos del keuper de facies germánica. El yeso se explota irregularmente en algunos puntos, entre otros en Punta Guixera del Estartit.

VI

DUNAS

Del proyecto de fijación y repoblación de las dunas procedentes del Golfo de Rosas, formulado por D. Javier de Ferrer de Lloret, aprobado por R. O. de 13 de febrero de 1895, entresacamos los datos y noticias referentes al estado en que se encontraban las dunas antes de empezarse los trabajos; de los daños que causaban; del carácter especialísimo de ellas; de los medios propuestos para la fijación y repoblación; de los trabajos que se han ejecutado para conseguir el fin propuesto y del resultado que con ellos se ha obtenido.

Estado en que se encontraban las dunas al iniciarse los trabajos

Situación.—Se encuentran estas dunas en el ángulo NE. de la provincia de Gerona, en términos de San Pedro Pescador y de La Escala y Torroella de Montgrí.

El Golfo de Rosas, del que proceden las dunas de que nos ocupamos, se halla situado al extremo NE. de la Península y forma un grandísimo arco, limitado al Norte por el Cabo Norfeo, próximo a la frontera francesa, y, al Sur, por las islas Medas, que se hallan frente al macizo de Montgrí.

En Rosas comienza una playa baja, que continúa hasta San Martín de Ampurias, interrumpida tan sólo por el desagüe del riachuelo Salins y otros de menor importancia; por el río Mula y por los cauces actual y antiguo del río Fluviá. El trozo de dicha playa comprendido

entre Rosas y el sitio donde al presente termina el Fluviá (11 kilómetros), después de formar un notable recodo, que constituye la abrigada bahía de Rosas, va inclinándose gradualmente hacia el SO., tomando luego la inclinación Norte-Sur, y como los vientos que ocasionan el principal movimiento de las arenas corren del N.-NO. al S.-SE. resulta que en toda la extensión descrita los propios vientos reinantes son los que se encargan de devolver al mar la arena que los levantes del oleaje depositan en la playa.

A partir de la desembocadura actual del Fluviá empieza a tomar la playa la dirección N.-NO. a S.-SE., que lentamente se va acentuando, notándose desde los 450 metros del punto de partida la presencia de una pequeña cadena de cerros de arena, de escasa anchura, que corren paralelos a la orilla del mar, invadiendo el pueblo de San Martín de Ampurias, que encuentra en su camino, y de este modo llega a los Peñascales de la villa de La Escala, donde la costa cambia de dirección al Este para ir cerrando el Golfo de Rosas, al paso que las dunas, siguiendo la línea tangente al arco formado por aquél, continúa unos nueve kilómetros hacia el S.-SE., transponiendo montes y cultivos hasta llegar a la huerta de Rexach, en la vega de Torroella, después de haber salvado la Sierra de Montgrí entre el Mont Plá y la Montaña Grande, por la depresión o puertos Coll de las Olas, de 138 metros de altitud, con un recorrido total de 16.592 metros y una superficie invadida de 385 hectáreas.

Las dunas de que se trata corren desde su origen por la misma playa que las alimenta paralelas a la costa y al llegar a la acequia del molino del Dou, al pie de los Peñascales de La Escala, se entran por las tierras del cultivo, separándose cada vez más de la costa por cambiar esta dirección. De aquí resulta una lógica división del conjunto de dunas en dos zonas litoral o marítima e interior.

Y como en una y otra de las dos citadas zonas litoral o interior hay regiones de muy diversas circunstancias las consideraremos, para su mejor estudio, divididas en trozos: los dos primeros corresponden a la zona litoral y los otros tres a la interior.

Primer trozo.—Desde la Gola de Fluviá al Grauet d'Ampurias (5.900 metros) o sea desde el actual hasta el antiguo desagüe del río Fluviá, la playa va paulatinamente acentuando su inclinación general N.-NO. a S.-SE., que al principio es de sólo 2,50°, llegando a 11° junto al Grauet. Debido a esta circunstancia no empiezan a moverse las arenas paralelamente a la costa hasta los 450 metros, a contar desde la margen derecha de la Gola de Fluviá, pero a los 700 metros del punto en que esto sucede son ya perfectamente reconocibles los cerros o médanos, cuyas alturas no exceden de 3,50 metros.

La longitud total de la duna en este trozo resulta ser de 5.450 metros, con anchuras variables entre 35 y 120 metros, ocupando una extensión superficial de 35,31 hectáreas, todas dentro del término municipal de San Pedro Pescador, fuera de la Hoja.

Segundo trozo.—En este segundo trozo, de 2.305 metros entre el Grauet d'Ampurias y la acequia del molino de los Sres. Marqueses de Dou, las dunas ocupan una extensión superficial de 21,59 hectáreas, en una faja paralela a la orilla del mar, entre éste y las tierras de labor, con anchuras que oscilan de 50 a 200 metros, según va marcado en el plano general.

Consideramos procedente llamar la atención sobre este trozo por haber salido de él, si no todas, la mayor parte de las arenas extendidas por los tres restantes, en una longitud de 8.837 metros.

La marcha general de las dunas es también aquí del N.-NO. al S.-SE., pero ya no tan uniforme como en el trozo anterior, a causa de los ligeros trabajos de contención indicados y de las sinuosidades del terreno, cuyo relieve tiene escasas altitudes, comprendidas entre 0 y 16-17 metros.

En la porción de playa (600 metros) situada al N. de San Martín de Ampurias, las arenas habían venido formando, hasta hace pocos años, un plano inclinado, por cuya más o menos uniforme pendiente subían aquéllas hasta lo alto de la muralla, que en dirección E.-O. hacia el lado septentrional de aquel pueblo, y de allí empujadas por los vientos, caían en las calles y tejados, acabando por derribar buen número de casas, que no han vuelto a reedificarse, por lo cual aparece en ruinas la parte de población más elevada y próxima al mar.

Para evitar este grave inconveniente, y el que la ruina fuera completa, se cortó el referido plano inclinado por medio de un foso abierto al pie de la muralla y formando en lo alto del restante declive un seto vivo de cañas, taray (*Tamarix gallica*, L.) y barrón (*Psammaarenaria*, R. y Sch.), en línea curva, con su concavidad dirigida de tal modo, que las arenas que ascendieran fueran inmediatamente devueltas al mar, recogién dose en el citado foso, fácil de limpiar, las que llegaran a traspasar el seto vivo. Este sencillo remedio produjo excelentes resultados y ha impedido que volviera a repetirse con tanta fuerza el acarreo de arenas, aminorando considerablemente uno de los principales focos de invasión.

Los lugares de entrada de arenas son las varias playas que median entre San Martín de Ampurias y la acequia del Molino de Dou, especialmente las del Portichol y de la Font o de Sota la Costa.

En el pequeño collado del Portichol, situado entre ambas, se ve perfectamente marcado el paso de las dunas, y en las inmediaciones de la última playa citada, las arenas han destruído casi completamente una viña de 0,7950 hectáreas y arrasado por completo un huerto de 0,3625 hectáreas, habiendo además estrechado en gran manera el cauce de la acequia de desagüe del Molino y levantando su fondo, causando gravísimos daños a los dueños de aquél, por efecto de la disminución del salto de agua.

