

Sacratif, Albuñol y El Pozuelo para el mismo período. El resultado aparece en los cuadros 110 y 111 así como en la figura 92. Para la relación caudal-pluviometría-temperatura, a falta de datos térmicos de la zona -hemos utilizado la ficha climática realizada por FRONTANA (1979) para Salobreira que consideramos orientativa de las condiciones climáticas que se dan en el área que ahora tratamos (cuadro 109).

La pluviometría de la zona 9 es de 418 mm y el caudal absoluto de 0.81 m³/sg. Para la C.H.S.E. dichos valores son de 507 mm y 0.82 m³/sg, lo que supone un porcentaje de escorrentía del 10% según los datos de la Confederación y un 12% según los nuestros. La escasa escorrentía media es consecuencia de la penuria de agua que a lo largo de todo el año discurre por las ramblas que recorren la zona (Gualchos, Albuñol, etc). Los meses estivales de Junio y Julio son los que presentan un mayor porcentaje si bien es claro que obedece a la escasez de precipitaciones más que a una abundancia de caudal, como apuntábamos en la introducción de este capítulo, lo que hace que al relacionar, por ejemplo, el caudal de Julio (0.1 m³/sg) con su precipitación (1.1 mm) las cifras se disparen. Hecha, una vez más, esa salvedad, la escorrentía máxima tiene lugar en Mayo (26%) y la mínima en Octubre (5.9%). En la comparación de la pluviometría y del caudal vemos, en primer lugar que la escasa diferencia en las precipitaciones de los tres primeros meses del año supone un mismo coeficiente de caudal; en segundo lugar, el máximo de precipitación (Diciembre) no se corresponde con el de mayor nivel del agua (Abril). No obstante la diferencia no es grande y se debe a que, una vez que el nivel de la escorrentía alcanza la media anual (en este caso en Noviembre), las precipitaciones de los meses sucesivos, si son similares ó superiores y no son superadas por la evaporación, aumentan el caudal de los mismos; en tercer lugar, la evidente sequía veraniega se prolonga hasta el otoño en lo que al caudal se

refiere pues, entre los meses de Septiembre y Octubre las precipitaciones se triplican mientras que el caudal apenas si se duplica y ello es debido a la evaporación. En este sentido hay que tener en cuenta que en la zona 9 dicho factor es el responsable principal de la escasez de escorrentía. Si nos fijamos en la ficha climática de Salobreña, la evapotranspiración real supone el 85% del total de precipitación lo cual nos da idea del valor que aquella puede tener en nuestra zona.

La frecuencia e intensidad de la precipitación nos revelan que es un área en la que llueve una media de apenas 40 días al año con una intensidad media del 9.7 que es superada entre los meses que van desde Septiembre hasta Febrero alcanzando su máximo en Diciembre (12.4). Aquí, como señala RODRIGUEZ MARTINEZ (1977) para otros sectores de la Cuenca Sur, ocurre que la escasez de lluvias del verano y su baja frecuencia enmascaran el carácter tormentoso de las mismas que sabemos tienen en ésta zona.

Por último, hemos de señalar que los años más y menos caudalosos y los de mayor y menor precipitación no tiene sentido compararlos en este caso puesto que tanto precipitaciones como caudales han sido calculados a través de distintas estaciones y en cada una de ellas las fechas difieren. Sólo señalaremos que en la serie de caudal elaborada por la Confederación, el año más abundante fue 1969 con 54.22 Hm³ en total y el más escaso 1953 con una aportación de 11.4 Hm³. Y, en lo que a la pluviometría se refiere los años más lluviosos fueron: 1947 en Faro Sacratif (602,5 mm), 1969 en El Pozuelo (689.2 mm) y 1973 en Albuñol (933.1 mm) y los años secos: 1953 en Faro Sacratif (186.6 mm), 1950 en Albuñol (232 mm) y 1974 en el Pozuelo (134.5 mm). Ellos suponen respectivamente unos índices de variabilidad de 3.2 en el Faro Sacratif, 4 en Albuñol y 5.1 en El Pozuelo.

- La cuenca del río Adra cuenta con distintas estaciones foronómicas y pluviométricas pero, como en tantas otras ocasiones unas y otras no son las mismas. Por ello para establecer la comparación entre caudal y precipitación vamos a estudiar las lluvias de la estación de Benina y la serie de aportaciones naturales calculada para el embalse del mismo nombre por la C.H.S.E., basándose en el caudal del río Ugijar en la estación E-5 Las Tosquillas. Los datos de caudal así como los pluviométricos pertenecen al periodo 1946-75. Desde el punto de vista térmico, no tenemos datos de Beninar y las estaciones cercanas (Adra, Berja) tienen una situación que difiere bastante de aquella bien por su proximidad al mar, bien por su orientación por lo que sus datos no son de aplicación a nuestro caso.

La superficie abarcada por el embalse de Beninar es de 521 Km² de los 746 Km² que tiene la cuenca en su conjunto. La pluviometría de la zona es de 322.5 mm de media al año y el módulo es de 2.13 m³/sg (cuadro 112), siendo su escorrentía del 40.1%. En el año, los meses cuyo coeficiente de caudal es superior a la media anual son los que soportan mayores porcentajes de escorrentía, los cuales oscilan entre el 77.5% de Mayo y el 30.8% de Noviembre. Es una cuenca similar a la de la zona 9 en la que las precipitaciones desde Noviembre a Abril van creando una reserva, una vez saturado el suelo que permite que en los meses de Mayo y Junio, con precipitaciones bastante inferiores se mida dicha reserva. A partir del mes de Mayo hay un déficit que llega hasta Octubre, aunque por lo indicado anteriormente, es real de Junio a Octubre. Esta distribución de la escorrentía se aprecia en la curva de coeficientes de caudal (figura 93), pues de Enero a Mayo se supera el caudal medio anual que alcanza su máximo coeficiente en Abril y después desciende progresivamente hasta Agosto, mes en el que alcanza el mínimo y cuyo estiaje no cesa hasta

Octubre. En la pérdida de agua tanto en el conjunto del año (aproximadamente un 60%) como en sus distintos meses y, aunque no tenemos datos térmicos de la zona, nos inclinamos a creer que la mayor parte se debe a la evaporación más que a la capacidad de retención del agua.

No obstante hay que tener en cuenta que el área recorrida por el río Grande de Adra hasta Benínar atraviesa entre las sierras de Contraviesa y Gádor terrenos de suelos pardo-calizos sobre un material consolidado que presentan una buena penetrabilidad para el agua, que variará en función de la pureza de las calizas (Mapa de Suelos de España E:1/1000.000). Por otra parte hay que tener en cuenta que Benínar está a 313 m sobre el nivel del mar y su embalse a 265 m y que, desde los 950 m de altitud, hasta la parte más alta de la cuenca en Sierra Nevada a unos 2.700 m (según VEGA DE PEDRO, R. y GARCIA ROSSELL, L., 1977) se delimita un dominio climático húmedo, mientras que a partir de los 950 m hacia el mar el ámbito climático es semiárido, y ésta sequía aumenta con el descenso en altura. Por ello, no es de extrañar que si en Benínar, el porcentaje de escorrentía es de 40%, la C.H.S.E. haya calculado un valor del 21% para el conjunto de la cuenca.

En el cuadro 113 hemos recorrido la frecuencia e intensidad de las precipitaciones que alcanzan un valor anual respectivamente de tan sólo 27.2 días y un índice de 11.8. Este último se supera en cuatro meses: los tres últimos del año y, sobre todo en Agosto que es de 19 ya que su frecuencia es de tan sólo 0.3. El carácter torrencial de la precipitación de dicho mes, es también aplicable al de Julio pues aunque su intensidad es similar a la media, hay que considerar que su precipitación, aunque muy escasa, cae en un periodo de tiempo brevísimo.

Las fechas de los años más caudalosos y más lluviosos y de los de menos agua de escorrentía y de lluvia fueron respectivamente 1960 con 504.9 mm de precipitación y 1963 con

132.38 Hm³ de aportación y 1966 con 134 mm y 1953 con 27.84 Hm³. El coeficiente de variabilidad de la precipitación es de 3.7.

— El área de la que a continuación, siguiendo hacia el E de la Cuenca Sur, tenemos datos para establecer una relación entre su caudal y su pluviometría es la número 11 que comprende los ríos y ramblas situados entre las cuencas de los ríos Adra y Andarax. Como ya vimos en el apartado correspondiente, esta zona no tiene estaciones de aforos por lo que su caudal sólo se conoce a través de una serie calculada por la C.H.S.E. para el periodo 1945-46 a 1975-76. Para comprobar los datos de la misma con el clima de la zona contamos con los datos pluviométricos del periodo 1946-1975 de las estaciones de Balerna, Dalías, El Ejido y La Mojonera. Con ellos hemos elaborado una serie conjunta que, como en los demás casos en que nos hemos visto obligados a realizarla, sólo tiene un valor aproximativo lo mismo que sucede con la serie antes citada de aportaciones naturales de la zona. Por lo demás, aunque no sea todo lo real que debiera nos hubiera gustado contar con datos de al menos un par de estaciones pluviométricas de la parte alta de la zona (Felix, Enix, por ejemplo) que hubieran completado la serie elaborada, pero ello no ha sido posible al no acceder a facilitárnoslos en la C.H.S.E. De la serie de aportaciones hemos extraído los datos para el periodo 1946-75 que aparecen recogidos en el cuadro 114 y en la figura 94. En la misma también hemos realizado la curva de precipitaciones de la serie elaborada por nosotros cuyas cifras están en el cuadro antes citado así como en el cuadro 115.

La C.H.S.E. estima para la zona 11 un total de 356 mm de precipitación anual, un caudal de 18 Hm³ de aportación media al año y un porcentaje de escorrentía del 7%. Nuestros datos reflejan una media de 291.8 mm de precipitación al año, 18.2 Hm³ de aportación anual media y 8.5% de escorrentía. La diferencia, como vemos no es importante. Dentro del año las aguas siguen un

ritmo paralelo en cuanto que los periodos de más caudal son también los de mayores precipitaciones y la sequía veraniega se acusa tanto en uno como en las otras. Dentro del año los porcentajes de escorrentía oscilan entre el 4.1% de Agosto y el 25% de Junio y Julio. Estos dos últimos, sobre todo el de Julio, no significan, como explicamos en la introducción de este apartado, que sean los meses en que los cauces lleven más agua, todo lo contrario; lo que ocurre es que al existir una muy escasa si no nula precipitación, la relación que se establece entre ésta y el caudal eleva los porcentajes de escorrentía y permite un nivel de las aguas de los ríos por encima de la media anual entre Noviembre y Mayo teniendo estos meses tan sólo un 6.3 y 15.7% de escorrentía y 1 y 1.2 de coeficientes de caudal respectivamente. Al no tener en la zona datos térmicos no podemos evaluar la evaporación. No obstante por el ritmo de las aguas de escorrentía podemos observar que existe una sequía de Junio a Octubre, y que, como ocurre también en las zonas 10 y 9, en Noviembre se inicia una reserva que dura incluso hasta Mayo y permite que los coeficientes de caudal superen la media del año. Por lo demás, la evaporación debe ser muy fuerte pues si observamos las fichas climáticas de Berja y Almería (cuadros 116 y 117) situadas fuera de esta zona en sus extremos occidental y oriental respectivamente asistimos al tránsito de un clima semiárido (Berja) en el que la evapotranspiración real es del 100% de la precipitación a un clima árido (Almería) cuya evaporación es casi el triple de la precipitación. Por tanto dentro de la zona 11, cuanto más nos desplazamos hacia el E mayor es la evaporación reinante.

La frecuencia de las precipitaciones alcanza un valor de apenas 27 días al año con un máximo en Diciembre (3.7) que es el mes de mayores precipitaciones (44.1 mm) y un mínimo en Julio (0.1) que también es el mes de menos precipitación (1.7 mm). La intensidad de las lluvias es de 10.8 al año, índice que se

supera seis meses al año y que oscila entre 5.4 en Junio y 17 en Julio, lo que denota el carácter tormentoso de éste último mes. Los coeficientes de variabilidad oscilan entre 3.4 en Dalías y 5.8 en la Mojonera, siendo de 4.8 en Balerna y El Ejido. Por su parte, los años más húmedos fueron: 1969 para Balerna (552 mm) y Dalías (658.9 mm), 1951 en la Mojonera (444 mm) y 1963 en El Ejido (542 mm); los años más secos correspondieron a 1974 en Dalías (195 mm) y 1953 en Balerna (115.6 mm), El Ejido (113 mm) y La Mojonera (76 mm).

En el caudal, el año más abundante fue 1963 con 61.1 Hm³ de aportación anual y el más escaso 1953 con 2.19 Hm³.

La cuenca del río **Andarax** constituye la zona 12 de la división establecida por la C.H.S.E. para la Cuenca Sur. Cuenta con diferentes estaciones térmicas y pluviométricas que no siempre coinciden con las foronómicas de tal manera que para relacionar su caudal con los elementos del clima los datos disponibles se reducen a una serie de precipitaciones del periodo 1946-1970 de Canjáyar donde el Andarax tiene también una estación de medida de caudal y con una serie hidrológica más larga 1945-46 a 1975-76 de la que podemos extraer los años 1946 a 1970. Los datos los hemos recogido en los cuadros 118 y 119 así como en la figura 95.

La escorrentía de la zona ha sido estimada por la C.H.S.E. en un 8%, teniendo en cuenta que se trata de un área de 2187.6 Km² con una precipitación media anual de 365 mm y una aportación natural de 65 Hm³ al año. En cuanto al Andarax en el área de su cabecera recibe una precipitación media de 457 mm al año, un caudal de 20.5 Hm³ de aportación media anual en una extensión de 283 Km² que es la aforada por la estación de Canjáyar. Ello supone una escorrentía media anual del 15.8%. En el año, la escasez de precipitaciones del verano eleva los porcentajes de Julio y Agosto de forma exagerada como ya hemos venido apuntando con anterioridad. Así en Julio se da un 272% de escorrentía y en

Agosto un 110.2%. El mínimo porcentaje es el de Noviembre (7.9%) seguido de Octubre y Abril ambos con un 4.9%. En el caso de Abril llama la atención como siempre que, siendo el mes en el que se recoge el mayor volumen de lluvias del año (86 mm) que se refleja tanto en la curva de precipitaciones como en la de caudal, su escorrentía alcance un valor tan bajo. En Mayo y Junio por su parte los porcentajes se elevan siendo del 35.6 y 62% respectivamente.

En definitiva si la curva de coeficientes de caudal se corresponde con la de precipitaciones en cuanto que en ambas observamos el pico de Abril (en caudales de Abril-Mayo), el descenso de Marzo y del verano y, el pico de Noviembre, no se corresponden en lo referente a la distribución del volumen de precipitación-volumen de caudal ni, por tanto al porcentaje de escorrentía. Mientras el régimen de precipitaciones es bastante irregular dentro de cada estación sobre todo en primavera, el régimen fluvial presenta una gran regularidad todo el año. Entre el mes más y menos lluvioso hay una diferencia de 84 mm de precipitación y entre el más y menos caudaloso tan sólo 0.3 m³/sg, además, dichos meses de mayor y menor volumen de lluvia no coinciden con los de máximo y mínimo caudal, y, por último, la escasez de precipitaciones estivales no se corresponde con el relativo alto nivel de las aguas del río en tal estación. Como no tenemos los datos térmicos de la estación no podemos calcular la evaporación, sin embargo lo que sí está claro es que la regularidad del nivel del agua que tan sólo alcanza un cociente de 2 entre el módulo del mes más caudaloso y el del menos no responde a la irregularidad que presentan las precipitaciones. Está claro pues que además de la evaporación, el porcentaje de escorrentía tanto anual como su distribución dentro del año obedece a otro factor -que ya apuntábamos al estudiar los elementos del régimen- y que no es sino la importancia del acuífero de la Sierra de Gádor, lo que unido a la precipitación

en forma de nieve de parte del invierno, y la amplia cuenca de recepción del Andarax hacen que el agua de precipitación se infiltre en gran medida y sea la sierra la que dirija y regule la esorrentía que a finales de la primavera además se ve incrementada por las aguas de fusión.

La frecuencia e intensidad de las precipitaciones en Canjáyar alcanzan unos valores medios anuales de 55 días la primera y un índice de 8.3 la segunda. Esta se supera 5 meses al año: Septiembre, Octubre, Noviembre, Enero y Abril, siendo este último el que presenta un mayor número de días de precipitación (8). Los años más y menos lluviosos del período fueron los de 1961-62 con 775 mm y 1952-53 con 276 mm lo que supone un índice de variabilidad del 2.8. El año hidrológico de mayor caudal fue también 1961-62 con 38.39 Hm³ de aportación media y el de menor 1949-50 con 10.5 Hm³, si bien 1952-53 tuvo un caudal similar: 10.6 Hm³.

- La zona constituida por los ríos y las ramblas que existen entre las cuencas de los ríos Andarax y Almanzora no cuenta con estaciones de aforo por lo que su caudal, como vimos, se conoce por deducción. Por ello la comparación con la meteorología de la zona hemos de hacerla a través de los datos que nos proporcionan diferentes observatorios de la misma como son los de Lubrín, Lucainena de las Torres, Mesa Roldán, Níjar, S. José, Sorbas y Uleila del Campo. De todos ellos tenemos observaciones del período 1946-1975 de precipitaciones y también contamos con la serie de caudales de las mismas fechas. Además existen las fichas climáticas de Níjar y Lubrín elaboradas J. FRONTANA (1979).

En los cuadros 120 y 121 recogemos los resultados obtenidos referentes al caudal y a las precipitaciones, así como en la figura 96. Los cuadros 122 y 123 son las fichas climáticas antes citadas. De la observación de las curvas de precipitación y caudal se desprende una correspondencia general entre ambas

sobresaliendo el máximo de Abril y el pico secundario de Octubre. Por otro lado, el descenso de las precipitaciones de Mayo respecto a Abril es menor en el caudal y el mínimo de precipitaciones que es en Julio se desplaza a Agosto en la escorrentía; por último, el aumento de precipitación entre Noviembre y Diciembre es tan pequeño que en los coeficientes de caudal no se aprecia. Las diferencias entre el caudal y la lluvia de Abril y Mayo que acabamos de apuntar se deben, creemos, a que en el conjunto de la zona la precipitación de Mayo, siendo menor, se ve influenciada por la reserva, al contrario de lo que ocurre en Julio y Agosto donde los desajustes entre precipitaciones y caudal se deben a que en Agosto habiendo más precipitación y caudal que en Julio hay una mayor evapotranspiración potencial. Así, el ritmo fluvial de la zona responde al que refleja la ficha climática de Lubrín donde aparece una reserva en los meses de Octubre a Mayo, los mismos cuyo coeficiente de caudal es superior a la media anual.

El porcentaje de la escorrentía de la zona es del 5.4% según nuestros cálculos, puesto que el módulo es de $1.05 \text{ m}^3/\text{sg}$, la superficie de la zona 2055 Km^2 y la precipitación media anual 297.8 mm . La C.H.S.E. ha calculado para la misma zona una escorrentía del 5.2% de las precipitaciones (cuadro 89). La relación entre la lluvia y el caudal dentro del año alcanza también valores muy pequeños siendo el menor en Septiembre con un 3.5% que va aumentando poco a poco hasta Junio con un 11.8%. A pesar de que hasta aquí hemos intentado ver qué cantidad de agua recibe la zona 13 en el conjunto del año y en cada mes y qué cantidad de la misma escurre en relación con dicha cantidad precipitada, hay que tener en cuenta que el caudal superficial de la zona es nulo ya que según datos del M.O.P.U. (1983), la C.H.S.E. ha calculado que en la zona 13 el aprovechamiento del agua se hace por bombeo del acuífero de Ballabona cuyo caudal es de 30 Hm^3 al año, prácticamente el mismo de la zona (33.1 Hm^3),

lo cual quiere decir que casi la totalidad de la precipitación se infiltra. De tal manera que podemos hacernos una idea de la situación hídrica de la cuenca pues de apenas 300 mm de precipitación anual, sólo se puede medir un 5% que es además el que corresponde al agua que se infiltra. Tengamos en cuenta que, según vemos en los cuadros 122 y 123, en Lubrín el valor de la ETP (evapotranspiración potencial) duplica al de las precipitaciones y en Níjar lo triplica, siendo las lluvias consumidas totalmente en la ETR (evapotranspiración real).

En cuanto a la frecuencia e intensidad de las precipitaciones (cuadro 121) vemos que apenas llueve un mes al año distribuido uniformemente entre Octubre (3.1 días) y Abril (3.8 días), frecuencia que desciende hasta Julio en que tan sólo es de 0.1 días al año. La intensidad media es de 10, índice que tan sólo se supera en Octubre (13.2) y Abril (11.9).

La irregularidad de las precipitaciones es grande dentro de esta zona como ponen de manifiesto los índices de variabilidad de las distintas estaciones estudiadas; así, mientras en S. José sólo alcanza un valor de 2.9, en Mesa Roldán es de 11.9 siendo el del resto de las estaciones: 4.4 en Lucainena de las Torres, 6.7 en Lubrín, 6.9 en Uleila del Campo, 7.2 en Sorbas y 7.9 en Níjar. Los años más lluviosos fueron 1946 en Uleila del Campo (511 mm), 1969 en S. José (410.1 mm), 1957 en Níjar (538 mm), 1973 en Lubrín (710,4 mm), 1971 en Lucainena de las Torres (537.4 mm) y Mesa Roldán (824.4 mm) y 1953 en Sorbas (593,6 mm). Y los años más secos fueron: 1961 en Lubrín (106.1 mm), Lucainena de las Torres (121.5 mm) y Sorbas (82.5 mm), 1974 en Níjar (68 mm), 1964 en Mesa Roldán (69.2 mm) y 1955 en S. José (143.3 mm) y Uleila del Campo (74 mm).

En la serie de aportaciones, el año más caudaloso fué 1947 con 81.5 Hm³ y el menos caudaloso 1955 con 6.6 Hm³ lo que supone un índice de variabilidad ó irregularidad del caudal de 12.3.

-Terminamos este apartado dedicado a la meteorología hidrologica analizando la relación del caudal y los elementos del clima de la zona 14 correspondiente a la cuenca del río Almanzora. De la misma tenemos las aportaciones de la estación E-73 Sta. Bárbara en el municipio de Huércal-Overa, población más cercana donde también hay una estación pluviométrica que nos va a permitir establecer la relación antes citada. Las series de lluvias y de caudal comprenden ambas los años 1946 a 1975. Los resultados aparecen recogidos en los cuadros 124 y 125 así como en la figura 97.

Como es usual, existe una correspondencia general entre las curvas de caudal y de precipitaciones. Estas suponen un volumen anual medio de 284.3 mm y el caudal un módulo de 1.9 m³/sg. la superficie de la cuenca del Almanzora es de 2611.3 Km² y la abarcada por la estación de aforos es de 1850 Km². Por tanto la escorrentía de la Cuenca hasta donde está instalada la estación de aforos es de 11.3%. Del total de Km² que abarca la cuenca del Almanzora la C.H.S.E. la separa en dos subcuencas, alto y bajo Almanzora cuyas superficies respectivas son 2.135 y 476 Km². La zona de la que nosotros establecemos la relación entre el caudal y la pluviometría es parte de la cuenca del alto Almanzora. Para ésta, la C.H.S.E. ha estimado una escorrentía media anual del 10%, (cuadro 89). Dentro del año los meses de Octubre a Mayo tienen caudal por encima de la media anual. Entre ellos Mayo es el que tiene un mayor porcentaje de escorrentía 20.9% y Octubre el que menos 6.9%. Llama la atención que siendo Octubre el mes de máximas precipitaciones tenga un porcentaje de escorrentía tan bajo y aunque su caudal sea de los más elevados del año, el máximo lo alcance Abril seguido de Mayo, mes éste que tiene casi tres veces menos precipitaciones que Octubre. Como tenemos datos térmicos de Huércal-Overa no podemos evaluar en este punto la evolución de la evaporación. No obstante podemos acercarnos a la realidad de la zona si observamos la ficha climática de Albox

(cuadro 126), si bien hay que tener en cuenta que se trata de una estación situada aguas arriba de la de Sta. Bárbara, y puede haber diferencias. Sin embargo, en Albox el ritmo de las precipitaciones es similar, en general, al de Huércal-Overa, no así su volumen pues es una estación situada además de más alta en el cauce, a una altitud superior en 200 m a la de Huércal-Overa. Observando dicha ficha vemos que la reserva se inicia en Noviembre, se incrementa en Diciembre y de nuevo en Marzo y se utiliza hasta Mayo en que desaparece, por lo que de Junio a Octubre hay un déficit que influye en que en este último mes, habiendo más precipitaciones que en Abril, su caudal sea menor. Además, según la ficha de Albox la ETP es bastante superior a la precipitación por lo que la ETR se ajusta a esta. De tal manera que el Almanzora es un río que presenta con frecuencia estiajes totales. Por otra parte, del volumen de escorrentía restituído en la estación de Sta. Bárbara hay que tener en cuenta que casi la mitad se infiltra en los diferentes acuíferos de la zona según cálculos de la C.H.S.E.

La frecuencia de las precipitaciones es de 35 días al año dentro del cual la máxima tiene lugar en el mes de Diciembre (4.2 días) y la mínima en Julio (0.3 días). La intensidad media anual es de 7.8, índice que se supera en Octubre, Noviembre, Abril y Mayo. En el período estudiado la máxima precipitación fué la de 1948 con un total de 465 mm y la mínima la de 1961 con 126.7 mm de precipitación anual, lo que supone un índice de variabilidad de 3.7. En el caudal el año más abundante fué 1949 con 166.68 Hm³ de aportación natural y el más seco 1961 con 17.49 Hm³ que suponen una irregularidad de 10.4.

PRECIPITACIONES MED. ZONA 1 R. GUADARRANQUE
 Est. Emb. Guadarranque (1966-75)

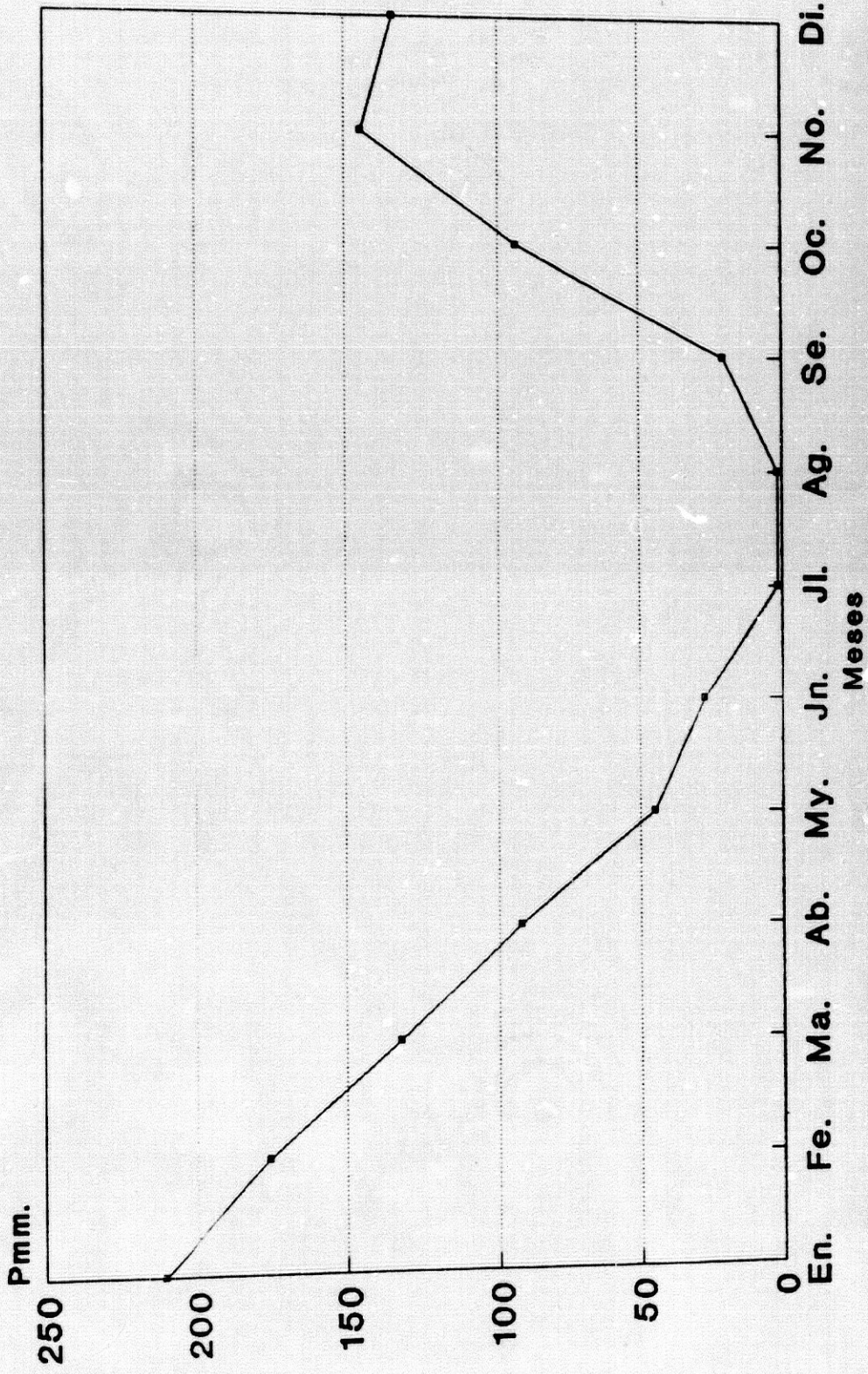


Fig.83 a Fte. C.H.S.E. Elab. Propia

COEFIC.CAUDAL RIO GUADARRANQUE
 Est.Emb.Guadarranque (1966-75)

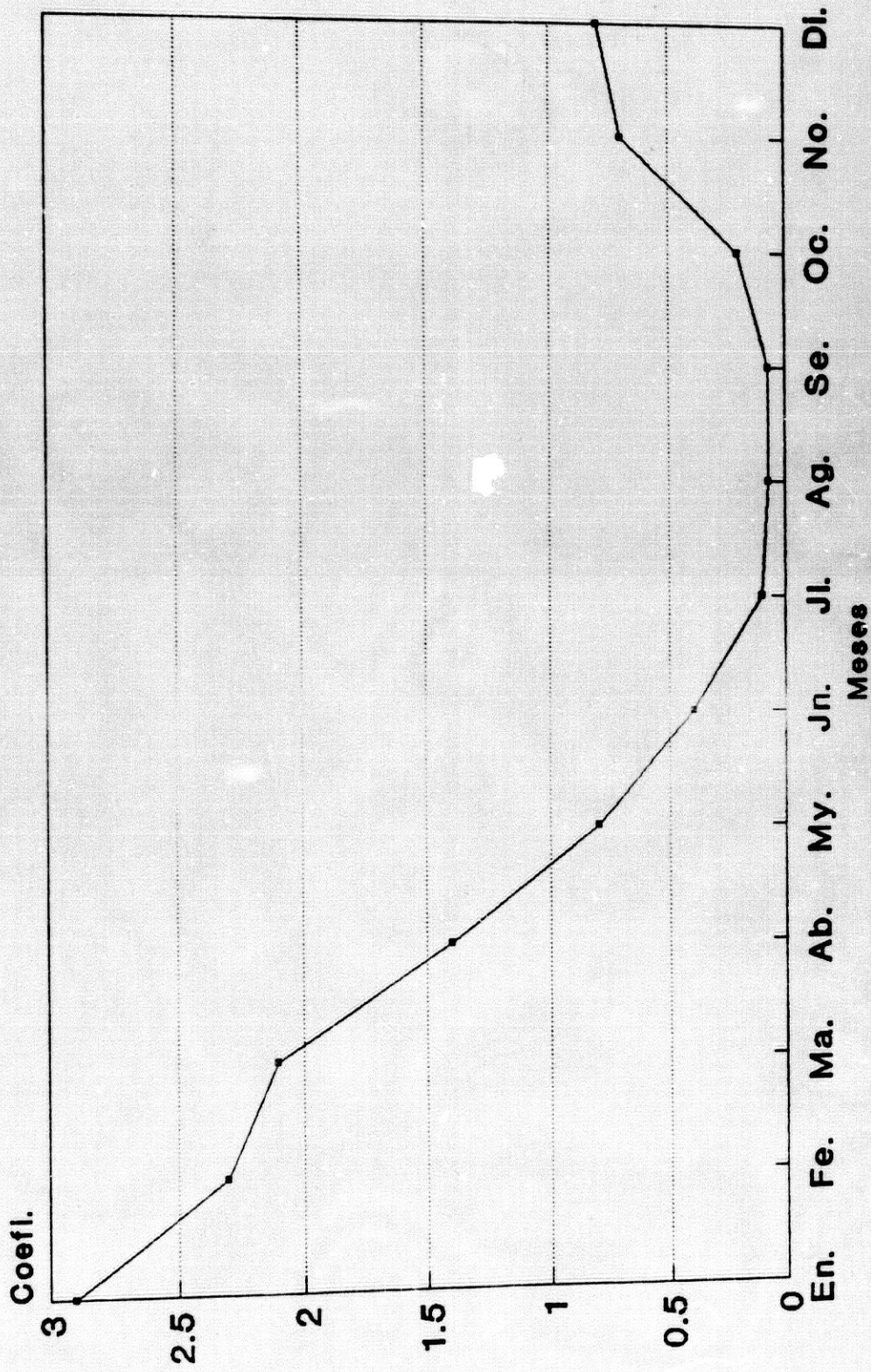


Fig.83 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPITACIONES MEDIAS ZONA2 R.GUADIARO
 Est.C.Corchado (1946-76)

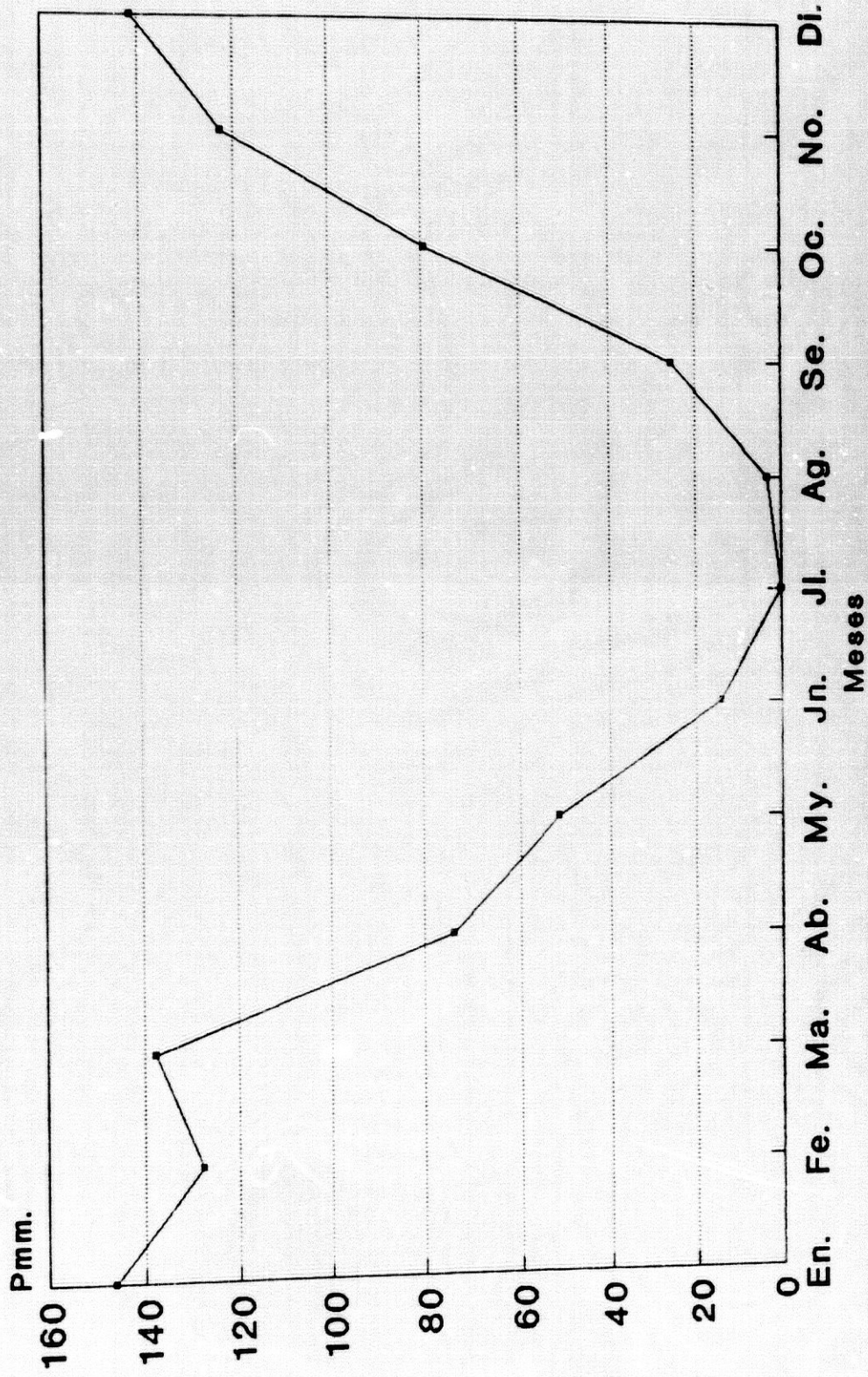


Fig.84 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propia

COEFIC.CAUDAL RIO GUADIARO
 Est. C.Corchado (1946-76)

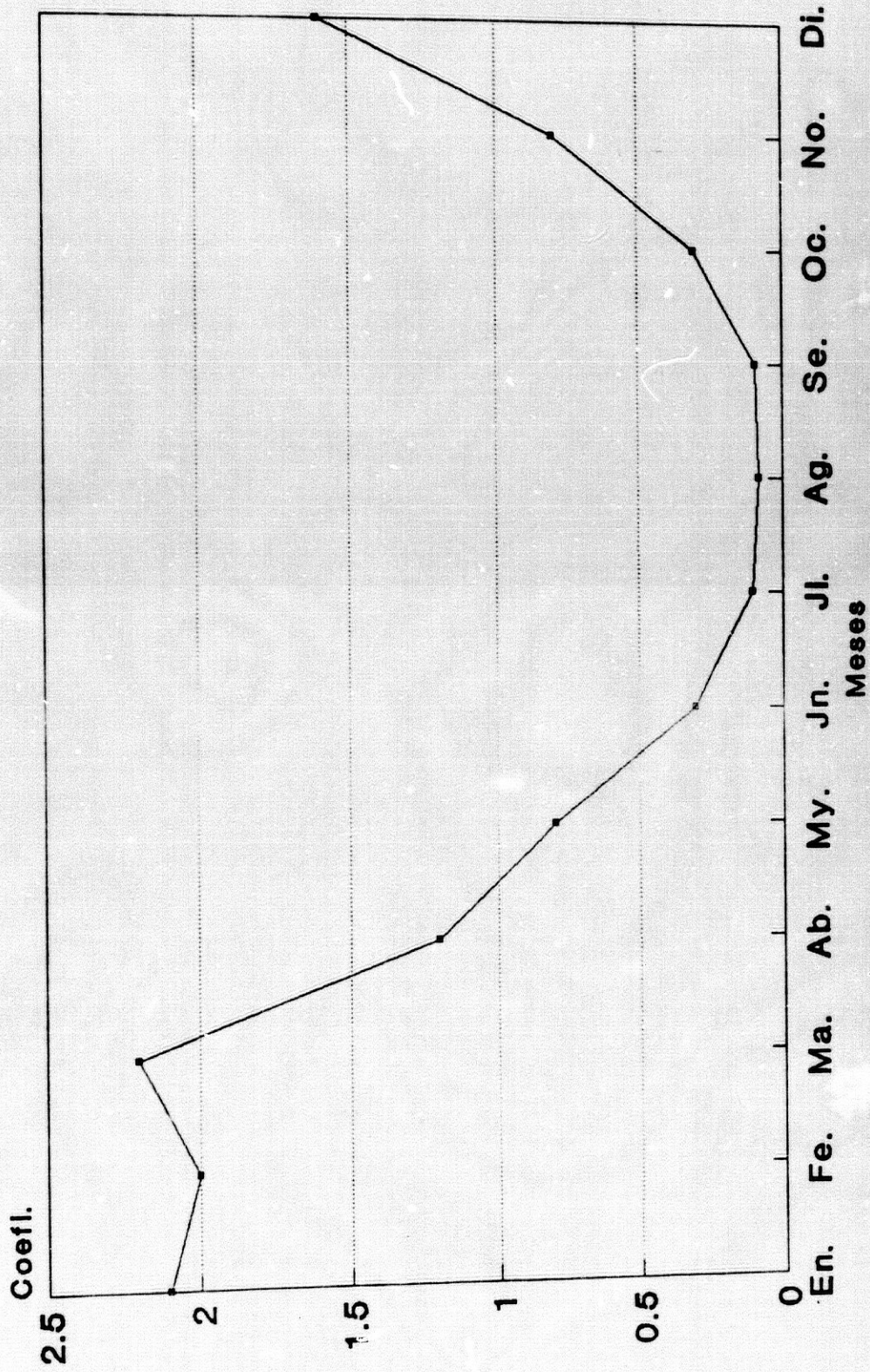


Fig.84 b Fte. C.H.S.E. Elab.Propia

PRECIPITACIONES MEDIAS ZONA 3
(1946-75)

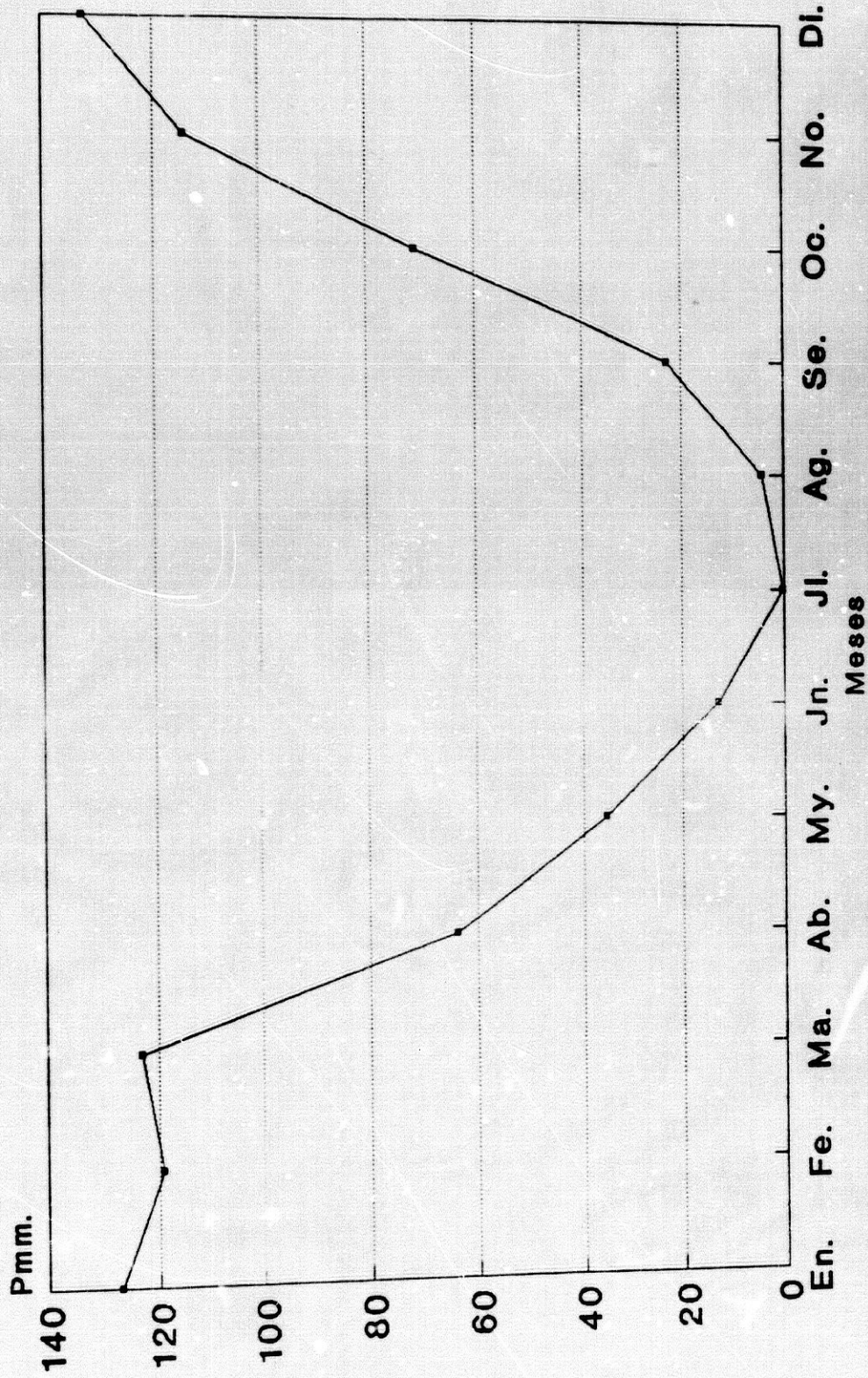


Fig.85 a Fte. C.H.S.E. Elab.Propla

COEFIC.CAUDAL ZONA 3
(1946-75)

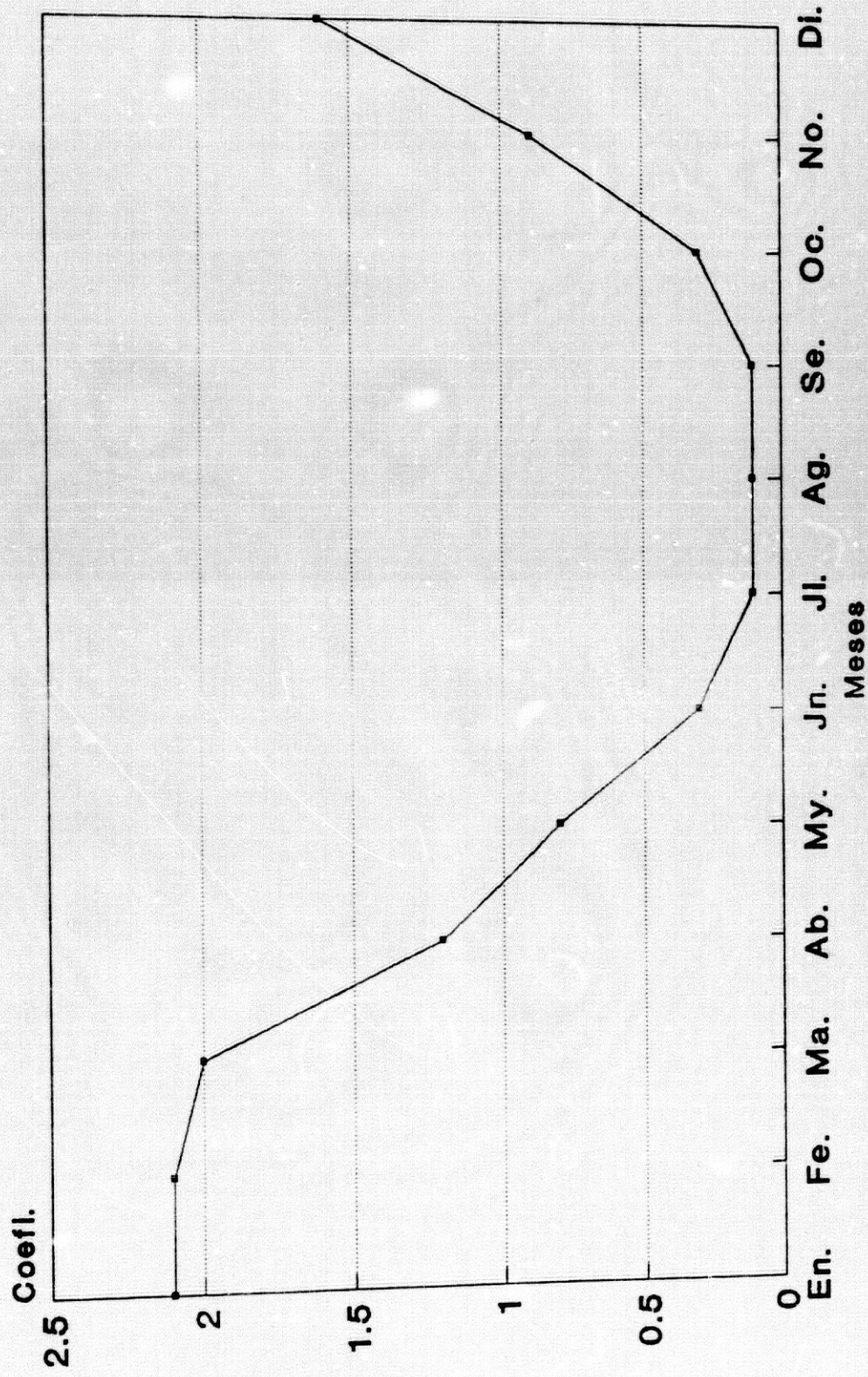


Fig.86 b Fte. C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPITACIONES MED. ZONA 4 R. GUADALHORCE
 Est. Emb. Guadalhorce (1946-74)

