



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO DE OPTIMIZACION DE LA RED FORO
NOMICA DEL SISTEMA ACUIFERO N° 57 "ME-
SOZOICO DE MONREAL-GALLOCANTA" CUENCA
DEL EBRO.

Junio 1988

EXPEDIENTE N°

--	--	--	--

ORGANICA N°

PROGRAMA N°

CONCEPTO N°

--	--	--



I N D I C E

1. INTRODUCCION
2. METODOLOGIA Y ENUMERACION Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS EFECTUADOS
3. CONTEXTO HIDROGEOLOGICO
 - 3.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA
 - 3.2. SUBSISTEMA CELLA-MOLINA DE ARAGON
 - 3.3. SUBSISTEMA ACUIFERO PIEDRA-GALLOCANTA
 - 3.4. SUBSISTEMA ACUIFERO SIERRA DE SOLORIO
 - 3.5. SUBSISTEMA ACUIFERO VALLE DEL JILOCA
4. RED HISTORICA DEL IGME
 - 4.1. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA
 - 4.2. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO PIEDRA-GALLOCANTA
 - 4.3. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO SIERRA DEL SOLORIO
 - 4.4. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO CELLA-MOLINA DE ARAGON
5. RED OPTIMIZADA
 - 5.1. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA
 - 5.2. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA PIEDRA-GALLOCANTA
 - 5.3. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA SIERRA DEL SOLORIO
 - 5.4. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA CELLA-MOLINA DE ARAGON
6. ESTIMACION DE LA FRECUENCIA DE MEDIDAS
7. VALORACION ECONOMICA DEL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA RED DEFINIDA
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. INTRODUCCION

El Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E.) desarrolla a a nivel nacional un programa de estudios para la adecuada gestión y conservación de acuíferos, definidos durante la realización de la infraestructura hidrogeológica llevada a cabo dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas, (PIAS), que iniciado en el año 1970 ha finalizado en todas las Cuencas Hidrogeológicas o Unidades Insulares.

En el año 1977-78 se iniciaron los estudios de infraestructura hidrogeológica en la Cuenca del Ebro, y paralelamente se llevaron a cabo los programas de gestión y conservación de acuíferos. Finalizado en el año 1981 el estudio de infraestructura, se continúa en la actualidad el Plan de Gestión y Conservación (PGCA) realizándose el mismo dentro de Proyectos anuales.

El objetivo de estos Proyectos es el desarrollo y perfeccionamiento de los conocimientos adquiridos en etapas anteriores, con el objeto de que los datos de comportamiento de los acuíferos, estado de la calidad de las aguas, etc. ... se enriquezcan y mantengan al día, y puedan ser integrados en cada momento en el marco general de planificación, gestión y protección de los recursos hidráulicos totales.

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME), persiguiendo mejorar la información obtenida en los proyectos anuales de Gestión y Conservación, se ha planteado la necesidad de realizar una revisión y análisis del estado actual de las redes de control, mediante un tratamiento que será uniforme tanto para la red piezométrica como para la de calidad e intrusión. La red hidrométrica será tratada de manera particular en base a sus propias particularidades.

En esta evaluación, se analizaron todos los sistema acuíferos, incluyendo aquellos que actualmente no tengan ningún control, con el fin de estimar la conveniencia o no de establecerlos. Asimismo, está previsto, que en casos concretos la optimización de las redes se efectue por métodos geoestadísticos.

Por tanto, el estudio que se presenta en este informe se engloba dentro de los objetivos expuestos anteriormente, y constituye el análisis, revisión y optimización de la red de control foronómico del Sistema Acuífero nº 57 "Mesozoico de Monreal-Gallocanta". Plano nº 1.

La realización del estudio ha sido efectuada por J. M. MURILLO, -- Técnico Superior del INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA.

2. METODOLOGIA Y, ENUMERACION Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS EFECTUADOS

Los trabajos que se han efectuado durante la realización de este estudio se pueden subdividir en cuatro fases. De estas, tres corresponden a trabajos de gabinete, y una a trabajos de campo. (Fig. n° 1).

1ª Fase

Los trabajos que se han efectuado durante esta fase son los que a continuación se detallan:

- Recopilación de la información existente.

- Elaboración para cada punto de control de una ficha, donde figuran para cada año y cada mes transcurrido desde que se comenzaron a -- realizar campañas de aforo, todos los valores de caudal (en m^3/s) obtenidos en los distintos aforos realizados por el IGME.

La confección de esta ficha tiene el siguiente doble objetivo.

1) Facilitar la introducción, y coordinación de entrada de datos a los procesos de cálculo que se especifican en la 2ª fase.

2) Disponer de un conjunto de datos ordenados en el espacio y en el tiempo, que permitan en un momento determinado, una rápida actualización de la base de datos foronómica del IGME.

- Estudio de las características hidrogeológicas y de las relaciones río-acuífero en cada subsistema del Sistema Acuífero n° 57.

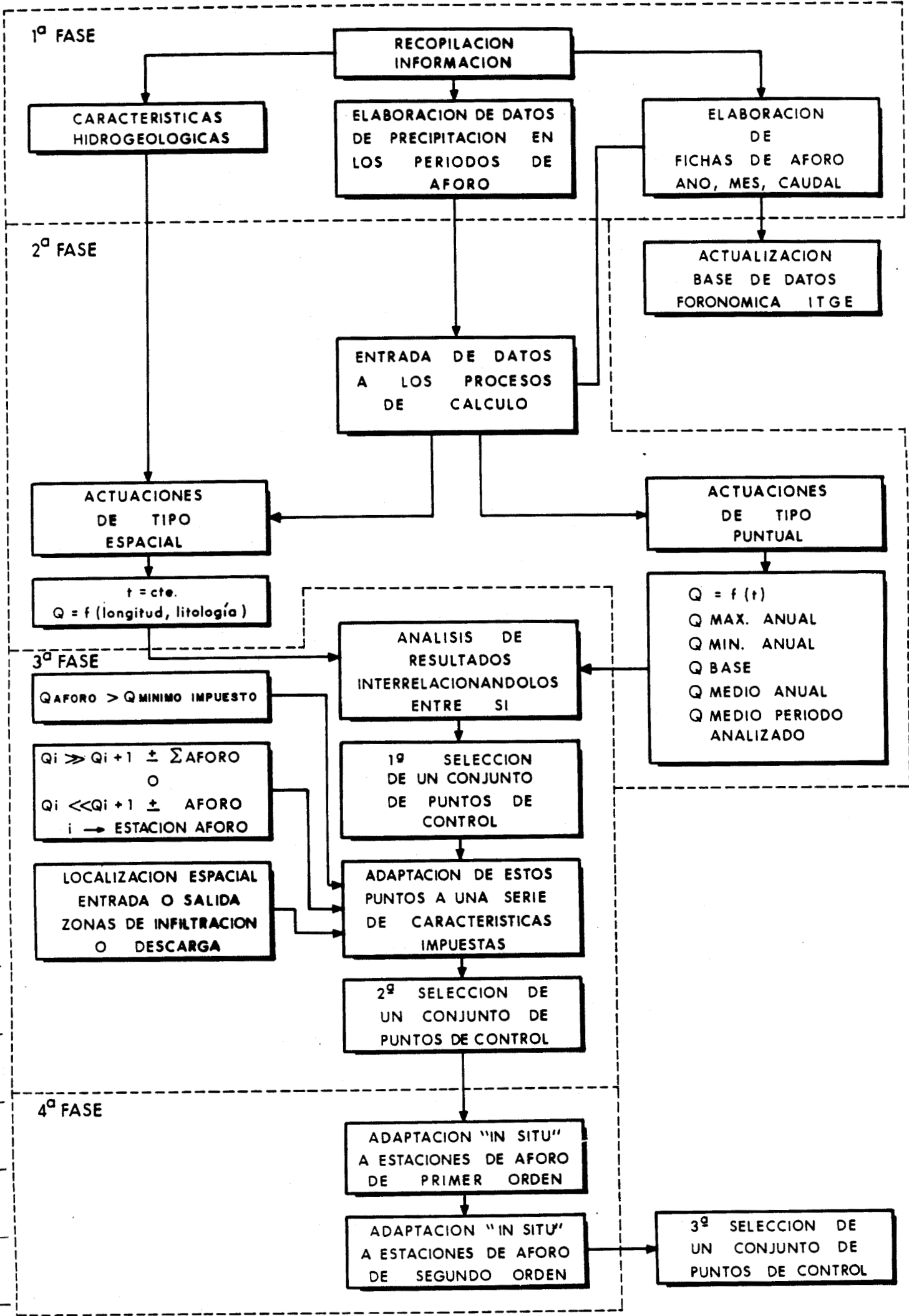


Fig. nº 1

2ª Fase

Los trabajos que se han desarrollado en esta segunda fase se han centrado fundamentalmente en dos tipos de actuaciones. Una de tipo puntual y otra de tipo espacial.

a) Las actuaciones efectuadas en cada punto de control han sido - las que a continuación se detallan:

- Determinación y análisis gráfico de la variación y evolución de caudales con el tiempo.

- Determinación del caudal máximo anual y mes en que se produce.

- Determinación del caudal mínimo anual y mes en que se produce.

- Determinación del caudal de base.

- Determinación de la media anual.

- Determinación de la media total del período analizado.

b) Las actuaciones efectuadas a lo largo del perfil longitudinal de un río, han consistido fundamentalmente, en la realización de análisis - para un mismo período de tiempo, de la variación de los caudales aforados - a lo largo de las distintas estaciones de control existentes en el mismo. - Estos análisis se han realizado, teniendo en cuenta la litología de los di - ferentes materiales que atraviesa el río a lo largo de su recorrido. Así - como, las principales características hidrogeológicas que poseen dichos ma - teriales.

3ª Fase

Ha consistido en realizar un análisis de los distintos resultados obtenidos en la 2ª fase interrelacionándolos entre sí. De esta forma se han seleccionado un conjunto de puntos de control, que a su vez se han adaptado a una serie de características impuestas, entre las que cabe mencionar.

1) En los manantiales, el caudal mínimo en el periodo de estiaje debe ser del orden de 100 l/s.

2) En los ríos, los puntos de control deben estar localizados a la entrada o salida de una zona de infiltración, o de un area de descarga - cumpliéndose además, que entre dos estaciones de aforo exista una considerable disminución o aumento de caudal. Dicha disminución o aumento debe ser mayor que el posible error de aforo que se pueda cometer.

4ª Fase

Generalmente, tanto los estudios hidrogeológicos locales como regionales, dado el erróneo carácter temporal que se le ha asignado en nuestro país, han estado normalmente mal dotados en cuanto a presupuesto de estaciones de aforo, obligando a que las mismas tuvieran un carácter no permanente (estaciones de tercer orden). Esto ha obligado a que en un número muy elevado de ocasiones, los aforos se hayan realizado en secciones, que no cumplieran todas las condiciones idóneas necesarias para obtener resultados que presentaran un mínimo error. Asimismo, dichas secciones han carecido normalmente de un "control estable", escala limnimétrica o limnigráfo que recogiera un registro continuo de niveles suficientemente amplio. Normalmente, los registros que se poseen se limitan a controles con una periodicidad de medidas de tipo mensual, bimensual e incluso a veces semestral.

