SECCION ESPELEOLOGICA Y KARST

KOBIE (Bilbao)
Grupo Espeleológico Vizcaino. Diputación Foral de Vizcaya
Boletín n.° 9 - 1979

Estudio de las torcas de Palancares y Cañada del Hoyo en el karst de la serranía de Cuenca

(*) Por ERASO ROMERO, ADOLFO
LOPEZ-ACEVEDO CORNEJO, VICTORIA
LOPEZ MUÑOZ, MIGUEL A.
NAVARRO GASCON, J. VICENTE
SUSO LLAMAS, JESUS
SANTOS SERRANO, VICENTE

INDICE

1 — Introducción

1.1. Antecedentes y justificación del trabajo

1.2. Situación y límites de la zona

2 — Marco geológico

2.1. Rasgos estructurales

2.2. Litologías regionales. Columna tipo

3 — Morfología kárstica

3.1. Torcas de Palancares

3.2. Torcas de Cañada del Hoyo

4 — Análisis de los procesos que intervienen en la génesis de las agrupaciones de torcas

4.1. Agrupación de torcas de Palancares

4.1.1. Influencia en la génesis de las torcas de las diferentes características estructurales entre el Jurásico y el Cretácico

4.1.2. Los sistemas de diaclasas. Tratamiento estadístico

4.2. Agrupación de torcas de Cañada del Hoyo

4.2.1. Las torcas de agua de la margen derecha del Guadazáon, como ventanas kársticas

4.2.2. Los sistemas de diaclasas. Tratamiento estadístico

4.2.3. Rectas de regresión. Tratamiento estadístico

5 — Conclusiones

6 — Bibliografía

(*) Pertenecientes al grupo de trabajo de Espeleología Científica de la Real Sociedad Española de Historia.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la agrupación de sesenta y cuatro torcas, distribuidas: treinta en la zona de Palancares y treinta y cuatro en la zona de Cañada del Hoyo, ambas en la provincia de Cuenca.

El criterio seguido en el trabajo se ha centrado en la toma de datos en el terreno bajo las siguientes premisas:

1. Relación individual y colectiva de las torcas con las series litológicas;
2. Relación individual y colectiva de las torcas con la estructura geológica regional;
3. Relación individual y colectiva de las torcas con la geomorfología regional;
4. Estadística individual y colectiva de diaclasas existentes en el entorno de las torcas (población superior a mil individuos);
5. Cálculo mediante ordenador de las rectas de regresión correspondientes a las agrupaciones de torcas;
6. Contrastación sinóptica y analógica de todos los datos y selección de los resultados mediante ponderaciones estadísticas.

Los resultados reflejan la existencia de un modelo genético que se apoya en las siguientes causas:

A) Existencia de una karstificación profunda (en nuestro caso, en las series jurásicas subyacentes), cuyo drenaje se desarrolla a favor de las fallas neoalpinas y a tenor con la circulación hidrogeológica regional;

B) Presencia de terrenos no karstificables, de matriz arcillosa, intercalados entre las series carbonáticas (jurásico y cretácico superior, que es la que contiene las agrupaciones de torcas), que presenta carácter dispersable o lixiviable ante la acción del agua, descalzando las formaciones que yacen encima, en las proximidades de las fallas neoalpinas responsables de la karstificación subyacente;

C) Hundimiento por colapso y reajuste de equilibrio, en la formación carbonática superior, a tenor del descalce y drenaje descrito previo, dando lugar a la agrupación de las torcas;

D) Retoque geomorfológico posterior.

En el caso de existencia de agrupaciones de torcas, las fallas neoalpinas que cortan las series jurásicas no se prolongan en el cretácico como tales fallas sino que su prolongación coincide con la recta de regresión global de la agrupación.

Si, por el contrario, no existen agrupaciones de torcas, las fallas neoalpinas sí que se prolongan en las series litológicas cretácicas.

SUMMARY

This paper is a study of a grouping of 64 **torcas** (collapse sinkholes), 30 of which in Palancares and 34 in Cañada del Hoyo, both in the province of Cuenca.

The criterion followed in this study, was taking data in the field according to the following premises:

1. Individual and collective relation between **torcas** and the lithological sequences;
2. Individual and collective relation between **torcas** and the geological regional structure;
3. Individual and collective relation between **torcas** and the regional geomorphology;
4. Individual and collective statistics of the existing joints near the **torcas** (population more than 1.000 data);
5. Computer calculation of the regression line (root mean line), corresponding to **torcas** groupings;
6. Synoptic and analogical contrast of all data and selection of results by means of statistical ponderation.

The results reflect the existence of a genetic model, based on the following reasons:

A) Existence of a deep karstification (in our case in the underlying jurassic sequences), with a drainage developping in favour of the neoalpine faults and according to the regional hydrogeological circulation;

B) Presence of unkarstificable sequences, clay sequences, bedded between the carbonate sequences (jurassic and upper cretaceous which contain **torcas** groupings), and with a dispersible or leaching character under the action of water, undermining the upper formations near the neoalpine faults, which are responsible for the underlying karstification;

C) Subsidence by collapsing and adjustment of the equilibrium in the upper carbonate formation, according to the undermining and drainage previously described, causing like this torcas groupings;

D) Later geomorphological adjustment.

In the event that torcas exist, the neoalpine faults which out the jurassic sequences, do not continue like faults in the cretaceous, but their continuity coincides with the global regression line of the grouping.

If, on the contrary, **torcas** groupings do not exist, the neoalpine faults do continue in the cretaceous sequences.

RESUME

Le présent travail est une étude sur un groupement de 64 torcas (dolines d'effondrement), distribuées: 30 dans la zone de Palancares et 34 dans la zone de Cañada del Hoyo, dans la province de Cuenca.

Le critère suivi dans ce travail était une prise de dates sur le terrain selon les prémisses suivantes:

1. Relation individuelle et collective des torcas avec les séries lithologiques;
2. Relation individuelle et collective des torcas avec la structure géologique régionale;
3. Relation individuelle et collective des torcas avec la géomorphologique régionale;
4. Statistique individuelle et collective des diaclasses existentes aux environs des torcas (population supérieure à 1.000 dates);
5. Calcul en ordinateur des droites de regression correspondantes aux groupements des torcas;
6. Contraste synoptique et analogique de toutes les dates et sélection de résultats par pondé1 rations statistiques.

Les résultats montrent l'existence d'un modèle génétique qui s'appuie sur les causes suivantes:

A) Existence d'une karstification profonde (dans notre cas dans la série jurassique située au-dessous), dont le drainage se developpe à faveur des failles néoalpines et d'accord avec la circulation hydrogéologique régionale;

B) Présence de terrains non karstifiables, argileux, intercalés dans les séries carbonatiques (burassique et crétacé supérieur que contient les groupements des torcas), et qui présentent un caractére dispersable ou lixiviable sous l'action de l'eau, provoquant le décollage des formations au-dessus, prés des failles néoalpines, responsables de la karstification sousjacente;

C) Effondrement par collapse et ajustement de l'équilibre, dans la formation carbonatique supérieure, d'accord avec le décollage et drainage décrit avant, donnant lieu au groupement des torcas;

D) Modelé géomorphologique postérieur.

Dans le cas oü le groupement des torcas existence, les faille néoalpines qui coupent les séries jurassiques, ne se prolongent pas dans le crétacé comme telles failles, sinon sa prolongation coincide avec la droite de regression globale du groupement.

Par le contraire, si les groupement des torcas n'existent, pas, les failles néoalpines se prolongent dans les séries crétacés.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird eine Gruppierung von 64 Torcas (Einsturzdolinen) studier, und zwar: 30 davon im Gebiet Palancares und 34 im Gebiet Cañada del Hoyo, in der Provinz Cuenca (Spanien).

Das dieser Studie zugrundeliegende Kriterium bestand in eines Sammalung von Daten im Gelaende und zwar unter den folgenden Praemissen:

1. Individueller und kollektiver Zusammenhang zwischen **torcas** und den lithologischen Serien;
2. Individueller und kollektiver Zusammenhang zwischen **torcas** und der regionalen geologischen Struktur;
3. Individueller und kollektiver Zusammenhang zwischen **torcas** und der regionalen Geomorphologie;
4. Individuelle und kollektive Statistik der korhanden Kluefte in der Umgebung der **torcas** mehr als 1.000 Daten);
5. Computerberechnung der **(rectas de regresión) torcas** Gruppierung;
6. Synoptische und analogische Gegenueberstellung aller Daten und Auswahl der Resultate statistischer Gewichtung.

Die Resultate spiegeln die Existenz eines genetischen Modells wieder, das auf folgenden Begruendungen basiert:

A) Vorhandensein einer Tiefen-Karstifikation (in unseren Fall in den darunterliegenden Jura-Serien), deren Drainage sich zugunsten der neoalpinen Verwerfungen entwickelt und gemaess der regionalen hydrogeologischen Zirkulation;

B) Vorhandensein nicht karstifizierbarer Formationen, die zwischen den karbonatischen Gesteinen eingebettet sind (Jura und Obere Kreide, die die Torca-Gruppierungen enthaelt), die sich unter der Einwirkung von Wasser leicht aufloesen und somit in der Naehe der neoalpinen Verwerfungen, die fuer die darunterliegende Karstifizierung verantwortlich sind, die darueberliegenden Formationen aushöhlen;

C) Senkung durch Einsturz und Neuanpassung des Gleichgewichts in der oberen Karbonatgesteinsschicht gemaess der vorgenannten Aushöhlung und Drainage, wodurch dann die Torca-Gruppierungen entstehen.

D) Spaetere geomorphologische Formgebung.

Sofern Torca-Gruppierungen vorhanden sind, setzen sich die neoalpinen Verwerfungen, die die Juraformationen schneiden, in der Kreide nicht als Verwerfungen fort, sondern ihre Fortsetzung stimmt mit der globalen **(recta de regresión)** der Gruppierung ueberein.

Wenn im Gegenteil keine Torca-Gruppierungen vorhanden sind, setzen sich die neoalpinen Verwerf ungen in den lithologischen Kreideformationen fort.

1 — INTRODUCCION

Esta memoria, realizada a base de sistemáticas salidas de fin de semana durante los años 1975 y 1976, representa la continuación de los trabajos que nos hemos propuesto como meta en el grupo de trabajo de Espeleología Científica de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Dichos trabajos consisten, en esencia, en el estudio sistemático de zonas kársticas de nuestro país, peculiares por algunos aspectos más o menos significativos, sobre los que procedemos a aplicar sistemáticamente tanto nuestro bagaje de conocimientos como los métodos y procedimientos que se van perfilando de mayor utilidad en otros trabajos anteriores.

El método consiste en esencia en partir de un modelo genético de trabajo, en este caso coincidente con la hipótesis más comúnmente admitida para la génesis de las torcas en la bibliografía consultada, que es la de hundimiento por colapso, y someterlo implacablemente a la crítica y contraste de los hechos mediante una exhaustiva observación de campo.

Sobre la marcha van produciéndose así en sucesivas etapas reajustes en el modelo inicial utilizado, a tenor de la cuantía de información acumulada, la cual, a partir de un cierto umbral de datos y observaciones ampliamente superado, permite ser tratada mediante procedimientos estadísticos, propios de la lógica reductiva, impartiendo seriedad y prestancia a las conclusiones así encontradas.

En este sentido y para el ejemplo que nos ocupa, creemos haber llegado por primera vez a la demostración de un modelo genético para la génesis de las agrupaciones de torcas, que supone por consiguiente un avance en la investigación del karst.

Esta afirmación, podrá ser para nosotros más profunda, cuando contrastemos el método seguido frente a otros ejemplos de agrupaciones de torcas, lo que tenemos programado como futuras actividades de nuestro Grupo de Trabajo; mientras tanto al redactar estas líneas, nuestro inmediato deseo se cifra en someter a la crítica del lector nuestros resultados.

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a ICONA de Cuenca, tanto por la cesión incondicional de su Casa Forestal de Palancares, donde establecimos nuestra base de trabajo, como por la entrega de las poligonales de situación relativa de las torcas en las agrupaciones, a Don Félix Miguez, por los interesantes como frecuentes asesoramientos sobre el procesado de datos y la utilización adecuada de programas de ordenador y en particular a cada uno de los otros miembros de nuestro Grupo, no firmantes de este trabajo, tanto por su eventual colaboración en el campo como por sus ideas y críticas sobre la marcha del mismo en nuestras reuniones semanales.

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

La primera referencia relativa a la existencia de torcas en la provincia de Cuenca, se remonta a 1873, y sus autores son CORTAZAR y BOTELLA, quienes hacen una descripción de sus características más sobresalientes dando una primer hipótesis sobre su formación, que atribuyen a hundimientos circulares en los bancos calizos del cretácico.

AGUILAR, en 1917, en el «Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural», presenta una descripción bastante detallada en sus caracteres morfométricos (diámetros y profundidades) que presenta en una tabla elaborada, según cita, por los ingenieros de montes Enrique de las CUEVAS y Antonio LLANSO, y sus ayudantes O'KELLY, MURO y CARRIZOSA, cuya precisión y correspondencia con las medidas actuales demuestran haber sido realizadas por procedimientos topográficos.

El trabajo de BOTELLA y HORNES atribuye su génesis a unos surtidores escalonados según determinadas fallas en el terreno: «las aguas a gran presión y ayudadas por emanaciones gaseosas, disuelven la capa superior de la mesa abriendo una cavidad abovedada que terminaría hundiéndose».

Posteriormente otros autores abundan en la idea de la génesis por hundimiento, apoyados en mayor o menor grado en causas locales diversas.

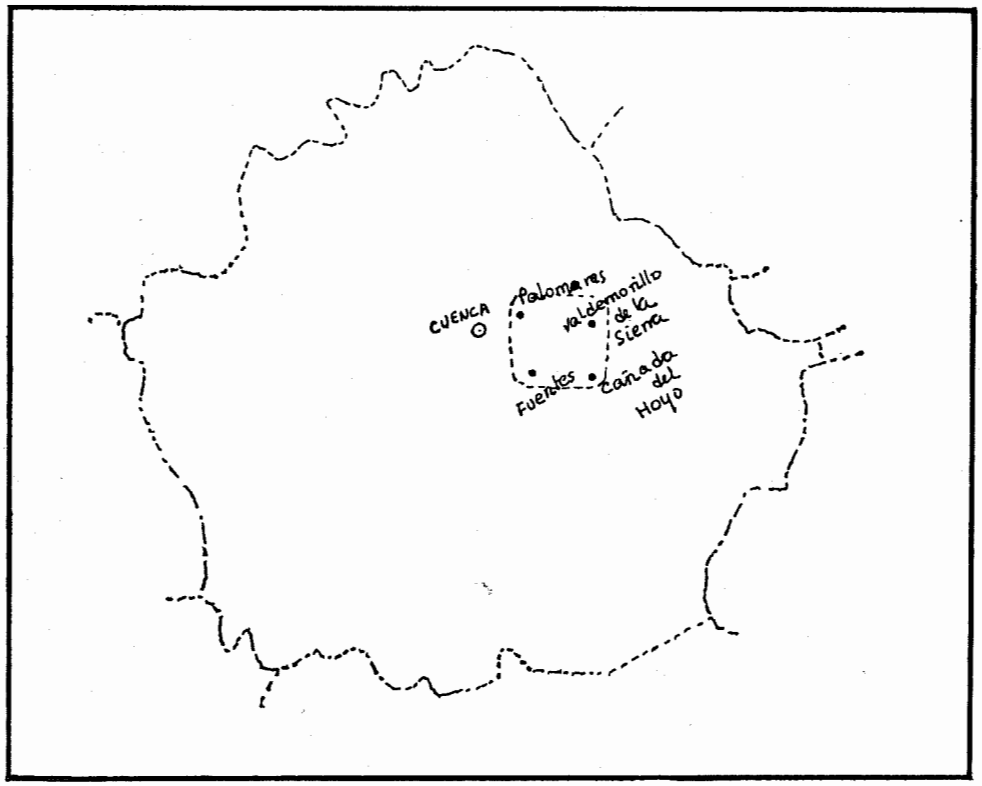

CUENCA
Palomares
Valdemorillo de la Sierra
Fuentes
Cañada del Hoyo

Figura 1.

Clemente SAENZ GARCIA opina que debido a la suavidad de la curvatura sinclinal de Palancares (premisa hoy invalidada por los estudios geológico-estructurales de detalle), el río subterráneo se asemejaría a un verdadero lago estancado que disolvería la caliza dolomítica hasta desencadenar el hundimiento.

El trabajo de KINDELAN y DUAMY, atribuye gran importancia a la litología. Señala que los bancos de caliza descansan sobre arcosas más deleznables. Las aguas subterráneas disolverían el cemento calcáreo que une los granos de la roca y después la arrastrará mecánicamente, de manera que se provocara el colapso cuando a los bancos superiores les faltase el necesario apoyo.

MELENDEZ HEVIA, en su tesis doctoral desarrollada sobre la geología de la serranía de Cuenca, supone que el desarrollo de las torcas se da en zonas de fractura, a favor de las cuales el agua puede ejercer preferentemente su acción de disolución.

Muy recientemente ALONSO OTERO, en su tesis de licenciatura (leída en 1974 en la Facultad de Filosofía y Letras, pero no publicada), recoge la idea de Meléndez, ampliándola en el sentido de suponer que «las torcas han debido de formarse sobre una superficie de erosión a favor de fracturas y diaclasas por un efecto de disolución de las aguas en sentido descendente, motivando tanto su ensanchamiento como su forma circular».

En otro orden de búsqueda, las referencias sobre la génesis de las torcas en otros lugares presentan un mayor abanico de hipótesis, que abarca desde el impacto por meteoritos (VON DANIKEN), pasando por el de disolución bajo capa freática (FERNANDEZ RUBIO, F., al estudiar los campos de dolinas de los ríos Atnel y Salado, en Mendoza —Argentina—). Para culminar en el interesante trabajo de Georges F. SOWERS, patrocinado por la «Law Engineering Testing Company», quien analiza algunos ejemplos históricos de formación de torcas que han engullido viviendas en arrecifes recientes de Florida y otras zonas sudamericanas, y tras apoyarse en factores tales como la porosidad primaria y secundaria, la alteración de la roca y su disolución por las aguas, describe mecanismos tales como el «ravelling», por el cual numerosas cavidades asociadas con zonas de excepcional porosidad primaria, se ensanchan por la circulación de las aguas y se extienden hacia arriba provocando un hundimiento repentino, para finalmente terminar demostrando la necesidad de la aplicación de determinados métodos geofísicos en ingeniería civil, capaces de señalar previamente las zonas susceptibles de hundimiento.

En definitiva: la comprobación en la literatura consultada de que todos los mecanismos atribuibles a la génesis de las torcas, no pasan de ser hipótesis más o menos ingeniosas pero carentes de contraste frente a una adecuada investigación apoyada en una amplia observación; el conocimiento de la existencia de dos notables agrupaciones de torcas en Palancares y Cañada del Hoyo; y la circunstancia de que Francisco ALONSO OTERO, autor de una tesina de geografía sobre dicha zona, fuese miembro del Grupo de Trabajo de Espeleología Científica, nos indujeron a contrastar nuestras posibilidades, abordando el problema de la génesis de dichas agrupaciones de torcas.

1.2. SITUACION Y LIMITES DE LA ZONA

La región objeto de nuestro estudio se encuentra enclavada en las estribaciones al S. de la Serranía de Cuenca, ver fig. 1.2, al E. de la capital del mismo nombre, y en una región que englobando a ambas agrupaciones de torcas se encuentra contenida en el entorno que supone la conjunción común de las cuatro hojas 1:50.000 del Instituto Geográfico y Catastral correspondiente a:

Cuenca	n.º 610
Cañete	n.º 611
Fuentes	n.º 635
Villar del Humo ...	n.º 636

Y en detalle corresponde a los afloramientos cretácicos limitados al S. por el río Moscas, al N. por el arroyo de la Rambla Verde y su prolongación en cabecera, al E. por el polje del río Guadazaón (incluida la margen izquierda del mismo, que contiene un subconjunto de torcas) y al W. por la línea teórica que pasando por el barranco del Portillo, se prolonga hasta la cabecera del Huécar.

2 — MARCO GEOLOGICO

La zona objeto del estudio se emplaza en la rama castellana de la cordillera Ibérica, al S. de la Serranía de Cuenca, y al W. de los Montes Universales, y su emplazamiento, disposición y características viene ampliamente detallado en la figura 2, que representa la cartografía litoestructural, o plano de base sobre el que descansan todas nuestras consideraciones.

Para su elaboración dispusimos en principio únicamente de las hojas geológicas del IGME 1:50.000, correspondientes a Cuenca n.º 610 y Cañete n.º 611 (en la primera de las cuales nos vimos precisados por datos de campo a variar ligeramente el contacto entre el turonense y el cenomanense en el arroyo de la Nava y nuevos ejes de pliegues anticlinales y sinclinales, no señalados por los autores en Palancares, cuyos criterios generales adoptamos sin más consideración por salirse su revisión fuera del objeto

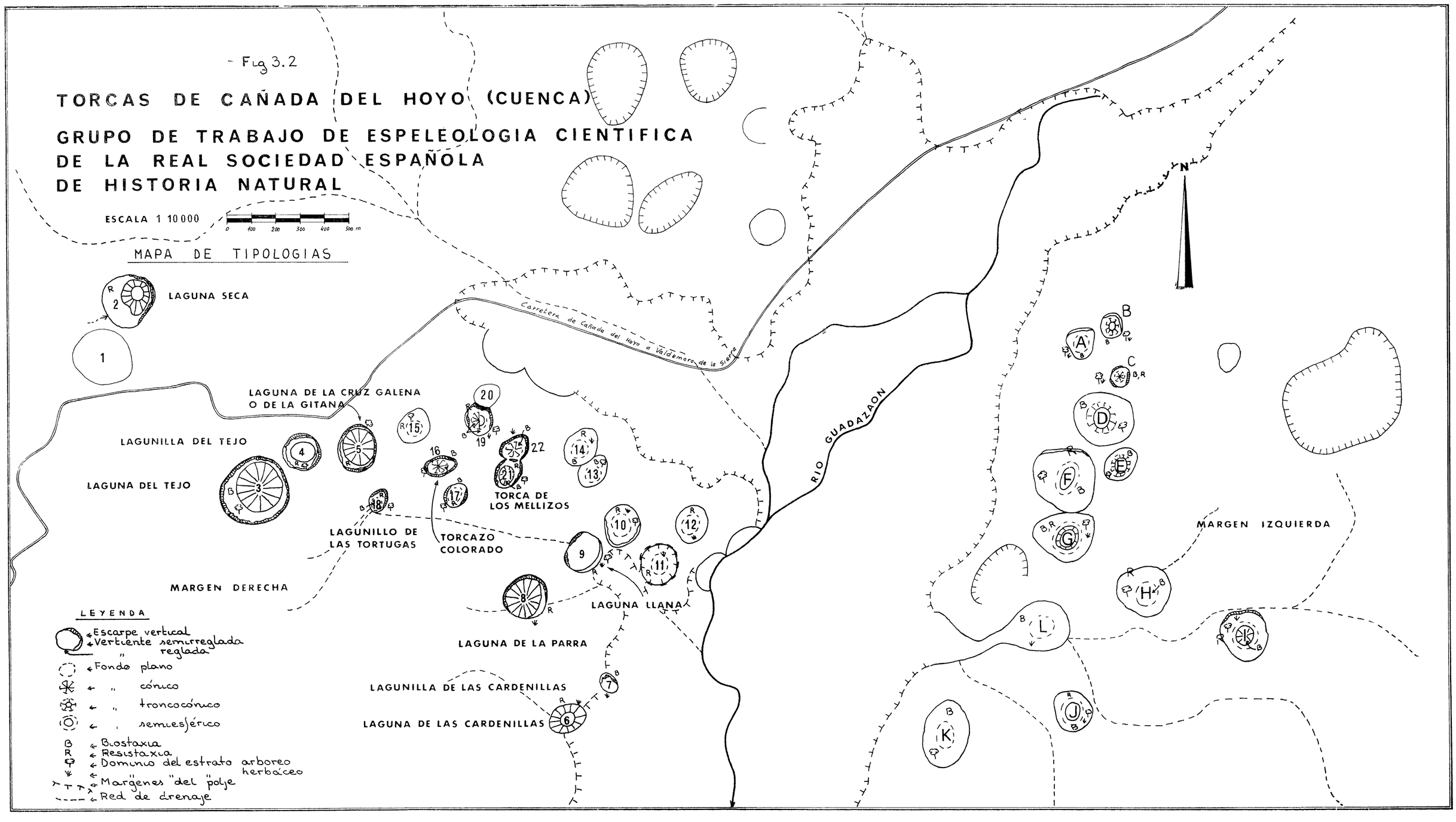

- Fig 3.2
TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO (CUENCA)
GRUPO DE TRABAJO DE ESPELEOLOGIA CIENTIFICA
DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE HISTORIA NATURAL
ESCALA 1 10000
0 100 200 300 400 500 m
MAPA DE TIPOLOGIAS
LAGUNA SECA
LAGUNA DE LA CRUZ GALENA
O DE LA GITANA
LAGUNILLA DEL TEJO
LAGUNA DEL TEJO
TORCA DE
LOS MELLIZOS
LAGUNILLO DE
LAS TORTUGAS
TORCAZO
COLORADO
MARGEN DERECHA
LAGUNA LLANA
LAGUNA DE LA PARRA
LAGUNILLA DE LAS CARDENILLAS
LAGUNA DE LAS CARDENILLAS
Carretera de Cañada del Hoyo a Valdemoro de la Sierra
RIO GUADAZAON
MARGEN IZQUIERDA
N
LEYENDA
Escarpe vertical
Vertiente semirreglada
" reglada
Fondo plano
" cónico
" troncocónico
" semiesférico
B Biostaxia
R Resistaxia
Dominio del estrato arboreo
herbáceo
Margenes "del "polje
Red de drenaje

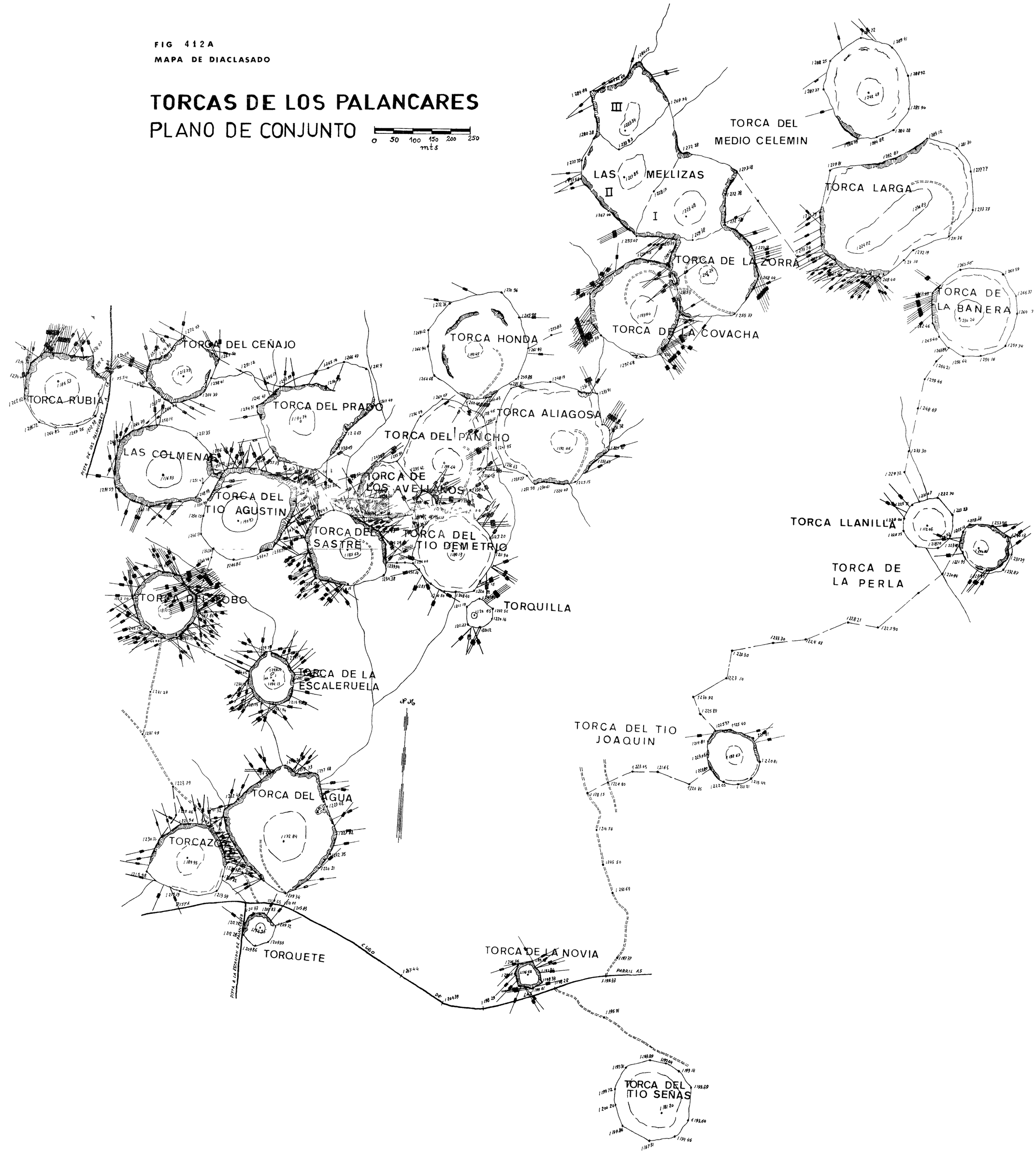
FIG 412A

MAPA DE DIACLASADO

TORCAS DE LOS PALANCARES

PLANO DE CONJUNTO

0 50 100 150 200 250 mts



perseguido, procediendo a realizar la cartografía de la parte sur de nuestra zona, a la sazón no publicada.

Posteriormente, y estando ya muy avanzados nuestros trabajos cartográficos, el IGME publicó las hojas 1:50.000 correspondientes a Fuentes n.º 635 y Villar del Humo n.º 636, con criterios mucho más precisos que en principio adoptamos en rasgos generales, pero que nos obligó a correlacionar las partes N. y S. de nuestra zona, encontrando más sencillo volver a los criterios iniciales, más fáciles de seguir en campo por nosotros, que son los que en definitiva hemos conservado en la referida figura 2.