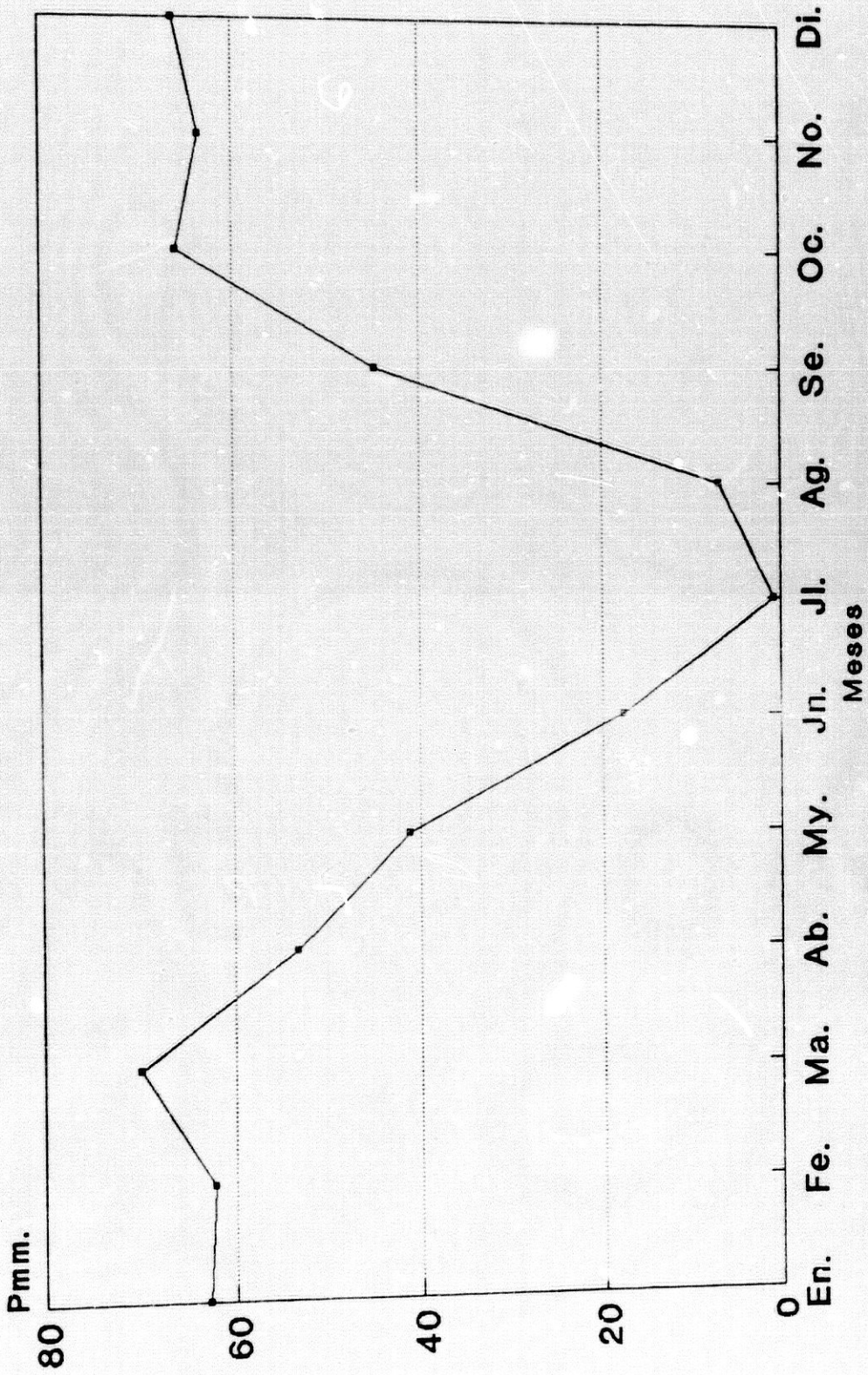


Fig.86 a Fte. C.H.S.E. Elab.Propla

COEFIC.CAUDAL RIO GUADALHORCE
 Est.Emb.Guadalhorce (1946-74)

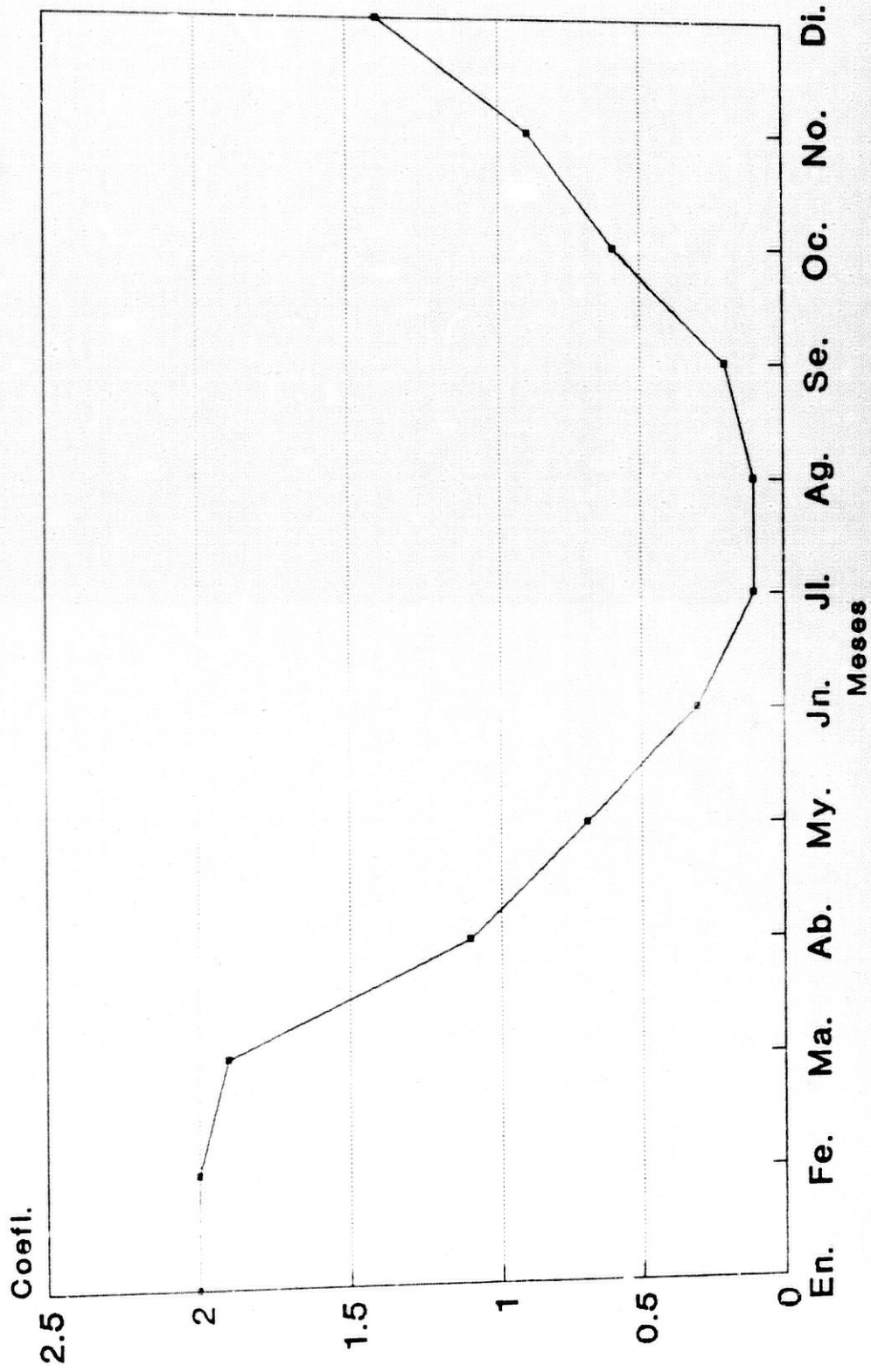


Fig.86 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPITACIONES MED. ZONA 5 R. GUADALMEDINA
 Est. Ptno. del Agujero (1946-76)

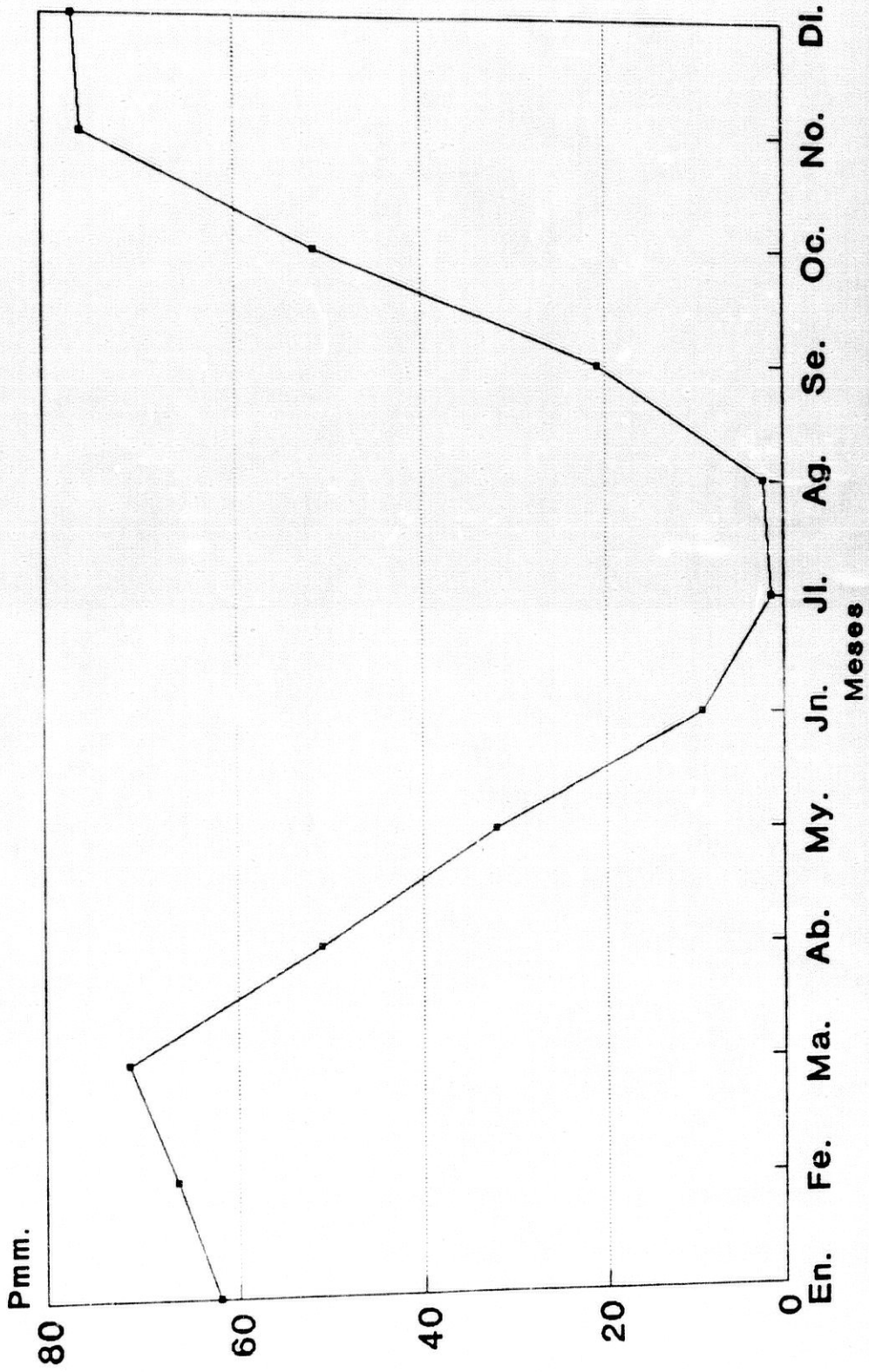


Fig.87 a Fte. C.H.S.E. Elab.Propia

COEFIC.CAUDAL RIO GUADALMEDINA
 Est.Ptno.del Agujero (1946-75)

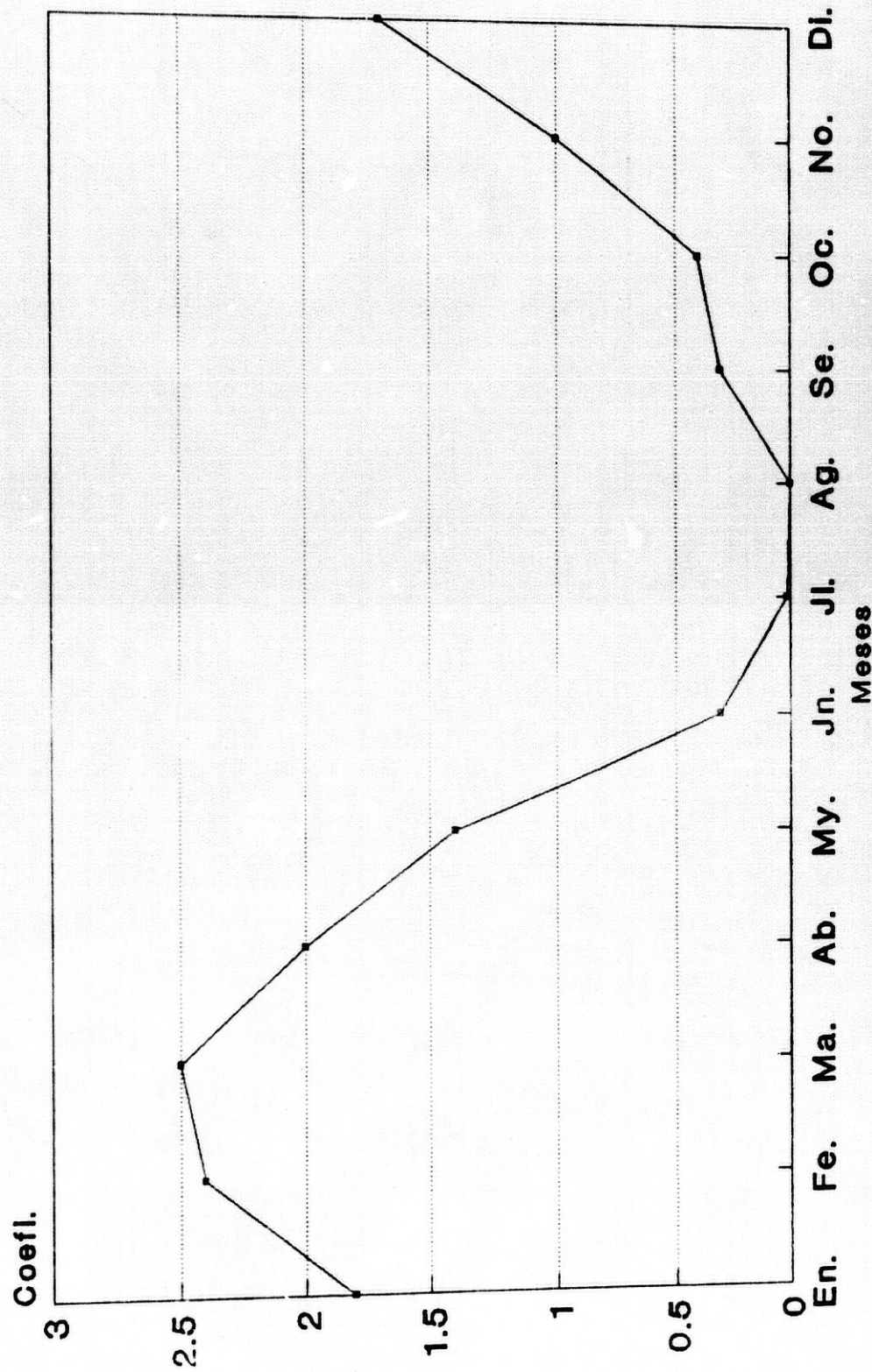


Fig.87 b Fte. C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPIT.MED.ZONA 6 R.SABAR-GUARO-VELEZ
 Est.Cortijo del Monte (1946-75)

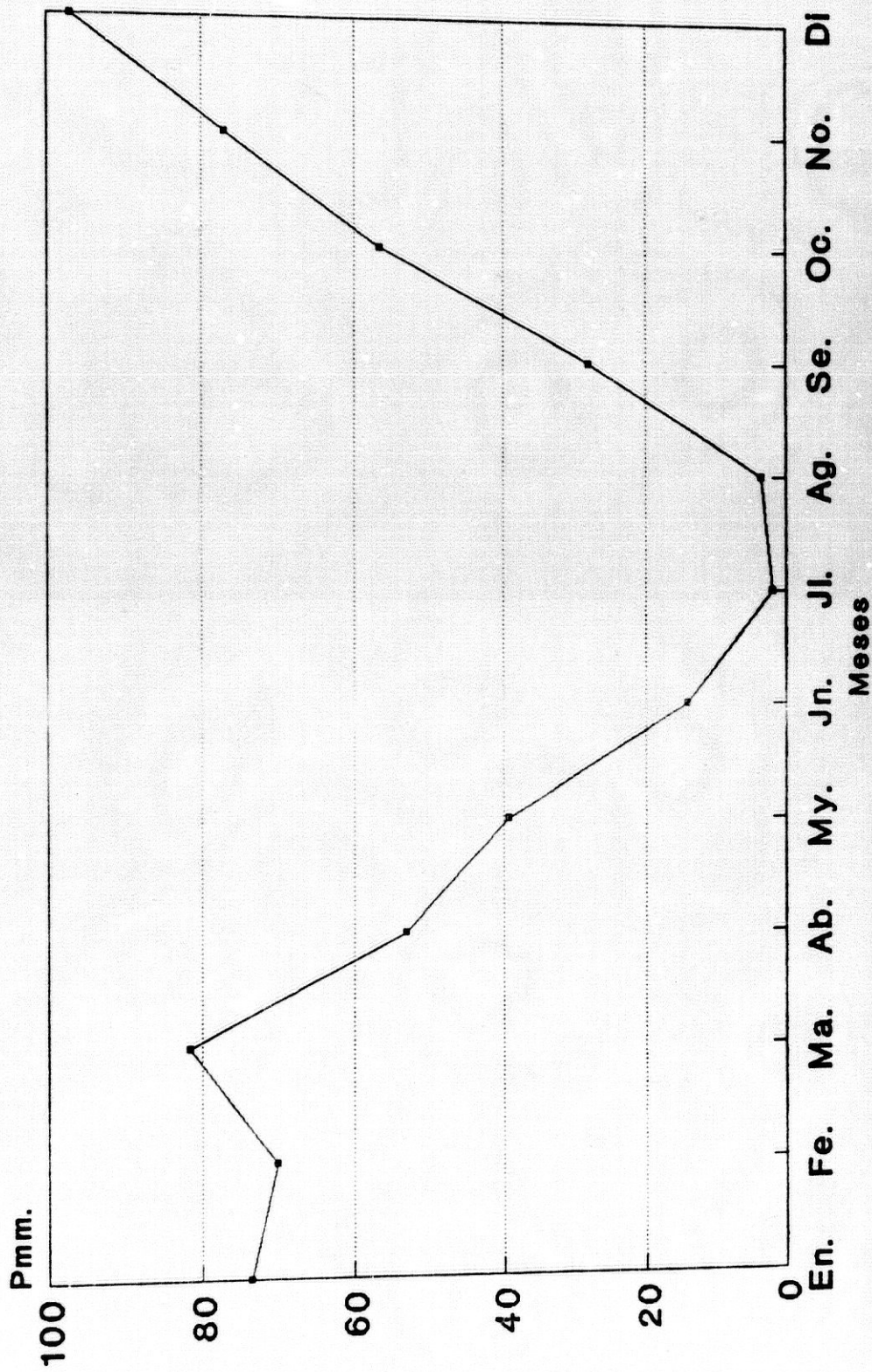


Fig.88 a Fte. C.H.S.E. Elab.Propia

COEFIC.CAUDAL RIO GUARO
 Est.Cortijo del Monte (1946-75)

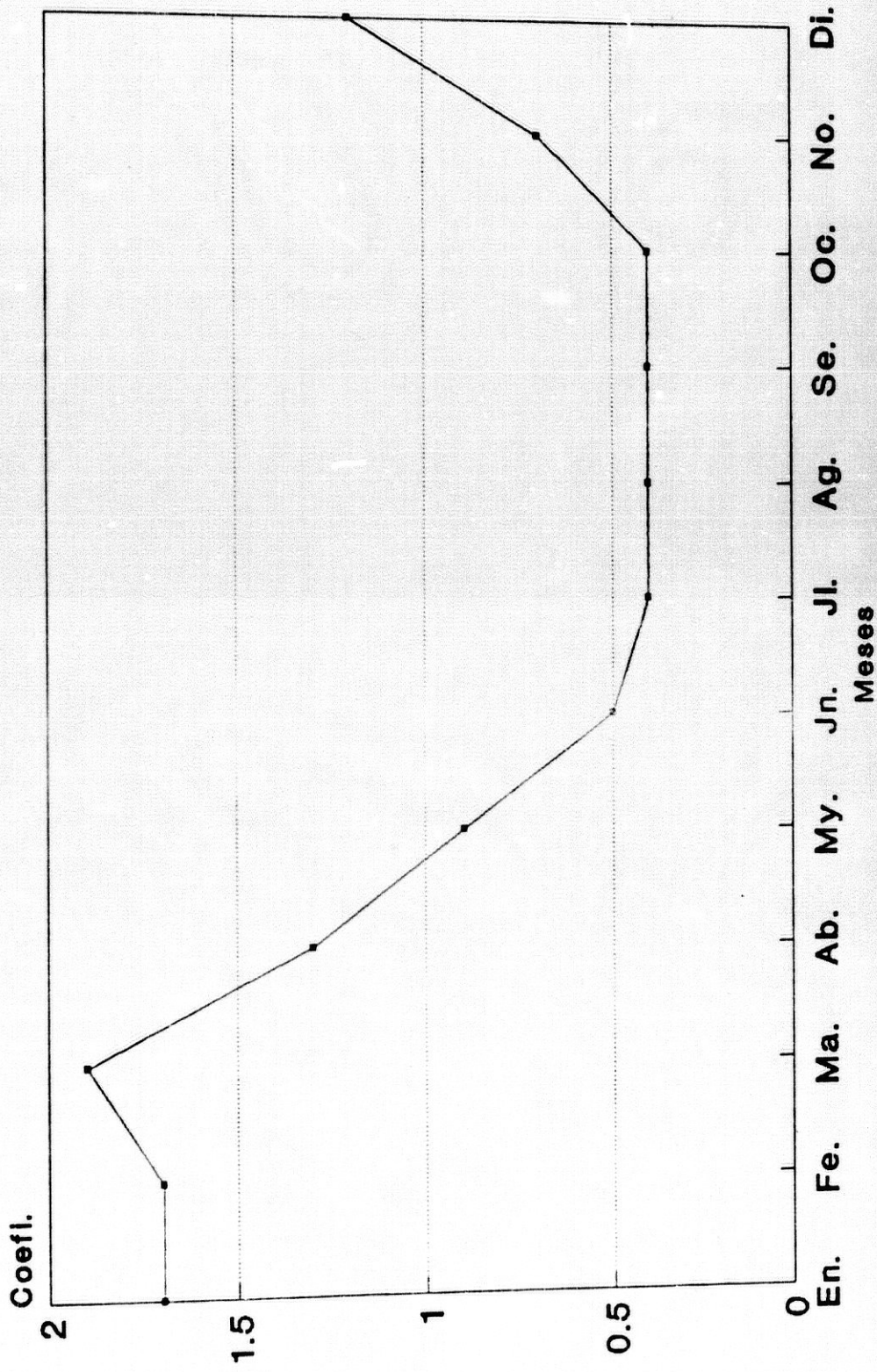


Fig.88 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPITACIONES MED. ZONA 6 R. SALIA
 Est. La Viñuela (1946-76)

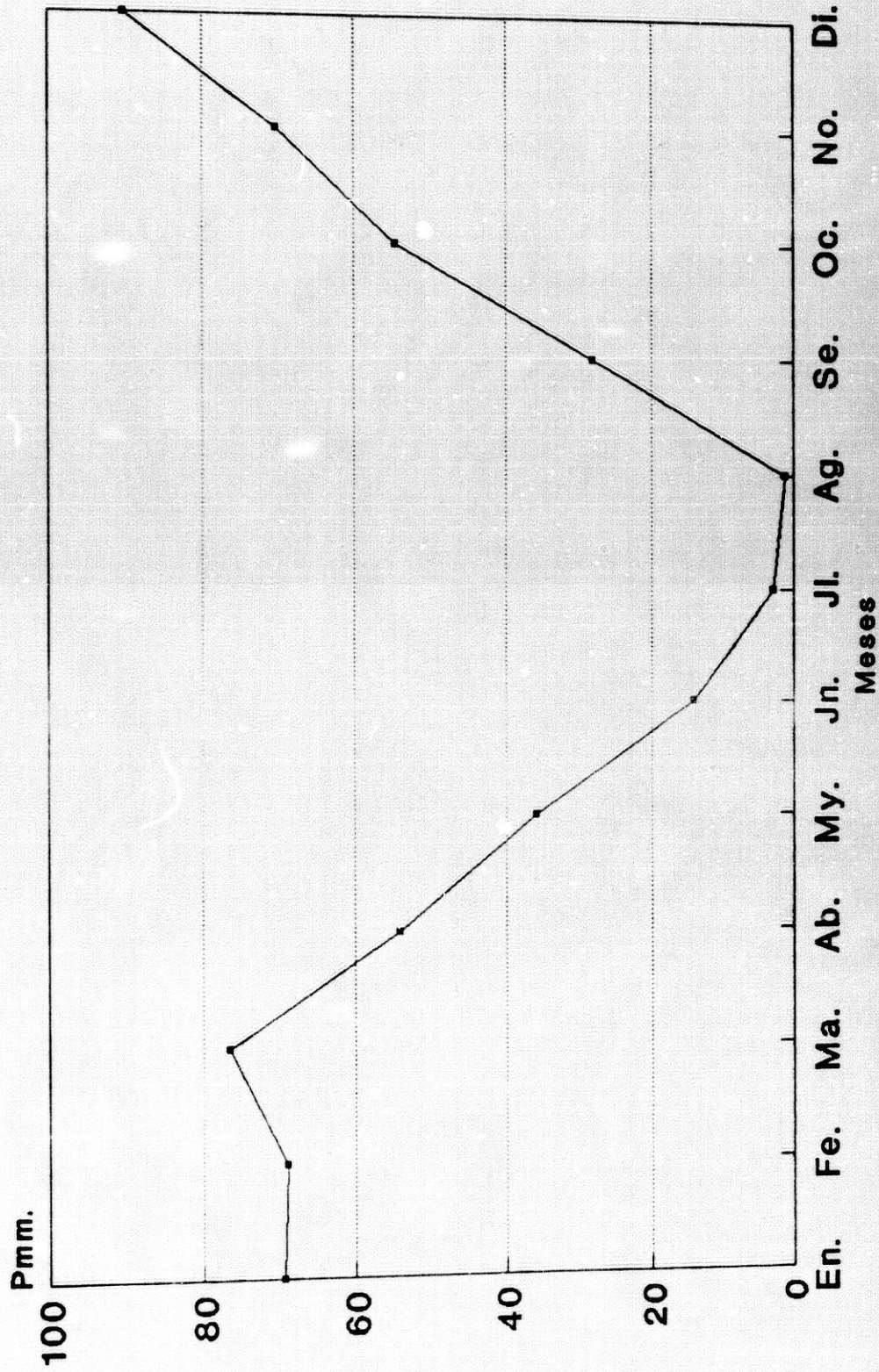


Fig.89 a Fte.C.H.S.E. Elab.Proplia

COEFIC.CAUDAL RIO SALIA
 Est.La Viñuela (1946-76)

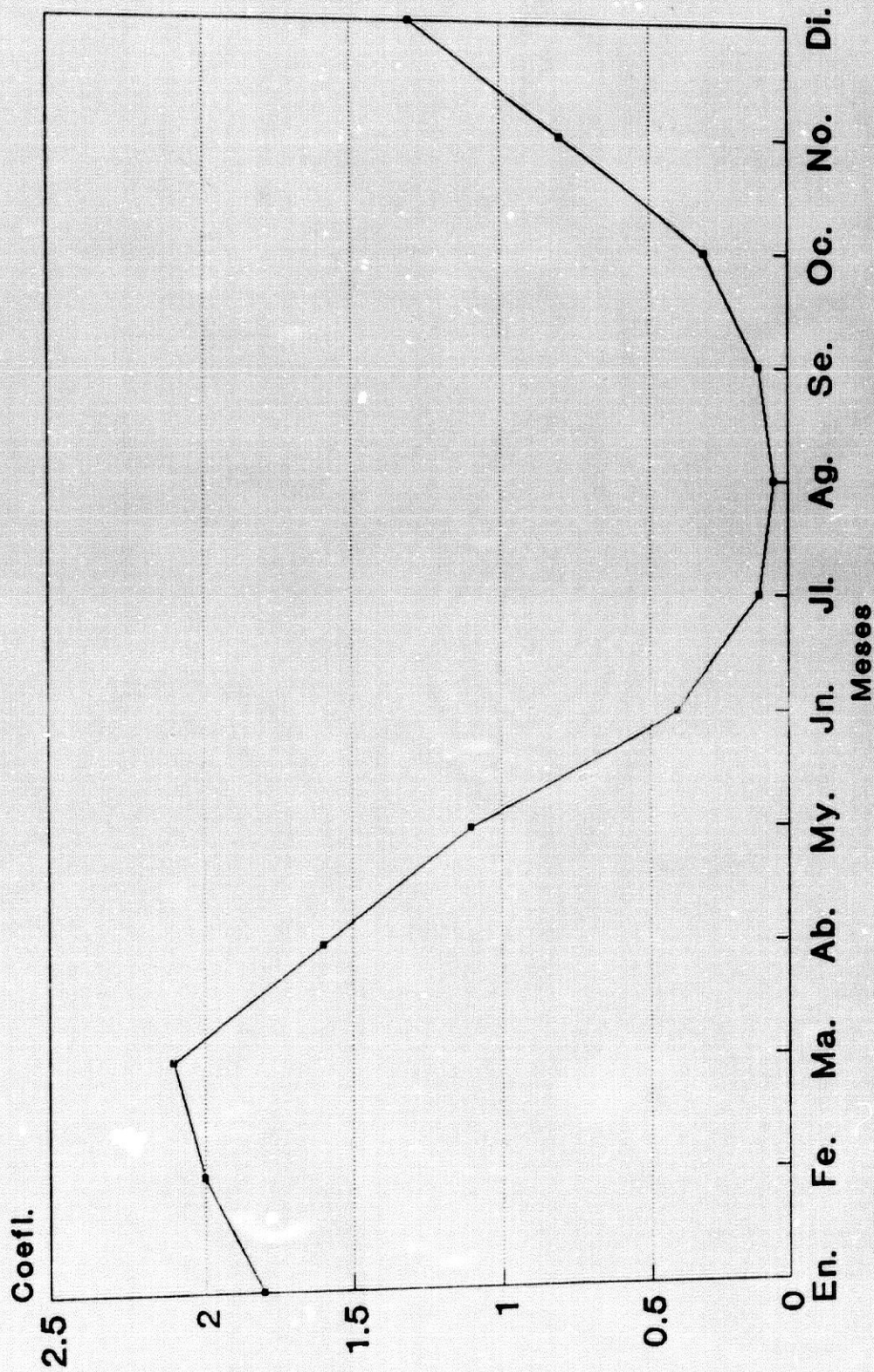


Fig.89 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPIT.MED.ZONA 7 RIO ALGARROBO
 Est.Algarrobo (1946-76)

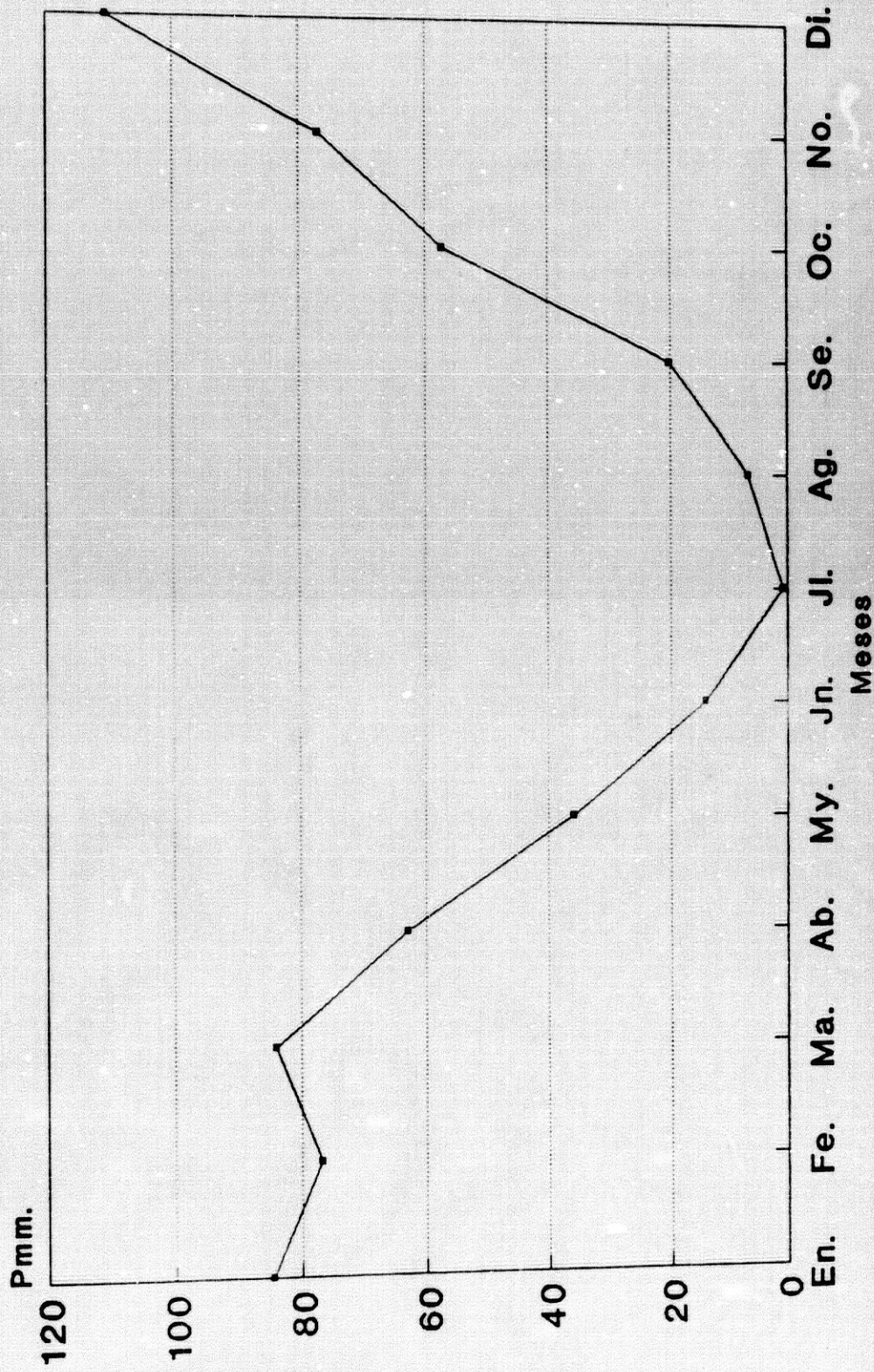


Fig.90 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propia

COEFIC.CAUDAL RIO ALGARROBO
 Est.La Umbrla (1946-76)

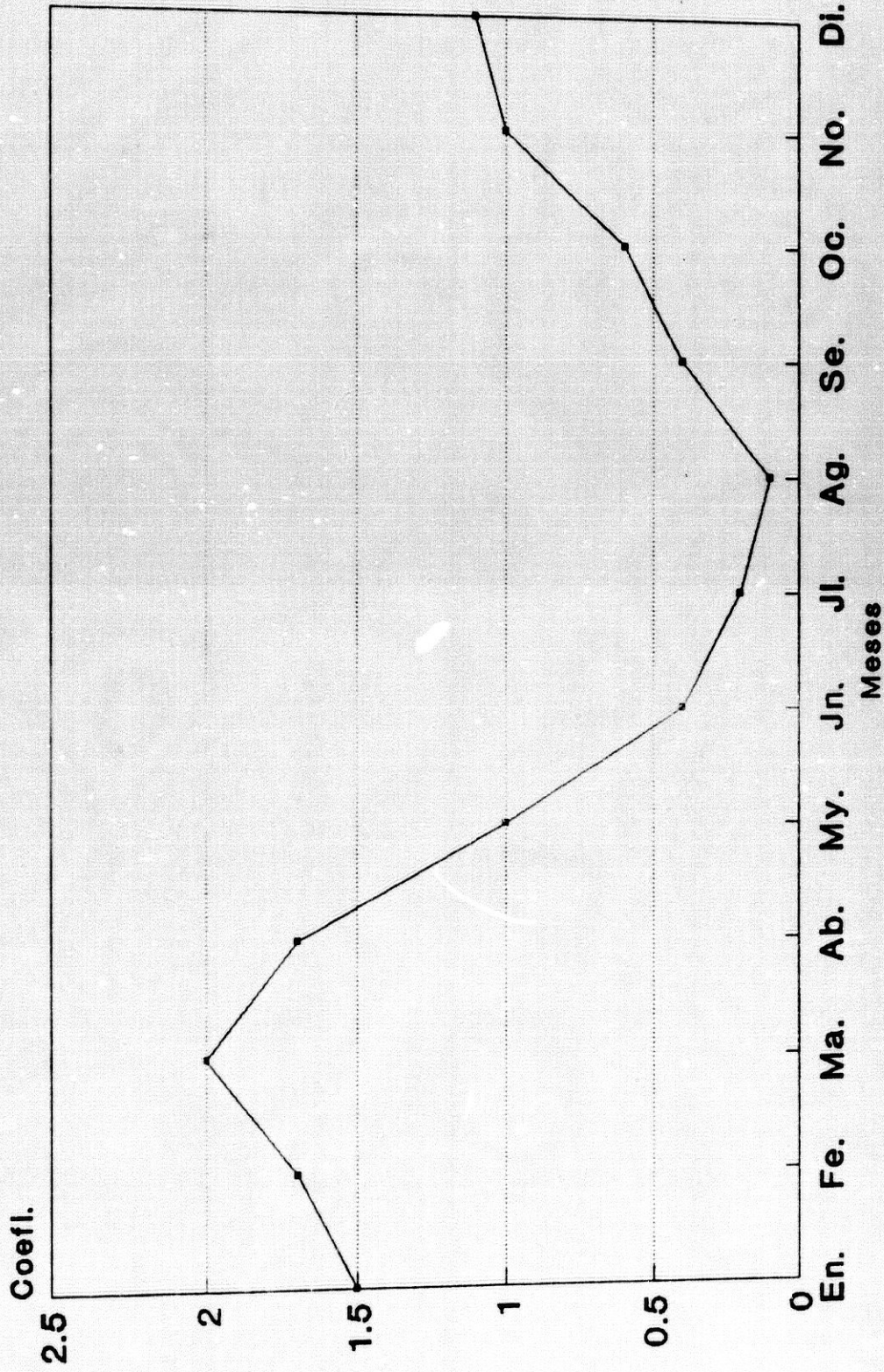


Fig.90 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPI.MED.ZONA 8 R.GUADALFEO
 Est.Salobreña (1946-76)

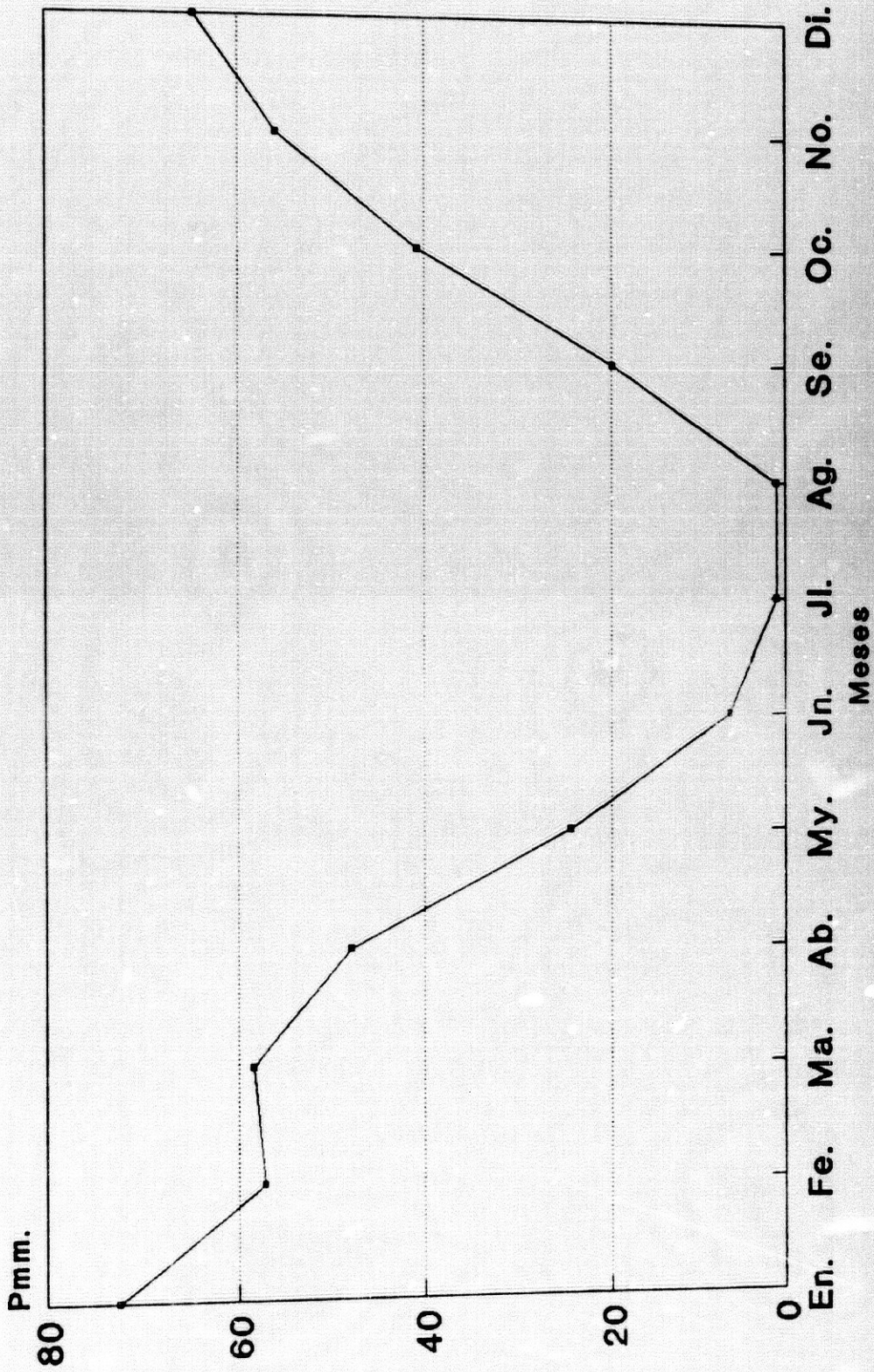


Fig.91 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propla.