Dado el objetivo especial de este estudio, consistente en optimizar una gran red foronómica que tenga una garantía de continuidad, se planteó, que era esencial dentro del mismo, el introducir una fase de trabajo

que contemplara la posibilidad de realizar una primera campaña de estudios - "in situ", cuyo objetivo primordial fuera la viabilidad de instalación de estaciones de control hidrométrico, que pudieran ofrecer características de estabilidad.

Por tanto, esta última fase del estudio, ha consistido en una adaptación "in situ" de la localización de la sección de los puntos de control - seleccionados, de tal forma que:

1) Se puedan aprovechar aquellas estaciones de primer orden de la red primaria o de base del país, que se ajusten en su situación espacial a - puntos de control seleccionados en este estudio.

2) El resto de puntos de control, se deben establecer en áreas donde sea factible ubicar estaciones de segundo orden, es decir, que posean un registro de tipo escala limnimétrica. Pudiéndose acondicionar en ocasiones - mediante obras de pequeña envergadura.

3. CONTEXTO HIDROGEOLOGICO

3.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA

El Sistema acuífero n° 57 "MOSOZOICO MONREAL-GALLOCANTA" ocupa una superficie de 7.400 km², correspondiendo en su mayor parte a las provincias de Teruel (44%), Guadalajara (28%) y Zaragoza (22%); y comprendiendo una pequeña parte de la provincia de Soria, con tan sólo 476 km² (6%).

Los núcleos de población se concentran en unas determinadas zonas; Valle del Jiloca (18.779 habitantes), Valle alto del Jalón (14.837 habitantes) y Cuenca del Gallocanta (9.881 habitantes), estando el resto de la zona escasamente poblada.

El relieve de la zona se presenta en general de forma aplanada y poco energética, a excepción de las sierras Paleozoicas que la limitan en sus bordes Oriental, Sur y Occidental, situándose entre ellas extensas parameras calcáreas con altitudes que oscilan entre 1.000-1.200 m.s.n.m. y estando excavadas en ellas la actual red fluvial.

La climatología y pluviometría determinan un clima de tipo continental semiárido, con temperaturas medias de 10-11°C, máximas de 29-30°C y mínimas por debajo de 0°C (-2,5°C). La precipitación media anual es de unos 550 mm, con mínimos inferiores a 400 mm en el Valle alto del Jalón y máximas superiores a 700 mm en la Sierra de Albarracín.

La lluvia media anual caída sobre los materiales permeables está cifrada en 815 hm³/año de los cuales, el 44 por ciento (360 hm³/año) corresponden a aguas de superficie y el 56 por ciento restantes (455 hm³/año) constituyen los recursos de agua subterránea que circulan por los acuíferos.

El Sistema acuífero 57 se ha dividido en 5 unidades o Subsistemas acuíferos, representados en el Plano nº 2, y que corresponden a las siguientes denominaciones:

- Subsistema acuífero Cella-Molina de Aragón
- Subsistema acuífero Lidón-Palomera-Celadas.
- Subsistema acuífero Piedra-Gallocanta.
- Subsistema acuífero Sierra de Solorio.
- Subsistema acuífero Valle del Jiloca.

3.2. SUBSISTEMA CELLA-MOLINA DE ARAGON

El Subsistema acuífero Cella-Molina de Aragón ocupa una superficie de aproximadamente 1.800 km², y está situado en las provincias de Teruel y - Guadalajara. En él se ubican las divisorias de las cuencas hidrográficas del Ebro, Tajo y Júcar, estando atravesado por los ríos Guadalaviar (Júcar) y - Gallo (Tajo).

Del total de la superficie, únicamente 950 km² están ocupados por los materiales permeables que dan lugar al acuífero de la zona (calizas y dolomías jurásicas). El resto de la superficie (850 km²) lo constituyen los materiales impermeables que individualizan el acuífero.

La alimentación del acuífero es exclusivamente procedente de la infiltración del agua de lluvia caída sobre su superficie y está estimada en - 155 hm³/año (coeficiente de infiltración del 25%).

Las salidas del acuífero se realizan a los ríos Guadalaviar (65 hm³/año), Gallo (45 hm³/año), descarga lateral subterránea al acuífero del Valle -

del Jiloca ($5 \text{ hm}^3/\text{año}$), y al río Jiloca a través de la Fuente de Cella, que para el período 1974-1980, y según aforos realizados, su caudal medio es de $40 \text{ hm}^3/\text{año}$.

3.3. SUBSISTEMA ACUIFERO PIEDRA-GALLOCANTA

El Subsistema acuífero Piedra-Gallocanta ocupa una superficie de 830 km^2 y está ubicado en las provincias de Teruel, Guadalajara y Zaragoza.

Del total de la superficie, 460 km^2 tienen una permeabilidad alta, y constituyen los acuíferos del Subsistema, siendo el resto (370 km^2) materiales con permeabilidad baja o nula y constituyen los límites impermeables de los acuíferos.

Litológicamente, 360 km^2 son calizas y dolomías cretácicas y 100 km^2 son materiales detríticos permeables.

El acuífero calizo tiene un espesor de 100-200 metros, siendo el impermeable de base margas y arenas del cretácico inferior. El acuífero detrítico está compuesto por gravas y conglomerados con potencias de 20 a 50 metros, siendo el impermeable de base arcillas y margas del Mioceno. El nivel piezométrico se encuentra próximo al techo del acuífero y está relacionado con la lámina de agua de La Laguna de Gallocanta, situándose entre 0 y 8 metros y se presenta en estado libre.

Los sondeos y pozos de explotación se encuentran en el centro del acuífero detrítico próximos a los alrededores de La Laguna y sus aguas son utilizadas para el regadío y abastecimiento de poblaciones.

La alimentación de los acuíferos es la procedente de la infiltración del agua de lluvia, estimada en un valor medio de $45 \text{ hm}^3/\text{año}$. (Coeficiente de infiltración del 20%).

Las salidas de los acuíferos se producen de forma natural a los ríos Piedra y Ortiz ($8 \text{ hm}^3/\text{año}$), y de forma subterránea al acuífero detrítico del Valle del Jiloca ($7 \text{ hm}^3/\text{año}$). Los acuíferos tienen un drenaje hacia la Laguna donde el agua se evapora en una cantidad media anual de $17 \text{ hm}^3/\text{año}$.

3.4. SUBSISTEMA ACUIFERO SIERRA DEL SOLORIO

El Subsistema acuífero Sierra de Solorio ocupa una superficie de 2.500 km^2 y está ubicado en las provincias de Zaragoza, Guadalajara y Soria, situándose en él parte de las divisorias hidrográficas del Ebro y Tajo. Del total de la superficie, 1.050 km^2 están constituidos por materiales calizos y dolomíticos de permeabilidad alta, donde se instalan los acuíferos del Subsistema. El resto de la superficie lo constituyen materiales de carácter impermeable que delimitan las unidades acuíferas.

El conjunto calizo-dolomítico, queda dividido en dos unidades acuíferas diferenciadas; un primer acuífero constituido por calizas y dolomías Jurásicas de 750 km^2 de superficie, con un espesor de 120 a 200 metros, cuya base impermeable son arcillas y yesos triásicos. La segunda unidad acuíferta está constituida por calizas y dolomías cretácicas que ocupan 300 km^2 de superficie, con una potencia de 150-200 metros y cuya base está constituida por margas y arenas del Cretácico Inferior.

Debido a las características topográficas y climáticas del Subsistema, la explotación con sondeos y pozos de sus acuíferos es nula, reduciéndose únicamente a sus salidas naturales, que efectúan pequeños regadíos en sus zonas próximas.

La alimentación de los acuíferos es la procedente de la infiltración del agua de lluvia caída sobre su superficie estimada en un valor medio de $180 \text{ hm}^3/\text{año}$ (coeficiente de infiltración del 30%).

Las salidas del acuífero se producen de forma natural y subterránea a los ríos Jalón ($40 \text{ hm}^3/\text{año}$), Mesa ($63 \text{ hm}^3/\text{año}$), Piedra ($47 \text{ hm}^3/\text{año}$) y

Tajuña (10 hm³/año).

3.5. SUBSISTEMA ACUIFERO VALLE DEL JILOCA

El Subsistema acuífero Valle del Jiloca ocupa una superficie de 500 km² perteneciendo por completo a la provincia de Teruel. Dentro de esta provincia, es la comarca "Cuenca alta del Jiloca" una de las zonas más importantes desde el punto de vista demográfico y económico, encontrándose en ella las principales áreas de regadíos y núcleos de población. Dentro del Sistema acuífero 57, es la única zona en la que su régimen de funcionamiento natural se ha visto alterado por la acción del hombre.

El Subsistema acuífero está formado por un acuífero detrítico de permeabilidad media-alta, constituido por un conjunto de gravas y conglomerados, con potencias que oscilan entre 20 y 120 metros. El conjunto de estos materiales está atravesado por el río Jiloca en dirección Sur a Norte y conectados ambos hidráulicamente, siendo el río el que determina en la mayoría de las zonas el nivel piezométrico del acuífero. La relación río-acuífero determina zonas de recarga y descarga del acuífero por medio del río.

El acuífero detrítico está apoyado en algunas zonas sobre un sustrato de naturaleza calcárea que constituye un excelente acuífero, y que en algunos puntos se eleva y aflora en superficie, siendo dichos materiales la prolongación de los acuíferos calizos adyacentes al Valle del Jiloca y que tienen su continuidad por debajo del relleno. Existe una comunicación hidráulica en algunas zonas entre el acuífero y el río que determinan zonas de recarga y descarga del acuífero calizo por medio del río.

Por consiguiente el Subsistema acuífero Valle del Jiloca puede considerarse como una unidad hídrica constituida por el río Jiloca y los distintos acuíferos con él relacionados. El río Jiloca tiene su nacimiento en la Fuente de Cella, que es la descarga natural del Subsistema acuífero Cella-Molina de Aragón, recorre el acuífero detrítico recargándolo y drenándolo para terminar su recorrido por el acuífero en Calamocha.

4. RED HISTORICA DEL IGME

Aunque desde 1974 se venían realizando aforos con periodicidad - prácticamente mensual en la Fte. de Cella, el Sistema Acuífero n° 57 se comenzó a controlar de una manera sistemática en el año 1978, ampliándose la red en los años siguientes de acuerdo a las necesidades de los estudios que se iban realizando, y alcanzándose un máximo de puntos de control en Octubre de 1980. En la Fig. n° 2 se muestra la distribución de los puntos de aforo para la red general de dicho año.

Durante los años 1978, 1979, 1980 y 1981 se puede considerar que ha existido una red de control que ha abarcado de una forma prácticamente general a todo el Sistema 57. A partir del último año mencionado anteriormente, únicamente se ha controlado anualmente con distinta periodicidad mensual la red del Subsistema Valle del Jiloca.

En el cuadro adjunto, se muestra la distribución mensual de puntos de control para el periodo 1977-1987. El número de aforos puntuales realizado en dicho periodo es mayor que el de puntos de control indicado en dicho cuadro, puesto que en numerosos casos un punto de control constaba de varias secciones (cauce del río y una o varias acequias laterales).

En los apartados siguientes, se describen y analizan las redes de control, que se establecieron en cada uno de los Subsistemas del Sistema Acuífero n° 57.

