

# LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA: EL CASO DE LA SIERRA DE LA CONTRAVIESA\*

FRANCISCO MARTINEZ MARTINEZ\*\*

## RESUME

L'érosion est un phénomène très développé aujourd'hui. Son développement est debû à les circonstances de l'ambiance et l'action destructrice de l'homme. Cet travail analyse l'érosion de la Sierra de la Contraviesa (Sierra Nevada). L'auteur utilise un méthode structural et systématique.

## SUMMARY

Erosion is a highly developed phenomenon today, especially where diverse circumstances of the physical environment coincide and above all where social development is destructive. This is what occurs in the Sierra of the Contraviesa situated on the south side of the Sierra Nevada. All this, given the alarming character which erosion in a semiarid region like the Sierra of the Contraviesa presents, has been studied in a structural and systematic form and with that end its historical past has been analysed and the remaining phenomena of erosion have been measured: mountainous relief, semiarid climate, poor vegetation, and the easily eroded structure of the soils. The result of all this is reflected in a comprehensive diagram in which the different intensities of erosion appear by zone.

## I. INTRODUCCION

Este estudio pretende constatar la importancia que llega a presentar la erosión en un lugar donde el hombre interviene de forma bastante irracional y anárquica sobre la naturaleza. De esta forma quedará determinado lo negativo que puede ser sobre la propia continuidad humana la incorrecta utilización del suelo. Para ello se ha elegido a la Sierra de la Contraviesa como área representativa de la influencia antrópica sobre el medio ya que por diversas razones socioeconómicas e históricas, el hombre ha deteriorado, y lo sigue haciendo cada día más, el medio físico. Por esta razón se va a analizar de forma exhaustiva la erosión y sus efectos, determinando la magnitud del fenómeno y las áreas donde su riesgo es mayor.

No obstante, como se desprende del propio título del trabajo, de las diversas formas que presenta la erosión, nos vamos a dedicar en este estudio solamente a la hídrica ya que es la más importante y la que determina casi exclusivamente un tipo de paisaje semiárido, sobre todo en el caso de la Sierra de la Contraviesa, situada en la vertiente Mediterránea Andaluza, a medio camino entre la parte Occidental y Oriental de las Béticas, relativamente próxima a la región Adra-Alicante, reconocida unánimemente como la más seca de Europa y cuyo proceso

\* Este artículo es un resumen de la Memoria de Licenciatura del mismo título, dirigida por el Dr. D. Francisco Rodríguez Martínez.

\*\* Licenciada en Geografía.

de desertización puede ilustrar bien lo que puede llegar a ocurrir en las zonas periféricas como la que nos ocupa.

#### A) METODOLOGIA Y TECNICAS

Un estudio de esta índole requiere analizar la erosión hídrica de forma espacialmente práctica cosa que nos ha hecho recurrir a los principios básicos de la Geomorfología-Climática (Tricart) y a las técnicas de la corriente científica iniciada en los años 1950 con las que se estudia la naturaleza a través de modelos, con los que se analizan las estructuras y sistemas, se emplean las matemáticas, y se incorpora el uso de la fotointerpretación, entre otros. De esta forma, dejamos de estudiar la erosión de forma fenomenológica y descriptiva, pasando a analizarla de forma estructural y sistemática, cosa que por otro lado nos va a permitir conocer la dinámica del fenómeno y, por lo tanto, en cierta medida su futuro.

Las experiencias realizadas al respecto han puesto de manifiesto que la erosión hídrica depende fundamentalmente de los factores siguientes: relieve, clima, dureza del suelo y vegetación. Sintetizando aún más su esquema de funcionamiento, se puede afirmar que la erosión es el resultado de la acción de los fenómenos climáticos sobre el suelo, dependiendo de la topografía y la vegetación (Fournier), cuyo efecto varía en función de la influencia antrópica que actúa en forma de cliché sobre todos estos factores pudiendo ralentizarlos o acelerarlos. Por todas estas razones se va a estudiar cada uno de los fenómenos y se les va a situar en el espacio, concluyendo con su consideración simultánea por superposición. De esta forma va a quedar cartografiada, en unidades más o menos heterogéneas, la susceptibilidad a la erosión. Unidades que no deben considerarse estáticas sino susceptibles de desplazarse en el espacio y en el tiempo, lo que indica que nuestra valoración y predicción es válida para las circunstancias actuales. En definitiva, creemos que nuestro estudio presenta todo su rigor científico ya que es resultado de un conocimiento teórico de los fenómenos, de una investigación experimental en el laboratorio, de una aplicación de metodologías modernas y de un conocimiento de los fenómenos en el terreno.

#### B) SITUACION Y CARACTERISTICAS GENERALES FISICAS Y HUMANAS

Debido a la excesiva uniformidad y extensión de la Sierra de la Contraviesa, se ha visto conveniente y posible elegir un área representativa que comprende los términos municipales de Albondón, Albuñol, Polopos, Sorvilán, y Torviscón. Este área elegida tiene una extensión de 210,3 km<sup>2</sup> y se haya enmarcada entre los 36° 53' 56" y 36° 44' 19" de latitud Norte, y 3° 20' y 3° 7' 30" de longitud Oeste.

La Sierra de la Contraviesa aglutina a esos municipios señalados anteriormente y a otros como Rubite, Murtas y Turón. Todo el macizo coincide con el anticlinal que separa el valle de las Alpujarras (recorrido por el Guadalfeo) y la Costa Surmediterránea, en la parte más oriental de su sector granadino. La Contraviesa queda a su vez independizada, al Oeste, de la Sierra de Lújar por medio de la Rambla de Castell de Ferro, y, al Este, de la Sierra de Gádor, por medio del río Adra.

Geológicamente se caracteriza por el carácter pizarroso de sus materiales (micaesquistos, filitas y cuarcitas) que forman parte del complejo alpujárride. Estos materiales son más deleznable que los de las sierras que le rodean, lo que contribuye a que el macizo presente menor altitud que las Sierras de Lújar y de Gádor, constituidas por calizas y cuarcitas.

Morfológicamente, la Contraviesa, presenta la forma de una gran loma alargada en sentido Este-Oeste, con aspecto evidente de relieve desgastado o "senil" y cuyas cumbres tienen una altura media entre los 1.000 y 1.300 metros. Sobre estas lomas convexas aparece una red hidrográfica con carácter dendrítico cuyas peculiaridades fundamentales van a ser su densidad y encajamiento. Por lo mencionado, es fácil intuir que existe un modelado actual que está instalándose sobre otro antiguo en el que predominaban de modo absoluto las formas suaves y redondeadas (biostasia).

El clima actual de la Contraviesa es semiárido en casi su totalidad (más de un 80% del territorio), aunque en las cumbres y en las partes superiores de la vertiente Norte puede considerarse semihúmedo o húmedo. En la vertiente Sur mucho más seca, la aridez se relaciona sobre todo con unas temperaturas más elevadas de lo normal. El motivo principal es la mayor incisión de los rayos solares y el estar reguardada de los vientos del Norte. Esto va a permitir que se desarrolle una vegetación específica de tipo tropical y unos cultivos determinados a mayor altitud de los que se dan en estas latitudes.

La vegetación está en franca regresión, como se observa claramente por medio de las secuelas que se conservan de otros medios más antiguos y más húmedos (alcornocales y encinares); esta situación del medio es resultado de la degradación del clima y en especial de la irracional intervención del hombre sobre el mismo.

La intervención simultánea de todos estos factores, junto a las fuertes pendientes, determina que cada uno de ellos cobre más poder, ya que los que podrían oponerse actúan en el mismo sentido, dando como resultado un medio que está en

franco proceso de desertización y cuya evolución necesita de una urgente corrección.

Desde el punto de vista humano, la región presenta, asimismo, una tendencia de despoblación, especialmente desarrollada desde principios de siglo. La máxima densidad la tuvo en el último cuarto del siglo XIX, llegando a alcanzar una cifra próxima a 100 habitantes por kilómetro cuadrado. Actualmente tiene una densidad de 55. Esta población es eminentemente agraria, dedicándose a cultivos de secano en su mayor parte (54%) y una pequeña proporción, aunque aumentando últimamente por los enarenados, se dedica al regadío (6-8%). El resto del territorio se dedica a pastos, aunque no por ello, su ganadería es importante, sino muy reducida. Dentro de los cultivos de secano, destaca el almendro con más del 50% del terreno y que está aún en expansión. En segundo lugar tenemos el viñedo, que a pesar de ser un cultivo de tradición en la comarca por sus famosos "vinos costa", a partir de 1970 se hace especialmente imposible su cultivo. Actualmente, a pesar de seguir suponiendo alrededor de un 25% del secano, está en franca decadencia. En el siglo XIX tuvo su cultivo gran importancia hasta que con la Filoxera recibió un gran golpe del que se recuperó lentamente con la repoblación de las cepas perdidas e incluso con la plantación de otras nuevas (por los años 50); pero en la última década han tenido que ser nuevamente abandonadas por sus dificultades de explotación, sobre todo la imposibilidad de mecanización, la falta de capitalización del sector, la falta de mano de obra y, en definitiva, la poca rentabilidad, ya que en las zonas mejor situadas, que producían vinos más competitivos por tener más grados, actualmente no es rentable su cultivo. Ante esta crisis tan profunda del viñedo, el almendro está pasando a ser casi el monocultivo, aunque también presenta numerosos problemas, como son las heladas tardías, que hacen que no se pueda cultivar por encima de los 800 metros, la dificultad de comercialización, la ocupación de mano de obra una parte muy escasa del año...

De todas formas, los problemas de la agricultura no son sólo estos, pues junto a los ya mencionados tenemos una estructura minifundista de la propiedad con el 44,5% de las explotaciones de 1 a 10 Ha., el 80% del total con menos de 50 Ha. Esto hace que la mayoría de las familias no tengan porvenir dentro de la zona y se vean obligadas a emigrar, al menos sus efectivos más jóvenes.

Pero paralelamente al final de esta crisis de las laderas medias y altas, un nuevo fenómeno se ha desarrollado en la Costa desde la última década. Es el cultivo de los "enarenados". Este tipo de explotación agraria ha supuesto un cambio importante para la zona, ya que esta agricultura sí es rentable y competitiva, incluso en el mercado exterior. La razón principal estriba en que produce hor-

talizas cuando no se pueden producir en otras zonas. Además este tipo de agricultura ha contenido la emigración de la zona, llegando incluso a necesitar mano de obra de fuera de la propia Contraviesa. Se ha producido, pues, un vaciamiento de la zona montañosa ó las laderas tradicionalmente densamente pobladas y se ha ocupado progresivamente la Costa que hasta el S. XVIII era un yermo casi deshabitado.