Tercer Trozo.—Las arenas que, procedentes del trozo antedicho, han atravesado la carretera de La Escala a Gerona, inmediata y pa-

ralela a la acequia del molino, continúan avanzando según la dirección general N.-NO. a S.-SE., recorriendo 3.067 metros hasta encontrar el confín de los términos municipales de La Escala y Torroella de Montgrí, y otros 1.630 desde el mismo hasta que verifican su entrada en el monte público Montaña Gran de la última población citada. Su longitud, en este trozo es, por tanto, de 4.697 metros y su extensión alcanza 158,95 hectáreas, pertenecientes 87,65 al término de La Escala y 71,30 al de Torroella; más de la mitad queda dentro de la Hoja.

Casi toda esta superficie la ocupan feraces viñedos, cuyas líneas de cepas alternan con otras llamadas carenas, formadas con plantaciones de hacecillos de barrón destinadas a sujetar las arenas, que en muchas viñas son una verdadera providencia, pues si desapareciera la arena quedaría la roca al descubierto, como sucede en los espacios que se dejaron en blanco dentro de la zona de dunas, en los cuales por haber descuidado los propietarios la retención de la arena, se han quedado con un terreno impropio para el cultivo; en dichos espacios no hay arena hoy día, pero por ellos ha pasado la que se halla más adelante, y seguiría pasando en lo sucesivo si no se hubiera atajado la invasión.

Es digno de mencionarse el único verdadero cerro de arena móvil que se halla en este trozo, dentro del término de La Escala, a 2,545 metros de la acequia que nos sirve de límite Norte, o sea a unos 2,050 m. de aquella villa, llamado Puig de la Casanova, por hallarse inmediato al caserío de este nombre, del que dista 170 metros. Ocupa una extensión de 3,3666 hectáreas y presenta muy marcada en su base la característica forma de media luna, común a las dunas de otras comarcas. Tiene una altura máxima de 10 metros sobre el suelo y de 32,31 sobre el nivel del mar.

Las altitudes de los puntos extremos de este trozo son de 2 y 21,81 metros respectivamente, correspondiendo esta última a la entrada en el monte público.

Cuarto trozo.—Comprende todas las dunas existentes dentro del monte Montaña Gran, de Torroella de Montgrí, en una faja de 3.172 metros de largo por 1.050 de anchura máxima, la cual abarca 141,66 hectáreas de arenal y atraviesa dicho monte de N. a S., de modo que en ambos extremos cardinales coincidan sus límites, marcado aquél por la sinuosa línea, en parte de pared, con que terminan los cultivos de propiedad particular, y definido aproximadamente el del Sur por el camino que recorre la divisoria del Coll de las Sorras.

Estos límites, sólo aproximadamente pueden fijar el contorno de las dunas, puesto que en aquellas tierras públicas o privadas limítrofes no deja de haber más o menos cantidad de arena; casi toda su extensión corresponde a esta Hoja.

A la entrada del monte, a una altitud de 21,81 metros, se nos presenta el terreno al descubierto por hallarse reunida la arena en tres

cerros, de 0,70, 1,23 y 3,67 hectáreas de extensión, con base aproximadamente de media luna, como el Puig de la Casanova y alturas respectivas de 7, 10 y 20 metros, de las cuales, siguiendo la dirección general N.-NO. a S.-SE., de las dunas marchan a escalar la divisoria secundaria de Puigllebré que se interpone transversalmente en su camino, con una altitud media de 95 metros.

Por efecto de dicha interposición del Puigllebré en el camino de las arenas, gran parte de ellas se han visto obligadas a cambiar de dirección y torciendo a la izquierda por la barrancada de Coma Llobera la han realizado con formidable depósito; convertido al final en plano inclinado que les ha permitido ascender por la falda septentrional del Puigllebré, y transponerlo a una altitud de 103 metros para reunirse con las dunas, que habían seguido la dirección general. Desde la base meridional del repetido Puigllebré hasta la cara Norte de la divisoria del Coll de las Sorras, el terreno, ocupado por éstas, va gradualmente ascendiendo, y salvo algunos pequeños espacios donde la roca asoma al descubierto, se presentaban aquéllas en forma de una gran sábana de arenas, salpicada de viñas y de pequeños cerros móviles de muy escasa altura; por hallarse éstos sobre arena también movediza no es fácil distinguir en ellos la característica forma de media luna que afectan en su base el Puig de Casanova, que avanza sobre la arena retenida en las viñas, y los tres cerros de la entrada del monte, situados sobre terrenos yermos y casi descubiertos.

Quinto y último trozo.—Las dunas que después de haber atravesado el monte Montaña Gran, por su límite meridional, la divisoria del Coll de las Sorras, invaden la vega de Torroella de Montgrí, en la cuenca del Ter, ocupando una extensión superficial de 27,59 hectáreas, enteramente rodeadas de tierras de particulares por el Norte, Sur y Oeste; su anchura máxima en el confín Norte, el Coll de las Sorras, es de 560 metros, alcanzando 968 metros su mayor longitud o línea de avance, cuya extremidad dista 236 metros del camino antiguo de Torroella de Montgrí a Estartit y 478 del eje de la nueva carretera de tercer orden que une a las dos citadas poblaciones, tomadas estas distancias en dirección al centro de la casilla de peones camineros, situada junto al hectómetro 4, entre los kilómetros 3 y 4 de la misma.

La forma general de la base de las dunas de este trozo es la de una colosal media luna, de brazos desiguales, dirigidos hacia el mediodía, o sea según la línea de avance, entre los cuales queda comprendida, a muy escasa distancia, la casa denominada Mas Juliá.

El contorno de la duna lo limita un pronunciado talud, con declives de 1,5 a 2 de base por uno de altura y la cara superior forma una meseta que va descendiendo, con una inclinación general del 9 %, presentando en la superficie un escalonado y variable relieve, debido a las ondulaciones que imprime el viento a la arena; su altura sobre los terrenos inmediatos varía de 9,15 a 28 metros, de modo que como

término medio podemos asignarle un valor de 18,50 metros; las mayores alturas corresponden a la cara oriental, porque el terreno que sustenta las dunas asciende de Este a Oeste, o sea en sentido transversal, con una rampa de 4 ‰; en dirección Norte-Sur la pendiente del terreno llega al principio al 27 ‰, pero disminuye rápidamente y no alcanza al 1,50 ‰ al final de la duna.

El talud correspondiente al brazo menor, situado al Este de Mas de Juliá, llamado por ambas razones Puig Petit o Puig de Ponent (Cerro Pequeño o Cerro de Poniente), está perfectamente tapizado de barrón, lo cual, unido a la circunstancia de hallarse poblada de viñedos, más o menos lozanos, la parte de meseta que le corresponde, contribuye a que el avance por este lado pueda considerarse nulo.