COEFIC.CAUDAL RIOS GUADALFEO-IZBOR
(1946-76)

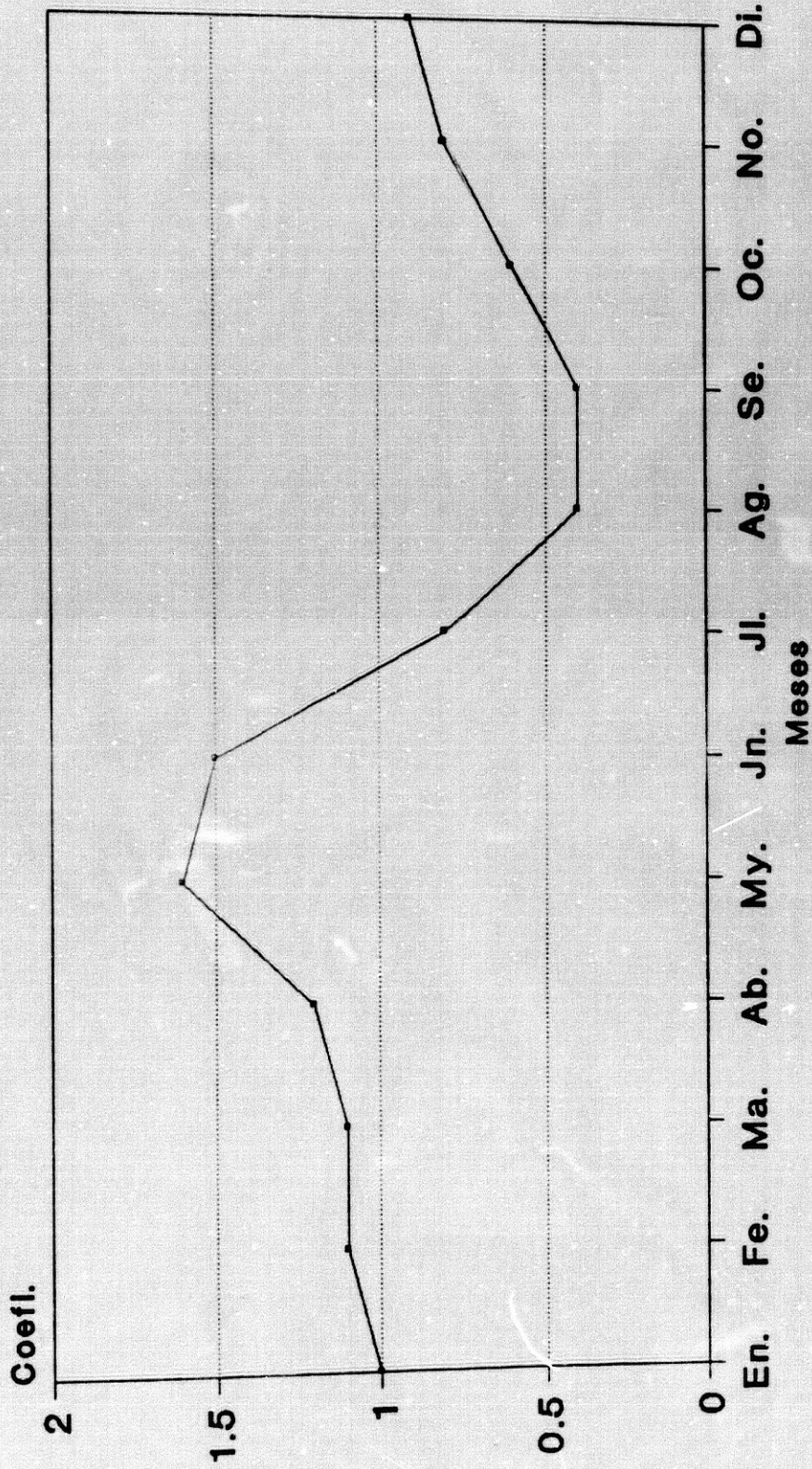


Fig.91 b Fte. C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPIT.MED.ZONA 9
(1946-76)

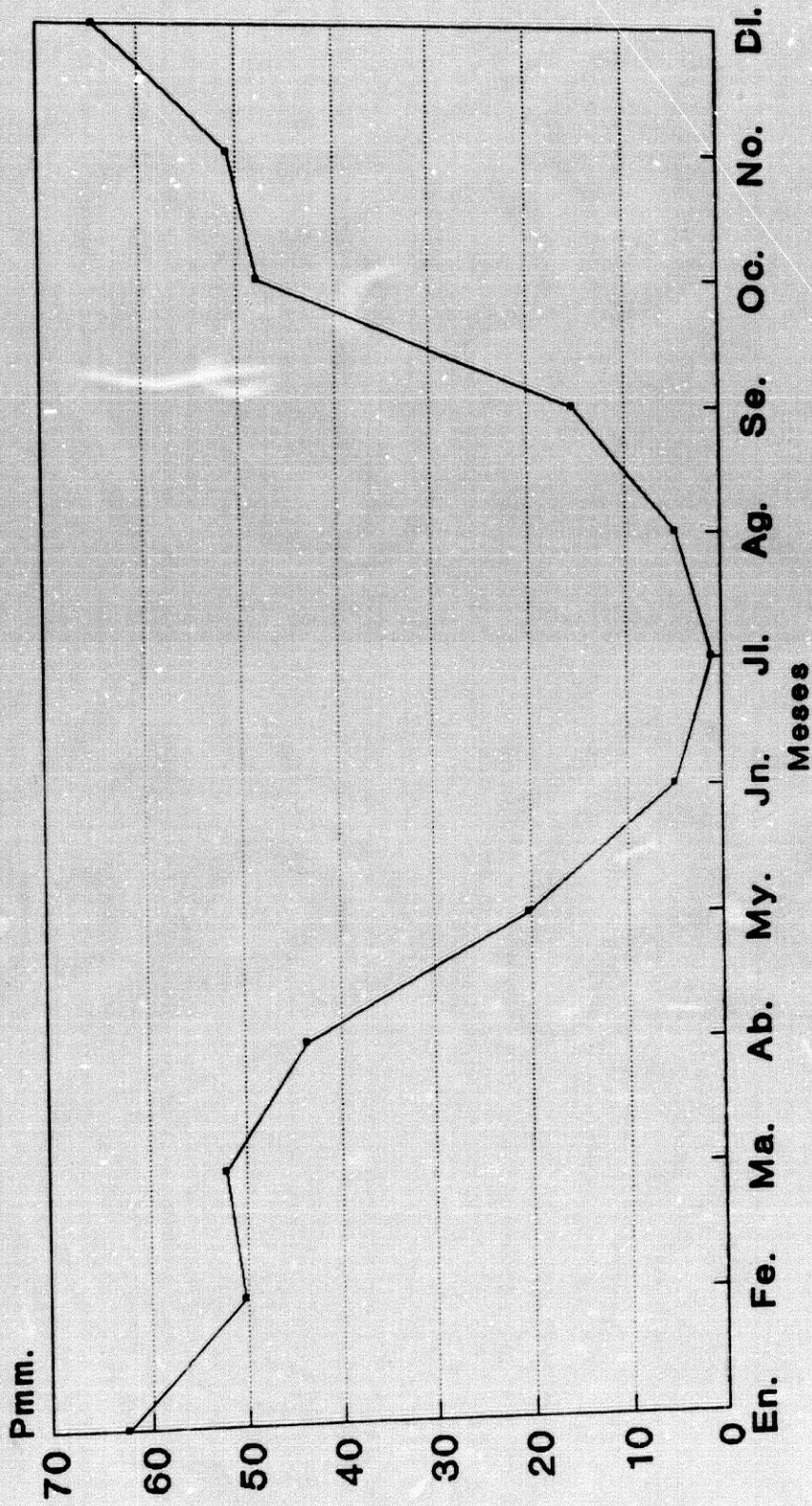


Fig.92 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propia

COEFIC.CAUDAL ZONA 9
(1946-76)

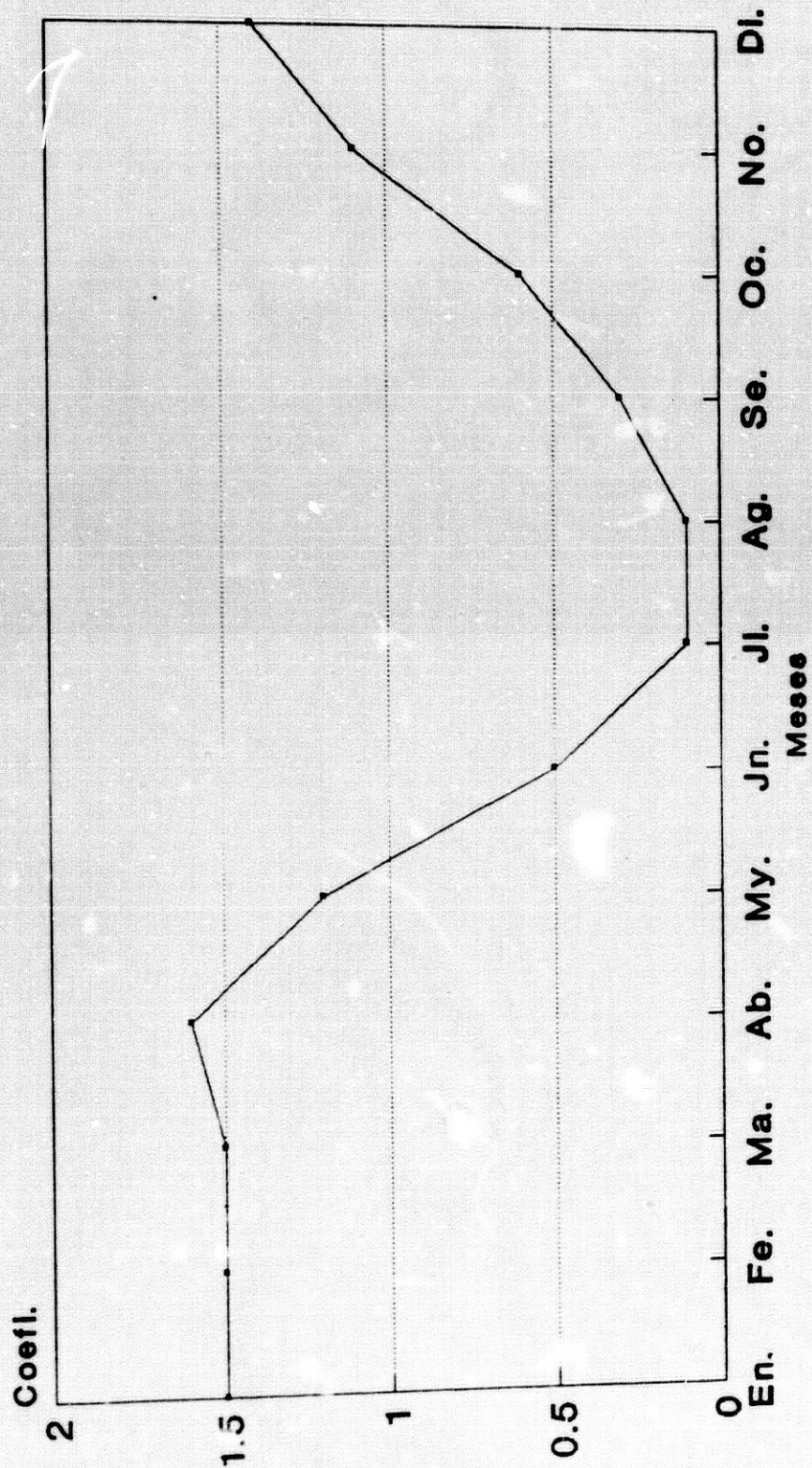


Fig.92 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propia

PRECIPIT.MED. ZONA 10 R.GRANDE DE ADRA
 Est.BenInar (1948-76)

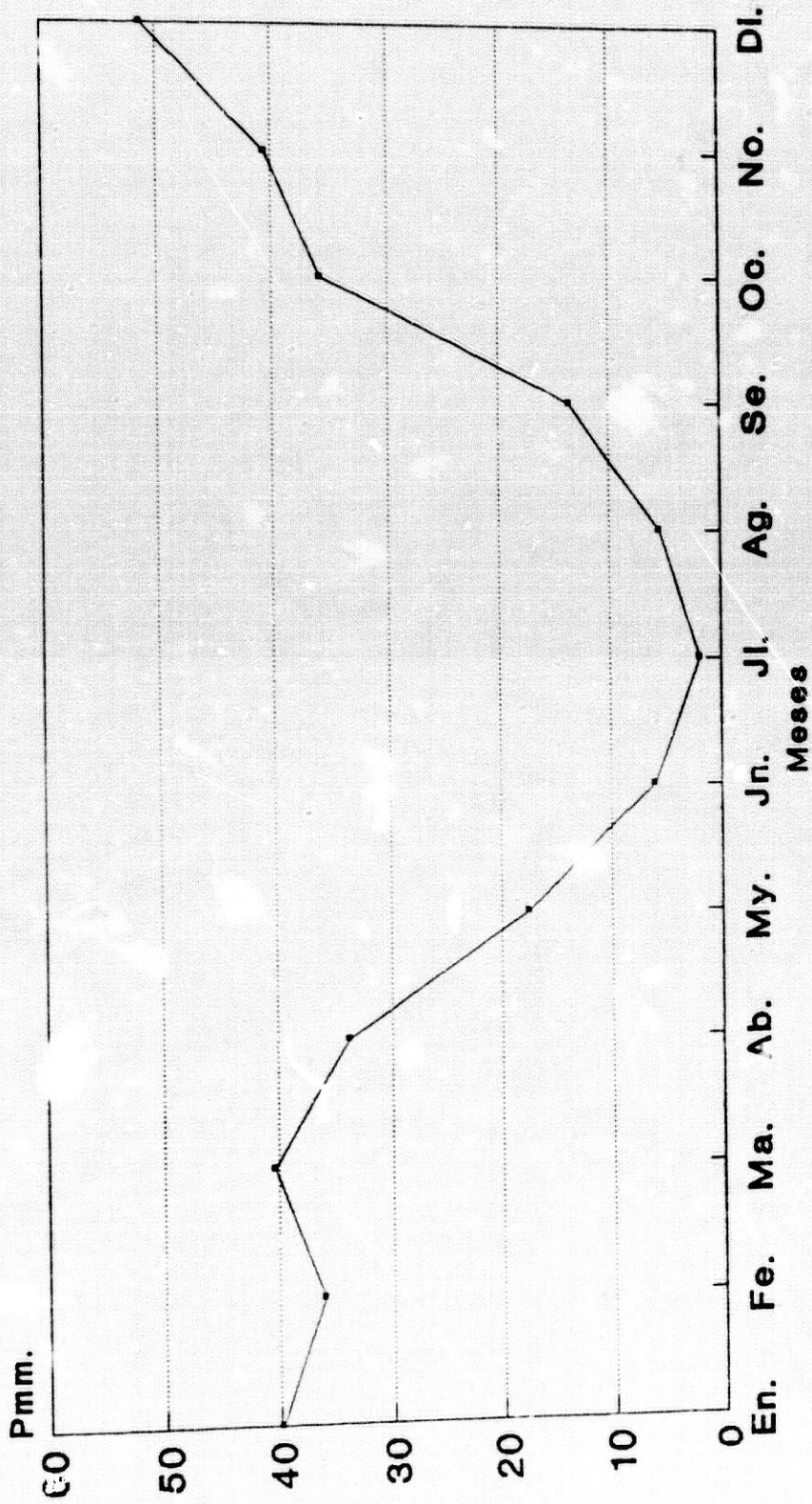


Fig.93 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

COEFIC.CAUDAL RIO GRANDE DE ADRA
 Est. Benlmar (1946-76)

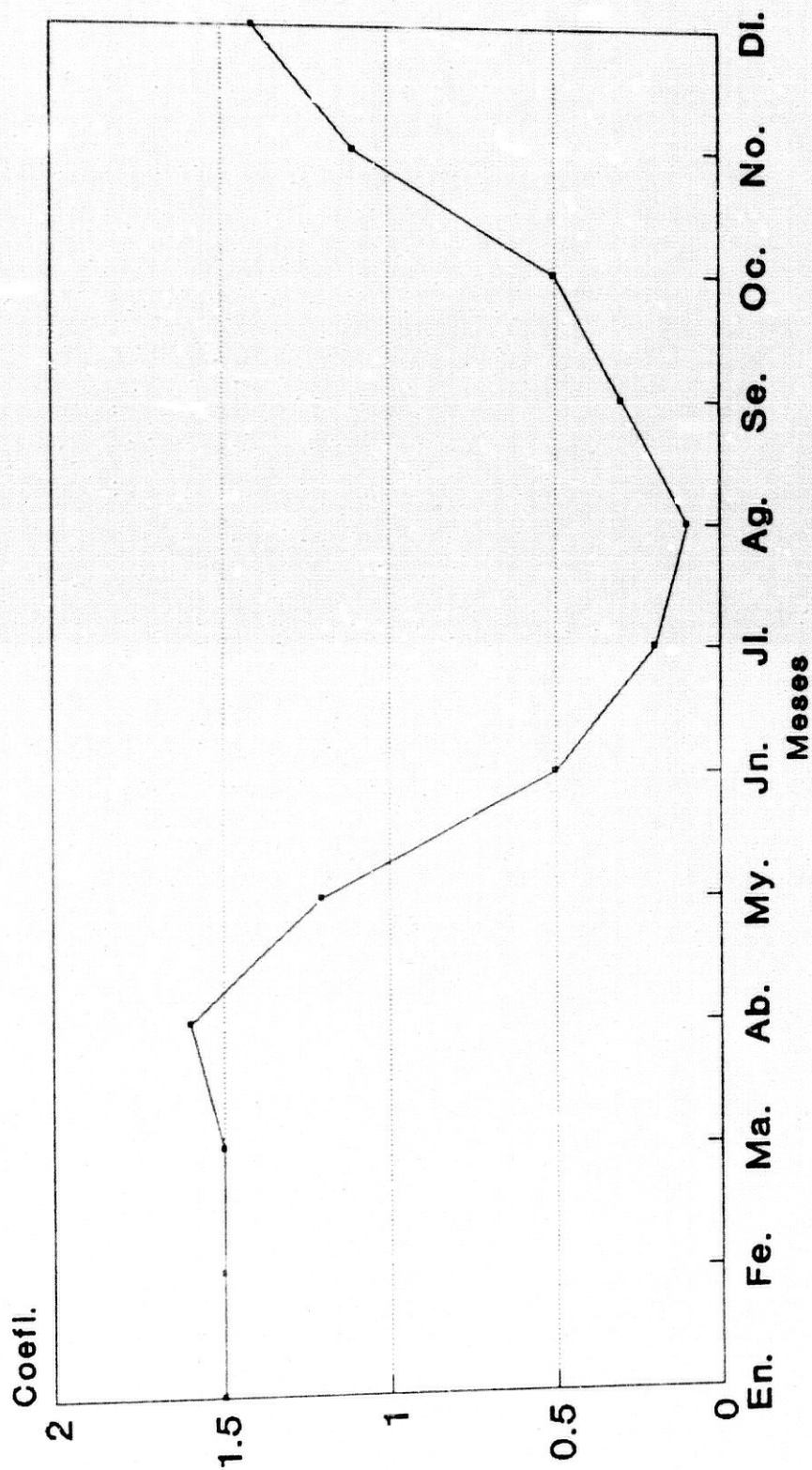


Fig.93 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

PRECI.MED.ZONA 11 R.ENTRE ADRA Y ANDARAX
 Calculados Varlas Estaciones (1946-76)

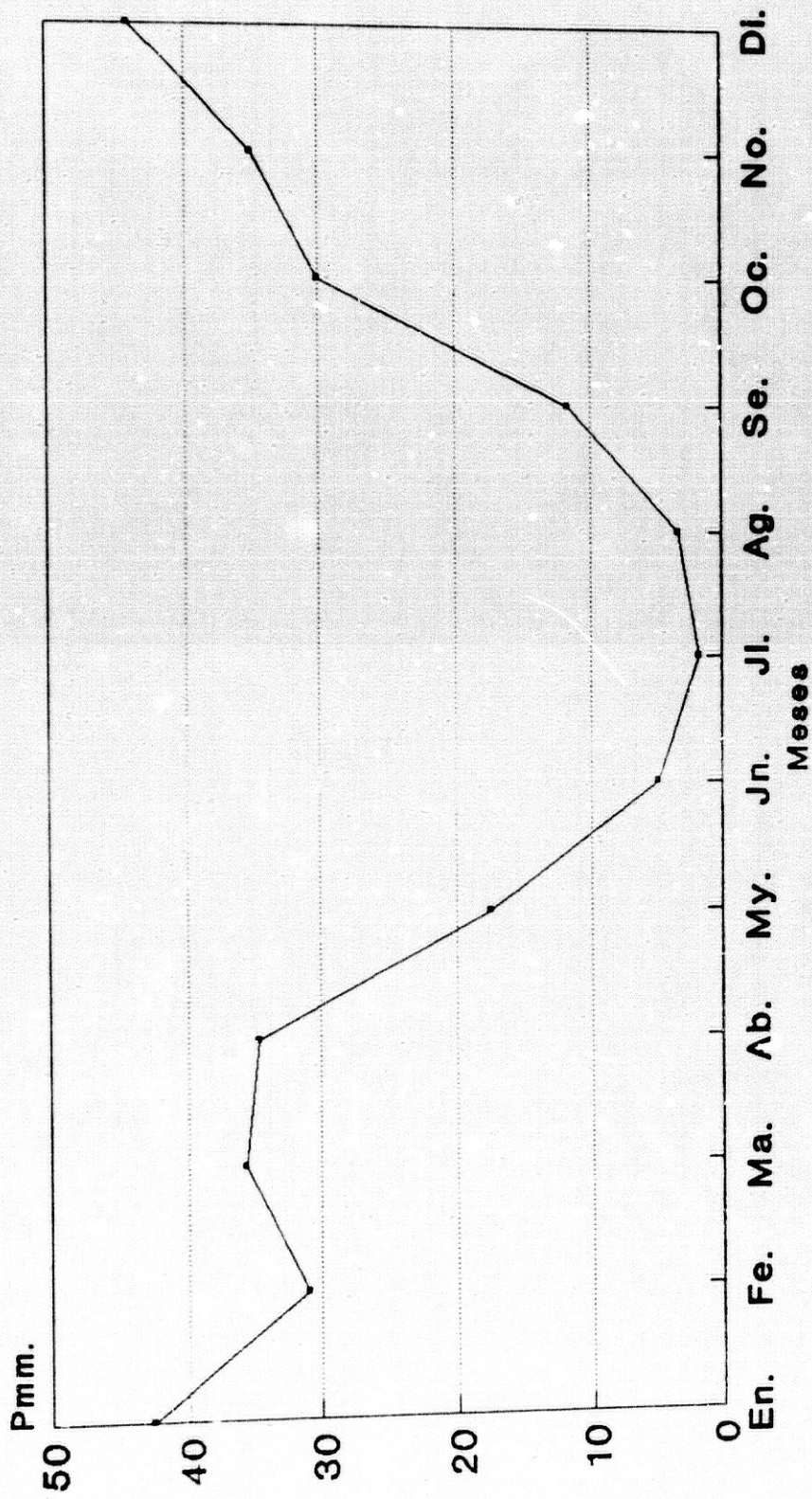


Fig.94 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

COEFIC.CAUDAL ZONA 11
 Calculados (1946-76)

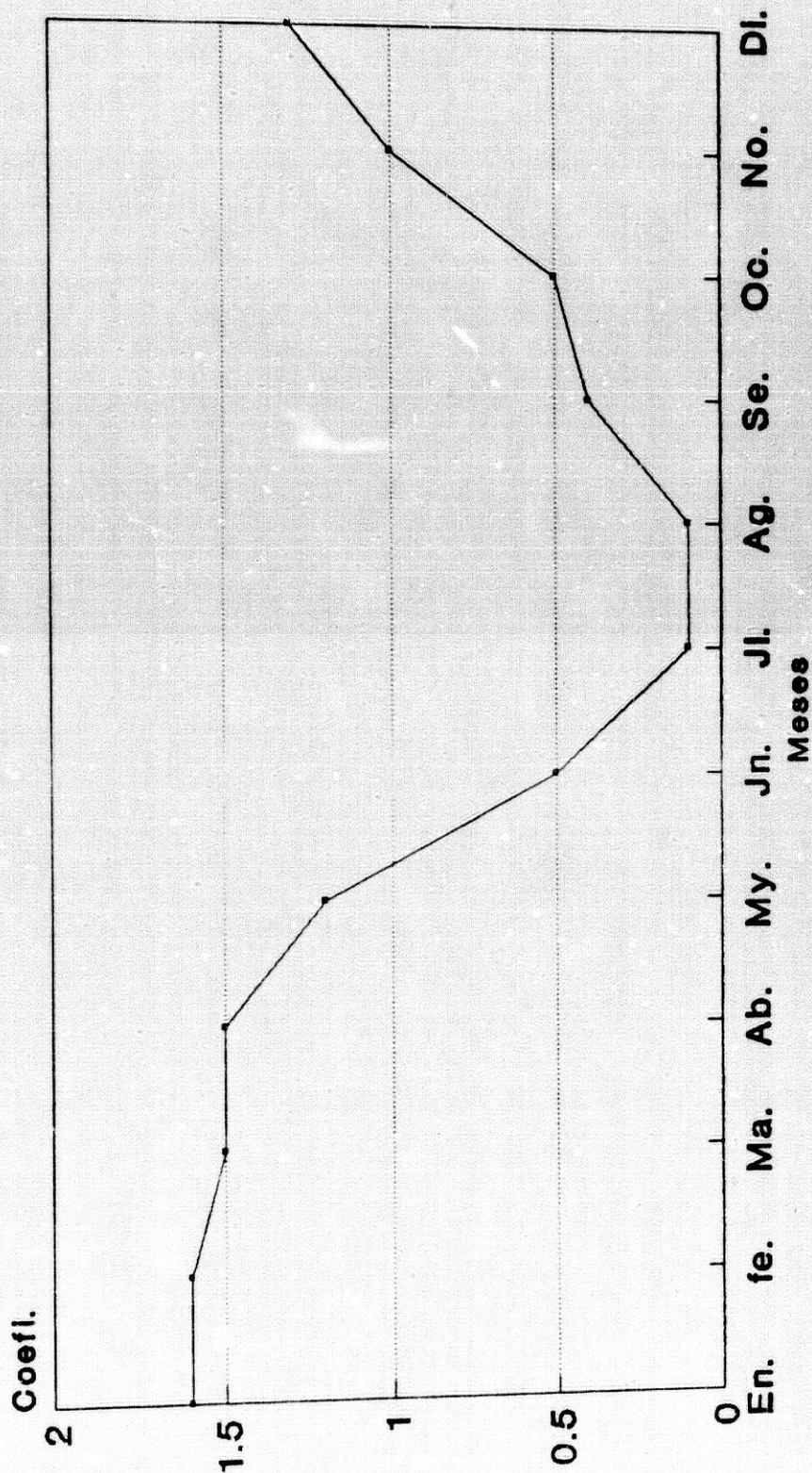


Fig.94 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propia

PRECIPIT.MED.ZONA 12 RIO ANDARAX
 Est.Canjáyar (1946-70)

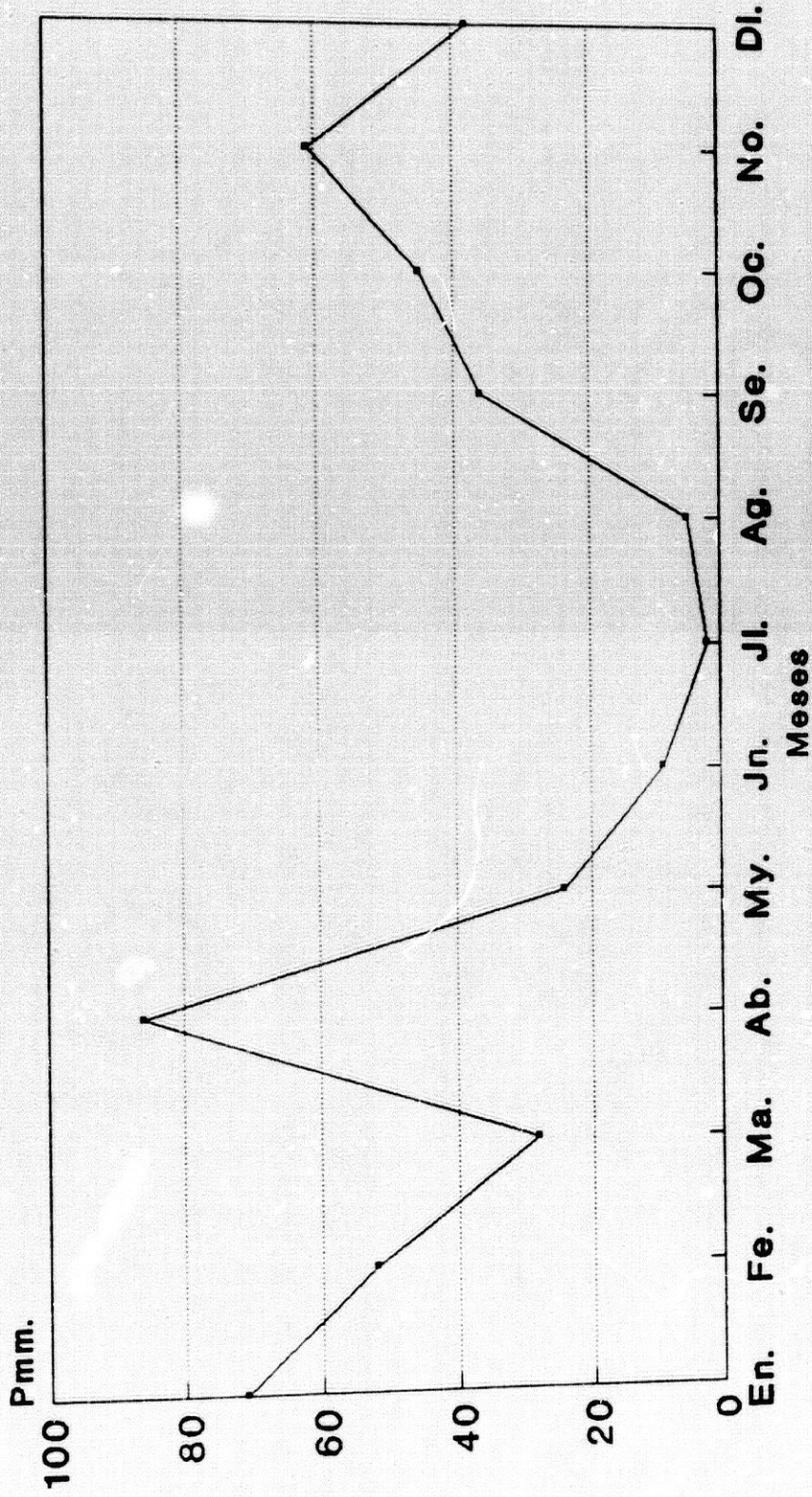


Fig.95 a Fte. C.H.S.E. Elab.Propla

COEFIC.CAUDAL RIO ANDARAX
 Est.Canjáyar (1946-70)

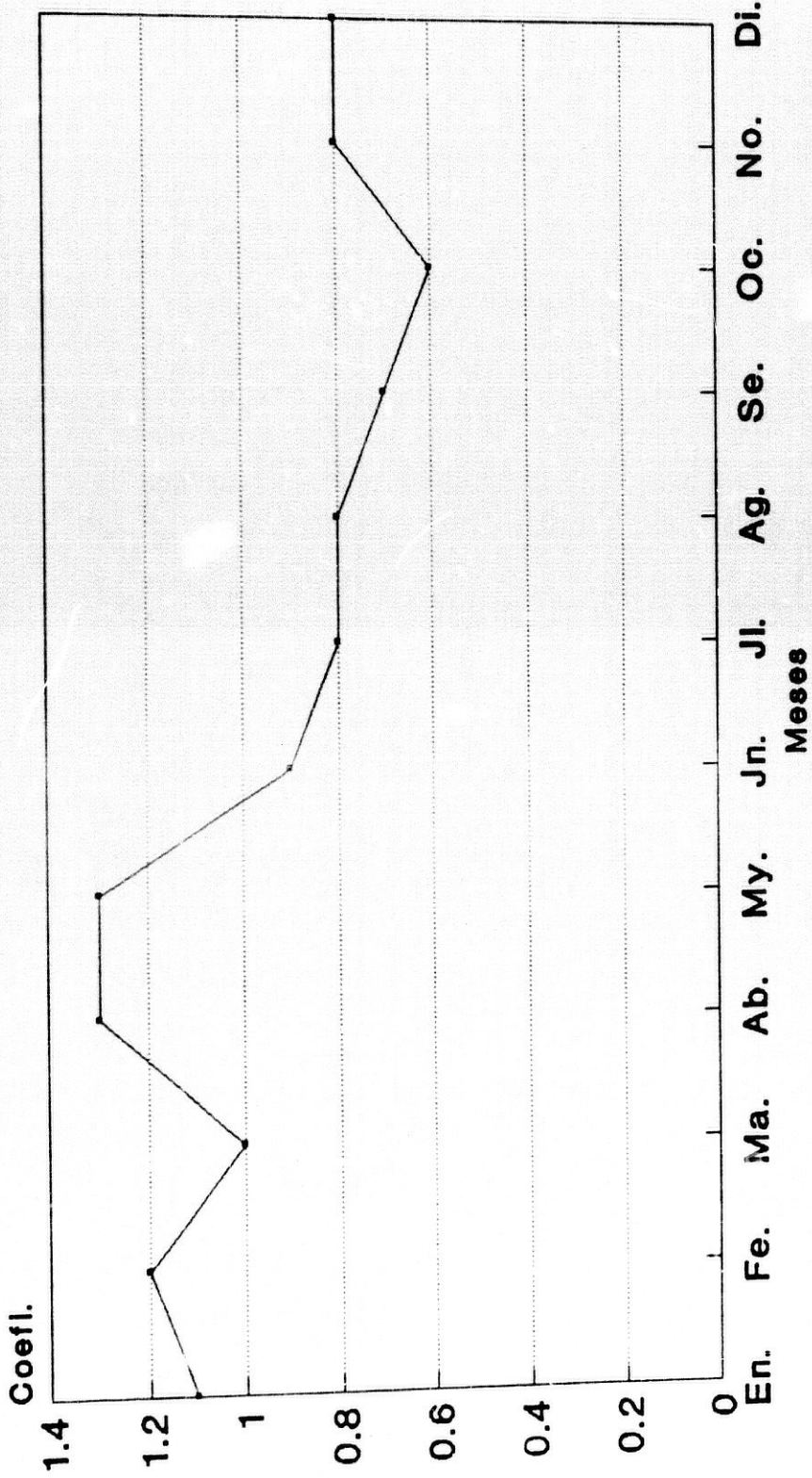


Fig.95 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propia

PRECIPITACIONES MEDIAS ZONA 13
 Calculadas (1946-76)

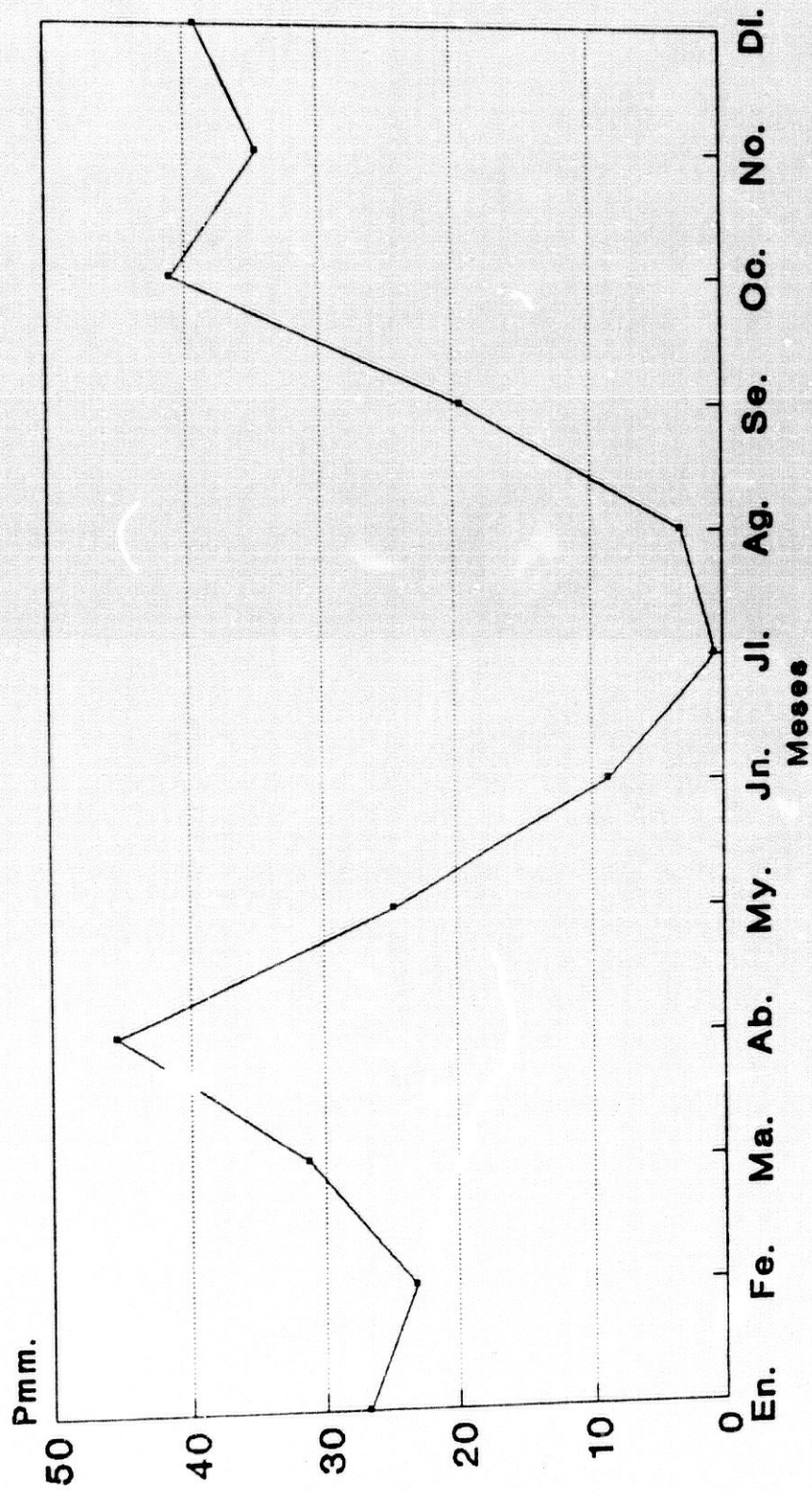


Fig.96 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

COEFIC.CAUDAL ZONA 13
Calculados (1946-76)

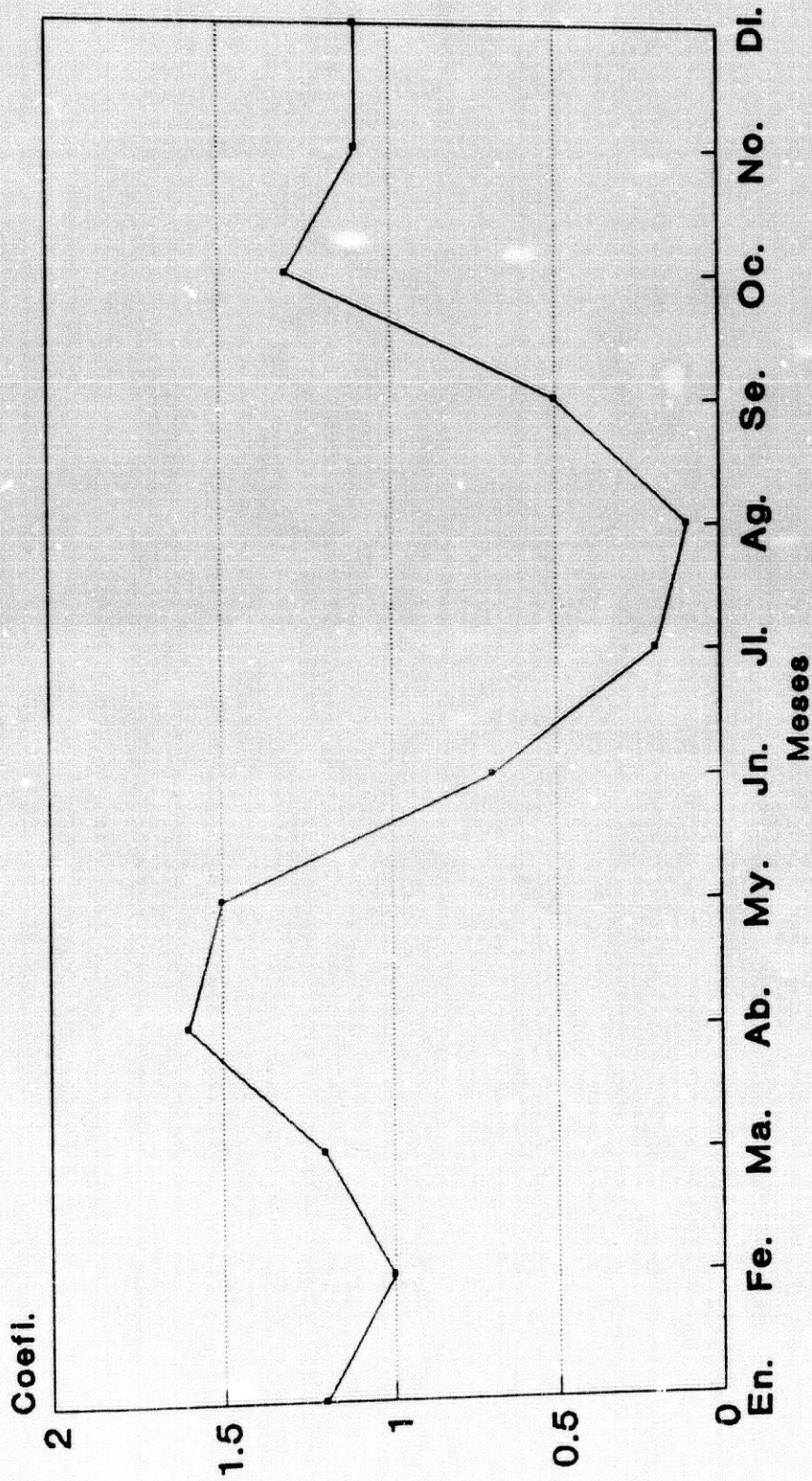


Fig.96 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

PRECIPIT.MED.ZONA 14 R.ALMANZORA
 Est.Huércal-Overa (1946-76)

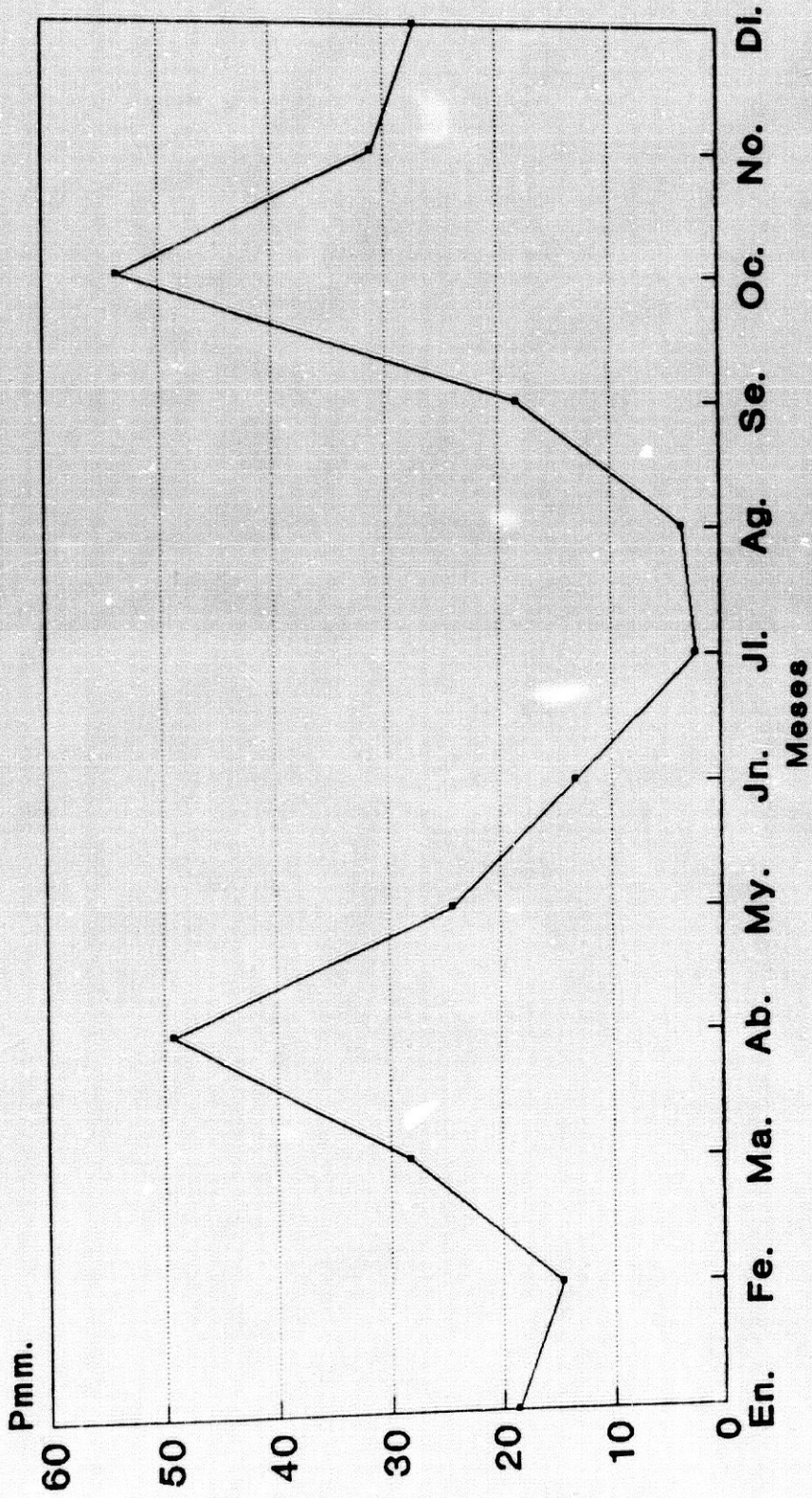


Fig.97 a Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

COEFIC.CAUDAL RIO ALMANZORA
 Est.Sta.Bárbara (1946-76)

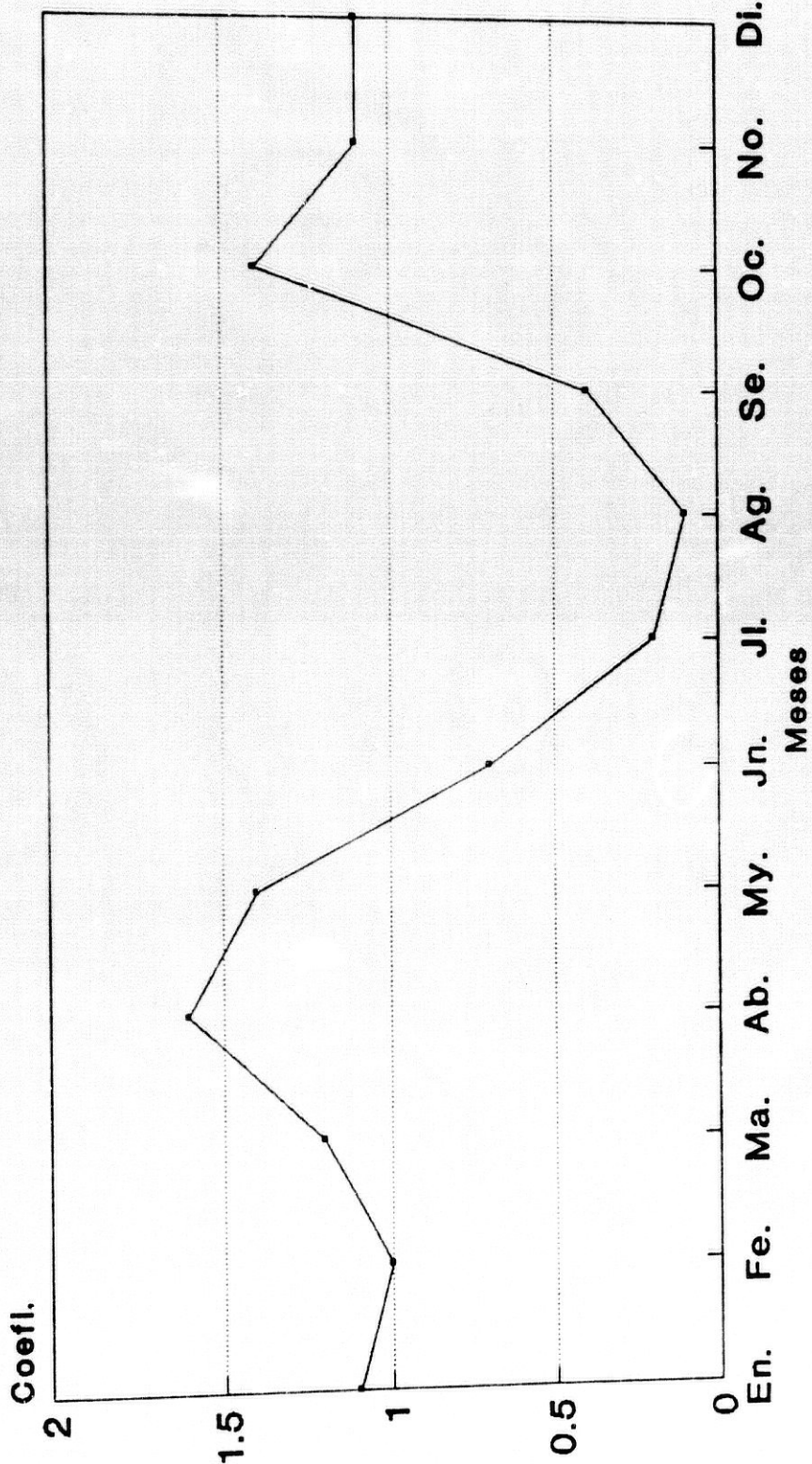


Fig.97 b Fte.C.H.S.E. Elab.Propla

D) NATURALEZA DEL SUELO

Al realizar el estudio de los elementos del régimen fluvial de los ríos que constituyen la Cuenca Sur de España, hemos iniciado el capítulo correspondiente con un apartado dedicado al origen y evolución de la red hidrográfica, en el que se ha analizado la tectónica que acompañó a la orogenia alpina, así como los reajustes posteriores responsables ambos de la configuración actual de dicha red. El proceso orogénico y la neotectónica dieron lugar a la formación de un edificio cuya historia, estructura y litología pasamos ahora a recoger. Junto a ello veremos también la problemática del conocimiento de los suelos que cubren la zona.