Sobre la hoja geológica n.º 635 de Fuentes, publicada por el IGME, debemos señalar que es preciso hacer una pequeña corrección en el entorno del pueblo de Las Zomas, donde aflora un pequeño abombamiento de dolomías (con su correspondiente torca de agua), atribuible, según los criterios seguidos en la hoja de Cuenca, al senonense, y que contrasta fuertemente con los materiales que le rodean, representados por arcillas versicolores, con las que aparece cartografiado.

2.1. RASGOS ESTRUCTURALES

En la región donde se emplaza nuestra zona de estudio, se pueden diferenciar claramente dos ciclos orogénicos condicionantes de las estructuras, el Hercínico y el Alpino.

El ciclo Hercínico afecta las formaciones paleozoicas, hasta el pérmico. Todo este conjunto de materiales, posteriormente durante el ciclo Alpino, se comportará como un basamento rígido, fracturándose en grandes bloques.

El plegamiento Alpino va a condicionar fundamentalmente la estructura de los materiales sedimentados del pérmico al oligoceno. El estilo tectónico viene condicionado por la presencia de niveles competentes intercalados con otros incompetentes, los cuales van a responder de manera diferencial ante los esfuerzos orogénicos.

El buntsandstein y el muschelkalk, constituidos por materiales resistentes, se fracturan en bloques junto con los materiales paleozoicos. Por el contrario las formaciones plásticas del muschelkalk medio y keuper, constituyen un nivel estructural incompetente que va a condicionar al replegarse la aparición de diapiros, que afectarán al estilo tectónico del jurásico y a veces del cretácico.

El jurásico, constituido por materiales calco-dolomíticos muy competentes, responde a los empujes del keuper plegándose y fracturándose en las fases orogénicas paleoalpinas. Los ejes de plegamiento presentan una orientación muy marcada:

WNW - - - - - ESE

Esta orientación se ha conservado gracias a que las fases neoalpinas fueron al parecer muy suaves, ocasionando únicamente pequeñas inflexiones en los ejes de plegamiento.

Los materiales arenosos del cretácico inferior juegan un importante papel, actuando de escudo amortiguador, de lo que resulta una disarmonía entre el jurásico y los materiales dolomíticos del cretácico superior.

Dicha disarmonía se manifiesta tanto por una disminución en la densidad de plegamiento en el cretácico superior, como por la tendencia a variar sus ejes de plegamiento hacia el

NW - - - - - SE

observándose al S. de nuestra zona pliegues de clara tendencia

N - - - - - S

probablemente condicionados por las fases neoalpinas.

Tanto el jurásico como el cretácico superior están surcados por importantes fallas de notable salto, frecuentemente en tijera cuya dirección dominante es de:

NNE - - - - - SSW

cuya aparición se atribuye a las fases neoalpinas.

Las referidas fallas provocan en el jurásico desplazamientos en los ejes de deformación, condicionando en el cretácico superior el estilo de los pliegues. Probablemente se deban a accidentes en el basamento del paleozoico, localmente resaltados por las inyecciones diapíricas del keuper.

2.2. LITOLOGIAS REGIONALES. COLUMNA TIPO

Excluyendo a las formaciones del keuper, que se sale del objeto de estas líneas, las litologías más importantes en nuestra zona vienen representadas por:

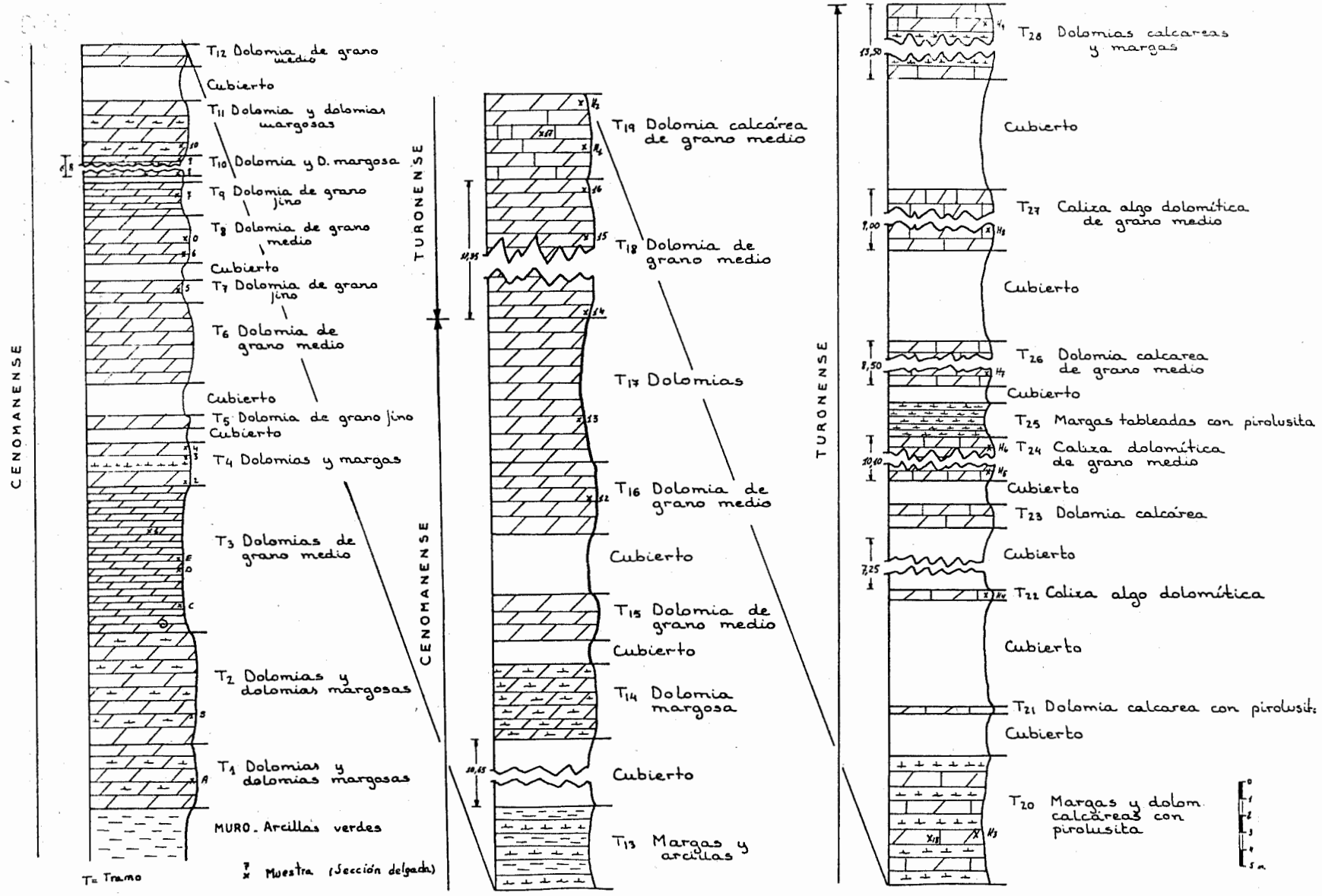
Jurásico: Que aparece en la parte superior derecha de la figura 2, se inicia por el:

Lías: Comienza en su base por las series hettangiense-pliensbachiense, representadas por un conjunto calcodolomítico en cuya parte inferior predominan las dolomías, pasando hacia el techo a calizas microcristalinas con intercalaciones de calcarenitas oolíticas de matriz cristalina. El espesor del conjunto es en nuestra zona de 265 m.

El toarciense muy fosilífero, de color gris amarillento, está representado por alternancias de calizas margosas y arcillas, siendo su potencia de 30 m.

Dogger: Constituido preferentemente por calizas rítmicamente tableadas, de carácter microcristalino, que ocasionalmente presentan nódulos de sílex. Su espesor es de 60 m.

Malm: Detrítico en la base, donde aparecen litologías de arcillas y ocasionalmente nivelillos de calizas lumaquélicas, pasa a ser en el tramo superior de



COLUMNA LITOLOGICA DEL CRETACICO SUPERIOR

Fig 2.2.A

carácter dolomítico de aspecto brechoideo, que lateralmente pasa a calizas microcristalinas a la altura del meridiano del Guadazaón. Su espesor es superior a 200 m.

Cretácico: Que aparece diagonalmente en la parte central de nuestra cartografía, está representado por:

Facies Weald: Atribuido al valanginense-aptense, está representado en la base por unos niveles de calizas litorales, aunque dominan las calcáreas y microconglomerados con cantos de cuarzo y feldespato y cemento de calcita esparítica, apareciendo en su tramo superior arcillas plásticas versicolores, que pueden ser arenosas en el techo. Su potencia es de 105 m.

Facies Utrillas: Atribuidas al albense-cenomanense inferior, con arenas arcósicas en la base, blanco-amarillentas y ocasionalmente rojizas, pasa a ser en su parte superior de areniscas con cemento calcáreo y arcillas, donde pueden aparecer niveles caoliníferos. Su potencia es de 110 m.

Cenomanense medio-superior: Se inicia por un nivel de arcillas verdes, color cardenillo, muy características, para pasar a continuación a estar representado por bancos de dolomías verde-grisáceas con nódulos de pirita y geodas de dolomita que aumentan gradualmente hacia el techo. Su espesor global es de 114 m.

Turonense: Representado por dolomías blanquecinas, muy cristalinas y masivas en la base, apareciendo en los bancos superiores alternancias de arcilla, nódulos de pirita y dendritas de pirolusita. Su espesor es superior a 100 m.

Senonense: Esta formación constituye el techo de la serie marina, separada en su base por un nivel de arcillas que la individualiza. Está constituida por dolomías brechoides muy semejantes a las carniolas. Su espesor es de 175 m.

A partir de aquí, hacen su aparición formaciones de origen lacustre, que están representadas en el ángulo inferior izquierdo de nuestra cartografía, en las que al no tener lugar los fenómenos cuyo estudio nos ocupa, prescindiremos de describir.

Habiendo observado en nuestros trabajos de campo que las agrupaciones de torcas se remiten sustancialmente a las series dolomíticas situadas entre las arcillas verdes cenomanenses como muro y las carniolas del cretácico superior como techo, hemos considerado necesario para el objeto que perseguimos levantar una detallada columna, representada en la figura 2.2.A, a base de secciones delgadas, de dicho tramo, que a continuación describimos:

Muro: Arcillas verdes del cenomanense.

Tramo 1: Dolomía margosa de aspecto noduloso que hacia el techo pasa a ser más pura, de color amarillento y poco compacta.

Potencia 3,96 m.

Estudio microscópico:

Muestra A — **Vi:D2** (dolointraesparita). Textura en mosaico. Cristales alotriomorfos de tamaño homogéneo, fantasmas difusos de aloquímicos y algún gran intraclasto cuyos cristales son mayores que el resto. Como autigénicos aparecen algunas alteraciones de minerales de hierro en pequeñas proporciones. La porosidad es menor del 10 % de tipo intercristalina, de geoda y de canal.

Tramo 2: Alternancia de dolomía de grano medio, blanquecina y con recristalizaciones, con dolomía margosa. Bancos de 30 a 50 cm.

Potencia 6,65 m.

Estudio microscópico:

Muestra B — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico, cristales subidiomorfos con impurezas en el núcleo y a menudo recrecimientos secundarios. La distribución de tamaños es muy homogénea, destacan grandes cristales de calcita aislados. Hay algunos espectros de aloquímicos muy difusos. Como autigénicos se pueden citar pequeños granos de cuarzo, y alteraciones de minerales de hierro, la porosidad es aproximadamente del 10 %, intercristalina y de canal.

Tramo 3: Dolomías tableadas (máximo 50 cm.) algo margosas, de grano fino a medio, con pequeños nódulos de pirita oxidados y recristalizaciones y caparazones de fósiles en la base. Color amarillento.

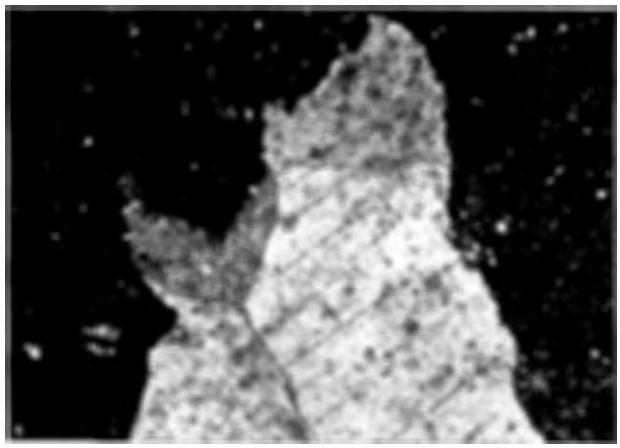
Potencia 8,56 m.

Estudio microscópico: Se tomaron cuatro muestras:

Muestra C — **Vb:D2-3** (dolobioesparita). Es muy heterogénea. Los cristales de dolomina varían de tamaño fino a muy fino, son subidiomorfos a veces con recrecimientos secundarios y componen texturas en mosaico. Incluidos en la dolomía aparecen gruesos cristales alotriomorfos de calcita. Numerosos aloquímicos: pelets (de grano muy fino) y restos de fósiles. Como autigénicos hay cuarzo y alteraciones de minerales de hierro. Porosidad 15 % intercristalina móldica fenestral y de canal.

Muestra D — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico con cristales subidiomorfos distribuidos homogéneamente. Hay espectros difusos de aloquímicos representados por concentraciones de cristales de grano muy fino. Como autigénicos algún grano de cuarzo y alteraciones de minerales de hierro. Porosidad aproximadamente de 15 % intercristalina.

Muestra E — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico constituida por cristales idiomorfos de dolo-



(Foto núúm. 1)

Fenocristales de calcita empastados en dolomía (nicoles cruzados)
TRAMO T/3 de la columna litológica

mita que a menudo invaden algunos cristales gruesos de calcita alotriomorfos, que aparecen aislados. Sin espectros de aloquímicos. Se observan esporádicamente granos de cuarzo alóctonos. Como autigénicos hay granos de cuarzo y alteraciones de minerales de hierro. La porosidad es menor del 5 % de tipo intercristalino.

Muestra 1 — **V:D1** (dolomicrita). Textura afanítica. Aparecen incluidos gruesos cristales de calcita (4 mm. máximo) que también ocupan venas. Posibles espectros de aloquímicos tipo peloides (masas criptocristalinas). Como autigénicos aparecen minerales de hierro y cuarzo, a veces alterados. Porosidad menor del 5 % intercristalina.

Tramo 4: Alternancia de dolomía de grano medio compacta y de color claro, con tramos margo-limosos tableados de color obscuro con manchas de óxido de hierro.

Potencia 2,55 m.

Estudio microscópico: Se tomaron dos muestras.

Muestra 3 — **Vb-p:D1** (dolobiopelsmicrita). Textura afanítica, la dolomía a veces invade zonas ocupadas por cristales de calcita de grano medio. Numerosos espectros de aloquímicos (concentraciones criptocristalinas). Como autigénicos cuarzo y alteraciones de minerales de hierro en proporciones insignificantes. Porosidad aproximada 5 % de tipo intercristalina móldica.

Muestra 4 — **Vp:D1** (dolopelsmicrita). Se diferencia de la 3 en que los peloides se observan muy claramente y en que la porosidad es también de canal (y aproximadamente del 5 %).

Tramo cubierto: Potencia 0,80 m.

Tramo 5: Dolomía de grano muy fino, muy compacta y de color rosáceo.

Potencia 0,25 m.

Tramo cubierto: Potencia 1,90 m.

Tramo 6: Dolomía de grano medio muy compacta.

Potencia 4,80 m.

Tramo 7: Dolomía de grano muy fino pero compacta, de color pardo amarillento, con pequeños nódulos de oxidación de hierro.

Potencia 1,35 m.

Estudio microscópico:

Muestra 5 — **V:D1** (dolomicrítica). Textura afanítica. Muy pura y homogénea, sólo tiene algunos autigénicos; cuarzo y alteraciones de minerales de hierro, en proporciones insignificantes. La porosidad es menor del 5 % e intercristalina.

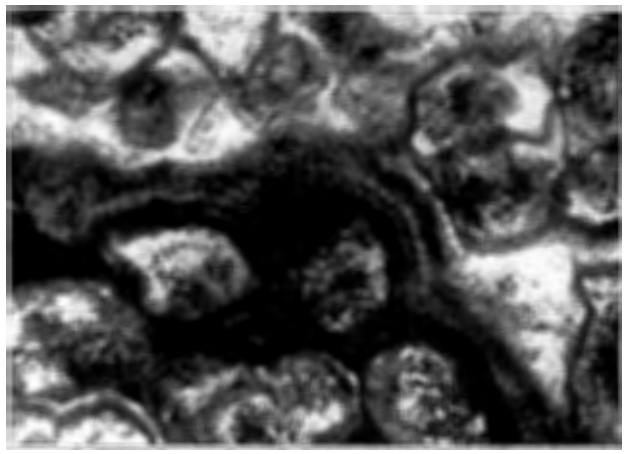
Tramo cubierto: Potencia 0,95 m.

Tramo 8: Dolomía de grano medio, color gris, con diaclasas texturales en forma de romboedros. Contiene pequeñas geodas.

Potencia 2,85 m.

Estudio microscópico: Se tomaron dos muestras muy heterogéneas.

Muestra 6 — **Vi-o:D3** (dolointraoosparita). Textura en mosaico formada por cristales subidiomorfos y algunos idiomorfos con impurezas en el núcleo, de tamaño variable de fino a grueso. Hay concentraciones aisladas de calcita y de minerales alóctonos tipo arcillas, en gran proporción. Como espectros de aloquímicos hay algún posible intraclasto, como aloquímicos evidentes: oolitos ferruginosos con germen de calcita dispuestos en venas. Los autigénicos son minerales de hierro en ocasiones alterados. Porosidad de canal (aproximadamente el 10 %).



(Foto númú. 2)

Inclusiones de arcillas ferruginosas en dolomías
TRAMO T/8 de la columna litológica

Muestra 0 — **V:D1** (dolomicrítica). Textura afanítica muy homogénea. Algún espectro de aloquímicos muy difusos. Como alóctonos se observan algunos minerales arcillosos. Autigénicos: hay abundantes granos de cuarzo y algún mineral de hierro.

Porosidad menor del 10 % intercristalina.

Tramo 9: Dolomía de grano fino, muy deleznable, es blanca en la base y se obscurece hacia el techo donde está finamente estratificada en niveles de 5 cm. Los últimos 40 cm. del techo son de material arcilloso.

Potencia 2 m.

Estudio microscópico:

Muestra 7 — **Vp:D2-3** (dolopelsmicroesparita). Textura variable de sacaroidea a mosaico y a afanítica según zonas. Cristales idiomorfos y subidiomorfos en general muy puros y transparentes, a veces con recrecimientos secundarios. Muy pocos cristales de calcita. Espectros de pelets. Como autigénicos hay algunas alteraciones de minerales de hierro.

Porosidad menos del 10 % intercristalina.

Tramo cubierto: 0,45 m.

Tramo 10: Alternancia de dolomía de grano medio pura con otra muy arcillosa. A dos metros de la base pasa a ser de grano fino con fractura concoide, siendo deleznable y margosa hacia el techo.

Potencia 6,80 m.

Estudio microscópico: Se tomaron dos muestras.

Muestra 8 — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico formada por cristales alotriomorfos con impurezas en los bordes y a veces en el centro. Hay gruesos cristales de calcita a menudo invadidos por dolomita. En venas aparecen también recristalizaciones de calcita. Numerosos fantasmas de aloquímicos que obscurecen mucho la preparación. Hay cuarzo autigénico. Como alóctonos encontramos algunas arcillas rellenando grietas. La porosidad es del 10 %, intercristalina y de canal.

Muestra 9 — **V:D3** (doloesparita). Se diferencia de la anterior en que carece de arcillas y de recristalizaciones en venas.

Tramo 11: Dolomía de grano grueso de aspecto noduloso con recristalizaciones, alternando con bancos de dolomía margosa y algún nivel arcilloso. Nódulos de pirita oxidados.

Potencia 3,35 m.

Estudio microscópico:

Muestra 10 — **Vb:D1** (dolobiomicrita margosa). Textura afanítica. Algunos cristales de dolomita aparecen bordeando poros. Hay nódulos de calcita recristalizada. Porosidad móldica y de canal (del 5-10 %).

Tramo cubierto: Potencia 2 m.

Tramo 12: Dolomía de grano medio en bancos de 10 a 20 cm.

Potencia 1,30 m.

Tramo 13: Alternancia de margas pardas con recristalizaciones, arcillas blancas untuosas y deleznables y niveles de margas bandeadas. Hacia el techo disminuye el carácter margoso y aumentan porosidad y cristalizaciones.

Potencia 5,15 m.

Tramo cubierto: 10,65 m.

Tramo 14: Dolomía algo margosa de grano medio, color ocre con manchas de oxidación de pirita, y en algunos niveles de aspecto noduloso. Hacia el techo disminuye el carácter margoso.

Potencia 4,40 m.

Tramo cubierto: Potencia 1,35 m.

Tramo 15: Dolomía de grano medio muy pura y con escasa porosidad.

Potencia 2,70 m.

Tramo cubierto: Potencia 3,60 m.

Tramo 16: Dolomía de grano medio y color gris con manchas de oxidación de hierro. De aspecto noduloso.

Estudio microscópico:

Muestra 12 — **V:D3** (doloesparita). Domina la textura sacaróidea. Cristales idiomorfos con muchas impurezas de dolomita, a veces invadiendo una matriz de carácter calcáreo. Hay cuarzos autigénicos y recristalizaciones de calcita en venas. La porosidad (menos del 10 %) es intercristalina.

Tramo 17: Dolomía algo margosa, laminada y de color verdoso. Presenta recristalizaciones a favor de la laminación y abundantes geodas y nódulos de pirita. Poco compactas.

Potencia 7,55 m.

Estudio microscópico:

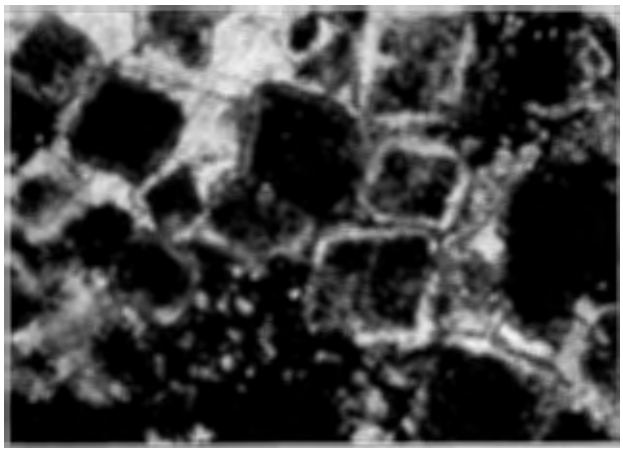
Muestra 13 — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico constituida por cristales de dolomita alotriomorfos y subidiomorfos. Cuarzo autigénico. Porosidad aproximada 15 %, intercristalina.

Tramo 18: Dolomía de grano medio, calcarenítica, color ocre a gris, con manchas de oxidación de pirita y recristalizaciones.

Potencia 17,35 m.

Estudio microscópico: Se tomaron tres muestras.

Muestra 14 — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico formada por cristales idiomorfos, generalmente perfectos, a menudo con recrecimientos secundarios y también impurezas de borde. Aisladamente aparecen gruesos cristales de calcita. Como autigénicos hay cuarzo y manchas de óxido de hierro diseminadas, en gran cantidad. Porosidad de canal e intercristalina, aproximadamente el 15 %.



(Foto núm. 3)

Romboedros de calcita con recrecimientos secundarios (nicoles cruzados)
TRAMO T/18 de la columna litológica correspondiente al nivel guía de dolomías masivas de la Ciudad Encantada

Muestra 15 — **V:D3** (doloesparita algo calcárea). Textura en mosaico constituida por rombos perfectos de dolomita de dos tipos, unos muy grandes e impuros, y los otros algo más pequeños y más limpios. Los recrecimientos secundarios son muy frecuentes. En algunas zonas se concentran los rombos de dolomita sobre una matriz de carácter calcáreo. A veces hay cristales muy desarrollados de calcita. Como autigénico hay óxidos de hierro. Porosidad menos del 15 %, intercristalina y de canal.

Muestra 16 — **V:D3** (doloesparita). Igual a la muestra n.º 15, diferenciándose de ella por no poseer restos de matriz calcárea. Sin embargo los cristales de calcita llegan a ser enormes.

Tramo 19: Dolomía calcárea de grano medio, calcarenítica, con manchas de oxidación de pirita y venas recristalizadas.

Potencia 5,10 m.

Estudio microscópico: Se tomaron tres muestras.

Muestra H1 — **V:D3** (doloesparita calcárea). Textura en mosaico constituida por cristales idiomorfos o subidiomorfos, en general con impurezas y con algunos recrecimientos secundarios. Como autigénicos hay óxidos de hierro. Poros muy desarrollados, hay un 12 % de porosidad.

Muestra 17 — **V:D3** (doloesparita algo calcárea). Similar a la muestra 15, diferenciándose de ella por no presentar los dos tipos de rombos y por ser más frecuentes las concentraciones de dolomita pura.

Muestra H2 — (dolomía calcárea de grano medio). Textura en mosaico, formada por la alternancia de cristales subidiomorfos e impuros de dolomita con otros alotriomorfos de calcita. Como autigénicos hay óxidos de hierro. Porosidad de aproximadamente el 5 %, intercristalina.

Tramo 20: Alternancia de dolomía calcárea de grano muy fino a medio, con margas amarillentas. Hay manchas de pirolusita y óxidos de hierro en algunos niveles. A veces aparecen geodas.

Potencia 7,60 m.

Estudio microscópico: Se tomaron dos muestras.

Muestra H3 — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico formada por cristales idiomorfos de dolomita y algunos cristales gruesos de calcita intercalados. Como autigénicos hay óxidos de hierro en grandes proporciones. Recristalizaciones de calcita en venas y fisuras. Porosidad menor del 5 %, intercristalina.

Muestra 18 — **V:D3** (doloesparita). Textura en mosaico formada por cristales idiomorfos de dolomita con muchas impurezas. Como autigénicos hay óxidos de hierro ocupando a veces venas. Porosidad menor del 5 %, de canal.

Tramo cubierto: Potencia 2,65 m.

Tramo 21: Dolomía algo calcárea de grano medio con manchas de óxido de hierro y pirolusita. Muy compacta y con recristalizaciones en los poros.

Potencia 0,30 m.

Tramo cubierto: Potencia 6,5 m.

Tramo 22: Dolomía calcárea color gris, muy compacta, con manchas de óxido de hierro y pirolusita. Con recristalizaciones a favor de fisuras.

Potencia 0,60 m.

Estudio microscópico:

Muestra H4 — **Caliza algo dolomítica** (calciesparita). Textura en mosaico, hay cristales de calcita alotriomorfos con algunos rombos impuros de dolomita intercalados. El contorno de los cristales es muy difuso. Como autigénicos el cuarzo y óxidos de hierro en grandes proporciones. Venas con recristalizaciones de calcita. Porosidad de canal e intercristalina menor del 5 %.

Tramo cubierto: Potencia 7,25 m.

Tramo 23: Caliza algo dolomítica de grano medio, calcarenítica y de aspecto brechoideo, recristalizaciones de calcita, manchas de pirolusita y óxido de hierro.

Potencia 1,40 m.

Tramo cubierto: 1,40 m.

Tramo 24: En la base caliza dolomítica y compacta, que hacia el techo pasa a un tramo de aspecto oqueroso y brechoideo, con recristalizaciones de calcita, manchas de pirolusita y óxidos de hierro.

Potencia 10,10 m.

Estudio microscópico: Se tomaron dos muestras.

Muestra H5 — **Caliza esparítica.** Contornos de los cristales muy difuminados. Gran cantidad de alóctonos de tipo arcilloso. Oxidos de hierro como autigénicos y venas recristalizadas de calcita.

Muestra H6 — **Caliza esparítica** similar a H5. Presenta algún rombo de dolomita incluido.

Tramo 25: Margas finamente tableadas, con numerosos óxidos de hierro y algunas manchas de pirolusita. Hay recristalizaciones en las fisuras.

Potencia 1,95 m.

Tramo cubierto: Potencia 1 m.

Tramo 26: Dolomía calcárea de grano medio, con manchas de óxido de hierro y recristalizaciones en los poros. Hacia el techo tiene aspecto oqueroso.

Potencia 8,55.

Estudio microscópico:

Muestra H7 — **Dolomía calcárea.** Texturalmente es igual que H5 y H6, pero presenta más concentraciones de dolomía en cristales alotriomorfos. Porosidad aproximada 10 %. Los poros están muy desarrollados.

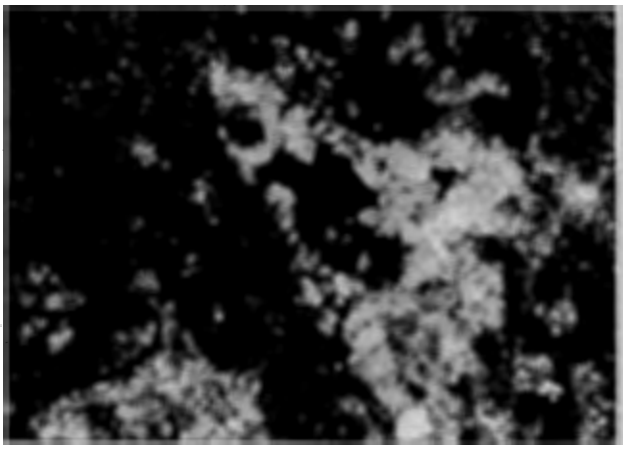
Tramo cubierto: Potencia 5,40 m.

Tramo 27: Caliza algo dolomítica, de grano medio, con geodas cuya proporción aumenta hacia el techo, con pirolusita y óxido de hierro.

Potencia 9 m.

Estudio microscópico:

Muestra H8 — **Caliza algo dolomítica,** esparítica. Textura en mosaico formada por cristales alotriomorfos muy puros. Venas y geodas de calcita. Autigénicos: óxido de hierro. Porosidad intercristalina y de geoda proximada: **15 %.**



(Foto núm. 4)

Pequeña geoda (con nicoles cruzados)
TRAMO T/27 de la columna litológica, representado por calizas algo dolomíticas

Tramo cubierto: Potencia 6,70 m.