Estos enarenados, en principio, se desarrollaron en el fondo de los valles y ramblas, y en los deltas costeros, pero últimamente se están extendiendo también a lo largo de las laderas bajas del litoral, presentando una disposición escalonada. Estas últimas explotaciones tienen la ventaja de poder producir hortalizas en épocas aún más tempranas, debido a la mayor incisión de los rayos solares y a la menor humedad procedente del mar. La rentabilidad de estas es superior, hasta el punto de amortizar rápidamente los elevados costes de acondicionamiento, ya que es necesario no solo enarenar y estercolar, sino también nivelar el terreno e introducir riego por aspersión, elevando el agua desde el fondo de los cauces.

El futuro de esta agricultura depende, entre otras cosas de orden socioeconómico, de la disponibilidad de agua para el riego. Esta estará más asegurada "in situ" en la medida en que se contenga la erosión y se favorezca la infiltración en las partes altas de la región: la Sierra de la Contraviesa. Pero en el futuro habrá también una mayor competencia por el agua, debido no sólo a las necesidades agrícolas, sino también al consumo doméstico que se verá incrementado cada vez por un turismo que apenas cuenta ahora pero que, sin duda, se desarrollará una vez terminadas las obras de mejora de la carretera costera.

## II. FACTORES CONDICIONANTES DE LA EROSION HIDRICA

El estudio de los mecanismos de la erosión hídrica y de las formas que tiene ésta de manifestarse ponen de manifiesto que los factores fundamentales que rigen el fenómeno quedan aglutinados en el RELIEVE, CLIMA, VEGETACION y CONSISTENCIA DEL SUELO. Seguidamente vamos a analizar cada uno de los elementos físicos del paisaje de la Contraviesa así como los elementos que se pueden encontrar en cada uno de ellos para, de esta forma estudiar la estructura interna de este medio natural.

### A) EL RELIEVE

El relieve de la Sierra de la Contraviesa no es excesivamente complicado. Topográficamente, constituye un anticlinal alargado en el sentido Este-Oeste, que

asciende en su vertiente Sur desde el nivel del mar hasta una altura máxima de 1545 en su punto máximo (La Salchicha), para descender en su vertiente Norte hasta el Guadalfeo a unos 500 metros aproximadamente.

Su relieve es el resultado de la confluencia de la estructura y litología, de unos materiales, con determinados tipos de modelado.

#### 1.- Evolución geológica.

Esta zona ha sido estudiada por muchos geólogos cuyos trabajos vienen sintetizados por FENIX (1958), SIMON (1963) y ALDAYA con su tesis doctoral (1970).

La Sierra de la Contraviesa queda íntegramente comprendida dentro de la Zona Bética Interna y sus materiales pertenecen exclusivamente al Complejo Alpujárride, ya que los materiales infrayacentes que deben pertenecer al Complejo Nevado-Filábride no afloran y los materiales pertenecientes al Complejo de Málaga han desaparecido.

Sus terrenos son todos Paleozóicos, a excepción de los lechos de las ramblas, y su estructura está constituida por la sucesión de mantos de corrimiento o unidades alóctonas de potencia diferente, que tienen una potencia desde centímetros hasta más del kilómetro en ocasiones. El problema es que faltan criterios cronológicos o niveles guía, al mismo tiempo que no se pueden establecer columnas estratigráficas debido a que por la extraordinaria potencia que llegan a alcanzar sus unidades, difícilmente pueden presentar buenos afloramientos.

A esto hay que añadir otros cambios proporcionados por la tectónica de corrimiento, los deslizamientos paralelos a la estratificación sin que se pierda el paralelismo de los estratos.

ALDAYA se limita a describirnos las características que dentro de cada formación son comunes para todas las unidades tectónicas. Esto es más certero que enumerar las diversas características estratigráficas de las diversas unidades, ya que las formaciones de edades equivalentes que componen las distintas tectónicas, son muy semejantes entre sí.

Los terrenos más antiguos que afloran en la región estudiada pueden atribuirse al Paleozoico antiguo. Ya que la región participa de la estructura de mantos de corrimiento, hay que pensar que se formaron a muchos kilómetros al Norte de donde se presentan hoy. En tal región debió ocurrir un primitivo depósito, constituido probablemente por una sedimentación arcilloso-cuarzosa, a juzgar por la naturaleza micáceo-cuarzosa de la formación inferior de micaesquistos y cuarcitas. En una época posterior, pero también dentro del Paleozóico antiguo, dicha

región sufrió los efectos de una orogenia y de una etapa de metamorfismo regional sincinemático. Seguidamente la erosión consiguió eliminar parte de los materiales de esta primitiva cordillera. En el Paleozóico reciente infrapérmico se depositó sobre esta superficie una serie cuarzoso-arcillosa más cuarcítica que la del periodo anterior.

La Orogenia Herciniana, parece ser que no fué muy importante en esta región, pues el depósito de los materiales atribuidos al Permo-Werfenense parecen seguir en concordancia con los materiales inmediatamente anteriores sin que se observe salto de grado de metamorfismo ni variación en cuanto a la naturaleza de los materiales. Estos materiales son igualmente de naturaleza arcilloso-cuarzosa, pero menos cuarzosos, además de que en ellos aparece calcita, dolomita y yeso.

Al llegar el Trias medio, la sedimentación comienza a enriquecerse en material carbonatado, perdiendo progresivamente el material arcilloso-cuarzoso hasta desaparecer totalmente. Hacia esta época, se instalan una serie de materiales subvolcánicos de naturaleza dolomítica en el Manto de Lujar, apareciendo en forma de filones-capas. Antes de finalizar la época triásica, tuvo lugar un plegamiento de dirección N. 40° E. Por los resultados obtenidos hasta el momento parece ser que este plegamiento debió realizarse sin interrupción de la sedimentación. Parece seguro que dicho plegamiento alcanzó su máxima intensidad en el dominio del Manto de Lújar. Tras esta época de plegamiento ocurrida muy verosímilmente en el Trias Superior, continúa el depósito de materiales carbonatados. No se sabe exactamente cuando terminó la sedimentación en el dominio Bético, con seguridad en el Trias superior, aunque los holandeses le atribuyen edad Jurásica inferior.

Terminado el Trias, queda un lapso de tiempo de duración desconocida hasta el comienzo de la tectónica de corrimiento. Dentro de este lapsus, habría que situar la época de distensión que dió lugar a las fallas normales antiguas. Posiblemente la tectónica de corrimiento comenzó con el hundimiento de la región que ahora ocupa el Mediterráneo. Este hundimiento debió afectar a materiales pertenecientes al Complejo de Málaga y los deformó "in situ".

Pasado un cierto tiempo, tuvo lugar la aparición de la superficie de corrimiento que determinó el avance hacia el Sur del Manto de Adra, deslizándose bajo el Complejo de Málaga. Así uno tras otro, fueron enfilándose los distintos componentes del Complejo Alpujárride solicitados por un potente esfuerzo de compresión que bajo cada uno de ellos actuaba en sentido Norte-Sur. En algún momento de este espacio de tiempo, el Manto de Lújar se situó sobre el Complejo de Sierra

Nevada, antes que los Mantos Alpujárrides corriesen sobre el Manto de Lújar, una vez estructurados.

Algo después de terminarse la etapa tectónica de corrimiento, tendría lugar el plegamiento N. 5° E., que probablemente consiguió formar los primeros relieves suficientemente diferenciados. Este plegamiento aparece ligado a las últimas fases del plegamiento alpídico.

Posteriormente se produjo el primer depósito de materiales postorogénicos que constituyen las cuencas miocenas de Orgiva y Ugíjar.

Finalmente, también en el Terciario, comienza la etapa de distensión que da lugar a la aparición de fallas normales, etapa que se prolonga hasta el Cuaternario.

## 2. Mantos de corrimiento.

La región presenta materiales que pertenecen a 5 mantos de corrimiento que son los que determinan la estructura geológica de la zona. Comenzando de Norte a Sur tenemos:

El Manto de Cástaras. Ocupa una pequeña extensión al Oeste de Torviscón. Se caracteriza fundamentalmente por su potencia y continuidad. Presenta la formación inferior compuesta por micaesquistos y filitas, además de la superior, compuesta por cuarcitas.

Manto de Alcázar. Ocupa una mayor extensión que el anterior, además de que se presenta encima de él. Se caracteriza por la mayor preponderancia de la formación de cuarcitas y filitas, que llegan a alcanzar en ocasiones potencia de varios centenares de metros, aunque no uniformes.

Manto de Murtas. Es el que ocupa mayor extensión dentro del área de estudio, y es el único manto en el que están presentes las cuatro formaciones que constituyen la Serie Alpujárride. Normalmente, disminuye la potencia de micaesquistos y cuarcitas, también lo hace la de filitas y cuarcitas. La causa estriba en las laminaciones que se producen debido a las tensiones internas. Este manto se sitúa en todas las partes sobre el mismo nivel de la unidad inferior. En unos puntos descansa sobre las calizas del manto de Lújar, y en otras, que son las más frecuentes, lo hace sobre el manto de Alcázar, aunque también en un pequeño sector en la parte Norte lo hace sobre el manto de Cástaras; lo mismo ocurre al E. de Alforfón coincidiendo con el extremo occidental de la Ventana de Albuñol.