1) Geología general

La Cuenca Sur de España se extiende a través de las Cordilleras Béticas, parte por sus Zonas Externas parte por sus Zonas Internas y parte por las Unidades Intermedias Alóctonas del Campo de Gibraltar y por la Dorsal Bética. Además, entre los distintos conjuntos montañosos que constituyen la Cordillera se extienden una serie de depresiones y terrenos correspondientes a los procesos postalpinos y a la neotectónica. La disposición del conjunto Bético se alarga en sentido OSO-ESE desde Cádiz hasta Alicante sucediéndose de N a S las distintas zonas -externas e internas- entre las que se intercalan las denominadas intermedias.

La historia Geológica de la Cordillera se remonta al Lías Superior en el que -según FONTBOTE y VERA 1983- tiene lugar un hecho de gran trascendencia: *"a consecuencia de importantes procesos de fracturación en régimen extensional o transtensivo, relacionados con la apertura del Atlántico medio y con la extensión hacia el O de los dominios oceánicos del Tethys, la plataforma carbonática se fragmenta. Parte de los bloques*

resultantes son afectados por hundimientos y basculamientos. Con ello, se instalan condiciones marinas de aguas más profundas en parte de los dominios béticos y varias de las fracturas sirven para el ascenso de magmas, que originan coladas submarinas y lacolitos. Esta situación, con las mismas características esenciales, se prolongó hasta entrado el Cretácico". (Pág. 211).

El acontecimiento del Lias comienza a diferenciar por tanto una serie de domios dentro de las Béticas que después seguirán delimitándose en el Cretácico y Terciario. En el primero tiene lugar un giro de la placa ibérica de aproximación a la africana que da lugar a la aparición de estructuras de compresión que afectan a la Cordillera. Durante el Eoceno van quedando emergidas distintas áreas de las Zonas Externas, mientras que en las Internas alternan áreas de subsidencia y umbrales, algunos de los cuales quedan también al descubierto. La emersión continuará hasta la transgresión generalizada que tiene lugar a principios del Mioceno y que dará lugar a la formación de la Depresión del Guadalquivir y cubrirá áreas de las Zonas más Externas de las Béticas. Después, y hasta el Mioceno Superior, etapa en la que se considera terminado el ciclo alpino en sentido estricto, tendrán lugar una serie de transformaciones compresivas y transpresivas que completarán la estructura alpina de algunas zonas.

Desde el Tortonense -según SANZ DE GALDEANO, 1983- se asiste a un proceso de compresión dominante en sentido N-S ó NNO-SSE en el conjunto Bético-Rifeño al que se asocian en distintos momentos una serie de episodios distensivos de dirección E-O. Este autor estudia la Neotectónica de la Cordillera Bética dividiéndola en distintos sectores: oriental situado al E del meridiano de Almería; central entre los meridianos de Almería y Málaga; occidental y valle del Guadalquivir; y, litoral.

En el sector oriental durante el Tortonense y el Messiniense tienen lugar una serie de movimientos diferenciales que originan

distintos surcos subsidentes que se van rellenando de materiales detríticos a la par que los relieves se erosionan en gran medida. La subsidencia cede al término del Messiniense quedando reducida a la profundidad de las cuencas cercanas a la costa actual y elevándose las situadas entre las zonas externas e internas. Pero al final del Mioceno, de nuevo movimientos verticales sumergen áreas del litoral actual -cuenca de Vera-. El movimiento de fallas continúa durante el Plioceno provocando una cierta elevación de la zona y, a finales de dicho periodo y principios del Cuaternario tienen lugar importantes hundimientos en zonas cercanas al litoral -Vera, Sierra de Gata-. Diferentes conjuntos de fallas integran este sector: unas en dirección NE-SO delimitan por el O el área volcánica de Sierra de Gata; otras en dirección E-O "forman importantes fosas y horts en el sector de Sorbas y se continúan a lo largo de más de 200 Km al O dentro del sector central de la Cordillera". (Pág. 473). Finalmente durante el Cuaternario hasta el Holoceno, se ha observado en este sector oriental de las Cordilleras Béticas una compresión que por un lado reactiva las fracturas ya existentes -Carboneras, El Alquián, Lucainena de las Torres- mientras que por otro crea una nuevas, así como diferentes pliegues -Sorbas, Carboneras, etc-.

El sector central presenta una sedimentación marina durante el Tortonense y parte del Messiniense, que pasa a ser fluvial y lacustre en el Plioceno y Cuaternario (conglomerados, limos, depósitos calizos lacustres, evaporitas, yesos), en áreas como la depresión de Granada y la de Guadix-Baza, ambas fuera de nuestra zona de estudio. En otras zonas (La Zubia) aparecen formaciones de pie de monte y conos de deyección resultantes de la erosión de los relieves circundantes, glacia (Sierra Nevada, Sierra Arana, Guadix-Baza), etc. En la etapa Tortonense hay movimientos distensivos, juegos de fallas y subsidencias que dieron lugar a: la elevación de nuevos relieves que hasta

entonces formaban parte del área de sedimentación; delimitación de depresiones (Granada, Guadix-Baza); depósitos de materiales relacionados con la formación de esos nuevos relieves (Block-Formation), etc. Aparecen fallas de dirección E-O como la que está ligada a la formación de la depresión Orgiva-Cádir-Ugijar-Alboloduy-Sorbas y en dirección NO-SE como las relacionadas con la fosa de Padul-Dúrcal en nuestra zona y las de Sierra Araña-Sierra de Alfacar y Sierra Elvira fuera de nuestra Cuenca. Los movimientos de estas fallas se continúan hasta el Cuaternario antiguo e incluso con posterioridad se han observado diferentes reajustes. Junto a los fenómenos distensivos, durante el Mioceno Superior y hasta el Cuaternario Medio han tenido lugar también compresiones en dirección NO-SE y E-O menos evidentes que las del sector oriental siendo más importantes los movimientos verticales.

El sector occidental lo estudia el autor citado conjuntamente con la Depresión del Guadalquivir, la que nosotros no recogemos ahora por quedar fuera de nuestra zona de estudio. En el resto del sector los movimientos tortonenses individualizan las cuencas de Ronda y Antequera, delimitación que quedaría completa a principios del Plioceno pues, en el Mioceno Terminal aparecen en el área de Ronda y en la cuenca del Guadalhorce conglomerados y, en la zona de Algeciras areniscas calcáreas. El mar se ha retirado ya en nuestra zona habiendo, no obstante una transgresión a principios del Plioceno que afecta a la franja litoral de S. Roque Estepona y Coín y que termina en el Plioceno Medio. Durante el Plioceno Superior y el Cuaternario Antiguo aparecen ya terrazas y glaciares junto con aluviones recientes aunque cerca de la costa encontramos todavía materiales cuaternarios de origen marino. La tectónica de distensión afecta a este sector occidental durante el Mioceno y el Plioceno. En el primero de ellos hay un hundimiento del zócalo en la Cuenca del Guadalquivir que durará hasta el final

de la etapa habiendo después en el Plioceno Medio un levantamiento general de la zona que continúa hasta principios del Cuaternario afectando ahora más a Sierra Morena y la Cordillera Bética que a la Depresión. A partir de ese momento, durante el Cuaternario Antiguo, tienen lugar una serie de compresiones puestas de manifiesto a través de diferentes fallas de desgarre y de pliegues existentes en la zona de Ronda y Campo de Gibraltar en dirección NO-SE y N-S. Durante el resto del Cuaternario sólo tienen ya lugar algunos movimientos verticales y basculamientos.

El litoral presenta diferentes zonas de hundimiento y levantamiento desde el Cuaternario hasta la actualidad. El arco de Gibraltar ha sufrido un levantamiento de unos 15 m desde hace unos 100.000 años que se continúa hasta Nerja aunque con una menor elevación. También la costa en el área del Campo de Dalías se ha elevado, lo mismo que la zona comprendida desde Carboneras hacia el Norte. Junto a ello otros sectores se han hundido como ocurre entre Nerja y Almería y en Cabo de Gata. Los accidentes tectónicos se manifiestan menos en el litoral que en los demás sectores aunque están presentes en la costa de Almería, Campo de Dalías, Cabo de Gata y Carboneras. Junto a ello aparecen estructuras geológicas cubiertas por el mar en el Golfo de Cádiz y litoral de Almería conocidas a través de sondeos que han puesto también de manifiesto, al estudiar la estratigrafía, la posibilidad de que el estrecho de Gibraltar no se abriera definitivamente hasta el final del Plioceno Inferior. (Págs. 481, 482).

Tras esta breve recopilación de los principales momentos que dieron lugar al relieve en el que se asienta la red fluvial de la Cuenca Sur pasamos a ver las distintas Zonas del mismo presentes en nuestra área de trabajo:

Las Zonas externas (VERA, 1983) se organizan en una serie de alineaciones montañosas constituidas por un conjunto autóctono al N -Zona Prebética- y otro aloctono al S -Zona Subbética-. El primero de ellos ocupa el sector nororiental de Andalucía y queda fuera de la Cuenca Sur por lo que no profundizaremos sobre él. La Zona Subbética por el contrario cubre una parte importante del sector occidental de la zona de estudio. Está formada por una serie de mantos de corrimiento recorridos por importantes fracturas, fallas, pliegues, etc. La estructura y la litología han permitido diferenciar en ella una serie de dominios paleogeográficos o Subbéticos externo, medio, interno y ultrainterno. Además se pueden distinguir otras unidades tectónicas en la zona que proceden de su sector meridional y de las que alguna se encuentra en el ámbito de la Cuenca Sur como es el manto de Antequera.

La diferencia entre las dos grandes Zonas -Prebética y Subbética- que constituyen el sector externo de la Cordillera, se remonta al Jurásico, mas exactamente al Lías Medio etapa en la que la sedimentación de la Zona Prebética va a ser de medios marinos poco profundos y continental, mientras que en la Zona Subbética continuará siendo pelágica. hasta el Paleógeno. No obstante diferentes fallas darán lugar a áreas más profundas y menos dentro del Subbético que, junto con el emplazamiento de las superficies de cabalgamiento y los frentes de corrimiento, han servido para establecer sus distintos dominios. En ellos, tanto los materiales triásicos como cretácicos, paleógenos y miocenos presentan las mismas características, mientras que el Jurásico es diferente para cada dominio resultado de los distintos surcos y umbrales que se diferencian en el Lías Medio.

Durante el Triás la sedimentación de las Zonas Externas fue de materiales detríticos rojos que se depositaron en medios fluviales, de albuferas y lagunares tanto al principio como al final de la etapa, mientras que en el Triás Medio se depositaron

calizas como consecuencia de una transgresión marina generalizada. De nuevo, a principios del Jurásico el mar cubre la totalidad de las Zonas Externas creándose un medio sedimentario de plataforma marina carbonatada que se fracturaría en el Lias Medio etapa en la que ya dijimos se diferenciarían la Zona Prebética y la Subbética. Durante el Dogger no obstante la plataforma carbonatada comprende además del Prebético parte del Subbético externo mientras que en el resto de este dominio se depositan calizas nodulosas. Y en los demás dominios se depositan margas y calizas margosas con intercalaciones de rocas volcánicas (Subbético Medio), calizas nodulosas, calizas oolíticas (Subbético Interno). En estos dos últimos dominios al final del Dogger emergieron y se karstificaron parte de los umbrales. En el Malm Superior quedaron perfectamente delimitados todos los dominios paleogeográficos de las Zonas Externas. En concreto en el Subbético se diferencian dos umbrales que constituyen el Subbético externo y el Subbético interno y un surco entre ambos -Subbético medio- en el que tienen lugar erupciones volcánicas submarinas. En el Cretácico inferior y casi todo el superior se depositaron margas y calizas margosas por todo el Subbético de manera bastante uniforme, y en algunos puntos se producen fenómenos diapíricos. En el Senoniense se depositó la "formación de capas rojas" relacionada con la unión del fondo oceánico del Atlántico y del Tethys debido a los movimientos de las placas europea y africana. En el Paleógeno la sedimentación en la Zona Subbética es en general como en el Senoniense aunque en el Eoceno y Oligoceno aparecen margas, calcarenitas turbidíticas, niveles arenosos, etc. Con la transgresión generalizada del Mioceno inferior en la Zona Subbética se depositarían calizas arenosas y margas en un mar somero, momento en el que tienen lugar los deslizamientos por gravedad de los mantos de corrimiento que se plegarían y fracturarían más adelante en el Mioceno medio.

Las Zonas Internas (FONTBOTE, 1983), constituyen la llamada Zona Bética en sentido estricto y ocupan en nuestra Cuenca una amplia extensión puesto que de SO a NE aparecen desde Estepona hasta la cuenca baja del Segura ya en la provincia de Murcia, con una anchura variable que llega a ser de casi 50 Km en la provincia de Almería. Presentan una estructura alpina compleja formada por una serie de mantos de corrimiento y escamas en dirección general NNO y en la que se reconocen varias etapas de deformación superpuestas.

La Zona Bética o Cordillera Bética s. str. pertenece a un dominio paleogeográfico relacionado con la placa africana y no con la ibérica como es el caso de las Zonas Externas tal y como se ha comprobado a través de las correlaciones estructurales y litológicas existentes con las Zonas Internas de la Cordillera Mogrébide. Otra característica de la Zona Bética es que en la misma afloran materiales anteriores al Trias de tal manera que sus estructuras afectan al zócalo preexistente. Junto a ello aparecen gran cantidad de rocas metamórficas. Dentro de ella se distinguen fundamentalmente tres dominios o complejos litológicos y estructurales: Nevado-filábride, Alpujárride y Maláguide.

- El Complejo Nevado-filábride es el más bajo de los conjuntos y tiene una complicada estructura caracterizada por: *"La superposición tectónica de los mantos o grupos que lo componen, la ubicuidad de una foliación muy visible que transpone y enmascara otras anteriores y la existencia de pliegues de gran radio, de envergadura kilométrica"* (Pág. 263). Los mantos o grupos de mantos que forman este Complejo son los del Veleta y Mulhacén. El primero de ellos presenta las rocas situadas en el lugar más bajo de toda la zona Bética y se encuentra a su vez muy replegado. El grupo del Mulhacén está superpuesto tectónicamente al anterior. La edad de dicha estructura no se conoce aunque sí es seguro que es posterior al

Triásico y anterior al Mioceno superior, posiblemente eocena. Junto a ello, durante el ciclo alpino se desarrollan una serie de micropliegues en distintas etapas que afectan a la estructura de los grupos de este Complejo. Además, como hemos dicho más arriba, aparecen una serie de deformaciones, de pliegues de gran radio que comenzarían a desarrollarse en una etapa anterior a la transgresión del Mioceno superior.

Por lo que se refiere al metamorfismo del Complejo Nevado-filábride este ha tenido lugar en diferentes etapas, una en el Cretáceo superior o algo después y otra en el Oligoceno. En cada uno de estos momentos las condiciones de presión y temperatura serían diferentes en los mantos o grupos del Complejo. El primer acontecimiento metamórfico tendría lugar en unas condiciones de alta presión y temperatura baja mientras que el segundo se desarrolló a presión menos alta que el anterior y temperatura más elevada.

Finalmente en este breve resumen de la estructura del Complejo Nevado-filábride hay que señalar que diferentes investigaciones han puesto de manifiesto la existencia de un metamorfismo y de una serie de deformaciones antealpinas que demuestran por un lado la existencia de un zócalo y una actividad plutónica pertenecientes al ciclo herciniano. En cuanto a la litología, el grupo del Veleta presenta fundamentalmente esquistos que no son sino la asociación de metapelitas y cuarcitas que afloran tanto en Sierra Nevada como en Sierra de Baza y Sierra de Filabres con una potencia media de 5000 m. Las rocas predominantes son pues micasquistos grafitosos, cuarcíticos, cuarcitas feldespáticas. Respecto a la edad de este grupo sólo puede asegurarse que es anterior al Trias.

El grupo del Mulhacén por su parte presenta una mayor variedad litológica que ha llevado a distinguir cuatro unidades diferentes que de abajo a arriba son:

Formación metapelítica inferior: micasquistos oscuros (micasquistos grafitosos con estaurclita y distena, con cloritoide y granate, etc), polimetamórficos que puede que formaran parte de un zócalo antealpino, por lo que las tres formaciones restantes formarían la cobertera.

Formación metapelítica superior: compuesta por micasquistos claros, grisáceos, pardos o verdosos con una potencia media de 1000 m con intercalaciones de serpentinitas y ortoanfibolitas, metaconglomerados, etc. Los micasquistos predominantes son los de albita, clorita y mica incolora, aunque pueden aparecer otros minerales como granate, distena, epidota, estaurclita, grafito, biotita, etc. e intercalación de cuarzo y de rocas máficas y serpentinitas. La edad de esta formación sería permotriásica o triásica.

Formación volcanosedimentaria: en la que aparecen mármoles entre las rocas metapelíticas, gneis, micasquistos granatíferos con mica blanca, calcita, epidota, anfíbol, etc. La edad es del Pérmico inferior.

Formación carbonática: constituida fundamentalmente por mármoles calizos y dolomíticos con una potencia originaria de unos 200-300 m aunque en la actualidad, según los lugares, presenta espesores que van de algunos metros a algún centenar. En la base de la formación aparecen intercalaciones metapelíticas así como menas de hierro. Es una formación que corresponde al Triás medio-superior.

Tanto en el grupo del Veleta como en el del Mulhacén aparecen por lo demás, una serie de rocas máficas y ultramáficas de carácter ofiolítico correspondientes a pequeños enclaves de corteza oceánica. La edad de las rocas ígneas originarias de dichas rocas estaría entre el Jurásico inferior y el Cretáceo superior.

Por último, antes de pasar a conocer la composición del Complejo Alpujarride hemos de citar una formación que aparece entre este y el grupo del Mulhacén así como entre las distintas formaciones de este último. Es la formación de mármoles y metatufitas que constituyen una unidad volcanosedimentaria afectada por el acontecimiento metamórfico del Cretáceo superior e incluso por los siguientes lo que atestiguaría la existencia de una etapa volcánica intraorogénica situada hacia final del Cretáceo o el Paleoceno (Pág. 261).

- El Complejo Alpujarride agrupa una serie de unidades aloctonas en la que se distinguen fundamentalmente dos conjuntos litoestratigráficos diferentes: uno, interior metapelítico con intercalaciones metapsamíticas de edad entre el Paleozoico y el Triás y, otro superior carbonático del Triás medio y superior. Junto a ello algunos autores distinguen otro complejo, el Almágride donde parece no están representados materiales anteriores al Triás ó al Pérmico y se ha desarrollado un volcanismo peculiar. Cada uno de estos conjuntos han sido determinados en distintos afloramientos del Complejo pudiéndose distinguir de abajo a arriba una formación metapelítica y metapsamítica inferior caracterizada por la presencia de micasquistos cuarcíticos, otra formación metapelítica y metapsamítica superior compuesta por filitas y cuarcitas y, finalmente, la formación carbonática superior constituida por rocas carbonáticas y fósiles del Triás medio-superior. Junto a ello el metamorfismo ha dado lugar a que rocas de composición similar en su origen hayan adquirido características

mineralógicas y petrográficas diferentes. Además, el Complejo se caracteriza por la falta de representación de terrenos posteriores al Triás y por la presencia desigual y escasa en general de rocas volcánicas en alguna de las formaciones inferiores. En cuanto al Complejo Almagridero está constituido por una serie de unidades situadas al E del meridiano de Almería y en las que aparece intercalado entre las formaciones carbonáticas un tramo de pelitas y evaporitas (Almagro, Cucharón y Ballabona) que ha sido aducido como argumento de la no pertenencia de dichas unidades al Complejo Alpujárride sino más bien al sector más interno del Subbético. No obstante la estructura, el metamorfismo y la sucesión litoestratigráfica general parecen apoyar su pertenencia al Complejo Alpujárride aunque se admita una cierta individualidad.

El complejo Alpujárride, como toda la Zona Bética, tiene también una complicada estructura en la que sobresale un conjunto de unidades cabalgantes y mantos apilados de distinta magnitud cuya correspondencia espacio-temporal sigue planteando problemas. Ello ha llevado a diferentes autores a estudiar el Complejo a través de grupos de unidades en diferentes sectores de la Zona Bética con características comunes -metamórficas o metalogénicas- donde se han ido analizando los conjuntos litoestratigráficos arriba mencionados. Dichos grupos de unidades en el sector central de la Cordillera son los de: Lújar, Guadalfeo, Contraviesa y Almiñana; en el sector occidental los de la unidad de Los Reales y los de la unidad de Sierra Blanca fundamentalmente; en el tercio oriental su representación es muy amplia en las sierras de Filabres, Estancias, Carrascoy y Cartagena.

En el sector central el grupo de Lújar es el más profundo y en él falta el conjunto metapelítico y metapsamítico aunque no la formación carbonática que adquiere en algunas unidades una potencia de 1500 m.; junto a ello destaca la presencia de un

débil metamorfismo y de rocas volcánicas. Su edad es del Trias medio y superior. En el grupo del Guadalfeo también faltan las formaciones inferiores pero su metamorfismo es mayor y la presencia de rocas volcánicas más escasa. En el de Almjara si aparece la formación metapelítica y metapsammitica y todas sus rocas están afectadas por un metamorfismo aunque de grado bajo. En el grupo de Almjara sin embargo el grado de metamorfismo es medio-alto y afecta incluso a la formación carbonática.

En el sector occidental de la Zona Bética s. str. los grupos de unidades alpujárrides no tienen la continuidad espacial que los anteriores aunque si litológica, mientras que en el sector oriental se encuentran un gran número de unidades.

Como hemos apuntado al principio, los distintos grupos y unidades que forman el Complejo Alpujárride presentan en su estructura pliegues, fallas, fracturas, corrimientos, etc de muy diverso tamaño pertenecientes a diferentes etapas de deformación que comprenderían todo el ciclo alpino hasta el Tortonense en los inicios de la etapa neotectónica y que siguen siendo aún hoy objeto de investigaciones para determinar su importancia.

Otro de los aspectos relevantes del Complejo Alpujárride es la existencia de un metamorfismo alpino plurifacial así como de diferente grado, no sólo en unidades distintas sino incluso en rocas correspondientes a una misma unidad estratigráfica.

Además, hay que resaltar la presencia en el sector occidental de la Zona Bética (en la Serranía de Ronda y áreas vecinas) de la mayor extensión de afloramientos de rocas ígneas de toda la Cordillera, que ocupa en su conjunto una superficie de más de 300 Km². Dichos afloramientos están constituidos en su mayor parte por rocas ultramáficas afectadas por procesos de serpentinización y, en menor medida, también hay rocas máficas. El conjunto que en un principio fué datado en el Paleozoico, las investigaciones posteriores apuntan hacia una edad oligoceno-miocena inferior.

Volviendo de nuevo a las formaciones (metapelíticas, metapsamíticas y carbonáticas) del Complejo Alpujarride, hemos de ampliar ahora su composición litológica.

La formación metapelítica y metapsamítica inferior está dominada por la presencia de micasquistos granatíferos con grafito, cuarzo, mica incolora, biotita, estauroлита, etc, así como metapsamíticas cuyo contenido en cuarzo y otros componentes varía de unos niveles a otros apareciendo desde cuarcitas hasta metagrauvascas.

La formación metapelítica y metapsamítica superior está compuesta fundamentalmente por filitas y micasquistos con intercalaciones carbonáticas delgadas, cuarcitas e intercalaciones de rocas volcánicas. Los componentes de las filitas son fundamentalmente cuarzo y mica incolora y en ocasiones también clorita, albita, turmalina, menas metálicas y calcita. Las metapsamíticas están compuestas por cuarcitas pudiéndose hallar en algunos casos mica, óxidos de hierro, magnetita, feldespato, etc. y en ciertos sectores conglomerados de cuarzo y cuarcita y lentejones de yesos, así como intercalaciones de rocas volcánicas generalmente basálticas.

La formación carbonática presenta una potencia de orden hectométrico de calizas y dolomías fundamentalmente con algunas intercalaciones de calcoesquistos y de rocas pelíticas. En general se pueden distinguir tramos cuya potencia decrece desde las unidades tectónicas alpujarrides inferiores a las superiores, formados groseramente por calizas y/o dolomías algo arcillosas con tránsitos graduales a filitas; calizas margosas; dolomías con una potencia importante; calizas tableadas con intercalaciones de calcoesquistos y de pelitas calizas; calizas tableadas con nódulos de sílex; calizas con estratificaciones de dolomías; margocalizas y margas con intercalaciones de arcillas y dolomías y que, localmente contienen yeso; dolomías con una

potencia que supera en algunos lugares los 1000 m, alternancias de margocalizas, calizas margosas y dolomías.

Por último, cabe señalar la presencia -aparte de las ya citadas en la Serranía de Ronda- de una serie de filones de rocas magnéticas en varias unidades del Complejo Alpujárride correspondientes al ciclo alpino ya que su existencia anterior no ha sido hasta ahora probada, si bien el metamorfismo puede haber enmascarado sus características (Pág. 286).

- El Complejo Maláguide está superpuesto al Alpujárride y aflora en distintos sectores de la Cordillera Bética: Campo de Gibraltar, Serranía de Ronda, Valles del Guadalhorce y río Verde, sur de Sierra Nevada, sierras de Almagro, Cabrera, Alhambilla, etc, dentro de la Cuenca Sur, así como en otras exteriores a nuestra Cuenca: zona de Vélez-Rubio, de Cogollos Vega, pié de Sierra Arana, etc.

El conjunto está formado por una base de materiales paleozoicos y una cobertera mesozoica y terciaria. La tectónica que ha afectado al Complejo es muy controvertida "en lo referente a la importancia que pudo tener la orogenia hercíniana en el dominio paleogeográfico donde se originaron las rocas del zócalo maláguide" (Pág. 309). Así, hay autores que sostienen la idea de que la orogenia hercíniana le afectó por completo mientras que otros opinan que dicha deformación fué muy suave. En cuanto a la tectónica alpina el desarrollo de la sedimentación ha puesto de manifiesto que "el ámbito del Complejo Maláguide fué afectado por deformaciones tectónicas durante el Mesozoico y en el Terciario antes de la génesis de las estructuras compresivas alpinas" (Pág. 310). Junto a esta etapa paleotectónica alpina, la estructura alpina que se desarrolló a finales del Oligoceno y principios del Neógeno afectó a todo el conjunto. Por último, la Neotectónica terminó de configurar la estructura del mismo. Está constituida por un conjunto aloctono y cabalgante sobre el Complejo Alpujárride en

el que sobresalen además una gran cantidad de unidades menores individualizadas por fracturas diferentes. Se trata de una estructura alpina polifásica en la que pueden distinguirse, en general, dos episodios de deformación y en los que a su vez ha habido varias etapas. El primero de ellos comprende la individualización, traslación e imbricación de las unidades mayores del Complejo y tendría lugar a finales del Oligoceno y en el Mioceno inferior; sería también entonces el momento de su colocación sobre el Complejo Alpujarride. El segundo de los episodios está representado por la multiplicación y acentuación de las estructuras anteriores y se desarrolla a lo largo del Mioceno medio. De esta manera se inició un proceso de imbricación, apilamiento e individualización que fue fragmentando el Complejo de tal manera que más que hablar de mantos de corrimiento se trata de escamas ó unidades de orden kilométrico ó menor. Además, aparecen otra serie de estructuras extensivas detectadas en los Montes de Málaga así como en algunos sectores de las sierras de Gádor, Alhamilla, Cabrera y Almagro que podrían corresponder a un tercer episodio de deformaciones anterior a las de la Neotectónica, aunque es una cuestión que resta aún por confirmarse definitivamente.

La estratigrafía del Complejo Maláguide está constituida por dos grandes unidades litoestratigráficas: la inferior que constituye el zócalo y que -como antes apuntamos- está formada por rocas de edad paleozoica y, la superior que comprende diferentes formaciones mesozoicas y terciarias. Las rocas más antiguas del zócalo son las filitas silúricas sobre las que aparece una formación de calizas con intercalaciones de pizarras y de cuarcitas de edad devónica. Por encima está la formación paleozoica más característica del Complejo, la de calizas alabeadas, compuesta por calizas oscuras, pelitas y grauvacas. Sobre ellas aparece la siguiente formación constituida por la alternancia de pelitas y grauvacas de color verde oliva, y de

edad carbonífera o incluso devónica superior. Finalmente, en algunas zonas, la base paleozoica del Complejo termina con la formación del "conglomerado de Marbella" con abundantes calizas. La cobertura mesozoica-terciaria por su parte comprende una base permotriásica, aunque hoy día se considera más bien sólo triásica, compuesta sucesivamente por un conglomerado rojo, areniscas abigarradas, intercalaciones dolomíticas, conglomerado amarillento, dolomías del techo de la formación y margocalizas. Las formaciones posteriores al Triás no aparecen en todos los sectores del Complejo. En ellas, el Jurásico está constituido por calizas y formaciones de brechas. El Cretácico también representado por calizas junto a episodios areniscosos y margosos. El Eoceno está constituido por calizas biogénicas, arenosas y margosas. Encima, afloran en algunos sectores del Complejo (Montes de Málaga, Vélez-Rubio, etc), terrenos más modernos aunque anteriores al Mioceno superior que algunos autores han pensado que fueran postorogénicos (Pág. 308). Si lo son sin embargo otras formaciones superpuestas a la cobertura del Complejo como la de la Viñuela al NO de la Sierra Tejeda, y otras del sector de Vélez Rubio.

La Dorsal Bética y las Unidades Predorsalianas.

Como apuntamos al principio de este apartado, la Cuenca Sur de España participa también de una serie de Unidades que forman parte de las Cordilleras Béticas y que están situadas entre el sector externo de la Zona Bética y el interno de la Zona Subbética, es decir al Sur de ésta y al N de aquella. Son, la Dorsal Bética y las Unidades Predorsalianas cuyos elementos han sido unas veces asociados a la Zona Bética y otras al Conjunto Alóctono del Campo de Gibraltar. Hoy día se les reconoce su individualidad. La Dorsal Bética está constituida por una serie de afloramientos cuya estratigrafía se identifica con la de la Dorsal Rifeña de Marruecos. Está formada por terrenos de

composición predominantemente caliza y aparece de W a E de las Cordilleras Béticas en distintas zonas comprendidas entre el Campo de Gibraltar y Ronda (Sierra Crestellina, Sierras de Gaucin, Algotacin, Sierra de las Nieves, etc), así como en las laderas meridionales de Sierra Arana y en Jabalcón al N de Baza fuera ya de nuestra zona de trabajo. Dentro de la complejidad estructural de la Dorsal, se pueden distinguir dos grupos de unidades: "Dorsal interna" y "Dorsal externa". La primera de ellas presenta una estratigrafía en la que las rocas más antiguas son pelitas rojas, areniscas y conglomerados del Permo-Trias y sobretodo dolomías del Trias. Sobre ellas aparecen calizas micriticas del Lías y calizas nodulosas jurásicas ó incluso del Cretáceo inferior. Encima aparecen unas formaciones de areniscas de edad oligocena superior ó miocena inferior. La Dorsal externa por su parte tiene en general unos afloramientos más potentes y extensos que la interna, siendo el más importante el del conjunto de las Sierras de las Nieves, Prieta y Alcaparain. Los materiales más antiguos son las dolomías del Trias superior sobre las que se sitúa una alternancia de dolomías, calizas y margas de la misma edad que las dolomías de la base. Encima se sitúa un tramo de calizas nodulosas micriticas y pelmicriticas de edad liásica inferior y media, sobre la que se encuentra una formación calizomargosa del Lías medio y superior. Sobre ella el tramo siguiente de areniscas y arcillas tiene ya una edad paleógena encima del cual destaca una formación de brechas heterométricas con clastos angulosos atribuidos al Aquitaniense.

Junto a la Dorsal Bética existen una serie de pequeños afloramientos cuya estratigrafía se parece en parte a la de ésta y en parte a la de las Unidades del Campo de Gibraltar y que constituyen un conjunto propio; son las Unidades Predorsalianas que "proceden de la estructuración tectónica de un dominio paleogeográfico situado entre el de la Dorsal y el del Conjunto

del Campo de Gibraltar" (Pág. 317). Los materiales que las componen comprenden desde el Lías hasta el Mioceno inferior. Dada la dificultad que ofrece un conjunto tan disperso, su estratigrafía se estudia a través de la situación geográfica de cada unidad (Pág. 321). Así, de W a E encontramos: la Peña de los Pastores constituida por una sucesión de pelitas y areniscas con dolomias y carniolas del Trias sobre la que se halla sucesivamente una formación de dolomias y calizas oolíticas del Jurásico inferior, un conjunto de calizas nodulosas y margas arcillosas del Malm y una formación de calizas y margas del Cretáceo inferior; el Peñón de Gibraltar en el que se distinguen dos grandes unidades litoestratigráficas, una caliza del Lías y otra pelítica con radiolaritas del Jurásico superior; el Flysch de Estepona y las Unidades de Camarote y de Argüelles asociadas a aquél. La de Camarote presenta un Jurásico como el de la Dorsal externa sobre el que aparecen alternancias tipo Flysch de margas y areniscas del Cretáceo inferior y una formación de margas rojas y verdes con microbrechas del Cretáceo superior. Encima están las calizas paleocenas, margas con intercalaciones de microbrechas eocenas y oligocenas y por último pelitas pardas con areniscas oligocenas ó miocenas. La Unidad de Argüelles comprende una base de brechas y microbrechas calizas y calizas liásicas sobre las que se sitúan calizas y radiolaritas del Jurásico medio y superior, y calizas del Malm ó del Cretáceo inferior. Sobre ellas la formación terciaria está compuesta por calizas paleocenas, microbrechas y conglomerados del Eoceno medio, margas rojas y rosadas con areniscas de edad eocena superior y oligocena y, microbrechas calizas del Oligoceno superior. Después aparecen gradualmente los materiales neógenos compuestos por arcillas y margas con intercalaciones de areniscas de edad aquitaniense y pelitas margosas del Burdigaliense. Otra unidad predorsaliana es la de los Enamorados donde están bien representadas las calizas del Lías medio y

superior, mientras que los tramos superiores presentan una estratigrafía diferente según los lugares. Más al E están las unidades del Tajo de la Cabrilla, de la Cañada Perella, de Espildora, que presentan una base jurásica inferior caliza ó dolomítica, un tramo de calizas con sílex del Lías y un Jurásico superior más variado. Destacan, por último, las unidades de los denominados Flysch de Colmenar, Flysch de Periana y Flysch de la Zona Limite junto al borde de los materiales del Complejo Malaguide.

En cuanto al origen de la Dorsal Bética y de las Unidades Predorsalianas hay que señalar que el dominio de la primera comenzaría a diferenciarse en el Trias en un área adyacente al Complejo Malaguide, mientras que "el conjunto de las actuales unidades predorsalianas se puede considerar como resultado de un complejo de tectonización de los materiales depositados durante el Mesozoico y el Paleógeno (y hasta el Mioceno inferior), en un dominio situado entre el de la Dorsal (concretamente de la Dorsal Externa) y el de las Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar" (Pag. 328). Su estructura es polifásica formada por escamas fusiformes en las unidades dorsalianas y escamas cabalgantes en las predorsalianas correspondientes ambas a la tectónica terciaria más antigua, sucediéndose después desde el final del Oligoceno y en el Neógeno diferentes etapas de tectonización con nuevos cabalgamientos y deformaciones.

Las Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar.

Constituyen una serie de terrenos de cobertera en los que faltan materiales premesozoicos y predominan las formaciones de tipo Flysch cretáceas, paleógenas ó miocenas. Es un conjunto tectonosedimentario que ha sido trasladado sobre una serie de materiales de distintas unidades internas y externas de la Cordillera. Aunque es en el sector del Campo de Gibraltar donde se encuentran los afloramientos mayores, estos se extienden de

SW a NE de la Cordillera Bética desde Gibraltar hasta la depresión de Guadix a lo largo del límite externo de la Zona Bética s. str. Por otra parte, estas unidades se continúan al otro lado del Estrecho en la Cordillera mogrèbide. Los distintos terrenos, tanto en Africa como en España se agrupan en tres dominios paleogeográficos: masiliense, mauritánico y numídico. En nuestra Cordillera el primero comprende las unidades de Almárchal y Facinas; el segundo las de Algeciras y Nogales y, el tercero la Unidad Aljibe. Además se distinguen las formaciones de "Arcillas con bloques" y "Neonumídica" cuya pertenencia a este Conjunto no es compartida por todos los autores.

La unidad de Almárchal está formada por margas esquistas con calcarenitas, calizas arcillosas y ftanitas del Senoniense. La unidad de Facinas plantea problemas sobre sus relaciones con las demás unidades del Campo de Gibraltar y está constituida por arcillas verdosas y rojizas con intercalaciones de areniscas y niveles de ftanitas cuya edad posiblemente abarca desde el Aptiense-Albiense hasta el Senoniense. La Unidad de Algeciras constituye un manto de corrimiento y está formada por arcillas rojas con lechos de calizas limosas senonienses; calizas y margas rojas y abigarradas paleocenas; conglomerados y calizas conglomeráticas, margas, calizas eocenas y del Oligoceno inferior; y, un potente tramo de flysch oligoceno. La Unidad de los Nogales aflora entre la Punta de Tarifa y la del Carnero y está constituida por un flysch areniscoso con intercalaciones margosas. La Unidad de Aljibe la forman dos series estratigráficas superpuestas, la inferior con arcillas rojas y verdes, areniscas, calizas arenosas y microbrechas calizas; la superior con una gran potencia de areniscas y lechos delgados de arcillas grises y azuladas posiblemente del Burdigaliense. En cuanto a la "Formación de arcillas con bloques" que aparece en algunos lugares del sector occidental de la Cordillera Bética de edad burdigaliense plantea, como apuntamos más arriba, problemas

en lo que se refiere a su origen y a las condiciones de depósito pues, aunque hay autores que la consideran una unidad tectonosedimentaria, otros no ó al menos no en todas sus partes. Finalmente en lo que se refiere al "Neonumídico" agrupa un conjunto de areniscas y arcillas de color pardo muy tectonizadas que aparecen en lugares como Ardales, El Burgo, Alozaina, Periana, etc y que, como la formación anterior necesita aún de estudios más profundos en cuanto a su estructura y sedimentación para ser definitivamente conocido.

Por último decíamos al principio de este apartado dedicado a la naturaleza del suelo que, entre los diferentes conjuntos montañosos se han delimitado una serie de depresiones y terrenos por toda la Cuenca Sur resultado de los procesos postorogénicos y de la Neotectónica. Como estos los hemos recogido ya según los estudia SANZ DE GALDEANO (1983), no insistimos ahora más en ello, si bién haremos referencia a dichos terrenos al analizar a continuación los elementos estructurales y litológicos en cada sector de la Cuenca.

Así pues, una vez que hasta aquí hemos recogido la historia geológica del ámbito en el que se encuentra enclavada la Cuenca Sur de España, sus principales complejos, estratigrafía, etc, a grandes rasgos, creemos necesario hacer un recorrido por cada una de las subcuencas, ó zonas en las que se divide, para conocer más concretamente sobre qué unidad ó unidades y sobre qué tipo de materiales se asienta y discurre la red de drenaje.

2) Situación por zonas ó subcuencas.

La zona 1 ó cuencas de los ríos Palmones y Guadarranque se encuentra enclavada dentro de las Unidades Aloctonas del Campo de Gibraltar. El río Palmones inicia su recorrido a través de las areniscas miocenas de Aljibe y atraviesa en su curso medio un tramo de arcillas margas y areniscas y los flysch margo areniscosos de la Unidad de Algeciras hasta llegar a su

desembocadura a través de una serie de terrenos aluviales recientes. El río Guadarranque atraviesa también las areniscas de la Unidad de Aljibe hasta el área de su embalse bordeando después por su derecha un pequeño sector de margas y turbiditas paleógenas de la base de dicha unidad, un tramo de margas y turbiditas y de flysch areniscoso micáceo de la Unidad de Algeciras y por su izquierda los materiales pliocenos del N de la Bahía de Algeciras por donde desemboca. Esta bahía se cierra por el E. a través del saliente que supone Punta de Europa y el Peñón de Gibraltar constituido por calizas jurásicas pertenecientes al conjunto de Unidades Predorsalianas.

Desde el punto de vista hidrológico la zona 1 está considerada como un área de permeabilidad alta por percolación y fisuración, con un drenaje excelente y nivel freático profundo en el área de sus cursos alto y medio. La zona de sus cursos bajos por su parte, pasa a tener materiales permeables por percolación, buen drenaje y nivel freático semiprofundo.

La zona 2 corresponde a la cuenca del río Guadiaro que discurre en su cabecera a través de las areniscas calcáreas miocenas de la región de Arriate atravesando a continuación un tramo de margas y arcillas rojas paleógenas de la Unidad de Aljibe (dominio numídico de las Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar), para pasar después por el Subbético Interno (Sierra de Líbar) y su formación de "capas rojas" del Cretácico superior. Discurre ahora de nuevo por las Unidades del Campo de Gibraltar a través del flysch margo-areniscoso oligoceno-mioceno y por las areniscas de Aljibe, así como por un amplio sector de flysch de areniscas de la Unidad de Algeciras (dominio mauritánico del Complejo de las Unidades del Campo de Gibraltar).

Sus principales afluentes circulan unos, como el Hozgarganta, por las areniscas neógenas de Aljibe y las arcillas y margas oligocenas de la base de las Unidades del Campo de

Gibraltar y otros, como el Genal, a través de una zona de contactos de materiales muy diversos. Comienza su curso sobre los terrenos de rocas ultramáficas (peridotitas) de la Sierra Bermeja (Complejo Alpujárride de la Zona Bética) para pasar después por los micasquistos, cuarcitas y mármoles paleozoicos del mismo Complejo quedando a su derecha los materiales paleozoicos (pizarras arcillosas, cuarcitas, calizas, etc) del Complejo Maláguide (Zona Bética) del área de Benadalid, Benalauria, etc, así como algunos pequeños afloramientos dorsalianos (Algotacín); atraviesa después un tramo de calizas cretácicas del Subbético interno para llegar finalmente al Guadiaro a través del flysch margo-areniscoso oligoceno-mioceno de la Unidad de Algeciras.

La litología de esta zona da lugar a que sus características hidrológicas varíen de unos sectores a otros. El área de la cabecera del Guadiaro en torno a Arriate está constituida en general por materiales semipermeables, mientras que los constitutivos de las sierras Blanquilla y del Oreganal son impermeables. En torno a la Sierra de los Merinos, la ciudad de Ronda y la Sierra de Líbar se extienden sendas áreas permeables por fisuración donde el drenaje es favorable por percolación y por la abrupta topografía que permite además una escorrentía superficial. Los acuíferos predominan en las formaciones permeables por fisuración a profundidades variables en relación con fenómenos kársticos. Siguiendo su curso en dirección a su desembocadura el Guadiaro circula ahora a través de materiales semipermeables en general (zona de Atajate, Alpandeire, Igualeja, Algotacín, Jubrique) por un área prácticamente sin acuíferos que es la que recorre también su afluente el río Genal, aunque desde Jimera de Líbar hasta su desembocadura discurre por materiales permeables con drenaje mixto por percolación y escorrentía superficial favorable, existiendo agua a profundidad. El área que recorre el otro afluente del

Guadiaro, el Hozgarganta esta constituida en su mayor parte por terrenos predominantemente permeables aunque en el área de su cabecera no faltan algunos islotes de materiales impermeables.

La tercera zona está constituida por los ríos que en sentido meridiano descienden al Mediterráneo desde Sierra Bermeja al W, a Sierra de Mijas al E. De las sierras Bermeja, Palmitera y Real bajan los ríos del Castor, Guadalmanza, Guadalmina y Verde de Marbella fundamentalmente, que atraviesan los afloramientos de rocas máficas y ultramáficas de la Serranía de Ronda (Zona Bética, Complejo Alpujárride) donde abundan las peridotitas (serpentinitas) y gabros. En el extremo occidental de la zona afloran los flysch del área de Estepona pertenecientes a las Unidades predorsalianas y, al pié de los materiales ígneos de Sierra Bermeja las filitas, pizarras arcillosas, grauvacas y conglomerados del Complejo Maláguide del Conjunto Bético s. str. Entre los ríos Verde y Real están los terrenos de la Sierra Blanca perteneciente al Complejo Alpujárride y, entre dicha Sierra y la de Mijas, también perteneciente al Alpujárride, los ríos Ojén y Fuengirola descienden de la Sierra Alpujata que constituye otro afloramiento de rocas ultramáficas de las que se pasa hacia el S. a los materiales alpujárrides y maláguides. Entre estos últimos cabe destacar la presencia en torno a Marbella de los conglomerados que constituyen la formación superior de la base paleozoica del Complejo Maláguide. En conjunto la zona tres está constituida por materiales semipermeables. En su sector occidental el drenaje es deficiente por la débil esorrentía y la menor permeabilidad de sus terrenos (flysch margo-areniscoso-arcilloso). En los cursos bajos de todos los ríos se extiende un área de materiales permeables con algunas pequeñas zonas de drenaje deficiente y agua a escasa profundidad. El resto de la zona está constituido por un lado por los materiales plutónicos metamórficos de Sierra Bermeja con alta permeabilidad por fisuración, esorrentía

elevada, buen drenaje y nivel freático profundo y, por otro por los materiales cuarcíticos y pizarrosos semipermeables con una escorrentía alta y nivel freático profundo.

La Cuenca del río Guadalhorce constituye la zona 4 de la Cuenca Sur. Este río comienza a abrirse paso a través de las dolomías jurásicas del Subbético interno en el límite de las provincias de Granada y Málaga pasando en este sector de su cabecera por diversas formaciones calizas y margocalizas jurásicas y cretácicas y los terrenos paleógenos de la zona de Villanueva del Trabuco y Villanueva del Rosario, para atravesar a continuación en sentido S-N el Triás de Antequera de margas y arcillas abigarradas y yesos del Keuper. Se dirige ahora de E a W sobre terrenos aluviales recientes entre los que aparecen diversos afloramientos neógenos de areniscas calcáreas (tortonenses) y destacando al N la Sierra de Humilladero con sus calizas y margas del Subbético medio y los conglomerados pliocuaternarios. Toma entonces el río dirección S. atravesando de nuevo el Triás antequerano y entra en el área de los embalses (Guadalteba, Guadalhorce y Conde de Guadalhorce), zona dominada a la derecha del río por los terrenos paleógenos del Subbético y a la izquierda por los materiales calizos y dolomíticos jurásicos y cretácicos del Subbético interno presentes en las sierras del Valle de Abdalajís, Chimeneas y Torcal, entre los que afloran los flysch de las unidades predorsalianas. Sale del área de los pantanos en dirección SE a través de las areniscas calcáreas miocenas de la Sierra de Pizarra, atraviesa las pizarras y cuarcitas del Complejo Maláguide, deja a su derecha un afloramiento de rocas ultramáficas (peridotitas) del área de la Sierra de Aguas y circula ahora a través de las calizas y arcillas paleógenas del Complejo Maláguide y de las areniscas calcáreas miocenas de Alora y Pizarra. Finalmente el Guadalhorce atraviesa una amplia zona pliocena que constituye la Hoya de

Málaga ocupada fundamentalmente por margas y limos con trechos de areniscas y conglomerados.