En el brazo mayor, Puig Gros o Puig de Sol Ixent (Cerro Grande o Cerro Oriente), al Este de Mas Juliá, sólo estaba revestido o encespedado en parte el talud de la mitad superior, y la meseta no tenía cultivo alguno, de modo que en su parte más avanzada la invasión se presentaba en toda su fuerza, amenazando sepultar la casa de la Huerta de Rexach, cuya fachada oriental está ya cubierta hasta una altura de tres metros, y continuar destruyendo más y más cada día la superficie que resta de aquella huerta y las tierras vecinas.

Origen.—Proceden indudablemente las arenas del suelo mismo del Golfo de Rosas, compuesto de sedimentos cuaternarios de aluviones y arena, los cuales, a su vez, más que de las cuencas de los ríos Ter y Fluviá, en las que, desde el punto de vista litológico, dominan las dos series caliza y margosa del terreno numulítico, deben proceder de la parte alta de la cuenca de Muga, especialmente granítica, y más que todo quizá de los embates del mar contra el macizo néisico de la formación arcaica que constituye el brazo Norte del Golfo de Rosas, extremo oriental de la cordillera pirenaica, en el cual se halla el renombrado Cabo de Creus, y que presenta asociadas al neis las pizarras micáceas, calizas marmóreas y cuarcitas; estas arenas, depositadas en el golfo, son primero arrancadas del fondo del mar y después, removidas por la fuerza del oleaje durante los temporales, quedan en suspensión en el agua y cuando las olas rompen y se extienden por la playa la dejan allí depositada.

Pasado el temporal, la arena se seca y queda a merced del viento que la transporta a lo largo de la playa.

Forma y avance.—La distribución de las arenas en dichas dunas varía según los distintos puntos de su recorrido en que las consideremos.

Mientras corren paralelas a la costa se presentan, en general, como una cadena de lomas o médanos de escasa altura.

Desde La Escala al Coll de las Sorras deben considerarse las dunas como una prolongada sábana de arena, extendida sobre el terreno

cuyo relieve aparece más o menos distinguible. En este espacio hemos hecho notar la presencia de cuatro cerros de arena, de 0,70 a 3,67 hectáreas y 7 a 20 metros de altura, en los cuales puede observarse la peculiar forma de media luna que afecta la base de cada duna aislada, cuando su marcha no está cohibida por los accidentes topográficos; su convexidad mira constantemente hacia el punto donde soplan los vientos dominantes.

Más allá del Coll de las Sorras, la duna es una imponente y continuada mole de arena que todo lo oculta, en cuya forma y dimensiones no nos ocupamos por haberlo hecho ya anteriormente al describir el trozo quinto.

Causas del avance.—La enorme violencia del viento Norte, llamado tramontana, y su constancia son las causas de las invasiones de arenas y del avance de los médanos.

La dirección de dichas corrientes no es siempre exactamente la misma, puesto que unas veces soplan del N.-NO. y otras del Norte o del N.-NE., recibiendo diversas denominaciones locales, pero la primera dirección indicada es la más frecuente y así lo acusa la marcha general de las dunas procedentes del Golfo de Rosas.

Acostumbran reinar en períodos de más o menos días, a veces de semanas completas, en todos los meses del año, pero especialmente en los de octubre a diciembre y enero a marzo o abril.

Su impetuosidad es con frecuencia terrible y ha llegado a interrumpir por completo el tránsito en ciertos sitios durante días enteros; arranca de cuajo árboles seculares, arrasa chimeneas, levanta tejados, derriba paredes y hasta edificios, vuelca carruajes, arrastra vagones de ferrocarril, llevándose alguna vez las cubiertas de los coches, y en ciertas ocasiones impide a buques de gran tonelaje doblar el Cabo de Creus, obligándoles a refugiarse en la bahía de Rosas. No es necesario con estos antecedentes ponderar la fuerza y empuje con que son elevadas y llevadas como polvo impalpable al propio tiempo que arrastradas las sueltas arenas que encuentra en su camino, y buena prueba de ello se observa en las calizas que aparecen al descubierto en la zona de las dunas, especialmente en las del tantas veces citado Coll de las Sorras, en cuya superficie, perfectamente bruñida, se ven numerosas y profundas estrías, producidas, al parecer, por el frote de la arena, según lo atestigua su constante dirección N.-NE., que es la seguida por aquella (Jardaus).

Velocidad del avance de las dunas.—En la parte media de la zona de dunas hemos denunciado la presencia del Puig de la Casanova, el cual, por estar enteramente aislado y presentar una marcha desembarazada y libre, puede suministrar ciertos datos para inquirir aquella ley. Al proceder al levantamiento del plano de toda la zona de dunas, procuramos adquirir las noticias convenientes para el es-

tudio de la velocidad media de las mismas, y fijamos exactamente un punto del terreno donde aproximadamente se hallaba 40 años antes el centro del referido Puig (cerro), cuyo punto dista 1.100 metros del actualmente ocupado, lo cual da un avance medio de 27,50 metros al año.

Al extremo de las dunas, junto a la Huerta de Rexach, nuestro ilustrado compañero D. Primitivo Artigas, conocedor de la localidad, que le vió nacer, tomando un promedio de 25 años, halló que el avance medio anual había sido de cinco metros, deduciendo, asimismo, que en la terminación de la duna había adelantado ésta lateralmente en los últimos tiempos unos dos metros al año.

Como se ve son muy distintas las velocidades medias halladas para el centro y fin de las dunas, lo cual nos explicamos por la interposición de la divisoria secundaria del Puig Llebré y de la principal del Coll de las Sorras, las cuales atraviesan perpendicularmente la zona de dunas entre los dos puntos que hemos considerado y, por tanto, resguardan en parte a las arenas del último de los fuertes vientos que con toda libertad obran sobre los elementos del Puig de la Casanova.

Antigüedad de las dunas.—El período de formación de las dunas que se hallan en la zona litoral es distinto del que corresponde a las de la zona interior, originadas por aquélla cuando contaban ya gran número de años de existencia.

En efecto, tanto las arenas que cubren el solar de la desaparecida Emporion, como las que amenazaban el pueblecillo de San Martí de Ampurias, proceden en su mayor parte de la playa comprendida entre el cauce antiguo del río Clodianum o Fluviá y dicho pueblo, la cual se originó a medida que fué adelantando el cegamiento de la desembocadura de aquel río, utilizada durante largo tiempo por los emporitanos como fondeadero, hasta que no pudiendo servirles para ello se vieron precisados a construir el nuevo puerto, según anteriormente se ha dicho. Y como se puede conjeturar fundadamente que esta obra tan importante fué llevada a cabo durante la época de mayor apogeo de aquella ciudad, a principios de la Era cristiana, también a los mismos tiempos debe referirse el tal cegamiento, con la consiguiente formación de una playa arenosa y la presencia de las primeras dunas en esta región.

En cuanto a las de la zona interior, procedentes y continuación de las litorales, sin temor de equivocarnos, podemos señalar a las dunas de la zona interior una antigüedad de cinco a seis siglos.