4.1. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA

En la figura n° 3 se representa la red más general de puntos de aforo del Subsistema Valle del Jiloca.

DISTRIBUCION MENSUAL DE PUNTOS DE CONTROL PARA EL PERIODO 1977-87. SISTEMA 57

MES AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	OBSERVACIONES
1977	1	1	1	3	2	4	0	0	6	1	1	1	21
1978	4	1	3	5	5	7	6	0	1	13	9	14	68
1979	17	18	20	19	25	24	23	24	25	37	30	26	288
1980	24	31	19	34	12	28	32	42	11	44	0	0	277
1981	18	0	21	3	22	0	23	0	22	20	4	0	133
1982	0	7	0	7	0	7	0	5	0	6	0	6	38
1983	1	6	0	7	0	7	0	0	0	0	5	0	26
1984	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	0	10
1985	0	0	0	0	5	0	0	7	0	7	0	7	26
1986	0	0	6	0	0	0	0	0	0	7	0	0	13
1987	6	6	12	6	6	12							48
TOTAL	71	70	82	84	77	89	89	78	65	140	49	54	948

PUNTOS DE AFORO EN EL SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA

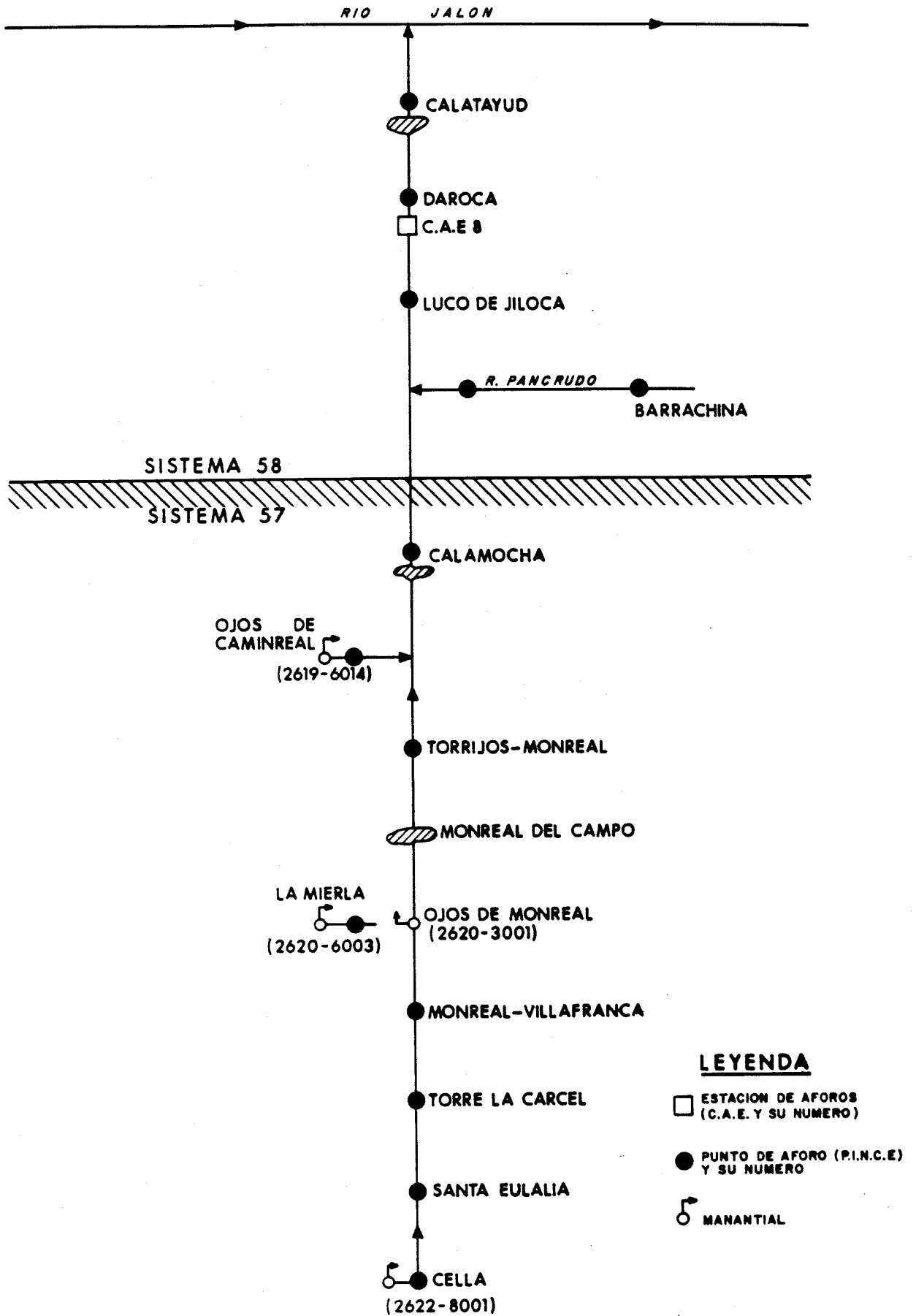


Fig. n° 3

Dicha red se controló durante el periodo 1978-1981, y estuvo --
constituida por los puntos que se enumeran a continuación, y en los que a -
partir de Noviembre de 1979 se instalarón escalas limnimétricas con contro-
les diarios de lectura.

1. Manantial de Cella

- . Canal Mayor
- . Canal del Matadero
- . Canal Lavadero

2. Río Jiloca en Santa Eulalia

3. Río Jiloca en Torrelacarcel

4. Río Jiloca en Puente del Vadillo

5. Río Jiloca en Villacalima

6. Manantial de la Mierla

7. Ojos de Caminreal

- . Ojo de Arriba
- . Ojo de Abajo

8. Río Jiloca en Calamocho

- . Cauce del río Jiloca
- . Acequia margen derecha
- . Acequia margen izquierda

9. Río Pancrudo en Barrachina

10. Río Pancrudo en su desembocadura al Jiloca

11. Río Jiloca en Luco de Juloca

- . Cauce del río Jiloca
- . Acequia margen derecha
- . Acequia margen izquierda

Durante los años siguientes al período anteriormente mencionado, y en función de los resultados que se habían obtenido del análisis de la evolución de caudales, unidos a otros criterios hidrogeológicos y geológicos, se suprimieron los siguientes puntos de control:

- Río Pancrudo en Barrachina en el año 1981, y en su desembocadura al Jiloca en el año 1982.

El nacimiento de dicho río tiene lugar dentro del Sistema Acuífero nº 58, en las proximidades de Pancrudo, discurrendo la mayor parte de su curso a través de materiales terciarios de carácter generalmente impermeable, por lo que su caudal es debido fundamentalmente a escorrentía superficial. - Por lo tanto, desde un punto de vista hidrogeológico carecía de interés mantener una red de control en dicho río.

- Río Jiloca en Santa Eulalia en 1982 y en Torrelacarcel en 1983.

A partir de 1982, en estos puntos de control comenzó a no circular agua por el cauce del río. Esto era debido, a que en la época de riegos, el agua del manantial de Cella se utilizaba prácticamente en su totalidad en los regadíos de los términos municipales de Cella y Villarquemado, y en la época en que no se regaba se infiltraba antes de llegar a estos puntos de control.

- Manantial de la Mierla en 1982.

Dicho manantial constituye la descarga del acuífero Jurásico Ojos Negros-Mierla. Los registros obtenidos durante el periodo 1977-1981 son en su mayor parte inferiores a los 50 l/s. Por esta razón se consideró que dicho drenaje no tenía suficiente entidad para estar incluido en una red general de control foronómico.

- Río Jiloca en Luco de Jiloca en el año 1984.

En este punto, el caudal del río Jiloca es prácticamente la suma del registro en Calamocha y en el río Pancrudo en su desembocadura. Al estar situado Luco de Jiloca sobre materiales paleozoicos, se puede considerar que el río Jiloca finaliza su recorrido por el sistema acuífero 57 en Calamocha, donde recoge todas las aportaciones del subsistema Valle del Jiloca y acuíferos adyacentes.

En el año 1985, y como complemento a los estudios que el IGME estaba realizando en el acuífero del Valle del Jiloca, la red se amplió a los manantiales de Fuentes Claras (Manantial del Lavadero y Manantial del Ojo Grande) por donde se descarga una parte de los aportes que proceden de los acuíferos situados en los bordes del Valle.

En los cuadros que se adjuntan se recogen los resultados obtenidos en cada punto de control para todas las campañas de aforos realizadas; en dichos cuadros el caudal viene expresado en m^3/seg . Asimismo, también se adjuntan los hidrogramas correspondientes a cada punto de aforo. En los mismos el caudal viene expresado en l/seg.

4.2. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO PIEDRA-GALLOCANTA

La red de aforos de este subsistema se estableció en los principales ríos que lo atraviesan, y en las entradas de agua a la Laguna de Gallocanta. Dicha red (Fig. nº 4) se controló de una forma general durante el periodo 1979-80, y estaba constituida por los puntos que se enumeran a conti-

RED DE AFOROS DEL SUBSISTEMA PIEDRA - GALLOCANTA (periodo 1979-80)