Los afluentes del Guadalhorce en el área de su nacimiento son fundamentalmente los arroyos de la Venta y de Pedro Gil, por su orilla derecha, que nacen en la Sierra de Arcas, perteneciente a las Zonas Externas, donde afloran los materiales liásicos y las calizas nodulosas del Jurásico superior. Recorren después hasta su desembocadura en el río principal una amplia zona de terrenos aluviales recientes donde alimentan la Laguna Herrera. Por la orilla izquierda en esta zona el Guadalhorce no tiene más afluente de importancia que el río de la Villa que nace al pie del relieve calizo subbético de la Sierra de las Cabras, atraviesa el Triás de Antequera y rodeando un pequeño afloramiento de areniscas calcáreas miocenas llega al Guadalhorce. Más adelante, aún en la cuenca alta recibe por su derecha a los ríos Guadalteba y Turón. El primero de ellos nace entre los materiales calizos jurásicos y la formación de "capas rojas" y calizas cretácicas de la Sierra de los Merinos, mientras que el segundo lo hace entre los materiales de la Sierra de las Nieves perteneciente a la Dorsal externa. El Guadalteba atraviesa después un amplio tramo de areniscas, margas y flysch hasta que confluye con el Guadalhorce en el área de su embalse ocupada por las areniscas calcáreas tortonenses. El río Turón (Burgo en su parte alta) sigue a continuación a través de distintos materiales eocenos y oligocenos calizos y margosos y un tramo de pizarras y cuarcitas del Complejo Maláguide para llegar al Guadalhorce a través de los terrenos miocenos y areniscas del área del embalse del Conde de Guadalhorce. Siguiendo por su orilla derecha, los demás afluentes del río Guadalhorce son los arroyos de las Cañas y de Casarabonela, así como los ríos Grande y Fahala. El primero de ellos inicia su recorrido sobre el Complejo Maláguide (calizas alabeadas silúricas y devónicas y micasquistos y gneises

precámbricos), siguiendo después a través del afloramiento de peridotitas de la Sierra de Aguas para llegar al Guadalhorce a través de un tramo de calizas y arcillas paleógenas, un sector de arenas, calizas y margas pliocenas hasta el área de aluviales recientes. El arroyo de Casarabonela nace cerca de la localidad del mismo nombre en el sector dorsaliano comprendido entre las sierras Prieta y Alcaparaín atravesando los materiales maláguides (micasquistos y gneises precámbricos así como las calizas y arcillas paleógenas) y algunos tramos de arenas, calizas y margas pliocenas; en ciertos sectores (Sierra Gibargalla) afloran las calizas alabeadas silúricas y devónicas de la base del Complejo Maláguide y en su curso bajo en el sector comprendido entre este arroyo y el río Grande aparece un tramo de areniscas calcáreas miocenas. Este último río nace de la confluencia de una serie de arroyos procedentes del sector oriental de las sierras de las Nieves y Tolox atravesando los materiales calizos de las mismas y diversos tramos de peridotitas así como de terrenos del Complejo Maláguide (pizarras, cuarcitas y conglomerados silúricos de la base y calizas y arcillas paleógenas) y el Plioceno de la Hoya de Málaga. El río Fahala nace en la Sierra de Mijas (Complejo Alpujárride de la Zona Bética), recorre un tramo de micasquistos, cuarcitas y mármoles cámbricos y permotriásicos para atravesar después un área constituida por terrenos aluviales antiguos (villafranquienses), un amplio sector plioceno hasta los aluviales recientes de la zona de su desembocadura. Finalmente el curso medio y bajo del Guadalhorce por su orilla izquierda recibe las aguas de una serie de arroyos como son los del Buho, Torres, etc y las del río Campanillas. El primero de ellos nace entre los micasquistos, cuarcitas y mármoles cámbricos y permotriásicos alpujárrides, pasando después por un tramo constituido por pizarras, cuarcitas y mármoles del Primario y otro ocupado por calizas y arcillas

paleógenas, ambos pertenecientes al Complejo Maláguide, para después llegar al Guadalhorce entre sus aluviales recientes. El arroyo de Torres recorre también diversos tramos maláguides (pizarras del Primario, arcillas, areniscas, conglomerados y dolomías del Permotrias, calizas y arcillas del Paleógeno), así como terrenos postorogénicos constituidos por areniscas calcáreas del Miocono superior. El río Campanillas nace al pie del relieve calizo del Torcal de Antequera (Subbético interno), recorre los diversos tramos del Complejo Maláguide hasta que llega al Guadalhorce en la Hoya de Málaga donde atraviesa terrenos ocupados por limos, margas y areniscas.

La litología de la Cuenca del Guadalhorce da lugar a la existencia de diferentes zonas cuyo grado de permeabilidad y condiciones de drenaje varían de unas partes a otras de la misma. El área de su cabecera está dominada por materiales carbonatados y margosos de carácter permeable (estribaciones de Sierra Gorda, Sierra de Camorolos) que permiten en algunos puntos una escorrentía interna existiendo por tanto un drenaje mixto. La zona del Triás de Antequera está considerada en general como impermeable aunque localmente existe circulación subterránea a favor de formas kársticas elaboradas en los yesos sin que lleguen a existir acuíferos. A continuación el Guadalhorce atraviesa un tramo de materiales cuaternarios semipermeables salvo los afloramientos de areniscas tortonienses impermeables. El área de la Sierra de Humilladero, está formada también por materiales impermeables y tiene un drenaje favorable; sin embargo en los llanos que se extienden al N y W de la misma el drenaje llega a ser deficiente ó incluso nulo (Laguna de Fuente de Piedra, área de Campillos, zona de los embalses, etc) no existiendo prácticamente acuíferos. Al salir de ésta región la zona de la Sierra de Pizarra está considerada semipermeable al igual que la de la Sierra del Valle de Abdalagís; no obstante entre ambas hay pequeños afloramientos

formados por materiales permeables por fisuración. Pasa ahora el río por los materiales impermeables de la zona de Alora y Pizarra dejando a su izquierda los materiales del Complejo Maláguide de carácter semipermeable al igual que ocurre con los materiales del área de su desembocadura. De sus principales afluentes, el río Guadalteba procede de un área constituida por materiales permeables por fisuración donde hay acuíferos a profundidades variables relacionados con fenómenos kársticos, estando el resto de su cuenca dominada por terrenos impermeables y semipermeables. El río del Burgo ó Turón nace también en una zona de litología permeable por fisuración (Sierra de las Nieves) que ha dado lugar a la formación de acuíferos, pasando después por diversos tramos semipermeables e impermeables existiendo acuíferos por porosidad intergranular. El Campanillas, afluente por la izquierda procede de una zona de litología general semipermeable donde existen acuíferos por fisuración (Torcal de Antequera) discurriendo después por materiales impermeables por naturaleza aunque semipermeables por su tectonización (Complejo Maláguide) hasta que llega al Guadalhorce en la Hoya de Málaga cuyos materiales se consideran en su conjunto semipermeables.

La zona 5 ocupada fundamentalmente por la cuenca del río Guadalmedina, presenta en su sector septentrional un tramo de materiales del Subbético ultrainterno en el que se suceden calizas, dolomías y margas. Atraviesa después el Flysch de Colmenar en torno a Casabermeja, entra en el dominio de las formaciones de filitas, cuarcitas y calizas del Complejo Maláguide en los Montes de Málaga pertenecientes a la Zona Bética ó Complejo Bético s. str. y finalmente en el área ocupada por el embalse del Agujero-Limonero, donde aparecen algunos pequeños afloramientos de rocas volcánicas y subvolcánicas básicas, la cuenca está ocupada por las arenas, arcillas y margas pliocenas y los aluviales recientes. Además, la zona 5

está recorrida por una serie de arroyos como son los de Jaboneros y Totalán que discurren a través de los materiales de los Montes de Málaga aflorando en algunos sectores de su recorrido los conglomerados y areniscas del Permotriás, las filitas, cuarcitas y calizas cámbricas y carboníferas, así como algún tramo de calizas y dolomías jurásicas.

En definitiva, la Cuenca del río Guadalmedina presenta una litología impermeable en su conjunto debido a lo cual no existen acuíferos en la misma. En la parte alta de su cuenca las margas, margocalizas y areniscas dan lugar a una zona de drenaje aceptable de carácter mixto siendo el del resto de la cuenca favorable debido a la energía del relieve.

Al E de la cuenca del río Guadalmedina se abre la del río Sabar-Guaro-Vélez que nace en la Sierra de Albama (Subbético interno) con sus materiales calizos y dolomíticos jurásicos. Atraviesa después los terrenos terciarios de la depresión de Periana ó "Flysch de Periana" que están adosados al borde de los materiales del Complejo Maláguide al N y NE de los Montes de Málaga y que constituyen un afloramiento de las Unidades Predorsalianas. Entra a continuación por las calizas, cuarcitas y filitas del Complejo Maláguide (Zona Bética); atraviesa la formación de la Viñuela "asociada a los terrenos maláguides aunque puede ser considerada *va* postorogénica por ser *más* moderna que la estructura en *ma*cos de corrimiento de la Zona Bética, a pesar de que la edad de sus materiales sea *más* antigua -del Mioceno inferior y/ó medio- que los terrenos postorogénicos en sentido convencional" (FONTBOTE, 1983, pág. 308). "Se trata de una brecha transgresiva que reposa en discordancia sobre el Alpujárride y el Bético de Málaga, cuyo contacto encubre, y sobre ella reposa tectónicamente el Complejo de Colmenar-Periana" (JUSTICIA SEGOVIA, A., 1988, pág. 21). Después, el río Vélez entra de lleno a través de los materiales cámbricos y permotriásicos de la base del Alpujárride hasta que entra en una

amplia zona de materiales cuaternarios y llega al Mediterráneo junto al Faro de Torre del Mar. Los principales afluentes del río Vélez son el río Benamargosa por la derecha y Salía, Bermuza, Almachares y Robite por la izquierda. El Benamargosa -en su origen río de la Cueva- procede de los terrenos del Subbético interno de la Sierra de Camorcios desde donde atraviesa diversas formaciones dolomíticas jurásicas, margocalizas y margosas cretácicas y el Flysch de Colmenar (Unidades Predorsalianas). Penetra después en las filitas del Complejo Maláguide (Zona Bética) del que sale a través de los terrenos cuaternarios dejando a su izquierda los esquistos alpujárrides. Por su derecha recibe al río de Almáchar y juntos llegan al río principal con el que forman la fértil vega de Vélez-Málaga-Torre del Mar. De las estribaciones de la Sierra de Tejeda (Zona Bética) descienden los ríos Salía, Bermuza, Almachares y Robite atravesando los mármoles y micasquistos alpujárrides paleozoicos hasta llegar al río Vélez. Esta zona 6 está integrada además por el área endorreica de **Zafarraya** situada al NE donde afloran los terrenos cuaternarios, travertinos y tobas que representan episodios pantanosos ligados un tanto a los relieves calizos circundantes.

Los materiales constitutivos de ésta zona 6 se pueden considerar en su conjunto como impermeables. No obstante algunas zonas (Periana, Alcaucín, Sierra de Tejeda) son permeables debido a la fracturación y/o a la tectonización sufrida. Es una cuenca en la que no existen acuíferos. La zona septentrional está ocupada por materiales en general permeables que pierden esta propiedad en los lugares donde es mayor la concentración de las fracciones finas (limos, arcillas); además, en este sector norte, con una morfología llana existe un drenaje muy desfavorable en función del endorreísmo y aquí sí aparecen acuíferos en el área de la Sierra Gorda.

La zona 7 la constituyen fundamentalmente los ríos Algarrobo, Torrón, Chillar, de la Miel y Verde de Almuñécar. Proceden de la Sierra de Almirante y de sus conjuntos montañosos meridionales constituidos por las sierras de Cómputa y Enmedio. Atraviesan las formaciones de mármoles y esquistos paleozoicos y triásicos alpujárrides hasta llegar al mar creando pequeñas vegas de materiales cuaternarios en el área de sus desembocaduras. En el sector más oriental de la cuenca afloran diversos terrenos calizo-dolomíticos. Los materiales de las formaciones inferiores alpujárrides son de carácter impermeable por lo que impiden la existencia de acuíferos, habiendo sólo escorrentía superficial (área de micasquistos y cuarcitas). No obstante los sectores alpujárrides constituidos por mármoles dolomíticos, calizas y dolomías permiten un cierto desarrollo de formas kársticas (donde la estructura lo permite) y además, la intensa fracturación que han sufrido los hace permeables dando lugar a la formación de acuíferos en distintas zonas de la Sierra de Almirante. Los materiales de las vegas que se extienden en el área de la desembocadura de los distintos ríos de esta zona se pueden considerar permeables.

La cuenca del río Guadalfeo es la zona 8 de la división establecida por la C.H.S.E. Su litología está constituida fundamentalmente por los materiales de Sierra Nevada, La Alpujarra y el Valle de Lecrín. El Guadalfeo tiene su origen en las cumbres de Sierra Nevada con la confluencia de los ríos Chico y Grande de Cádiz que descienden hacia el Sur atravesando los micasquistos y cuarcitas del Complejo Nevado-Filábride pasando después a través de las filitas y cuarcitas de la base del Complejo Alpujárride así como por las calizas, dolomías y calcoesquistos de sus formaciones superiores presentes en la Alpujarra y sierras de la Contraviesa y Lújar hasta llegar a los materiales cuaternarios que forman la vega de Motril-Salobreña. Sus afluentes discurren casi todos por los mismos materiales que

el río principal. Por la derecha recibe las aguas de los ríos Trevélez, Mulhacén-Poqueira, Chico, Izbor y de las Guájaras fundamentalmente. El Trevélez y el Mulhacén descienden desde los materiales paleozoicos y triásicos nevado-filábrides (micasquistas, cuarcitas, mármoles y algunos tramos de metavulcanitas ácidas y básicas, etc) y, ya unidos llegan al Guadalfeo tras atravesar un tramo de filitas y cuarcitas así como de calizas y dolomías triásicas alpujárrides. El río Chico nace también en el Nevado-Filábride, atraviesa el Alpujárride así como los terrenos postorogénicos del área de Orgiva constituidos por los conglomerados neógenos. El río Izbor resulta de la confluencia de los ríos Dúrcal, Torrente y Albuñuelas y como tal recibe después las aguas del Lanjarón. Los ríos Dúrcal, Torrente y Lanjarón proceden de Sierra Nevada, todos ellos atraviesan los materiales nevado-filábrides y alpujárrides y el Dúrcal y Torrente además, atraviesan las formaciones neógenas y cuaternarias del Valle de Lecrín (conglomerados, limos y yesos, maciños miopliocenos, etc). El río de Albuñuelas nace entre las calizas y dolomías triásicas del Complejo Alpujárride y llega al Izbor después de atravesar diversos tramos de materiales neógenos y cuaternarios. Por último el río de las Guájaras llega al Guadalfeo después de realizar un recorrido exclusivamente sobre las calizas y dolomías triásicas alpujárrides y algunos tramos de mármoles cámbricos y permotriásicos de su base.

La litología que acabamos de describir da lugar a unas características hidrológicas que pasamos a exponer. El área ocupada por los materiales nevadofilábrides y las filitas y cuarcitas alpujárrides es una zona de terrenos impermeables con un drenaje favorable a causa de la energía del relieve y donde la posibilidad de existencia de acuíferos es prácticamente nula, aunque cabe considerar cierta circulación ligada a discontinuidades de origen tectónico. El área ocupada por dolomías y calizodolomías alpujárrides aunque no sea por

naturaleza permeable, lo es en función del alto grado de tectonización que tiene, existiendo en algunas zonas acuíferos debidos a la fisuración de los materiales (La Contraviesa) ó por la porosidad intergranular (sector occidental de la orla de materiales alpujárrides). El área del Valle de Lecrín tiene zonas de materiales semipermeables como son los maciños tortonenses; otras impermeables como las ocupadas por el Triás alpujárride donde no existen acuíferos y otras, como las del centro de la depresión de Padul, cuyos materiales oscilan entre semipermeables y permeables pero donde el drenaje es nulo ó muy deficiente existiendo agua a escasa profundidad.

La litología de la zona 9 esta constituida exclusivamente por los materiales alpujárrides, pues la forman una serie de ramblas independientes que descienden de las estribaciones meridionales de las sierras de Lújar y La Contraviesa. Entre dichas ramblas cabe señalar las del **Puntalón, Trapiche, Gualchos, Polopos, Trigo, Albuñol y Huarea**. Las más orientales atraviesan las filitas y cuarcitas werfenenses y algunos tramos calizodolomíticos y las situadas más al Oeste pasan por los afloramientos de micasquitos y cuarcitas cámbricas así como también por terrenos calizos y dolomíticos.

Las características hidrológicas de esta zona son por un lado la impermeabilidad de los materiales de las formaciones inferiores alpujárrides (filitas y cuarcitas) junto a la permeabilidad de sus formaciones carbonáticas superiores y de las formaciones cuaternarias de origen fluvial del área de las orillas y desembocadura de las distintas ramblas.

La cuenca del río **Adra** es la zona 10 de nuestra área de estudio. Este río nace en la zona alta de Sierra Nevada y se forma con la confluencia de una serie de ríos ó barrancos que descienden por los esquistos nevadenses como son los de Mecina-Yátor, Valor, Nechite-Ugijar, Laroles, Bayárcal y Paterna. En su

curso alto recibe el nombre de Darrical y en el medio el Grande. Tras atravesar los materiales nevadofilábrides (micasquistos grafitosos, cuarcitas, micacitas y anfibolitas) los cursos de la cuenca alta del río Adra pasan a través de los terrenos alpujárrides de los que afloran en distintas partes tanto sus formaciones inferiores (micasquistos, cuarcitas y filitas) como la formación carbonática superior (calizas y dolomías) cámbricas y triásicas. A continuación la cuenca está ocupada por la depresión tortonense de Orgiva-Cádiar-Ugijar con conglomerados arenas y limos miocenos y pliocenos y algún tramo de areniscas y margas vindobonienses-tortonienses. De nuevo el curso principal atraviesa las formaciones permotriásicas y triásicas alpujárrides hasta llegar a los materiales pliocenos y cuaternarios del área de su desembocadura. Por su orilla izquierda le llegan las aguas del río Chico que se forma con los derrames de las ramblas del Higueral, Julbina y del Boquerón, que discurren a través de los materiales alpujárrides así como por los terrenos pliocenos y cuaternarios de la zona de Berja en las estribaciones occidentales de la Sierra de Gádor.

La litología de la cuenca del río Adra desde el punto de vista hidrológico es por un lado impermeable en el sector de su cabecera con un drenaje favorable por escorrentía superficial. Por otro, cuando llega al área de materiales carbonáticos alpujárrides y en la depresión de Cádiar-Ugijar la litología sigue siendo impermeable salvo en algunos islotes calizos permeables de poca importancia, pero el drenaje por escorrentía se hace más deficiente. Una vez atravesada la depresión a ambos lados del río principal la litología es impermeable en todos los puntos donde afloran los materiales de las formaciones inferiores del Complejo Alpujárride, mientras que los afloramientos de calizas y/o dolomías de sus formaciones superiores constituyen zonas de materiales permeables por fisuración lo que permite un drenaje bueno tanto superficial

como por dicha fisuración. El río Chico que nace en las estribaciones occidentales de la Sierra de Gádor atraviesa una serie de zonas impermeables ocupadas por terrenos pliocenos cuyo drenaje es deficiente por escorrentía, así como otras de carácter permeable por fisuración.

Al SE de la cuenca del río Adra está situada la zona 11 de la Cuenca Sur constituida por las ramblas del **Aguila, La Maleza, Bernal, Cañuelo**, etc. que descienden por la vertiente meridional de la Sierra de Gádor (Complejo Alpujárride de la Zona Bética) cuyas escasas aguas rara vez llegan hasta el Mediterráneo.

La litología de la zona comprende los materiales calizo-dolomíticos del Triás medio y superior de la Sierra, al pié de la cual afloran diversos tramos postorogénicos de areniscas y margas miocenas y una amplia zona de materiales pliocenos y cuaternarios. Esta litología hidrológicamente se caracteriza por la presencia de materiales (dolomías y calizas de la Sierra de Gádor) permeables por fisuración. Las áreas ocupadas por las areniscas miocenas son impermeables y dan lugar a un drenaje deficiente, lo mismo que ocurre con los terrenos pliocenos y cuaternarios.

La cuenca del río **Andarax** es la siguiente hacia el E de las que constituyen la Cuenca Hidrográfica Sur de España. Su curso se origina por una serie de barrancos que descienden de la vertiente N de la Sierra de Gádor y de la SE de Sierra Nevada y que atraviesan por tanto los terrenos nevadofilábrides (micasquistos, cuarcitas y anfibolitas) y los alpujárrides (filitas, cuarcitas, calizas y dolomías) de la Zona Bética ó Complejo Bético s. str., para encajarse y seguir una dirección W-E a través de los materiales neógenos y cuaternarios de la cuenca de Ugíjar-Canjáyar-Alboloduy, constituidos fundamentalmente por areniscas y conglomerados seguidos de una formación predominantemente margosa con intercalaciones calizas. Se trata de materiales marinos tortonenses de carácter molásico. Sobre

ellos aparecen conglomerados con arenas y limos pliocuaternarios de origen continental. El río Andarax toma después dirección S.E. formando la cuenca neógena-cuaternaria de Almería, limitada a la orilla derecha del río por la Sierra de Gádor -que llega hasta el mar- y a la izquierda por la Sierra de Alhamilla pertenecientes ambas al Complejo Alpujárride de la Zona Bética. La Cuenca de Almería se une por el N con la de Canjáyar en el pasillo situado en la vertiente septentrional de la Sierra de Gádor. La litología de esta zona está constituida por calizas micriticas, calizas silíceas y margas con intercalaciones de areniscas y conglomerados de edad neógena y de tipo molásico. El Mioceno está compuesto además por margas y areniscas. Todos estos materiales son de origen marino, carácter que se continúa por el NE de la cuenca hasta el Plioceno. El principal afluente del Andarax, el río Nacimiento tiene su origen en el Cerro del Almirez a 2512 m de altitud en la vertiente N de Sierra Nevada, desde donde desciende hasta Fifiána (en algunos mapas este primer tramo del río aparece como río Fifiána) y donde se le unen además las aguas de otra serie de derrames procedentes de la vertiente S de la Sierra de Baza (Zona Bética) en la que afloran los materiales paleozoicos y triásicos, (cuarcitas, anfibolitas, mármoles). Tales derrames son principalmente los de las ramblas del Agua y Cortal. Sigue el río Nacimiento su curso en dirección SE a través del pasillo de Fifiána-Abla-Doña María existente entre Sierra de Baza al N y Nevada al S, compuesto por materiales cuaternarios (conglomerados y costras); entra de nuevo a través de los materiales nevadofilábrides y alpujárrides y finalmente llega al Andarax tras atravesar un tramo de las areniscas y margas tortonenses de las que hemos hablado al tratar del río principal. Otros afluentes que recorren la cuenca del Andarax por su orilla izquierda son las ramblas de Gérgal y Tabernas. Ambas proceden de escorrentías que parten de los materiales esquistosos de la Sierra de Filabres (y de la Sierra

de Alhamilla también en el caso de la Rambla de Tabernas), atravesando después los materiales neógenos y cuaternarios de la Cuenca de Almería hasta llegar al río principal.

Las características hidrológicas de la Cuenca del Andarax que se derivan de la naturaleza y disposición de los materiales que acabamos de describir varían un tanto en sus diferentes partes. Así, la zona de su cabecera está constituida por un lado por los materiales impermeables del Complejo Nevado-Filábride de Sierra Nevada que permiten un drenaje bueno por escorrentía superficial en un área prácticamente sin acuíferos; por otro, la constituyen los derrames procedentes de la Sierra de Gádor donde hay un drenaje favorable por escorrentía y percolación existiendo una gran cantidad de acuíferos por fisuración sobre todo en los bordes de la formación. A continuación los materiales de la Cuenca de Ugijar-Canjáyar son de naturaleza impermeable e impiden la existencia de acuíferos, lo mismo que los de la Cuenca de Almería; toda esta zona tiene un drenaje deficiente. El área de la Sierra de Alhamilla está formada por materiales permeables por fisuración que permiten la existencia de acuíferos. De los afluentes del Andarax, el río Nacimiento que recorre los materiales de las sierras Nevada y Baza discurre por terrenos impermeables que permiten un drenaje favorable por escorrentía superficial en un área sin acuíferos; estas características se repiten prácticamente en las demás formaciones que atraviesa hasta su desembocadura. En cuanto a las ramblas de Gérgal y Tabernas discurren por los materiales impermeables de la Sierra de Filabres, con una escorrentía superficial favorable; atraviesan después algunos tramos cuaternarios cuyo drenaje es por percolación y otros terrenos pliocenos semipermeables con drenaje deficiente y en algunos puntos nulo.

Al E de la Cuenca del río Andarax se extiende la zona 13, constituida por un lado por las ramblas que descienden desde Sierra Alhamilla en dirección N-S como son las del **Puente de la Quebrada, del Agua** y de las **Almoladeras** entre otras, que atraviesan los terrenos triásicos alpujárrides en la zona de su nacimiento para discurrir después sobre los materiales postorogénicos neógenos y cuaternarios (areniscas y conglomerados). Algunas de estas ramblas atraviesan también los terrenos pleistocenos constituidos por glacis y terrazas antiguas. Además de las citadas, la zona 13 está recorrida por otras ramblas, como la de **Morales**, cuya dirección es NE-SW y que se origina por la unión de las del Artal y Hornillos ramblas éstas últimas que bordean las vertientes septentrional y meridional de la Serrata, alineación montañosa en sentido NE-SW paralela a la costa oriental de Almería en donde afloran rocas volcánicas ácidas y neutras. Estos afloramientos volcánicos se continúan de forma más extensa en el extremo suroriental de esta zona 13 constituido por la Sierra de Gata. Son rocas de edad neógena que han salido a través de fracturas recientes; provienen de un volcanismo postorogénico. Por último, por esta zona ó subcuenca circulan otras ramblas y pequeños ríos en dirección W-E como son -citados de N a S- el río de Antas, el Jauto-Aguas y el de Carboneras. El primero de ellos se origina por una serie de derrames procedentes de la vertiente suroriental de la Sierra de los Filabres (Complejo Nevado-Filábride de la Zona Bética) con terrenos constituidos por micasquistos, anfibolitas, gneises, mármoles, etc y algunos pequeños afloramientos de serpentinitas. Después discurre a través de los materiales miocenos y pliocenos de la Cuenca de Vera. El río Aguas discurre prácticamente por el mismo tipo de terrenos que el anterior, aunque por su orilla derecha le llegan algunos pequeños cursos procedentes de la Sierra de Cabrera (Complejo Alpujárride de la Zona Bética). Dicha sierra

constituida por materiales paleozoicos y triásicos (micasquistos, filitas y calizas y dolomías) separa la cuenca del río Aguas de la del Carboneras que reúne a una serie de ramblas originadas tanto en dicha sierra como en la de Alhamilla atravesando luego los materiales neógenos y cuaternarios (conglomerados, glacis, etc) y afloramientos de rocas volcánicas, en este caso datadas como inmediatamente anteriores al Mioceno Superior (COELLO Y CASTAÑON, 1969).

Los materiales de las ramblas que descienden de Sierra Alhamilla son de carácter permeable por fisuración que permiten la formación de acuíferos; los materiales miocenos y pliocenos se comportan como semipermeables con un drenaje deficiente que pasa a ser nulo en el área ocupada por los glacis. Los terrenos por los que circula la rambla de Morales son de naturaleza impermeable en general aunque los volcánicos forman diques ó barreras tras las que se encuentran en algunas formaciones más permeables acuíferos aislados. El río Antas discurre por los materiales impermeables de la Sierra de Filabres donde el drenaje es favorable por escorrentía superficial circulando después a través de materiales pliocenos semipermeables en los que el drenaje es nulo. Por su parte el río Aguas cuyos terrenos tienen las mismas características hidrológicas que el anterior recibe además por su orilla derecha una serie de derrames de la Sierra Cabrera constituida por materiales considerados impermeables y en la que no existen prácticamente acuíferos. El río Carboneras circula por terrenos impermeables a lo largo de todo su curso.

La cuenca del río **Almanzora** es la número 14 de las zonas en que está dividida la Cuenca Sur. El río principal se forma por una serie de derrames que descienden de las sierras de Baza y Filabres en el límite de las provincias de Granada y Almería y que recorren los materiales paleozoicos del Complejo Nevado-Filábride (micasquistos, gneises y mármoles), así como la orla

de terrenos alpujárrides (filitas y cuarcitas) que rodea dichas sierras. El área de su cabecera también la forman una serie de ramblas (de la Jauca, del Higueral, etc) que descienden de las estribaciones occidentales de la Sierra de las Estancias (Zona Bética), atraviesan las distintas formaciones paleozoicas y triásicas alpujárrides (micasquistos, filitas, cuarcitas, calizas y dolomías). Todos estos derrames serranos entre las sierras de los Filabres y de las Estancias discurren después por una zona de materiales neógenos fundamentalmente pliocenos (calizas, margas, arcillas y yesos, así como conglomerados arenas y limos) y algún sector de glacis y terrazas antiguas cuaternarias. Continúa su curso el Almanzora en dirección W-E a través de terrenos neógenos y más recientes que unen la depresión de Guadix-Baza (situada al NW de esta cuenca fuera de nuestra zona de trabajo) con las de Huércal-Overa y Vera en el curso bajo de nuestro río. Se trata de materiales depositados después de la orogenia alpina por erosión de los relieves circundantes y por las distintas transgresiones marinas habidas en este sector hasta después del Plioceno. Antes de acceder a la Cuenca de Vera el río Almanzora gira en dirección SE atravesando los materiales de la Sierra de Almagro perteneciente al Complejo Alpujárride de la Zona Bética, aunque en algún momento (como apuntábamos en el apartado anterior) haya habido autores que, basándose en apreciaciones litoestratigráficas y paleontológicas la han individualizado en el llamado Complejo Almágride poniéndolo en relación con las Zonas Externas (Subbético) de la Cordillera Bética. Los materiales de esta sierra por otra parte, son fundamentalmente filitas y cuarcitas, calizas y dolomías triásicas así como algunos pequeños afloramientos de rocas volcánicas y subvolcánicas básicas.

Los afluentes del Almanzora son entre otros los de Bacares, Sierro, Laroya y Alblanche por su orilla derecha, que descienden todos por la Sierra de los Filabres a través de sus

micasquistos, gneises y sobre todo mármoles que han sido objeto de explotación secular. Por la izquierda recibe las aguas de las ramblas de Húitar, Olula, Albox, Almajalejo, Guzmaina, etc que, procedentes de los materiales alpujárrides de la Sierra de las Estancias, atraviesan ampliamente la depresión arriba citada hasta llegar al cauce principal.

Hidrológicamente, los materiales que constituyen la Cuenca alta del río Almanzora son por un lado impermeables (Sierras de Baza y Filabres), con algunas permeabilizaciones secundarias que pueden permitir la existencia de algún acuífero por fisuración (sector oriental de la Sierra de los Filabres). Por otro lado los derrames procedentes del sector occidental de la Sierra de las Estancias discurren a través de terrenos de gran permeabilidad por fenómenos de fisuración y karstificación, dando lugar a un drenaje favorable por escorrentía superficial e infiltraciones, constituyendo una zona de importantes acuíferos. Los materiales pliocenos y cuaternarios tienen distintos grados de permeabilidad dentro de una misma formación; los conglomerados arenas y limos permiten una escorrentía superficial buena por la diversificación de la red; las margas, calizas, margocalizas, yesos, areniscas, etc, son impermeables, con una escorrentía superficial muy activa. Los materiales del curso bajo (Vera) dan lugar a un drenaje muy deficiente, prácticamente nulo. El área de la Sierra de Almagro en sus formaciones calizo-dolomíticas constituye un sector de terrenos permeables por fisuración con existencia de acuíferos aislados.

Finalmente la zona 15 está constituida por los materiales alpujárrides de las sierras Almagrera y de Los Pinos, alineadas en sentido NNE-SSW. Al norte de la zona afloran las anfibolitas, mármoles, gneises y micasquistos de las estribaciones surorientales de la Sierra de la Carrasquilla (Complejo Nevado-Filábride) en el límite de la provincia de Murcia. Al pié de dichas sierras, en el ángulo NE de la zona se abre una pequeña

área ocupada por materiales pliocenos y cuaternarios. Es un área constituida por materiales impermeables y con un drenaje deficiente.

3) El problema de los suelos.

En un estudio geográfico de una red fluvial como el que realizamos, es necesario un conocimiento de los suelos sobre los que se asienta y discurre la red fluvial ya que de ellos depende en parte el volumen y el modo de esorrentía de la misma. Por ello hay que saber la capacidad de retención hídrica del suelo para que, junto con los demás elementos y factores del régimen fluvial, podamos conocer con exactitud la cantidad de agua que circula por una cuenca. Sin embargo el estado actual de los conocimientos edafológicos no permite abordar este tema. Ni la cartografía ni bibliografía existentes posibilitan conocer la conductividad hidráulica de los suelos de la Cuenca Sur. Existe una cartografía a escala 1/1000.000 de España que permitiría una descripción genérica de diferentes suelos que se desarrollan en la Cuenca Sur pero que no es de utilidad desde el punto de vista hidrográfico. Igual ocurre con los mapas provinciales que citábamos en la introducción de este capítulo. Las publicaciones de la Junta de Andalucía -también apuntadas anteriormente- adolecen asimismo de la información que nosotros necesitamos: por un lado el mapa Geomorfoedáfico E1/400.000 condensa tal cantidad de información que, a nuestro juicio, dificulta su interpretación además de no informar sobre la capacidad hidromórfica de los suelos andaluces; por otro lado, el Catálogo de Suelos de Andalucía que recoge una serie de ejemplos excelentes de distintos suelos de nuestra región y, por tanto, de la Cuenca Sur, no los estudia todos ni mucho menos y, de los que analiza no estudia sus características de drenaje. Por su parte, la C.H.S.E. publicó en su "Avance 80" del Plan Hidrológico Nacional referente a la Cuenca Sur un mapa a escala

1/500.000 de los suelos de la misma, tan genérico como inútil hidrológicamente. En cuanto a los estudios edafológicos publicados, no existe ninguno que permita realizar una síntesis completa de los suelos de la Cuenca Sur, su variedad, distribución, características morfológicas, fisico-químicas, etc, y menos aún hidrológicas. Existen no obstante, algunos sectores muy bien conocidos en algunos aspectos, incluso el hidráulico como son las cuencas situadas al E de Motril, objeto de estudio del Proyecto LUCDEME. El resto de la Cuenca no tiene sin embargo el mismo tratamiento. Por ello, recoger todo lo publicado sobre este tema en nuestra zona, apenas permite un acercamiento parcial al conocimiento del funcionamiento hidrológico de sus suelos. Intentar por nuestra parte llenar esta laguna es por lo demás una labor ingente que desborda por completo nuestro objetivo, ya que por sí sola constituye el trabajo de más de un investigador e incluso de un equipo; precisa de mucho tiempo y, por supuesto, del apoyo institucional. Es por otra parte un estudio obligado en nuestra región tan necesitada de un aprovechamiento integral del agua en una zona además aquejada de importantes problemas de erosión y desertificación de sus suelos. Por todo ello, es imposible abordar en este momento el análisis del comportamiento hidráulico de los suelos del conjunto de la Cuenca Sur. Tan sólo exponemos a continuación las **características generales** de los mismos para lo cual seguimos el trabajo realizado por J.M. MOREIRA y F. OTERO (1987):

La mayor parte de los suelos de nuestra zona es de tipo residual, resultado de la descomposición de la roca madre sobre la que se asientan. Dichas rocas van desde las areniscas, tan abundantes en el sector del Campo de Gibraltar, las margas y calizas extendidas ampliamente por toda la Cuenca, hasta las pizarras, gneises, rocas volcánicas, etc, de la Zona Bética fundamentalmente. Además hay algunos sectores constituidos por

suelos de transporte elaborados sobre conglomerados, arenas, gravas y limos en las márgenes de los ríos; sobre gravas, cantos, arenas y arcillas en los depósitos coluviales al pié de los relieves más importantes y, sobre arenas en el litoral costero. Por último, hay algunos suelos de acumulación orgánica en áreas pantanosas ó lacustres como en la depresión de Padul perteneciente a la cuenca del río Guadalfeo.

Además de la litología, las características de los suelos de la Cuenca Sur, comunes por otro lado a las de los suelos de toda Andalucía son: la **textura**, **estructura** y **pendiente** que condicionan el tipo de suelo y el **régimen de humedad** del mismo, más que el volumen de precipitación en sí; la **pendiente**, que además da lugar a que los suelos alcancen una mayor ó menor profundidad; la **materia orgánica** que condiciona la fertilidad; y, los procesos **morfogenéticos** dominantes en la zona. El **régimen de humedad**, permite distinguir entre los suelos **ácucos** que están saturados de agua todo el año y que se desarrollan en las desembocaduras de algunos ríos; los suelos **arídicos** y **tórricos** que son poco lavados y con sales solubles y que se encuentran en gran parte de la provincia de Almería y parte de la de Granada; y, los suelos **xéricos** que son los más extendidos y que se caracterizan por estar al menos 45 días consecutivos secos a partir del 21 de Junio y húmedos después del 21 de Diciembre. En cuanto al contenido en **materia orgánica**, nuestros suelos tienen poco por las características propias de la vegetación mediterránea, encontrándose los mayores porcentajes en las sierras calizas subbéticas con una buena cubierta vegetal. Las **pendientes**, que son superiores al 30% en gran parte de la Cuenca (Serranía de Ronda, Montes de Málaga, Sierra Nevada, Sierra de Filabres, etc) no permiten el desarrollo de suelos profundos; el resto tiene una pendiente que va desde menos del 7% en áreas como la vega de Antequera, entre el 7 y el 15% en las depresiones interiores y gran parte de la provincia de Almería

y, entre el 15 y el 30% en el área de terrenos triásicos de la Cordillera Bética y mitad norte de la provincia de Almería. Por lo que a los procesos morfogenéticos se refiere, los que predominan en nuestra zona son fundamentalmente: **fluvio-coluvial** en las zonas ocupadas por los glaciais, **fluvio-mareal** como en la Laguna de Fuente de Piedra, **kárstico** en las sierras calizas, **denudativo** en las sierras donde predominan las margas y margocalizas y, en el desierto de Tabernas, **estructural** como en las sierras Nevada, Filabres, Montes de Málaga, Mesa de Ronda, etc, **periglaciario** en Sierra Nevada, **volcánico** en la región de Cabo de Gata y, **litoral** en las playas acantiladas de la costa. (MOREIRA et. al., págs. 268-272).

Con la intención de llegar al máximo conocimiento posible de los suelos de la Cuenca Sur, creemos conveniente completar esta visión general recogiendo la información proporcionada por los mapas de suelos del Proyecto LUCDEME arriba mencionados, a pesar de que la misma se vea limitada por el área que abarca. No obstante ésta cartografía nos permite saber cómo son los suelos de parte de la mitad oriental de nuestra zona de estudio.

A través de las hojas publicadas hasta el momento y que recogemos en el apartado dedicado a Bibliografía, se observa en general la existencia de suelos de escasa capacidad para retener agua debido a su poca profundidad; junto a ello suelen estar sobre pendientes escarpadas, secos la mayor parte del año, con escasa vegetación y presentando un grado considerable de erosión.

De la Zona 8 que es la primera de la que tenemos información podemos conocer lo referente a los suelos de las cuencas altas del río Guadalfeo y de sus afluentes, a través de los datos de la Hoja 1027 (Güejar Sierra). En ella aparece en primer lugar una unidad cartográfica caracterizada por la ausencia de suelos, que es la que ocupan las zonas pedregosas y rocosas situadas por encima de los 2700-2800 m de altitud sobre los micasquistos y

cuarcitas de Sierra Nevada. Constituyen acumulaciones de fragmentos gruesos, canchales de rocas, debidos tanto al glaciario y periglaciario cuaternarios, como a las acciones hielo-deshielo actuales. Entre los 2500-2600 m. y también en otra banda entre los 2100-2200 m. de altura se desarrollan Regosoles eútricos sobre materiales silíceos, fuerte pendiente, escasa vegetación, excesivamente pedregosos y rocosos, secos en superficie y ligeramente húmedos en profundidad y que -allí donde hay una vegetación protectora y menores pendientes- suelen estar asociados con Phaeozems háplicos. Por encima de los 2200-2300 m. y en pendientes entre el 20 y el 60%, aparecen Cambisoles húmicos y Rankers sobre derrubios de ladera de origen periglaciario. Entre los 1300 a 2.300 m, se extiende una unidad constituida por Cambisoles eútricos y crómicos desarrollados sobre la roca madre ó derrubios de micasquistos, en pendientes moderadas y fuertes, que están por lo general muy desmantelados por la acción humana. Además y diseminada entre los 2300-2900 m. de altitud se desarrolla una unidad asociada a cursos de agua ó a zonas de fuerte rosi3n de las cumbres, constituida por Regosoles dísticos con inclusiones de Cambisoles dísticos, Litosoles y Regosoles eútricos. Son suelos excesivamente pedregosos y rocosos en áreas de pendiente escarpada.

La Zona 9 de la Cuenca Sur por su parte está ocupada fundamentalmente por: Litosoles; Litosoles con Luvisoles crómicos y Rendsinas; y, Regosoles calcáreos. Todas estas formaciones se extienden sobre fuertes pendientes (excepto en la Vega de Motril, rambla de Castell de Ferro y Polopos), escasa vegetación, litología favorable a la erosión y poco contenido en agua útil. Así, salvo en la ladera meridional de la sierra de Lújar donde se desarrollan Regosoles calcáreos sobre derrubios de ladera que forman un conglomerado y no presentan rasgos importantes de erosión, el resto de la zona ocupada por las filitas alpujárrides tiene unos suelos muy desgastados. Junto a

estas unidades cartográficas, en las orillas de las ramblas se han formado **Fluvisoles** cuyas características de drenaje varían siendo imperfecto en unas y bueno en otras -como en la rambla de Albuñol-, por tener la capa freática alta y estar saturados alguna parte del año.

La Zona 10 presenta diferentes tipos de suelos constitutivos de una serie de unidades cartográficas reflejadas en las Hojas 1028 (Aldeire), 1043 (Berja) y 1057 (Adra). En la primera de ella los suelos dominantes son: **Litsoles** y **Regosoles litosólicos**; **Regosoles dístricos**; **Cambisoles húmicos**, **Rankers** y **Regosoles dístricos**; **Cambisoles eútricos**; y **Regosoles eútricos**. Los primeros se desarrollan sobre fuertes pendientes (superiores al 50%), asociadas a afloramientos rocosos y canchales, escasas de vegetación, donde las pérdidas de materiales por erosión son particularmente intensas y, por tanto, el desarrollo de los suelos muy incipiente. La meteorización física debida a los contrastes térmicos anuales y diarios, les proporciona una textura grosera y una estructura de grano suelto. Los perfiles recogidos en el mapa de Aldeire se presentan algo excesivamente drenados y secos. Los **Regosoles dístricos** ocupan las zonas de cumbres entre los 2300-2700 m. tanto alomadas con pendientes suaves, como escarpadas, cuya litología está constituida por micasquistos y cuarcitas y donde la vegetación (sabinas, piornos) ocupa el 50% del territorio. Tienen una estructura blanda y friable que ofrece poca resistencia a los fenómenos erosivos de tal manera que las alternancias hielo-deshielo, las bajas temperaturas invernales y la fuerte desecación estival llevan a la formación de unos suelos delgados, de textura gruesa y pedregosos, tanto más erosionables cuanto más desprovistos de vegetación. Son en general suelos bien drenados y cuyo contenido en agua útil varía de unos lugares a otros, presentándose sus perfiles húmedos en invierno y secos en verano. La tercera unidad antes citada está constituida por **Cambisoles húmicos**,

Rankers y Regosoles dísticos como suelos dominantes; se desarrollan bajo una cubierta vegetal relativamente densa de tipo piornal que se extiende entre los 2000-2600 m. en pendientes fuertes y escarpadas y litología de micasquistos muy desmantelados por la soliflucción; presentan un menor grado de erosión que los suelos anteriormente descritos, debido a una mayor disponibilidad de agua en los periodos más cálidos y un mayor grado de profundidad. Únicamente en los lugares desprovistos de vegetación se manifiestan procesos erosivos que los van desposeyendo de materiales finos y acentúan su pedregosidad. Entre los 1100 y 2100 m. de altura se extienden los Cambisoles eútricos tanto en zonas llanas como escarpadas sobre micasquistos y cuarcitas. Son suelos con un régimen de humedad xérico y cuyo grado de erosión depende del desarrollo de la cubierta vegetal; así, en los puntos donde ésta ha desaparecido están afectados por una erosión hídrica laminar presentando surcos y cárcavas, mientras que en aquellos otros cubiertos por encinas, chaparros ó pinos de repoblación tienen una mayor potencia, estructura y grado de evolución. Por último, otra de las unidades cartográficas más extendidas en esta zona es la representada por Regosoles eútricos sobre micasquistos, cuarcitas y filitas, entre los 1000 y 2000 m. de altura, en pendientes fuertes y escarpadas, con una vegetación natural (encinas y chaparros) que ha sido destruida en diversos puntos sometidos a cultivos, abandonados con posterioridad, con la consiguiente pérdida de los suelos originales y el incremento de la erosión; esta ha sido en parte frenada por aterrazamientos y repoblación de pinos. Son suelos pedregosos, poco evolucionados y secos por lo que, en las zonas donde aparecen cultivados, sólo aparecen almendros. La Hoja 1043 (Berja) corresponde al sector central de esta zona 10 recorrida por el río Adra y sus afluentes. Sus suelos constituyen otra serie de unidades cartográficas entre las que destacan por su extensión las que

tienen como suelos dominantes: Litosoles; Regosoles calcáricos y litosólicos; Regosoles eútricos; Cambisoles eútricos; y Cambisoles cálcicos. Los primeros se desarrollan sobre los materiales alpujárrides de Sierra Nevada (dolomias, calizas, filitas y cuarcitas fundamentalmente), en pendientes de todo tipo, con una vegetación escasa de matorral xerofítico; son suelos poco evolucionados y muy erosionados. Los Regosoles calcáricos por su parte se extienden por toda la zona formados sobre materiales de naturaleza muy diversa (esquistos, filitas, calizas, margas, limos, etc) y en pendientes muy variadas; tienen un régimen de humedad xérico, están bien drenados y su capacidad de retención de agua útil es buena variando únicamente en función del espesor que alcancen en los distintos lugares en los que aparecen. Junto a ellos se desarrollan los Regosoles litosólicos poco profundos, con escasa capacidad de retención de agua utilizable por las plantas, secos, con buen drenaje lateral. Estos Regosoles litosólicos unidos con los calcáricos ocupan un 85% de la hoja 1043 que comentamos y (a pesar de que los últimos adquieren un mayor espesor) están afectados por un fuerte proceso erosivo con rasgos de erosión laminar, surcos y cárcavas. Los Regosoles eútricos se han formado sobre la mayor parte de los terrenos neógenos y cuaternarios de la zona con pendientes moderadas, lo que no impide que estén afectados por una fuerte erosión; tienen baja capacidad de retención de agua útil por ser, en general, suelos muy superficiales, con buen drenaje por su textura gruesa, en ocasiones impedido en profundidad. Los Cambisoles eútricos se desarrollan en áreas de pendientes escarpadas constituidas por cuarcitas y micasquistos, así como en terrenos llanos de depósitos aluviales; presentan una gran variedad en lo que al grado de pedregosidad se refiere; tienen un régimen de humedad xérico, y una erosión laminar de escasa a moderada. Sobre laderas de pendiente diversa y en terrenos llanos también, se extienden los Cambisoles cálcicos

que aparecen en las formaciones coluviales calizas, dolomíticas, esquistosas ó cuarcíticas; son relativamente profundos, de textura franca, con un buen drenaje y buena capacidad de retención de agua útil que no sobrepasa nunca los 100 mm.