Si para deducirla atendemos a los datos que nos facilita el estudio de la velocidad observada en la marcha de las arenas, obtendremos también igual resultado, pues si dividimos por el promedio de las velocidades halladas para el Puig de la Casanova y para el final de las dunas, que es de 16 metros por año, la distancia que hay entre

la playa de la Font, contada desde la acequia del molino hasta dicho extremo de las dunas, o sea 8.837 metros, resulta que las arenas habrían empleado unos 550 años en recorrerla.

Vegetación.—Ya se comprende que en terrenos de tan poca firmeza ha de ser muy escasa la vegetación. Prescindiendo del cultivo de la vid en ciertos sitios, logrado a costa de prolijos cuidados, hay espacios más o menos abrigados y fijos en los cuales vegetan espontáneamente, entre otras, las siguientes especies:

Psamma arenaria, R. y Sch. (borrón o barrón).

Tamarix gallica, L. (taray o tamariu).

Pancreatium maritimum, L. (Lliri marí).

Ononis antiochorum, L.

Ononis natrix, L.

Echinophora spinosa, L.

Teucrium capitatum, L. (Herba de San Pons.).

Euphorbia paralias, L.

Cyperus choenoides, Gris.

Helicrysum stoechas, D. C.

Rumex acetosa, L. (acedera, grellas o agrellas).

Microlonchus salmancrus, D. C.

Sideritis hirsutus, L.

Artemisia glutinosa, Gay.

Daños que ocasionaban las dunas.—Desde el Coll de las Sorras hacia el Sur hay 27,49 hectáreas de terrenos de cultivo enteramente sepultados bajo la arena, entre los cuales se encuentran parte de la llamada huerta de Rexach, habiendo alcanzado la invasión a la casa de dicha huerta, cuya fachada oriental estaba ya cubierta hasta una altura de 3 metros y continuaba destruyendo más y más cada día la restante superficie de aquella huerta y las tierras vecinas. Aun suponiendo que a los trozos restantes no llegara un solo grano de arena son incalculables los daños que podía causar el continuado avance del llamado Puig Gros; basta para formarse una idea de ello que la cubrición de la mole de arena, que representa una capa cuya base tenga 27,49 hectáreas, es de unos 5 millones de metros cúbicos; añádase la consideración de que los terrenos que la duna iba cubriendo y esterilizando son los más feraces de la vega de Torroella de Montgrí y que un plazo relativamente corto habría interceptado la carretera de Estartit a Gerona, en una anchura de 450 metros, con una masa de arena de 18 metros de altura, puesto que dicha carretera se encuentra sólo a 375 metros del extremo de avance de la duna.

Medios propuestos para defensa, fijación y repoblación

Para evitar todos los daños que pudieran ocasionarse, era preciso: primero, defenderse contra nuevas invasiones de arena; segundo, inmovilizar las dunas ya formadas; tercero, cubrirlas de vegetación para hacer permanentes estos trabajos; de estos tres aspectos del problema vamos a ocuparnos por separado.

Defensa.—Siendo solamente el perímetro litoral el que está directamente expuesto a la llegada de nuevas arenas, a él deberá concretarse el estudio de las defensas que contra las mismas se habrán de oponer.

En los trabajos de esta índole practicados hasta el día en otras comarcas, la idea fundamental ha sido la de establecer, siguiendo una línea paralela al mar, a cierta distancia del mismo, una serie continuada de obstáculos en forma de seto, vallado, empalizada o barrera que se oponga normalmente a la marcha de las arenas, al objeto de que éstas vayan allí depositándose y formando una rampa cada vez más pronunciada, hasta que su altura no pueda ser ganada por la arena, ni pasar al otro lado. Llegado este momento es ya infranqueable la línea de obstáculos que toma el nombre de duna litoral y queda imposibilitada toda nueva invasión. Su altura se ha fijado algunas veces *a priori*, deduciéndola de la relación que existe entre ella, la pendiente y su proyección horizontal, pero lo más común es determinarla experimentalmente, empleando para la formación de la línea de obstáculos tablestacas que puedan irse elevando a medida que la arena amenaza cubrirlas, hasta conseguir la rampa deseada. De todos modos, es la arena misma la encargada de formar la duna litoral que luego se fija convenientemente por medio de especies apropiadas.

En nuestro caso, de poco serviría el establecimiento único de una litoral paralela al mar, pues aun cuando las arenas, a favor de los levantes tengan tendencia a internarse normalmente a la costa se ven obligadas a cambiar de dirección a causa de ser incomparablemente mayor la fuerza de los vientos del N. o tramontana que las corre en sentido paralelo a la misma costa. De aquí que nuestra duna litoral deba oponerse a los dos efectos a la vez y para lograrlo será preciso que de la línea de obstáculos que se construya paralela al mar al efecto de privar el avance de las arenas sobre los cultivos inmediatos, cuando reinen los levantes, salgan varios ramales transversales que impidan aquel avance en dirección a La Escala y Torroella en tiempo de tramontana, disponiéndolos con la inclinación más a propósito para lograr que al chocar contra ellos las arenas que aquel viento acarree, resbalen y se vean obligadas a volver al seno

de las aguas. La curvatura y dirección que hemos considerado más conveniente para dichos ramales se han señalado en los planos después de estudiarla sobre el terreno, teniendo en cuenta la conveniencia de seguir para ello las crestas o prominencias que separan las diversas playas que constituyen el perímetro de que se trata y los mayores médanos que en ellas se hallan.

De los diversos sistemas preconizados para la formación de dunas litorales creemos preferible para el caso de que se trata, y con respecto a la parte recta, una estacada compuesta de pilotes de pino de 2,10 metros de altura por 0,08 metros de diámetro medio, clavados en tierra 0,60 metros de su longitud, a la distancia entre ejes de 0,75 metros unidos entre sí por medio de encañados de 1,50 metros de altura, convenientemente entrelazados y espaciados para que los claros resultantes entre caña y caña equivalgan a los pequeños espacios que se dejan en las empalizadas entre los cantos de las tablestacas a fin de que pueda pasar alguna cantidad de arena, y depositarse en el lado opuesto formando el talud natural, necesario para la estabilidad de la valla o duna litoral.

En cuanto a los ramales curvos, atendida la mayor violencia del viento que deberán resistir y para evitar ante la eventualidad de que sea insuficiente la altura de 1,50 metros el tener que recurrir al empleo de tablestacas, que sobre ser de mayor coste hacen precisa más o menos remoción de la arena al elevarlas, creemos preferible la adopción de pilotes de mayores dimensiones, o sea de 2,50 metros de altura por 0,12 metros de diámetro medio a la distancia de 0,80 metros entre ejes y con el mismo sistema de encañado, apoyándolo o teniéndolo sobre la parte que resultare libre de dichos pilotes. Una sola modificación habrá que hacer en el encañado, y es la de construirlo más espeso, sin los claros que se dejan para la formación natural del talud, ya que en dichos ramales, donde aquélla será artificial, según más adelante veremos, los claros resultarían no sólo inútiles sino perjudiciales, puesto que las arenas del talud pasarían al otro lado, donde no existirá todavía la correspondiente rampa de que luego hablaremos. Cifrándonos a la configuración del terreno, en el que como se ha indicado aparecen diversas playas, separadas unas de otras, fuente todas ellas de invasión, hemos proyectado una duna litoral, no única, sino con las interrupciones que aquella separación reclama.