Manto de Lújar. Es el que aparece en la Ventana Tectónica de Albuñol y Rambla de las Angosturas. Está constituido por cuarcitas y calizas, y probablemente,

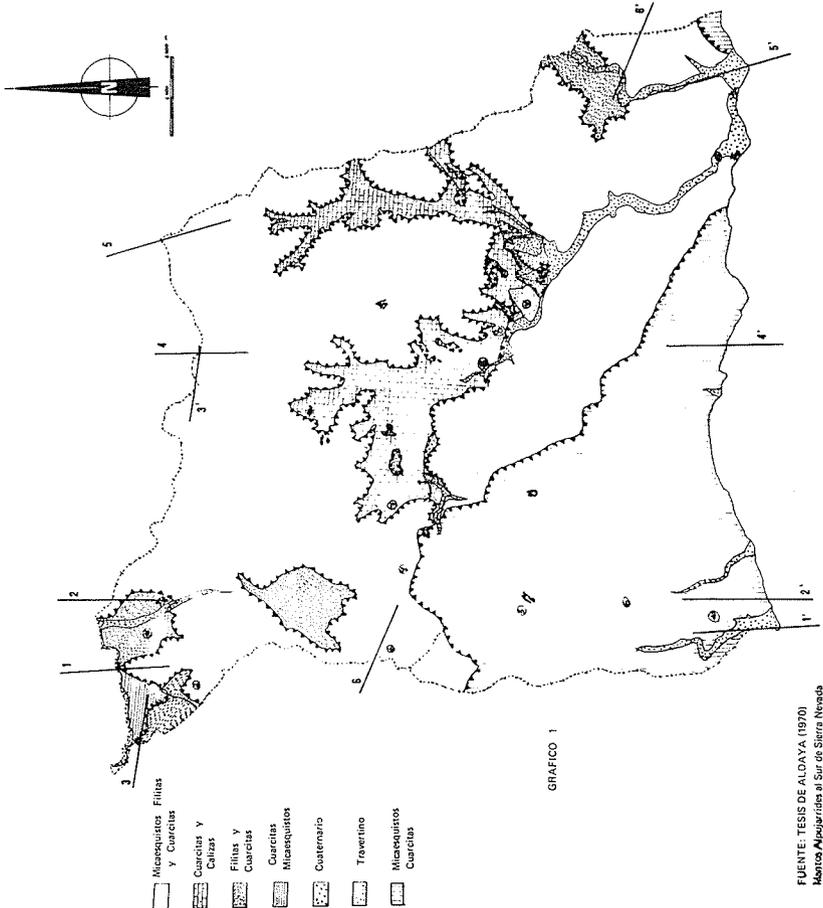
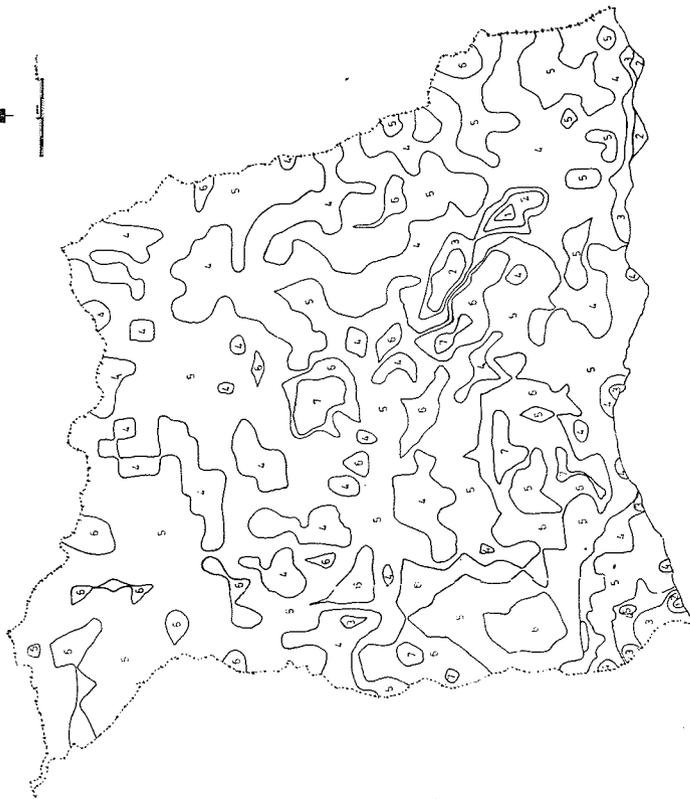


GRAFICO 1

FUENTE: TESIS DE ALDAYA (1970)  
 Montes Apájarides al Sur de Sierra Nevada

MAPA DE PENDIENTES MEDIAS



- LECTURA  
1 - 8 %  
2 - 8-10 %  
3 - 14-20 %  
4 - 20-30 %  
5 - 30-40 %  
6 - 40-50 %  
7 - 50 %

GRAFICO 2

su inflexión es la que ha dado lugar al levantamiento actual que presenta la Sierra de la Contraviesa y sus sierras limítrofes.

Manto de Adra. Es el que aparece más al Sur del área. Está representado casi exclusivamente por materiales paleozóicos (micaesquistos), a excepción de un pequeño afloramiento de filitas y cuarcitas, además de algunos calcoesquistos y yesos primarios. Este manto descansa siempre sobre el de Murtas.

### 3. Geomorfología.

Los materiales de la Sierra de la Contraviesa se pueden dividir en dos grandes grupos de acuerdo con el diferente comportamiento frente a los agentes meteorológicos:

- a) rocas esquistosas.
- b) rocas carbonatadas.

En las rocas esquistosas predomina la meteorización física, ya que generalmente las rocas son trituradas por la acción del agua (y del hielo en las cumbres) y posteriormente sus detritos son transportados en superficie o en saltación. Esto nos va a dar lomas convexas, "relieve senil", y contrastando con ellas una red muy encajada dando pendientes a sus vertientes, en ocasiones superiores al 60%. Este modelado presenta el aspecto de una piel arrugada, sobre todo si se observa a través de fotografía aérea.

Esta morfología no corresponde a las condiciones biogeográficas actuales, sino que se originó bajo un clima húmedo en el que predominaba la edafogénesis y durante el cual se desarrollaron enormes espesores de rocas alteradas (alteritas).

Resumiendo, se puede decir, que estos materiales esquistosos van a producir unas estructuras morfológicas, llamadas "cretas monoclinales", cuyo origen se debe al encajamiento de los ríos que cortan los estratos sedimentarios.

Las rocas carbonatadas, en cambio, van a dar una morfología muy diferente ya que en ellas predomina la descomposición química. Este tipo de erosión se va a presentar en los materiales que afloran del Manto de Lújar en la Ventana Tectónica de Albuñol y Rambla de las Angosturas. Se van a distinguir dos planos de comportamiento geomorfológico distintos entre las calizas y dolomías bien consolidadas y de grano fino que constituyen la base de la serie y las brechas y calizas que constituyen el techo.

El tramo de cuarcitas bien estratificadas origina una morfología en la que el

el encajamiento de la red fluvial va a dar estrechas gargantas (Rambla de las Angosturas). En cambio, en el tramo de las brechas y calizas se va a desarrollar claramente el modelado cárstico, aunque las formas cerradas apenas si están representadas. Dentro de este segundo tramo podríamos distinguir una nueva variación que es la que se produce en los travertinos y yesos, que van a dar lugar a simas en las que a veces existen estalactitas (Cueva de los Murciélagos, próxima a Albuñol).

#### 4. Red hidrográfica.

La Sierra de la Contraviesa se caracteriza especialmente por su red dendrítica y por su extraordinaria densidad de drenaje. Ello se debe a la deleznablez de los materiales y al fuerte descenso que experimentan sus cauces al descender más de 1.000 metros en menos de 15 kilómetros.

Se han aplicado los parámetros de Horton a tres de sus ramblas obteniéndose los siguientes resultados: La Rambla de Albuñol nos da una densidad de drenaje de 15,79 Km. de arroyos por Km<sup>2</sup> (estudiada por QUIRANTES), la Rambla de Torviscón (vertiente Norte) nos da una densidad de 10,59 y la Rambla de Melicena (vertiente Sur) nos da 16,21 arroyos o incisiones por Km<sup>2</sup>.

Esta red hidrográfica se va a caracterizar, también, por el encajamiento acentuado en su curso medio, ya que las cuencas comienzan, por regla general, en forma de abanico para después estrecharse hasta que encuentran el mar. Esta red va a correr perpendicular al eje de la cordillera, a excepción de la cuenca de Albuñol. Las demás cuencas, presentan una escasa anchura, quedando separados sus interfluvios por apenas dos o tres kilómetros. Estos interfluvios son llamados por GARCIA MANRIQUE "espolones", dado las fuertes y uniformes topografías que presentan. Su génesis solo puede ser comprendida a través del origen antiguo de su relieve, en el que el encauzamiento partió de una superficie de erosión cuyo nivel de base ha ido descendiendo sucesivamente a partir del Mioceno por medio de transgresiones y regresiones marinas. Finalmente, el macizo quedó configurado como está hoy, tras un descenso del nivel del mar.

Hay que señalar, en contraposición a lo dicho, que la vertiente Norte se caracteriza por la mayor pendiente que presentan sus ríos en la parte alta de su cauce y por no aparecer esos espolones. Esto se debe a la tectónica de sus materiales que impide que se encajen los ríos en su curso medio, al mismo tiempo que favorece la aparición de crestas monoclinales donde han sido puestos al descubierto las capas de estratos que buzaban hacia el Sur; hay que tener en cuenta que prácticamente todo el conjunto está buzado hacia el Sur.

### 5. Pendientes.

La última característica esencial del relieve de la Contraviesa son las fuertes pendientes que presentan sus vertientes, haciendo muy difícil tanto la conservación del medio como su cultivo. La región presenta más del 80% del territorio con pendientes superiores al 20% de inclinación con respecto a la horizontal; el 60% del territorio tiene una pendiente entre 20 y 40%. Este hecho contribuye directamente a la erosión en sentido amplio y acelera el proceso rexiológico existente, ya que al ser cada vez más escasa la vegetación, la velocidad de su escorrentía es mucho más destructiva. Tengase en cuenta que la capacidad agresiva del derrame depende de la masa por la velocidad al cuadrado.

Si analizamos la distribución espacial de estas pendientes vemos que son de 20 - 40% en casi toda el área. Las pendientes mayores de 40% se encuentran en el curso medio de los ríos, como se ha dicho ya. Y las pendientes menores del 20% se encuentran en los ensanches de las ramblas y en los deltas formados en la desembocadura de las Ramblas de Albuñol, Huarea y Del Trigo.

La violencia de estas pendientes es un fenómeno que va a matizar y dificultar cualquier actividad que se intente llevar a cabo, tanto si va dirigida a detener la erosión, como si se trata de aprovechar o especializar económicamente la comarca.

#### B) UN CLIMA SEMIARIDO

Como se dijo anteriormente, este estudio pretende afrontar el tema del clima con una óptica aplicada, por lo tanto no sólo se van a analizar y comentar los datos climatológicos, sino que a través de ellos se va a intentar determinar ambitos climáticos en los cuales se deben desarrollar unos tipos y unos volúmenes de erosión específicos.

Para la elaboración del balance hídrico, se ha tenido que buscar una red de estaciones, lo suficientemente amplia como para que sea representativa. Los problemas no han sido pocos, pues las estaciones no están bien repartidas y son escasas. Por otro lado, hay que tener en cuenta que en estos balances el riesgo de error para la Península es del 20% (REGO-STONE).

Los datos que disponemos son los proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y la Comisaría de Aguas del Sur de España.