En la cuenca baja del Adra, cartografiada en la hoja 1057 (Adra), se distinguen diversas unidades cuyos suelos dominantes son: **Litsoles**; **Regosoles calcáricos**; **Cambisoles cálcicos**, así como los pequeños retazos de **Fluvisoles calcáricos** que ocupan los cauces y orillas de los ríos y ramblas. Los **Litsoles** aparecen asociados con **Regosoles litosólicos**, **Rendsinas**, y **Regosoles calcáricos** fundamentalmente; se desarrollan sobre pendientes fuertes en general, aunque no faltan en terrenos llanos; el sustrato litológico lo componen calizas, dolomias, mármoles y calizas dolomíticas, constituyendo suelos delgados, asociados a una vegetación escasa que favorece los procesos de erosión; tienen un régimen de humedad xérico, mal drenaje vertical y excesivo lateral. Los **Regosoles calcáricos** suelen asociarse con **Regosoles litosólicos**; la litología sobre la que se forman es de filitas, micasquitos y cuarcitas, así como calizas e incluso materiales cuaternarios; las pendientes son muy variadas así como su grado de pedregosidad y la capacidad de retención de agua útil es pequeña debido a su escaso espesor. Los **Cambisoles cálcicos**, formados en depósitos y glaciares cuaternarios sobre pendientes suaves en general, son suelos relativamente profundos y bien drenados; no obstante no faltan los desarrollados en fuertes pendientes (30%) donde adquieren una menor profundidad y capacidad de retención de agua útil.

Los suelos de la Zona 11, son en general de carácter xérico en el área de las estribaciones de la sierra de Gádor y arídicos en el sector de El Ejido-Aguadulce. Tienen una gran pedregosidad, poca profundidad y una capacidad de retención agua útil baja ó nula. Las unidades cartográficas más extendidas son

las constituidas por los Litosoles en las áreas más abruptas y los Regosoles en el resto.

Los suelos de la cuenca del río Andarax los podemos conocer a través de las Hojas 1012 (Fifana), 1013 (Macael), 1028 (Aldeire), 1029 (Gérgal), 1030 (Tabernas) y 1044 (Alhama de Almería) que, aunque no completan la totalidad de su extensión abarcan una gran parte de la misma. Se trata en general de formaciones que sufren un fuerte déficit de agua sobre todo en verano, etapa en la que los únicos que poseen humedad en su perfil son los Cambisoles y Fluvisoles situados próximos a los valles del Andarax y Nacimiento, cultivados en régimen de regadío, en otoño con las primeras lluvias empieza a aparecer una reserva hídrica, aunque hay suelos que nunca llegan a completarla.

Por la margen derecha del Andarax, además de las citadas, se distinguen otras unidades cartográficas en las que los suelos dominantes son los Litosoles, Cambisoles cálcicos y Regosoles calcáreos que rodean la gran extensión de Rendsinas y Phaeozems del área de cumbres de la sierra de Gádor. Los Litosoles se desarrollan sobre calizas ó dolomías compactas y duras, tienen una capacidad media de retención de agua útil, pero su reserva es mínima dado su escaso espesor; abundan en ellos los afloramientos rocosos; las pendientes en las que aparecen suelen ser fuertes, aunque los hay en zonas llanas; la acción humana unida a un clima poco favorecedor ha dado lugar a la pérdida casi total de suelo de la superficie, sólo recuperado en algunas áreas donde las actividades humanas han cesado, permitiendo el desarrollo de una vegetación protectora (tomillo, aulaga, jara, romero, etc). Frecuentemente aparecen asociados con Regosoles calcáreos en barrancos con laderas muy escarpadas de filitas, margocalizas, y calizas, donde hay una erosión hídrica severa acentuada por la escasa vegetación existente. La asociación de Cambisoles cálcicos y Regosoles calcáreos está muy extendida y

diseminada por la cuenca; ambos suelos se desarrollan sobre materiales carbonatados; son relativamente profundos con alto contenido en materia orgánica (más en los Cambisoles) y con una capacidad de retención de agua de grado medio. Las **Rendsinas** por su parte tienen en general un escaso espesor así como un elevado porcentaje de afloramientos rocosos que limitan su capacidad de retención hídrica. Dicha capacidad aumenta así como su espesor en aquellos sectores donde se conservan retazos de vegetación climática (encinas). Los **Phaeozems** aparecen en la sierra de Gádor por encima de los 1400 m, donde las precipitaciones superan los 600 mm, manteniendo una elevada reserva de agua y una vegetación de matorral abundante.

La margen izquierda de la cuenca del Andarax presenta también una variedad edafológica en la que destacan los **Fluvisoles** y **Cambisoles** cálcicos de las terrazas y orillas fluviales (río Nacimiento, rambla de Gérgal, etc) y de los abanicos aluviales, formados sobre materiales cuaternarios, con una vegetación constituida por cañaverales, retamas y cultivos de vides; pendientes suaves, bien drenados y ligeramente erosionados. Además, sobresalen también otra serie de unidades cartográficas cuyos suelos dominantes son los **Regosoles** eútricos, **Regosoles** calcáricos, **Litsoles** y **Solonchaks** órticos. Los primeros se desarrollan sobre micasquistos y cuarcitas, en pendientes moderadas y fuertes, sometidos a intensos procesos de erosión por lo que han perdido espesor; su régimen de humedad es xérico. Los **Regosoles** calcáricos se han formado sobre materiales de naturaleza carbonatada y ocupan áreas de pendientes moderadas y suaves afectadas por una erosión importante en cárcavas; la vegetación, de tomillo, esparto, etc, se encuentra muy diseminada. Los **Litsoles**, aparecen cubriendo áreas abruptas constituidas por materiales metamórficos (esquistos y cuarcitas), donde los afloramientos rocosos son muy abundantes y la escasa vegetación apenas si los protege de la erosión. Los

Regosoles calcáricos suelen estar asociados con Solonchaks órticos; se forman sobre margas, margas arenosas y areniscas, en zonas donde la vegetación está muy diseminada, sin ningún cultivo y con una morfología caracterizada por pequeñas colinas muy erosionadas formando cárcavas. Los Solonchaks órticos por su parte se desarrollan en las zonas más áridas; tienen un alto grado de salinidad cerca de la superficie que aumenta en profundidad; están asociados a las formaciones de band-lands sobre materiales pliocuaternarios; su régimen de humedad es casi arídico y además son suelos imperfectamente drenados. Se extienden ampliamente en el área recorrida por las ramblas de Gérgal y Tabernas.

De la Zona 13 sólo contamos con la cartografía correspondiente al sector noroccidental de la misma recogido en las Hojas 1013 (Macaël) y 1030 (Tabernas). En la primera está comprendida la zona de las cabeceras de la rambla del Marqués y del río Aguas donde los suelos dominantes son Xerosoles cálcicos y lúvicos, Luvisoles crómicos y Regosoles eútricos. Los Xerosoles se desarrollan sobre arenas y conglomerados en áreas de pendiente suave ó nula cultivadas de almendros y olivos. Los Luvisoles crómicos y Regosoles eútricos se han formado sobre micasquistas, en zonas con pendientes tanto suaves como fuertes, con una vegetación de matorral densa (retamas y espartos); son suelos muy pedregosos que presentan una erosión laminar severa y en cárcavas muy profunda y, un régimen de humedad xérico. El resto de la zona recogido en el mapa de Tabernas tiene como suelos dominantes los Regosoles calcáricos que, según las áreas, aparecen asociados con Xerosoles cálcicos, lúvicos y háplicos, ó con Regosoles eútricos etc. Los Regosoles calcáricos se forman sobre las rocas carbonatadas miocenas y pliocuaternarias en pendientes inclinadas, pedregosas, con escaso recubrimiento vegetal (esparto, tomillo) y pequeña capacidad de retención de agua útil por ese débil espesor que alcanzan.

Finalmente la cartografía del Proyecto LUCDEME nos informa también de parte de los suelos de la cuenca del Almanzora (Zona 14) a través de las Hojas 1012 (Fiñana) y 1013 (Macael) que recogen las unidades cartográficas de suelos de la cabecera y orilla derecha del alto Almanzora, comprendidos entre las ramblas de Herrerías y el río Chercos. Junto a los **Fluvisoles calcáreos** y **eútricos** que bordean los cauces de las ramblas, la cabecera del Almanzora está dominada por varios isleos de **Litsoles**, **Regosoles calcáreos**, y **Cambisoles** y **Regosoles eútricos**. Los **Litsoles** se han formado sobre calizas y dolomías del Complejo Alpujárride con pendientes de grado diverso, vegetación xerofítica, fuerte erosión y denudación del suelo y gran predominio de afloramientos rocosos. Las unidades dominadas por **Regosoles calcáreos** y **eútricos** ocupan el área de micasquistos, filitas y cuarcitas del Complejo Nevadofilábride sobre pendientes entre el 25-30% en general, con gran abundancia de afloramientos rocosos y un alto grado de erosión. Los **Cambisoles** y **Regosoles eútricos** se extienden por las laderas de la vertiente N. de Baza y Filabres entre los 1500-1900 m. de altitud con pendientes muy inclinadas y una litología de esquistos y cuarcitas; cuando presentan un horizonte de alteración cuyo límite inferior supera los 25 cm de profundidad es cuando pasan a ser **Cambisoles**. Los afluentes por la derecha del Almanzora (Bacares, Sierra, Laroya y Chercos) recorren un área cuyos suelos dominantes son los **Litsoles**, **Regosoles eútricos** y **litosólicos**, **Cambisoles** y **Regosoles eútricos**, **Luvisoles crómicos** con **Regosoles eútricos** y **Regosoles calcáricos**. Los **Litsoles** y los **Cambisoles** y **Regosoles eútricos** tienen las mismas características que los del área de la cabecera de la cuenca arriba descritas. Los **Regosoles eútricos** y **litosólicos** forman una unidad sobre los gneises, micasquistos, cuarcitas, etc. nevadofilábrides en pendientes tanto suaves como escarpadas, con una vegetación natural muy aclarada de espartos

y retamas y un piornal denso en las áreas más altas; la pedregosidad es importante y la erosión laminar severa, aminorada en algunas zonas cubiertas por pinos de repoblación. Los Luvisoles crómicos y Regosoles eútricos forman otra unidad también desarrollada sobre materiales nevadofilábrides, con una vegetación de chaparros y jarales con algo de retamas; son suelos pedregosos, con pendientes moderadas y una cobertera vegetal extensa que permite un mayor desarrollo en profundidad de los mismos, así como que estén afectados por una erosión de grado medio. Por último, Los Regosoles calcáreos aparecen sobre las filitas y cuarcitas alpujárrides en pendientes generalmente escarpadas con poca pedregosidad y afloramientos rocosos, una vegetación de matorral aclarado afectados por una erosión hídrica severa laminar y en surcos y cárcavas.

E) EL RELIEVE

En la Introducción a este trabajo hicimos ya alusión a la diversidad e importancia de la altitud y de la pendiente en los ríos de la Cuenca Sur de España dada su situación en la Cordillera Bética y la escasa distancia que separa este alto relieve del mar Mediterráneo. Tanto una como otra son factores que, junto a la litología y clima caracterizan los rasgos esenciales de la red hidrográfica del Sur.

1) La Altitud.

A través del análisis topográfico podemos apreciar que nuestra zona de estudio presenta una gran diversidad altitudinal, puesto que sus cuencas oscilan entre los 0 y los más de 3400 m s.n.m. Estas alturas se distribuyen en los porcentajes superficiales que recogemos en la figura 98. Para la elaboración de la misma hemos superpuesto sobre el mapa topográfico a escala 1/500.000, cuyas curvas de nivel tienen una equidistancia de 200 m, una plantilla cuadrada en la que cada cuadrícula abarca 4 cm², es decir 100 Km² de superficie. Hemos contabilizado 140 cuadrículas completas y 87 incompletas de las que hemos hallado la altura media de sus curvas de nivel. Después hemos aplicado la fórmula $C + C/2$ para hallar la superficie total de la cuenca y la proporción de la misma existente en cada intervalo de 200 m de altitud, cuyos resultados son los que reflejamos en el gráfico. De la observación de dicho histograma se desprende en primer lugar que las alturas comprendidas entre los 400 y los 599 m son las que ocupan una mayor superficie (24,71%) de los 18.380 Km² que tiene en conjunto la Cuenca Sur, es decir, más de 4.400 Km². También vemos que las comprendidas entre 600 y 999 m suponen un 30,21% de la zona, unos 5.500 Km², que significan una extensión considerable. Junto a ello destaca además que, aunque separadas

en frecuencias de 200 m las alturas existentes entre 1.000 y 1.999 m disminuyen su proporción, si las consideramos en su conjunto suponen un 22,5% de la Cuenca, o sea, más de 4.000 Km² lo que creemos es un dato significativo. Frente a ello las zonas bajas, por debajo de los 200 m de altura, sólo ocupan una extensión de unos 950 Km². Todos estos datos reflejan que la Cuenca Sur tiene un altitud media considerable cercana a los 700 m. Sin embargo, no todas sus subcuencas ó zonas en que se divide son altas. Así las situadas en sus extremos occidental y oriental poseen unas alturas que no sobrepasan los 400 m en un caso (Cuencas de los ríos Palmones y Guadarranque) y los 800 en el otro (Zona 13), en ninguna de las cuadrículas en las que hemos dividido el mapa, como explicábamos antes. La Cuenca del Guadiaro por su parte participa del relieve de la Serranía de Ronda y alguna de las cuadrículas que cubren su área en su curso alto alcanza una media de 1.100 m. El Guadalhorce dada la amplitud de su cuenca varía de unas partes a otras de la misma, en lo que a altitud se refiere; así, el área de su nacimiento entre los relieves subbéticos alcanza en alguna cuadrícula los 1.100 m de media mientras que el resto de su curso alto desciende, oscilando entre los 400-600 m de altitud en la zona de Antequera, Campillos, Fuente de Piedra, área de los embalses, etc, y ascienden hasta una media de 800-900 m las cuadrículas que cubren la Cuenca del río Furón. Su curso bajo, zona 4b, oscila entre medias de 1.200 a 800 m en las áreas ocupadas por las Sierras de Tolox, Prieta, Carratraca, etc, los 800-900 m de media en las cuadrículas que cubren el área de las Sierras del Valle de Abdalagis, Torcal, etc y, un máximo de 500-600 m en el resto de la cuenca. Por su parte, la Zona 3, ocupada por los ríos que descienden desde las sierras Bermeja, Palmitera, Tolox, Blanca, Alpujata y Mijas hacia el Sur, alcanzan en las cuadrículas que ocupan sus cursos altos, sobre todo en el sector occidental, una altura media entre 800 y 1.200 m, mientras que

en el oriental oscilan alrededor de los 600 m para no superar en sus cursos bajos la curva de 200 m s.n.m. Al Este de este sector, la Cuenca del río Guadalmedina tiene en las cuadrículas que abarcan sus cursos alto y medio y en su sector oriental casi hasta la costa, una media de 900 m para descender enseguida a la de 600 m y, dada la cercanía de los Montes de Málaga al mar, la media de las cuadrículas que ocupan el sector costero de esta cuenca llegan a los 300-400 m de altitud media. La Cuenca del río Vélez posee una altura media de unos 1.200 m en el área de la Cuenca de Zafarraya, y de 1.000 m en su curso alto donde se encuentran las Sierras de Alhama y Tejeda con alturas absolutas que sobrepasan los 1.500 y 2.000 m; su curso medio tiene una altitud de más de 600 m de media, aunque el cauce del río no supera los 200 m de altura en un amplio recorrido tierra adentro y, en el sector de Periana discurre a unos 400 m s.n.m.. Continuando hacia el E, nos encontramos ahora con la Zona 7, recorrida por los ríos y barrancos malagueños y granadinos que bajan de la Sierra de Almirajara. Esta estrecha zona bordeada en su sector septentrional por relieves que superan los 1.800 m da lugar a que las cuadrículas que la cubren alcancen unas altitudes medias entre 300 y 1.200 m. Y llegamos así a la Zona 8 recorrida por la red de drenaje del río Guadalfeo donde se encuentran las alturas más altas de la Cuenca Sur y de la Península con los más de 3.400 m del Mulhacén, los casi 3.400 m del Veleta, etc, que permiten que en alguna de las cuadrículas de la zona de su cabecera y orilla derecha de su curso alto se alcancen medias de 2.900 m y sean varias las que superen los 2.000 m. Todo ello otorga a esta cuenca en su conjunto una altura media superior a los 1.000 m, aunque todo el sector ocupado por la vega de Motril-Salobreña no supere apenas los 100 m de altitud y el cauce del río principal discorra por una cota no superior a 400 m desde aproximadamente la mitad de su recorrido hacia abajo. Al SE de esta cuenca, la Zona 9,

constituye un sector recorrido por las ramblas que proceden de las Sierras de Lújar y La Contraviesa, formaciones montañosas que ocupan gran parte de la zona, dándole a la red cuadrículada que la cubre una altitud media de 850 m y a la de los cursos bajos más de 650 m. Limitada al W por ésta zona 9 y por la Cuenca del río Guadalfeo se extiende la del Adra con una media de sus alturas que supera los 1.100 m, dado que abarca una zona ocupada en una gran parte por los relieves de Sierra Nevada al N, Sierra de la Contraviesa al W y Sierra de Gádor al E con lo que, salvo el sector central de su curso bajo al W de Berja cuya altitud media es de 400 m y las cuadrículas que abarcan el área de su desembocadura que no superan la curva de nivel de 200 m, todas las demás cuadrículas de la red tienen una altitud media que oscila entre 900 y 2.300 m. A continuación la Zona 11, situada al E de la Cuenca del río Adra y al Sur de la del río Andarax abarca una superficie de un poco más de 730 Km² de los que aproximadamente un 38% están por debajo de los 100 m de altura y que corresponden al Campo de Dalías; frente a ello el resto de la zona alcanza los 600, 900 y hasta 1.100 m de altitud media por cuadrícula debido a que se extiende por la Sierra de Gádor en la que se llega en algunos puntos a los 2.200 m de altura. Esta sierra constituye el límite suroccidental de la Zona 12 ocupada por la Cuenca del río Andarax; es un área de 2.187,6 Km² de extensión superficial y de una altitud media cercana a los 1.000 m dado que además de la ya citada Sierra de Gádor, sus cursos parten de las Sierras Nevada, Filabres y Alhamilla con alturas superiores a los 2.600 m en la primera, 2.100 m en la segunda y 1.300 m en la tercera en los sectores de las mismas pertenecientes a esta cuenca. Únicamente el sector central de la cuenca, en el área de la depresión de Canjáyar y de su prolongación hacia Tabernas, se alcanzan medias entre los 400 y 700 m de altura y, por supuesto en el curso bajo del río, desde Rioja aproximadamente donde la altura está por debajo de

**HISTOGRAMA DE ALTITUDES ABSOLUTAS
CUENCA HIDROGRAFICA DEL SUR DE ESPAÑA**

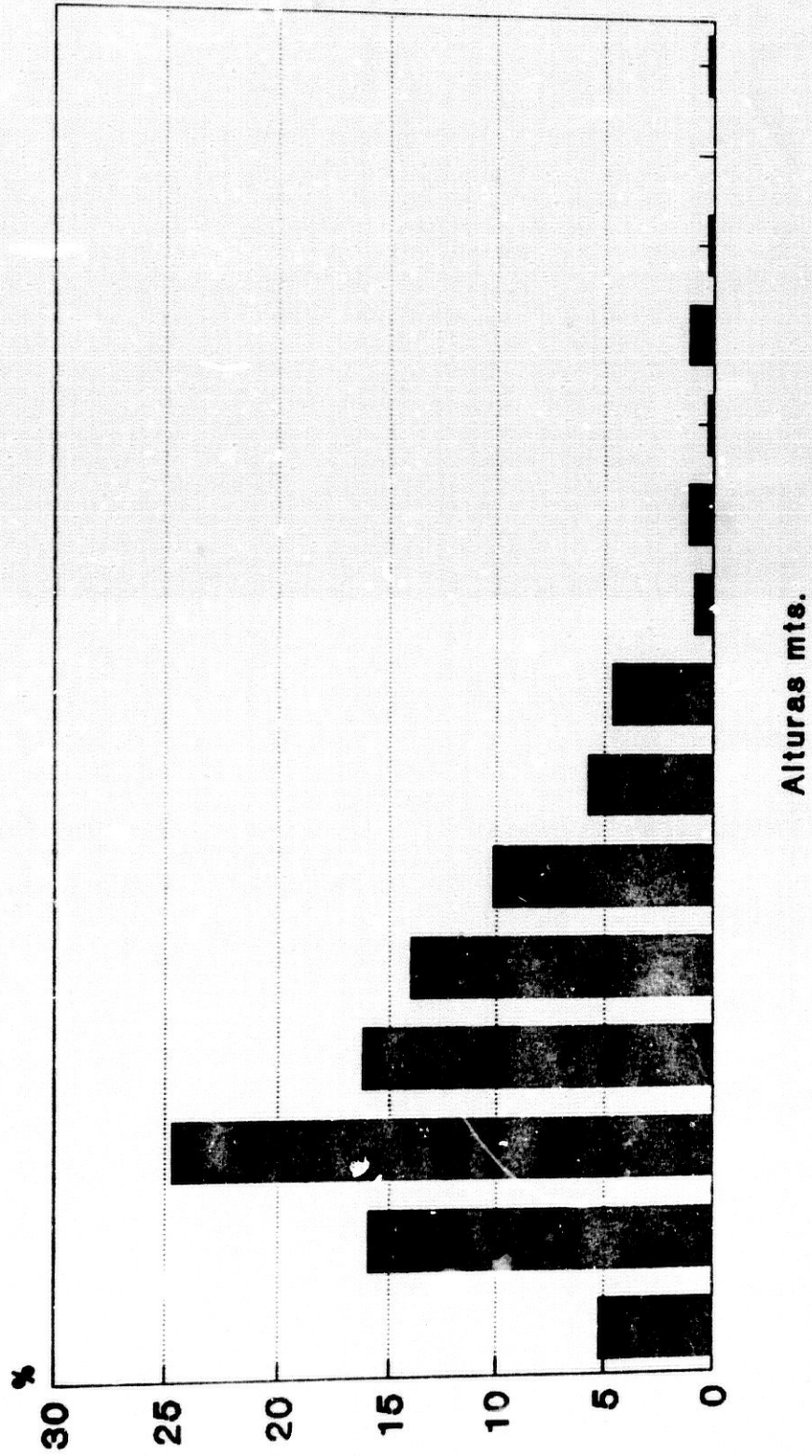


Fig.98 Elaboración Propia

los 1000 m. Finalmente, la Cuenca del río Almanzora completa -junto con la Zona 13 de la que hablamos al principio de este apartado- la Cuenca Sur de España por su extremo NE. En ella distinguimos varios sectores con una altitud media diferenciada; por un lado, el área ocupada por la Sierra de los Filabres supera en todas las cuadrículas que la cubren los 1000 m de altura media, siendo ésta en algún caso de 1.500 m; la zona de la Sierra de las Estancias oscila entre los 400 m de la curva de nivel acotada más cercana al cauce del río y la de 1.700 m del área de de sus cumbres y, por último, la cuenca baja no supera los 400 m de altitud media en ninguna cuadrícula salvo en el sector ocupado por la Sierra de Almagro en la que se superan cotas por encima de 700 m.

Tras este recorrido por la altimetría de la Cuenca Sur podemos observar la gran diferencia altitudinal que hay entre las partes altas y bajas de las cuencas y entre los cauces de los ríos principales y el sector montañoso de donde reciben las aguas, lo que hace que el desnivel que han de salvar sea importante. Ello se aprecia de una forma más significativa analizando la pendiente, lo que hacemos a continuación.

2) La Pendiente.

Como ya hemos apuntado, en una región como la que nos ocupa estudiar el gradiente de sus cauces y de las cuencas que drenan es un factor muy importante pues condiciona su torrencialidad. Esta está en relación además con la cantidad de agua que circula por cada cuenca, sobre todo con su irregularidad así como con la variabilidad de sus precipitaciones. Todo ello nos informa del nivel de estabilidad ó de degradación que tengan las cuencas. Y ello es muy importante tanto desde el punto de vista hidrológico para conocer la capacidad y velocidad de arrastre de materiales que pueda acarrear una corriente cuando hay una crecida, con lo cual

se pueden tomar medidas para corregir los excesos en caso de que aquellas puedan ser peligrosas y, también es fundamental desde el punto de vista agrario, pues los suelos aptos para la agricultura tienen un límite en función de su grado de inclinación ya que ésta, junto a la naturaleza y grado de permeabilidad de la litología y el suelo, condicionan el drenaje, la erosión hídrica, el tipo y sistema de cultivo, el grado de mecanización, etc.

Por todo ello el estudio de la pendiente en una zona montañosa, con escasa distancia al mar, precipitaciones, caudales, evaporación, litología, etc, tan diversas, se convierte en un factor fundamental que necesita de un estudio detallado. Llevarlo a cabo en nuestra zona supone conocer la pendiente de 18.380 Km² a una escala grande -al menos 1/50.000- para que se pueda apreciar su importancia, lo que lo convierte en una labor ingente que consiste en analizar 58 Hojas del Mapa Topográfico que son las que cubren la Cuenca Sur. Sin embargo, esta dificultosa tarea está en gran parte realizada gracias a la labor de J.D. RUIZ SINOGA que ha hecho para el Proyecto LUCDEME un Atlas de Laderas y Pendientes de las Cordilleras Béticas Litorales E 1/100.000, aunque la documentación básica para su elaboración ha sido el Mapa Topográfico E 1/50.000. En este Atlas, debido a la finalidad del Proyecto para el que se ha realizado, no se analizan las pendientes de la cuenca alta del río Guadalhorce (zona de Antequera, Campillos, Fuente de Piedra, etc) pues son áreas de escasa significación desde el punto de vista de la erosión debida a la pendiente, puesto que son bastante llanas, y además, posiblemente queden fuera del área que abarca el citado Proyecto. Lo mismo ocurre con la zona de las cuencas de los ríos Palmones y Guadarranque. Finalmente el Atlas tampoco recoge la pendiente de la parte superior de las laderas meridionales de la Sierra de las Estancias, límite septentrional de la Cuenca del río Almanzora. No obstante,

podemos conocer la pendiente de estas zonas a través de la elaboración del perfil longitudinal de los ríos y ramblas que las recorren en los que se aprecian los distintos desniveles existentes, si no en toda su cuenca, al menos a lo largo de todo su recorrido.

Para calificar la pendiente de las diferentes subcuencas y ríos hemos utilizado la clasificación que usa el Ministerio de Agricultura para la caracterización de la Capacidad Agrológica de los Suelos de España (cuadro 127) y que está basada en los grados de variación propuestos por el Servicio de Conservación de Suelos de EE.UU. (1966).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, de los 18.380 Km² que mide la superficie de la Cuenca Sur, el Atlas recoge la pendiente de 14.031,6 Km², de los que el 57% es de pendientes superiores al 25%, es decir, se trata de zonas con pendiente fuerte; el 14% son pendientes entre el 15-25% consideradas por tanto entre moderadas y fuertes; el 14,3% del territorio posee pendientes de suaves a moderadas (entre el 5-15%) y, tan sólo el 12,9% se trata de zonas llanas ó de pendiente suave, inferior al 5%. A ello habría que añadir para completar una visión general de la Cuenca Sur, el area de Antequera con pendientes suaves en torno al 7% (MOREIRA, J.M. y OTERO, F., 1987), la zona alta de la Sierra de las Estancias representada por la rambla de Albox (fig. 99) que salva diferentes tramos de desnivel siendo los dos superiores, uno de 5 Km, de pendiente moderada (20%) y el otro en los 600 m siguientes con un gradiente de 56%, es decir escarpado, pues supera el 100% de pendiente. Finalmente la Zona de la Cuenca Sur con una extensión superficial de 743,6 Km² recorrida fundamentalmente por los ya citados ríos Palmones y Guadarranque, cuyos perfiles logitudinales (figs. 100 y 101) presentan, el primero de ellos seis sectores distintos de pendientes a lo largo de un recorrido de 42,3 Km: los dos primeros, escarpados, en una longitud de 4,9 Km, tienen un

gradiente superior al 100% (67,5° y 61° respectivamente), el del tercero, también escarpado, es del 62% (31,5°) lo mismo que el cuarto (87%, 41°) siendo el del quinto tramo, fuerte (23%, 13°) y el del sexto del 4% (2°), suave; esta última parte es la más larga de todas con 22,6 Km. El río Guadarranque por su parte, tiene cinco sectores de desigual pendiente en los que, como el anterior, los dos primeros, de 4,35 Km superan el 100% (54° y 74° respectivamente), el tercero y el cuarto son de pendiente muy fuerte (37% y 43%) y el quinto y más largo (17 Km) salva un desnivel entre el 5 y 6% (3°) por lo que su pendiente es suave. Teniendo en cuenta que en esta zona no pudimos estudiar la intensidad de sus precipitaciones, no podemos saber la importancia de la erosión y la capacidad de arrastre de sus aguas. Sin embargo, es evidente que éstas serán mayores en la primera mitad de su recorrido con pendientes de muy fuertes a escarpadas pero, la construcción de las presas de Charco Redondo (río Palmones) y Guadarranque (río Guadarranque) al pie del último sector de fuerte pendiente actúa como factor regulador. Dichos embalses tienen respectivamente una capacidad máxima de 81.6 y 87 millones de m³, una capacidad de aliviadero de 1.300 y 1000 m³/sg siendo su caudal medio anual de unos 79 millones de m³ en el río Guadarranque y de unos 57 millones de m³ en el Palmones (2,5 m³/sg y 1,8 m³/sg de módulo respectivo) y en los que el mes más caudaloso lleva algo más de 15 millones de m³ y el menos unos 270.000 m³ (río Guadarranque en la estación de aforos del embalse) y unos 11.250.000 m³ y unos 270.000 m³ (río Palmones en la estación de aforos de Charco Redondo); en el periodo de años estudiado la variabilidad del caudal de ambos ríos es del 220% y del 233% más de caudal que el año medio en cada uno de los ríos. Pero como el máximo caudal absoluto registrado en el periodo estudiado (87,47 Hm³ en Enero de 1970 en el Guadarranque y 48,37 Hm³ en la misma fecha en el río Palmones) no supera la capacidad de ninguno de sus embalses y,

si a ello unimos la del aliviadero de cada uno de ellos, las posibilidades de crecidas catastróficas son nulas. Sin embargo, no hay datos que permitan ver la capacidad de arrastre de materiales, si bien ya vimos en el apartado anterior que, en general, se trata de materiales de mediana permeabilidad y dureza que permiten una estabilidad alta de las pendientes.

La Cuenca del río Guadiaro con 1.504,7 Km² (Zona 2 de la división de la C.H.S.E.) participa en su mayor parte del relieve de la Serranía de Ronda, conjunto montañoso de 1.445,82 Km² de extensión superficial de los que 948,24 Km² (un 65,5% aproximadamente) tienen pendientes fuertes, superiores al 25%, y un 17,9% se trata de áreas con pendiente de moderada a fuerte, pues la misma oscila entre el 15 y el 25%. Además en esta zona hay que distinguir entre las montañas propiamente dichas y el área de la meseta de Ronda pues, en ésta las laderas con pendientes fuertes y más agudas ocupa el 40,3% de su superficie y en aquellas supone el 78% (RUIZ SINOVA, D., 1988). A esto habría que añadir la pendiente de la zona baja de la cuenca que analizamos a través del perfil longitudinal de los dos principales ríos de la zona: el Guadiaro y el Genal (figs. 102 y 103). El Guadiaro a lo largo de un recorrido de más de 96 Km presenta en su perfil cinco sectores diferenciados de pendiente, la de los dos primeros, escarpada (71,5°, >100% y 35° ó 70% respectivamente), la del tercero de 14° (25%) fuerte, la del siguiente de nuevo escarpada (47°, >100%) y la del último suave (4° ó 7%). El río Genal salva en los primeros 20 Km de su recorrido una pendiente escarpada (38°, 78%) y un segundo tramo de pendiente fuerte (15°, 27%). En definitiva, salvo el sector bajo del río Guadiaro, su cuenca salva pendientes importantes lo que unido a la intensidad de sus precipitaciones (cuadro 91), como ya vimos en el apartado correspondiente y, a la variabilidad de su régimen tanto entre los años más y menos caudalosos del período estudiado (8,1), como dentro del año

(22,7) (cuadro 86), acentúan el carácter torrencial de la cuenca; aunque éste se atenúa en parte por la permeabilidad de sus materiales y la variabilidad de las precipitaciones lo que no impide por otro lado que la escasa compacidad litológica de diferentes sectores permita, cuando haya una crecida, un arrastre de materiales importante; sin embargo al no existir cifras sobre este último concepto, es algo que no podemos evaluar.

La Zona nº 3 de la Cuenca Sur es la constituida por el conjunto de ríos que descienden hasta el Mediterráneo desde Sierra Bermeja, Sierra Real, Sierra Blanca y Sierra de Mijas, tiene una extensión de 926,3 Km² de los que el Atlas de Laderas (RUIZ SINOGA, A., 1988) analiza 814,83 Km². De estos, el 48% tiene una pendiente superior al 25% es decir, de fuerte a escarpada, el 19,7% son zonas con un desnivel de moderado a fuerte ya que está entre el 15-25%, el 16,6% del territorio tiene pendientes entre suaves y moderadas y el 15,5% son áreas entre llanas y suaves. Para observar la distribución de éstas pendientes en las diferentes cuencas de la Zona 3 hemos realizado los perfiles longitudinales de los ríos Guadalmanza, Guadalmina, Verde y Fuengirola (figs. 104 a 107). El primero de ellos desciende hasta el mar desde la Sierra Bermeja y, a lo largo de 24,4 Km su pendiente varía entre los 63° y los 67° de los dos sectores superiores que constituyen los primeros 5,5 Km de su recorrido, y los 26,5° y 21,5° de los otros dos tramos de pendiente que salva hasta su desembocadura y que suman una longitud de casi 19 Km; en definitiva es un río de gran pendiente, superior al 100% en su curso alto y entre el 40 y 49% en el resto. El río Guadalmina también tiene cuatro tramos de distinta pendiente cuyo valor es respectivamente de 80°, 58' 5", 38° y 19°, es decir, superior al 100% en los dos primeros, por tanto escarpada, lo mismo que la del tercero que es del 78% y, muy fuerte en el inferior (35%). El cauce del río Verde de

Marbella tiene una pendiente de 78°, escarpada, superior al 100%, en los primeros 1.400 m de su perfil, que pasa a ser del 93% (43°) en los 6 Km siguientes, por tanto también es escarpada, y del 47% (25°) a lo largo de los 13 Km posteriores y del 18% (10°) en su último tramo de unos 12 Km de longitud, sector en el que se sitúa el embalse de la Concepción que tiene una capacidad máxima de 50,89 millones de m³ y una capacidad del aliviadero de 657 m³/sg. Por último, el río Fuengirola tiene en las distintas partes que constituyen su perfil una pendiente de 63° (>100%), 33° (65%), 10,5° (19%) y 3,5° (6%), ocupando los sectores de pendiente suave y moderada 16,5 Km de los 21,7 Km de su perfil. Este río puede ser representativo en la Zona 3 de las suaves pendientes que se desarrollan sobre los materiales aluviales y en la franja litoral, mientras que los anteriores son testigos de ese 48% que decíamos antes cuyas pendientes son fuertes-escarpadas y que corresponden al sector montañoso de la zona.

Si relacionamos ahora las pendientes descritas con el caudal y la pluviometría, hemos de tener en cuenta antes de nada que tanto los caudales como las precipitaciones han sido elaborados mediante cálculos como explicábamos en sus apartados correspondientes. Dicho esto, recordemos que la Zona 3 tiene una precipitación media de 827,1 mm al año, un caudal medio anual de 9,1 m³/sg (cuadro 92), una intensidad media de sus precipitaciones de 16,5 (cuadro 93) y una variabilidad de las mismas que oscila en las distintas estaciones estudiadas entre 5 (Marbella) y 11 (Casares). Por su parte el año más caudaloso fue 1963 con 25 m³/sg y el menos 1974 con 4,07 m³/sg lo que supone una variabilidad de 6,1. Es decir, nos encontramos en una zona en la que el caudal de un año puede ser más de 6 veces el de otro, y, casi el triple (2,7) que el del año medio y las lluvias pueden variar de un año a otro multiplicando su valor por 5 en la zona litoral y hasta por 11 en el sector montañoso. Dentro

del año cabe señalar más que la variabilidad entre los meses más y menos caudalosos y más y menos lluviosos, la intensidad que, como ya vimos es elevada tanto en el conjunto del año como en invierno y final de verano. Por tanto, salvo en el sector oriental de la cuenca de pendientes suaves, el valor de las crecidas es importante en toda la zona, sólo atenuado por la semipermeabilidad del conjunto de sus materiales, aunque la escasa consolidación de parte de los mismos (Complejos Maláguide y Alpujárride) puede conllevar arrastres importantes.

La Cuenca del río Guadalhorce tiene una extensión de 3.301,2 Km² (926,3 su cuenca alta, 1.707,2 sus cursos medio y bajo y, 143,5 el área de la Laguna de Fuente de Piedra). De ellos el Atlas de las Laderas (vid. supra) analiza 1.184,37 Km² correspondientes al sector de sus cursos medio y bajo. El sector norte de la cuenca ya dijimos que se trata de una zona de pendiente suave. El resto tiene tres áreas de pendiente diferenciadas correspondientes al fondo aluvial del río y su entorno, el área montañosa y el sector de piedemonte y glacis. En la primera de ellas sus pendientes son suaves (10,7% del territorio), en la segunda (73,6% de la superficie) alcanzan porcentajes superiores al 25% es decir, son fuertes y escarpadas y corresponden a las Sierras de Tolox, Yunquera, Aguas y a las estribaciones occidentales de los Montes de Málaga y, finalmente, la zona de los glacis y de piedemonte que descienden hacia el valle bajo (15,5% del área) poseen una pendiente entre suave y fuerte (5-25%).

Los ríos que recorren la zona son, fundamentalmente junto al Guadalhorce, el Guadalteba, Turón, Grande y Fahala por su orilla derecha y, el Campanillas por la izquierda de los que vamos a analizar su perfil longitudinal. El Guadalhorce tiene tres tramos de pendiente diferenciados hasta la zona de su embalse, escarpado el primero (59°), fuerte el segundo (27°) y suave el tercero (8,5°); y, otros tres de pendientes muy fuerte (35°),

moderada (18°) y suave (5°) hasta su desembocadura. El Guadalteba presenta tres sectores de pendiente en su recorrido que son respectivamente de carácter escarpado, muy fuerte y moderado (68°, >100%; 78%, 38°; 27%, 15°). El perfil del río Turón tiene una pendiente que oscila entre muy fuerte en el tramo de su cabecera (>100%), fuerte en su curso medio (41 a 46%) y suave (7°, 13%) en el sector de su embalse junto a la desembocadura en el Guadalhorce. El río Grande con una longitud de 34,7 Km salva un desnivel que varía entre los 67° de sus tres primeros Km, los 37° (76%) de los 7 siguientes, los 6,5° (12%) de los 10 Km que recorre a continuación y los 2° del último tramo, de unos 14 Km, hasta su desembocadura. El río Fahala tiene una pendiente cuyo valor varía desde los 59° en el área de su cabecera, hasta los 6° de inclinación en el sector de su desembocadura; entre ambos extremos salva cinco tramos más de pendiente diferente, teniendo en total un recorrido de 17,4 Km. El perfil del cauce del río Campanillas discurre a lo largo de cuatro partes con distinto desnivel de las que la primera forma un ángulo de 69,5° (>100%), la segunda de 38° (78%), la tercera de 22° (41%) y la cuarta de 8° (15%). En definitiva, el río Guadalhorce y sus afluentes tienen todos, al menos en la primera mitad de sus recorridos, tramos de pendiente escarpada, superior al 100%. La intensidad de sus precipitaciones (en el Guadalhorce, en su embalse) es de 8,3 de media, sobresaliendo en la misma la de los meses de Agosto a Noviembre, sobre todo la de Septiembre (16,6) que duplica la media y refleja el carácter más torrencial de su precipitación lo que, unido a la pendiente puede ocasionar mayor problema en el caso de una crecida, si bien es un mes en lo que a caudal se refiere de los más bajos del año (0,7 m³/sg), (cuadros 94 y 95) y en el que una precipitación intensa llega a un río cuyo caudal es inferior a la media anual ya desde el mes de Junio. En el periodo de caudales y

precipitaciones analizado el máximo caudal absoluto anual fué el de 1969 con $6,8 \text{ m}^3/\text{sg}$ ($215,8 \text{ Hm}^3$) y $1.364,2 \text{ mm}$ de precipitación, es decir, casi dos veces y media más que el año medio de caudal y de lluvias; el año de mínimo caudal fué 1949 con $0,9 \text{ m}^3/\text{sg}$ ($28,8 \text{ Hm}^3$); ello supone una variabilidad de 7,5. Esta irregularidad se equilibra e incluso supera con la capacidad del Embalse del Guadalhorce que es de $10,4 \text{ m}^3/\text{sg}$ (328 Hm^3) y tiene una capacidad de aliviadero de $2.120 \text{ m}^3/\text{sg}$. Dentro del año, el mes más caudaloso en cifras absolutas fué Enero de 1970 con $39,8 \text{ m}^3/\text{sg}$ ($106,7 \text{ Hm}^3$) y $208,9 \text{ mm}$ de precipitación, es decir casi siete y tres y media veces más respectivamente de caudal y precipitación que el mes medio; ésta variabilidad extrema dentro del año es, desde nuestro punto de vista más importante que la que hemos analizado para el conjunto de años, pues vemos como en sólo un mes se alcanzó $1/3$ del caudal que puede contener el embalse; un mes además en el que normalmente el caudal supera a la media anual y que viene aumentando desde los meses anteriores. En cuanto a arrastres, la C.H.S.E., ha calculado que el caudal del Guadalhorce en Bobadilla transporta en suspensión un volumen de $0,47 \text{ Hm}^3$ de sólidos de media al año. Los afluentes del Guadalhorce por su parte tienen una variabilidad de caudal anual de 3,2 (Guadalteba), 6,2 (Turón), 18 (Grande) y 26 (Campanillas) en el periodo de años analizado para cada uno de ellos y de 12,5, 13,9, 7,5 y 29,8 respectivamente dentro del año, que, unido a la elevada pendiente supone, sobre todo, para el río Campanillas una situación favorable a las crecidas rápidas y torrenciales, no así para los ríos Guadalteba y Turón, que tienen sendos embalses con una capacidad respectiva de 328 y $91,4 \text{ Hm}^3$. Junto a ello los sectores constituidos por materiales semipermeables y permeables que permiten el desarrollo de cierta infiltración y la existencia de acuíferos, atenúa la torrencialidad de la cuenca.

Las Zonas 5, 6 y 7 (menos el sector correspondiente a la provincia de Granada -unos 130-150 Km²-) son las correspondientes a la Axarquía y los Montes de Málaga, están constituidas por materiales carbonatados y pizarrosos por un lado y aluviales por otro. Estas zonas abarcan una extensión de 1.436,6 Km² de los que tan sólo el 7,7% tiene pendientes suaves, inferiores al 5%, el 5,3% entre suaves y moderadas (5-15%), y el 13% entre moderadas y fuertes, lo que supone que el 18,3% de la superficie tiene pendientes entre suaves y moderadas y el 73,8% tiene desniveles calificados como fuertes y más (Atlas de Laderas...). La Zona 5 es la Cuenca del río Guadalmedina con una extensión superficial de 419 Km². El río tiene una longitud de casi 48 Km cuyo perfil (fig. 114) traza una línea cóncava hacia arriba en la que se distinguen tres sectores diferenciados de pendiente: el superior de 77° (>100%) de 6,3 Km, el medio de 38,5° (60%) y el inferior de 26° (49%), es decir, se trata de un río con pendiente entre escarpada y muy fuerte a lo largo de todo su curso, lo que unido al carácter impermeable y poco compacto de los materiales sobre los que discurre y la fuerte irregularidad de su caudal lo hacen acreedor de una enorme torrencialidad atenuada no obstante con la construcción de las presas del Agujero-Limonero con una capacidad de 42,3 millones de m³ frente a un módulo de 28,3 millones de m³ de media al año. Esta cuenca tiene un índice de variabilidad de 3,7 en la serie de precipitaciones estudiada y de 135 en la concerniente al caudal, es decir que el año más lluvioso contiene cuatro veces al menos lluvioso y, el más caudaloso 135 veces al menos; además, el más caudaloso y más lluvioso llevan el triple y casi el doble respectivamente de caudal y lluvia que el año medio. Esta variabilidad se acentúa dentro del año lo que supone un agravante para las crecidas. La Zona 6 (de 609,7 Km²) es la recorrida fundamentalmente por el río Sabar-Guaro-Vélez (figs. 115 y 116). Además a ésta zona pertenece un área llana de 148,1

Km² recorrida por el río de la Madre (fig. 117). El río Sabar-Guaro tiene una pendiente que oscila entre los 70° de su primer tramo de tan sólo 800 m de longitud hasta los 26° del último, tras casi 38 Km de recorrido salvando entre ambos unos quince segmentos diferenciados la mayor parte de ellos de pendiente muy fuerte. Por su parte el río Vélez tiene en su perfil siete sectores con distinta pendiente en los que salvo el inferior tienen carácter entre escarpado y fuerte (80°, 54,5°, 62°, 34°, 20° y 13,5°) siendo la pendiente del último de 5°. Frente a ellos, el río de la Madre tiene un perfil prácticamente llano a partir de los 4,5 Km de su nacimiento hasta su desaparición a los 13,8 Km, siendo la pendiente de los primeros tramos de 21°, 17°, 7° y 2° respectivamente. La pluviometría de esta zona la hemos analizado a través de las estaciones del Cortijo del Monte en el río Guaro y de la Viñuela en el río Salía (cuadros 100 a 104). En la primera la variabilidad es de 4, cociente entre los años más y menos lluviosos, y de 4,96 entre los años más y menos caudalosos del periodo. En la segunda dichos índices son respectivamente de 3,8 y 7,3. Estas cifras son importantes a la hora de las crecidas pues, aunque la fragmentación y tectonización de los materiales de la cuenca restan impermeabilidad a la misma, las mismas causas pueden ser constitutivas de grandes arrastres. Junto a ello los máximos caudales absolutos instantáneos medidos aumentan los riesgos. En este sentido el río Sabar en la estación de Alfarnatejo registró 44,88 m³/sg el 1 de Septiembre de 1969; el río Almanchares en Posada de Granadillos 41,78 m³/sg el 30 de Septiembre del mismo año, cuando su módulo es de 0,1 m³/sg, el río Robite en la estación Hoya del Bujo 93,7 m³/sg también el 1 de Septiembre de 1969, siendo su módulo de 0,2 m³/sg; y el Banamargosa en el Salto del Negro 416,6 m³/sg en la misma fecha, siendo su módulo de 0,96 m³/sg.

De los ríos que circulan por la Zona 7 describimos a continuación el perfil de los de Algarrobo, Torrox, Chillar y Verde de Almuñecar (figs. 118 a 121). El primero de ellos tiene una longitud de 22,1 Km y su cauce dibuja una curva con al menos diez sectores de pendiente distinta que alcanza 82° en el de su cabecera, 75° y 72° los dos siguientes, 54°, 51° los que le siguen, 31°, 35°, 24° el quinto, sexto y séptimo, 24° el siguiente y 44° y 25,5° los dos últimos. El gradiente de perfil longitudinal del río Algarrobo es de 64° en el primer tramo del mismo, descendiendo paulatinamente hasta los 6° del último en un recorrido de 16,6 Km. El río Chillar tiene una longitud de 14 Km a lo largo de los que su pendiente va decreciendo desde los 72° y 44° de los primeros 1.200 m hasta los 10° de los últimos 1,6 Km de su recorrido. Finalmente el río Verde de Almuñecar principal curso de la Zona 7 en la provincia de Granada cuyas pendientes son analizadas en el Atlas de Laderas dentro del conjunto topográfico Costa-Lecrín, tiene una cuenca de 96,5 Km² de los que el sector correspondiente a la Sierra de Almjara, tiene, como en los demás ríos de esta zona una pendiente superior al 25% y en la zona litoral, un sector de pendientes suaves, aunque es un área que ocupa un porcentaje de terreno pequeño. El perfil del río Verde salva así a lo largo de 22,5 Km seis diferentes tramos de desnivel de 70°, 75°, 45°, 60°, 25° y 12° respectivamente desde su nacimiento hasta su desembocadura de los que los de 25° y más (47% de pendiente y más) suponen casi el 60% de la totalidad del cauce. De esta zona sólo conocemos la precipitación del río Algarrobo en la estación del mismo nombre (cuadros 105 y 106), cuya variabilidad es de 2,8 para las precipitaciones y de 5,1 para el caudal habiéndose registrado caudales máximos de 6,3 Hm³ (2,6 m³/sg) en el mes de Febrero de 1947, cuando el caudal medio de dicho mes es de 0,48 m³/sg, y de 41,9 m³/sg el 30 de Septiembre de 1969, cuyo módulo

es de 9.1 m³/sg; en esta última fecha cayeron 11.3 litros de precipitación de los 22.9 que se recogieron en todo el mes.