Trabajos de defensa.—El 15 de marzo de 1896 se empezaron los trabajos de defensa por la construcción de la *contraduna* de la playa de Ampurias, para librar definitivamente al pueblo de este nombre de nuevas invasiones de arenas y privar, al propio tiempo, que la larga cadena, de unos seis kilómetros de longitud, formada por las dunas desde su origen, en las inmediaciones de la desembocadura del río Fluviá, hasta el repetido pueblo, siguiera aumentando el cau-

dal de arenas aportado por las restantes playas que median entre Ampurias y La Escala.

El replanteo de dicha contraduna ofreció serias dificultades, porque los accidentes del terreno, en la época en que se verificó, eran muy distintos de los que presentaba cuando se verificaron los estudios para formular el proyecto aprobado; tales variaciones habían sido ocasionadas, en parte, por las inundaciones del Riuet, por la violencia del viento y por la fuerza del oleaje, pero en gran manera contribuyeron a ellas los propietarios de las inmediaciones, los cuales, temerosos de que con la realización de las obras proyectadas se vieran imposibilitados de sacar a la playa de Ampurias la arena necesaria para mantener en buen estado sus viñas, y más que todo para mejorar los terrenos bajos y pantanosos situados en las inmediaciones, se dedicaron con afán a extraer considerables cantidades de arena sin respetar un antiguo e imperfecto malecón o mota, que separaba de la playa las viñas limítrofes, sobre el cual debía apoyarse el tramo recto de la primera contraduna. Tampoco respetaron las inmediaciones del seto vivo de taray, cañas y barrón, que según dijimos se había formado para la defensa de Ampurias, y como alteraron notablemente las rasantas del camino de aquel pueblo al de la Armentera, cuya desviación precisó efectuar para apoyar sobre el mismo parte de la contraduna, resultó indispensable construirla en su totalidad artificialmente.

Dicha contraduna, situada en la referida playa de Ampurias, tiene una longitud total de 500 metros, sin contar los 11,50 metros correspondientes a los taludes de origen y terminación; consta de un tramo recto de 300 metros, orientado próximamente de Norte a Sur, y de otro tramo de 200 metros de desarrollo en curva y 850 metros de radio, ambos de la sección triangular. Las alturas de la contraduna sobre su base son de 1,75 metros en su origen, 1,98 al principiar el tramo en curva y 8,97 al final del mismo, de modo que la línea de coronación de la contraduna es una rampa de 0,08 % en el tramo recto y de 3,50 % en el tramo curvo.

Para la construcción de esta primera contraduna, que según hemos dicho ha de resistir el empuje de todas las dunas formadas en una longitud de seis kilómetros de playa, se utilizó la arena de las mismas dunas, en cantidad de 15.700 metros cúbicos; además se emplearon otros 8.400 metros cúbicos de arena para la construcción de caminos provisionales, que facilitaron el acarreo de arenas desde la playa a lo alto de la duna; estos caminos provisionales, cuya longitud total puede apreciarse en 350 metros, tuvieron que ser regados con frecuencia y cubiertos diferentes veces con espadañas y otras plantas de largas hojas para facilitar el paso de los volquetes; una vez terminada la construcción de la contraduna fué preciso hacerlos desaparecer, a fin de que no entorpecieran el efecto de aquélla, y para ello se utilizó frecuentemente, con buen éxito, el sistema de aventar la arena,

o sea levantarla con palas en días de fuerte viento, el cual la desparramaba a lo lejos.

Las operaciones de fijación de la contraduna consistieron en la plantación de líneas paralelas de hacecillos de barrón, separadas un metro entre sí. Las carenas o líneas de plantación de ambos taludes de la contraduna convergen con el eje de ésta, bajo un ángulo de 45°, con el vértice dirigido hacia el Sur, a fin de que el viento tenga tendencia a rellenar dichos taludes e ir elevando con ello el conjunto; cuando la época no fué propicia para que el barrón plantado pudiera prosperar, y ante el temor de que escaseara, se echó mano de los juncos, que más adelante, en tiempo a propósito, fueron sustituidos por el barrón.

Para la colocación de unas y otras plantas se abrían previamente surcos de 0,25 a 0,30 metros de anchura por 0,20 de profundidad, apisonando luego la arena para dar mayor firmeza a las plantas colocadas en ellas; además, para que dichas plantas no fueran tan fácilmente voleadas por el viento, se las recortaba seguidamente, dejándolas a una altura de 0,40 metros.

En cuanto estuvo construída y convenientemente fijada la primera contraduna a que nos venimos refiriendo, se colocó a lo largo de su coronación, conforme al proyecto aprobado, una línea de robustos pilotes a la distancia de 0,75 metros unos de otros, destinados a sostener el encañamiento entretejido entre ellos, a fin de aumentar la solidez del sistema.

Procediose luego a la construcción de la segunda contraduna, que con arreglo al proyecto aprobado debía establecerse en la playa llamada del Moll; consta de un tramo recto de 327 metros de largo, con dirección próximamente Norte-Sur, y de otro curvo, cuyo desarrollo es de 180,35 metros, medidas ambas longitudinales en el coronamiento, e incluyendo el trozo correspondiente al talud del extremo meridional, resultando por lo tanto una longitud total de 507,35 metros.

Su altura en el tramo recto es de 1,50 metros, con rasable horizontal, variando la anchura de la base de su sección transversal entre 8 y 16 metros, a causa del accidentado relieve del suelo en que descansa; el tramo curvo va ascendiendo desde su origen, con inclinación de 2,08 %.

El volumen total de la segunda contraduna, construída con arena de la misma playa, es de 5.485.938 metros cúbicos. La altura de la rasantante del tramo recto sobre el nivel del mar es de 3,82 metros y la del extremo meridional del tramo curvo es de 7,57 metros.

Ambos extremos Norte y Sur de la contraduna distan del mar 53 y 31 metros respectivamente, siendo la distancia máxima de 74,40 metros. Estas dos contradunas fueron, como se acaba de exponer, construídas artificialmente, si se nos permite esta expresión, puesto que el amontonamiento de la arena para formarlas se hizo transportando la arena y dando a las contradunas la forma conveniente.

Las demás contradunas del Portichol, Covas y playa de la Font, se construyeron, en cambio, aprovechando la fuerza del viento, para lo que se practicaron plantaciones lineales de barrón en dirección normal al viento dominante, es decir, en dirección Este-Oeste, separadas entre sí dos metros. Cuando el espacio comprendido entre cada dos líneas estaba lleno de arena, se volvían a repetir estas plantaciones, con lo que se ha conseguido elevarlas hasta la altura conveniente, dándoles la forma curva que prevenía el proyecto.