Se han manejado los datos de las siguientes estaciones:

PRECIPITACIONES

<u>Estación</u>	<u>Periodo</u>	<u>Situación</u>	<u>Altitud</u>
Albuñol	28 años	38° 47' 30" Latitud N. 0° 48' 0" Latitud W.	240 metros
Haza del Lino	28 años	36° 48' 50" Latitud N. 0° 22' 50" Latitud W.	1.240 metros
Troviscón	28 años	36° 52' 40" Latitud N. 0° 23' 30" Latitud W.	640 metros
El Pozuelo	28 años	36° 44' 55" Latitud N. 0° 32' 10" Latitud W.	8 metros

TEMPERATURAS

Berja	20 años	38° 12' 00" Latitud N. 2° 18' 22" Latitud W.	350 metros
Orgiva	20 años	36° 54' Latitud N. 0° 25' Latitud W.	456 metros
Sierra de Lújar	12 años	35° 54' Latitud N. 0° 23' Latitud W.	1.842 metros

Estudio de las Precipitaciones.

Al afrontar el problema de las precipitaciones, el primer problema que se plantea es la demarcación de las isoyetas o curvas con igualdad de precipitaciones. Esto nos obliga a manejar los valores medios de las estaciones con datos e interpolar unos con otros para poder construir un campo escalar con la distribución altitudinal de las precipitaciones. Ahora bién, estas isolíneas no se pueden interpretar de forma rigurosa, pues pueden presentarse microclimas motivados por irregularidad del relieve.

A continuación vienen dos tablas en las que se expresa: en la primera, la distribución de las precipitaciones; en la segunda, la media de las precipitaciones y temperaturas.

VERTIENTE NORTE DE LA CONTRAVIESA

Torviscón a	684 metros	567,61 mm. anuales.
a	800 metros	578,3 mm. anuales.

LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA

a 1.000 metros 597,3 mm. anuales  
 (cumbres) a 1.250 metros 620 mm. anuales

VERTIENTE SUR Y COSTA

Haza del Lino a 1.300 metros 600 mm. anuales  
 a 1.250 metros 550 mm. anuales  
 a 1.240 metros 537,5 mm. anuales  
 a 1.000 metros 523,3 mm. anuales  
 Albuñol a 600 metros 497 mm. anuales  
 a 240 metros 474,6 mm. anuales  
 a 150 metros 450 mm. anuales  
 El Pozuelo a 8 metros 392,4 mm anuales

=====

RELACION MEDIA DE PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS

Estaciones	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Noviem.	Dicem.
TORVISCON	92,75 12,8%	96,99 12,6%	59,59 17%	30,69 10,5%	13,3 5,4%	1,23 2,3%	7,64 0,2%	35,83 1,3%	54,97 6,3%	69,4 9,7%	96,74 12,2%	46 17%
HAZA DEL LINO	70,81 13%	61,48 11,4%	60,16 11,2%	73,34 13,6%	28,89 5,3%	10,23 1,9%	10,89 2%	9,88 1,8%	19,2 3,6%	52,9 9,8%	55,33 10,3%	83,82 16,5%
ALBUÑOL	80,73 17%	70,65 15%	57,01 12%	48,81 10,2%	23,13 4,8%	6,04 1,2%	1,79 0,4%	4,58 1%	14,01 2,9%	57,58 12,2%	59,16 12,4%	76,23 16%
POZUELO	57,57 14,6%	51,87 13,2%	48,28 12,3%	38,64 9,8%	18,6 4,7%	3,55 0,9%	1,43 0,3%	5,91 1,4%	12,2 3,1%	51,7 5,4%	84,39 12,3%	64,37 16,3%
BERJA	11,2	12,5	13,7	15,9	18,9	22,9	26,1	26,4	22,9	19,2	15,3	12,9
ORGIVA	10	12,8	12,2	14,6	17,9	21,5	24,5	23,7	22,3	18,1	13,7	10

Las temperaturas

La elaboración de los valores medios ha sido notablemente más difícil ya que se dispone de unos datos que están fuera del área estudiada, cosa que agudiza notablemente su margen de error. Pero no obstante, se dispone de unas estaciones que altitudinalmente pueden ser bastante representativas. (Ver página anterior).

Pero en realidad los valores extremos son mucho más importantes que los medios,

ya que son los que establecen los umbrales de tipo biológico y geomorfológico. Por ese motivo se ha elaborado las gráficas correspondientes.

Además, la influencia que tienen las temperaturas en la erosión hídrica tiene un carácter indirecto, por lo que vamos a dedicarle una menor atención. Aunque en las cumbres, las temperaturas bajan de, los 0°C., la erosión en forma de crioclastia, apenas si tiene importancia hoy día. En cambio las altas temperaturas extremas sí que influyen en la erosión hídrica ya que hacen que el clima cobre un carácter mucho más arido de lo que podría ser en función de sus precipitaciones. Esto motiva a su vez que se desarrolle una vegetación más degradada y por lo tanto menos susceptible de contener la erosión.

En este sentido se ha aplicado el índice establecido por TURC que permite medir el agua disponible (tanto para la escorrentía como para la infiltración) a través de la Evotranspiración Real.

$$E.V.R. = \frac{P}{0,9 + p^2/L^2}$$

P= precipitaciones anuales en milímetros

$$L = 30 + 25 T + 0,05 T^3$$

T= temperatura media anual en 0°C.

Los resultados que se han obtenido tras la aplicación de este índice a la Sierra de la Contraviesa son:

<u>Estación</u>	<u>E.V.R.</u>	<u>agua disponible</u>
Torviscón.....	414	115 milímetros
Albuñol.....	407,1	67,5 "
El Pozuelo.....	317,5	27,8 "
Línea de Cumbres.....	262,5	262,5 "

También se ha calculado el índice de Evapotranspiración potencial de TORTHWAITE.

$$E.T.P. = 1,6 \frac{(10) t}{T} a \quad i = \frac{(12) t}{5} 1,514$$

t= temperatura media anual

l= suma de las medias mensuales

i= índice de calor

$$a = 0,49239 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot l + 717 \cdot 10^{-7} \cdot l^2 + 675 \cdot 10^{-9} \cdot l^3$$

## LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA

Los resultados obtenidos son:

Albuñol.....	80 para cada mes
Torviscón .....	69 para cada mes
Hipotética (Linea de cumbres) .....	60 para cada mes

De esta forma, la lluvia útil para un mes determinado será la diferencia entre la pluviometría y la evapotranspiración. Ello nos permite saber los meses que pueden estar saturados de agua y aportar agua para la escorrentía. La representación gráfica que viene a continuación es suficientemente representativa.

### Carácter torrencial del clima.

La causa más directa de la erosión hídrica es el carácter violento de las precipitaciones. Por ello se va a analizar detalladamente el carácter torrencial del clima a través de las oscilaciones que presentan las precipitaciones de un año a otro, la concentración en pocos meses y sobre todo la concentración en pocas horas.

Seguidamente se van a presentar las oscilaciones anuales respecto a la media y para darle más carácter empírico y estadístico se ha establecido cual es la desviación típica.

Albuñol.....	143	mm.
Haza del Lino.....	131	mm.
Torviscón.....	77	mm.
El Pozuelo.....	97,7	mm.

Posteriormente se presenta la torrencialidad estacional que ha sido medida con el coeficiente de FOURNIER  $S/P$ , siendo  $S$ = volumen de precipitación estacional más lluviosa, y  $P$ =volumen de precipitación anual.

<u>Estación</u>	<u>Estación por orden de lluvias</u>	<u>S/P</u>
Albuñol.....	Invierno, Otoño, Primavera y Verano.....	0,43
Pozuelo .....	Otoño, Invierno, Primavera y Verano.....	0,41
Haza del Lino.....	Invierno, Otoño, Primavera y Verano.....	0,35
Torviscón .....	Invierno, Otoño, Primavera y Verano.....	0,42

Estos resultados, como puede observarse a simple vista, son en todas las estaciones superiores a 0,25 que supondría un régimen uniforme. Dado que los valores son notablemente superiores a este umbral, queda demostrada la torrencialidad estacional. Además, habrá que tener en cuenta también que por regla general se cumple en estas estaciones que la estación torrencial se produce a

continuación de la estación seca, lo que multiplica considerablemente su carácter erosivo.

Más representativo aún de la agresividad climática de la Sierra de la Contraviesa es el hecho de que la mayor parte de las precipitaciones se produzcan en pocos meses, e incluso, en pocos días. Para medir de forma exhaustiva esta concentración de las lluvias se ha aplicado el índice de Torrencialidad de DEFFONTAINES MONTARD cuya expresión es:

$$I = b \cdot c$$

b = número de días con más de 20 mm.

c = % de precipitaciones caídas en cantidades iguales o mayores de 20 mm.

Los resultados que se han obtenido son:

<u>Estación</u>	<u>días de lluvia</u>	<u>días de precip. erosivas</u>	<u>% de precip. erosivas</u>	<u>Índice de Torrencialidad</u>
Albuñol.....	45,85	8,6	45,75	393,45
Haza del Lino...	35,88	9,1	49,25	448,17
Torviscón.....	46	7,8	40,44	315,43
El Pozuelo.....	30	5,6	46,45	260,12

Datos que por su carácter excepcionalmente elevado ponen de manifiesto la gran agresividad de las precipitaciones ya que este índice conjuga los resultados de los días de lluvia erosivos y su volumen respecto al total de las precipitaciones.

#### Clasificación climática.

Nos va a interesar especialmente desde el punto de que nos permita determinar ámbitos climáticos especiales donde debido a la influencia de las precipitaciones y temperaturas, y matizados por la vegetación y la estructura del suelo se da un determinado valor que nos sirve para el cálculo de degradación específica.

Si siguiendo la clasificación de KÖPPEN tendríamos un tipo general para todo el área (Csa) que supone la existencia de un clima templado cuyas temperaturas medias invernales no están por debajo de los  $-3^{\circ}\text{C}$ ; que tiene veranos secos y calurosos. Ahora bien, dentro de este clima general hay varios ámbitos: 1) La Vertiente Norte y la Sur, a partir de los 1.000 m. sería un (Csa<sub>2</sub>) por tener meses fríos entre los  $6 - 10^{\circ}\text{C}$ .

2) La vertiente Sur presenta dos variedades pues tiene tanto un clima (Csa<sub>1</sub>) con inviernos cálidos y otra variedad es (Cs'a<sub>1</sub>) que significa la existencia de un máximo equinoccial en Otoño.

## LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA

Otro sistema de clasificación es el aportado por TURC que es el que nos sirve para determinar los ámbitos pluviométricos que nos sirven para el cálculo de la degradación específica. La expresión numérica de este índice es:

- Cuando resulta que  $(P)$  es mayor que  $(P_1)$ , el clima es húmedo.
- Cuando resulta que  $(P_2)$  es menor que  $(P)$  y que  $(P_1)$ , el clima es semiárido.
- Cuando resulta que  $(P)$  es superior a  $(P_2)$ , el clima es árido.

siendo:  $P$  = precipitación media anual.

$$P_1 = 0,632 L$$

$$P_2 = 0,316 L$$

$$L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$$

$T$  = temperatura media anual.

Los resultados obtenidos para la Sierra de la Contraviesa indica que el área donde se sitúan las estaciones de Torviscón y Haza del Lino que corresponde a la vertiente Norte y a la Sur hasta los 1.000 m., tienen un clima húmedo. Mientras que donde se sitúan las estaciones de Albuñol y El Pozuelo que corresponde a la vertiente Sur hasta los 1.000 m., tienen un clima árido.

### C) LA VEGETACION

Es otro de los factores de la erosión en la medida en que contiene la denudación al frenar el impacto del agua y el escurrido de esta por las vertientes. La vegetación disminuye considerablemente la velocidad de choque de las gotas contra el suelo, por lo que su impacto es mucho menos energético. Por otro lado, en lo que concierne a la escorrentía, su capacidad erosiva va a estar condicionada por la cuantía del manto de agua y por la velocidad de esta en las pendientes.

En este sentido, se va a analizar la influencia que ejerce la vegetación en reducir los procesos erosivos dependiendo del grado de protección vegetal y de los diferentes usos del suelo. De esta manera, una vegetación arbórea constituida en forma boscosa suprime prácticamente la erosión puesto que reduce todas las acciones agresivas de los factores meteorológicos, además de que favorece la iniltración en su grado máximo. En cambio, cuando el terreno está desnudo, los agentes meteorológicos no encuentran ningún obstáculo, a parte de que la velocidad de escurrido puede ser hasta cuatro veces mayor, según ha comprobado recientemente GARCIA NEGERA.

De esta forma, según el grado de protección y el uso del suelo, y apoyandose en los índices de protección de F. LOPEZ CADENAS DE LLANO y BLANCO CRIADO se ha elaborado la siguiente taxonomía:

Generalidades que se han tomado

- Toda vegetación arbórea y arbustiva con suficiente densidad protege el suelo para cualquier valor de las pendientes.
- Las tierras con cultivos agrícolas sin prácticas de conservación y peor aún si se dejan abandonadas, son susceptibles de ser erosionadas hasta incluso en pendientes débiles.
- Las tierras cultivadas con prácticas de conservación están protegidas contra la erosión hasta el 30% de pendiente.
- La vegetación arbustiva cuando está muy clara y presenta fuertes pendientes no ofrece ninguna resistencia a la erosión.

La taxonomía que se ha establecido tiene el siguiente código:

(A) = representa la vegetación arbórea y su grado de protección vendrá expresado numéricamente siendo:

A<sub>4</sub> = El bosque denso de alcornocal o encinar.

A<sub>3</sub> = Bosque de alcornocales y encinas algo degradado.

A<sub>2</sub> = Bosque antrópico denso.

A<sub>1</sub> = Arbolado escaso y poco protector, ej: el almendro.

(E) = Representa el erial o vegetación arbustiva; el grado de protección será menor que en el bosque y vendrá igualmente expresado numéricamente:

E<sub>3</sub> = Arbustos con gran densidad y que contienen la erosión.

E<sub>2</sub> = Arbustos algo degradados que no cubren suficientemente el suelo (maquia), pendientes elevadas.

E<sub>1</sub> = Erial degradado o estepa esclerófila y poco protectora; se da fundamentalmente en los materiales calizos que afloran en la zona.

(C) Abarca a todos los cultivos a excepción del almendro que se ha incluido en la (A). Tendrá los siguientes grados de protección:

C<sub>3</sub> = Comprende a los cultivos intensivos y en zonas totalmente llanas; la erosión es escasa.

C<sub>2</sub> = Se refiere a cultivos en zonas con escasa pendiente (menos del 20%). La erosión no es muy acentuada.

C<sub>1</sub> = Comprende los cultivos extensivos que se desarrollan en fuertes pendientes, por ejemplo el área del viñedo. En esta área cualquier chaparrón algo violento da lugar a regueros y cárcavas.

C<sub>0</sub> = Representa las zonas que habiendo sido anteriormente cultivadas, se han

## LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA

abandonado. Aquí la erosión es característica, habiendo sitios donde ha desaparecido absolutamente toda la cubierta edáfica.

Por otro lado, se ha analizado la vegetación desde el punto de vista fitosociológico con la ayuda de D. Joaquin MOLERO MESA y ha resultado que la Sierra de la Contraviesa presenta unas asociaciones vegetales que están considerablemente degradadas respecto a la "climax". Pues si bien la "climax" sería el alcornocal y encinar, de estos solo quedan pequeñas secuelas. La acción antrópica ha destruido prácticamente todos estos bosques autoctonos y ha aparecido el matorral mediterráneo típico de gramíneas como el esparto, mirto, tamarindos, retamas, tomillos; en las inmediaciones a la costa destaca el palmito "Chamaerops humilis".

### D) CONSISTENCIA DEL SUELO

Los suelos disponen de unas defensas propias ante la erosión que están en función de sus características físico-químicas. Este estudio va a calcular una serie de parámetros en los que se relacionan las distintas propiedades físico-químicas, para darnos unos valores que indican la capacidad erosiva de los suelos.

Han sido muchos los autores que han estudiado este fenómeno. Unos han considerado la textura como el elemento fundamental, otros en cambio han visto que la estructura, permeabilidad y grado de dispersión eran más importantes. MIDDLETON Y ANDERSON llegan a establecer unos índices claros y experimentados que delimitan la consistencia del suelo. MIDDLETON considera que la erosión del suelo está en función del estado de agregación, de la capacidad de coloides y del equivalente de humedad. ANDERSON refrenda las afirmaciones de MIDDLETON y añade además que la facilidad de erosión de un suelo depende de la superficie comprendida por las partículas que de por sí no poseen aptitud de unirse (arenas) y que está en relación inversa con la cantidad que tenga ese suelo de limos y arcillas.

En este trabajo se han hecho una serie de análisis de laboratorio que nos muestran la textura, estructura, grado de dispersión, permeabilidad y pH de cada muestra. Estos análisis han sido posibles gracias a la ayuda y material de la Estación Experimental del Zaidín perteneciente al CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS.

### Toma de muestras.

Se han tomado 12 muestras según las distintas condiciones de Geología, pendiente, situación, clima y vegetación.

## FRANCISCO MARTINEZ MARTINEZ

<u>Número</u>	<u>Situación</u>	<u>Altitud</u>	<u>Pendiente</u>	<u>Vegetación</u>	<u>Geología</u>
1	Cerca de la Salchicha	1.400 m.	40%	Alcornocal (quemado)	Micaesq. y filitas
2	Camino Torva a Alcazar	800 m.	40%	Encinar	Micaesq.
3	Cerca de Polopos	800 m.	50%	Viñedo	Micaesq. y filitas
4	Carretera de Polopos	1.000 m.	30%	Maquia	Micaesq. y filitas
5	Pista Polopos-playa	800 m.	30%	Maquia espesa	Micaesq. y filitas
6	Carretera de Alforñón	1.000 m.	30%	Matorral escaso	Calcita y micaesq.
7	Cerca de Albuñol	450 m.	25%	garriga escasa	Calizas y margas
8	Rambla de Albuñol	100 m.	0-8%	cultivos de huerta	Cuater..
9	Camino Polopos-playa	400 m.	40%	Almendros y viñedos	Micaesq.
10	Cerca de Torviscón	650 m.	40%	Erial y almendros	Micaesq. y cuarcitas
11	Cerca de Albuñol	400 m.	30%	Erial secano	Calizas y cuarcitas
12	Junto a Albuñol	350 m.	30%	Erial	Calizas y cuarcitas

Análisis granulométrico.

Consiste en clasificar las partículas minerales del suelo según su diámetro, determinando su porcentaje. Los resultados que se han obtenido para los suelos de la Sierra de la Contraviesa son:

LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA

<u>Nª de muestra</u>	<u>Fraccion gruesa</u>	<u>Fraccion fina</u>	<u>Arena gruesa</u>	<u>Arena fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	45,3 %	51,7%	44,8%	26,9%	19,6%	8,73%
2	61,38%	38,4%	37,6%	24,7%	22,3%	10,42%
3	60,2 %	39,8%	21,5%	31,9%	31,4%	25,17%
4	54,3 %	45,5%	57,7%	26,9%	1,4%	25,17%
5	58,9 %	41,4%	51,0%	29,6%	13,8%	5,62%
6	52,9 %	47,1%	44,4%	33,8%	16,7%	5,12%
7	61,2 %	38,8%	49,8%	21,9%	21,1%	6,02%
8	36,5 %	63,5%	60,7%	23,9%	15,0%	3,37%
9	61,3 %	38,7%	47,5%	22,4%	7,4%	22,7 %
10	51,2 %	48,8%	55,3%	22,5%	16,7%	5,47%
11	59,8 %	40,2%	33,5%	31,2%	21,7%	13,6 %
12	42,6 %	57,4%	28,5%	37,8%	26,0%	9,67%

Procedimiento:

Se pesa el total de la muestra. Seguidamente se tamiza con una malla de 2 mm. de luz y se pesa la parte filtrada. De esta forma se obtiene la porción de tierra denominada fracción fina.

Se toman unos 12 g. de suelo seco al aire (fracción fina), se ponen en un vaso de litro y se agrega 50 ml. de agua destilada; se calienta al baño maria y se le agrega agua oxigenada a intervalos de 10 - 15 minutos, en fracciones de 20 ml., hasta un total de 100 ml. Se deja evaporar a sequedad.

De esta forma el suelo ha quedado libre de materia orgánica; se seca a 105° C. durante la noche, se deja enfriar en desecador y se pesan 10 g. del mismo; se introduce en una botella de un litro, se agregan aproximadamente 500 ml de agua destilada y 20 ml de reactivo dispersante. Se agita durante una noche en el agitador mecánico.