La cuenca del río Guadalfeo es la Zona 8 de la división de la C.H.S.E. En ella las Sierras occidentales y meridionales que la limitan y sus estribaciones (Guájaras, Lújar, Contraviesa), tienen pendientes fuertes superiores al 25%. El Valle de Lecrín tiene municipios (Padúl, Dúrcal, Niguelas, Cozviyar) con sectores importantes de escasa pendiente, inferior al 5%, pero las áreas con pendiente media (entre 5-25%) suponen un porcentaje mayor en casi todos ellos. Junto a ello la gran mole de Sierra Nevada en su vertiente meridional constituida por la pajarra tiene pendientes superiores al 25%. En ella, tan sólo el fondo de los distintos barrancos y arroyos que la recorren poseen pendientes inferiores al 5% y sus áreas cercanas tienen una pendiente entre el 5-25%. El principal río de la zona, el Guadalfeo (fig. 122) presenta un perfil con varios tramos diferenciados de pendiente que oscilan entre los 48° del primero y los 4° del último teniendo el resto una inclinación respectivamente de 55°, 37,5°, 13° y 10°. los tramos de pendiente escarpada pertenecen a los 18 primeros Km de su recorrido (hasta Cádiz aproximadamente) y el resto de pendiente moderada y suave tiene una longitud de unos 51 Km. El río Trevélez que llega al Guadalfeo por su orilla derecha y desciende por la ladera Sur de Sierra Nevada tiene un perfil (fig. 123) cuya inclinación supera en todos sus tramos -salvo en el comprendido entre el río Bermejo y el Barranco de la Sangre que es del 18%- una pendiente superior al 25% o sea, entre fuerte y escarpada salvando desniveles de 37°, 25°, 13°, 22°, 36° y 15° sucesivamente. Otro de los afluentes del Guadalfeo, el río Poqueira (fig. 124), tiene también a lo largo de su recorrido (11,4 Km) una pendiente entre muy fuerte y escarpada ya que los distintos sectores de pendiente de su perfil alcanzan un valor de 26° (49%) en su cabecera, 29° (56%) en el tramo

siguiente y 30° (58%) en el último. Procedente de la vertiente occidental de Sierra Nevada llega también al Guadalfeo el río Durcal que se une después al Izbor y cuyo perfil (fig. 125) varía el valor de su pendiente entre los 44,5° de sus 4,6 primeros Km y los 6° del último, de los 38,7 Km que tiene su cauce; entre ambos tramos se distinguen al menos ocho sectores distintos cuyo gradiente es entre suave y moderado en casi 18 Km y de fuerte en adelante en el resto. A este río llega desde las laderas suroccidentales de Sierra Nevada el río Lanjarón; su perfil (fig. 126) tiene, a lo largo de un recorrido de 20,5 Km, una pendiente superior a 25° (47%) salvo en el último kilómetro y medio antes de llegar al Izbor que es del 18% (10°). Finalmente, el Guadalfeo recibe por su orilla derecha al río de la Toba, Guájar ó de las Guájaras que tiene una longitud de 16,7 Km a lo largo de los cuales (fig. 127) su pendiente varía entre los 62° (>100%) del sector de su cabecera hasta los 5° (9%) del de su desembocadura, teniendo los sectores intermedios todos ellos una pendiente superior al 25%.

Como vemos, también la Cuenca del Guadalfeo tiene en su mayor parte pendientes fuertes desarrolladas sobre materiales de distinta dureza pero poco compactados que los convierte en fácilmente transportables. A ello hay que unir la variabilidad de sus precipitaciones entre el año más y menos lluvioso que es de 3,9 y de su caudal que es de 5,1 en el punto más bajo del cauce del Guadalfeo en el que se conoce su escorrentía. Dentro del año la irregularidad del caudal es algo menor. La de sus afluentes oscila, en el periodo de años estudiado en cada caso, entre 7,2 ó 13,5 del río Trevélez (según el periodo estudiado para este río como apuntábamos en el capítulo dedicado a los elementos del régimen), 7 del Durcal, 3,5 del Izbor y 9,2 del río de las Guájaras. Y, dentro del año, la variabilidad es respectivamente de 10,2, 3,3, 2,5 y 5, habiéndose medido

caudales máximos instantáneos importantes como los 88 m³/sg del Cádiar en Marila en Enero de 1948.

La Zona 9 abarca una extensión de 511,8 Km² y está recorrida por las ramblas que descienden al Mediterráneo desde las laderas meridionales de las Sierras de Lújar y La Contraviesa en la provincia de Granada. Sus pendientes son en la mayor parte de su territorio fuertes, superiores al 25-30% y tan sólo la parte baja de sus extremos occidental y oriental, así como de las playas de Calahonda, La Mamola, etc y las áreas próximas a sus ramblas, tienen pendientes suaves y moderadas. Los perfiles longitudinales de los cauces de las ramblas de Gualchos y de Albuñol (figs. 128 y 129) son representativos de los desniveles de la zona. La rambla de Gualchos tiene una longitud de 15 Km y un desnivel en los primeros trechos de su cauce superior al 100% pues sus pendientes superan los 45-50°. A prtir de los 3 primeros Km la pendiente se sitúa en torno al 49% descendiendo hasta los 8° (14%) de desnivel en el sector de su desembocadura. La rambla de Albuñol tiene por su parte una longitud de casi 19 Km a lo largo de los que su pendiente varía desde los 75°, 67° y 45°, de los 1.700 m iniciales, es decir, superior al 100%, pasando a continuación por un tramo de unos 28° (53%) y elevarse de nuevo por encima de los 40° (85%), descender a 22° (41%) y finalmente en el sector de su desembocadura a 17° (32%). La precipitación media calculada para esta zona (cuadro 110) es de 418 mm al año que da lugar a una variabilidad entre el año más y menos lluvioso de 3,2 en el Faro Sacratif, 4 en Albuñol y 5,1 en El Pozuelo; esta irregularidad en lo que al caudal se refiere es de 4,75, cifras que aunque no excesivas, en unas cuencas tan pendientes con materiales poco compactados, da lugar en los meses en los que la intensidad de las precipitaciones es elevada -Septiembre-Octubre, sobre todo- (cuadro 111), las crecidas sean desastrosas como las de 1969, Octubre de 1973, 1977, etc que afectaron no sólo a este sector sino también a la Cuenca del

Guadalfeo, que antes estudiábamos, en la que el caudal alcanzó 1.200 m³/sg en Octubre de 1973, y a las situadas en todo el sector oriental de la Cuenca Sur como ahora también veremos. La rambla de Albuñol llevó un caudal máximo calculado en 1.100 m³/sg que arrasó cultivos, inundó casas y sobre todo provocó la muerte de varias personas en la localidad de la Rábida.

La Zona 10 situada al E de la del Guadalfeo y de la zona 9, está recorrida por el río Adra fundamentalmente. En ella las pendientes siguen siendo importantes, superiores al 20% e incluso al 30% en el sector de su cuenca alta situada en la ladera meridional de Sierra Nevada, así en sus límites oriental y occidental constituidos por las estribaciones occidentales de la Sierra de Gádor y las orientales de la Sierra de la Contraviesa. Únicamente son más suaves el sector de la depresión de Ugijar que tiene pendientes inferiores al 20% y en el área de su desembocadura que es llana. El perfil del río (fig. 130) Adra dibuja una curva cóncava hacia arriba cuyo grado de inclinación es de 61° a lo largo de los 3 primeros Km, es decir, superior al 100%, que desciende hasta los 42° (90%) en los 12 Km siguientes, hasta los 15° (27%) en los 25 Km que siguen y hasta los 8° (14%) en el último tramo, teniendo en total una longitud de 54,9 Km. Esta cuenca recibe en Benínar una media de 322,5 mm al año de precipitación y tiene un módulo de 2,1 m³/sg siendo los índices de irregularidad de sus lluvias y caudal de 3,7 y 4,6 respectivamente. Estas cifras, unidas a las de sus fuertes pendientes y a la poca compacidad de su litología permiten importantes y en ocasiones desastrosos arrastres cuando sobrevienen los grandes crecidas, como es el caso de las ya citadas de Octubre de 1973 en las que se midieron 2000 m³/sg de caudal máximo en el río Adra pues "el flujo de vientos húmedos mediterráneos penetró en esta zona por dos trayectorias distintas: a) el valle del río Adra que canalizaba el flujo aéreo del Segundo Cuadrante contra las vertientes sur y este de

la Contraviesa y vertiente sur de Sierra Nevada, b) el valle del río Andarax que con una dirección este-oeste canalizó el flujo aéreo de Levante y lo lanzó a través del pasillo de Laujar contra la vertiente sur de Sierra Nevada y ladera sur de la Contraviesa" (CAPEL MOLINA, 1974).

Por otro lado, la C.H.S.E. ha calculado un transporte de sólidos en suspensión del río Adra a su paso por Darrical de 0,37 Hm³ al año.

Al E del río Adra se extiende el Campo de Dalías recorrido por una serie de ramblas que dado su escaso caudal, el levantamiento de la costa en este sector y el carácter permeable de los materiales de la llanura del Campo, no llegan al mar. Las pendientes de esta zona son aproximadamente en el 44% de su territorio superiores al 25%; es el área de la Sierra de Gádor; el 15% tiene pendientes entre moderadas y fuertes pues oscilan entre el 15-25% y el 41% aproximadamente de la zona tiene unas pendientes moderadas y suaves. Esta variedad se observa claramente a través del perfil longitudinal de la rambla de Dalías (fig. 131), que a lo largo de algo más de 17 Km tiene unos desniveles comprendidos entre los 53' (>100%) y los 32' (63%) de sus primeros 5 Km a partir de los cuales las pendientes son sucesivamente de 27', 13', 9', 10', 6' hasta que se pierde en dirección al mar. En esta zona el caudal calculado alcanza una irregularidad de 31,6 entre los años más y menos caudalosos y entre 3,4 y 5,8 -según las distintas estaciones pluviométricas- entre los años más y menos lluviosos. A pesar de unos índices tan elevados, las crecidas en el Campo de Dalías no han sido nunca tan desastrosas como en las cuencas vecinas. Ello es debido por un lado a que los acuíferos de la Sierra de Gádor absorben parte de la precipitación y son además los que abastecen de agua a toda la zona; por otro lado el llano de Dalías separa la montaña de la costa en esta zona, atenuando la torrencialidad; también la propia litología del Campo permite la

rápida absorción del agua por percolación, finalmente, la mayor parte de las situaciones atmosféricas causantes de aguaceros torrenciales y grandes crecidas fluviales, se producen con vientos dominantes del SE y E canalizándose a través de los valles del Andarax, Nacimiento, depresión de Canjáyar, Ugijar, etc, atenuando su volumen en este sector, siendo las situaciones del SW las que en general le propician los mayores aguaceros.

En el valle del Andarax (Zona 12 de la división de la Cuenca Sur), la pendiente juega un papel importante debido a su situación entre dos auténticas barreras montañosas como son la vertiente suroriental de Sierra Nevada y la septentrional de la Sierra de Gádor, ambas con pendientes muy fuertes y escarpadas. Junto a ellas, la red de ramblas afluentes al río principal han provocado abarrancamientos en las margas y limos mioplíocenos dando lugar a pendientes fuertes. Por último, las terrazas más próximas al río y el propio lecho de inundación tienen pendientes moderadas y suaves. Así, casi el 65% de su superficie tiene pendientes superiores al 25-30%, casi el 12% entre 15-25% y el 23% restante se trata de zonas cuya pendiente es inferior al 15%. En el río Nacimiento, principal afluente del Andarax, su situación entre los dos bloques montañosos formados por la Sierra de los Filabres y la vertiente NE de Sierra Nevada, reproduce el esquema topográfico de su río principal con lo que las pendientes suaves adquieren una significación escasa, presentes sólo en el fondo del valle y algunos puntos del pasillo de Fiñana que pone en contacto esta cuenca con la depresión de Guadix. Los perfiles de los ríos Andarax y Nacimiento (figuras 132 y 133), así como los de las ramblas de Gérgal y Tabernas (figuras 134 y 135), son significativos de las pendientes de la zona 12. El del río Andarax de 70 Km de longitud tiene fuertes desniveles en el área de su cabecera con sectores de 60°, 70° y 54° de inclinación, es decir, superior al 100% hasta su paso por Laujar; desciende luego hasta un

gradiente de 26' (49%) cuando lleva un recorrido de algo más de 30 Km, a partir de donde su pendiente hasta su desembocadura es de 12' (22% aproximadamente). El cauce del río Nacimiento presenta una curva cuyas pendientes son en sus sucesivos tramos de 61', 37.5', 21' y 14' a lo largo de una longitud de 63.4 Km, es decir, superiores al 25% en todos ellos. Por su parte la rambla de Gergal discurre a lo largo de 32.1 Km con dos sectores diferenciados de pendiente; el superior de algo más de 6 Km y 49' de inclinación (>100%) y el inferior hasta su desembocadura con una pendiente de 17' (31%). Finalmente la rambla de Tabernas tiene una pendiente muy pronunciada en su cabecera con tramos de 80' y 72' en su tres primeros Km, que pasa a ser de 30' (58%) en el siguiente (hasta los 24 Km de su recorrido) y de 13' en el tramo final, teniendo una longitud total de 38.3 Km.

La pluviometría media de esta zona es de 457 mm en Canjáyar (cuadro 118), con una frecuencia de 55 días al año que suponen una intensidad de 8.3 (cuadro 119). Junto a ello el caudal modular del Andarax es de 0.65 m³/sg. La variabilidad de sus lluvias y caudales en el periodo analizado alcanzan respectivamente unos índices de 2.8 y 4, entre los años más y menos lluviosos y caudalosos. Tales cifras por sí solas no denotan la importancia de las crecidas y arrastres que tienen lugar en esta cuenca cuando se dan situaciones atmosféricas propicias, como las que se suelen suceder a final de verano, principios de otoño -aunque también se producen en invierno y primavera- cuando la llegada de aire frío a las capas altas de la atmósfera sobre el Mediterráneo cálido todavía, permiten fuertes ascendencias, formación de nubes de gran desarrollo vertical, a lo que se le une la topografía accidentada de la zona, provocando fuertes aguaceros en pocas horas que se desbordan y escurren por toda la cuenca, desprovista de vegetación, arrastrando los materiales impermeables poco consolidados, abarrancando las zonas de materiales blandos y

destruyendo campos y áreas cultivadas, siendo muchas las inundaciones conocidas tanto en Almería capital como en el resto de la cuenca del Andarax. Así, cuando las ya citadas inundaciones de 1973 cayeron en dos días 130 mm en Huéneja, y 105 mm en Fíñana. Y en Octubre de 1977 el Andarax en Ríoja llevo un caudal calculado en 300 m³/sg.

En el extremo oriental de la provincia de Almería limitada al N por la cuenca baja del Almanzora y al W por la del Andarax se extiende la Zona 13 de la Cuenca Sur. Abarca una amplia superficie de 2055.1 Km², en la que sus pendientes se distribuyen de manera más uniforme ya que casi el 50% de su territorio tiene pendientes inferiores al 15%, son zonas llanas y suaves y el resto tiene desniveles entre el 15-25% (19% de la superficie) y más del 25% (el 37.7% de la superficie). En ella hay una serie de ríos y ramblas procedentes de la Sierra de Alhamilla como las ramblas Honda, del Agua, de Morales (fig. 136), etc, que discurren en sentido N-S y otras como el río Carboneras (fig. 137) que tiene una dirección W-E. Además, de las estribaciones surorientales de la sierra de los Filabres descienden otros ríos y ramblas también en dirección general W-E como son el río Aguas y el Antas (fig. 138). El perfil de la rambla de Morales tiene una pendiente superior al 100% en los primeros 700 m de su recorrido que desciende a 34° (68%) en el tramo siguiente, siendo de entre 10 y 15° (18-27%) entre los Km 3.6 y 9.1 de su recorrido y de entre 5 y 12° (9-21%) entre los 9.1 y 32.5 Km que tiene en total. El río Carboneras -o Alias- circula a lo largo de 42.1 Km con una pendiente de 52° (>100%), 33° (65%) y 22° (41%) en los tres sectores diferenciados en el perfil de su cauce.

El río Antas presenta un perfil cuya inclinación es sucesivamente de 65° (>100%), 34° (68%), 16° (29%) y 6% (11%) en sus 60 Km, siendo los dos últimos tramos los de mayor longitud (52.7 Km entre ambos).

El caudal y la pluviosimetría calculados para esta zona (cuadros 120 y 121) ascienden a una media anual de $1.05 \text{ m}^3/\text{sg}$ y 297.8 mm respectivamente, siendo la intensidad de sus lluvias de 10 y la variabilidad entre 2.9 (observatorio de S. José) y 11.9 (observatorio de Mesa Roldán). Este índice en cuanto a caudal se refiere es de 12.3. Tales cifras e índices son importantes en un área subdesértica como es esta zona 13, donde la escorrentía superficial se reduce al momento de los aguaceros sobre cauces mal definidos y materiales blandos, que dan lugar al desarrollo de un paisaje altamente abarrancado por donde el agua, cuando sobreviene una crecida, discurre de forma anárquica anegando los campos y cortando carreteras, aislando áreas dentro de la misma zona, como ocurre con la carretera que une Almería con Cabo de Gata en el punto donde cruza con la rambla de Morales que, al aumentar su caudal deja incomunicado el extremo suroriental de la zona al no existir ni un solo puente en todo su trazado. La anarquía de la red fluvial permite también que el Campo de Níjar, recuperado para la agricultura con los invernaderos, se inunde "cuando sale la rambla" en terminología local; además, mientras que hasta hace unos años estas aguas de avenida eran conducidas hacia los sembrados y balsas de las distintas explotaciones para su aprovechamiento momentáneo y futuro, hoy día se desperdician pues no convienen a los agricultores de enarenados y cultivos bajo plásticos. Así, cuando los aguaceros de los días 25 y 26 de Octubre de 1977, los pluviómetros de la zona recogieron 79 l en Sorbas, 208 en Uleila del Campo, 27 en Retamar, 24.5 en S. José y 180.1 en Mesa Roldán, siendo la media de ese mes de 41.1 l. En esa fecha en el río Aguas se calculó un caudal de $500 \text{ m}^3/\text{sg}$.

Por último analizamos las pendientes del valle del río Almanzora en el que más del 40% de su extensión tiene laderas con pendientes superiores al 25% y corresponden a las vertientes meridional de la Sierra de las Estancias y septentrional de la

de Los Filabres. Algo más del 20% de la cuenca oscila entre el 15-25%, el 19% tiene unas pendientes entre moderadas y suaves y en torno al 15% son tierras llanas ó con pendiente suave. Junto a la rambla de Albox, cuyo perfil analizamos al principio de este apartado, son ilustrativos de los desniveles de esta cuenca los de los ríos Almanzora y sus afluentes los ríos Bacares y Sierró (figuras 139 a 141). El Almanzora con una longitud de algo más de 110 Km tiene fuertes pendientes en los primeros 23 Km de su recorrido que oscilan entre los 78°, 65° y 41.5° (superiores al 100% los dos primeros tramos y del 88% el tercero), y los 18° (33%) y 13° (23%) de los sectores que restan hasta su desembocadura. El perfil longitudinal del río Bacares tiene unas pendientes entre 50° y 38° en los 9 Km iniciales que descienden hasta los 20° y 15° en el resto de su cauce. Y, el río Sierró con casi 18 Km de longitud presenta también diferentes sectores de pendiente cuyo valor se encuentra entre los 30° (58%) de los primeros 500 m de cauce y los 6° del tramo de su desembocadura.

La pluviometría del valle del Almanzora en Huércal-Overa es de 284.3 mm de media al año, con una frecuencia anual de 35 días, una intensidad de 7.8 y una variabilidad de 3.7. Junto a ello el módulo del Almanzora es de 1.2 m³/sg y la irregularidad del periodo asciende a 10.4. Tales índices, sobre todo este último, unido a las mayores lluvias de la cuenca alta del río, las elevadas pendientes de sus cursos alto y medio, dan lugar a crecidas impresionantes, a pesar de que los materiales de la cuenca no son del todo impermeables y permiten la existencia de acuíferos e infiltraciones secundarias. Así, han sido abundantes las situaciones meteorológicas causantes de crecidas anormales. En este sentido cabe citar la de Octubre de 1924, Abril de 1946, Octubre de 1948, 1957, 1966, 1973 y 1977. En la de 1973, las lluvias en un día ascendieron a 250 mm en Tijola, 232 mm en Purchena, 600 mm en Zurgena, etc, y, el Almanzora alcanzó un

caudal máximo de 3500 m³/sg, la rambla de Albánchez 500 m³/sg, el río Siervo 180 m³/sg y el Bacares 100 m³/sg. En la de 1977, en Serón se registraron 180 mm de precipitación en un día, en Albánchez 170 mm, en Purchena y Tijola 150 mm, en Huércal-Overa 140 mm, etc, cantidades todas ellas caídas en un corto espacio de tiempo que, en ningún caso, sobrepasó las seis horas; los ríos de la zona alcanzaron un caudal máximo de 1500 m³/sg en la rambla de Albox, 1000 m³/sg en el Almanzora donde fue destruida la estación de aforos de Sta. Bárbara.

En cuanto a los arrastres, en los momentos de crecida no se han evaluado nunca. Sin embargo la C.H.S.E. ha calculado el volumen medio anual de arrastre de sólidos en suspensión en dos puntos del río Almanzora, Cantoria y Sta. Bárbara, el cual asciende respectivamente a 0.37 y 0.44 Hm³.

PERFIL LONGITUDINAL DE LA RAMBLA DE ALBOX.

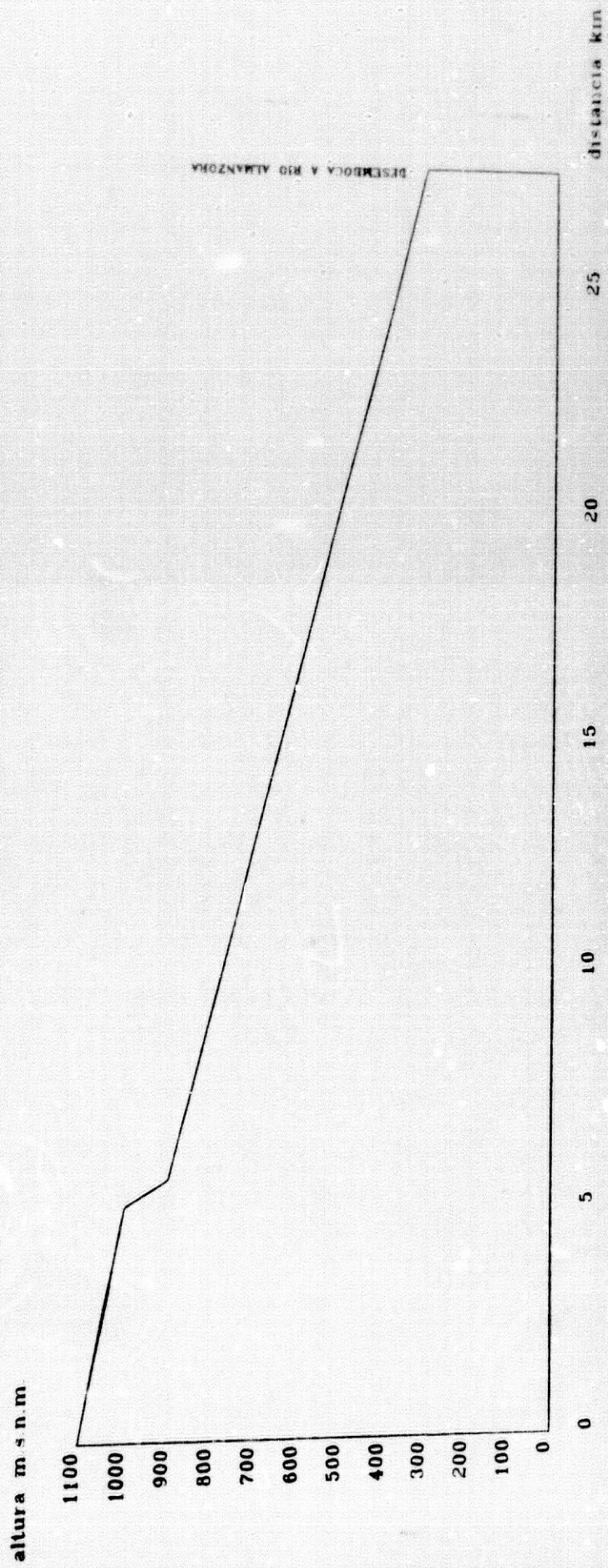


FIGURA 99

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO PALMONES

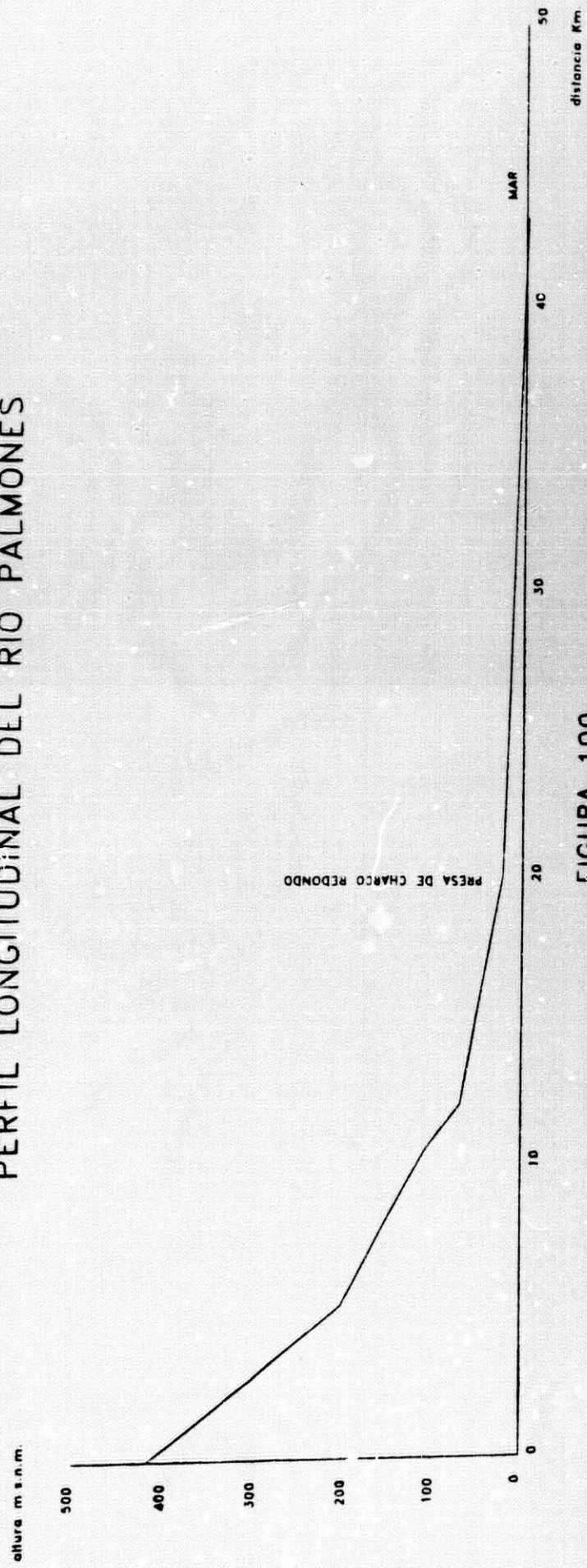


FIGURA 100

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GUADARRANQUE

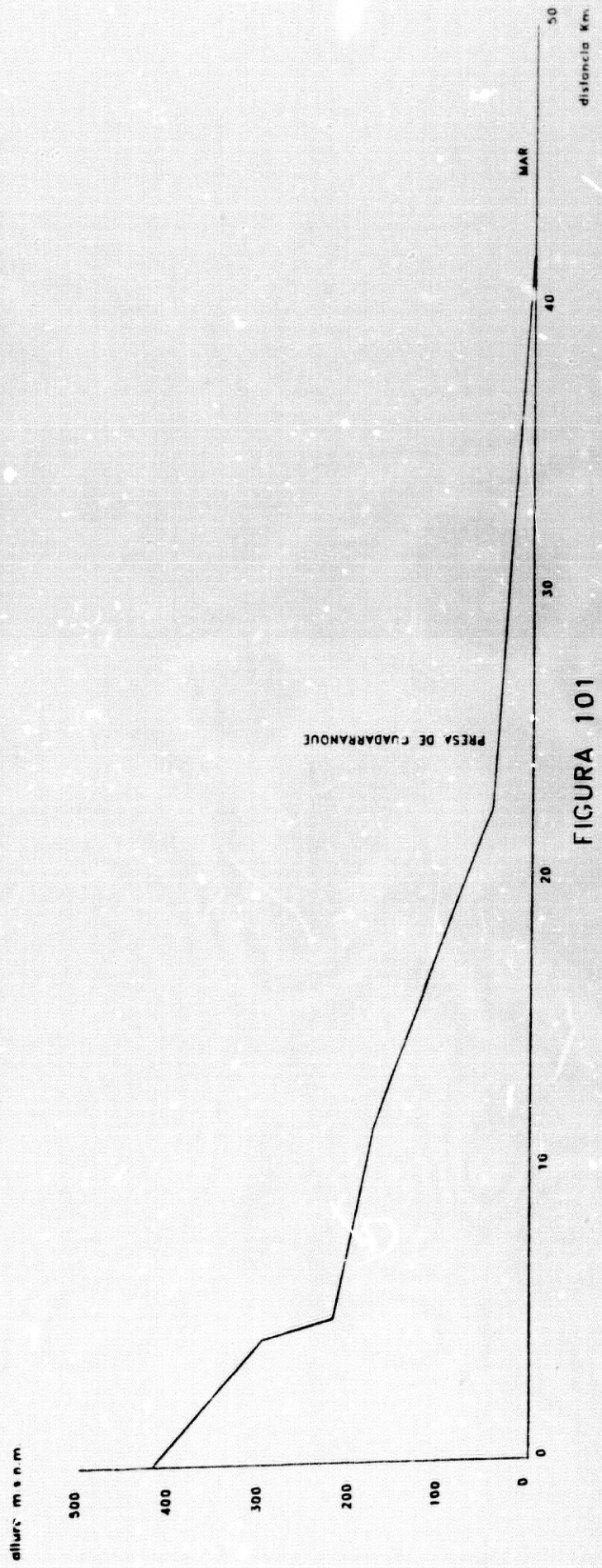


FIGURA 101

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GUADIARO

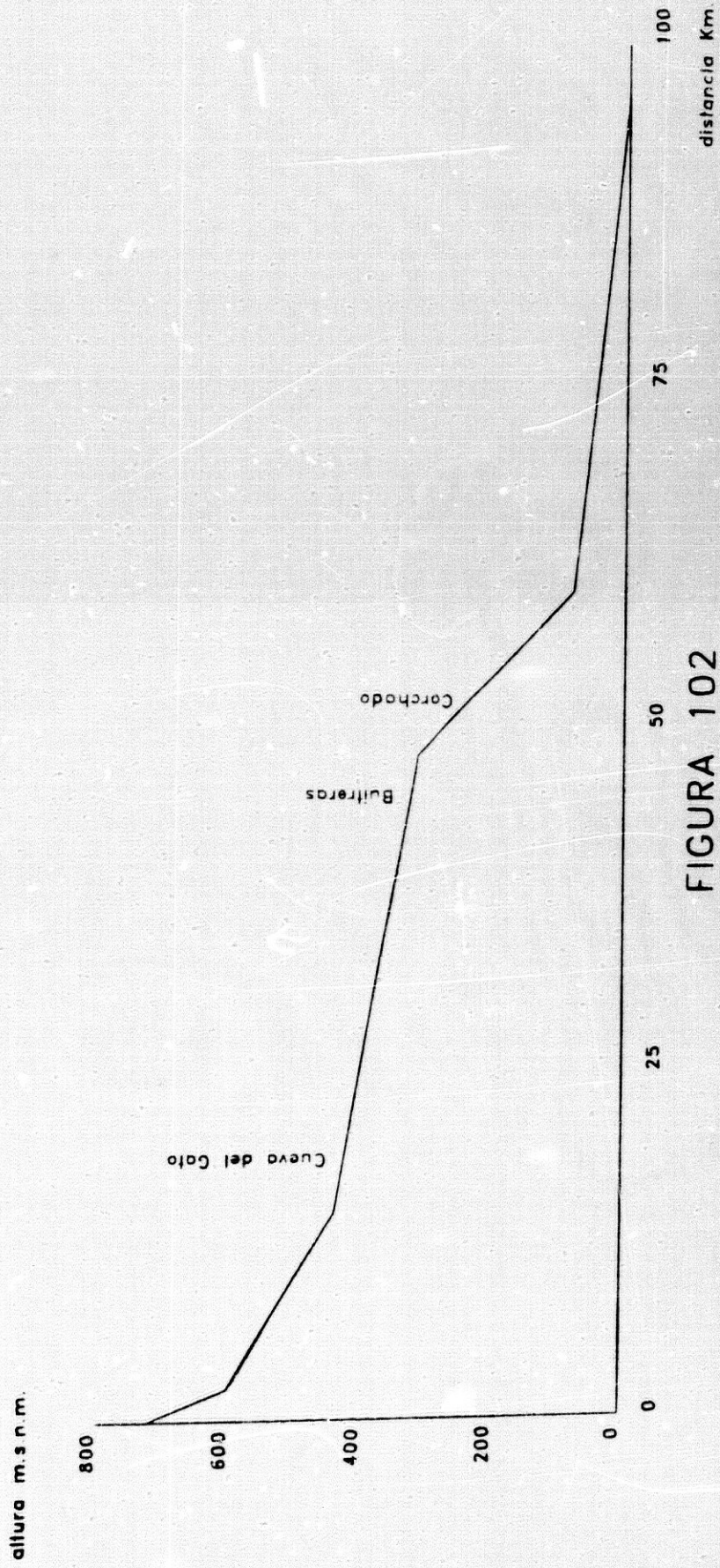


FIGURA 102

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GENAL

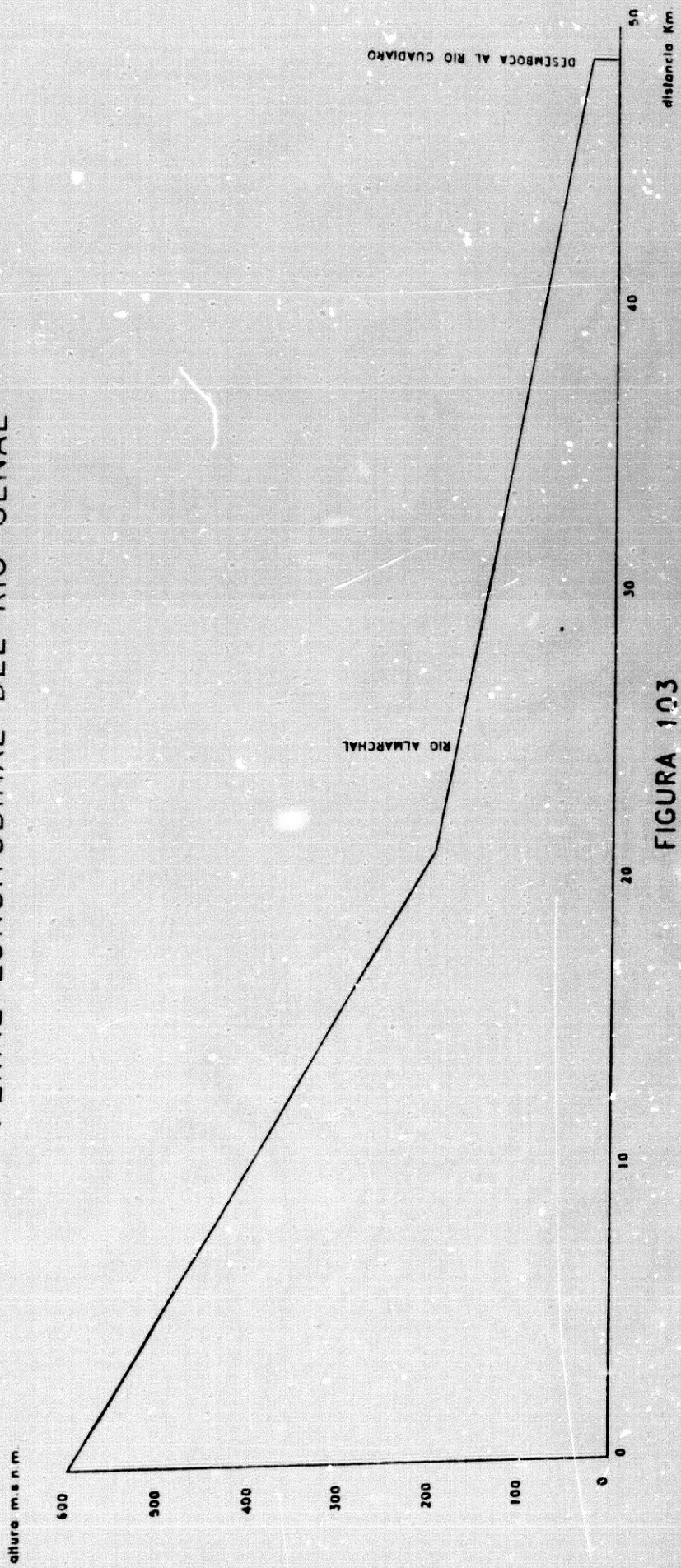


FIGURA 103

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GUADALMANSA

altura m.s.n.m.