Además de estos trabajos de construcción de contradunas, se ha realizado aún otro trabajo de defensa que consistió en el encauzamiento del Riuet de Ampurias. Este riachuelo, por el cegamiento de su desembocadura y las variaciones de su cauce, producía inundaciones en los campos de cultivos y destruía la contraduna de Ampurias y sobre todo no ofrecía obstáculo alguno al paso de las arenas que venían corriendo desde la desembocadura del río Fluviá, daños todos de los que ya hemos hecho mención anteriormente. Este encauzamiento se ha practicado construyendo un muro longitudinal de mampostería hidráulica en la orilla derecha, o sea la del Sur del Riuet, muro que llega hasta 12 metros del mar. El principio en que se basa el funcionamiento de este encauzamiento es el desplazamiento del curso del río, ya explicado.

Todos los daños de que se ha hecho mención, se han evitado con la construcción del citado muro, puesto que habiendo quedado fija e insocavable la orilla derecha del río, éste no puede desplazarse, y al caer dentro del cauce la arena y estrecharlo, aumenta la fuerza de arrastre de la corriente, que no pudiendo producir derrumbamientos ni arrastres en la orilla derecha, los produce en la otra llevándose tanta arena como a ella llega.

Trabajos de fijación.—Estos han consistido en plantaciones lineales de barrón, separadas entre sí dos metros y colocadas en dirección Este-Oeste, normal, por consiguiente, al viento dominante; estas líneas proporcionan un abrigo suficiente a la superficie para evitar que la arena no sólo sea arrastrada por el viento, sino que puede decirse que no se mueve ni un solo grano; al abrigo de estas plantaciones se han practicado los

Trabajos de repoblación.—Que consistieron, sobre todo en el perímetro II, en siembras con semillas de pinos piñonero, marítimo y halepensis, practicadas al abrigo de las líneas de barrón; con estas semillas se mezclaron otras de retama para que, al desarrollarse, resguardaran con su sombra a las plantitas de pino de la acción directa del sol, sobre todo alrededor del tallo, que de otro modo habría quedado abrasado por la enorme temperatura que alcanza la arena en verano.

En el perímetro I se hicieron las repoblaciones por plantación, habiéndose seguido el mismo procedimiento en las reposiciones de marras en ambos perímetros.

Trabajos auxiliares y gastos generales

Viveros.—Para tener las plantas necesarias a las repoblaciones se instalaron dos viveros en el perímetro I y otros dos en el perímetro II; de ellos han sido abandonados uno en cada perímetro, tales como el llamado del Pou y el de San José, respectivamente en el I y II perímetros, quedando en la actualidad el de Ampurias y el del Coll de las Sorras, suficientes para las actuales necesidades del servicio.

Resultados obtenidos.—En el perímetro I, litoral, se ha impedido que la arena continuara invadiendo el pueblo de San Martín de Ampurias y los terrenos próximos a la playa, y habiéndose hecho posible el cultivo pacífico y remunerador y que se pueda edificar en ellos al abrigo de las contradunas, lo que se ha traducido en un aumento considerable del valor de la propiedad rústica, que de 2.256 pesetas la hectárea que se pagaron por expropiaciones hechas al empezar los trabajos, ha adquirido el de 9.927 pesetas, que se han pagado en el año 1921. La superficie del cultivo que se ha beneficiado es de seis hectáreas, cuyo valor ha aumentado, por lo tanto, 46.026 pesetas.

La propiedad urbana ha aumentado también de valor como consecuencia de los trabajos de fijación, porque antes gran parte del pueblo de San Martín de Ampurias estaba invadido por la arena que había salvado la coronación del antiguo muro situado al Norte del pueblo, limitándose el vecindario a limpiar las calles y los tejados de las casas cuando les perjudicaba la arena acumulada. Este pueblo se ha mejorado notablemente desde la fijación de las dunas, pues se han construido en él de nueva planta un chalet con jardines, perteneciente a D. Luis Pi, en el sitio que estuvo invadido por las arenas, aparte de dos chalets más, pertenecientes a D. Juan Robert y D. Luis Sabat, y dos casas, pertenecientes en propiedad a la Sra. de Delás. En la playa del Portichol se ha establecido un hotel restaurante que se ve concurridísimo los veranos y, por último, la Diputación de Barcelona ha construido un edificio nuevo y lleva a cabo las excavaciones para descubrir las ruinas de la antigua Emporium.

Aunque del valor actual de la propiedad urbana no tenemos ningún dato estadístico, basta lo expuesto para dar idea del gran aumento que ha debido experimentar.

En cuanto al perímetro II basta recordar que la duna continental

llega hasta la casa de campo del término de Torroella de Montgrí, conocida por Huerta de Reixach, en cuyo sitio ha quedado fijada, a 11 kilómetros de la playa.

Ocupa actualmente dentro de dicho término, contando con los terrenos que se han expropiado, una superficie de 184,10 hectáreas.

El ancho de la duna en el avance es de 450 metros y el espesor medio de 18,10 metros.

Esta enorme masa de arena avanzaba cinco metros por año, destruyendo por completo los cultivos y edificios que iba encontrando dentro de la zona de 450 metros, siguiendo la trayectoria invariable marcada por la dirección del viento.

Están ya enterrados varios viñedos y olivares y, en parte, la mencionada huerta de Reixach y de no haberse impedido el movimiento de la arena el avance habría continuado hasta el río Ter, situado a cuatro kilómetros más allá, en cuyo punto la arena sería devuelta por el agua del río al mar, de donde procede.

A pesar del largo plazo que se necesitaba para que la duna hubiese completado su recorrido hasta el río Ter no hay causa conocida que haga sospechar una variación en la intensidad y variación del viento, ni en la topografía del terreno y, por consiguiente, en la continuidad del fenómeno a través de los años; sobre todo, ante la realidad de encontrarse el avance de la duna a 11 kilómetros del origen, ha de aceptarse que bien puede recorrer cuatro kilómetros más.

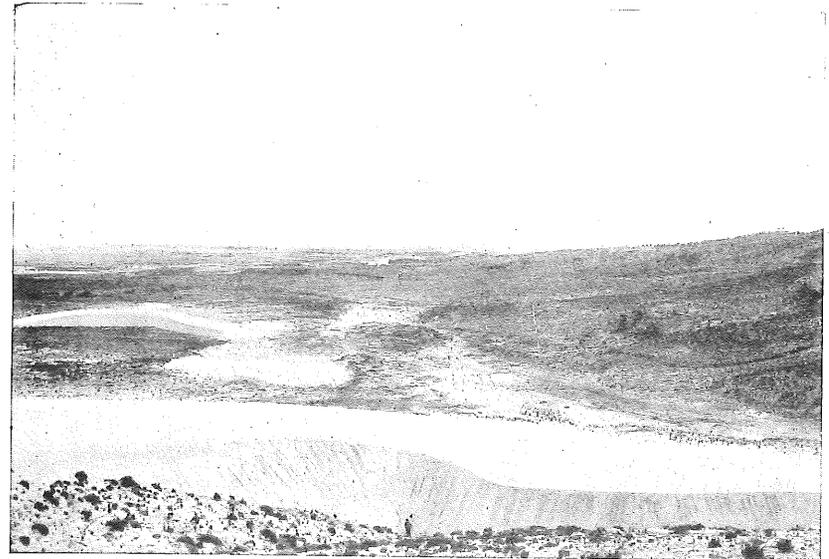
Pues bien, esto supone la destrucción completa de 180 hectáreas de tierras de cultivo de primera calidad, que valen a razón de 8.000 pesetas la hectárea, o sea una pérdida de 1.440.000 pesetas.