Tramo 28: De muro a techo: caliza dolomítica de grano medio con manchas de óxido de Fe y a veces de pirolusita. Hay recristalizaciones de calcita en los poros. Margas con clastos calizos, oquerosas y laminadas. Calizas oquerosas masivas con niveles laminados intercalados como lentejones.

Potencia 13,50 m.

Estudio microscópico:

Muestra H9 — **Ritmita margosa** perturbada y fracturada, hay cristales de calcita tamaño esparita en niveles horizontales, y formando núcleos diseminados en las margas. Hay óxidos de hierro. Porosidad intercristalina (menos de 5 %).

Techo: Carniolas del cretácico superior.

INVESTIGACIONES MINERALOGICAS Y GEOTECNICAS

Con objeto de ampliar nuestro bagaje de datos para disponer de suficiente información a la hora de interpretar, hemos creído oportuno efectuar algunos ensayos complementarios en la serie litológica donde se emplazan las agrupaciones de torcas, cuyos resultados son los siguientes:

A) **Serie dolomítica del cenomanense turonense:**

Hemos tomado al azar, las muestras de la columna:

Muestra	E	cenomanense
»	6	cenomanense
»	17	turonense

en orden ascendente de la misma, efectuando con ellas un análisis de difracción de rayos X, por el método del polvo, cuyos resultados comparativos aparecen en la figura 2.2.B, resultando:

a) En los tres casos se trata de dolomía, pues la dolomita es el componente dominante mayoritario.

b) La muestra 17, del turonense, es dolomita prácticamente pura.

c) Las muestras E y 6, del cenomanense, presentan un ligero contenido en arcillas, que suponemos:

— illita muy probable por la reflexión a 10 Å;
— un interestratificado que da reflexión a 13 Å;
— talco, posiblemente por la reflexión a 9,3 Å, y repetimos que su contenido es minoritario a pesar de que la reflexión de 9,3 Å notable, ya que el poder reflectante del talco puede ser elevado.

d) La muestra E contiene indicios de cuarzo y calcita.

e) La muestra 6 contiene trozos de calcita pero el cuarzo ya ha desaparecido.

FIG. 2.2.B.

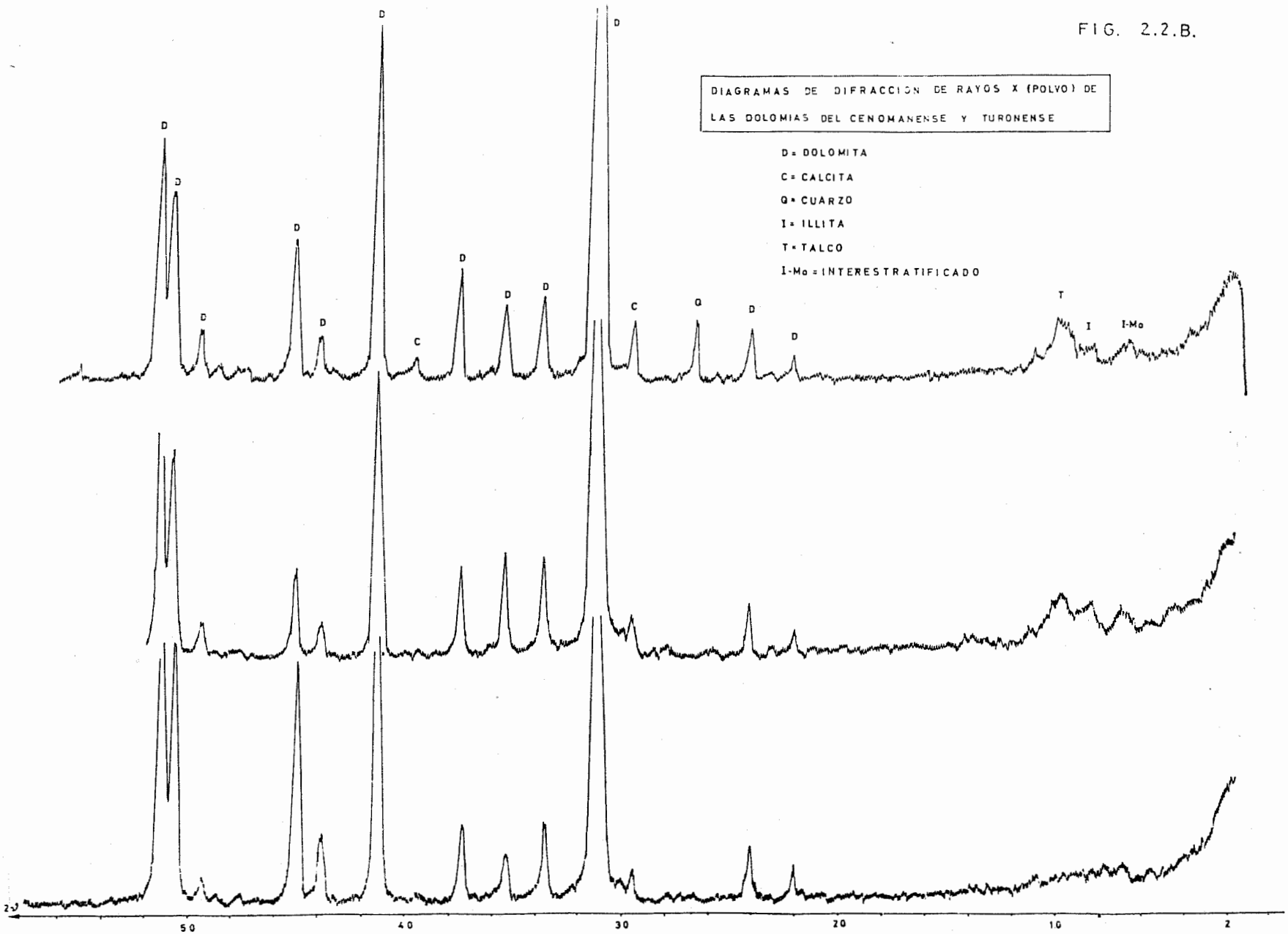

DIAGRAMAS DE DIFRACCION DE RAYOS X (POLVO) DE LAS DOLOMIAS DEL CENOMANENSE Y TURONENSE
D= DOLOMITA
C= CALCITA
Q= CUARZO
I= ILLITA
T= TALCO
I-Mo = INTERESTRATIFICADO
D
C
Q
T
I
I-Mo
2θ
50
40
30
20
10
2

FIG. 2.2.C.

DIAGRAMAS DE DIFRACCION DE RAYOS X DE LAS ARENAS CAOLINIFERAS DEL UTRILLAS.

F = FELDESPATO

Q = CUARZO

K = CAOLINITA

I = ILLITA

A.O. = AGREGADO ORIENTADO NORMAL

A.O. + EG = ID. TRATADO CON ETILENGLICOL

A.O. + 580°C = ID EN ESTUFA A 580°C

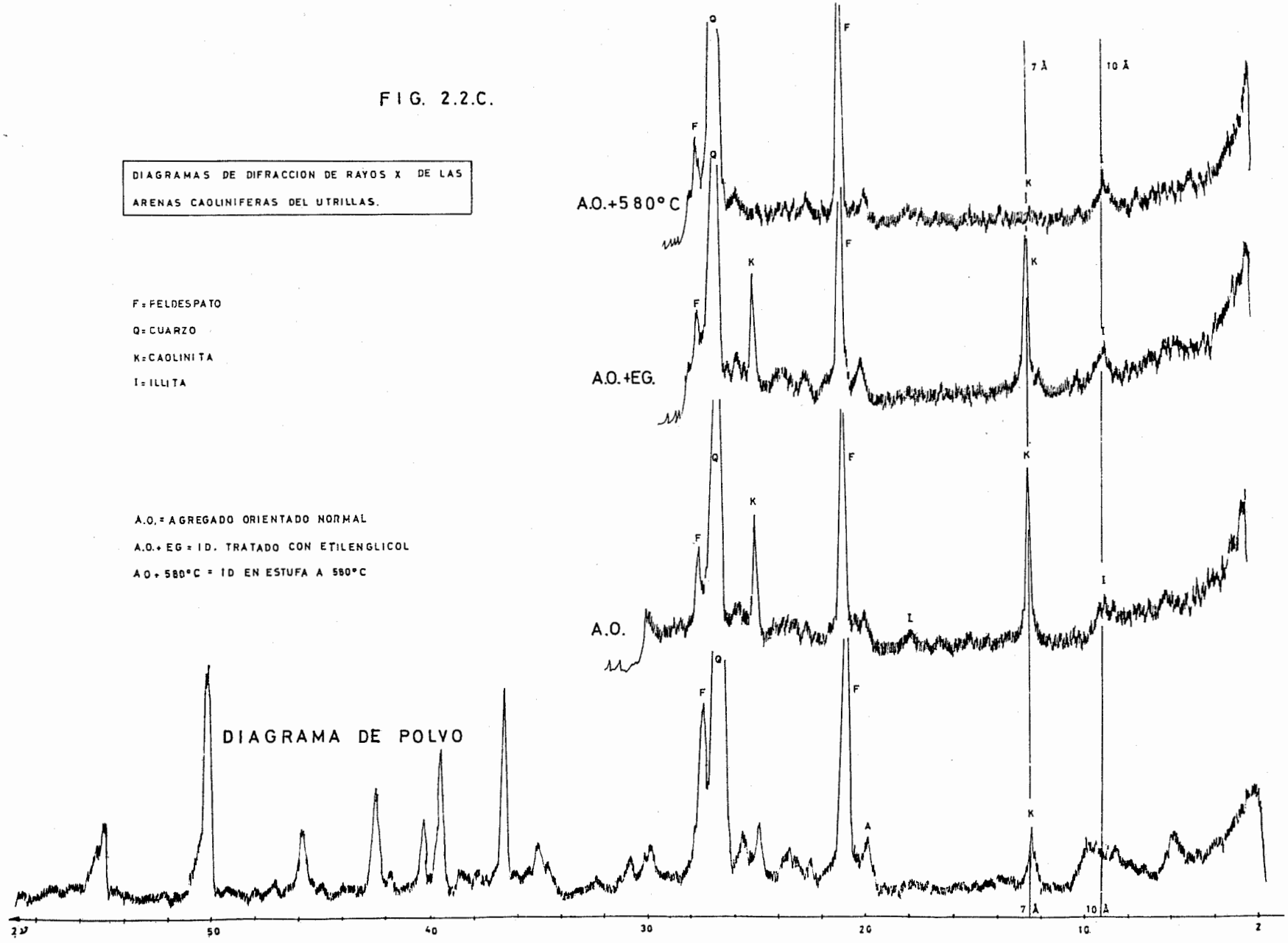
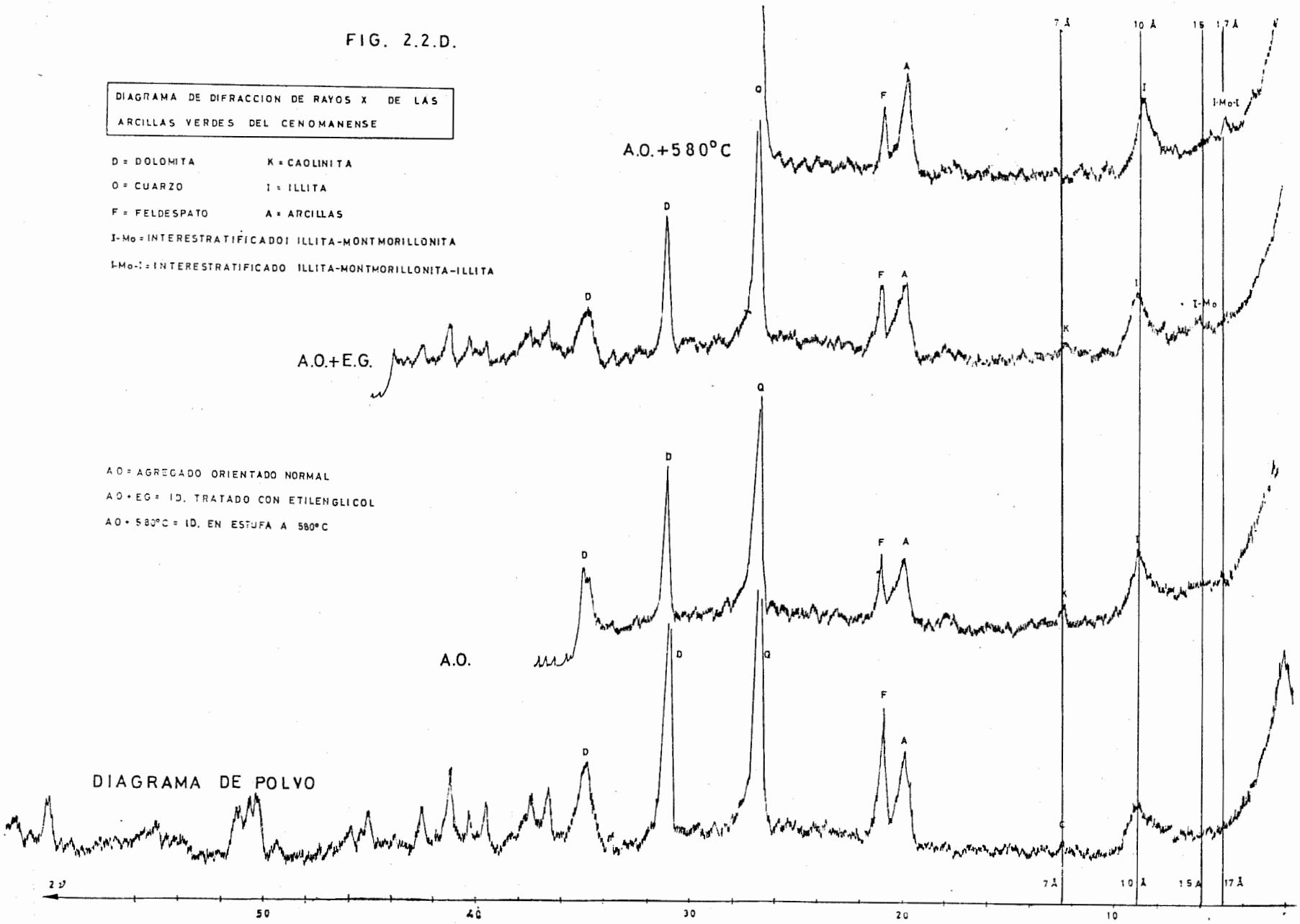


FIG. 2.2.D.

DIAGRAMA DE DIFRACCION DE RAYOS X DE LAS ARCILLAS VERDES DEL CENOMANENSE

D = DOLOMITA
K = CAOLINITA
Q = CUARZO
I = ILLITA
F = FELDESPATO
A = ARCILLAS
I-Mo = INTERESTRATIFICADO ILLITA-MONTMORILLONITA
I-Mo-I = INTERESTRATIFICADO ILLITA-MONTMORILLONITA-ILLITA

A.O. = AGREGADO ORIENTADO NORMAL
A.O.+E.G. = ID. TRATADO CON ETILENGLICOL
A.O.+580°C = ID. EN ESTUFA A 580°C



B) **Serie de Utrillas**

Tomando una muestra del borde de la torca con agua del Cardenillo, donde aparece el Utrillas, y tras separar por tamizado, quedándonos con la fracción arcillosa, en la que hemos tratado de identificar sus componentes incluidos los minerales arcillosos, para lo que además del diagrama de polvo, hemos preparado agregados orientados, normales, tratados con etilenglicol y calentado en estufa a 580° C.

Los resultados que expresamos en la figura 2.2.C son los siguientes:

a) Aparece abundante cuarzo y bastante feldespato y minerales de arcilla.

b) Los minerales de arcilla existentes, son precisamente illita y caolinita por las siguientes razones:

— La reflexión a 10 Å en el agregado orientado normal, se conserva al tratarlo tanto con etilenglicol como mediante calor, lo que indica la presencia de illita.

— La reflexión a 7 Å en el agregado orientado normal que se conserva al tratar con etilenglicol y desaparece mediante calentamiento, indica la presencia de caolinita (ya que no hay clorita que dé reflexiones a 14 Å y 7 Å).

C) **Arcillas verdes (color cardenillo) del cenomanense**

Casi un estrato guía por la constancia de aparición en nuestra zona, lo hemos muestreado en cuatro lugares distantes entre sí varios kilómetros, homogeneizando la muestra por el método de cuartiles sucesivos procediendo a continuación a idéntico reconocimiento que a la fracción fina del Utrillas, es decir, por tratamiento con difracción de rayos X sobre preparado de polvo y agregados orientados.

Los resultados vienen reflejados en la figura 2.2.D, y su interpretación demuestra:

a) La muestra contiene abundante cuarzo, dolomita y arcillas, estas últimas mayoritarias y escaso feldespato.

b) Por la constancia de la reflexión a 10 Å en los agregados orientados, existe illita como mineral arcilloso francamente dominante.

c) Existe algo de caolinita por el comportamiento de la reflexión a 7 Å que desaparece en el agregado orientado tratado con calor.

d) En el agregado orientado tratado con etilenglicol aparece un pico a 15 Å que no estaba en el agregado orientado normal, lo que indica la existencia de un interestratificado expansivo, presumiblemente de estructura illita-montmorillonita, que viene confirmado por su desaparición en el agregado orientado calentado.

e) En el referido agregado orientado tratado con calor nos aparece una reflexión a 17 Å que indica que se trata de una estructura colapsada mayor, de carácter expansivo, debiendo corresponder a una ordenación del tipo illita - montmorillonita - illita de 34 Å, que no es fácil de detectar en el agregado orientado normal, por dar reflexiones prácticamente al comienzo de la irradiación.

Ponderando mediante poderes reflectantes, encontramos el siguiente porcentaje de componentes en la muestra, cuyo valor únicamente de carácter semicuantitativo es:

Arcillas totales	≃	35 %
Cuarzo	≃	30 %
Dolomita	≃	30 %
Feldespato	≃	5 %

viniendo las referidas arcillas desglosadas en los siguientes minerales:

Illita	≃	25 %	
Illita - montmorillonita	≃	4 %	Interestratificados de carácter expansivo.
Illita - montmorillonita - illita	≃	3 %	
Caolimita	≃	3 %	

Como quiera que sobre estas arcillas verdes (que en realidad son margas por su contenido en dolomita), descansa la serie de dolomías donde están enclavadas las torcas, nos ha parecido oportuno realizar algunos ensayos geomecánicos tales como los límites de ATTERBERG para estimar su grado de plasticidad, o la resistencia a esfuerzo cortante a diferentes grados de humedad en cámara para correlacionarlo con el índice de fluidez y tener así un orden de valor de su comportamiento físico.

Los resultados son los siguientes:

Límite líquido	=	28,4	= WL
Límite plástico	=	17,9	= Wp
Indice de plasticidad	=	10,5	= Ip

es decir, que la muestra es poco plástica.

Sus resistencias a esfuerzo cortante Re han dado:

A 28 % de humedad ...	Re =	0,01 Kgr/cm²
A 17 % de humedad ...	Re =	1,4 Kgr/cm²

lo que quiere decir que cuando la humedad natural de la muestra es del orden del valor del límite plástico (muestra seca), ésta es bastante resistente, en tanto que cuando el valor de su humedad se halla próximo a su límite líquido (muestra prácticamente saturada) su resistencia es prácticamente nula (exactamente en nuestro caso 140 veces menos).

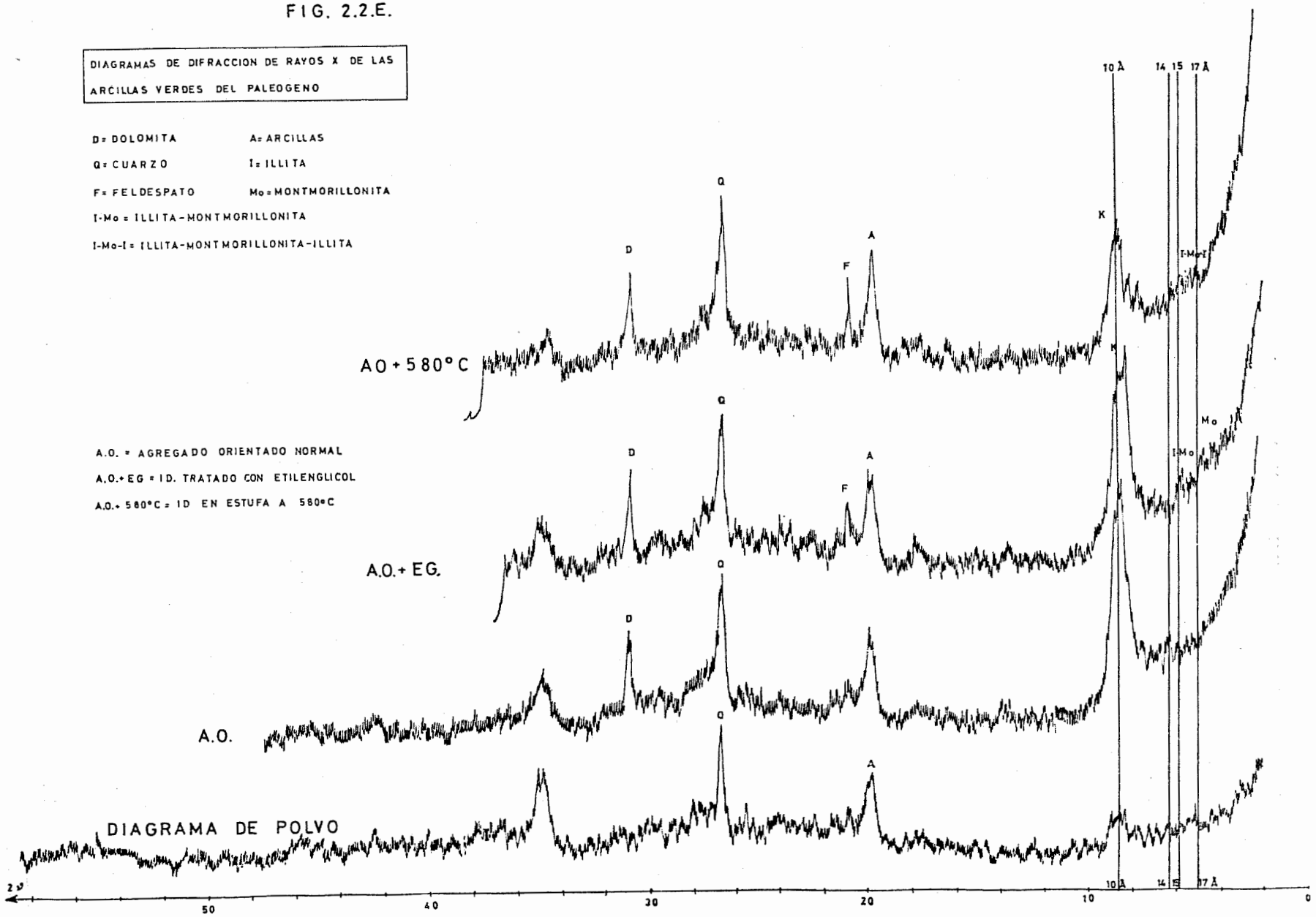
Si señalamos ahora que tan brutal descenso de su resistencia a esfuerzo cortante ocurre tan sólo con incrementos del 11 % en su humedad, es fácil de entender que se trata de una roca extraordinaria-

FIG. 2.2.E.

DIAGRAMAS DE DIFRACCION DE RAYOS X DE LAS ARCILLAS VERDES DEL PALEOGENO

D= DOLOMITA
A= ARCILLAS
Q= CUARZO
I= ILLITA
F= FELDESPATO
Mo= MONTMORILLONITA
I-Mo = ILLITA-MONTMORILLONITA
I-Mo-I = ILLITA-MONTMORILLONITA-ILLITA

A.O. = AGREGADO ORIENTADO NORMAL
A.O.+EG = ID. TRATADO CON ETILENGLICOL
A.O.+ 580°C = ID EN ESTUFA A 580°C



mente lixiviable y fácilmente deformable ante la acción conjunta del agua y cargas, en condiciones de no confinamiento.

D) **Arcillas verdes del paleogeno**

Al aparecer al sur de nuestra zona algunos depósitor de arcillas verdes, del mismo color que las cenomanenses, junto a los yesos paleogenos, hemos efectuado un reconocimiento mineralógico por difracción de rayos X, para observar si existe semejanza con las referidas arcillas verdes cenomanenses, ya que se da la circunstancia de que éstas, las paleogenas, se encuentran cerca de la desembocadura de los valles de sentido de drenaje sur, que cortan la sarie dolomítica cretácica.

Los resultados obtenidos, tras idénticos tratamientos seguidos, están expresados en la figura 2.2.E, teniendo aquí validez todos los razonamientos anteriores, salvo:

a) La ausencia de caolinita, ya que no aparecen reflexiones a 7 Å.

b) Presencia aquí de algo de montmorillonita, ya que aparece un pico a 14 Å en el agregado orientado normal que se hincha a 17 Å en el agregado tratado con etilenglicol, y desaparece (el pico de 14 Å) en el sometido a tratamiento térmico.

Con respecto a la estimación semicuantitativa de componentes mineralógicos de la muestra, los resultados mediante análogo procedimiento son:

Arcillas totales	≃ 90 %
Dolomita	≃ 3 %
Cuarzo	≃ 4 %
Feldespato	≃ 3 %

correspondiendo a las arcillas totales los siguientes desgloses de minerales:

Illita	≃ 75 %
Montmorillonita	≃ 5 %
Illita - montmorillonita	≃ 5 %
Illita - montmorillonita - illita	≃ 5 %

resultando en definitiva que el espectro de minerales presentes en ambas arcillas verdes, cenomanenses y paleogenas, es sumamente parecido, y sus diferencias cuantitativas muy sugestivas, tendentes a indicar una redeposición de las primeras para formar las segundas, con detrimento selectivo de los componentes más detríticos o solubles, que se depositarían en otros lugares, lo que redundaría en una concentración de los finos coloidales que se depositarían juntos, siendo la montmorillonita que aquí aparece, de neoformación si las condiciones de la cuenca facilitan la necesaria ordenación estructural para dar lugar a su génesis.

3 — MORFOLOGIA KARSTICA

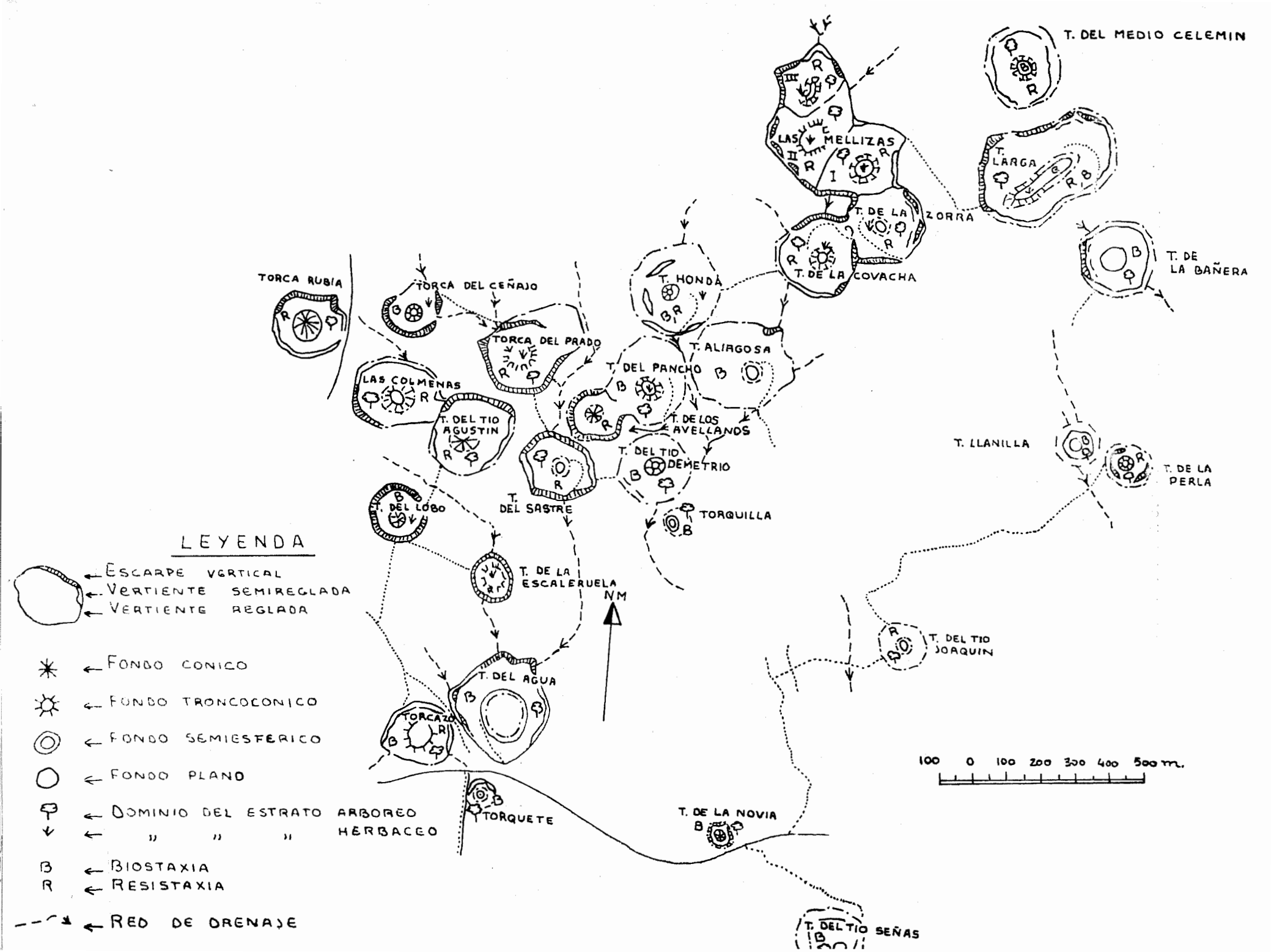
En este apartado pretendemos describir brevemente los rasgos morfológicos más llamativos, presentes en los dos sectores donde se sitúan las agrupaciones de torcas, Palancares y Cañada del Hoyo, situadas respectivamente al NW y SE en la cartografía geológica de la zona (figura 2).