El suelo dispersado se filtra a través de un tamiz de 0,2 mm de luz de malla, recogiendo el filtrado en una botella de litro y lavando con agua destilada y caliente la arena que queda en el tamiz. Este residuo se pasa a una cápsula seca, previamente tarada y desecada a 105° C. durante dos horas. Se enfría en un desecador y se pesa. El porcentaje de arena gruesa será:  $p \times 10$  siendo p el peso de arena obtenido en la pesada.

El filtrado recogido en la probeta se completa a 1.000 ml. con agua destilada y se pone el tapón a la probeta y se agita a mano durante 1 minuto; se deja en reposo y se extraen, mediante la pipeta de ROBINSON, 20 ml. a 10 cm. de pro-

fundidad en el tiempo (considerando la temperatura ambiental a 20° C.): limo + arcilla 4 minutos 48 segundos; arcilla a las 8 horas 0 minutos.

Los 20 ml. extraídos se pasan a una cápsula tarada, se evapora a sequedad en estufa regulada por encima de 100° C y por último se seca a 105° C. durante unas 4 horas, transcurridas las cuales se deja secar en un desecador y se pesa. El peso obtenido (p') corresponde al peso de limo más arcilla y la fracción del reactivo dispersante que había en los 20 ml.

Para la arcilla se extraen otros 20 ml. a las 8 horas (a 20° C. seguidamente se vierten en una cápsula, se deseca de la misma forma que se ha indicado anteriormente y se pesa. En este caso se obtiene en peso (p'') correspondiendo a arcilla más dispersante.

El porcentaje de arcilla será:  $\text{Arcilla} = (p'' \cdot 500) - 8,73$ . Considerandose 8,73 el peso correspondiente a la cantidad de dispersante.

El porcentaje de Limo será:  $\% \text{ limo} = 500 (p' - p'')$ .

El porcentaje de arena fina será: limo más arcilla más arena gruesa. El número resultante se resta a 100 y tenemos la arena fina.

Otro método más correcto es: el líquido que queda en la probeta se vierte fuera de ella con cuidado de no agitar el fondo, hasta que quedan unos 15 ml. Entonces se agita y se trasvasa a un vaso de 500 ml. en el que se han hecho dos señales, una a dos cm. y otra a 12 del fondo. Se agita con una varilla de vidrio y se deja en reposo 4 minutos 48' sinfonando hasta la señal de 2 cm. Se vuelve a llenar con agua destilada hasta la segunda señal, se agita y se filtra nuevamente repitiéndose esta operación hasta que el líquido comprendido entre las dos señales está completamente claro. La arena fina que ha quedado en el fondo se recoge en una capsula tarada, se deseca y se pesa. Este peso se multiplica por 10 y nos dará el porcentaje de arena fina de la muestra.

#### Coefficiente de dispersión. MIDDLETON:

La técnica de laboratorio para su determinación es la misma que se ha seguido para el análisis granulométrico con la diferencia que se mete la probeta a la profundidad de 20 cm. en vez de 10 cm. como se había hecho antes.

La formula es  $Cd = \frac{\% (\text{limo} + \text{arcilla}) \text{ sin utilizar dispersantes}}{\% (\text{limo} + \text{arcilla}) \text{ utilizando dispersantes}}$ .

El resultado se multiplica por 100.

El limo más arcilla del numerador corresponde a las partículas inferiores a 0,05 mm. obtenidas al dispersar la muestra con agua. El denominador se obtendrá con hidróxido de sodio como dispersante.

Los valores de este índice van a estar en relación inversa con la posibilidad de que el suelo forme agregados estables ante el agua. Middleton establece que para valores del coeficiente de dispersión superiores a 15, los suelos serán fácilmente erosionables; para valores inferiores a 15 suelo resistente a la erosión:

Los resultados que se han obtenido en nuestra área están en la gráfica VI. Su interpretación es fácil, pues todos los valores obtenidos son al menos 3 - 4 veces superiores al umbral que establece Middleton para suelos muy erosionables.

#### Relación coloides a equivalente de humedad. MIDDLETON.

Se define numéricamente

$$Cr = \frac{\% \text{ de coloides}}{\text{equivalente de humedad}}$$

Se fundamenta en las experimentaciones realizadas por ROBINSON en los que pone de manifiesto que todos los suelos con coloides en determinadas condiciones, absorben la misma cantidad de vapor de agua, siendo esta de 0,298 g. por gramo de coloides.

Técnica de laboratorio: Para la obtención del % coloides se toman dos gramos de tierra seca al aire y de diámetro inferior a 0,25 mm. Se introduce en un pesafiltros y el conjunto se pesa con aproximación de decimas de miligramo. El pesafiltros desecado se coloca en un desecador de vacío que contiene en el fondo una solución de ácido sulfúrico al 3,3% en peso. Mediante una trompa de vacío se consigue que la presión sea de 30 mm. La presencia de ácido sulfúrico obedece a que actúa como regulador de la presión de vapor evitando que se produzcan condensaciones en el supuesto de disminuir la temperatura de la estufa, circunstancia que se daría al utilizar agua pura.

En el estado anteriormente citado, se introduce el desecador en una estufa que puede estar comprendida entre 25-35°, estando controlada mediante un termostato durante 120 horas y sin permitir que se registren oscilaciones superiores a 0,1°. Al finalizar este periodo y con el desecador dentro de la estufa, se abre la llave de éste para permitir que entre aire seco. Posteriormente se saca el pesafiltros, procurando taparle lo más rápidamente posible.

Una vez sacado y enfriado a la temperatura de laboratorio, se pesa y a continua-

ción se coloca en la estufa de desecación a 110° durante 18 horas. Al cabo de ese tiempo se pasa a un desecador de cloruro de calcio y se pesa nuevamente.

La diferencia entre estas dos últimas pesadas, será la cantidad de humedad que ha absorbido la muestra. Es preciso utilizar la expresión:

$$\text{Gramos de coloides por 100 de muestra} = \frac{h \cdot 100}{0,298 \cdot p}$$

h= humedad absorbida; p= peso de la muestra.

(Los resultados están en la tabla VI).

TABLA VI

<u>Coefficiente de dispersión</u>	<u>Humedad absorbida</u>	<u>Peso de la muestra</u>	<u>% de coloides</u>	<u>Nº muestras</u>
68,44	0,0865	2,0027	14,493	1
62,20	0,0547	2,0408	8,994	2
60,25	0,0448	2,0334	7,393	3
47,94	0,0404	2,0371	6,655	4
47,33	0,1001	2,0397	10,468	5
58,05	0,0735	2,0272	12,166	6
49,25	0,0303	2,0106	5,054	7
55,75	0,1199	2,0377	19,745	8
49,27	0,1455	2,0377	23,961	9
68,69	0,0436	1,9854	7,369	10
56,91	0,0571	1,9933	9,612	11
47,55	0,0757	1,9982	12,712	12

TABLA VII

<u>Nº muestra</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>Equivalente humedad</u>	<u>Gr.</u>
1	170,16	346,29	392,49	26,16	0,554
2	167,40	353,89	404,33	27,05	0,332
3	118,79	293,26	339,61	26,59	0,278
4	117,75	332,12	370,29	17,81	0,373
5	119,78	319,40	240,49	20,35	0,809
6	119,92	328,56	251,36	20,48	0,594

LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA

7	118,98	334,66	258,73	19,96	0,253
8	116,45	357,53	278,0	15,31	1,289
9	118,13	312,97	230,68	18,39	1,302
10	118,93	298,69	226,47	25,54	0,288
11	117,74	300,69	348,41	26,08	0,368
12	116,44	343,17	379,99	16,24	0,782

TABLA VIII

<u>Número de muestra</u>	<u>Coefficiente de erosión</u>	$C_s = \frac{C}{S}$	<u>pH</u>
1	123,54	7,31	6
2	187,07	6,55	6,6
3	216,75	3,41	5,7
4	128,31	6,82	7,2
5	58,48	6,16	7,4
6	97,77	7,86	7,5
7	194,50	4,66	7,5
8	43,23	8,21	7,3
9	37,81	3,71	6,9
10	237,99	10,85	7,3
11	154,41	4,3	7,7
12	60,75	3,53	8,1

El equivalente de humedad: viene definido por el porcentaje de agua retenida por el suelo al someterlo a una fuerza centrífuga mil veces superior a la gravitacional. Representa la máxima retención de agua por las partículas del suelo debido a la acción de las fuerzas moleculares de cohesión.

La técnica de laboratorio es la establecida por La Rubia y Blasco. Se toma un tubo de unos 50 cm. de longitud y un diámetro comprendido entre 30-35 cm. con su parte inferior en forma de embudo y terminado en un tubo corto de 5 mm. de longitud y de 0,5 cm. de diámetro. Lleva dos señales de 20 o 25 cm. de altura con relación a la base inferior. Se introduce un algodón para cubrir la parte cónica. Se tara el conjunto (A).

Se llena el tubo a con tierra seca de menos de 2 mm. de diámetro. Con esta fracción se llena el tubo (A) hasta la marca de 20 cm. A fin de que se quede bien comprimida la muestra se sacude el tubo sobre una placa de asbesto. Se pesa nuevamente y al resultado obtenido se le denomina (B).

El tubo (A) con la muestra y colocado en un soporte vertical, se conecta con un matraz de cuello largo y fondo plano, de unos 500 cc. de capacidad, cerrado con un tapón de caucho atravesado por un tubo de 12 mm. de diámetro. A este tubo se le une otro mediante un manguito de goma cerrado por una pinza. Este matraz está lleno de agua y con la pinza del tubo cerrada. Se abre la pinza para que fluya el agua, pero los tubos conectados al matraz actúan como válvula de nivel, consiguiendo así mantener sobre el matraz una carga constante de agua.

A partir del momento en que el agua, al pasar a través de toda la muestra, empieza a gotear, se mantiene el flujo proporcionado por el matraz durante dos horas. Transcurrido este periodo se desconecta el agua y se mantiene en este estado durante 24 horas. Se considera que este tiempo es suficiente para que cualquier materia haya eliminado todo el agua de gravedad.

Posteriormente se hace una nueva extracción de agua sometiendo la muestra al vacío. Para ello el tubo (A) con el extremo superior libre, se conecta al extremo inferior con un matraz kitasata conectado a una bomba de vacío que hace que se consiga una presión de 15 mm. El agua debido a la diferencia de presión comenzará a fluir y se mantiene en este estado hasta 15 minutos después de haber cesado el flujo.

El tratamiento del vacío tiene en general una duración de dos horas, aunque hay suelos que precisan mayor tiempo. Al final de este periodo se pesa el tubo (A) y se denomina el resultado obtenido como (C).