La carretera del Estado de Estartit a Torroella habría sido invadida, en un plazo relativamente corto, en una longitud de 450 metros, puesto que se halla situada a 375 metros del avance de la duna, habiéndose evitado el gasto, sin duda importante, que hubiera ocasionado dejar expedito el tránsito a través de la duna.

Estos beneficios se han obtenido con un gasto sumamente reproductivo, puesto que la repoblación forestal ha transformado la aridez propia del arenal en frondoso bosque, explotable hoy en condiciones económicas, a pesar de su corta edad, gracias a la especialísima situación que ocupa en una rica comarca, donde no hay montes poblados, lo que da un gran valor a las leñas.

El ingeniero encargado de la Sección, basándose en el beneficio obtenido en la subasta de las leñas de los cortafuegos abiertos, ha calculado el valor del monte creado en 312.805,50 pesetas, que es el resultado de capitalizar al 4 % una renta de 12.512,22 pesetas que puede producir, a base de la explotación de leñas y de la repoblación natural del monte.

Esto se ha conseguido en un período de 20 años y al principio en créditos verdaderamente mezquinos, pero manejados por el ilustre y competentísimo ingeniero autor y ejecutor del proyecto de fijación



Dunas movibles en forma de media luna, que avanzaban por la altiplanicie cretácea, desde el golfo de Rosas hacia la vega de Torroella de Montgrí.

Cl. 1.ª División Hidrológico-Forestal



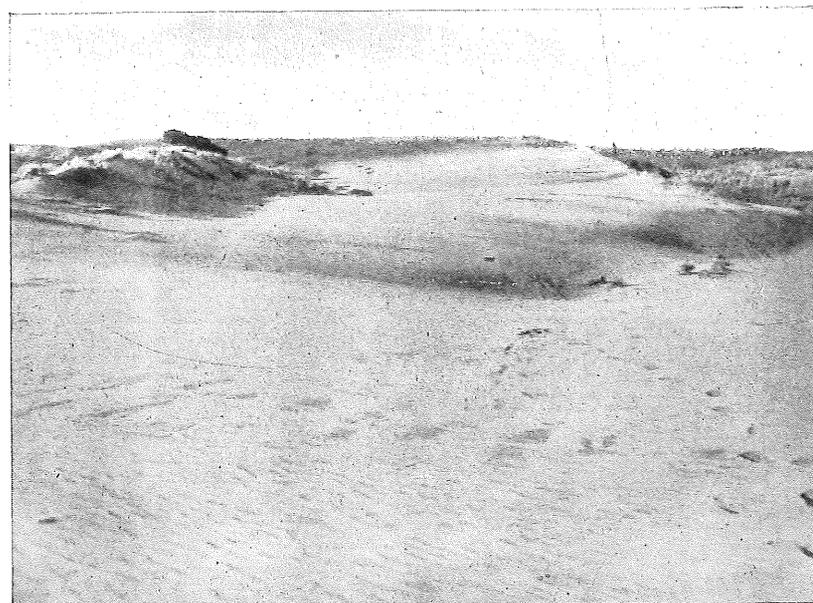
Duna en forma de media luna, avanzando por la altiplanicie cretácea del macizo de Torroella de Montgrí.

Cl. 1.ª División Hidrológico-Forestal



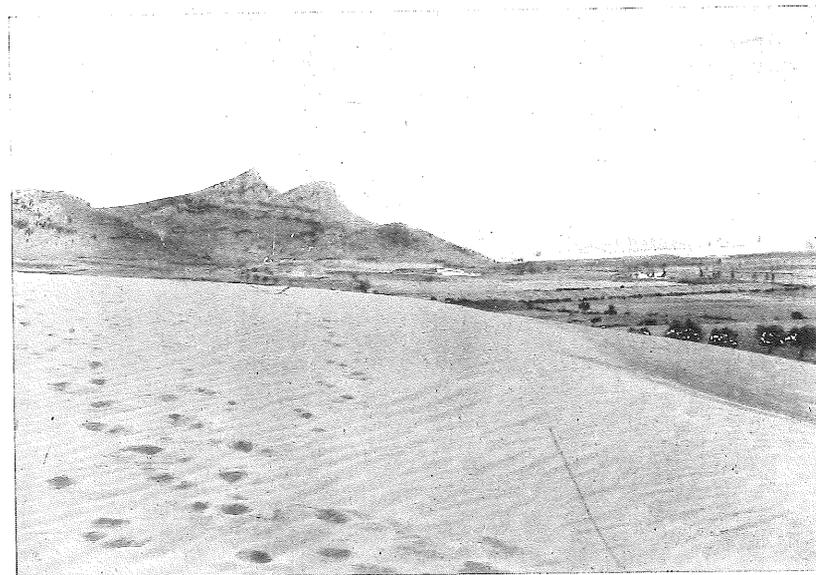
Extremo de la duna movable de la Horta d'en Reixach, avanzando hacia la vega de Torroella, inutilizando los caminos y las tierras de labor, en 1902, antes de los trabajos de fijación

Cl. 1.ª División Hidrológica Forestal



Parte alta de la gran duna de la Horta d'en Reixach, antes de los trabajos de fijación (1902)

Cl. 1.ª División Hidrológica Forestal



Vista del borde del macizo cretáceo de Torroella de Montgrí, en Estartit, y las islas Medas, parte de la llanura del Ter y de la gran duna que avanzaba hacia ésta.