3.1. TORCAS DE PALANCARES

La región de Palancares se caracteriza por ofrecer el aspecto de una gran mesa aislada, tratándose en realidad de una superficie de erosión encajada entre tres valles. Dicha superficie no es uniforme, alcanzando su cota máxima al N, alrededor de los 1.300 m., inclinándose ligeramente hacia el S donde aparece modificada por modelados posteriores. En la parte N, queda cortada bruscamente formando un gran frente de cuesta que va a dar al Arroyo de la Rambla Verde, este arroyo, junto con el Vallejo de la Cañada Larga, perfila a la plataforma por el NNE. Ambos ríos han sido capturados recientemente por la erosión remontante del Huécar, lo que supone la individualización de la superficie en su sector N. El tercer valle que sirve de límite en el SSW es el del río Moscas, afluente del Júcar, que por discurrir sobre terrenos terciarios no se considera como el verdadero límite, tomándose como tal el flanco vertical de un pliegue en rodilla vergente hacia el SE que corresponde al Cretácico.

La estructura de esta zona está representada por una serie de suaves sinclinales y marcados anticlinales con las charnelas arrasadas por la superficie de erosión, formas que en el N desaparecen para constituir una serie monoclinal, con vergencia opuesta a la de la superficie de erosión, por lo que se aprecia nítidamente cómo ésta corta a la estructura.

Sobre esta plataforma de erosión, se instaura una red fluvial muy poco encajada que coincide con la zona de torcas (figura 3.1), y que destaca principalmente por el descubrimiento en ella de terrazas con cantos rodados cuya litología se corresponde con la de otros terrenos más antiguos (cantos silíceos, posiblemente wealdenses, y micritas del Jurásico), que actualmente se sitúan al N en la zona y a cota topográficamente más baja. Si añadimos además que el sentido de drenaje, sensiblemente hacia el S, de esta red antigua coincide con el de otros valles más importantes, labrados en el Cretácico y con sus desembocaduras en el Terciario, en las que encontramos redepositadas las arcillas verdes del Cenomaniense que han sido transportadas por estos ríos desde el N de la zona donde actualmente discurre el Arroyo de la Rambla Verde, cabría pensar que la mencionada red de drenaje de Palancares fue disecada en cabecera por el Arroyo de la Rambla Verde.


T. DEL MEDIO CELEMIN
LAS MELLIZAS
T. LARGA
T. DE LA ZORRA
T. DE LA COVACHA
T. DE LA BAÑERA
TORCA RUBIA
TORCA DEL CEÑAJO
T. HONDA
TORCA DEL PRADO
T. ALIAGOSA
T. DEL PANCHO
LAS COLMENAS
T. DEL TIO AGUSTIN
T. DE LOS AVELLANOS
T. DEL TIO DEMETRIO
T. LLANILLA
T. DE LA PERLA
T. DEL LOBO
T. DEL SASTRE
TORQUILLA
T. DE LA ESCALERUELA
NM
T. DEL TIO JOAQUIN
T. DEL AGUA
TORCAZO
TORQUETE
T. DE LA NOVIA
T. DEL TIO SEÑAS
100 0 100 200 300 400 500 m.
LEYENDA
ESCARPE VERTICAL
VERTIENTE SEMIREGLADA
VERTIENTE REGLADA
FONDO CONICO
FONDO TRONCOCONICO
FONDO SEMIESFERICO
FONDO PLANO
DOMINIO DEL ESTRATO ARBOREO
" " " HERBACEO
B BIOSTAXIA
R RESISTAXIA
RED DE DRENAJE

TORCAS DE LOS PALANCARES

(TIPOLOGIAS)

Fig 3.1.

Nº	DENOMINACION	SUPERFICIE Has	COTAS BASE SUPERIOR		COTA BASE INFERIOR	PROFUNDIDAD	
			Maxima	Minima		Maxima	Minima
1	TORQUETE	0.5500	1.212.72	1.209.35	1.194.29	19,43	15.06
2	EL TORCAZO	3.0250	1.230.21	1.213.59	1.118.93	40.28	23.66
3	TORCA DEL AGUA	6.7750	1.223.82	1.207.34	1.173.84	49.98	34.50
4	T. DE LA ESCALERUELA	1.3000	1.234.0	1.221.94	1.190.36	43.69	31,58
5	TORCA DEL LOBO	2.3750	1.251.10	1.243.05	1.185.51	65.59	57.54
6	T. DEL TIO AGUSTIN	4.7250	1.271.05	1.246.17	1.199.55	71,50	46,62
7	T. DE LAS COLMENAS	4.4000	1.267.46	1.247.18	1.176.53	90.93	70.65
8	TORCA RUBIA	3.4750	1.276.67	1.264.85	1.186.53	89.54	78.32
9	T. DEL CEÑAJO	2.2000	1.275.22	1.258.05	1.213.75	61.57	44.30
10	TORCA DEL PRADO	5.7000	1.266.47	1.238.09	1.194.34	72.13	43.75
11	TORCA DEL SASTRE	3.2500	1.243.68	1.228.15	1.186.65	37.03	41.50
12	T. DE LOS AVELLANOS	2.1000	1.248.97	1.235.38	1.199.20	49.77	36.18
13	TORCA DEL PANCHO	4.5250	1.260.07	1.233.10	1.195.64	64.43	37.46
14	T. DEL TIO DEMETRIO	3.4500	1.240.24	1.211.91	1.189.78	50.46	22.13
15	TORQUILLA	0.4250	1.222.33	1.211.27	1.201.16	21.77	10.11
16	T. ALIAGOSA	6.3750	1.259.51	1.224.05	1.192 46	67.05	30.59
17	TORCA HONDA	5.6750	1.272.76	1.259.88	1.193.45	79.31	66.43
18	T. DE LA COVACHA	4.6750	1.255.52	1.238.53	1.193.90	61.62	44.63
19	T. DE LA ZORRA	4.4500	1.273.19	1.229.38	1.205.24	67.95	24.14
20	LAS MELLIZAS I	4.1750	1.273.18	1.228.17	1.223.48	49.70	4.69
21	LAS MELLIZAS II	4.5500	1.280.28	1.229.17	1.227.85	52.43	6.32
22	LAS MELLIZAS III	2.8250	1.284.88	1.233.83	1.223.34	61.54	10.49
23	T. DEL MEDIO CELEMIN	4.5500	1.289.41	1.284.09	1.242.49	46.92	41.60
24	TORCA LARGA	10.2750	1.283.12	1.267.20	1.224.72	58.48	42.48
25	T. DE LA BAÑERA	4.2750	1.267.59	1.254.16	1.230.24	37.35	14.92
26	TORCA LLANILLA	1.4000	1.228.90	1.218.70	1.212.08	16.82	6.62
27	TORCA DE LA PERLA	1.3500	1.240.13	1.222.93	1.200.16	39.97	22.77
28	TORCA DEL TIO JOAQUIN	1.5000	1.224.97	1.218.88	1.182.67	34.30	20.21
29	TORCA DE LA NOVIA	0.3550	1.220.46	1.197.84	1.176.60	23.86	21.24
30	T. DEL TIO SEÑAS	3.4750	1.200.20	1.192.04	1.181.60	18.60	10.44

CUADRO DE TIPOLOGIAS DE LA AGRUPACION DE TORCAS DE PALANCARES

Tabla 3.1.

	TORCAS	VERTIENTES N	VERTIENTES S	VERTIENTES E	VERTIENTES W	FONDO E	FONDO W	SUSCEPTIBILIDAD EVOLUTIVA L N	SUSCEPTIBILIDAD EVOLUTIVA L S	SUSCEPTIBILIDAD EVOLUTIVA F N	SUSCEPTIBILIDAD EVOLUTIVA F S	RELACIÓN A/H L	RELACIÓN A/H F	VALLES
1	TORQUETE	½R	R	R	½R	SE		B				A>H		
2	TORCAZO	½R	R	½R	½R	P+TC		Res	B	Res	B	A>H		SSW-NNE NW-SE
3	DEL AGUA	V	R	½R	V+½R	P+SE		B				A>H		NE-SW NW-SE NW-SE
4	ESCALERUELA	V				P+TC		Res				H>A		NS
5	LOBO	V				C		B				H>A		
6	TIO AGUSTÍN	V	R	½R	½R	C		Res				A≥H		
7	COLMENAS	½R	R	½R	V	TC		Res				A>H		NW-SE
8	RUBIA	V	½R	½R	½R	C		Res				A>H		
9	CEÑAJO	R	V	V	V	TC		B				H>A		NNW-E
10	PRADO	R	V	V	½R	TC+P		Res				A>H	H>A	NW-E
11	SASTRE	V	V	½R	½R	SE		Res				A>H		NNW-SSE
12	AVELLANOS	V				C		Res						
13	PANCHO	R	R	½RR	R	TC	SE	B				A>H	H>A	
14	TIO DEMETRIO	½RR	R	½RR	R	TC		B				A>H	H>A	NNE-SSW
15	TORQUILLA	½RR				SE		B				A>H		
16	ALIAGOSA	R	½RR	½RR	R	SE		B						NSW EW
17	HONDA	½RR	½R	½R	½RR	SE	TC	B=Res				H>A		NS
18	COVACHA	V	½R	V	½R	TC		Res				A>H	H>A	NSW NW-SE
19	ZORRA		R	V+½R	V	SE		Res				A>H	H>A	
20	MELLIZAS I	R	V	½R		TC		Res				A>H	H>A	NNE-SSW
21	MELLIZAS II			R	V+½RR	P+TC		Res				A>H	H>A	NE-SW
22	MELLIZAS III	½R		V	V	TC		Res				A>H	H>A	NNE-SSW
23	MEDIO CELEMÍN	R				TC		Res		B		A>H		
24	LARGA	V+R	R	R	V	SE	TC	Res=B		B		A>H	H>A	
25	BAÑERA	R	R	R	V+½RR	P		B				A>H		
26	LLANILLA	R	R	½RR	½RR	P		B				H>A		NS
27	PERLA	½RR+V				C+TC		Res		B		A>H		
28	JOAQUÍN	R	R	½RR	½RR	SE		Res				A>H		
29	NOVIA	V				C		B				H>A		
30	SEÑAS	R				P		B				A>H		

LEYENDA

VERTIENTES (L)
- R: vertiente reglada
- ½R: " semirreglada
- ½RR: " casi reglada
- V: " vertical

FONDO (F)
- C: cónico
- TC: troncocónico
- SE: semiesférico
- P: plano

B: biostasia
Res: resistasia

A: estrato arbóreo
H: " herbáceo

L: Laderas
F: Fondo.

Así pues, podemos hablar de la existencia de dos capturas sucesivas en nuestra zona:

1.ª Red de drenaje antigua —por—> Arroyo de la Rambla Verde.

2.ª Arroyo de la Rambla Verde y Vallejo de la Cañada Larga —por—> Río Huécar.

Sobre la antigua red de drenaje de Palancares y posteriormente a ella, se ha desarrollado la agrupación de torcas de Palancares, esta afirmación acerca de que son las torcas las que cortan a los valles está basada en el hecho de que la terraza con cantos antecretácicos antes mencionada, se encuentra en uno de estos arroyos situada aguas abajo a partir de la torca de la Escaleruela.

Tipologías de las torcas de Palancares

Esta agrupación la constituyen 30 torcas de características tipológicas muy semejantes en general (figura 3.1), salvo algunos detalles y excepciones que resumimos a continuación.

Los criterios seguidos para el estudio tipológico de cada una de las torcas están basados en la descripción de los elementos que las componen (forma de laderas y fondo) y de factores susceptibles de modificar dichos elementos (vegetación, red fluvial, biostaxia y resistaxia), obteniendo así un esquema de trabajo muy simple que permite definirlas en función de su morfología (tabla 3.1).

Vertientes. Para su estudio dividimos cada torca en cuatro sectores: N, S, E y W, y en cada uno de ellos se define el tipo de vertiente que aparece, reglada o vertical, como formas puras antagónicas, y semirreglada (también semivertical) o casi reglada, como formas intermedias.

Aplicando estos criterios a cada una de las torcas se pueden hacer las siguientes observaciones: raras veces encontramos el dominio de formas puras dentro de una torca, salvo Escaleruela, Lobo, Avellanos y Novia (con vertientes totalmente verticales) y Medio Celemín y Tío Señas (con vertientes regladas), el resto de las torcas presentan formas de vertientes intermedias entre las dos puras, dominando el reglaje en la umbría y la verticalidad en solana, esto como regla muy general, ya que existen multitud de combinaciones intermedias o casos totalmente opuestos como el Ceñajo Prado y la Melliza I.

Las formas existentes en los sectores E y W suelen responder a la terminación o continuación de las formas presentes en los N y S, sirviendo muchas veces de límite entre ambas.

Por último, diremos que son más frecuentes las formas con tendencia al reglaje que a la verticalidad, hecho que se evidencia al observar la tabla 3.1.

Fondo. El fondo de las torcas se presenta de cuatro formas distintas, una de ellas, la cónica, se puede considerar como forma pura, y las otras tres, semiesférico, troncocónico y plano que pueden considerarse como el resultado de la evolución de la primera: el fondo de la torca se iría cubriendo de materiales detríticos que lo nivelarían y rellenarían poco a poco, transformándolo de cónico a semiesférico o troncocónico y finalmente a plano. Esta observación no es demostrable salvo por el hecho de que frecuentemente encontramos cierta superposición de formas que nos dificulta la elección de una u otra (tabla 3.1), y además, por la existencia de algunas depresiones circulares planas que semejan antiguas torcas hoy colmatadas.

Dominan las formas troncocónicas a menudo indiferenciadas con planas, le siguen en importancia las semiesféricas, también indiferenciadas con planas, aunque mucho más frecuentemente con troncocónicas.

Fondos planos que no interfieran con ninguna otra forma, los tenemos en sólo tres torcas:

Bañera, Llanilla y Tío Señas.

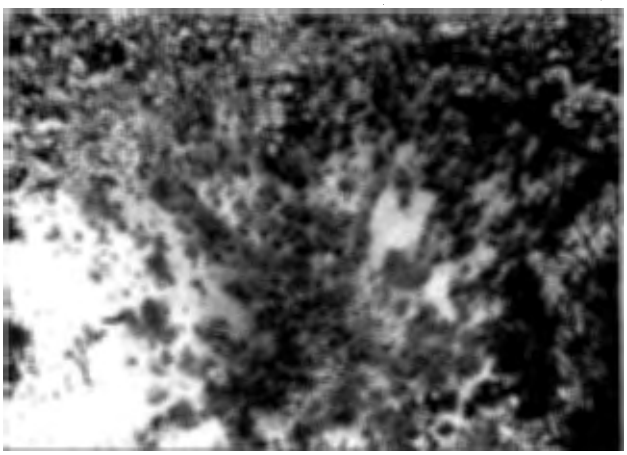
Y por último, la forma menos frecuente es la cónica, que únicamente aparece en seis torcas, y sólo en la Perla se presenta indiferenciada con la troncocónica.

Susceptibilidad evolutiva y vegetación

Nuestras observaciones acerca de la susceptibilidad evolutiva en cada torca, están basadas en los conceptos de biostaxia y resistaxia, entendiendo por

(Foto núm. 5)

Nivel guía de dolomías masivas
(TRAMO T/18)
en el barranco del Portillo



(Foto núm. 6)

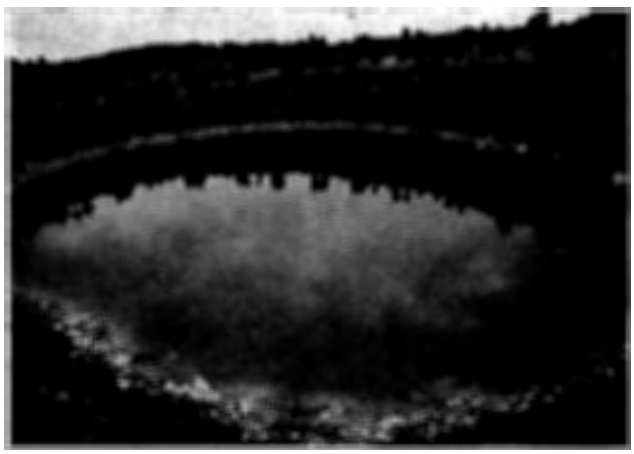
Torca de la Rubia, en la mesa de Palancares
Profundidad, 90 metros; superficie, 3'5 hectáreas

el primero la fijación (más o menos temporal) de las formas mediante vegetación que va a dar lugar a formas poco estabilizadas (derrubios de ladera, etc...). Encontramos además un tipo intermedio entre ambos estados que parece representar el paso de uno a otro, se trata de la formación de laderas cubiertas de suelo, de pequeños escalones o montículos, fijados en su parte más sobresaliente por un recorte de vegetación, en general de tipo herbáceo.

A grandes rasgos, podemos afirmar que predomina la biostaxia en el fondo de las torcas, desde donde suele ascender hasta media ladera o bien hasta la zona en que aproximadamente empieza a aflorar la roca desnuda ocupando además las laderas de umbría, dejando a las de solana (frecuentemente abruptas y verticales como ya vimos) dominadas por la resistaxia.

En cuanto a la vegetación diremos que es alóctona (replantación de pinos), salvo en alguna torca como la Novia en la que aparecen algunas de las especies genuinas anteriores a la replantación, típicas de la inversión térmica a que dan lugar las torcas debido a su forma de embudo.

Valles. La red fluvial existente en la zona de torcas es cortada al formarse éstas, como ya dijimos anteriormente, produciendo en sus escarpes (cuando los tienen) una pequeña incisión, a veces rematada por coladas de derrubios o bloques. Esta incisión es generalmente mucho más ocusada en la parte de torca correspondiente a la desembocadura del río dentro de ella, siendo a la salida muy suave e incluso inexistente.



(Foto núm. 7)

Torca del Tejo
Fondo cónico, profundidad máxima de agua, 32 metros

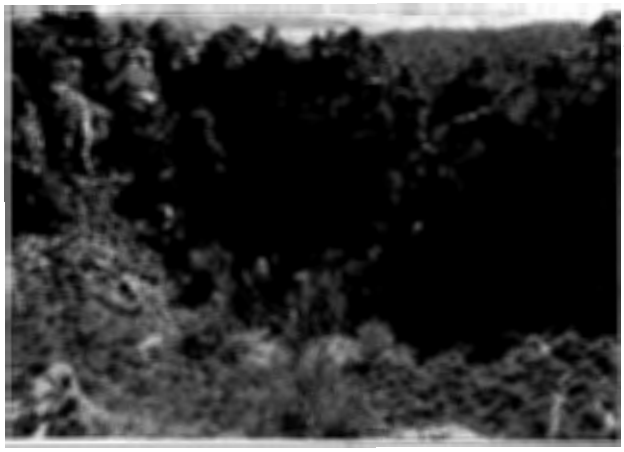
(Foto núm. 8)

Torca de la Parra
Fondo cónico, profundidad máxima de agua, 16'5 metros

3.2. TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

Emplazadas de 3 a 4 km. al NE del pueblo de Cañada del Hoyo, y situadas a ambas márgenes del Polje del Guadazaón. Este Polje es abierto y alargado en sentido NNE-SSW. En su fondo, al margen de rellenos cuaternarios, descansa la serie del Utrillas, en tanto que sus laderas corresponden a las dolomías del Cenomanense y Turonense.

Su origen (estrecho alargado) parece ser estructural, ya que su prolongación hacia el N-NE coincide con la importante falla de Valdemoro de la Sierra, de unos 200 m. de salto. Presenta algunas lenguas



(Foto núm. 9)

Torca de Los Mellizos
Situada al fondo del polje del Guadazaón. Obsérvese la anastomosis

laterales que asemejan depresiones cerradas capturadas por su expansión lateral, circunstancia que de todas formas no hemos comprobado pero que viene apoyada por el hecho de que numerosas torcas de la agrupación ya han sido capturadas por la citada expansión del Polje, como puede verse en la figura 3.2.

De carácter más desarrollado que la de Palancares, existe en la agrupación de torcas, determinada red fluvial tributaria del Guadazaón que no parece tener la menor relación con la existencia de las torcas, las cuales aparecen perfectamente al azar con respecto a la misma.

En este marco regional, esquemáticamente descrito, se emplaza la agrupación de torcas de Cañada del Hoyo, cuya singularidad con respecto a la de Palancares radica en que al intersectar en profundidad el nivel freático regional condicionado por el Polje, algunas de ellas nos aparecen con agua profunda en su interior, afectando incluso su penetración a las series del Utrillas no karstificables, sugiriendo determinadas causas genéticas en zonas subyacentes.

Para el estudio tipológico de esta segunda agrupación de torcas (tabla 3.2) constituida por 34 elementos, hemos empleado los mismos criterios que en la de Palancares, aunque en algunos casos las observaciones de sus características han tenido que hacerse de manera especial, así, en las torcas de agua, hubo que emplear una sonda echada desde un bote de goma en varios puntos de la superficie del agua, para medir profundidades y determinar la forma del fondo.

Los resultados generales obtenidos han sido los siguientes:

Vertientes. Hay catorce torcas con vertientes puras, entre las que sólo tres son verticales.

Entre las formas intermedias destacan claramente las regladas o con tendencia al reglaje sobre las verticales, que aparecen principalmente en los sectores E y N de algunas torcas, y como forma dominante en las 8 y 21.

Fondo. Sólo hay tres torcas cuyo fondo presenta superposición de formas semiesféricas con cónicas y una troncocónica: 19, G e I. En el resto dominan claramente los fondos planos, seguidos en importancia por los cónicos, troncocónicos, y por último, dos con fondo semiesférico.

Susceptibilidad evolutiva y vegetación. El carácter más llamativo observado acerca de la susceptibilidad evolutiva en esta grupación consiste en la clara dominancia de biostaxia en las torcas de la margen izquierda del Guadazaón, mientras que en la margen derecha destaca la resistaxia claramente, debido principalmente a que aquí están concentradas las siete torcas de agua que sólo dejan por encima de la superficie del agua la parte alta de la ladera, en la que suele aflorar la roca desnuda; los pocos casos de biostaxia que encontramos en esta subagrupación suelen responder al fondo o a los sectores de umbría; mientras que en la margen izquierda encontramos la resistaxia en las laderas o en las zonas correspondientes a solana.

En cuanto a la vegetación, al igual que en Palancares, es alóctona, constituida por una replantación de pinos que en general está equiparada con el estrato herbáceo existente en la zona.

(Foto núm. 10)

Laguna de Las Cardenillas, al borde del polje del Guadazaón, visible en la foto. Su fondo es plano y su profundidad máxima de agua, 13'5 metros. Está emplaza en las arcillas verdes (muro de la columna litológica) y en las arenas caoliníferas de las facies Utrillas subyacente.

	Torcas	Vertientes (L) N	S	E	W	Fondo (F) E	W	Susceptibilidad evolutiva (L) N	S	(F) N	S	Relación A/H L	F	Valles	Observaciones
2	Laguna seca	V	R	V+R	R	TC		Res						SW→	
3	" Tejo		V			C		B				A			Con agua
4	Laguncillo "	V+½R	½R	½R	V+½R	P		Res				A>H			"
5	L. de la Cruz	V+½R		V	½R	C		Res				A>H			"
6	L. de las Carde.		R			TC		Res				H			"
7	Cordenillas	R+V	R	R	R+V	P		B				H>A			"
8	L. Parra	V	R	V	V	C		Res				H>A		SW→E	"
9	L. Llana		R		½R	P		Res				A=H			"
10		R		½R		P		Res				A=H			
11			R			P		Res				A<H			
12			R			P		Res				A<H			
13			R			P		B				A>H			
14			R			P		Res/ B		/ Res/ B		A<H			
15		½RR/		R		P		Res				A>H			
16	T. Colorado		V			C		B				H>A/A>H			
17		½R/	R		V	P		B/		Res		A>H			
18	L. Tortugas	V	R	V	R	P		Res		/ B		A>H			
19		V+½R/	R	V	V+½R	SE	C	Res/		B		A=H			
21	Los Mellizos	V	R		V	C		Res		/ B		A>H			
22			V			C		Res		/ B		A<H			
A		½R/		R		P		B				A=H			
B		½R/	R	½R/	R	TC		B				A=H			
C		V+R		V	R	C		B = Res				A=H			
D			R			TC		B				A>H			
E			R			TC		B				A>H			
F		½R/		R		SE		Res/		B		A>H			
G			R			se + TC		B = Res				A=H			
H			½RR			P		Res		/ B		A>H			
I		V		R		se + C		Res		/ B		A=H			
J			R			se		Res/		B		A=H			
K			R			P		B				A>H			
L			R			P		B				H>A			

CUADRO DE TIPOLOGIAS DE LA AGRUPACION DE TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

Tabla 3.2.

LEYENDA

Vertientes (L)
- R_ Reglada
- ½R_ Semi R.
- ½RR_ Casi R
- V_ Vertical

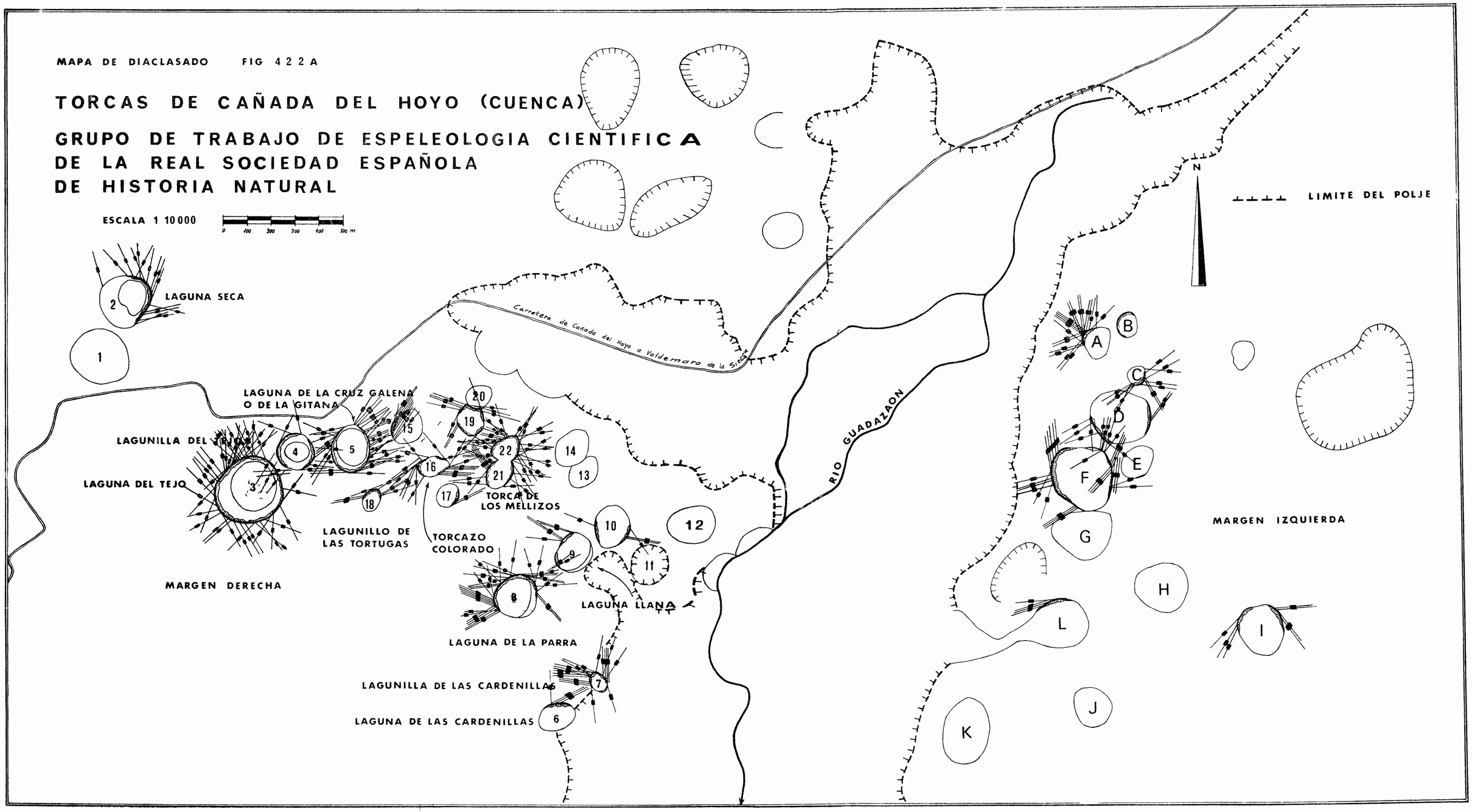
Fondo (F)
- C. Cónico
- TC_ Tronco C.
- SE_ Semiesférico
- P_ Plano

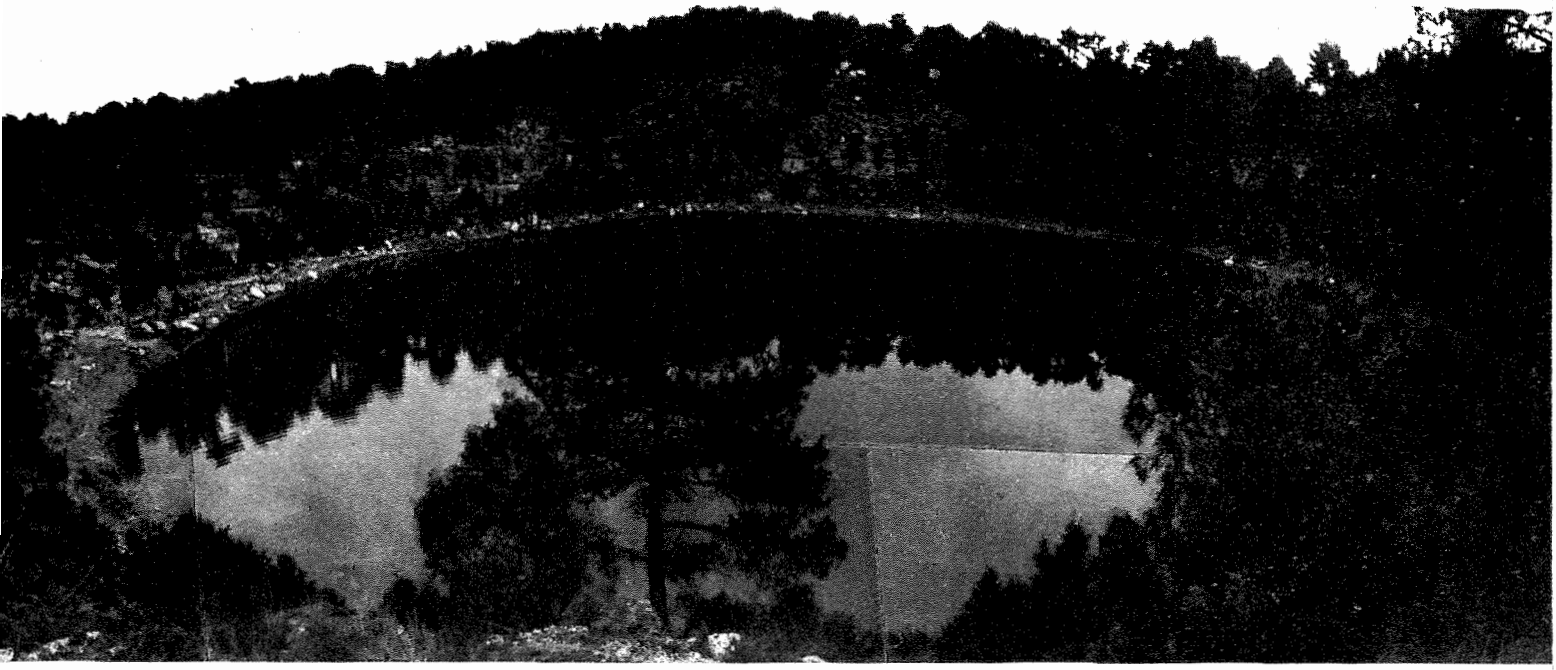
B_ Biostaxia
Res Resistaxia
A_ Estrato arbóreo
H_ " herbáceo

MAPA DE DIACLASADO FIG 4 2 2 A

TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO (CUENCA)

GRUPO DE TRABAJO DE ESPELEOLOGIA CIENTIFICA DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL





(Foto núm. 11)

Torca de la Cruz
Fondo cónico. Profundidad máxima de agua, 25 metros

4 — ANALISIS DE LOS PROCESOS QUE INTERVIENEN EN LA GENESIS DE LAS TORCAS

El objetivo primordial que estamos persiguiendo, consiste básicamente en tratar de encontrar una explicación fundamentada de la génesis de cada agrupación de torcas existentes en la zona elegida.