Con estas pesadas obtenidas el equivalente de humedad se calcula con la siguiente fórmula:

$$E.h. = \frac{(C-A) - (B-A)}{(B - A)} \cdot 100 = \frac{C-B}{B-A} \cdot 100$$

(Los resultados están en la Tabla VII).

Para concluir, diremos que el equivalente de humedad refleja la dificultad que tiene el suelo para desprenderse del agua absorbida, influyendo así en el poder de infiltración y por consiguiente la existencia de escorrentía superficial.

Las experimentaciones realizadas por Middleton evidenciaron la estrecha relación de este índice con la erosibilidad del suelo. Estableció los siguientes umbrales: valores del índice superiores a 1,5 el suelo es resistente a la erosión y los valores inferiores a 1,5 son fácilmente erosionables. En la Sierra de la Contraviesa se han obtenido valores muy inferiores a 1,5 lo que indica su fácil erosionabilidad. Esto lo podemos ver en (Tabla VII).

Coefficiente de erosión. MIDDLETON.

Su expresión numérica es:

$$C_s = \frac{C_d}{C_r}$$

Es el resultado de dividir el coeficiente de dispersión por la relación coloides a equivalente de humedad. Es más significativo que los anteriores al conjugar los dos resultados. Para valores superiores a 10, el suelo es fácilmente erosionable y para valores inferiores a 10, resistente a la erosión.

En este caso, los resultados son mucho más indicativos de lo poco resistentes que son sus suelos ante la erosión ya que hay muestras que dan valores hasta más de 20 veces superior a los establecidos por Middleton como indicativos de erosionabilidad (Ver Tabla VIII).

Coefficiente superficie agregados. ANDERSON.

Como se definió anteriormente, la susceptibilidad del suelo de ser erosionado, según Anderson, está en relación directa de la superficie comprendida por las partículas mayores de 0,05 mm. de diámetro y en razón inversa de la calidad de limos y arcillas para formar agregados estables ante el agua. Esta relación se expresa:

$$C_s = \frac{S}{A} \quad S = \text{Superficie específica en cm}^2/\text{gr. de partículas cuyo diámetro está comprendido entre 0,05 mm. y 2 mm.}$$

A = Porcentaje de limo más arcilla existente en el suelo dispersado, menos porcentaje de la misma fracción de suelo no dispersado.

El procedimiento de laboratorio es el mismo que se utilizó para el coeficiente de dispersión (Middleton). Para el cálculo de S, se asigna a las partículas un peso específico de 2,65 Kg/dm<sup>3</sup>. y un diámetro medio de 0,9 mm. Un sencillo cálculo matemático nos conduce a la expresión:  $S = 0,25156 \cdot P$ ; siendo P el % en peso de la fracción de tierra a que se ha hecho referencia.

Este índice es muy interesante al permitirnos establecer una gradación de suelos en cuanto a la resistencia relativa que oponen a ser erosionados. En la Sierra de la Contraviesa los resultados no hacen, sino constatar lo expresado en los índices anteriores, que es la fácil erosionabilidad de sus suelos, aunque establece una cierta clasificación entre ellos. (Ver tabla VIII).

III. CONCLUSION

Las distintas investigaciones realizadas en la Sierra de la Contraviesa muestran

la gran relación que existe entre los distintos fenómenos estudiados. A la vez de que el estudio comparado entre ellos muestra que se halla su medio en un proceso alarmante de desertización, ya que cada fenómeno en sí indica una clara evolución hacia la destrucción del medio.

Se ha confeccionado una cartografía en la que se expresan, de forma superpuesta, la presentación e intensidad de los distintos fenómenos erosivos. El interés de este mapa es muy grande, ya que nos indica de forma espacial donde la posibilidad de erosión es alarmante o en cambio donde apenas si se necesita realizar trabajos de conservación. El problema consiste en que ha habido que generalizar, en ocasiones, una información que se presenta en el mapa de forma puntual, por ejemplo las propiedades de un suelo. Pero este problema es resuelto en gran medida, por el exhaustivo conocimiento que se tiene de la comarca, además de la constante utilización de fotografías aéreas.

Como se ha dicho anteriormente, la finalidad última de este trabajo es cuantificar lo más exactamente posible, la erosión que se produce en cada area concreta. Esto, sólo es posible, a través de un índice de FOURNIER, aunque el problema está al aplicar éste a la gran subdivisión de áreas que se han establecido al superponer espacialmente todas las formas de erosión que se dan en una misma area. FOURNIER, considera que la influencia que pueden ejercer factores de la erosión como el relieve, el suelo, la vegetación, se producen y por lo tanto se podrá estudiar a escala local. Sin embargo a escala regional es donde se pueden estudiar todos los factores a través de un elemento que puede hasta incluso aglutinarse o motivarlos: es "el clima".

FOURNIER, tras una gran experimentación, llega a la conclusión de que el clima y más concretamente aún, el volumen y repartición de las precipitaciones, puede permitirnos calcular el volumen de degradación específica expresada en toneladas por  $\text{Km}^2$  y año. A este resultado se puede llegar a través de la expresión  $\frac{p^2}{P}$ , en la que p (minúscula) es el volumen de precipitaciones del mes más húmedo y P (mayúscula) es el total de las precipitaciones anuales. A su vez determinó un coeficiente orográfico para cada una de las cuencas tras haber comprobado que las cuencas accidentadas tenían siempre un valor superior a 6, mientras que en las poco accidentadas era inferior a 6. Igualmente experimentó la presentación de este fenómeno en diferentes climas, llegando a la conclusión, tras un estudio estadístico, de que todas las cuencas se distribuían homogéneamente a lo largo de 4 rectas que definían cuatro correlaciones entre la degradación específica y  $\frac{p^2}{P}$ .

Para la aplicación de este índice a la Sierra de la Contraviesa, se ha tenido

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION

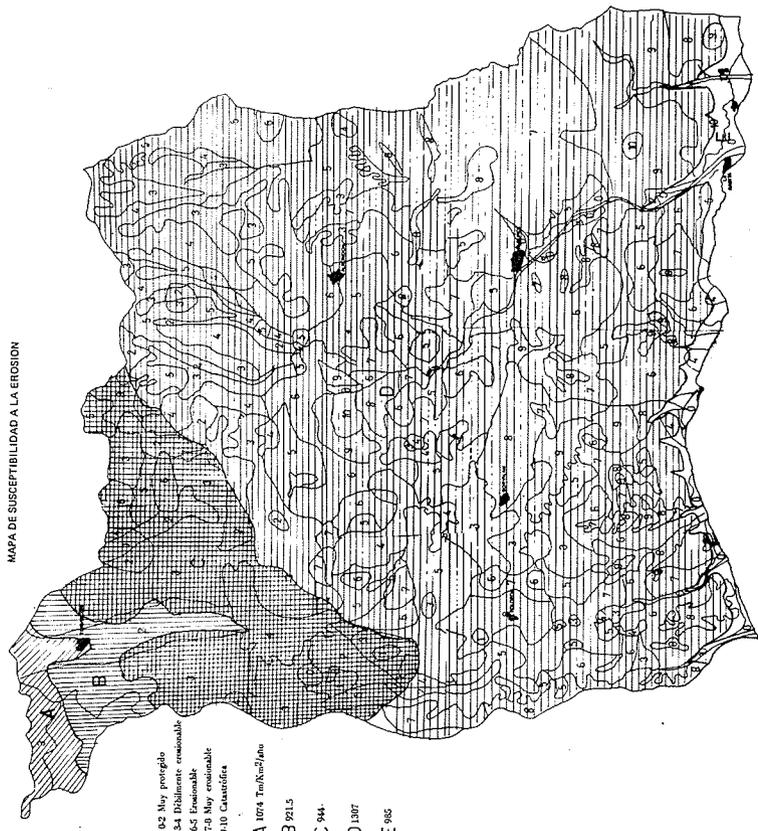


GRÁFICO 3

Escala  
1:100,000

que hallar los ámbitos climáticos, resultando tras la aplicación del coeficiente climático de Turc, anteriormente calculado, que tenemos dos ámbitos climáticos, uno húmedo que comprende la vertiente Norte y la parte de la vertiente Sur situada por encima de los 1.200 m.

Las cuatro estaciones que tenemos en la zona nos dan el siguiente índice de FOURNIER: Torviscón (14,56), Haza del Lino (12,86), Albuñol (12,06) y El Pozuelo (7,88).

No obstante, a la hora de medir la degradación específica, nos hemos encontrado con el hecho de que las precipitaciones están muy desigualmente repartidas de unos años a otros, lo que supone que el valor medio de las precipitaciones falsea notablemente la realidad torrencial. De hecho se da el caso de que cualquier año muy por debajo de la media, en cuanto a precipitaciones se refiere, tiene meses lluviosos con un valor, superior incluso, al valor medio del mes más lluvioso. Por ese motivo se ha considerado conveniente distinguir tres tipos de años con respecto a las precipitaciones. Se ha tomado, un año medio, un año seco y un año lluvioso. Esta elección no ha sido al azar, sino que se ha calculado el coeficiente de variación anual que es lo mismo que la desviación típica respecto a la media, lo cual le da un carácter estadísticamente mucho más representativo.

Con las cuatro estaciones pluviométricas que disponemos en la Sierra de la Contraviesa se han distinguido 5 áreas características en función de la situación, altitud y precipitaciones, y se les ha aplicado el coeficiente de FOURNIER resultando:

<u>Area</u>	<u>Situación</u>	<u>Altitud media</u>	<u>Año medio</u>	<u>Lluvias</u>	<u>Seco</u>
A	Vertiente N. hasta 700 m.	650 m.	15	50	26
B	Vertiente N. desde los 700 m	1.000 m.	16	40	26
C	Vertiente S. desde los 1.000m.	1.200 m.	14,5	35	24
D	Vertiente S. entre 1.000-100 m.	700 m.	14	50	22
E	Vertiente S. 100 m. a Costa.	50 m.	11	40	20

Seguidamente se va a expresar en Toneladas por Kilometro cuadrado y año, la

LA EROSION HIDRICA EN LA VERTIENTE MEDITERRANEA ANDALUZA

degradación específica para cada área, según dos coeficientes de FOURNIER diferentes que son los que corresponden a los ambitos climáticos que se establecieron según el índice de TURC. (Apartado de Clasificación climática). Los resultados están a continuación.