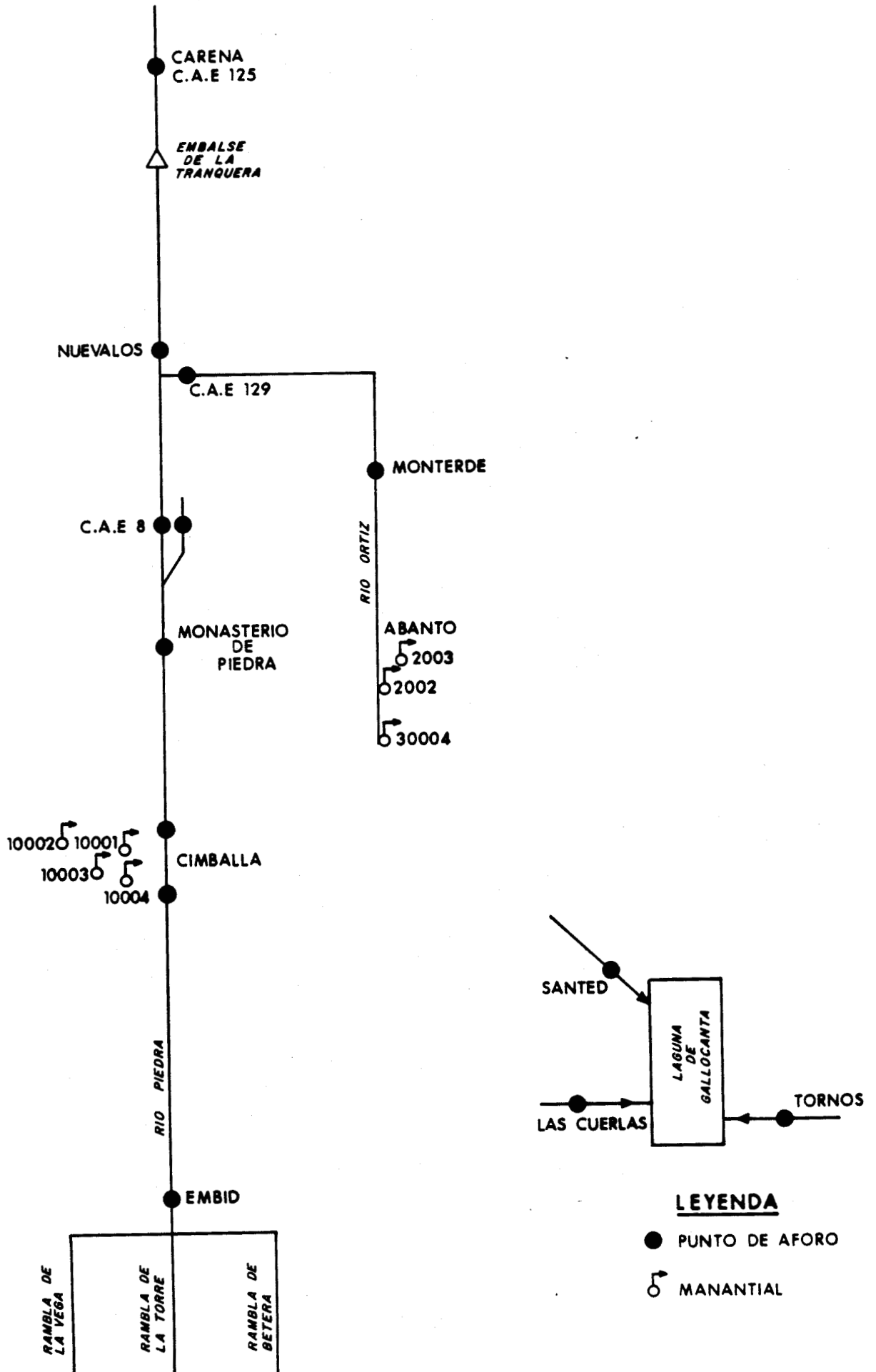


Fig. n° 4

RIO JILOCA: CELLA

MES AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	OBSERVACIONES
1974										1,618	1,214		
1975	1,016	0,752 0,758	0,664	1,020 1,124	1,256	1,361	1,414		1,388	1,138	1,123	0,916	
1976	0,651	0,912	0,678	0,354	1,024	1,131	1,086 1,038		0,601	0,456	0,402	0,358	
1977	1,098	1,190	1,170	1,282	1,294	1,333			1,112	0,857	0,682	0,652	
1978	0,551	0,953	1,238	1,358	1,255	1,587	1,583			1,391	1,121	0,852	
1979	0,746	1,150	1,336	1,393	1,580	1,667	1,924	1,908	2,036	1,869	1,944	1,702	
1980	1,752	1,822	1,400	1,396	1,770	1,667	1,373	1,565	1,452	1,347			
1981	0,529		0,398	0,429	0,821		0,391		0,207	0,170			
1982		0,077		0,355		0,494		0,167		0,082		0,326	
1983		0,088		0,010		0,000					0,000		
1984							0,884			0,293			

RIO JILOCA: Puente del Vadillo (Villafranca-Monreal)

MES AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	OBSERVACIONES
1977									0,124				
1978	0,987										0,383	0,709	
1979	0,822	0,893	1,107	1,042	0,000	0,000	0,115	0,000	0,000	0,404	1,593	1,258	
1980	1,440	1,354	1,208	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
1981	0,716		0,018	0,000	0,000		0,000		0,000	0,000			
1982		0,000		0,000		0,000		0,000		0,000		0,040	
1983		0,000		0,000		0,000					0,000		
1984							0,000			0,000			
1985					0,000			0,000		0,000		0,000	
1986			0,000							0,000			
1987			0,000			0,000							

RIO JILOCA: Villacalima (Monreal-Torrijos)

MES AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	OBSERVACIONES
1977				1,344	1,402	0,533			0,935				
1978			2,835	1,424	1,234	1,101	1,073			1,056	1,615	1,927	
1979	1,830	1,814	2,295	1,615	1,007	1,014	1,289	0,752	1,067	1,198	3,008	2,527	
1980	2,631	2,464	1,429	1,067	1,071	0,998	0,748	1,083	0,824	0,995			
1981	0,443		1,005	0,639	0,829		0,999		0,479	0,628			
1982		0,567		0,329		0,611		0,652		0,523		0,603	
1983		0,643		0,504		0,274					0,393		
1984							0,078			0,161			
1985								0,000		0,080		0,264	
1986			0,613							0,253			
1987			0,265			0,131							

RIO JILOCA: OJOS DE CAMINREAL

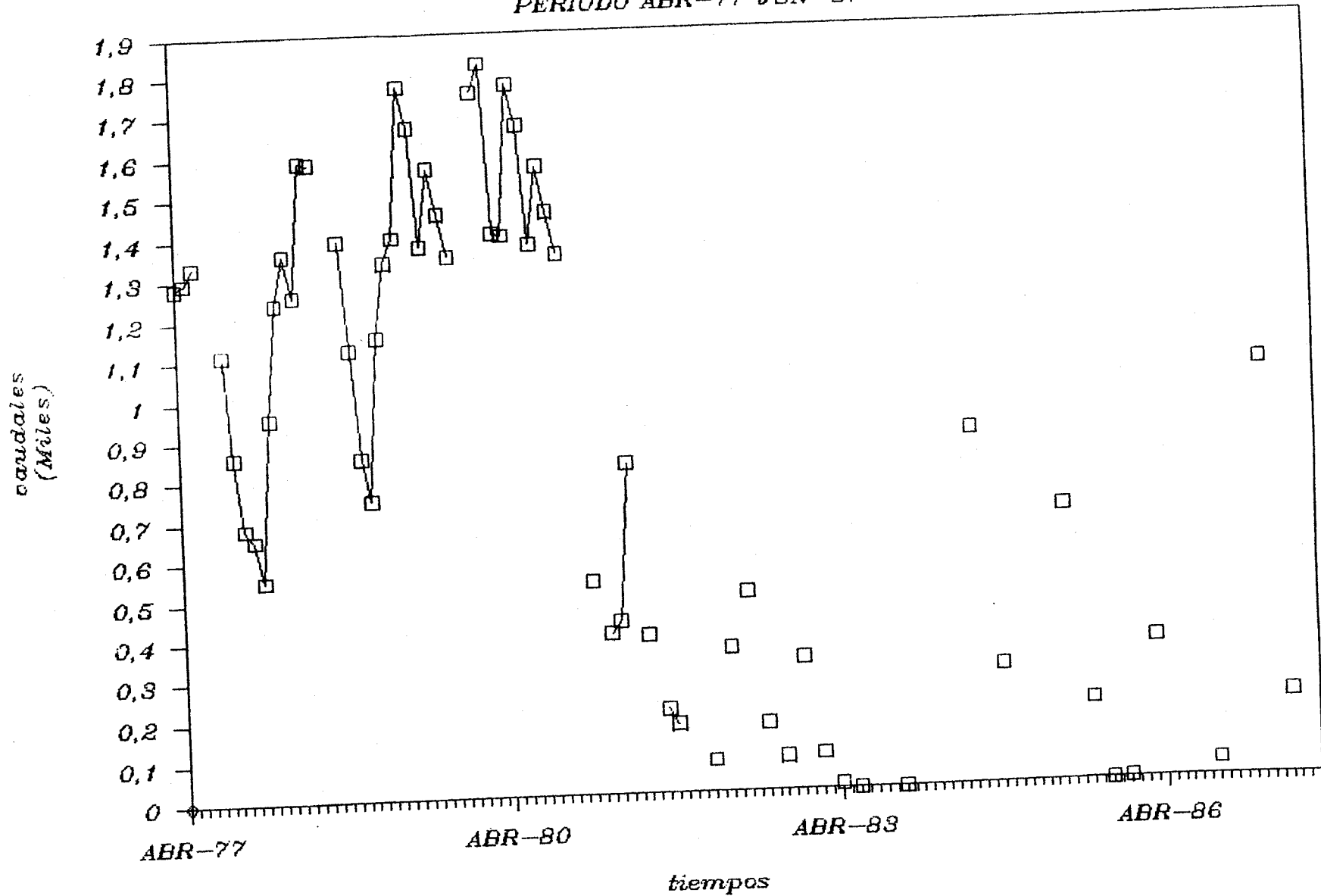
MES AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	OBSERVACIONES
1977				0,300		0,317							
1978			0,269		0,255	0,226	0,292			0,201	0,258	0,230	
1979	0,208	0,217	0,226	0,261	0,285	0,334	0,252	0,241	0,190		0,240	0,243	
1980	0,249	0,274	0,314	0,235	0,233	0,313	0,269	0,162	0,117	0,234			
1981			0,233						0,219	0,127			
1982		0,182		0,113		0,144		0,124		0,214		0,176	
1983		0,165		0,162		0,107							
1984							0,101			0,109			
1985					0,383			0,253		0,122		0,183	
1986			0,163							0,216			
1987			0,209			0,126							

RIO JILOCA: CALAMOCHA

MES AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	OBSERVACIONES
1977									2,816				
1978				2,669		1,142	1,902			2,097	2,227	2,448	
1979	3,172	3,127	3,159	2,931	2,040	2,667	2,045	1,637	2,178	2,951	4,177	3,903	
1980	3,367	3,793	4,623	2,146	2,570	2,352	1,969	1,423	2,067	1,820			
1981					819								
1982		1,923		1,397		1,553		0,925		1,589		1,794	
1983		1,439		1,483		0,857					1,450		
1984							0,475			1,051			
1985								0,701		1,396		1,015	
1986			1,369							1,816			
1987			1,886			0,933							