Con respecto a la génesis de este tipo de formas, según la literatura consultada, como ya vimos, se admite implícitamente que se trata de estructuras de colapso generadas tanto por impactos de meteoritos, según autores antiguos, como por hundimiento, según las ideas más modernas; no obstante en ningún caso quedan demostradas las opiniones adoptadas por los diversos autores, las cuales se basan únicamente en hipótesis subjetivas, más o menos elegantes, pero repetimos, exentas de demostración, y por consiguiente carentes de base científica firme.

Con esto, no queremos decir que estemos en contra de la hipótesis de la génesis de las torcas por colapso debido a hundimientos, ya que cuando menos se conocen ejemplos históricos en materiales que son o más solubles, como el yeso (vgr.: en los diapiros de Estella y Orduña), o más modernos como los arrecifes subactuales (vgr.: en Miami y en Santo Domingo), lo que representa en principio la existencia de una cierta analogía digna de tenerse en cuenta.

En definitiva, lo que mantenemos sencillamente es que nadie ha demostrado hasta ahora sus hipótesis, y esto es lo que nosotros vamos a tratar de hacer.

4.1. AGRUPACION DE TORCAS DE PALANCARES

Se compone de 30 torcas ya descritas en la figura y tabla 3.1, que se agrupan en una superficie de 7,5 km.^{2}.

El tamaño de las torcas es muy notable, ya que la superficie individualmente ocupada presenta un valor modal de 4,5 hectáreas, lo que corresponde, dada su forma sensiblemente circular, a diámetros medios del orden de 200 a 250 m.

Los valores extremos corresponden, el mayor para la Torca Larga, que cubre una superficie de 10,275 hectáreas, con un diámetro máximo de 450 m., y el menor a su vez a la Torca de la Novia, con una superficie de 0,355 hectáreas y un diámetro de 60 m.

Las profundidades, muy variables a tenor del relleno acumulado en su fondo, son en general muy acusadas, encontrando los valores más altos a las de fondo cónico, entre las que destacan la Torca de las Colmenas y la Torca Rubia, con 90,93 y 89,54 m. respectivamente. Las profundidades mínimas, contadas desde el borde inferior del escarpe que las circunda (despreciando en el caso de anastomosis los pequeños collados que quedan intercalados entre dos de ellas), corresponden a la Torca del Tío Señas y a la Torquilla, con 10,44 y 10,11 m.

El valor modal principal de las profundidades máximas de cada torca está comprendido entre 61 y 68 m., lo que da una idea intuitiva bastante clara, si recordamos los diámetros medios, de la magnitud del fenómeno que nos ocupa.

Por todo ello, es normal que la superficie donde se enclavan, aunque no uniformemente repartidas, se

halle prácticamente más ocupada por torcas que por espacios intermedios, no siendo infrecuentes como consecuencia de ello los fenómenos de anastomosis.

En general, si atendemos tanto a los tamaños más frecuentes de las torcas como a la densidad de la agrupación, podemos decir que el conjunto de Palancares representa no sólo la mejor muestra existente en España, sino uno de las más notables de Europa, pues si bien es relativamente frecuente encontrar individuos aislados de mayor tamaño o populaciones más numerosas (vgr.: Karst Dinárico de Yugoslavia), en ningún caso que nosotros sepamos se presentan con tan alta concentración y tan claramente localizadas, ya que en las áreas adyacentes no se encuentran torcas propiamente dichas.

En el contexto geológico, su localización es también sumamente concreta, ya que la referida agrupación se presenta únicamente en los niveles dolomíticos y calizas dolomíticas (del cenomanense superior y turonense) hasta el santonense, no apareciendo ni a ambos lados contiguos (flancos ESE y WNW) donde aflora la misma serie, ni al N, donde existen extensos afloramientos calizos en el jurásico. Unicamente al S, en las dolomías margosas de color verdoso del cenomanense, aparecen algunas pequeñas depresiones cerradas, denominadas hoyas, que por su aspecto sensiblemente circular, podrían ser antiguas torcas muy evolucionadas y rellenas, las cuales por presentar para nosotros razonables dudas sobre su significado no las hemos incluido en nuestros tratamientos estadísticas de datos, al estudiar esta agrupación de Palancares.

Bajo un prisma geomorfológico, la impostación de la agrupación de torcas es también muy específica, encontrándola sobre un retazo de la plataforma de erosión kárstica existente sensiblemente inclinada hacia el SSE, como ya hemos descrito en el apartado 3.1.1, entre las cotas 1.200 y 1.290 s.n. del mar y en posición aparentemente independiente a la incipiente red de drenaje considerada en el apartado 3.1.2, anterior a la aparición de la agrupación.

4.1.1. Influencia en la génesis de la agrupación de torcas de Palancares, de las diferentes características estructurales entre el jurásico y el cretácico

De la simple observación de la cartografía general de la región del trabajo, destacan en la zona de Palancares las siguientes cuestiones:

1. Al NE de la agrupación de torcas de Palancares, aflora casi completa la serie jurásica, de litología dominantemente caliza.

El estilo estructural del jurásico viene representado por un apretado haz de pliegues sensiblemente paralelos dirección WNW-ESE, que desaparece por el SW hacia donde desciende paulatinamente, bajo la serie cretácica en apariencia concordante con ella.

2. En la zona, la mesa de Palancares, representada por la serie cretácica, que aparece aquí hasta el senonense inclusive, y cuyo conjunto se halla situado topográficamente más alto que el jurásico, a favor de la evolución del relieve provocada por el arroyo de la Rambla Verde, que separando ambas series, desagua hacia el ESE. El estilo estructural del cretácico, presenta también alineaciones o pliegues, sensiblemente paralelos a las del jurásico, pero éstos son mucho más espaciados que en aquél, es decir, como si las motivaciones se presentaran con carácter mucho más atenuado.

3. Entre ambos, jurásico y cretácico, y siempre en los aledaños de Palancares, existe una red de fracturas, sensiblemente paralelas, de resultante más o menos ortogonal a los ejes de plegamiento, es decir, NE-SW. dicha familia de fracturas afecta generalmente al jurásico en primer lugar, penetrando después en el cretácico, siendo cartografiable por fotogeología durante varios kilómetros. Existe sin embargo una notable excepción sobre la que queremos llamar especialmente la atención, por la importancia tan crucial que parece representar en la génesis de la agrupación de torcas de Palancares, a tenor de los resultados de los tratamientos estadísticos, pero sobre esta cuestión volveremos más adelante. Ahora nos limitaremos a señalar que dicha fractura situada al NE de la agrupación, y visible claramente en el jurásico, parece ser bastante importante, ya que pone en contacto el dogger con el lías inferior (lo que representa un salto del orden de 250 m. que aumenta hacia el SW), y desaparece literalmente al llegar al cretácico inferior (facies utrillas y weald indiferenciadas aquí). No se le vuelve ya a encontrar en su prolongación por el SW, es decir, en el cretácico, donde sin embargo encontramos la agrupación de torcas.

4. Al SW de las torcas, la mesa de Palancares termina bruscamente tras un pliegue en rodilla, paralelo a los anteriores, dando lugar a la aparición de las series terciarias que de detríticas pasan a evaporíticas, según nos alejamos del borde de cuenca.

En este lugar pueden encontrarse diseminadas algunas torcas con agua, excavadas en yesos, que funcionan como surgencias y todavía un pequeño asomo de calizas senonenses a favor de un ligero abombamiento anticlinal que envuelve al pueblecito de las Zomas, donde curiosamente existen dos pequeñas torcas, una de ellas con agua.

De las cuatro observaciones citadas, destacan dos temas interesantes:

El primero de ellos, reverdece las disquisiciones estructurales sobre este sector de la Ibérica, en el

sentido de si presenta caracteres diferenciales entre el jurásico y el cretácico, como en otros lugares de la cordillera en cuestión, nosotros no entraremos sobre la cuestión, puesto que escapa a nuestro objetivo, pero señalaremos no obstante aquello que nos puede ser útil a la hora de dictaminar, y que consiste en indicar de que si bien no hemos encontrado evidencia de discordancias estructurales, por el contrario la semejanza de estilos tectónicos es sólo en parte, ya que aparecen notablemente atenuados en el cretácico los estilos de plegamientos. Ello podría ser atribuido a que ambas series de rocas carbonáticas, la del jurásico y la del cretácico, aparecen separadas gracias a la intercalación de unos niveles de arcillas de color verde, muy dispersables, pertenecientes al cenomanense inferior, cuya respuesta físico-mecánica debe ser necesariamente diferente de aquéllas ante la acumulación de tensiones que representa cualquier esfuerzo orogénico.

La segunda, de carácter más local, pero de importancia mucho más específica para nosotros, en cuanto a la génesis de la agrupación de torcas se refiere, la constituye la alineación resultante NE-SW entre la falla singular, las torcas de Palancares y las torcas en yeso del valle del río Moscas; es decir, esquemáticamente:

NE Falla singular en el jurásico

Salto de falla creciente hacia el SW

desaparición de la falla bajo la base del cretácico

Agrupación de torcas de la mesa de Palancares

Cruce del pliegue en rodilla (prolongación) y comienzo del terciario

Torcas de las Zomas (en un isleo del cretácico superior a favor de un abombamiento anticlinal)

SW Torcas con agua (en yesos terciarios)

alineación cuya importancia real cobrará todo su auténtico valor al calcular las rectas de regresión de la agrupación, en el apartado 4.1.3.

4.1.2. Los sistemas de diaclasas. Tratamiento estadístico

Para proceder a efectuar la toma de datos de campo de los sistemas de diaclasas que intersectan la agrupación de Torcas, se elaboró un estadillo especial que adjuntamos:

LEVANTAMIENTO DE DIACLASAS					
Zona		Emplazam.		Fecha	
Operador				Instrum.	
Estación	Azimut	Buzamiento	Sentido	Observaciones	

y se operó sistemáticamente en cada torca a tenor del siguiente programa de trabajo:

1.º Descender cada torca.

2.º Recorrer el pie de su escarpe vertical tomando lecturas en cada estación del rumbo y buzamiento de las diaclasas visibles, a excepción de aquellas que claramente correspondiesen a descompresiones, es decir, generadas como consecuencia de reajustes tensionales del macizo tras la abertura de las torcas.

3.º Reflejar los datos en el correspondiente estadillo individualizado para cada torca.

4.º Agrupar las diaclasas según sus rumbos en 12 clases distintas de 15º de abanico cada una de ellas, de manera que cubriesen los 360º del compás de la siguiente forma:

CLASE	ABANICO DE RUMBOS		
1	271º — 285º	y	91º — 105º
2	186º — 300º	y	106º — 120º
3	301º — 315º	y	121º — 135º
4	316º — 330º	y	136º — 150º
5	331º — 345º	y	151º — 165º
6	346º — 360º	y	166º — 180º
7	1º — 15º	y	181º — 195º
8	16º — 30º	y	196º — 210º
9	31º — 45º	y	211º — 225º
10	46º — 60º	y	226º — 240º
11	61º — 75º	y	240º — 255º
12	76º — 90º	y	256º — 270º

5.º Elaborar la primera parte de la tabla 4.1.2, que refleja el número de individuos aislados de la población de diaclasas, correspondiente a cada torca y clase, incluyendo acumulaciones parciales de

Tabla 4.1.2.

ESTADISTICA DE DIACLASAS DE LA AGRUPACION DE TORCAS DE PALANCARES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	n	M̄	V	D_E	E_E	Mo_1	Mo_2	Mo_3
Torquete			1					1	1		1		4	7'75	11'58	3'40	1'70			
Torcazo	4	1			5	2	1	1			5	7	26	7'58	17'53	4'19	0'82	12	5 y 11	
Del agua	3	2	1	2	1		2	3	5	4	7	10	40	8'57	13'08	3'64	0'58	12	11	9
Escaleruela	9	5		3			3	3	4	6	12	1	46	6'87	1'72	4'12	0'61	11	1	10
Lobo	5	7	13	9	9	3			2	22	28	4	102	7'32	14'68	3'83	0'38	11	10	3
Tio Agustin		1	1	2	4	4	2	2	3	7	8	2	36	8'22	8'01	2'83	0'47	11	10	5 y 6
Colmenas	2	1	1		1	5	3	5	2	2	1	3	26	7'23	9'70	3'12	0'61	8 y 6	7 y 12	
Rubia		1			2	1	16	5	6		1		32	7'34	2'43	1'56	0'28	7	9	
Ceñajo	3	8	1	3	1	2	1						19	3'05	3'39	1'84	0'42	2	4	
Prado			1		2	6	3	2	1	1	1	1	18	7'11	5'05	2'25	0'53	6	7	
Sastre		1	6	4	8	3	1		9	14	8	4	58	7'90	9'39	3'06	0'40	10	9	11 y 5
Avellanos			1	3	3	2			2	4	2	3	20	7'90	10'09	3'18	0'71	10	5 y 12	
Pancho		2		1	3		1	3	2	13	6	5	36	9'11	7'42	2'72	0'45	10	11	12
Tio Demetrio	1	4		3	4	5		6	3	2	5	3	36	7'14	10'69	3'27	0'55	8	6 y 11	2 y 5
Torquilla					1		1	2	1	4			9	8'56	3'03	1'74	0'58	10	8	
Aliagosa				2			1	6		1	1	1	12	8	5'64	2'37	0'69	8		
Honda	2	1				1			4			2	10	7	18'22	4'27	1'35	9	1 y 12	
Covacha	1	1	3	6	2		1		19	14	3		50	7'94	7'69	2'77	0'39	9	10	4
Zorra					6				2	2	10		20	9'45	3'00	1'73	0'39	11	5	
Mellizas I									2	4		1	7	10	1	1	0'38	10	0	
Mellizas II										6	1	1	8	10'37	0'55	0'47	0'26	10		
Mellizas III							1		1	3	2		7	9'71	1'90	1'38	0'52	10	11	
Medio Celemin			1								2		3	8'33	21'34	4'62	2'67	11		
Larga			2	3				2	4	25	3	1	40	9'12	4'98	2'23	0'35	10		
Bañera		2							2	4	7		15	9'27	9'21	3'03	0'78	11	10	
Lanilla		1	2										3	2'67	0'33	0'58	0'34	3		
Perla	1							2	2	3	1	2	11	9'09	9'09	3'02	0'91	10	9, 8 y 12	
Tio Joaquin									1		9	1	11	10'91	0'49	0'70	0'21	11		
Novia			1	2				1	3	1	5	4	17							
Tio Señas													0	—	—	—	—	—	—	—
i	31	38	35	43	52	34	37	44	81	142	129	56	722	7'88	11'04	3'32	0'12	10	11	9

□ – MEDIANA

n – POBLACION

M̄ – MEDIA

V – VARIANZA

D_E – DESVIACION STANDARD

E_E – ERROR STANDARD

Mo_1 – MODA PRINCIPAL

Mo_2 – MODA SECUNDARIA

Mo_3 – MODA TERCIARIA

i – POBLACION TOTAL EN CADA CLASE

GRUPO DE TRABAJO DE ESPELEOLOGIA CIENTIFICA R.S.E.H.N.

MAPA GEOLOGICO del AREA de PALANCARES y CAÑADA del HOYO. - CUENCA -

SINTESIS de la CARTOGRAFIA EXISTENTE Y DATOS PROPIOS

LEYENDA

CUATERNARIO			Q — Aluviones, coluviones y tobas
			FASES SAVICA-STEIRICA
OLIGOCENO	STAMPIENSE CHATTIENSE	Q 230 m.	Areniscas y arcillas rojo asalmonadas con cantos
			FASE PIRENAICA
EOCENO	PALEOGENO	C 4-n 500 m.	Arcillas y margas gris-verdosas; Yeso; Calizas lacustres y margas blancas
CRETACICO	SENONENSE	C_3 175 m	"Facies Garumnense" en la base; "Carniolas," calizas hacia el este
	TURONENSE	C_2 107 m	Calizas y calizas dolomiticas "Dolomías"
	CENOMANENSE	C_1 116 m	Arcillas y dolomias verde grisaceas
	ALBENSE	G_3 110	Facies de Utrillas'
			FASE AUSTRICA
	APTENSE	G_2	Facies Weald
	VALANGINIENSE	60 m	Calizas marinas hacia el SE
			FASE NEOCIMERICA
JURASICO	MALM	J_2 > 210 m	Facies Purbeck'
	DOGGER	J_1 50 m	Calizas tableadas oolíticas arcillosas hacia el SE
	TOARCIENSE	L_4 - 30 m	Margas grises de Ammonites
	PLIENSBACHIENSE	L_3 25 m	Calizas lumaquelicas
	SINEMURIENSE	L_2 150 m	Calizas y dolomias
	HETTANGIENSE	L_1 - 90 m	Carniolas"
TRIASICO	KEUPER	T_3 200 m	Arcillas yesiferas muy plasticas
	MUSCHELKALK	T_2 330 m	Dolomías y carniolas
	BUNTSANDSTEIN	T_1 550 m.	Areniscas blancas a rojas

Recta de Regresión

Depresion

12 Buzamiento

Contacto anormal

Contacto normal

Falla

Falla dudosa

Buzamiento vertical

Buzamiento volcado

Sinclinal

Anticlinal

Sinclinal volcado

Anticlinal volcado

1000 500 0 1000 2000 3000

la población estudiada en los márgenes, tanto para cada clase i, como para cada torca n, así como el valor global de la población estudiada, que en la agrupación de Palancares asciende a 722 diaclasas.

6.º Estimar para cada torca las clases que representan las medianas y modas principales y secundarias, así como las medias.

7.º Calcular para la población de cada torca, por los procedimientos habituales, los valores correspondientes a los siguientes parámetros estadísticos:

— Variación.
— Desviación estándar.
— Error estándar.

8.º Recalcular para la población global acumulada por clases i, los parámetros citados en los puntos 6.º y 7.º.

9.º Completar, mediante los resultados de los puntos 6.º, 7.º y 8.º, la elaboración definitiva de la tabla 4.1.2.

10.º Representar a escala 1:5.000 la posición de cada diaclasa en su torca correspondiente de la agrupación de Palancares, lo que aparece reflejado en la figura 4.1.2.A.

A la vista del conjunto podemos deducir ya algunas cuestiones interesantes:

En primer lugar la circunstancia de que la totalidad de la población asciende al valor 722 avala el peso estadístico que puede darse a las conclusiones, que serán tanto más ciertas cuanto mayor sea aquél, cuya representatividad en nuestro caso es suficientemente elevada.

La distribución encontrada de las diaclasas en clases, demuestra una clara moda en la clase 10, con altos valores en ambas clases adyacentes, 11 y 9, cuyo conjunto representa un peso de casi el 50 % de la population (ver figura 4.1.2.B). Ello representa una alta probabilidad de aparición de individuos de dichas clases, con detrimentos de las demás, incluidos los sistemas ortogonales a ellas, lo que resulta concordante con los bajos valores encontrados para las correspondientes desviaciones y errores:

$$D_E = 3{,}32$$
$$\Sigma_E = 0{,}12$$

De aquí ya podemos concluir, como lógicamente podría esperarse, que las torcas no han sido generadas por impactos de metoritos, ya que de ser así la distribución de fracturas asociadas cabría esperarse que fuera dominantemente radial, lo que daría una distribución difusa sin modas claras, lo que no es nuestro caso.

La circunstancia de que los buzamientos de las diaclasas sean prácticamente verticales en más del 90 % de los individuos medidos, nos ha inducido a despreciar los restantes a la hora de extraer conclusiones, ya que su población no alcanza en ningún caso el umbral del nivel de confianza.

La selectividad de las clases dominantes 10, 11 y 9 en la población global es tal, que cubre el 65 % de las modas principales correspondientes a las poblaciones parciales de cada torca, estando en las clases adyacentes, prácticamente todas las demás, a excepción de dos torcas, la del Ceñajo y la Llanilla, pero como su población se compone respectivamente de 19 y 3 individuos, es decir, apenas en el umbral de significación con respecto a la población global de 722, puesto que apenas representa el 3 % de ella, su carencia de peso estadístico nos induce a despreciarlas sin más comentario.

En definitiva, el hecho más claro con el que nos encontramos, es que la dirección de diaclasas más frecuentes en las torcas de Palancares, es la correspondiente a la clase 10, es decir, que representa al abanico de rumbos comprendido entre los 46º-60º y 226º-240º, es decir, preferentemente la:

NE — SW

aunque con ligera tendencia hacia la ENE-WSW.

En otras palabras, que el diaclasado de mayor frecuencia existente en el cretácico, donde se enclavan las torcas de Palancares, presenta sensiblemente la misma dirección que la falla singular del jurásico a la que nos referimos en el apartado 4.1.1, que quedaba oculta (bajo el cretácico y cuya prolongación hacia el S pasaba por debajo de la agrupación de torcas) de las que estamos tratando.

4.1.3. Rectas de regresión. Tratamiento estadístico

Entendiendo que la posición y distribución de la población de torcas no es debida al azar, en virtud de todas las consideraciones expuestas hasta ahora en el apartado 4 y subsiguientes, sino que obedece a causas concretas, nos pareció oportuno calcular la recta de regresión correspondiente a la totalidad de la referida población, ajustada por mínimos cuadrados.

Para ello, asimilamos cada torca a un punto, definido por la intersección de sus ejes máximos y mínimo, dotándolos de las correspondientes coordenadas (x,y) a tenor de unos ejes elejidos al azar, pero con la sola consideración de que la totalidad de la población estuviese comprendida en el primer cuadrante, es decir, que todas sus coordenadas tuviesen valores positivos.

A continuación elegimos un programa cualquiera de ordenador que resolviese su cálculo, estimando

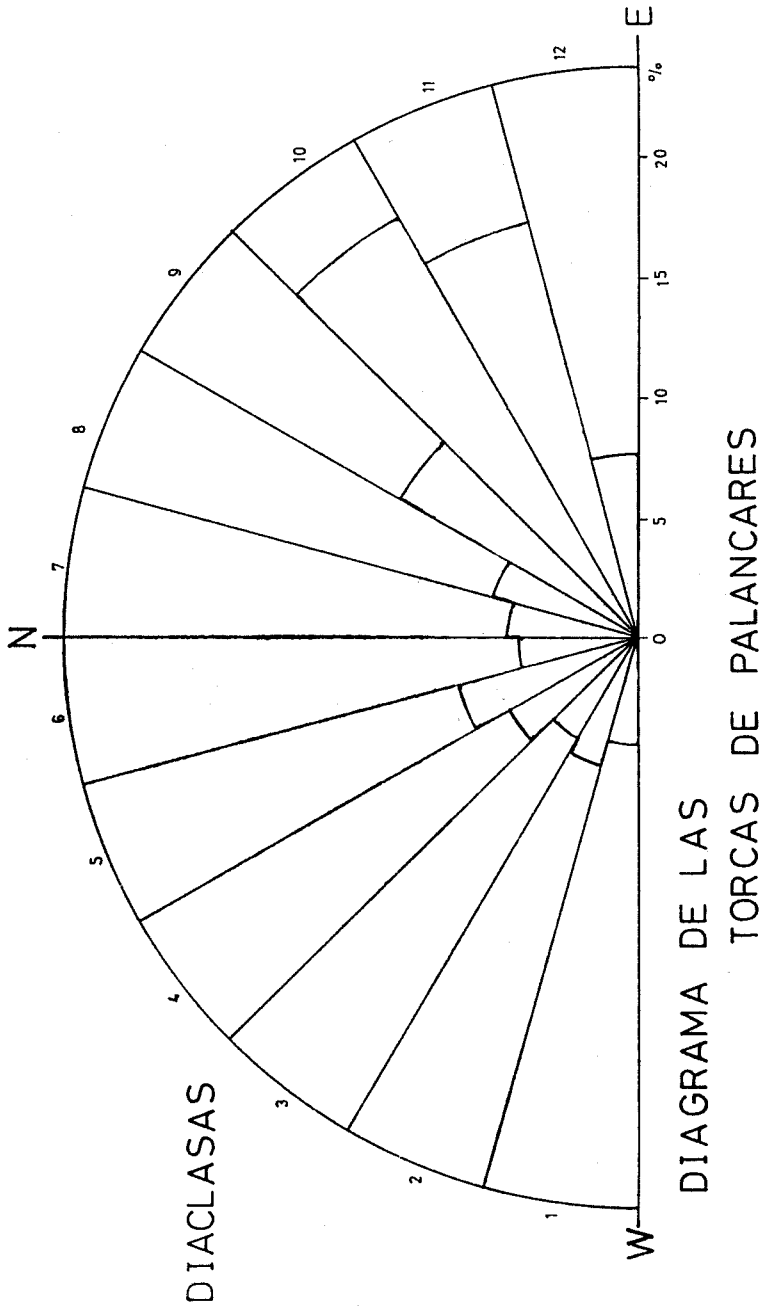
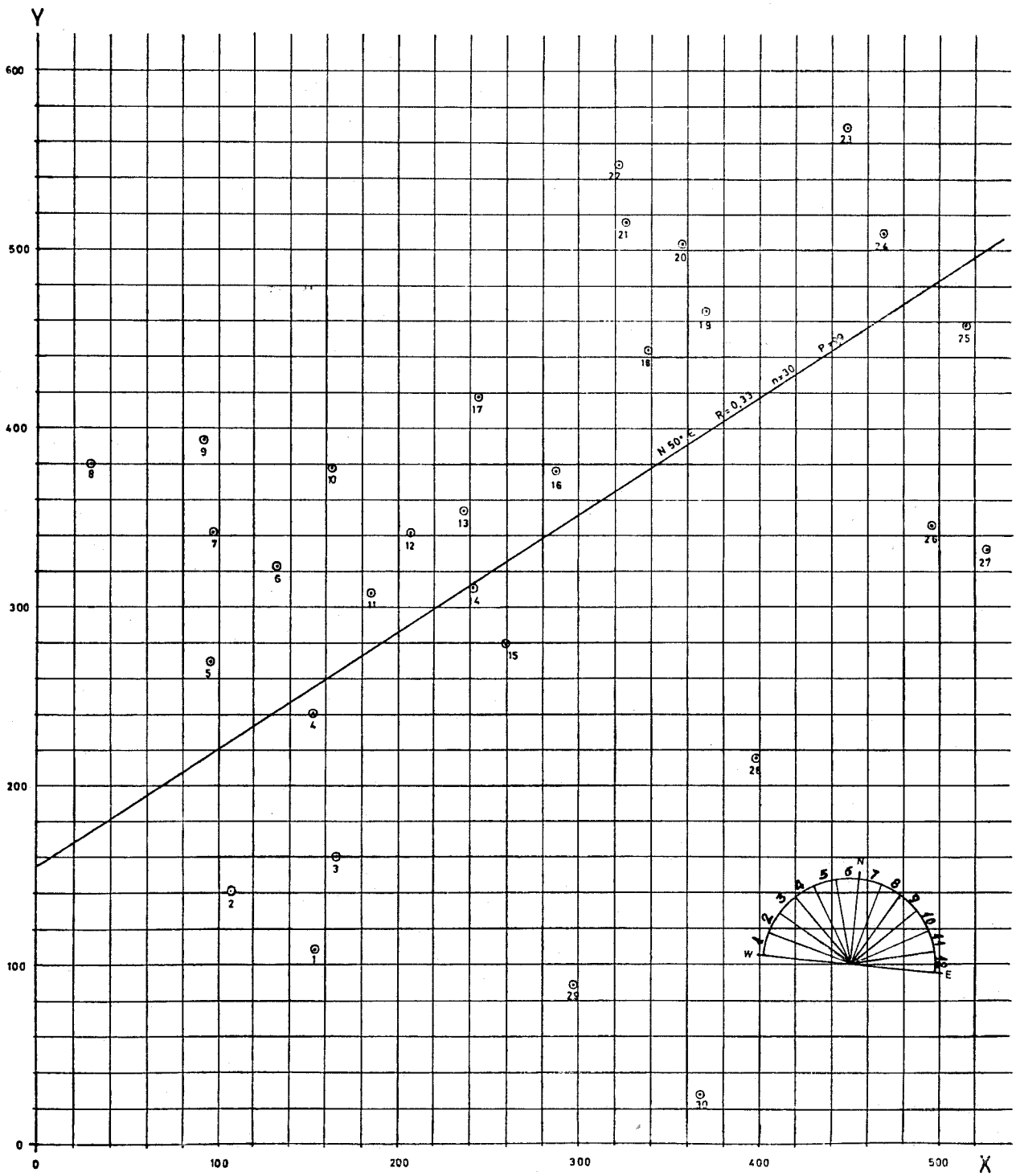


DIAGRAMA DE LAS TORCAS DE PALANCARES

figura 4.1.2. B

RECTAS DE REGRESION



TORCAS DE PALANCARES

POBLACION GLOBAL

FIGURA 4.1.3.A

al menos en la respuesta los parámetros A y B de la recta en cuestión:

$$y = A + Bx$$

y el correspondiente coeficiente de correlación R, con el que poder estimar el grado de bondad de la respuesta.