Cl. 1.ª División Hidrológica Forestal



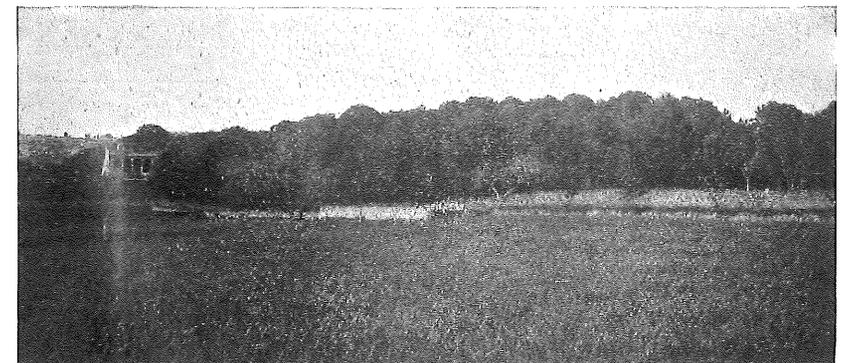
Duna que avanzaba hacia la vega de Torroella, por las Ramadas, fijada actualmente. Estado de los trabajos de fijación en 1903



Cabeza de la duna de Torroella de Montgrí, el año 1902



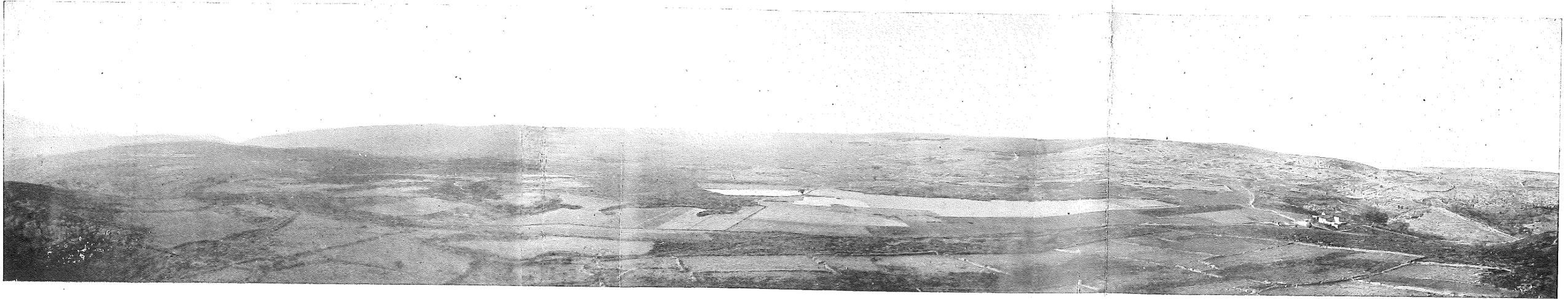
Cabeza de la duna de Torroella de Montgrí, fijada con plantaciones de barrón, el año 1903



Cabeza de la duna de Torroella de Montgrí, fijada y repoblada (1929)

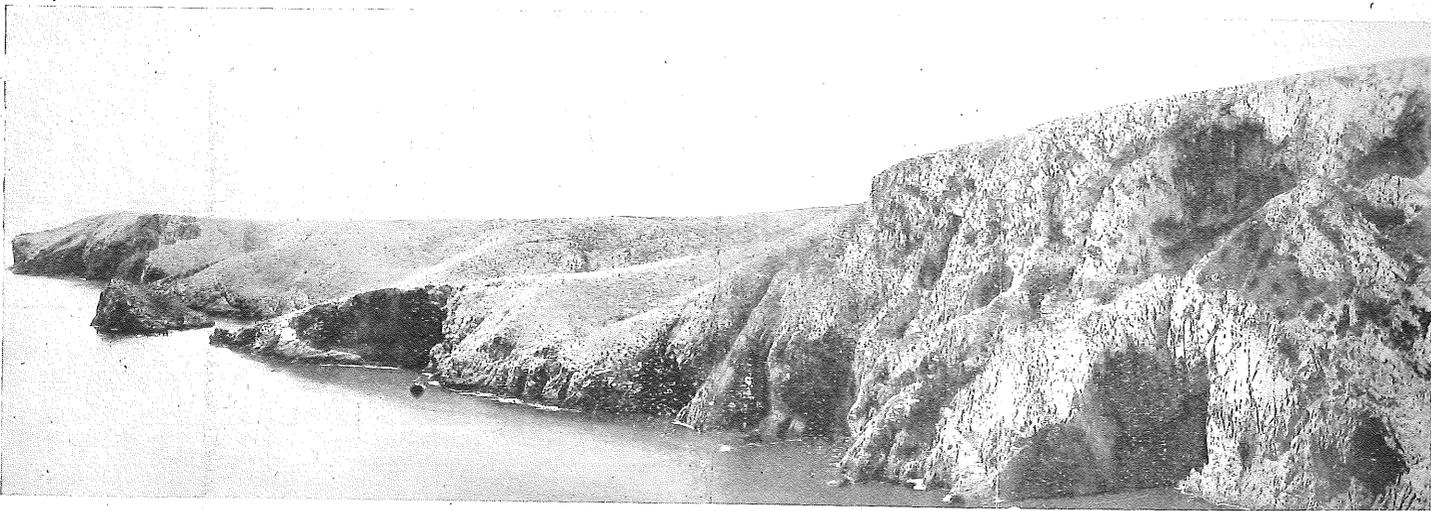
de las dunas, D. Javier de Ferrer, dieron en pocos años el maravilloso resultado que ligeramente acabamos de reseñar.

Este hecho demuestra cuán equivocada es la creencia, muy extendida, de necesitarse períodos largos de años para obtener rendimientos de los capitales empleados en repoblaciones forestales.



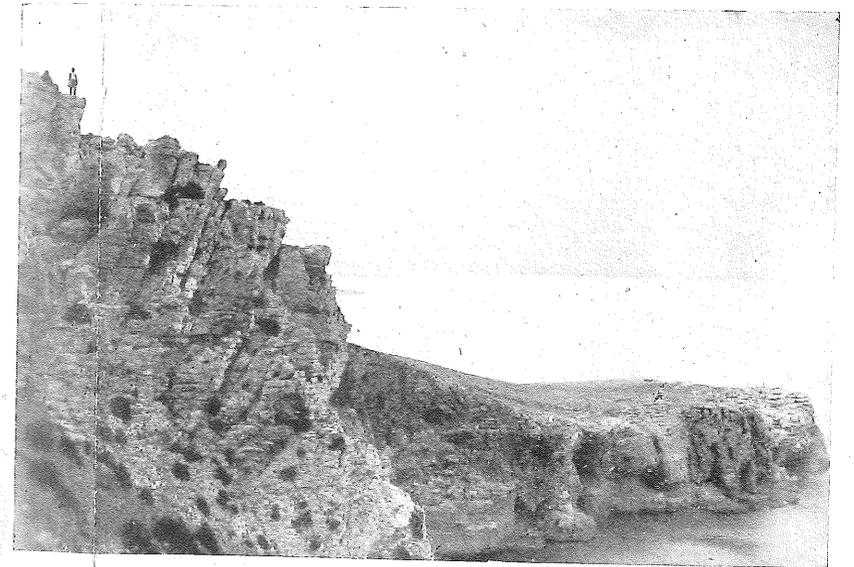
Macizo Cretáceo de Torroella de Montgrí. Montaña Grau y Torre Ponsa

Ci. 1.ª División Hidrológico-Forestal



Trozo de costa entre Estartit y La Escala

Ci. 1.ª División Hidrológico-Forestal



Punta Grosa y cabo Mongó, desde Las Cambras (costa entre La Escala y Estartit).

Ci. 1.ª División Hidrológico-Forestal