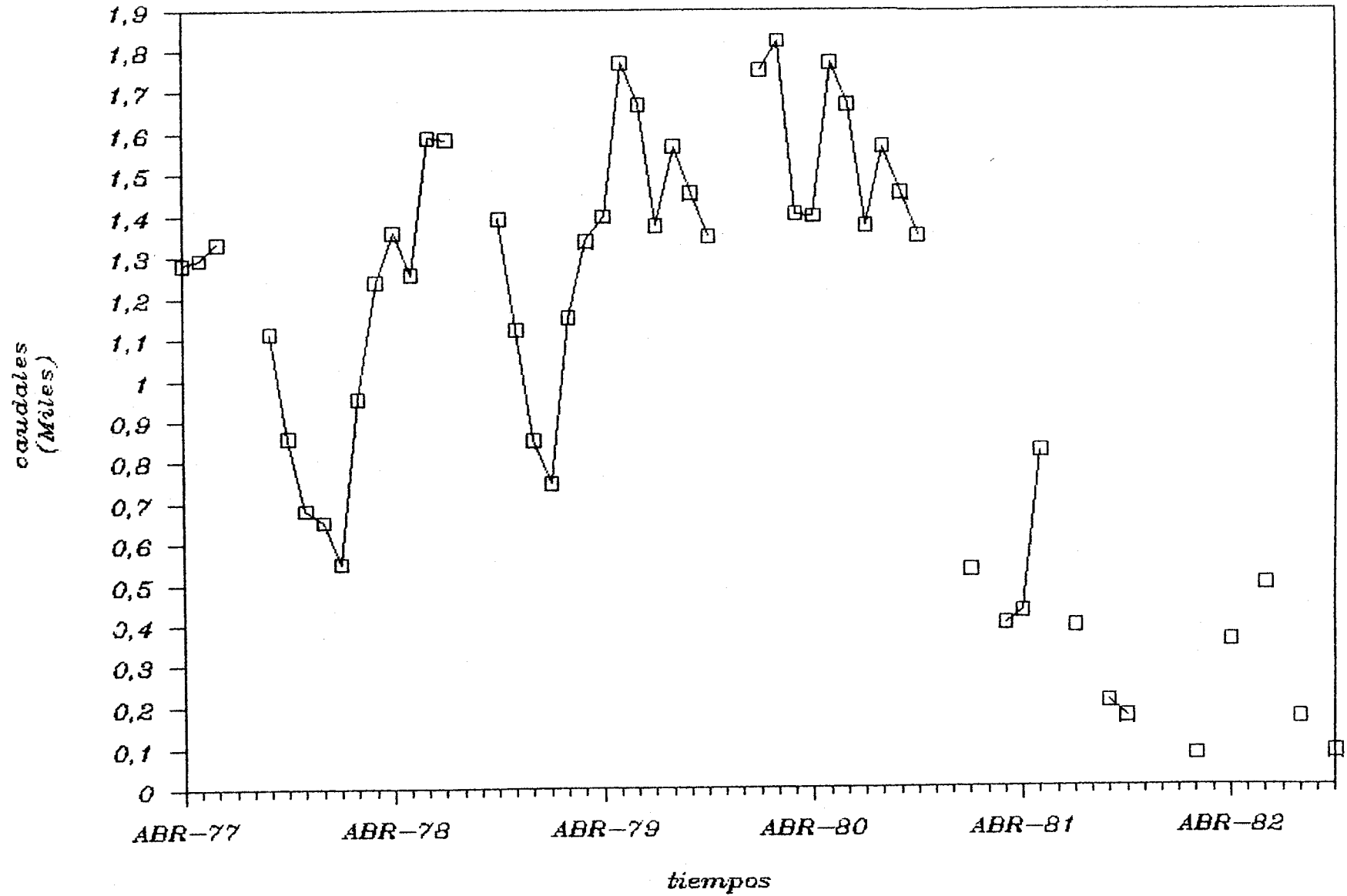
MANANTIAL DE CELLA

PERIODO ABR-77 JUN-87



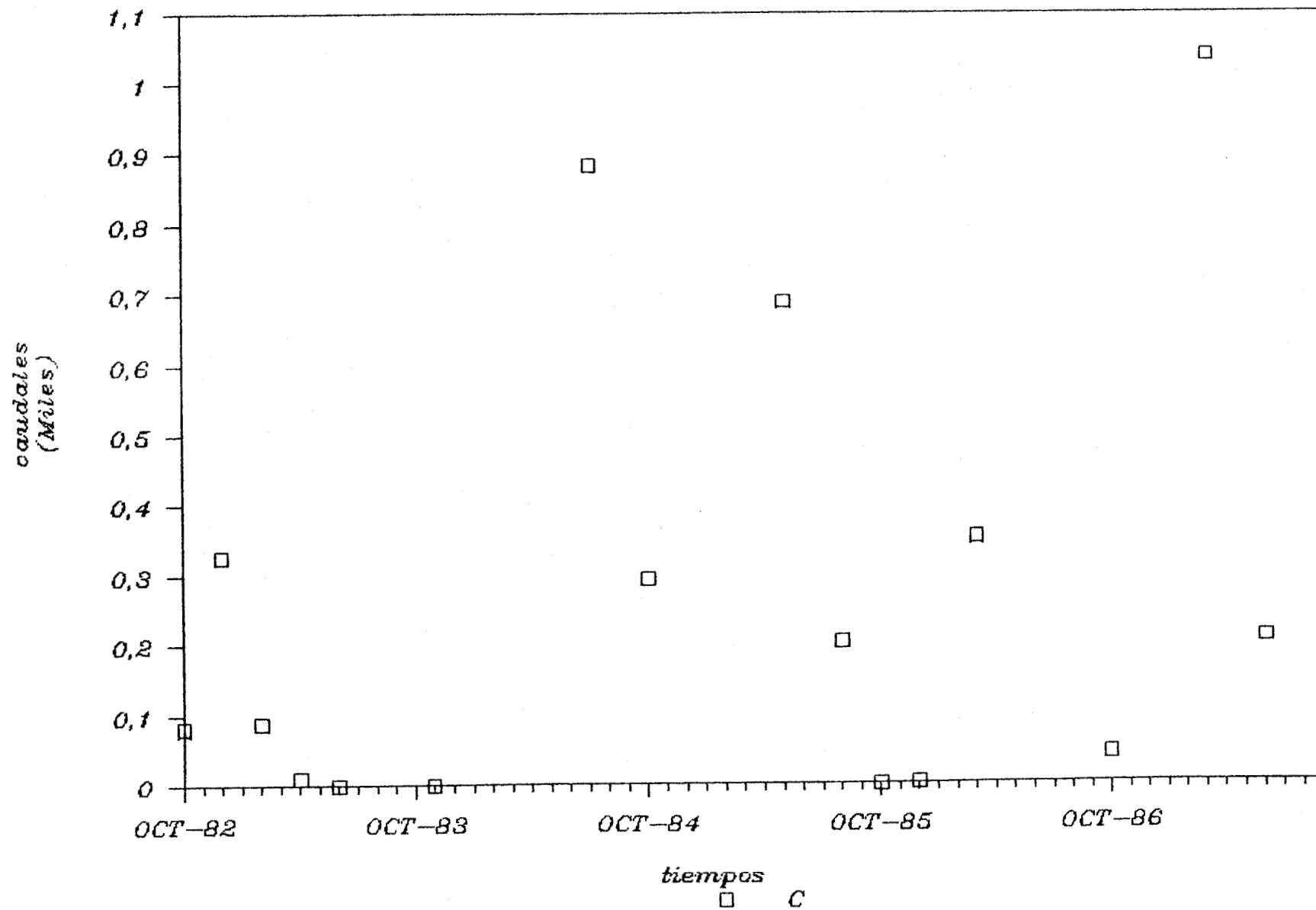
MANANTIAL DE CELLA

PERIODO ABR-77 OCT-82



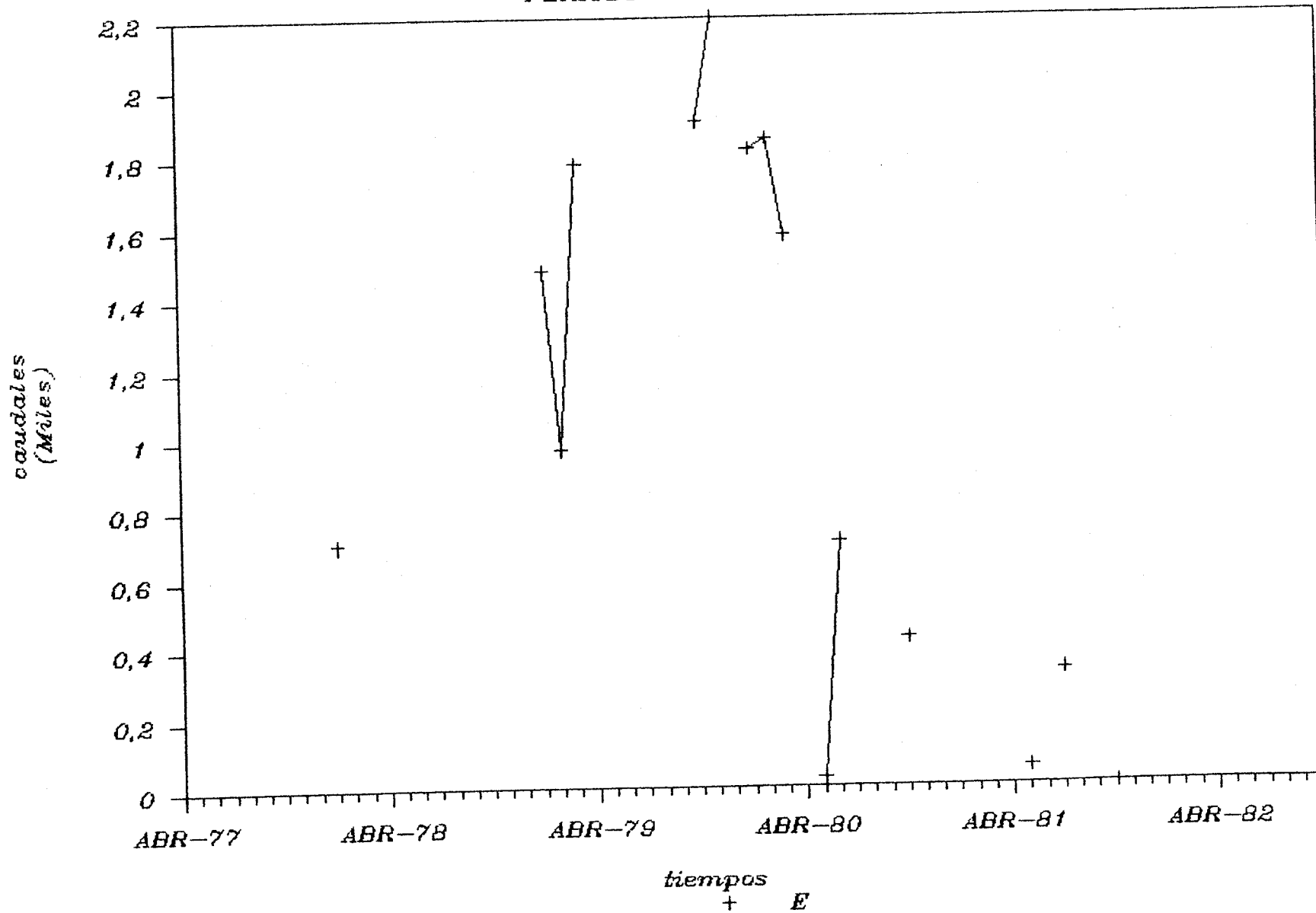
RIO JILOCA CELLA

PERIODO OCT-82 JUN-87