Dicho coeficiente presenta valores comprendidos entre 0 y 1 y su sentido físico indica en el primer caso que no existe ajuste ninguno (vgr.: población situada en una circunferencia) y en el segundo que el ajuste es perfecto (vgr.: puntos alineados sobre una recta).

Su expresión cuantitativa vien dada por:

$$R = \sqrt{\frac{\Sigma S_R^2}{\Sigma S_T^2}}$$

en la que

ΣS_R^2 = Suma de los cuadrados debida a la regresión.

ΣS_T^2 = Suma total de los cuadrados.

La forma gráfica de la recta en cuestión viene reflejada en la figura 4.1.3.A.

Verificado el oportuno desplazamiento de ejes para encontrar su correspondiente rumbo, éste resultó ser:

N 50° E

es decir, que se sitúa precisamente en el abanico cubierto por la moda principal de diaclasas de la población global, que como en el apartado 4.1.2 ya vimos, correspondía a la clase 10.

La importancia del descubrimiento quedó eclipsada por el profundo significado del resultado del siguiente paso, que consistió en dibujar la recta de regresión sobre las torcas en la cartografía geológica y prolongarla a ambos lados de la agrupación.

Efectivamente, **prolongada hacia el lado norte, la recta de regresión cabalgaba sobre la falla singular del jurásico, en tanto que hacia el lado sur intersectaba la agrupación de torcas en yeso (que funcionan como surgencias) de la cuenca del río Moscas, tras pasar muy cerca de las dos pequeñas torcas del pueblo de Las Zomas.**

Parece conveniente por consiguiente empezar a pensar que la karstificación profunda en las calizas jurásicas y el arrastre por drenaje de los materiales sueltos (facies utrillas y arcillas plásticas cenomanenses) intercalados, tiene algo que ver en el desenlace de las dolomías cretácicas preparándolas para dar lugar a hundimientos en los puntos más débiles.

Convencidos de haber encontrado algo realmente importante, nos pareció interesante calcular las rectas de regresión correspondientes a subconjuntos de torcas, contenidos en el conjunto principal representativo de la agrupación global de Palancares, seleccionados mediante criterios concretos.

El programa de criterios elegido para los referidos subconjuntos fue el siguiente:

A. En función de características especiales de las diaclasas.

A.1. Torcas que posean alguna moda en la clase 10.

A.2. Torcas que posean alguna moda en la clase 11.

A.3. Torcas que posean alguna moda en la clase 9.

A.4. Torcas que posean alguna moda en las clases 10 y 11.

A.5. Idem. ídem. ídem. 9 y 11.

A.6. Idem. ídem. ídem. 9 y 10.

A.7. Torcas cuya mediana coincide con la clase 10.

A.8. Torcas cuya mediana coincide con la clase 11.

A.9. Torcas cuya mediana no coincide con ninguna de las clases de sus modas principales (parciales).

A.10. Torcas que no posean ninguna moda en la clase 10.

A.11. Idem. ídem. ídem. 11.

A.12. Idem. ídem. ídem. 9.

A.13. Torcas cuya mediana no coincide con ninguna de las clases 9, 10 y 11.

A.14. Torcas que posean alguna moda principal.

A.15. Torcas que posean alguna moda secundaria.

A.16. Torcas que posean alguna moda terciaria.

B. En relación con características geométricas:

B.1. Torcas cuyo diámetro medio se halle comprendido entre 45 y 75 m.

B.2. Idem. ídem. ídem. entre 75 y 105 m.

B.3. Idem. ídem. ídem. entre 105 y 135 m.

B.4. Idem. ídem. ídem. entre 135 y 165 m.

B.5. Idem. ídem. ídem. entre 165 y 195 m.

B.6. Idem. ídem. ídem. entre 195 y 225 m.

B.7. Idem. ídem. ídem. entre 225 y 255 m.

B.8. Torcas cuya profundidad media se halle comprendida entre 0 y 15 m.

B.9. Idem. ídem. ídem. entre 15 y 30 m.

B.10. Idem. ídem. ídem. entre 30 y 45 m.

B.11. Idem. ídem. ídem. entre 45 y 60 m.

B.12. Idem. ídem. ídem. entre 60 y 90 m.

B.13. Torcas cuya profundidad máxima se halle comprendida entre 0 y 20 metros.

B.14. Idem. ídem. ídem. entre 20 y 40 m.

B.15. Idem. ídem. ídem. entre 40 y 60 m.

B.16. Idem ídem, ídem, entre 69 y 90 m.

B.17. Torcas cuya superficie se halle comprendida entre 0 y 1 Ha.

B.18. Idem. ídem. ídem. entre 1 y 2 Ha.

B.20. Idem. ídem. ídem. entre 3 y 4 Ha.

B.21. Idem. ídem. ídem. entre 4 y 5 Ha.

B.22. Idem. ídem. ídem. entre 5 y 11 Ha.

B.23. Torcas cuya relación superficie - profundidad máxima se halle entre 0 y 0,03 Ha/m.

B.24. Idem. ídem. ídem. entre 0,03 y 0,06 Ha/m.

B.25. Idem. ídem. ídem. entre 0,06 y 0,09 Ha/m.

B.26. Idem. ídem. ídem. entre 0,09 y 0,20 Ha./m.

C. A tenor de características litoestructurales.

C.1. Torcas que se encuentren en el cenomanense.

C.2. Torcas que se encuentren en el turonense inferior.

C.3. Torcas que se encuentren en el turonense inferior y en flanco S de sinclinal.

C.4. Torcas que se encuentran en el turonense inferior y en flanco N de sinclinal.

C.5. Torcas que se encuentren en el turonense medio.

C.6. Torcas que se encuentren en el turonense medio y en flanco S de sinclinal.

C.7. Torcas que se encuentren en el turonense medio y en flanco N de sinclinal.

C.8. Torcas que se encuentren en el turonense superior.

C.9. Torcas que presenten buzamientos $\leq$ 15° hacia el NE.

C.10. Torcas que presenten buzamientos $\leq$ 15° hacia el SW.

C.11. Torcas que presenten buzamientos $\geq$ 15° hacia el NE.

C.12. Torcas que presenten buzamientos $\geq$ 15° hacia el SW.

D. En función de características tipológicas.

D.1. Torcas que presenten en su flanco N vertientes regladas.

D.2. Idem. ídem. ídem. vertientes semirregladas.

D.3. Idem. ídem. ídem. vertientes intermedias.

D.4. Idem. ídem. ídem. vertientes verticales.

D.5. Torcas que presenten en su flanco S vertientes regladas.

D.6. Idem. ídem. ídem. vertientes semirregladas.

D.7. Idem. ídem. ídem. vertientes verticales.

D.8. Torcas que presenten en su flanco E vertientes regladas.

D.9. Idem. ídem. ídem. vertientes semirregladas.

D.10. Torcas que presenten vertientes intermedias.

D.11. Idem. ídem. ídem. vertientes verticales.

D.12. Torcas que presenten en su flanco W vertientes regladas.

D.13. Idem. ídem. ídem. vertientes semirregladas.

D.14. Idem. ídem. ídem. vertientes intermedias.

D.15. Idem. ídem. ídem. vertientes verticales.

D.16. Torcas con vertiente reglada en casi todo el perímetro.

D.17. Torcas con escarpe vertical en casi todo el perímetro.

D.18. Torcas con fondo cónico desplazado hacia el E.

D.19. Torcas con fondo troncocónico desplazado hacia el E.

D.20. Torcas con fondo semiesférico desplazado hacia el E.

D.21. Torcas con fondo plano desplazado hacia el E.

D.22. Torcas con fondo troncocónico a plano desplazado hacia el E.

D.23. Torcas con fondo troncocónico desplazado hacia el W.

D.24. Torcas con fondo semiesférico desplazado hacia el W.

D.25. Torcas con biostaxia en laderas.

D.26. Torcas con resistaxia en laderas.

D.27. Torcas con biostaxia en el fondo.

D.28. Torcas con resistaxia en todas partes.

D.29. Torcas con biostaxia en todas partes.

D.30. Torcas con predominio del estrato arbóreo sobre el herbáceo en laderas.

D.31. Torcas con predominio del estrato herbáceo sobre el arbóreo en laderas.

D.32. Torcas con predominio del estrato arbóreo sobre el herbáceo en el fondo.

D.33. Torcas con predominio del estrato herbáceo sobre el arbóreo en el fondo.

D.34. Torcas que intersectan valles preexistentes de orientación N-S.

D.35. Torcas que intersectan valles preexistentes de orientación NW-SE.

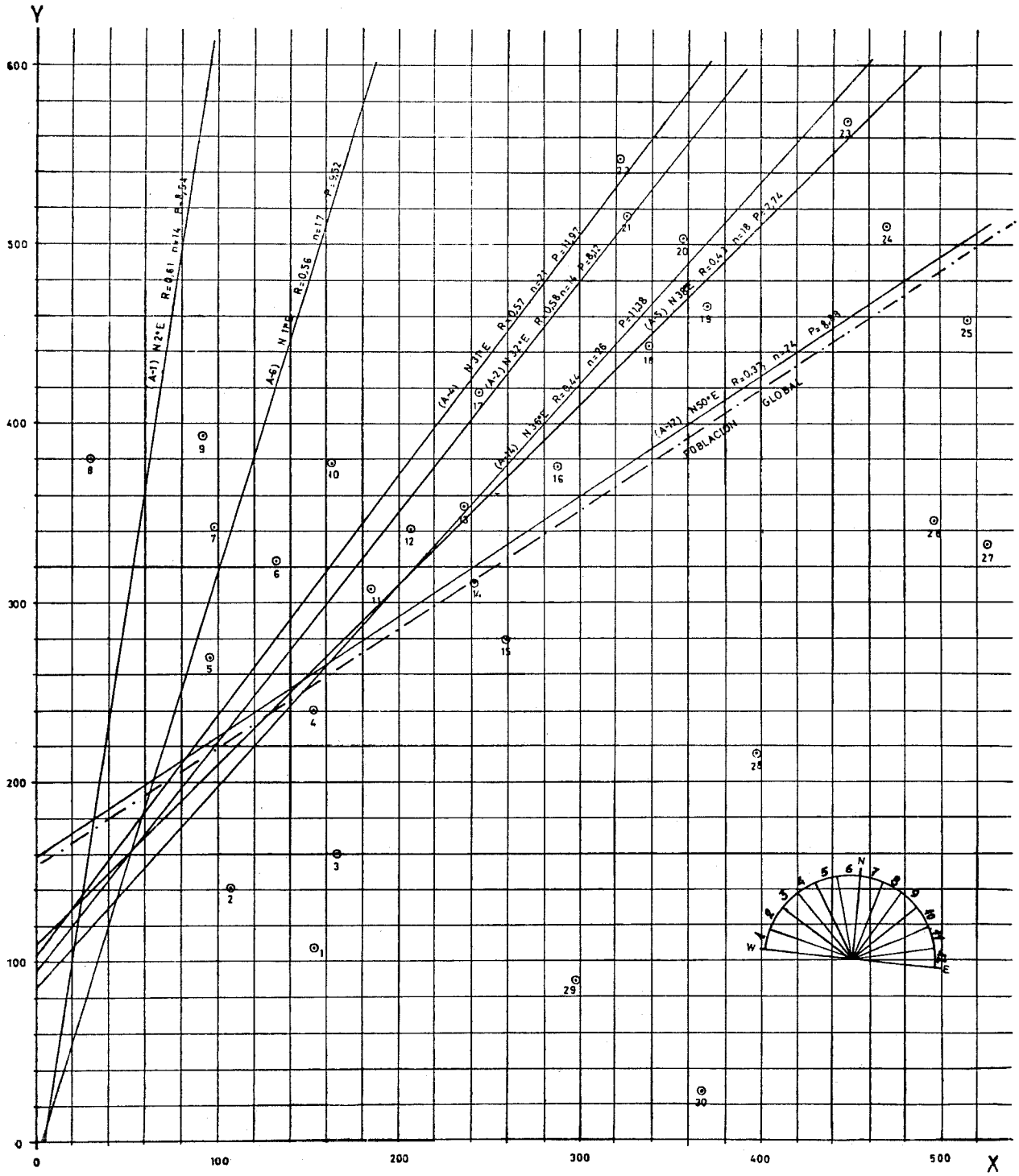
D.36. Torcas que intersectan valles preexistentes de orientación SSW-NNE.

D.37. Torcas que intersectan valles preexistentes de orientación N-S, NNW-SSE y NNE-SSW.

D.38. Torcas que intersectan valles preexistentes de orientación E-W y NE-SW.

Es decir, que comprende 92 subconjuntos cuyas rectas de regresión correspondientes fueron calcu-

RECTAS DE REGRESION



TORCAS DE PALANCARES

SUBCONJUNTO DE DIACLASAS fig 4.1.3.B

ladas de la misma manera que hicimos con el conjunto representativo de la agrupación global.

A continuación y con el fin de seleccionar los subconjuntos significativos de entre los demás, se les atribuyó un cierto valor ponderal mediante determinado criterio estimativo por comparación con el conjunto principal, vgr.:

Si el conjunto global presenta los siguientes parámetros

n = Individuos de la población = 30

R = Coeficiente de correlación = 0,332843

su valor ponderal P vendrá dado por

$$P = n.R = 9{,}98529$$

de manera que cuanto mayor sea P tanto más representativo de determinada dependencia funcional será el subconjunto considerado.

Nosotros, de entre los 92 subgrupos, hemos seleccionado los que presentan un valor ponderal P_i mayor que los dos tercios del correspondiente al conjunto principal, despreciando los demás, es decir:

$$P_i \geq 2/3\ P \geq 6'66$$

Dicha condición la cumplen los siguientes cuyas rectas de regresión vienen representadas en las figuras indicadas en el siguiente cuadro:

SUBCONJUNTO	VALOR PONDERAL	RUMBO	RECTA DE REGRESION
A.1	8,54	N 2° E	Ver figura 4.1.3.B
A.2	8,12	N 32° E	
A.4	11,97	N 31° E	
A.5	7,74	N 38° E	
A.6	9,52	N 11° E	
A.12	8,88	N 50° E	
A.14	11,38	N 36° E	
B.10	7,52	N 15° E	Ver figura 4.1.3.C
B.15	8,10	N 2° E	
C.6	6,86	S 44° E	Ver figura 4.1.3.D
D.5	9,15	N 25° E	Ver figura 4.1.3.E
D.26	7,20	N 31° E	
D.27	7,36	N 38° E	
D.28	6,72	N 35° E	
D.30	8,40	N 48° E	

en el que se aprecia que los subconjuntos que tienen relación con las características especiales de las diaclasas, es decir, los representados en la figura 4.1.3.B, se pueden clasificar en tres grupos.

El primero de ellos contiene a los subconjuntos A.1 y A.6 (que comprende a las torcas que posean alguna moda bien en la clase 10, bien en las 9 y 10) cuyos rumbos entran en la clase 7, que contiene a su vez a la media de la agrupación global.

El segundo de ellos contiene a los subconjuntos A.2, A.4, A.5 y A.14 (que representan respectivamente a las torcas que posean alguna moda en la clase 11, en la 10 y 11, en la 9 y 11, o que posean alguna moda principal), y los rumbos de sus rectas de regresión correspondientes, están contenidos en la clase 9, donde se encuentra la mediana de la agrupación global de torcas.

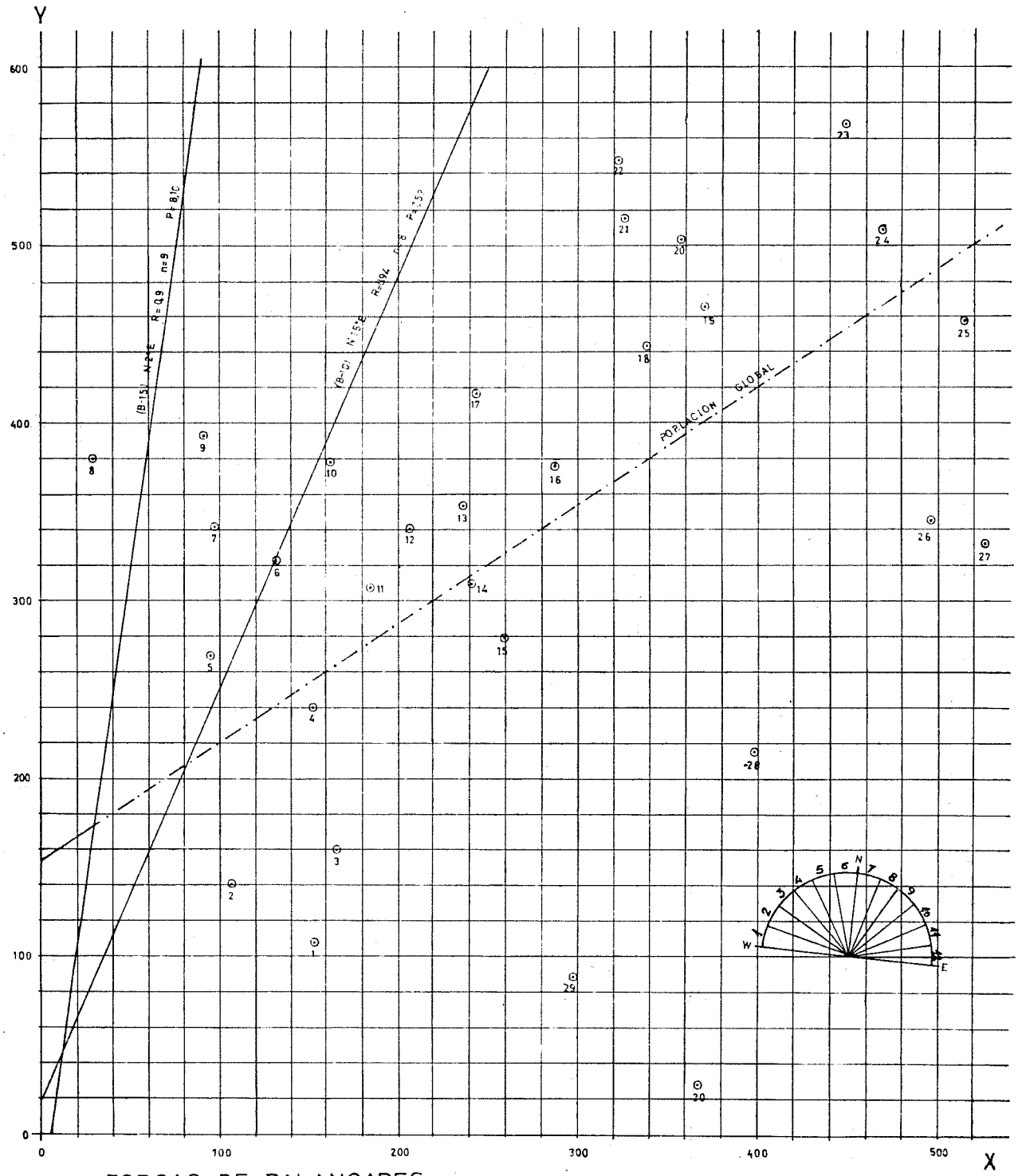
El tercero, representado únicamente por el subconjunto A.12 (que comprende a las torcas que no posean ninguna moda en la clase 9), presenta un rumbo y posición relativa plenamente coincidente con el de la recta de regresión del conjunto principal representativo de la totalidad de las torcas.

Con respecto a los subconjuntos seleccionados por consideraciones geométricas, representados en la figura 4.1.3.C, nos aparecen el B.10 y el B.15 (que corresponden respectivamente a las torcas cuya profundidad media se encuentra comprendida entre 30 y 45 m. y cuya profundidad máxima se halle entre 40 y 60 m.), cuyos rumbos están contenidos en la clase 7, en la que como vimos se encuentra la media de la agrupación global.

Con relación a la selección verificada por criterios litoestructurales, representada en la figura 4.1.3.D, nos aparece únicamente el subconjunto C.6 (que representa a las torcas ubicadas en el turonense medio y emplazadas en flanco S de sinclinal), cuyo rumbo es coincidente con las alineaciones estructurales del cretácico y del jurásico.

A tenor de los criterios tipológicos utilizados para la selección de subconjuntos, que vienen representados en la figura 4.1.3.E, nos aparecen también tres grupos de ellos. El primero de los cuales, representado por el D.5 (que comprende a las torcas que poseen en su flanco S, es decir, en umbría, vertientes regladas), su recta de regresión da un rumbo contenido en la clase 8, sobre la que debemos decir que no presenta otra característica que la de estar comprendida entre las clases adyacentes que contienen sendas media y mediana principal. El segundo, en el que aparecen los subconjuntos D.26, D.27 y D.28 (que comprende respectivamente a las torcas que presentan resistaxia en laderas, biostaxia en el fondo y resistaxia en todas partes), cuyos rumbos se sitúan en la clase 9, donde también se emplaza la mediana principal. Y el tercero, representado únicamente por el subconjunto D.30 (que corresponde a las torcas con predominio en sus laderas del estra-

RECTAS DE REGRESION

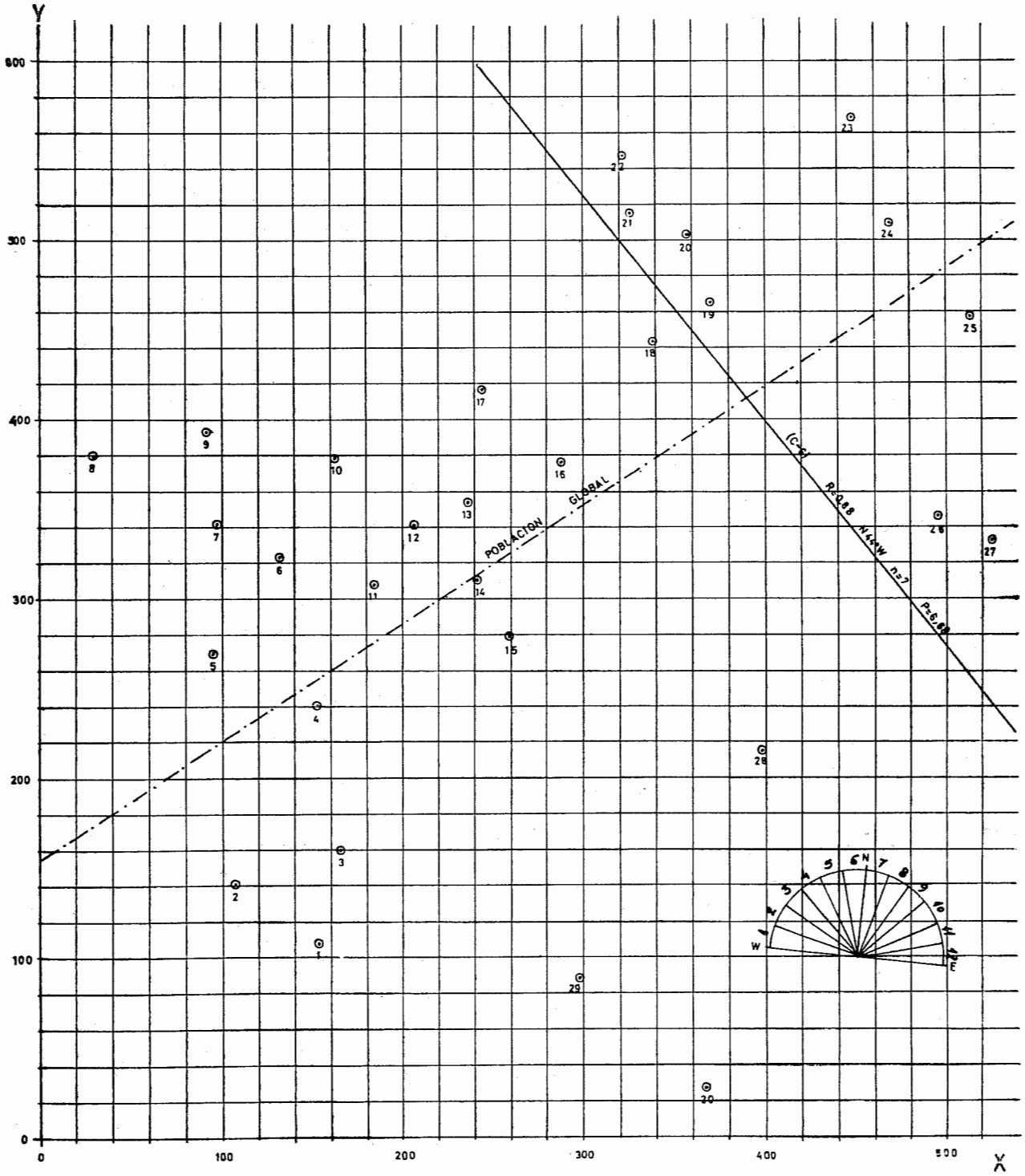


TORCAS DE PALANCARES

SUBCONJUNTO DE GEOMETRIAS

fig. 4.1.3.C

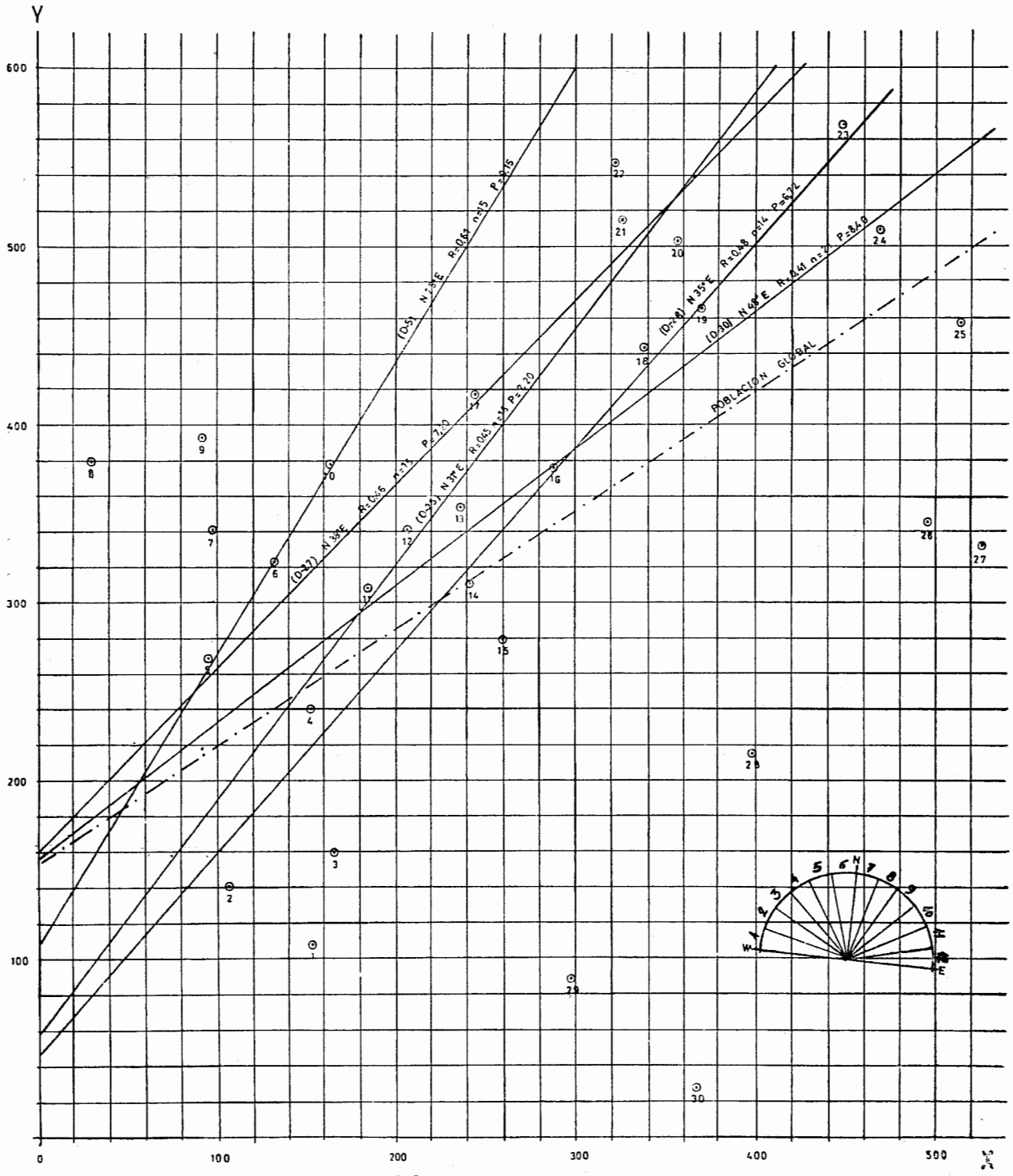
RECTAS DE REGRESION



TORCAS DE PALANCARES

fig. 4.1.3.D SUBCONJUNTO DE LITOESTRUCTURAS

RECTAS DE REGRESION



TORCAS DE PALANCARES

SUBCONJUNTO DE TIPOLOGIAS

fig. 4.1.3.E

to arbóreo sobre el herbáceo), presenta en fin un rumbo sensiblemente paralelo al de la recta de regresión de la agrupación global.

Considerando que los criterios basados en disquisiciones, tanto sobre las características de las diaclasas como sobre las particularidades litoestructurales, tienen relación con las causas actuantes previas a la aparición de las torcas.

Considerando que a su vez los criterios apoyados en características tanto geométricas como tipológicas de las torcas, tienen relación con los efectos resultantes, en los que están comprendidas la aparición de las mismas.