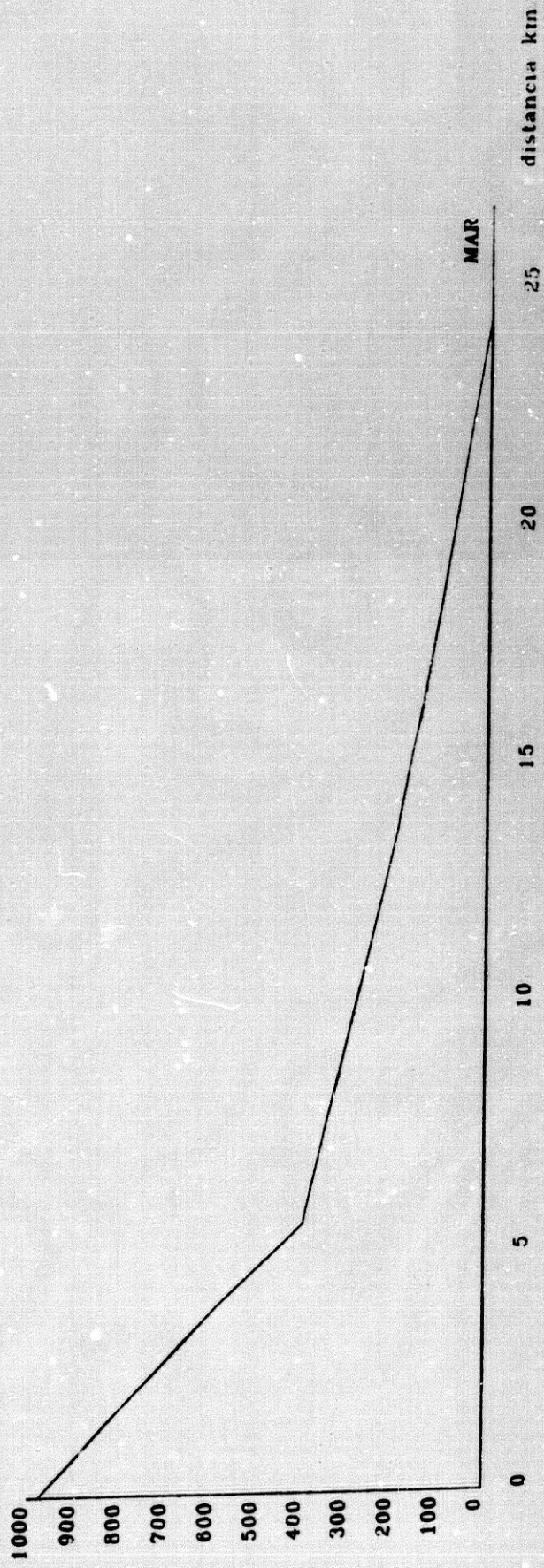


FIGURA 104

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GUADALMINA

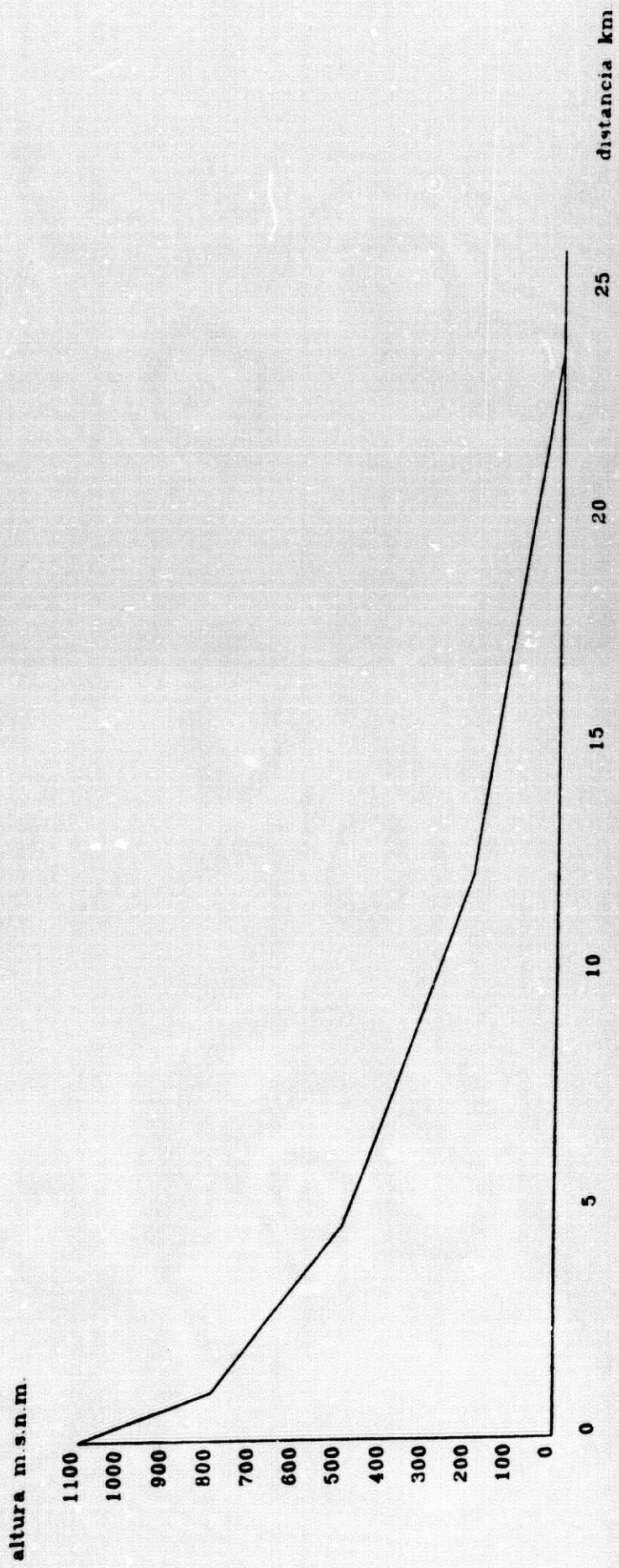


FIGURA 105

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO VERDE

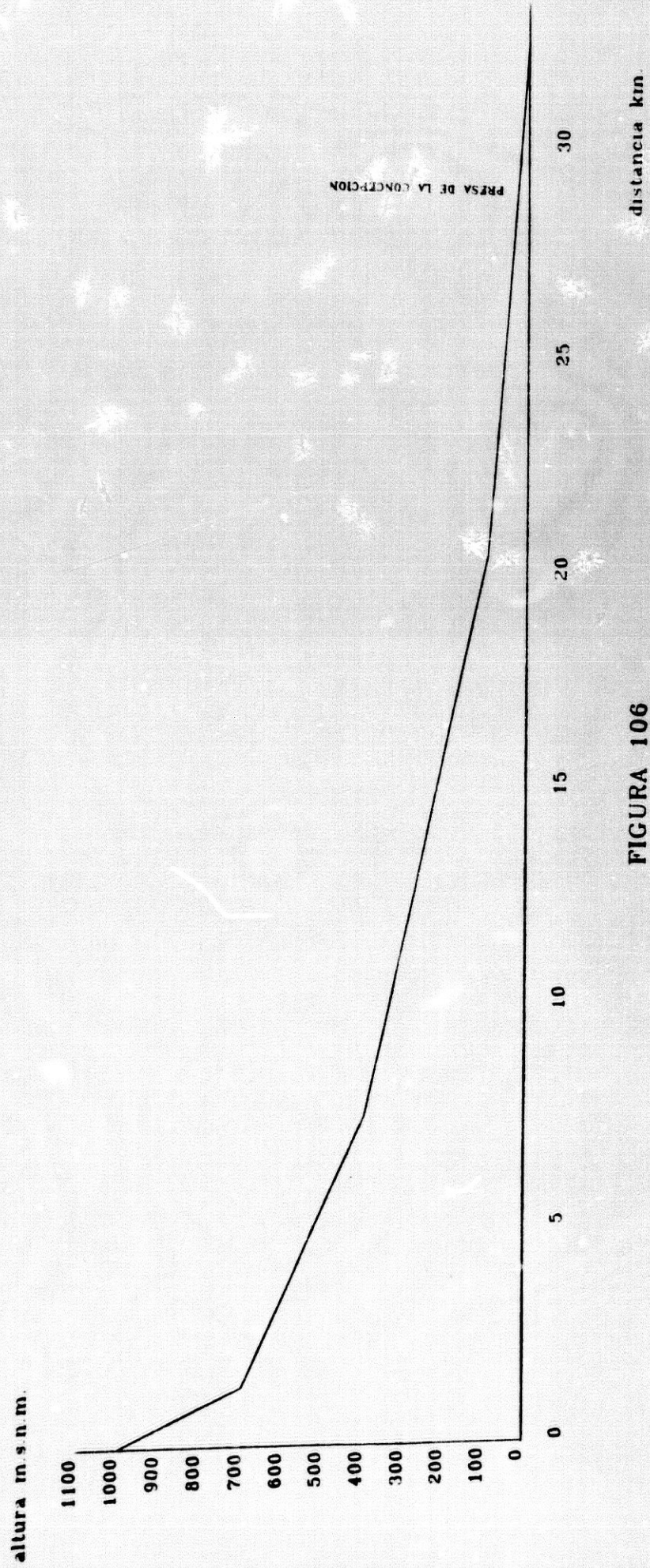


FIGURA 106

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO FUENGUIROLA

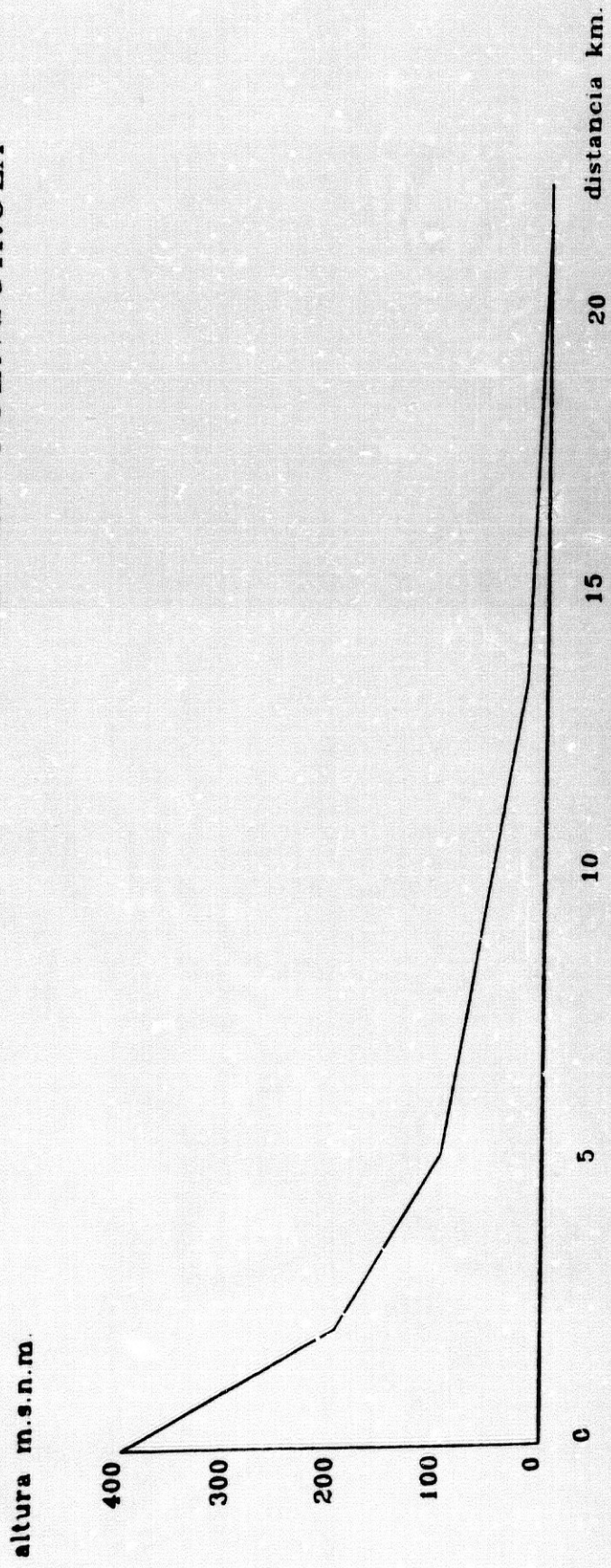


FIGURA 107

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GUADALHORCE

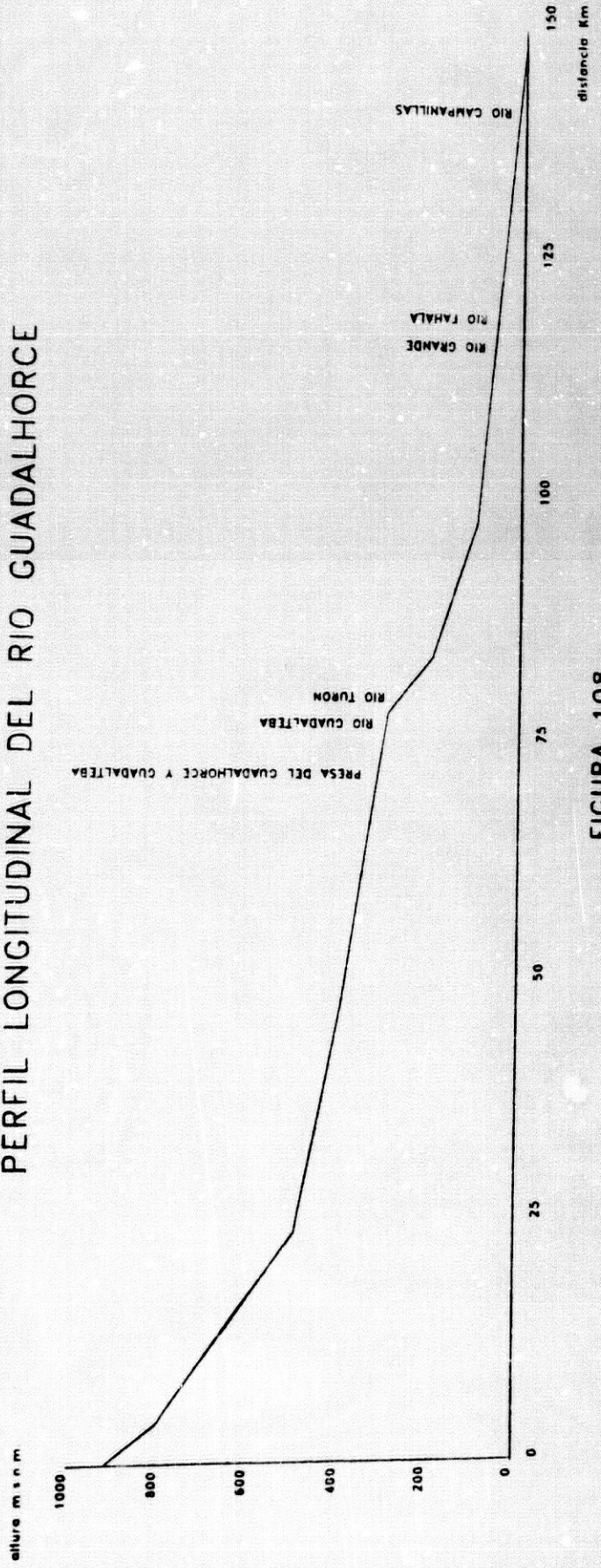


FIGURA 108

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GUADALTEBA

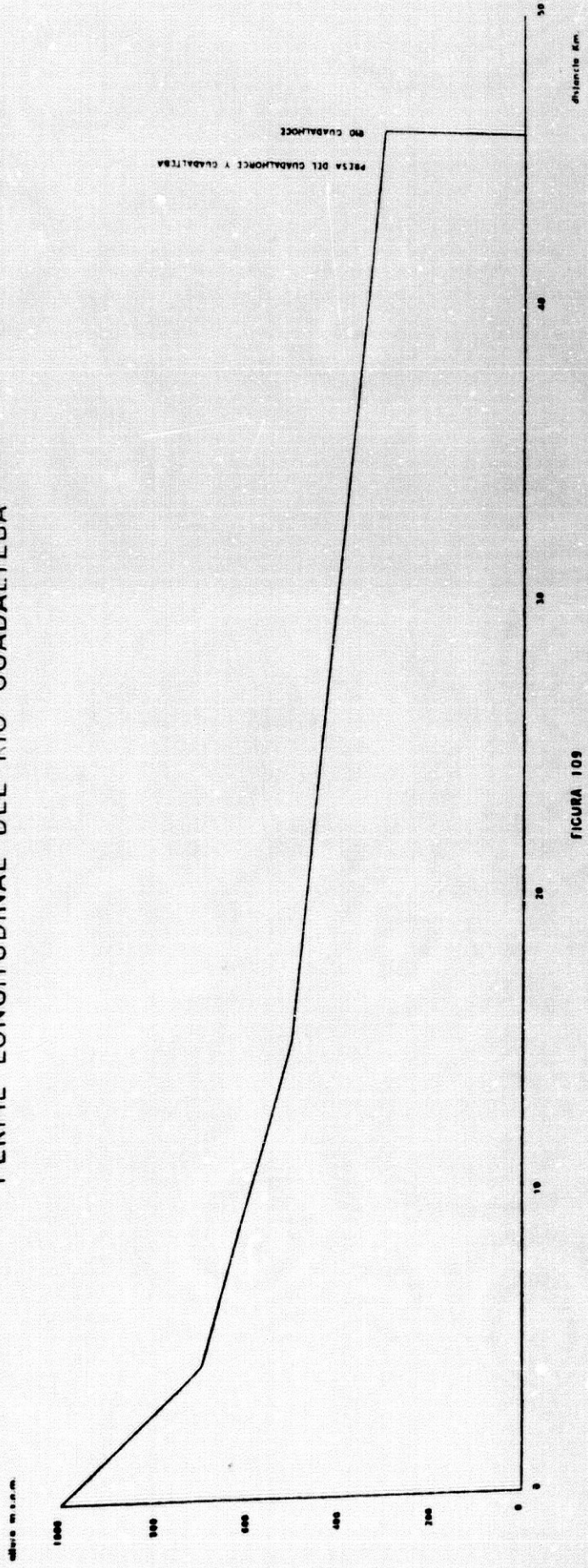


FIGURA 109

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO TURON

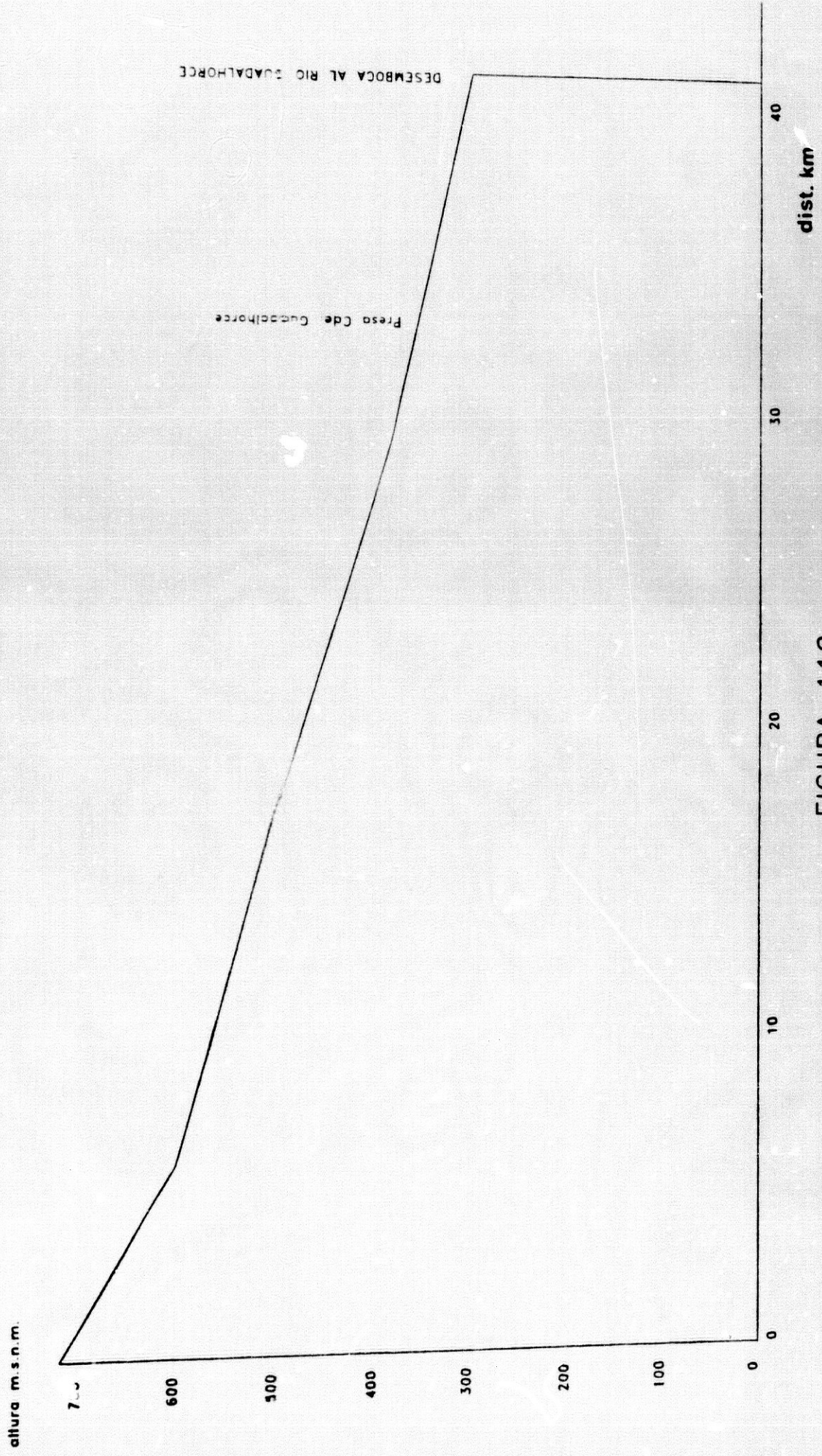


FIGURA 110

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GRANDE

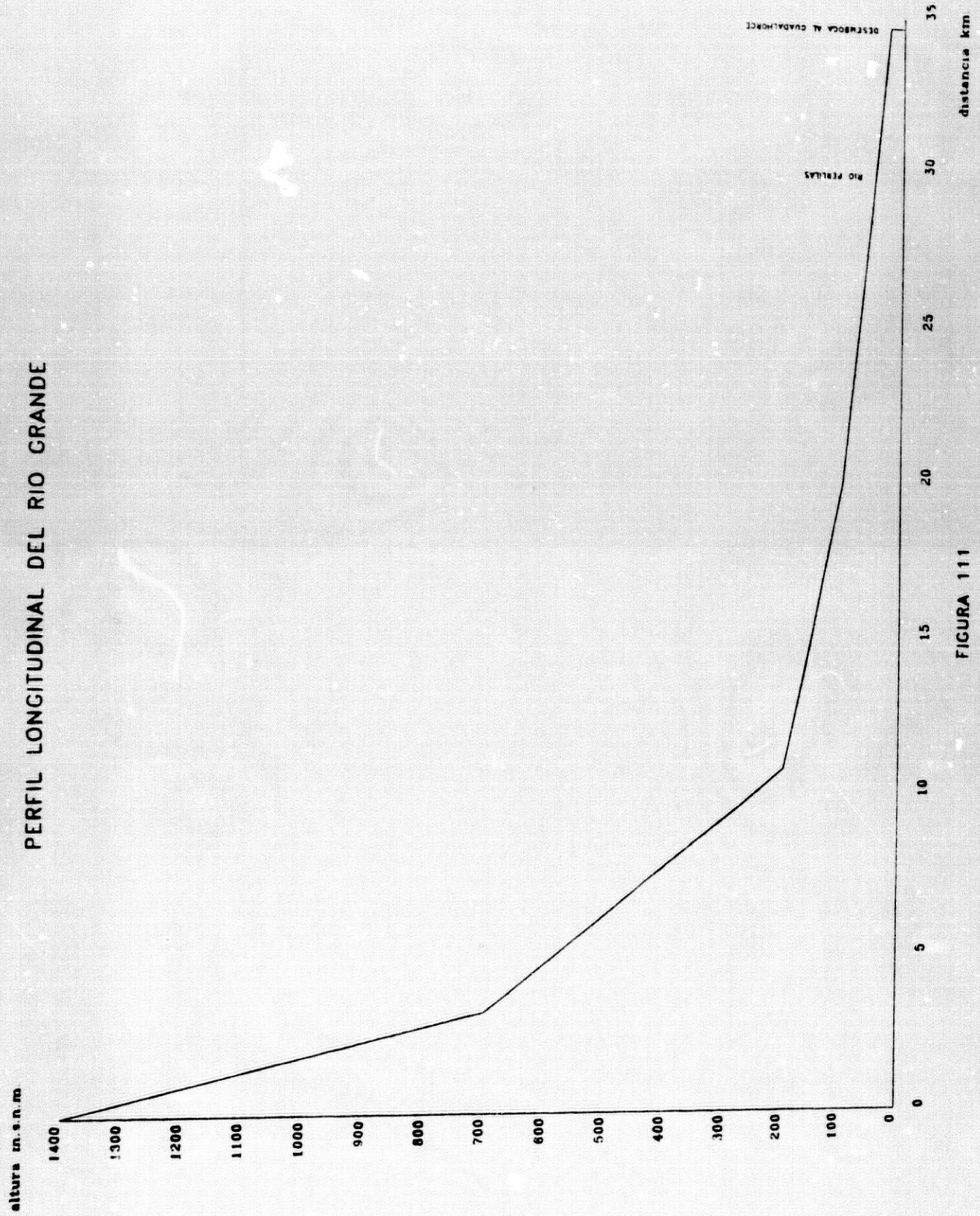


FIGURA 111

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO FAHALA

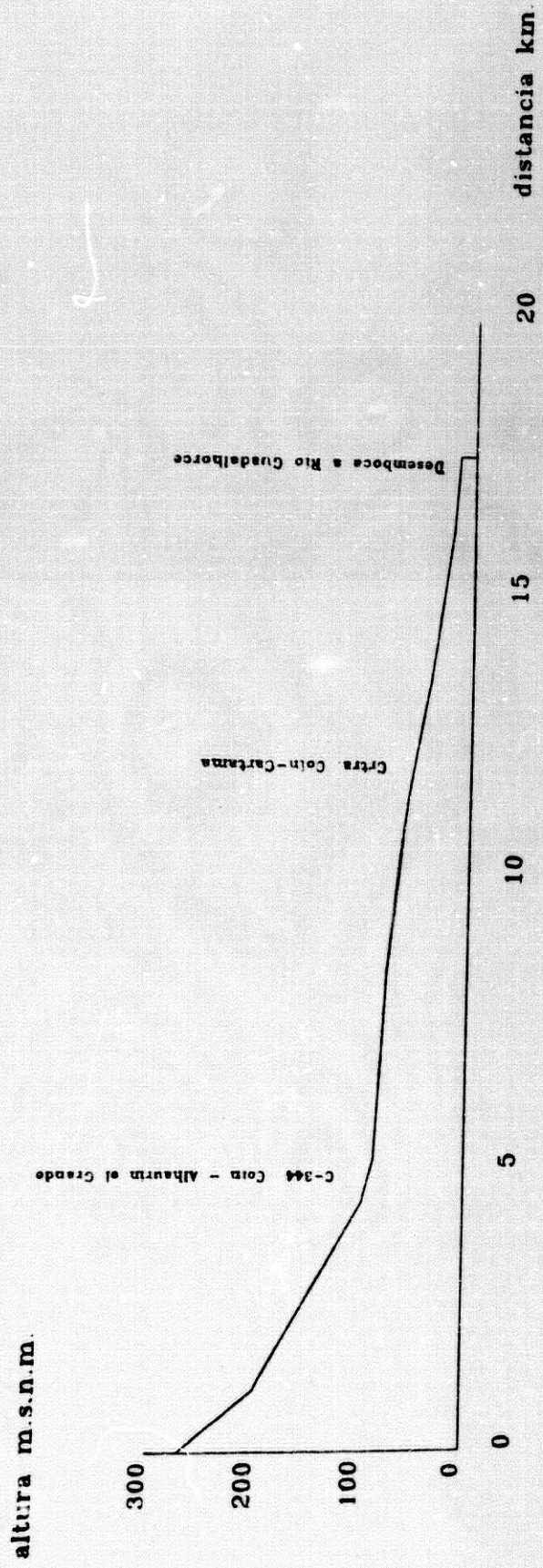


FIGURA 112

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO CAMPANILLAS

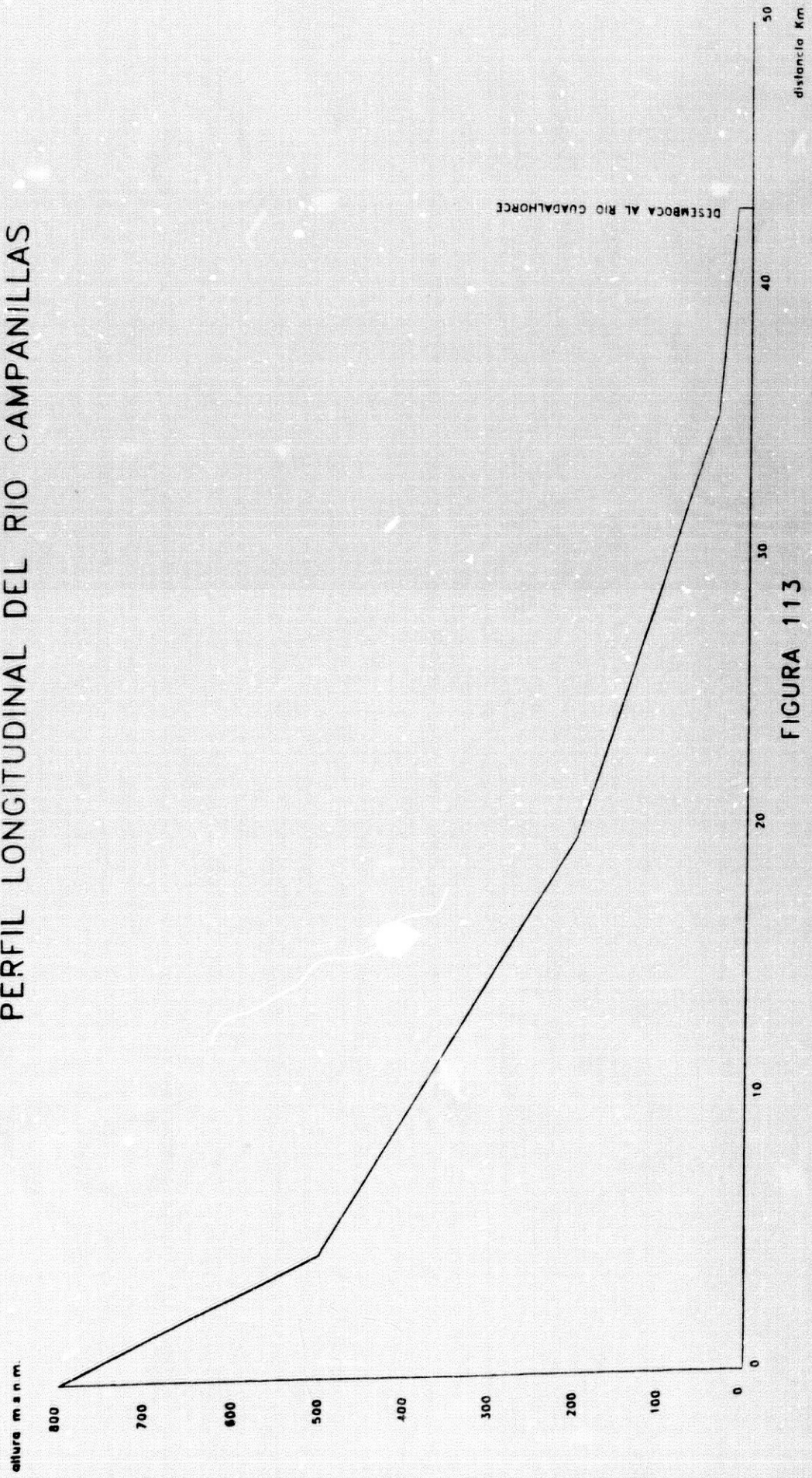


FIGURA 113

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO GUADALMEDINA

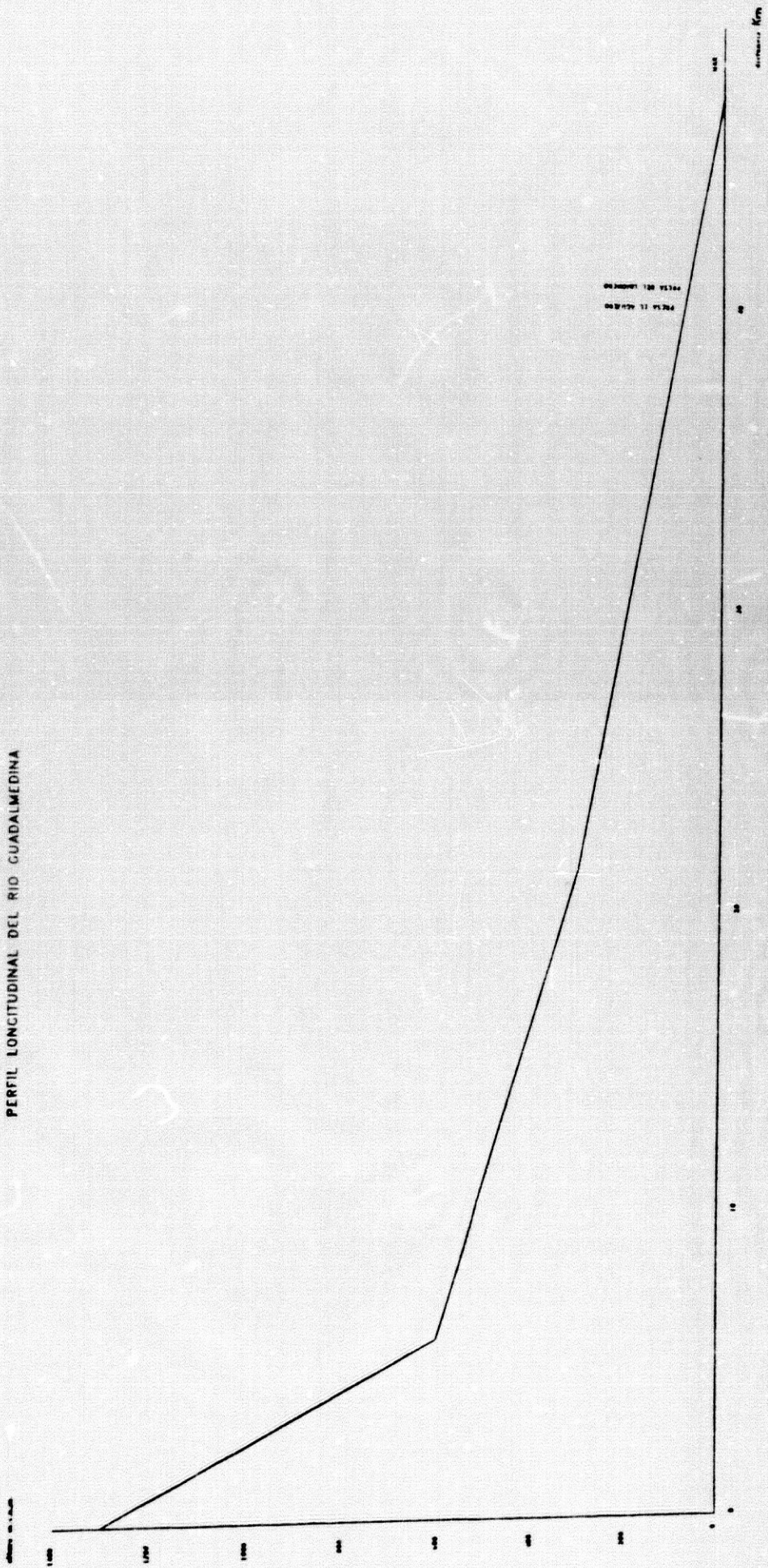


FIGURA 114

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO SABAR-GUARO

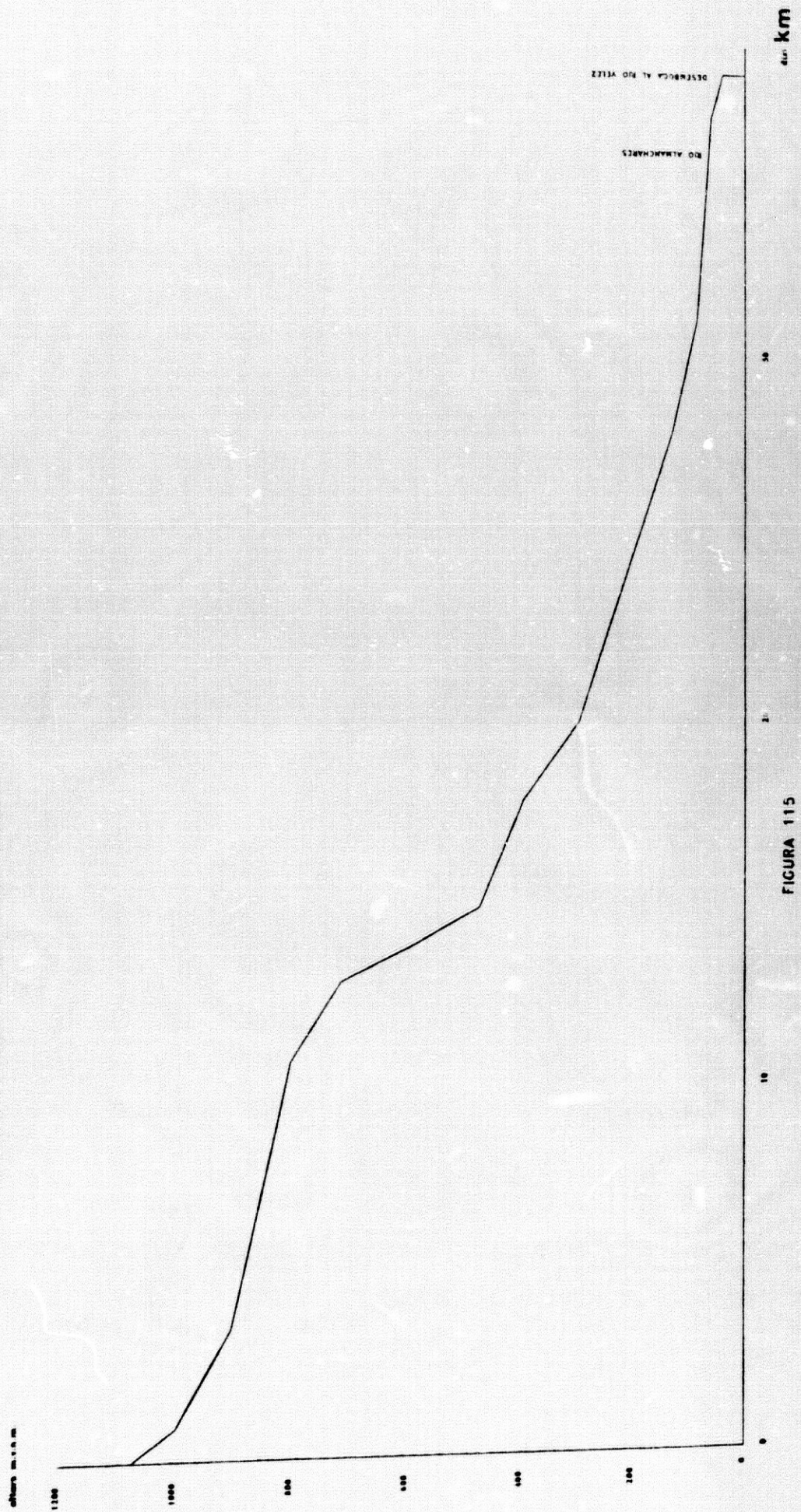


FIGURA 115

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO VELEZ

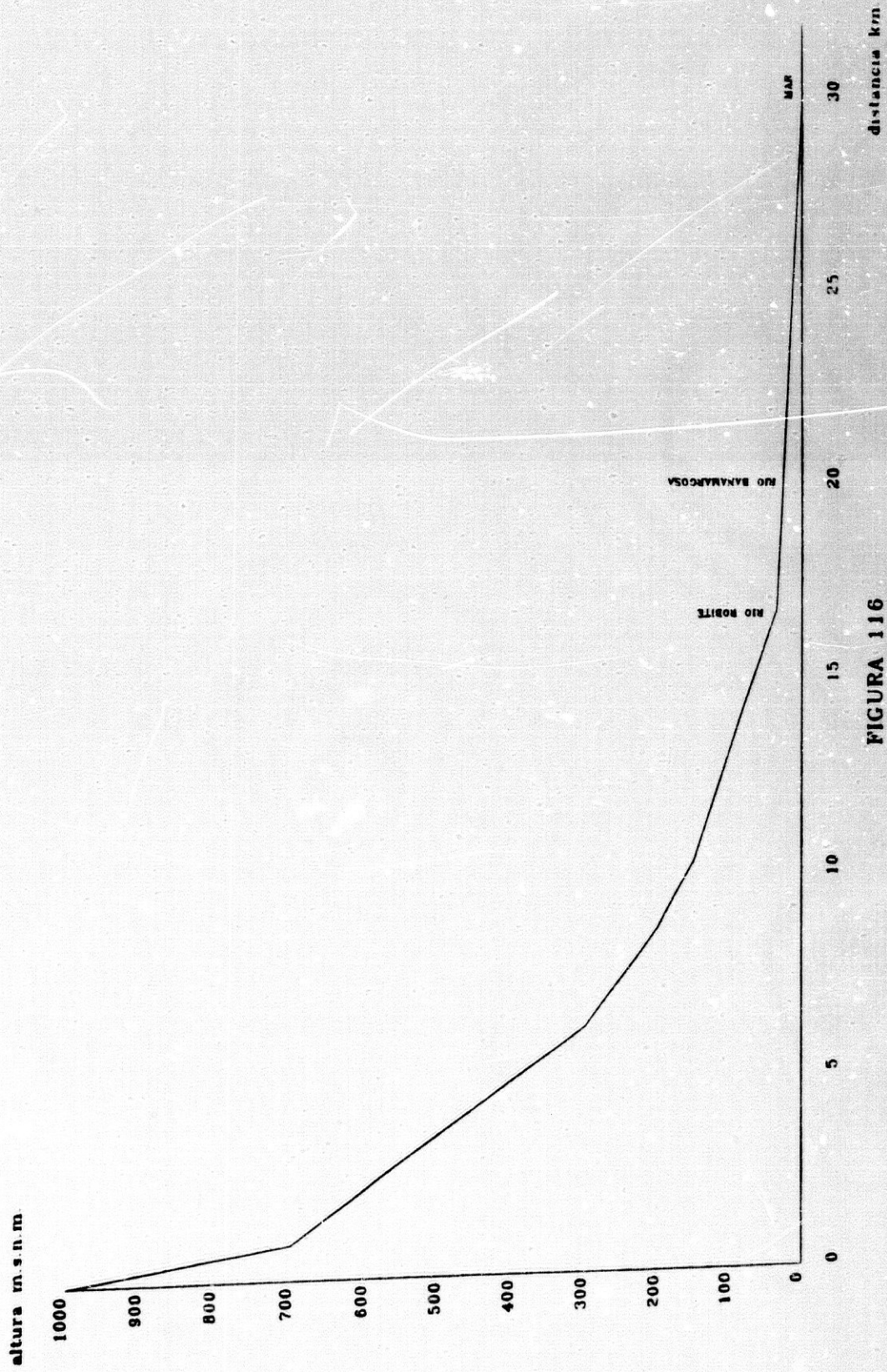


FIGURA 116

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO DE LA MADRE

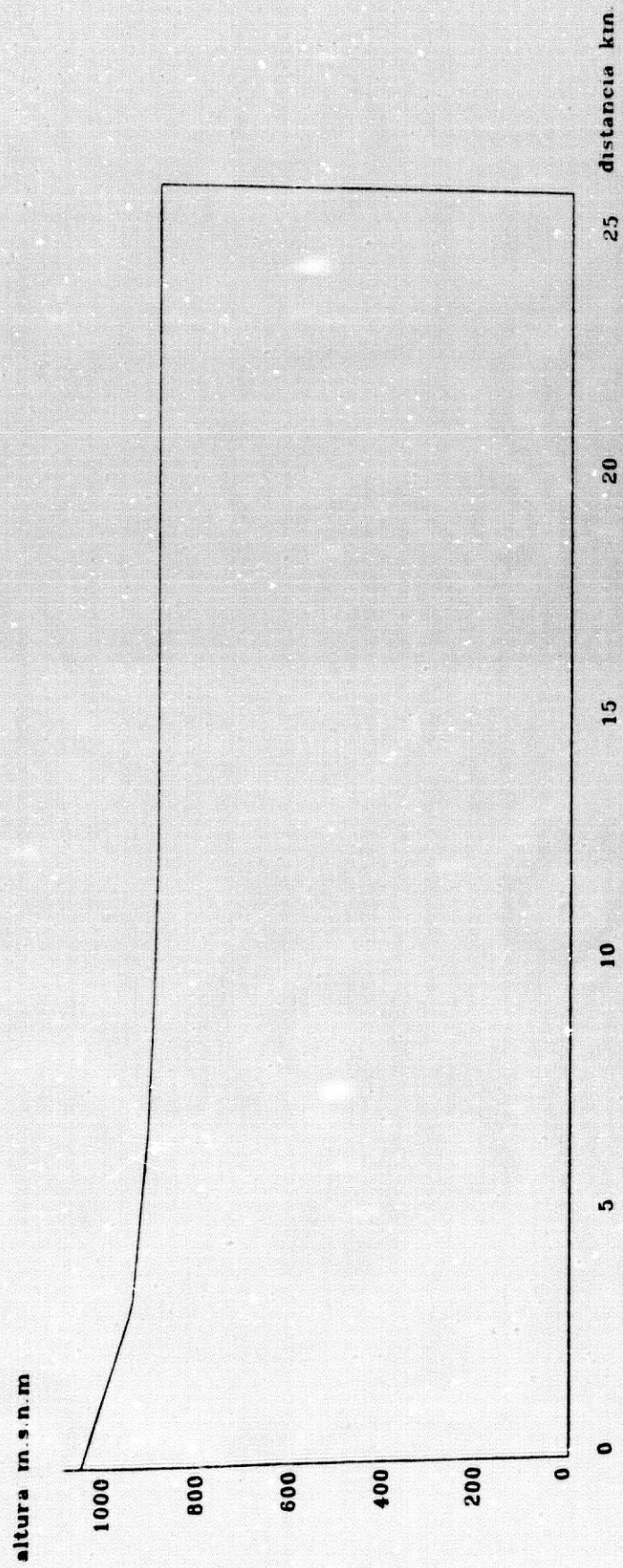


FIGURA 117

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO ALGARROBO

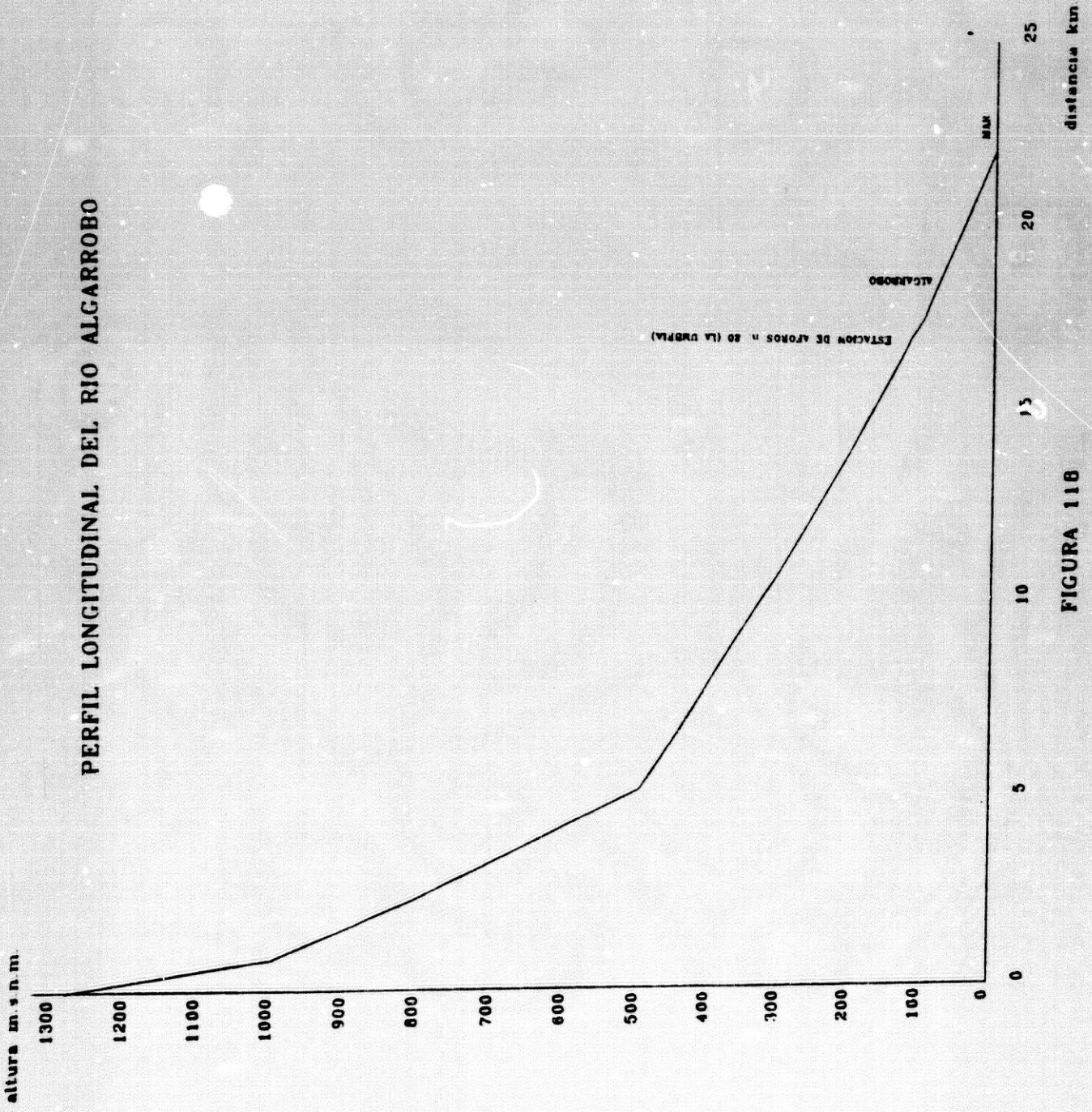


FIGURA 118

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO TORROX o PATAMALARA

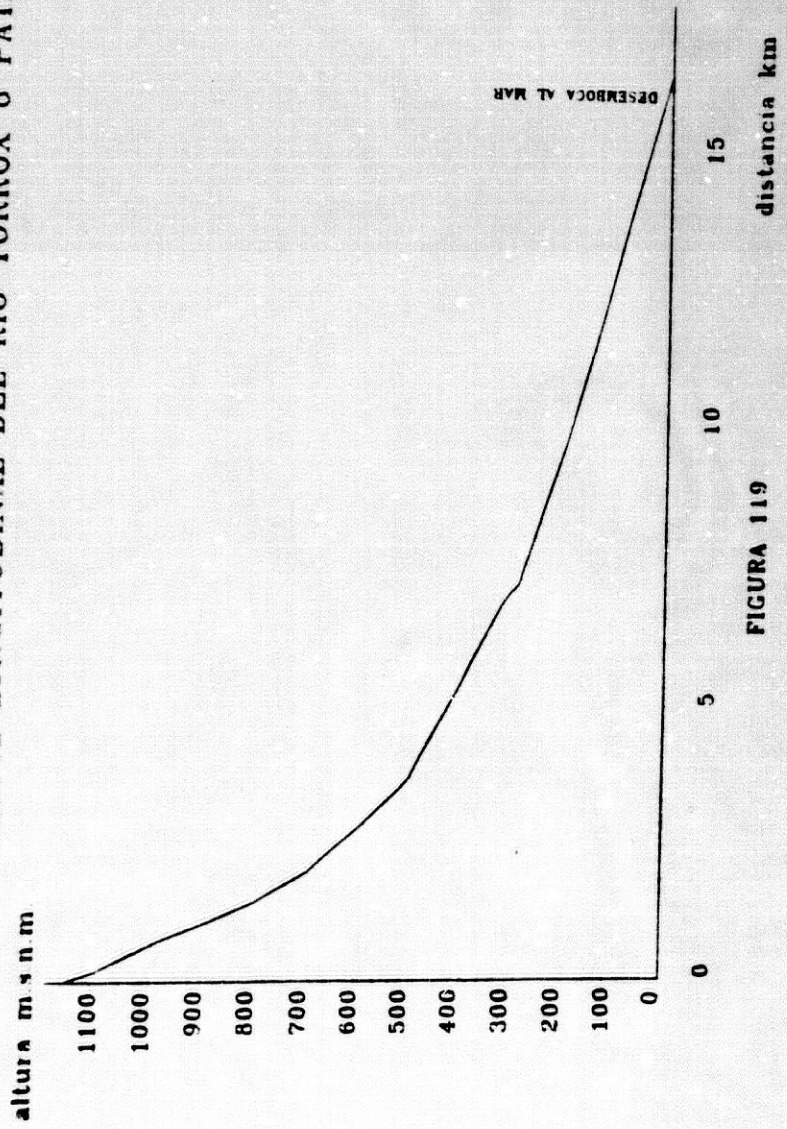


FIGURA 119

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO CHILLAR

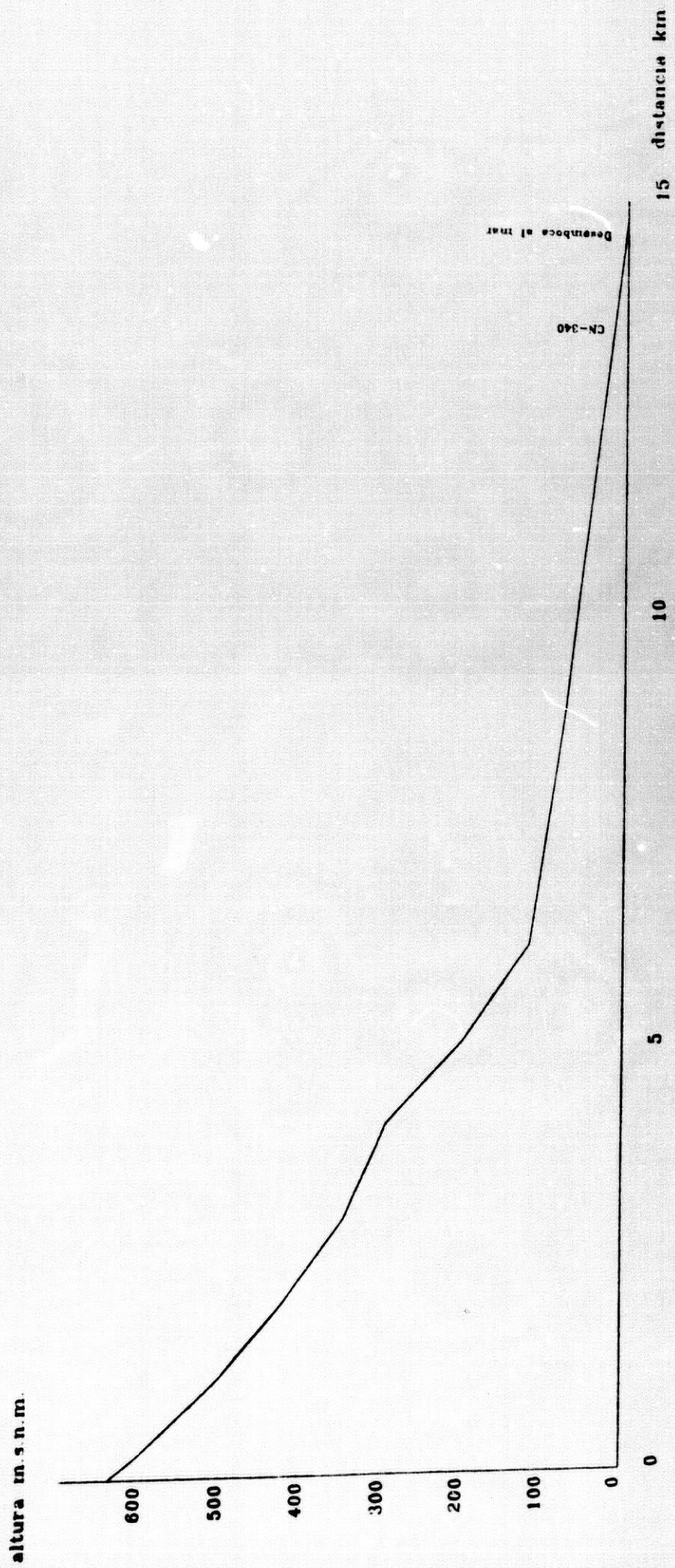


FIGURA 120