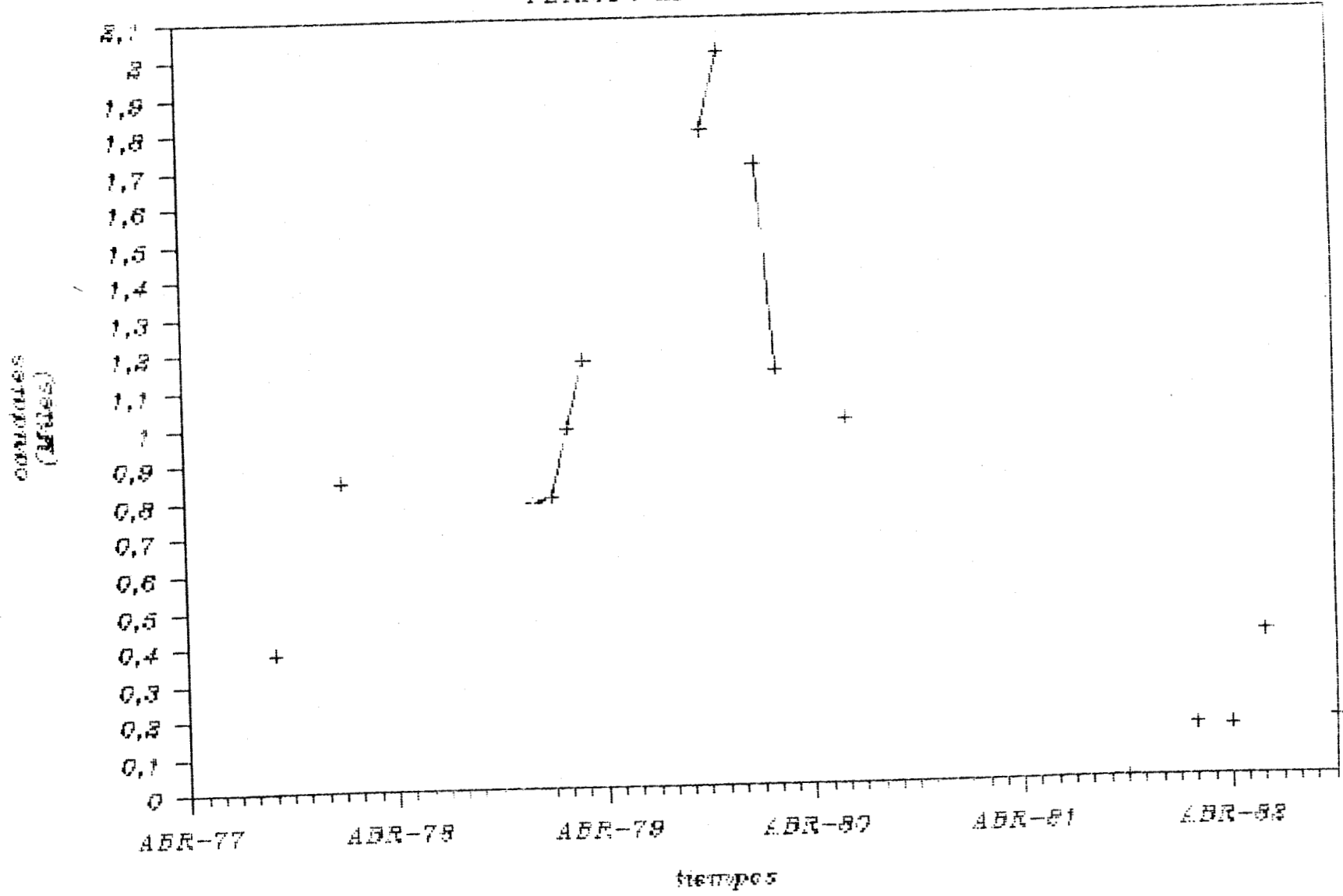
RIO JILOCA SANTA EULALIA

PERIODO ABR-77 OCT-82



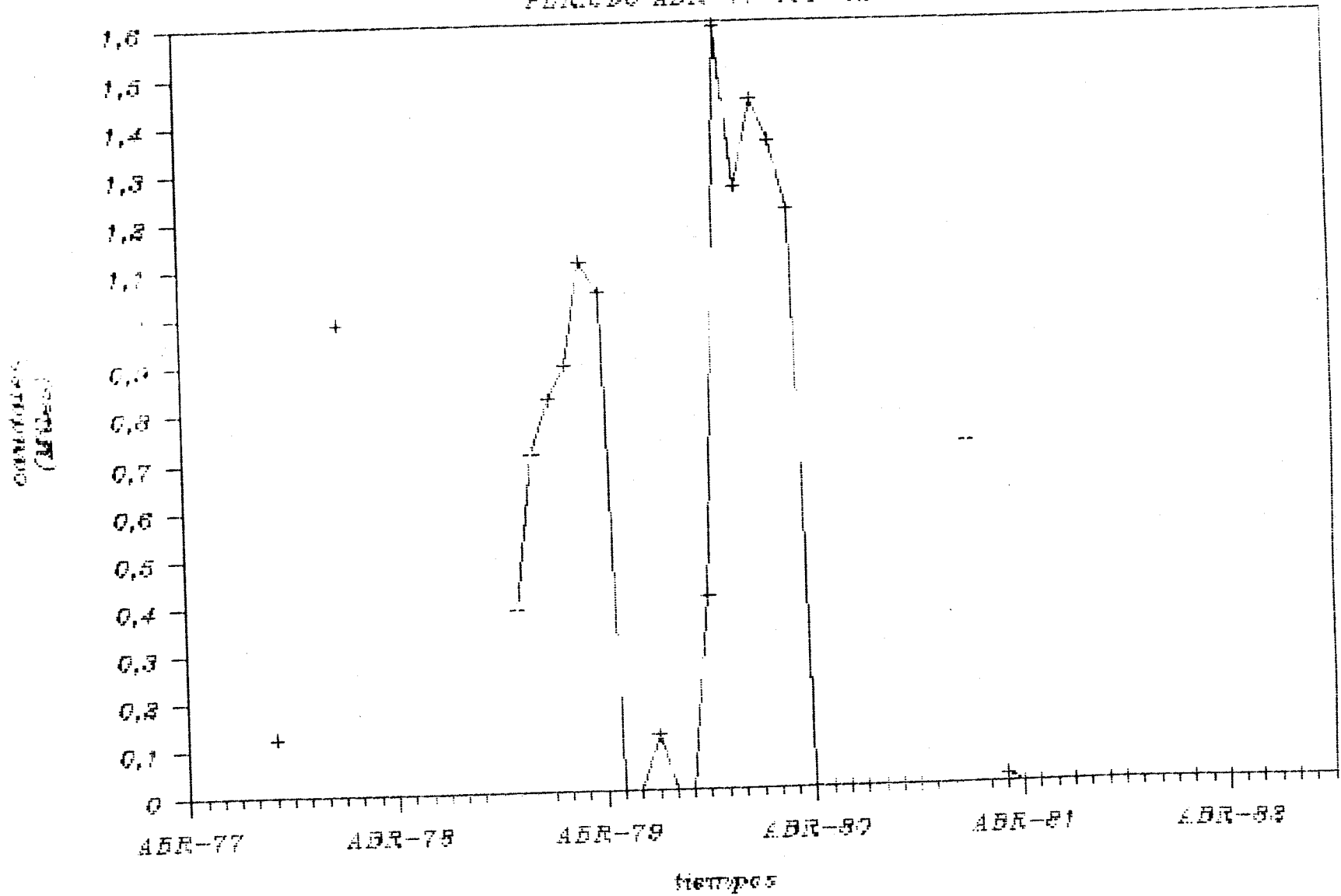
RIO JILOCA TORRELACARCEL

PERIODO ABR-77 OCT-82



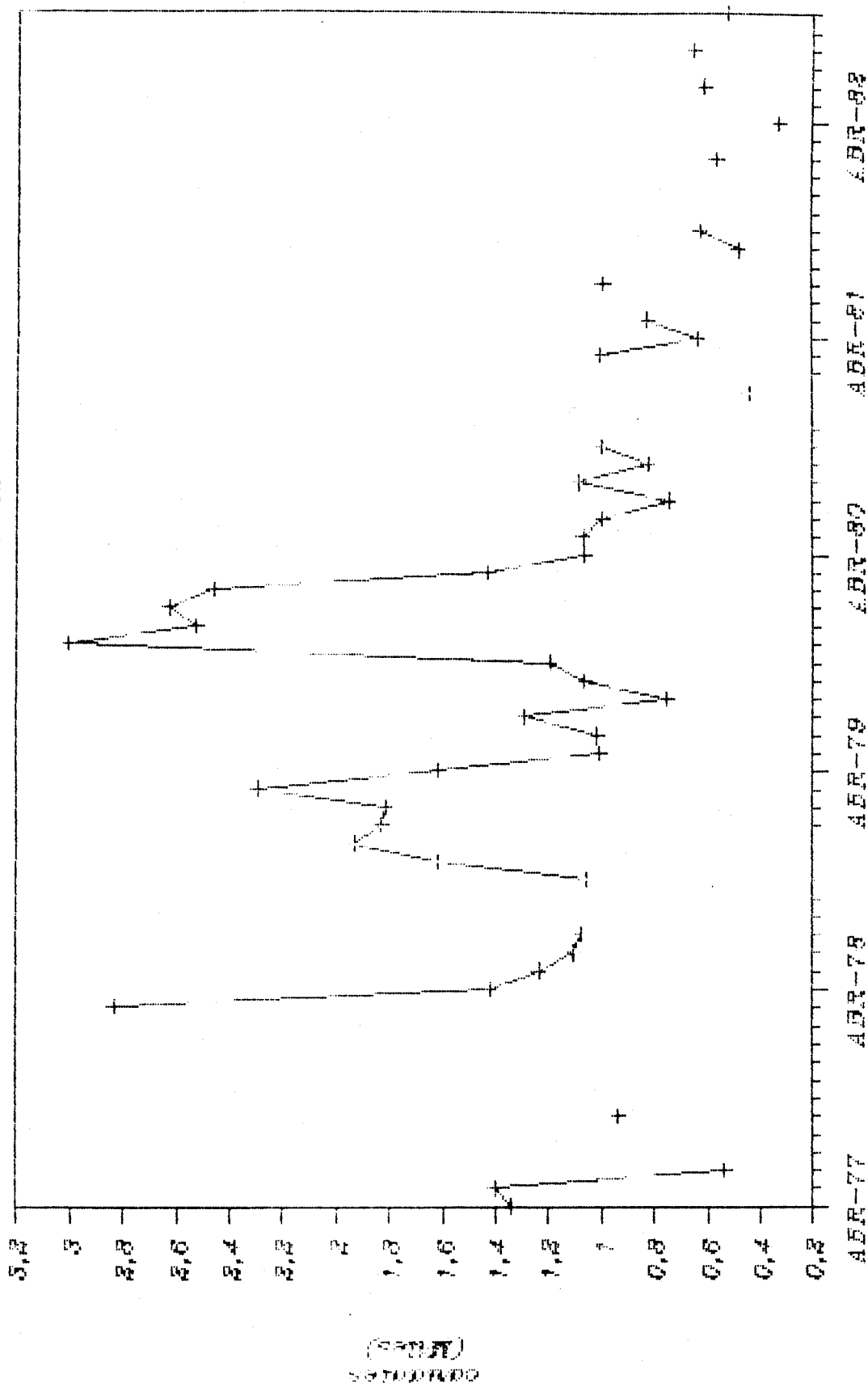
R O JILOCA VADILLO

PERIODO ABR-77 OCT-88