Area	Dimensión	Correlaciones	DEGRADACION EXPECIFICA (Tm/Km <sup>2</sup> .a)		
			Año medio	Lluvioso	Seco
A	25,162 Km <sup>2</sup>	(Y=52,49x-513,21)	274,1	2.111,29	837,07
B	9,702 "	" "	326,63	1.585,39	851,53
C	8,025 "	" "	241,69	1.837,15	746,55
D	134,687 "	(Y=97,78x-737,63)	547,3	2.093,29	1.281,5
E	32,604 "	" "	271,96	1.586	1.097,9

Su representación espacial está en el mapa adjunto que aglutina la degradación específica en toneladas y las áreas donde por la confluencia de los factores adversos, la erosión es más importante. Resulta que los valores de ambos métodos de evaluación coinciden, ratificando cada uno al otro.

Con estos valores y teniendo en cuenta que a estos suelos se les puede atribuir una densidad de (1,4), la pérdida de suelo sería:

Año medio: 0,238 mm. año a los 100 años 2,36 cm.  
 Año lluvioso: 1,356 mm año a los 100 años 13,56 cm.  
 Año seco: 0,578 mm. año a los 100 años 5,58 cm.

Cifras que indican suficientemente el proceso de desertización en que se haya la zona, ya que sus procesos edafológicos no pueden competir con la alarmante erosión que hay desencadenada. O sea, que de no llevarse a cabo una intervención correctora del proceso rápidamente, la zona, en pocos años será totalmente improductiva por haber perdido todos sus suelos. A parte de que su capacidad de infiltración es cada vez menor, lo que se traduce en una disminución considerable de los acuíferos subterráneos.

NOTAS

- ALDAYA, F.: "Los mantos Alpujárrides al Sur de Sierra Nevada". Tesis doctoral de la Univ. Granada (inédita). 527 Págs.
- : "Sobre la Geometría de las superficies de corrimiento de los Mantos Alpujárrides al Sur de Sierra Nevada". (Zona Bética, prov. de Granada). Cuad. Geol. N.º. 1 Págs. 35-37.
- ALDAYA, F.: "Sucesión de las etapas tectónicas en el dominio Alpujárride" (Zona Bética, prov. de Granada) Cuad. Geol. Tomo I.
- ALLAIRE, Gilles; PHIPPS, Michel; STOUPEY, Marc; "Analise Ecologique des structures de l'utilisation du sol". Rev. L'Espace Geographique, N.º. 3 - 1973.
- ANDERSON, H.W.: "Variatin of soil erodibility". Journal of Geophysiscal Research. Vol. 66. 1961.
- BAVER, L.D.: "Soil Physics". New York, 1.948.
- BENNET, H.H.: "Solin Conservation". Ed. Mac Graw-Hill, 1964.
- BOSQUE MAUREL, J.: "Granada la tierra y sus hombres" Univ. de Granada, 1971.
- BOSQUE MAUREL, J.: "Andalucía" Estudios de Geografía Agraria. Granada 1.979 Ed. ALGIBE, pág. 106.
- : "Latifundio y Minifundio en Andalucía Oriental", Rev. Est. Geogr., XXXIV, 1973. Págs. 457-500.
- : "Factores Geográficos en el desarrollo de Andalucía" en Estudio sociológico de Andalucía III, Págs. 219-448.
- : "El cultivo en los huertos enarenados en la costa mediterránea entre Almería y Málaga (España)" en Aportación al XX Congreso Geográfico Internacional Madrid, 1964.
- BRAUN-BLANQUET, SILVA, A. B.; PINTO DE ROCERVA, A.: "Resultat de une excursion geobotanique á travers la Portugal septentrional et moyen...". Agron. Lusit, 18 1.956 Págs. 167-225.
- BRENNAN, C. "Al Sur de Granada" Traducción de Eduardo Chamorro y Jesús Villa. Col. Siglo XX Madrid, 1976, págs. 276.
- CARO BAROJA, J.: "Los Moriscos del Reino de Granada". Col. Fundamentos, 50 Ed. ISTMO Madrid 1.976 Pág. 37.
- CAPEL MOLINA: "Génesis de las inundaciones de Octubre de 1.973 en el Sureste de la Península Ibérica". Dep. de Geog. de la Facultad de Letras. Granada, Cuad. Geog., N.º. 4, 1.974.
- DEFFONTAINES, J. P., et MONTARD, E.: "Essai d'apreciation du danger d'erosion dans les verger de fortes pentes en Moyen Vivarais". Annales agron. 19. 1.968 Pág. 349-364.
- ERASO, D.: "Mecanismos sobre la corrosión del kars y su repercusión en la dinámica carstica" Bol. Geol. y Min. 1.973.
- FOURNIER, F.: "Climat et Erosion" P.U.F. Paris 1.960.
- GARCIA BELLIDO, A.: "España y los españoles hace Dos Mil años según la geografía de Strabón" Espasa-Calpe, Madrid 1.945-8.
- GOMEZ MORENO, M.: "De la Alpujarra". Al-Andalus, XVI 1.951 (1).
- GAMIR SANDOVAL: "Organización de la defensa de la costa". Bol. de la Univ. de Granada, 1945.
- GARCIA NAGERA, J.: "Principios de Hidraulica Torrencial" I.F.I.E. Ministerio de Agricultura Madrid, 1.962.
- GONZALEZ BERNALDES, F.: "Analisis Ecológicodel territorio" Met. Est. Sist. Imp. Curso POST GRADO de Ord. Terr. 1.977
- GEISSET, G.: "L'erosion agricola des sol abordés par la cartographie des oéomicrocores; exemple des collines loessiques d'eutre-Forest". Tec. Rech. Geog. a Strasburg. N.º. 9.
- HURTADO DE MENDOZA, D.: "La Guerra de Granada". Biblioteca Clásica, XLI, Madrid, 1881.

- GARCIA MANRIQUE, E.: "Los cultivos subtropicales en la costa granadina". Dep. Geog. Univ. de Granada, 1.972 Pág. 129-45.
- JUNG, J.: "La Ordenación del Espacio Rural". Col. Nuevo Urbanismo I. E. A. L. Madrid, 1.972. Pág. 13.
- LABASSE, J.: "La Organización del Espacio". Col. Nuevo Urb. I. E. A. L. Madrid, 1975, págs. 16-17
- LAFUENTE ALCANTARA, M. "Historia de Granada y de....". Granada, 1.943.
- LOPEZ CADENAS DE LLANO-MARIN BLANCO: "Erosión hídrica y del transporte y depósito de materiales". Librería Agrícola del Ministerio de Agricultura. Madrid, 1.968.
- LOPEZ CADENAS DE LLANO, F. y GARCIA BARCENAS, V.: "Aplicación de la fotografía aérea a los proyectos de restauración hídrico-forestal". Ministerio de Agricultura Ins. For. de Inv. y Exp. Madrid, 1.968.
- LLÓPIS LLADO, N.: "Fundamentos de hidrogeología karstica". Ed. Blume, Madrid, 1.970.
- MESSERLI, B.: "Beitrag zu Geomorphologie del Sierra Nevada". Zurich. 1962.
- MIDDLETON, H. E.: "Properties of soil whic influence soil erosion". U. S. Dep. Agr. Tech. Bull. 178, 1.930.
- MONKHOUSE, F. C.; WINKINSON, H. R.: "Mapas, diagramas y técnicas de elaboración y trabajo". Col. Ciencias Geográficas. Barcelona, 1.968.
- MONKHOUSE, F. C.; WINKINSON, H. R.: "Diccionario de términos geográficos". Col. Ciencias geográficas. Barcelona, 1.978.
- NAVARRETE ENCISO, M. S.: "La cultura de las cuevas con cerámica decorada en Andalucía Oriental". Granada, 1.977, págs. 307-308.
- NIETO SALVATIERRA, M.: "Estudio hidrogeológico de la Rambla de Albuñol". Univ. de Granada, 1.974.
- NICOD, J.: "Pays est paysages du calcaire". París, 1.972.
- ORIOI CATENA, F.: "La repoblación del Reino de Granada después de la expulsión de los moriscos". Granada, 1934.
- NUÑEZ DE PRADO: "Relación auténtica de la creación de la renta del Reino de Granada". Certificación sacada de la veeduría.... Imprenta Real, 1.753.
- PEZZI, M. C.: "Algunas observaciones sobre sistemas morfológicos y karst en las Cordilleras Béticas". Cuad. Geog. Univ. de Granada. Serie Monografica, N.º. 1, 1.975, págs. 59-83.
- PEZZI, M. C.: "Cronica sobre morfología karstica". Cuad. Geog. de la Univ. de Granada N.º. 3, 1.973, Págs. 139-159.
- PRIETO, Pablo y ESPINOSA, Presentación.: "El Alcornocal del Haza del Lino. Sierra de la Contraviesa". Perb. Granada, 1975.
- QUIRANTES PUERTAS, J.: "Estudio hidrogeológico de la Rambla de Albuñol". 1 p. 1974.
- RIVAS GODAY S.: "Aspectos de la vegetación y flora orofila en el Reino de Granada". An. R. Ac. Farmacia Madrid, 1.956.
- RIVAS GODAY, S. y RIVAS MARTINEZ, S.: "Vegetación potencial de la provincia de Granada". Dep. Bot. Veg. Madrid, 1.971.
- RIVAS MARTINEZ, S.: "Vegetación de la Clase Querceta Ilicis en España y Portugal". Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 31 Madrid, 1.975.
- STRAHLER, Arthur.: "Geografía física". OMEGA, Barcelona, 1.974.
- SCHERER, S. C.: "Une méthode d'etrapolation dans l'espace de données pluviometriques moyennes". Recher, Stras. N.º. 4, 1.977.

SCHERER, S.C.: "Une méthode pour déceler les erreurs systématiques saisonnières dans les données pluviométriques". Recer. Geog. Strasbourg n°. 4, 1977. Pages. 99-103.

SECO DE LUCENA, L.: "Mis memorias de Granada". Granada, 1.941.

SIMONET, Fr. J.: "La descripción del Reino de Granada". Nueva edición, 1.972.

SPAHNI, Jean-Cristian.: "La Alpujarra" Secere Andalucie. Edit. Baconiera, 1.959.

TRICAR, J.: "La epidermis de la Tierra". Nueva Col. Labor Barcelona, 1.969

TRICART, J. et CAILLEUX.: "Cours de Géomorphologie. Première partie: Géomorphologie structural". Fascículo III. Le modèle des chaînes plissées avec travaux pratiques. Paris, 1.970.

TRICART, J. et CAILLEUX, D.: "Introduction à la Géomorphologie Climatique". Société d'édition d'enseignement supérieur. Paris, 1.965.