Resulta claramente demostrada la relación entre las causas y efectos citados anteriormente.

Por todo ello, podemos entender como causas actuantes en la génesis de las torcas consideradas, en primer lugar, la influencia del estilo estructural del jurásico, no tanto por aparecer reflejado, aunque suavizado, en el cretácico, sino especialísimamente por la acción de la falla singular citada; en segundo lugar, la alineación de pliegues en el cretácico de la mesa de Palancares; y en tercer lugar la distribución de la ley de diaclasas de la agrupación estudiada.

Si consideramos además que la karstificación representa un proceso motivado esencialmente por la acción disolvente del agua sobre una roca fisurada, podemos admitir que la circulación endorreica del agua a través de la falla singular y hacia el SW, a favor de los gradientes naturales, bien pudo condicionar a favor del correspondiente ensanchamiento de labios por disolución el arrastre y dispersión por drenaje de los materiales deleznables intercalados entre las series carbonáticas jurásicas y cretácicas, de manera que al quedar descalzadas estas últimas se consumase la preparación previa imprescindible para el hundimiento por colapso a favor de las diaclasas existentes.

4.2. AGRUPACION DE TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

Se compone de 34 torcas, como ya se describiera en la figura y tabla 3.2, distribuidas en dos poblaciones situadas en ambas márgenes del polje del Guadazaón, que las separa correspondiendo 12 individuos a la margen izquierda del mismo y 22 a la margen derecha, con la particularidad para este último conjunto de que 7 de ellos se presentan con agua profunda en su interior, cuestión sobre la que volveremos más adelante.

Ambos conjuntos es presumible que pertenecieran a una agrupación quizás única inicial, cuya parte central ha desaparecido capturada por el polje por expansión lateral, proceso que viene avalado por los restos de hemitorcos que pueden observarse en sus márgenes en número superior a diez.

En esta agrupación de Cañada del Hoyo, a diferencia de la de Palancares, no disponemos de otros datos taquimétricos que los correspondientes a una poligonal que envuelve y relaciona a las torcas de agua de la margen derecha del polje, viéndonos obligados a estimar sus diámetros y profundidades por fotogrametría. Hecha esta salvedad, ya podemos señalar que los diámetros máximos, ambos ligeramente superiores a los 250 m., corresponden a la torca de la Laguna del Tejo, de la margen derecha, y a la torca F, de la margen izquierda.

Sin embargo, los valores modales de los diámetros en los que se incluye el 50 % de la población se hallan comprendidos entre 100 y 150 m., lo que ya nos indica que los individuos de esta agrupación son en general menores que los de Palancares.

De manera semejante, las profundidades son también menores, hallándose los valores más frecuentes comprendidos entre 40 y 50 m. No obstante, la profundidad máxima corresponde a la torca de la Laguna del Tejo, con 92 m., de los que 32 de ellos corresponden a la profundidad, también máxima, del agua que contiene.

Su ubicación geológica es de carácter diferencial con respecto a los conjuntos de ambas márgenes, ya que el de la izquierda se sitúa en su totalidad en el piso turonense, en tanto que el de la derecha se emplaza en el cenomanense, a excepción de la torca de la Laguna Seca y su vecina la torca S. En esta mangen interesa destacar que la posición de las torcas en las dolomías cenomanenses, se hallan tan bajas en la serie que las arcillas verdes de la base de este piso son visibles en el fondo de la torca del Lagunillo de las Tortugas, en la ladera S de la torca de la Parra (con agua), en el contorno del Lagunillo de las Cardenillas y en casi todo el perímetro de la Laguna de las Cardenillas.

Las características de esta última torca son sorprendentemente atípicas, ya que se emplazan en casi todo su perímetro en arcillas verdes cenomanenses, a excepción de su flanco SW **que está compuesto por arenas caoliníferas de la facies utrillas;** su singularidad radica en que ninguno de dichos materiales es karstificable, por lo que más adelante volveremos sobre esta sorprendente cuestión.

Bajo el punto de vista geomorfológico, la agrupación de Cañada del Hoyo es radicalmente distinta de la de Palancares, ya que la superficie de erosión kárstica es aquí prácticamente inexistente, al estar desmantelada por las amplias depresiones kársticas que aparecen.

En otro orden de magnitud, el polje abierto del Guadazaón, presumiblemente de origen estructural por su especial disposición, además de condicionar la geomorfología del paisaje, parece haber desman-

telado la agrupación inicial de torcas al asimilar varias de ellas por anastomosis, como consecuencia del conocido fenómeno de expansión lateral de los

Con esto en ningún caso pretendemos dictaminar si las torcas son anteriores al polje o viceversa, ya que no disponemos de datos suficientes para ello, sino que queremos únicamente señalar que existe, eso sí, una clara interrelación entre ambas morfologías típicamente kársticas.

4.2.1. Las Torcas de Agua de la margen derecha del Guadazaón como Ventanas Kársticas

Como acabamos de ver, siete de las 22 torcas de este conjunto poseen agua profunda en su interior, y dichas torcas son las siguientes:

n.º 3: Torca de la Laguna del Tejo,
n.º 4: Torca de la Lagunilla del Tejo,
n.º 5: Torca de la Cruz o de la Gitana,
n.º 6: Torca de la Laguna de las Cardenillas,
n.º 7: Torca de la Lagunilla de las Cardenillas,
n.º 8: Torca de la Parra,
n.º 9: Torca de la Laguna Llana;

eventualmente aparecen encharcados los fondos de las siguientes:

n.º 2: Torca de la Laguna Seca,
n.º 18: Torca del Lagunillo de las Tortugas,

pero como en estos dos últimos casos la inundación es temporal y motivada por la arroyada de sendas pequeñas ramblas que se pierden por infiltración en las referidas torcas, y no por fluctuaciones del nivel freático regional, no los vamos a considerar en nuestro comentario.

En otras palabras, que nuestro discriminante para calificar a una torca como de agua, se centra en el hecho de encontrarla interceptando con una cierta claridad el nivel freático regional.

Efectivamente, en las siete torcas consideradas se puede apreciar, en el borde próximo al agua, la existencia de una apreciable fluctuación de sus niveles (presumiblemente estacional, aunque el ciclo parece ser más amplio, ya que en todo 1975 no las hemos visto alcanzar su cota máxima enmarcada por la vegetación freatofita), que puede alcanzar una amplitud de 5 m.

La cota del nivel del agua aparece sensiblemente a los 990 s.n.m., y se presenta sin aparentes variaciones en todas ellas, y aunque parece existir un lento drenaje hacia el polje, no nos atrevemos a dictaminar sobre dicha cuestión hasta tanto no dispongamos de datos taquimétricos rigurosos sobre las cotas de cada lámina de agua.

La primera cuestión que nos plantearon las torcas de agua fue la de comprobar si se trataba de auténticos ponikva (vgr.: como el Pozo Rojo o Pozo Azul del karst dinárico yugoslavo o el de Hránice checoslovaco), es decir, que su profundidad fuera lo bastante como para alcanzar la zona freática profunda, es decir, de algunos centenares de metros, lo que nos daría opción a poder estudiar el comportamiento diferencial entre dicha zona freática profunda y la zona freática somera en un acuífero kárstico, como ya se ha hecho en Yugoslavia.

Para ello preparamos un pequeño programa de trabajo que consistió en medir mediante sondeo en varios puntos de cada torca la profundidad del agua, fijando la posición exacta de cada punto de medida mediante el establecimiento de una amplia base topográfica bien definida en el borde de cada torca, desde cuyos extremos y mediante dos lecturas simultáneas se situó exactamente cada estación de sonda.

Los resultados vienen definidos en la figura 4.2.1, donde se fija la posición de cada punto de medida así como su profundidad, apreciándose las siguientes cuestiones:

1. La existencia de torcas con fondo más o menos cónico, o con mayor profundidad en su centro, como la Laguna del Tejo y la de la Cruz, cuyas profundidades respectivamente de 32 y 25 m. son también mayores que para los otros tipos de torcas de agua. A excepción de la Lagunilla del Tejo que sólo alcanza 10 m.

2. Existencia de torcas con fondo sensiblemente plano, en general de menor profundidad que las cónicas, cuyos valores extremos dentro de los máximos están comprendidos entre 16,5 y 7,3 m.

Pudiéndose concluir que la tipología de las torcas con agua es también semejante, bajo el punto de vista geomorfológico, a la de las torcas sin agua. Evidentemente no se trata por desgracia de ponikvas, pero al menos dichas torcas de agua representan sendas ventanas kársticas, algunas de ellas de notable penetración bajo el nivel freático del acuífero kárstico existente.

Por otro lado las extraordinarias circunstancias que concurren en la torca de la Laguna de las Cardenillas, abierta en el contacto entre las series del Utrillas y las arcillas verdes cenomanenses, es decir, en materiales no karstificables, representa para nosotros una confirmación de la existencia de una karstificación profunda en las series carbonáticas jurásicas subyacentes, lo que concuerda perfectamente con los resultados a los que hemos llegado en el apartado 4.1.

Un reconocimiento directo mediante buceo de la torca de la Cruz, ha demostrado la existencia de abundante material coloidal a partir de 10 m., impidiendo prácticamente la visión a 15 m., donde deben existir por correlación litológica las arcillas verdes de la base del cenomanense. De la inexistencia de

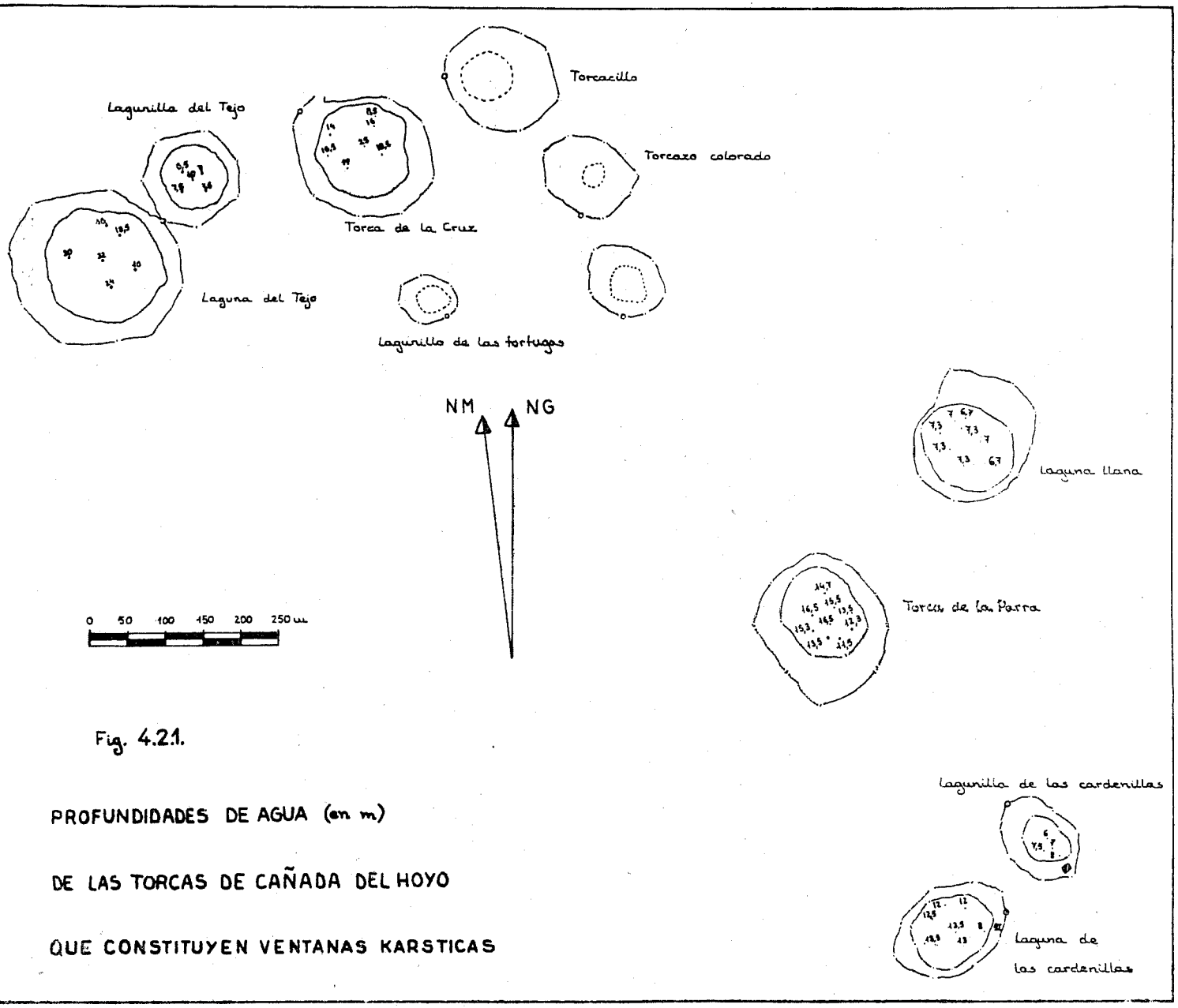


Fig. 4.2.1.

PROFUNDIDADES DE AGUA (en m)

DE LAS TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

QUE CONSTITUYEN VENTANAS KARSTICAS

una total decantación podría deducirse la posibilidad de un cierto drenaje en la zona, que no hemos podido comprobar.

Todavía, y con respecto al fondo plano a 13,5 m. de la Laguna de las Cardenillas, debemos señalar que dicho fondo plano puede ser accidental, ya que en la información oral recogida en la zona se nos ha indicado que hace varias décadas (sin precisar fecha), se le sometió a una masiva operación de achique con el ánimo de secarla, sin lograrlo.

Al parecer se alcanzó una depresión en la lámina de agua de unos 8 m., recuperándose el nivel inicial rápidamente al término del referido bombeo.

No hemos podido tampoco averiguar ni la duración del bombeo, ni los caudales extraídos, ni el tipo y capacidad de bomba empleado (si sumergida o no), pero resulta evidente, especialmente por la litología aquí existente, que la cuantía de la depresión lograda bien pudo provocar un sifonamiento con arrastre de sólidos en los materiales de su fondo, a expensas del aumento tan brutal del gradiente hidráulico, circunstancia que por sí sola basta para justificar la actual forma de su fondo.

4.2.2. Los sistemas de diaclasas. Tratamiento estadístico

En la agrupación de Cañada del Hoyo, hemos operado siguiendo el mismo programa y procedimiento que los utilizados en la agrupación de Palancores, con la única salvedad aquí de que las 12 clases clasificatorias de diaclasas, si bien conservan su abanico de 15°, se ordenan aquí de N a S, en lugar de E a W, con el fin de conservar series de valores continuas y crecientes en las cifras absolutas de grados de rumbos, facilitando así el trabajo al ordenador.

Así pues, para Cañada del Hoyo dichas clases vienen dadas por:

CLASE	ABANICO DE RUMBOS		
1	1° — 15°	y	181° — 195°
2	16° — 30°	y	196° — 210°
3	31° — 45°	y	211° — 225°
4	46° — 60°	y	226° — 240°
5	61° — 75°	y	240° — 255°
6	76° — 90°	y	256° — 270°
7	91° — 105°	y	271° — 285°
8	106° — 120°	y	286° — 300°
9	121° — 135°	y	301° — 315°
10	136° — 150°	y	316° — 330°
11	151° — 165°	y	331° — 345°
12	166° — 180°	y	346° — 360°

En resumen, los resultados del programa de trabajo aquí seguido vienen reflejados en la tabla 4.2.2 y la posición de las 374 estaciones de medida se hallan representadas a escala 1:10.000 en la figura 4.2.2.A, a la vista de cuyos resultados ya podemos deducir algunas cuestiones interesantes.

La población encontrada, que asciende a 374 individuos, se reparte con 272 diaclasas para las torcas de la margen derecha del polje y 102 para la izquierda; es decir, que su cuantía es evidentemente menor que en Palancares, destacando la existencia de varias torcas en las que no se han encontrado diaclasas, como son las n.° 1, 11, 12, 13, 14 y 20 para la margen derecha, y las E, G, H, J y K para las de la izquierda.

Su representatividad, evidentemente, no es tan elevada como la de la otra agrupación estudiada, especialmente si añadimos a esta circunstancia el hecho de que a la agrupación de Cañada del Hoyo le faltan algunas de sus torcas al haber sido asimiladas por el polje.

Por todo ello, nos pareció interesante estudiar además de la agrupación global, los conjuntos correspondientes a cada margen de manera aislada.

Así pues, las distribuciones encontradas dan las siguientes desviaciones estándar:

Para el conjunto de la margen derecha

$$D_E = 2{,}98$$

Para el conjunto de la margen izquierda

$$D_E = 3{,}28$$

Para el conjunto de la agrupación global:

$$D_E = 3{,}07$$

apreciándose una mayor homogeneidad para el conjunto de la margen derecha.

A su vez los errores estándar son también significativos del peso de la población considerada, correspondiendo:

Para el conjunto de la margen derecha:

$$E_E = 0{,}18$$

Para el conjunto de la margen izquierda:

$$E_E = 0{,}32$$

Para la agrupación global:

$$E_E = 0{,}16$$

Con respecto a las modas dominantes, puede verse que en el conjunto de la margen derecha destaca la clase 7, que corresponde a la dirección:

W — E

aunque con ligera tendencia hacia el ESE, es decir, sensiblemente concordante con la dirección de pliegues en el jurásico del meridiano en que se sitúa

ESTADISTICA DE DIACLASAS DE LA AGRUPACION DE TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

CLASES / NOMBRES		LAGUNA SECA	LAGUNILLA DEL TEJO	LAGUNILLA DEL TEJO	LAGUNA DE LA CRUZ	LAGUNA DE LAS CARDENILLAS	LAGUNILLA DE LAS CARDENILLAS	LAGUNA DE LA PARRA	LAGUNA LLANA							TORCAZO COLORADO		LAGUNILLO DE LAS TORTUGAS			TORCA DE LOS HELLIZOS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	id	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	ii	i
1		1	3			1	4	1								1							11	3	3		1									7	18
2		3	4				2	2							1				2			1	15	3	1				8							12	27
3		1	8	1	4		1								7	4						1	27			1	1		4			2				8	35
4			7		6											2			1		1	1	20	3		2	1		4			1				11	31
5			1		7	3		6	2							1	2	3				2	27		4	4	2		4							14	41
6		5	1		12			3								2		4				3	30	4			1		6						3	14	44
7			2	2	7		3	7	1							7			1		4	7	41			1			1			2			1	5	46
8		1	2	1			6	4	2	2						1			7			6	32			2										2	34
9			1		9		2	5	2	1									1		3	2	18	4	5		1									10	28
10		1	1					3								2						1	16	1	4											5	21
11		1	1					1		1											5	3	20	2	3	2						2				9	29
12		2	5	1			2	2											1			2	15						5							5	20
n	0	15	52	5	37	4	20	34	7	4	0	0	0	0	10	20	2	7	13	0	13	29	272	20	20	12	7	0	32	0	0	7	0	0	4	102	374
$\bar{M}$		6'2	6,96	7,4	5,24	4	6,1	7,18	7,29	9					3,1	5,75	5	5,57	7,08		8,77	7,55	6,55	5,65	7,15	6,75	4,71	0	5,23			6,59			6,25	5,91	6,38
V		14'7	14'9	10'3	4,05	4	13,57	6,94	2,90	2					0,32	5,88	0	0,29	7,91		5,03	6,18	8,89	12,34	13,29	3,48	6,24		11,14			11,95			0,25	10,73	9,45
D_E		3,76	3,86	3,2	2,01	2	3,68	2,63	1,70	1,41					0,57	2,43	0	0,53	2,81		2,24	2,49	2,98	3,51	3,65	1,86	2,50		3,34			3,46			0,5	3,28	3,07
E_E		0,97	0,54	1,43	0'33	1	0,82	0,45	0,64	0,71					0,18	0,54	0	0,20	0,78		0,62	0,46	0,18	0,79	0,82	0,54	0,94		0,59			1,31			0,25	0,32	0,16
M_{o_1}		6		7	6	5	8	7	5,9,9	8					3	7	5	6	8,		11	7	7	6y9	9	5	5		2			3,7,11			6	5y6	7
M_{o_2}		2	3		5,7		1	5								3		5	2		7	8	8	1,2,4	5y10				6							2	6
M_{o_3}			4		4		7	9													9		6						12							4	5

MEDIANA

n — POBLACION
$\bar{M}$ — MEDIA
V — VARIANZA
D_E — DESVIACION STANDARD
E_E — ERROR STANDARD
Mo_1 — MODA PRINCIPAL
Mo_2 — MODA SECUNDARIA
Mo_3 — MODA TERCIARIA
i — POBLACION TOTAL EN CADA CLASE

id = i en la margen derecha del Guadazaon
ii = i en la margen izquierda del Guadazaon

Tabla 4.2.2.

el conjunto, y el porcentaje de individuos comprendidos en dicha clase asciende a 16,5 %, según puede verse en la figura 4.2.2.B.

Por su parte, el conjunto de la margen izquierda se manifiesta con una moda común que abarca las clases 5 y 6, es decir, que sigue sensiblemente la dirección:

WSW — ENE

con un porcentaje suma de ambas clases del 27% de su correspondiente población de 102 individuos, ver figura 4.2.2.C.

La agrupación global, como es de esperar, se comporta como la suma de los conjuntos de ambas márgenes, aunque predominando peso estadístico correspondiente a la margen derecha cuya población abarca el 72,7 % del total de la agrupación. Así, la moda principal coincide aquí con la clase 7, pero con pequeña diferencia con respecto a las clases 6 y 5, de manera que la unión de las tres susodichas clases citadas, representa un 35 % de los individuos correspondientes a la población total existente en la agrupación de Cañada del Hoyo, como puede observarse en la figura 4.2.2.D.

De todas estas consideraciones, destaca un hecho interesante, consistente en la aparente independencia entre los sistemas de diaclasas que presentan las torcas existentes a una y otra margen del polje, lo que evidentemente apoya la tesis de su origen estructural, que diferenciase mediante determinados caracteres, ambos flancos del mismo.

Con las reservas correspondientes al bajo peso estadístico de que está dotado el conjunto de la margen izquierda, también parece deducirse que la población global, por los últimos conceptos vertidos, no parece presentar un alto grado de selectividad para poder extraer de ello conclusiones claras.

4.2.3. Rectas de regresión. Tratamiento estadístico

Para calcular las rectas de regresión de la agrupación de Cañada del Hoyo, hemos operado según el programa seguido en Palancares, que viene detallado en el apartado 4.1.3. La salvedad introducida aquí ha consistido en considerar 3 poblaciones globales:

1. La perteneciente al conjunto de la margen derecha: D.

2. La perteneciente al conjunto de la margen izquierda: I.

3. La perteneciente a la grupación total: T.

Las cuales presentan las siguientes características:

INDICATIVO	VALOR PONDERAL PO	RUMBO
D	14,12	S 69° E
I	1,98	N 71° E
T	8,56	S 85° E

según puede verse en la figura 4.2.3.A, de todo ello destaca sobremanera el alto valor ponderal P para la agrupación de la margen derecha D, que aparece situada entre el abanico correspondiente a la clase 8, a tan sólo 4° de la clase 7, donde se hallan situadas la mediana y moda principal del conjunto, destacando el hecho notable de que su recta de regresión es paralela a las alineaciones de pliegues del jurásico, que en este meridiano adoptan esta dirección (tras una ligera incurvación desde el meridiano de Palancares, cuya alineación era más acusada hacia el SE, como ya vimos). Dicha recta de regresión encaja a su vez bastante bien con la falla que entrecruza dicha agrupación de torcas, lo que parece lógico sea debido a reajustes del jurásico subyacente, apoyándonos en la concordancia citada.

Por el contrario, el conjunto de la margen izquierda I, presenta un escaso valor ponderal, que indica su escasa representatividad de manera que su rumbo y posición resultante, no parecen ofrecer ninguna posibilidad de interpretación a pesar de que éste coincide con la clase 5, donde se sitúan la mediana y una de las modas principales.

La recta de la agrupación total T, cuyo valor ponderal es muy aceptable, presenta a su vez un rumbo dentro de la clase 7, coincidente a su vez con su moda principal y sensiblemente próxima a las direcciones estructurales del jurásico, circunstancia que demuestra, al tratarse de la unión de los conjuntos de ambas márgenes, el claro predominio del correspondiente a la margen derecha, y por consiguiente su mayor representatividad y peso en las conclusiones que de él puedan extraerse.

En lo referente a los criterios seleccionados para la elección de subconjuntos, tras la experiencia seguida en Palancares en el cálculo de sus correspondientes rectas de regresión, hemos quedado en la agrupación de Cañada del Hoyo con los siguientes:

E. En función de las características especiales de las diaclasas.

E.1. Torcas cuya moda principal coincide con la de la agrupación total.

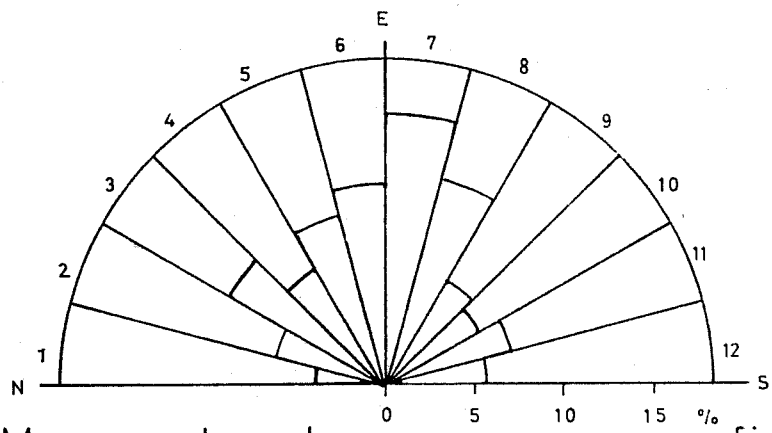
E.2. Torcas cuya moda principal coincide con la de la margen derecha.

E.3. Torcas cuya moda principal coincide con la de la margen izquierda.

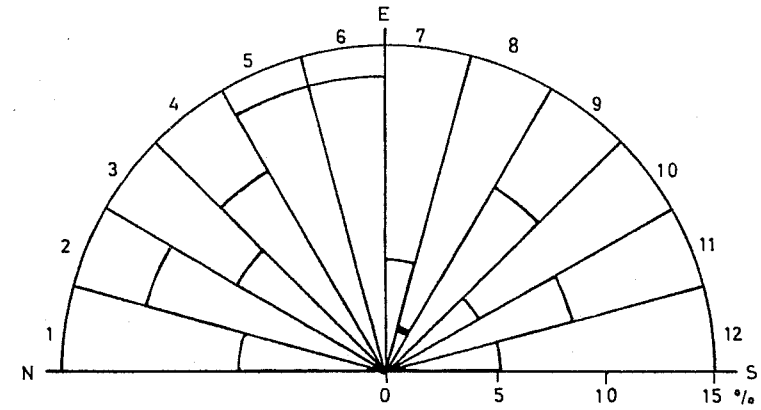
E.4 Torcas con alguna moda coincidente con la principal o secundaria total.

E.5. Torcas con alguna moda coincidente con la principal o secundaria de la margen derecha.

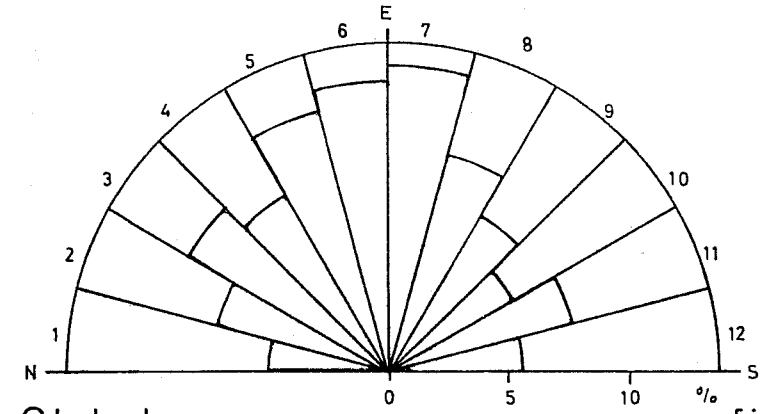
DIACLASAS



Margen derecha fig. 4.2.2.B



Margen izquierda fig. 4.2.2.C



Global fig. 4.2.2.D

DIAGRAMAS DE LAS TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

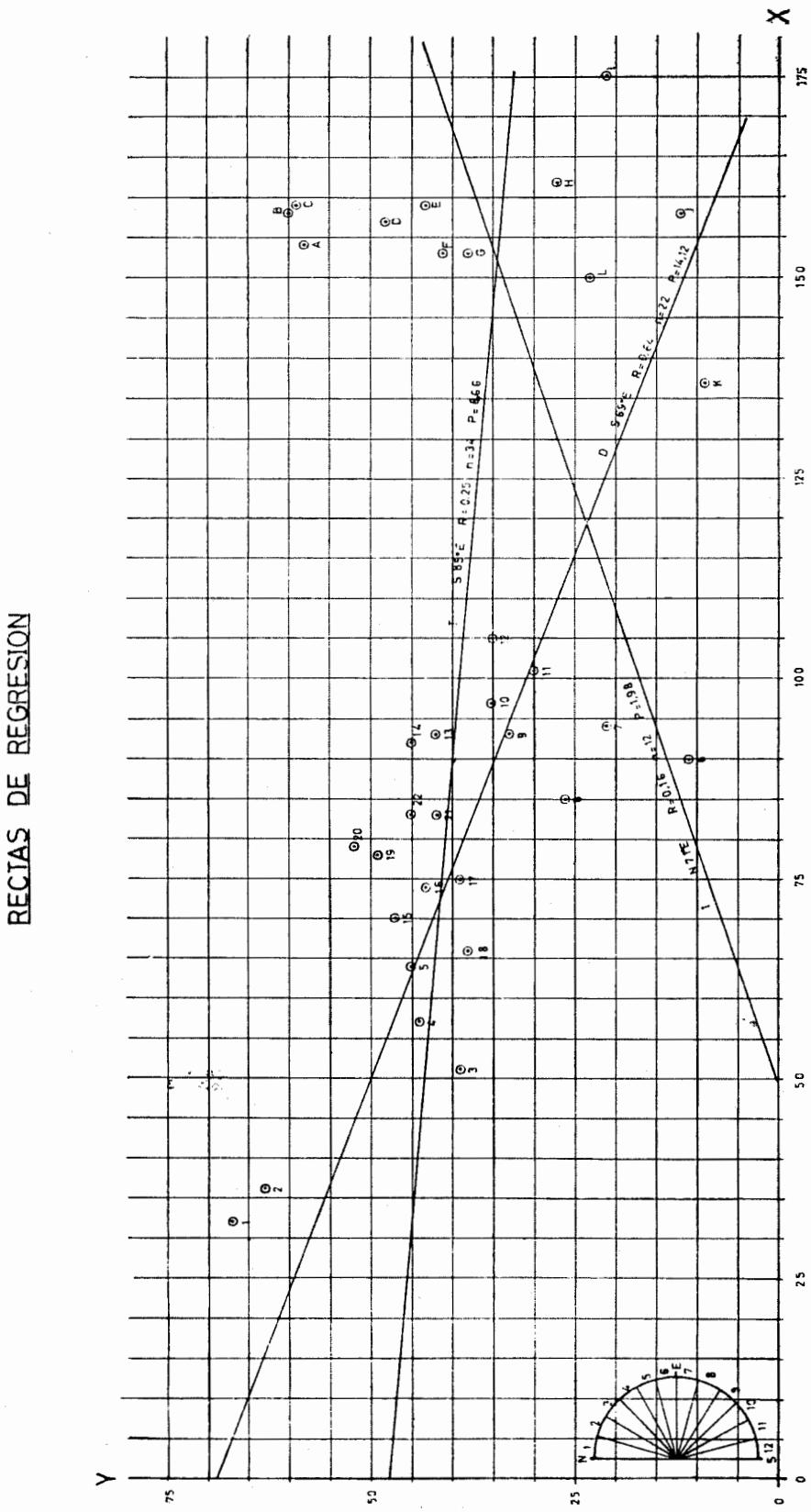

RECTAS DE REGRESION
TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO
POBLACIONES GLOBALES
X
Y
0
25
50
75
100
125
150
175
N
E
S
W

fig. 4.23.A

E.6. Torcas con alguna moda coincidente con la principal o secundaria de la margen izquierda.