RIO JILOCA VLLACALIMA

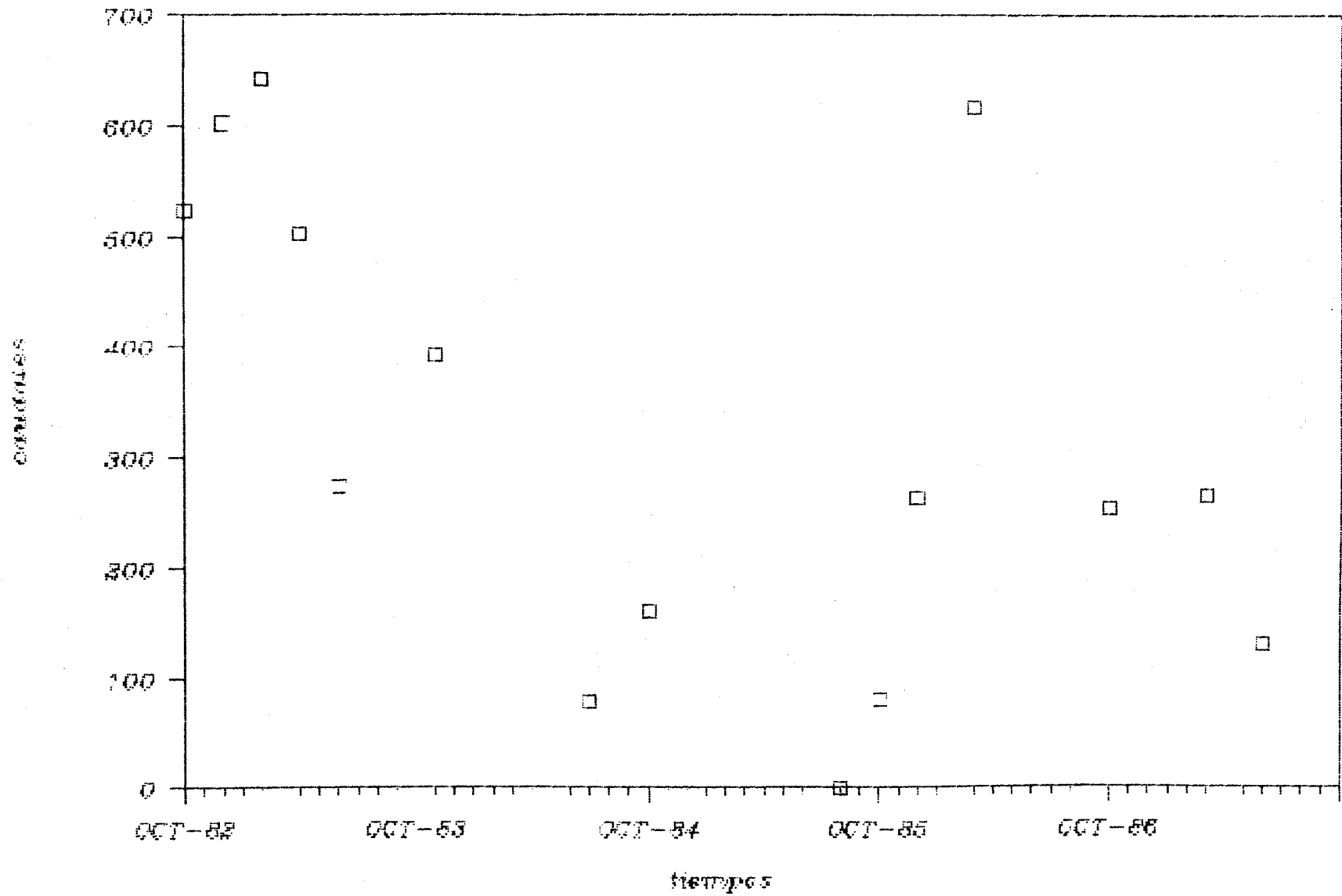
PERUPO ABR-77 OCT-88



51270065

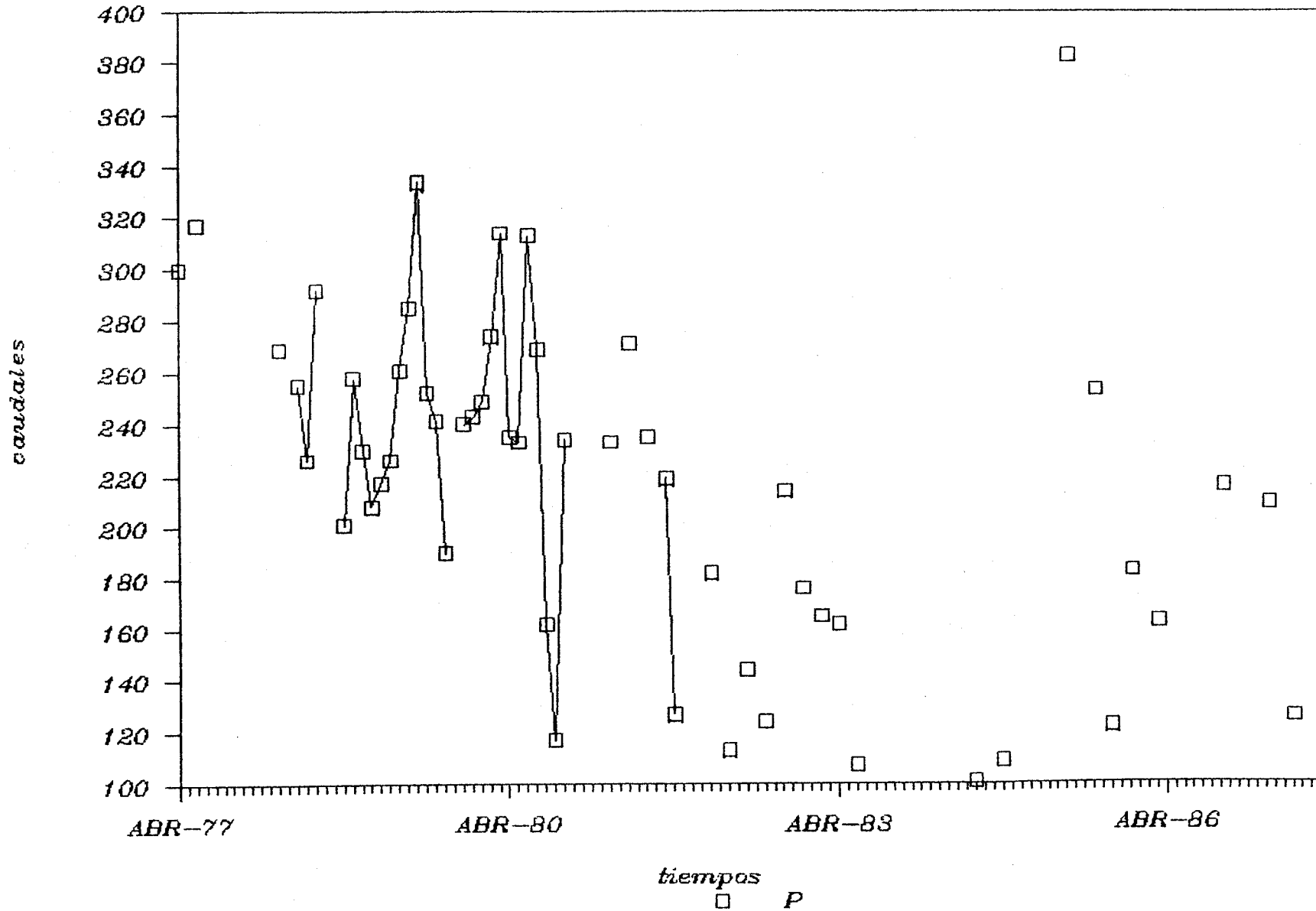
RIO JILOCA V LLACALIMA

PERIODO OCT-82 JUN-87



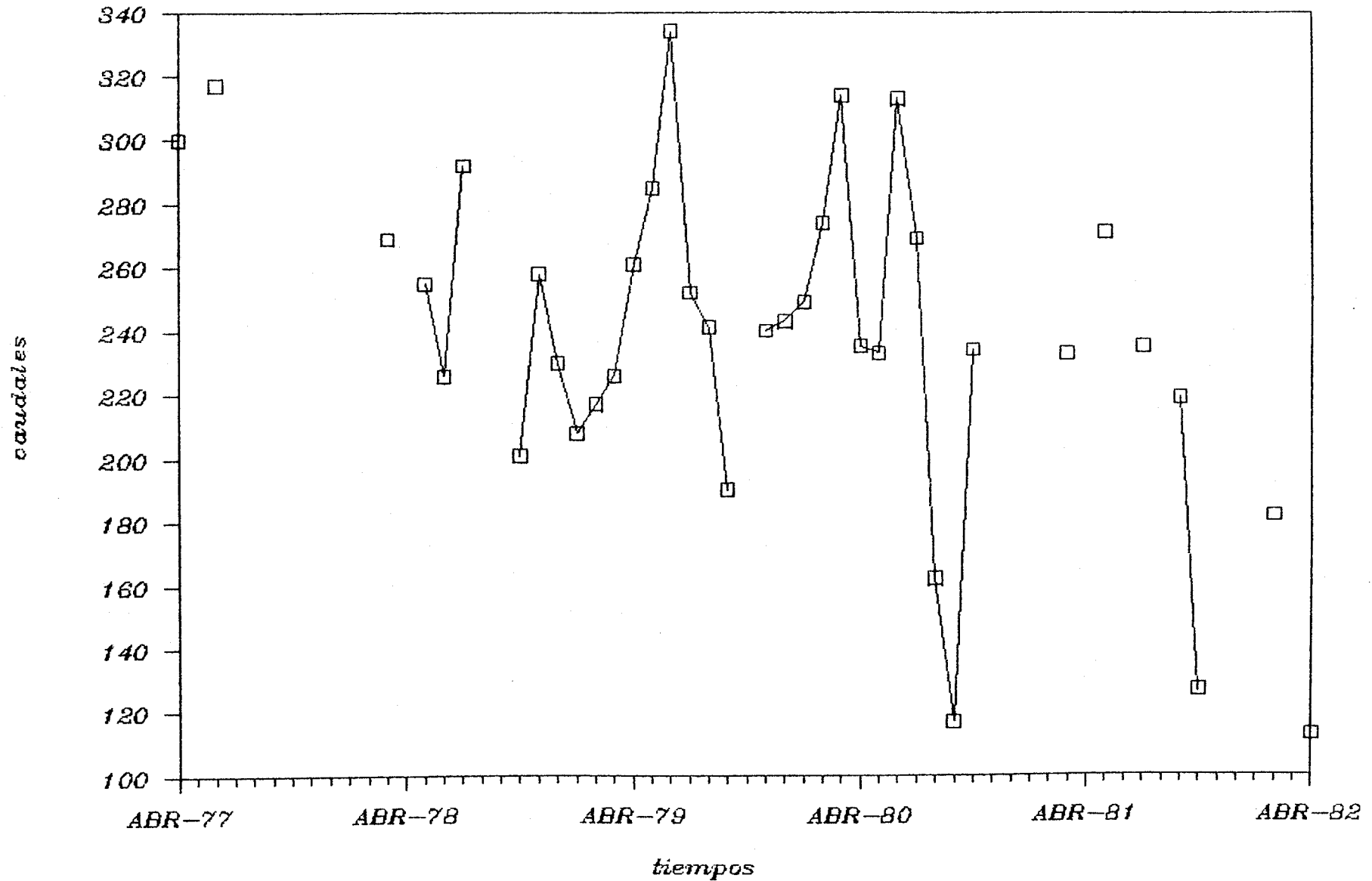
OJOS DE CAMINREAL