E.7. Torcas con alguna moda coincidente con la principal o terciaria total.

E.8. Torcas con alguna moda coincidente con la principal o terciaria de la margen derecha.

E.9. Torcas con alguna moda coincidente con la principal o terciaria de la margen izquierda.

E.10. Torcas con alguna moda coincidente con la segundaria o terciaria total.

E.11. Torcas con alguna moda coincidente con la secundaria o terciaria de la margen derecha.

E.12. Torcas cuya mediana coincide con la moda principal de la agrupación total.

E.13. Torcas cuya mediana coincide con la moda principal para la margen derecha.

E.14. Torcas cuya mediana coincide con la moda principal para la margen izquierda.

F. Considerando criterios litoestructurales.

F.1. Torcas situadas en el cenomanense.

F.2. Torcas situadas en el turonense.

G. A tenor de criterios geométricos.

G.1. Torcas de la agrupación total cuyo diámetro esté comprendido entre 10 y 100 m.

G.2. Torcas de la agrupación total cuyo diámetro esté comprendido entre 100 y 150 m.

G.3. Torcas de la agrupación total cuyo diámetro esté comprendido entre 150 y 200 m.

G.4. Torcas del conjunto de la margen derecha cuyo diámetro esté comprendido entre 100 y 150 m.

H. En virtud de características tipológicas.

H.1. Torcas de la agrupación total cuyo fondo sea cónico.

H.2. Torcas de la agrupación total cuyo fondo sea plano o troncocónico.

H.3. Torcas del conjunto de la margen derecha cuyo fondo sea cónico.

H.4. Torcas del conjunto de la margen derecha cuyo fondo sea plano o troncocónico.

H.5. Torcas del conjunto de la margen izquierda cuyo fondo sea plano o troncocónico.

H.6. Torcas que tienen o han tenido agua recientemente, es decir, que se trata de 27 subconjuntos cuyas rectas de regresión han sido calculadas como en los restantes casos.

Con el fin de seleccionar los que presentan un adecuado valor interpretativo, hemos adoptado en principio, a semejanza de Palancares, los siguientes criterios:

1. Considerando de primer orden los subconjuntos que presentan un valor ponderal:

$$P_i \geq 6{,}6$$

2. Estimando de segundo orden los subconjuntos cuyo valor ponderal sea:

$$6{,}66 > P_i > 5$$

Además, y con el fin de favorecer la interpretación, hemos señalado, a semejanza de los conjuntos globales, un indicativo a cada subconjunto consistente en las siguientes letras:

D: cuando las torcas en él contenidas pertenezcan únicamente a la margen derecha.

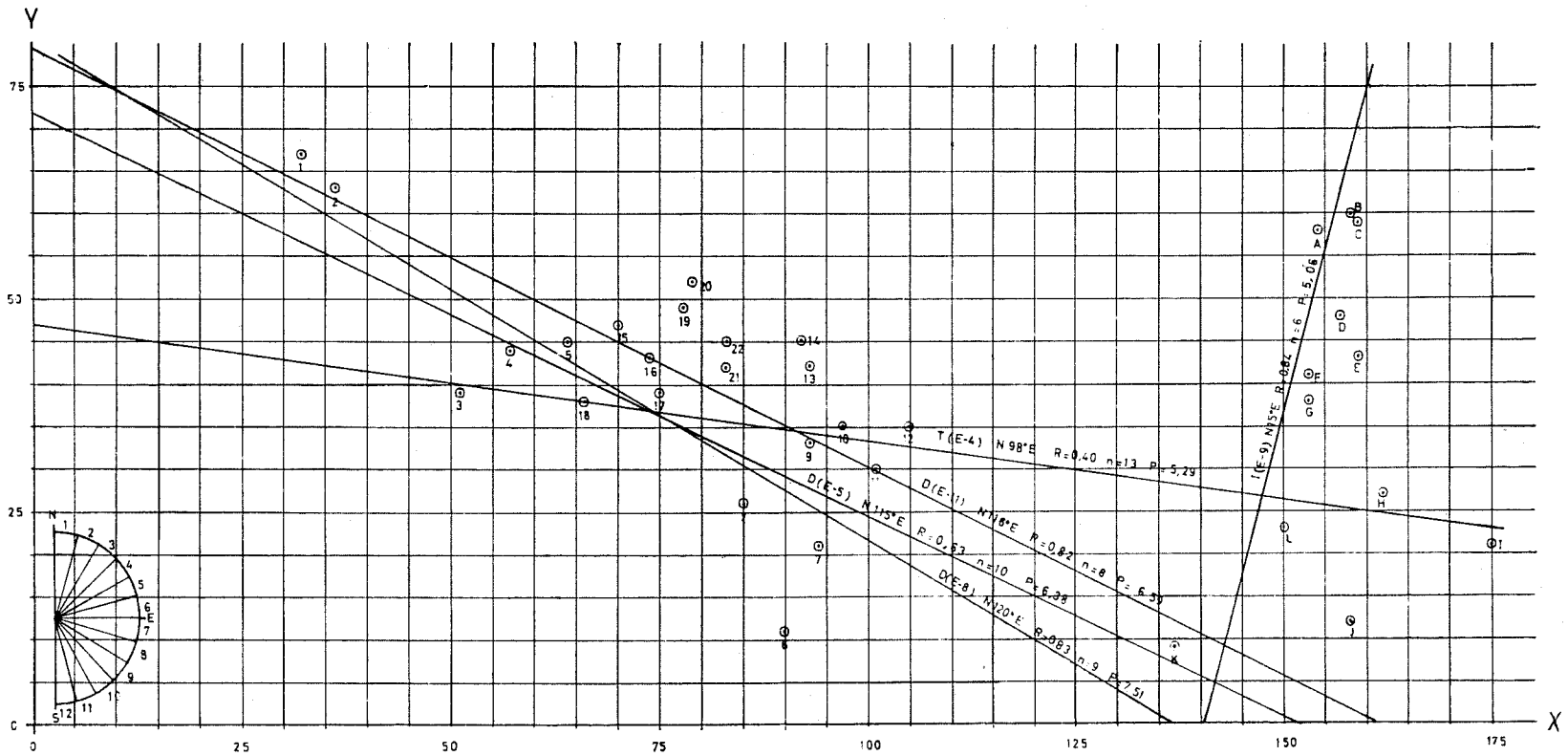
I: cuando las torcas en él contenidas pertenezcan únicamente a la margen izquierda.

T: cuando las torcas en él contenidas pertenezcan a ambos márgenes.

En definitiva, los subconjuntos que cumplen las condiciones citadas, así como su representación en la correspondiente figura, vienen indicados en el siguiente cuadro:

SUBCONJUNTO	INDICATIVO	ORDEN	VALOR PONDERAL	RUMBO	RECTA DE REGRESION
E.8	D	1.º	7,51	S 60º E	Ver figura 4.2.3.B
E.4	T	2.º	5,29	S 82º E	
E.5	D	2.º	6,38	S 65º E	
E.6 y E.9	I	2.º	5,06	N 15º E	
E.11	D	2.º	6,59	S 64º E	
F.1	D	1.º	8,56	S 72º E	Ver figura 4.2.3.C
F.2	T	2.º	5,88	S 78º E	
G.3	T	1.º	9,27	S 67º E	Ver figura 4.2.3.D
H.4	D	1.º	8,68	S 57º E	Ver figura 4.2.3.E
H.6	D	1.º	7,89	N 35º E	
H.5	I	2.º	5,07	S 78º E	

RECTAS DE REGRESION

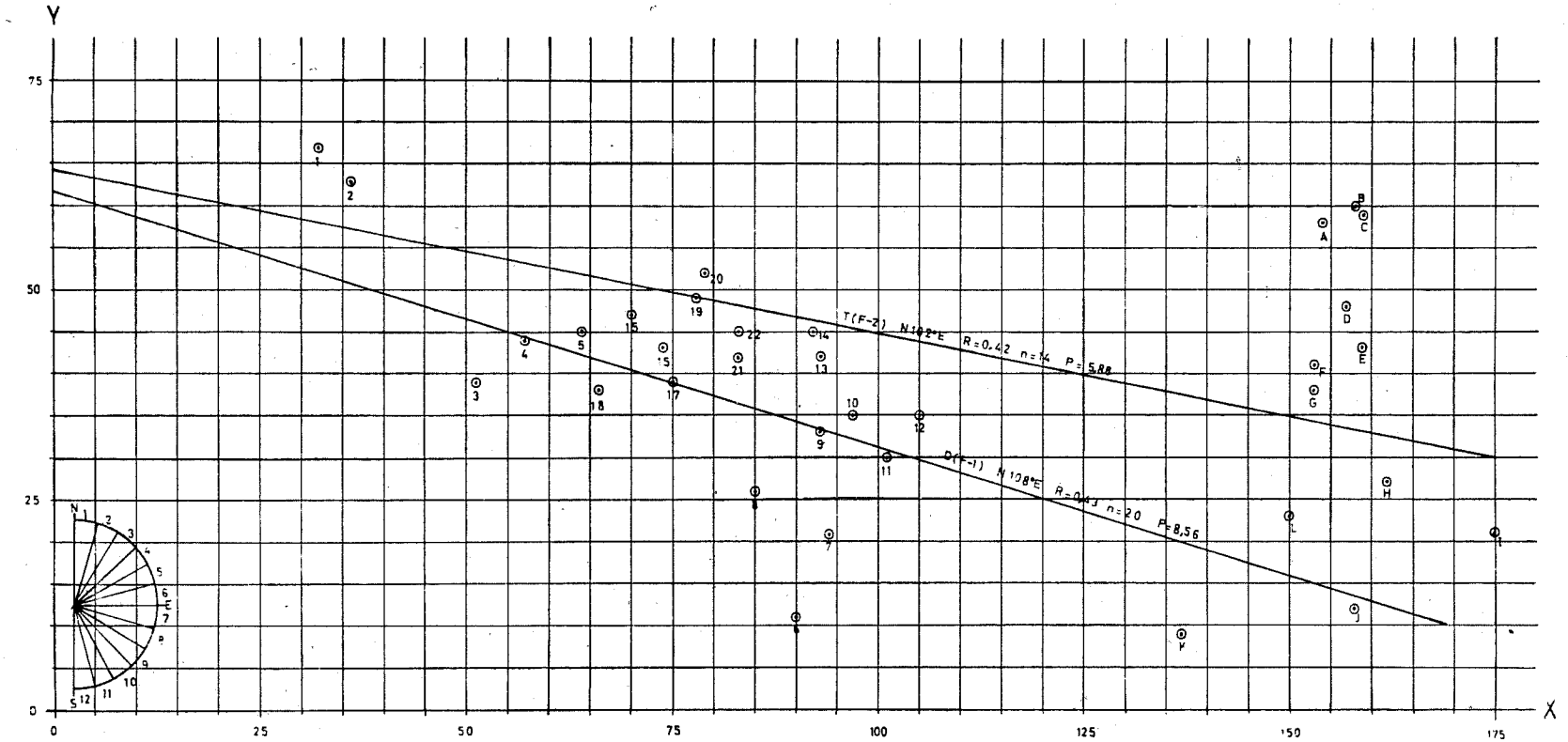


TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

SUBCONJUNTO DE DIACLASAS

fig. 4.2.3. B

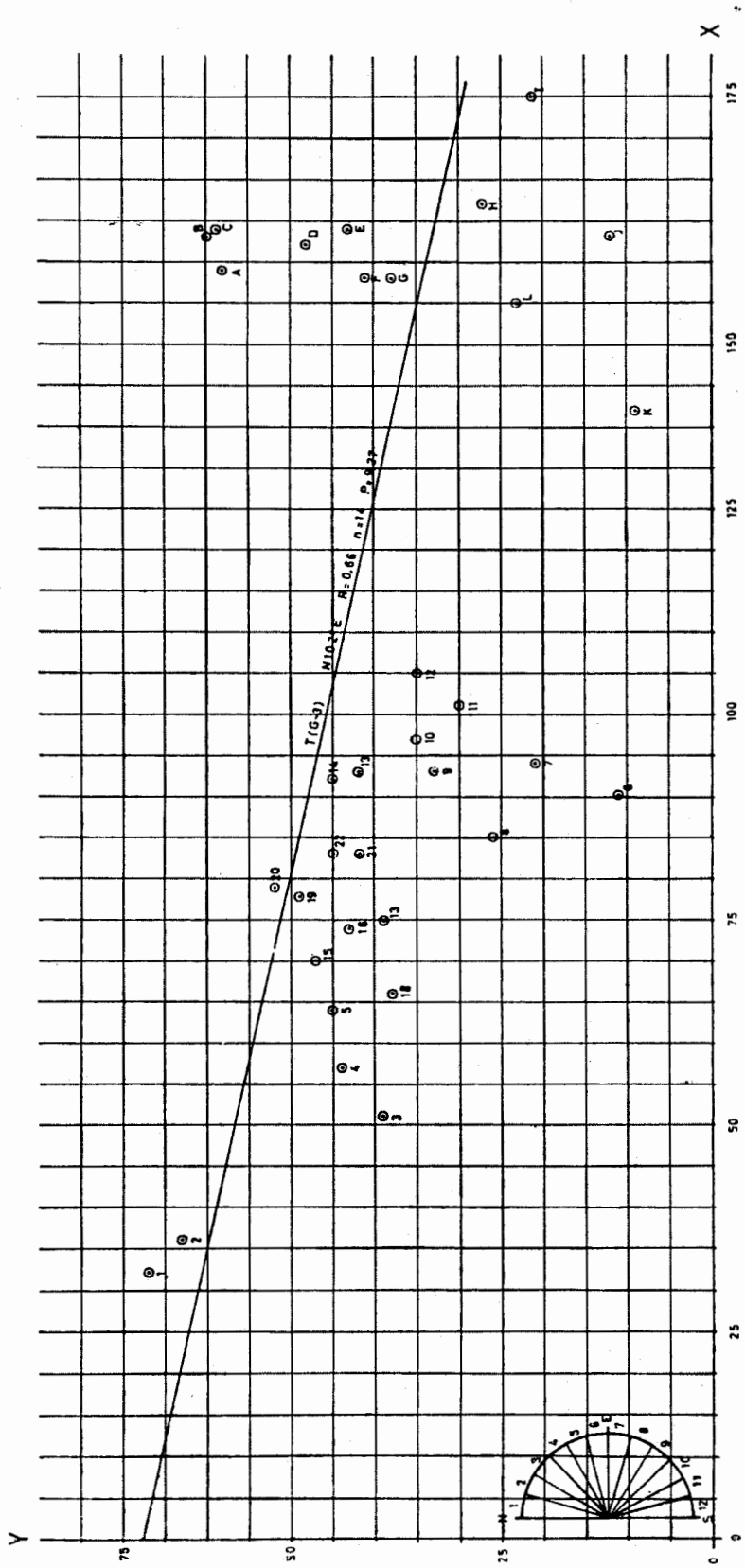
RECTAS DE REGRESION



TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

SUBCONJUNTO DE LITOESTRUCTURAS

fig. 4.2.3.C



RECTAS DE REGRESION

TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO

SUBCONJUNTO DE GEOMETRIAS

fig. 4.2.3.D

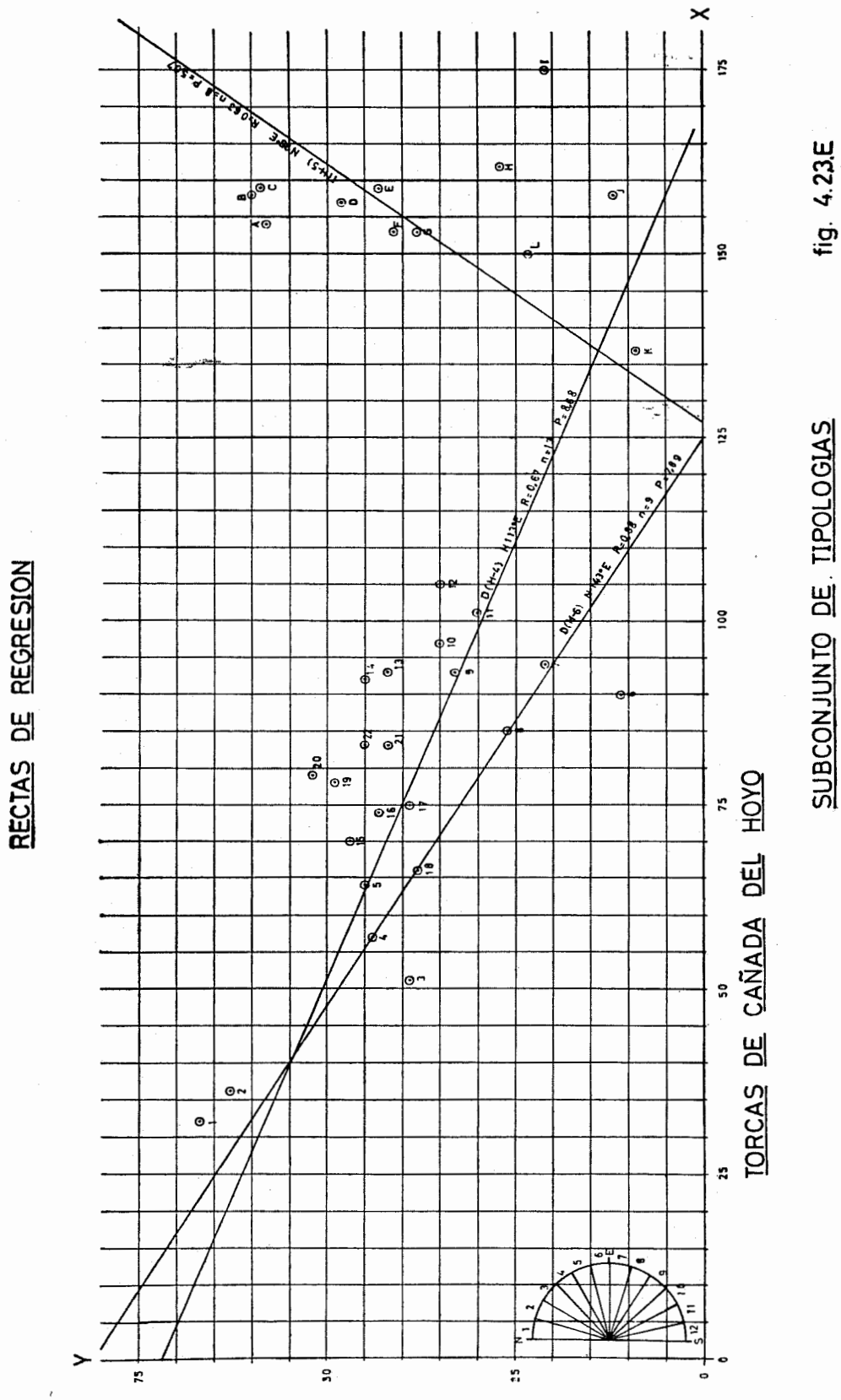

RECTAS DE REGRESION
TORCAS DE CAÑADA DEL HOYO
SUBCONJUNTO DE TIPOLOGIAS
X
Y
0
25
50
75
100
125
150
175
30
75

fig. 4.23.E

observándose la identidad de los subconjuntos E.6 y E.9, a pesar de provenir de diferente criterio selectivo.

A la vista del referido cuadro, se pueden deducir las siguientes cuestiones:

En primer lugar se confirma el predominio de representatividad y por consiguiente de peso estadístico a efectos interpretativos, de los subconjuntos pertenecientes a torcas de la margen derecha, con 4 de primer orden y 2 de segundo, es decir, más del 50 % de los 11 totales, en tanto que, los subconjuntos de la agrupación global poseen 1 de primer orden y 2 de segundo, y los de la margen izquierda tan sólo 2 de segundo orden, lo que resulta concordante con cuanto antecede.

Por otro lado, los subconjuntos representativos de las características de las diaclasas, que son los más numerosos, se pueden dividir en tres grupos: el primero de los cuales contiene a los subconjuntos E.8, E.5 y E.11 (que comprende a los que posean alguna moda en cualquier combinación de 2 elementos de los 3 correspondientes a la moda principal, secundaria o terciaria del conjunto de la margen derecha) cuyos rumbos están comprendidos en la clase 8, que contiene a su vez a la recta de regresión global para dicha margen, que como vimos es coincidente con la alineación de pliegues del jurásico subyacente. El segundo grupo contiene al subconjunto E.4 (representativo de las torcas que posean alguna moda coincidente con la principal o secundiaria total), cuyo rumbo, comprendido en la clase 7, contiene a su vez a la recta de regresión de la población global total; y el tercero representado por los subconjuntos E.6 o E.9 equivalentes (que representan a las torcas que posean alguna moda en la moda principal o secundaria, o principal o terciaria de las correspondientes al conjunto de la margen izquierda) presenta un rumbo N 15° E, es decir, coincidente con la importante falla en el mesozoico (aunque ocultada bajo el cretácico) a la que parece atribuible el desarrollo del polje del Guadazaón.

Con relación a los subconjuntos representativos de los criterios estructurales, encontramos dos grupos, coincidentes con los citados para las diaclasas: el primero de ellos, representado por el subconjunto F.1 (cuyas torcas están en el cenomanense), presenta un rumbo contenido en la clase 8, es decir, coincidente tanto con las alineaciones estructurales del jurásico como con la recta de regresión de la población global para la margen derecha, como ya vimos; el segundo, donde se encuentra el subconjunto F.2 (que contiene a las torcas situadas en el turonense), presenta a su vez un rumbo contenido en la clase 7, que como sabemos es la relativa a la recta de la agrupación global total.

A su vez, los subconjuntos representativos de los criterios geométricos, únicamente presentan un solo ejemplar, correspondiente al G.3 (que comprende a las torcas de la agrupación global total. cuyos diámetros se hallan comprendidos entre 150 y 200 m.), presenta un rumbo contenido también en la clase 7, donde también se encuentra la recta de regresión de la agrupación global total.

Finalmente los subconjuntos correspondientes a los criterios tipológicos presentan tres ejemplares; el primero de ellos H.4 (con las torcas de la margen derecha cuyo fondo sea plano o troncocónico), contenido en la clase 8, que repetimos, coincide tanto con la recta de regresión global para dicha margen, como con las alineaciones estructurales del jurásico; el segundo, H.6 (representa a las torcas de agua), cuyo rumbo difiere tan sólo 3° al SE de la nuevamente citada clase 8, con la que entendemos es pues asimilable; y el tercero, H.5, de carácter aberrante a nuestro juicio (que contiene a las torcas de la margen izquierda con fondo plano o troncocónico), cuyo rumbo N 35° E no vemos claramente asimilable a ninguna característica regional.

Todo el conjunto de consideraciones analizadas para la agrupación de torcas de Cañada del Hoyo, aunque no posean un carácter tan selectivo como las encontradas para la agrupación de Palancares, aportan evidentemente nuevos argumentos en apoyo de la tesis de la karstificación profunda en el jurásico como preparación del hundimiento por colapso previo descalce. La ligera diferencia apreciable entre ambas agrupaciones de torcas, consiste en que en Cañada del Hoyo las direcciones de los pliegues en el jurásico, y por consiguiente el drenaje kárstico a través de su eje (posiblemente charnelas de anticlinales), juegan aquí aparentemente un papel más importante que las fallas, también del jurásico.

De todas las maneras, para dar su justo peso a nuestras conclusiones, no hay que olvidar que únicamente hemos centrado nuestros análisis en la génesis de las agrupaciones de torcas, por consiguiente es a ellas a las que implícitamente siempre nos referimos, ya que constituyen nuestro objetivo. Decimos esto ya que el polje del Guadazaón, forma kárstica evidentemente más importante que las agrupaciones de torcas, bien puede por su forma y distribución poseer un control estructural motivado por una importante falla que afecta al trías y al jurásico. En cualquier caso, lo que hay que tener presente es que dado el carácter eminentemente concreto y selectivo del objeto de nuestro trabajo, no deben desprenderse de él generalizaciones sobre la causa predominante en el drenaje kárstico regional de la zona, sin perjuicio de que la validez de nuestras conclusiones, circunscritas a la génesis de las agrupaciones de torcas, las mantengamos mientras no se nos demuestre lo contrario.

5 — CONCLUSIONES

1. Las agrupaciones de torcas aparecen instaladas en formas kársticas regionalmente más importantes, vgr.:

a) La de Palancares se presenta sobre un **glacis de erosión** que corta a la estructura.

b) La de Cañada del Hoyo aparece asociada al **polje abierto** del Guadazaón.

2. Entre las causas relacionadas con la aparición de las agrupaciones de torcas, tras el análisis expuesto merecen citarse las siguientes:

a) El estilo estructural del jurásico, especialmente las fallas en tijera neoalpinas, como roca karstificable subyacente.

b) La distribución de la red de diaclasas en el cretácico (que es donde se encuentran las torcas), como roca karstificable subaérea.

c) La intercalación entre las rocas karstificables subyacente (jurásico) y aflorante (cretácico) de niveles no karstificables pero lixiviables y/o mecánicamente deformables.

d) El drenaje de carácter endorreico, a través de soluciones de continuidad preferenciales (charnelas, fallas), en la roca karstificable subyacente, el arrastre de la formación intermedia no karstificable, el descalce en la base de la roca karstificable aflorante y finalmente el colapso o hundimiento, como consecución final del equilibrio mecánico.

3. La coincidencia estadística de hechos tales como:

a) los rumbos de las fallas neoalpinas,

b) los rumbos de las modas principales de diaclasas,

c) los rumbos de las rectas de regresión de los subconjuntos de torcas de mayor valor ponderal estadístico,

Deja relegada a un segundo plano la posibilidad de influencias climáticas regionales en la génesis de las torcas; dicha influencia a nuestro juicio debe quedar remitida a un retoque posterior, del que dependa únicamente su evolución tras el colapso.

4. De carácter complementario, en nuestra zona de estudio se aprecian interesantes hechos que por su personalidad propia merecen ser señalados:

a) La existencia de dos capturas sucesivas de ríos en la región de Palancares, que ha dejado aislado a modo de falsa mesa, retazos del glacis o superficie de erosión kárstica, donde se instaló posteriormente una de las agrupaciones.

b) El aparente carácter estructural del polje del Guadazaón, que no hemos estudiado en detalle, pero que analógicamente se presenta en sus premisas, de manera semejante en lo que a su génesis se refiere, a lo encontrado para las agrupaciones de torcas en el presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

BOTELLA Y HORNOS, Federico: **Hoces, torcas y salegas de la provincia de Cuenca;** Anales de la Sociedad Española de Historia Natural, t. IV, c. 2.º (1875).

CORTAZAR, Daniel de: **Itinerarios geológicos. Provincia de Cuenca;** Comisión del mapa geológico de España (1871).

DENIKEN, Von: **Recuerdos del Futuro;** Editorial Plaza y Janes (1973).

FERNANDEZ RUBIO, F.: **Dolinas en los yesos del río Atuel y Salado, Mendoza (Argentina);** Bol. R. Soc. Española de Historia Natural, T-71, números 1 y 2 (1973).

JIMENEZ AGUILAR: **Las Torcas;** Bol. R. Soc. Española Historia Natural, T. XVIII, n.º 7 (1917).

KINDELAN, V.: **Nota acerca de los hundimientos en la Frontera (Cuenca), en marzo de 1927;** Bol. del IGME, T-XLIX (1927).

MELENDEZ HEVIA, F.: **Estudio geológico de la Serranía de Cuenca, en relación con sus propiedades petrolíferas;** (Tesis Doctoral), Publicaciones de la Facultad de Ciencias de Madrid (1971).

— **Mapa Geológico de España 1:50.000, hojas 610 y 611;** IGME. (1972).

PORTERO, J. M. et al.: **Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja 636;** I.G.M.E. (1975).

RAMIREZ DEL POZO et al.: **Mapa geológico de España 1:50.000, hoja 635;** I.G.M.E. (1975).

SAENZ GARCIA, C.: **Notas y datos de estratigrafía española, el origen de las Torcas de los Palancares (Cuenca) y su relación con un fenómeno hidrogeológico notable;** Bol. R. Soc. Española de His. Nat. (T-XLIV) (1946).

SOWERS, G. F.: **Foundation subsidence in soft** limestones **in tropical and subtropical environnents;** Law Engineering Testing Company (1974).