PERIODO ABR-77 JUN-87



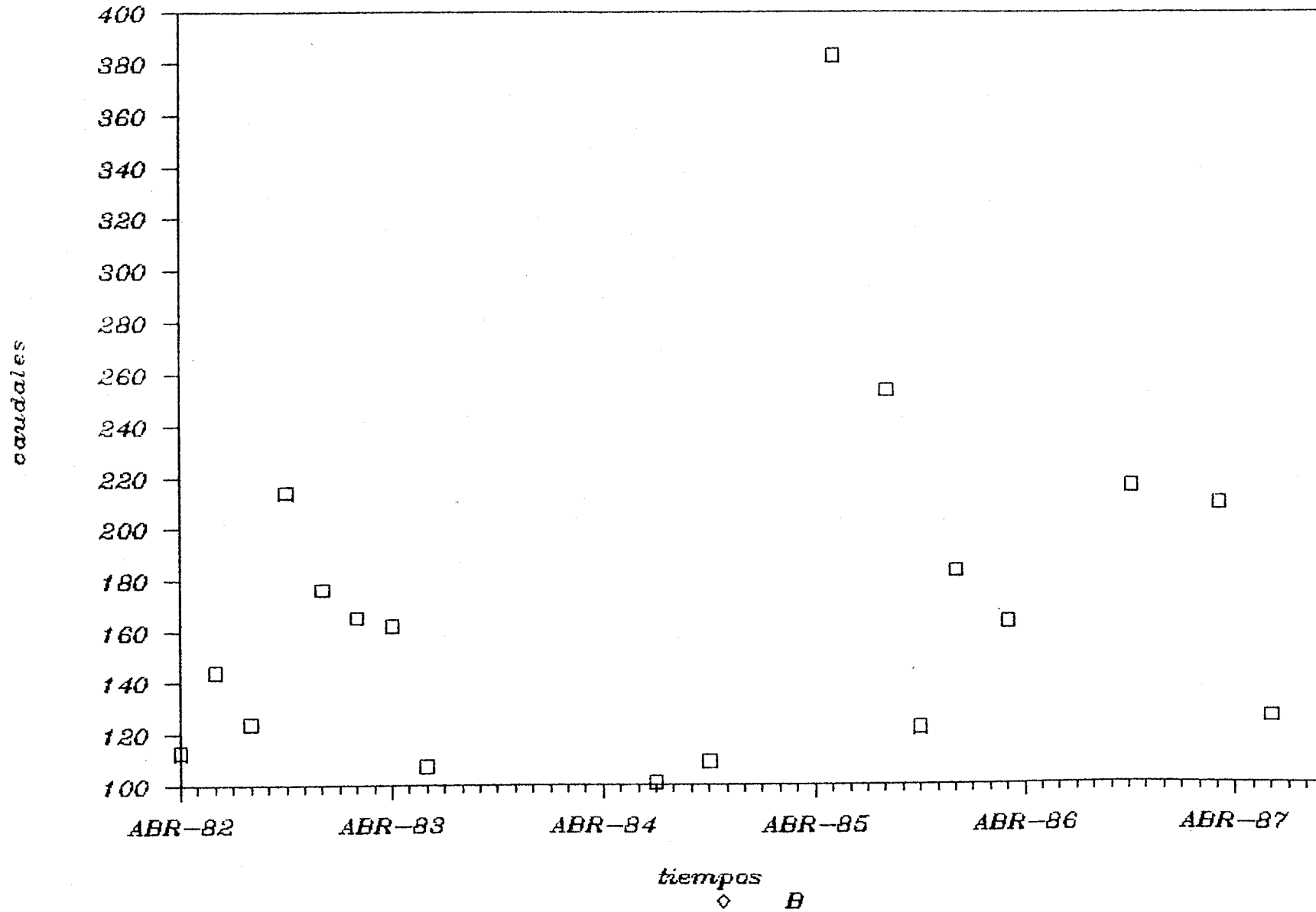
OJOS DE CAMINREAL

PERIODO ABR-77 ABR-82



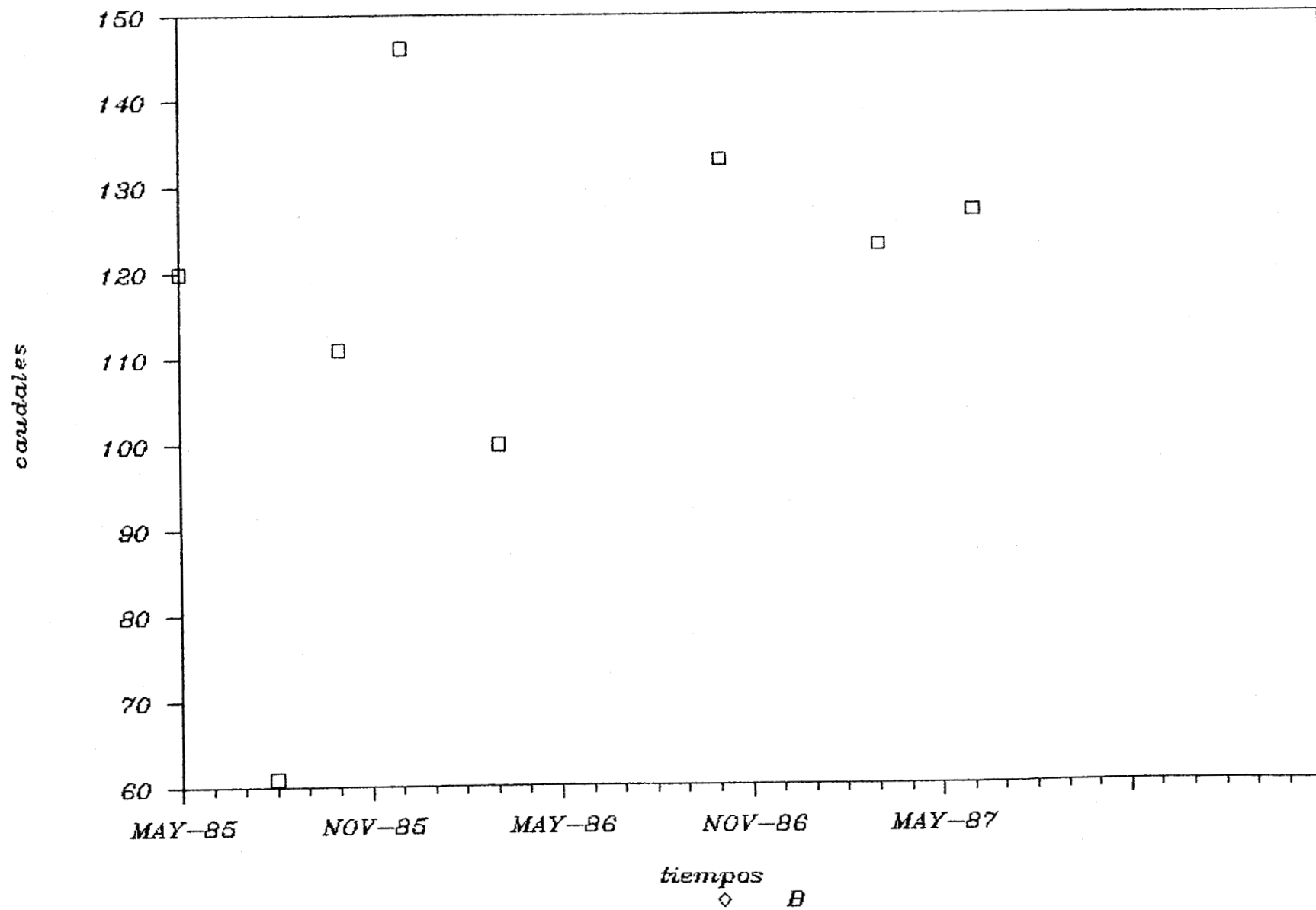
OJOS DE CAMINREAL

PERIODO ABR-82 SEP87



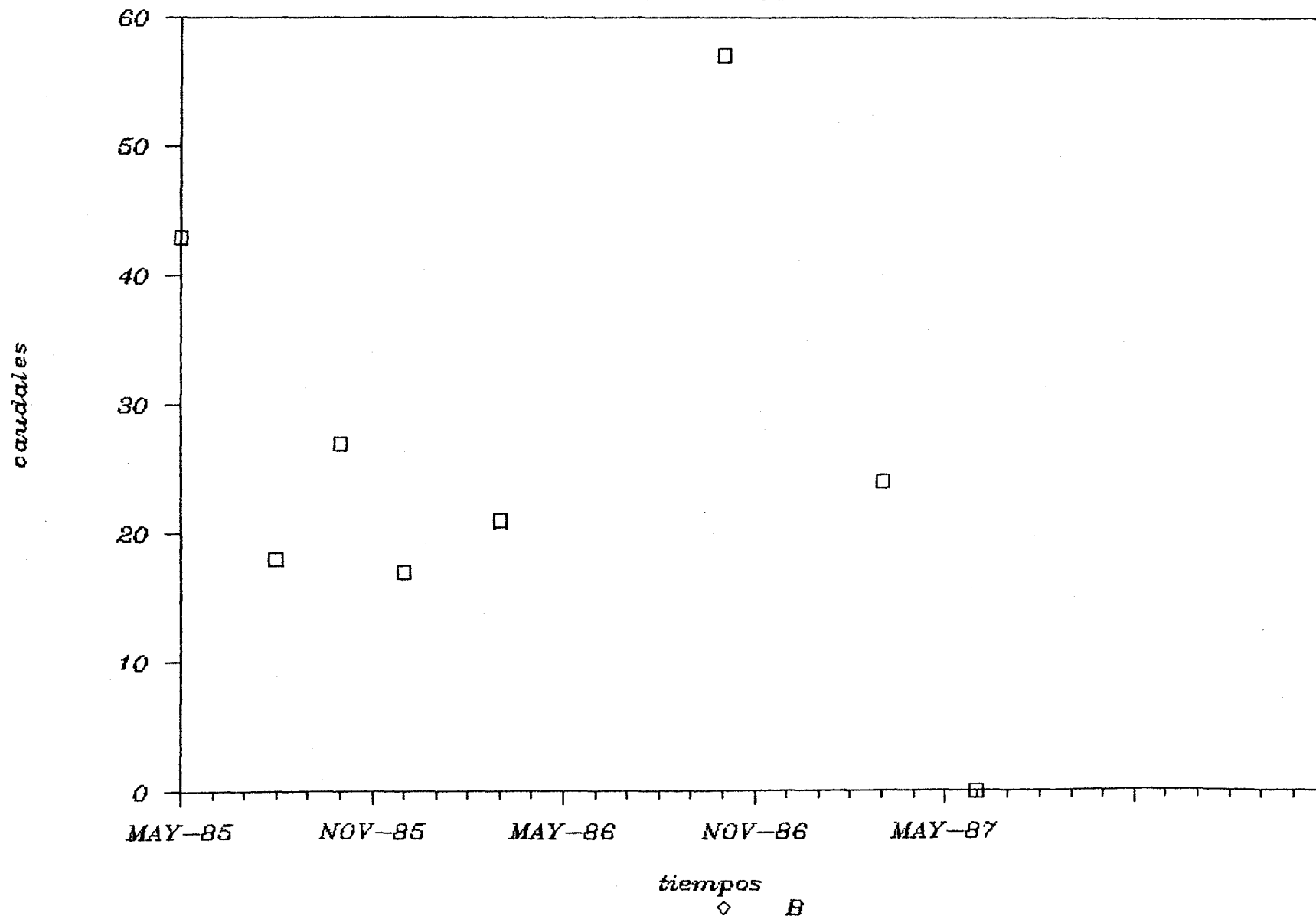
FUENTES CLARAS

LAVADERO



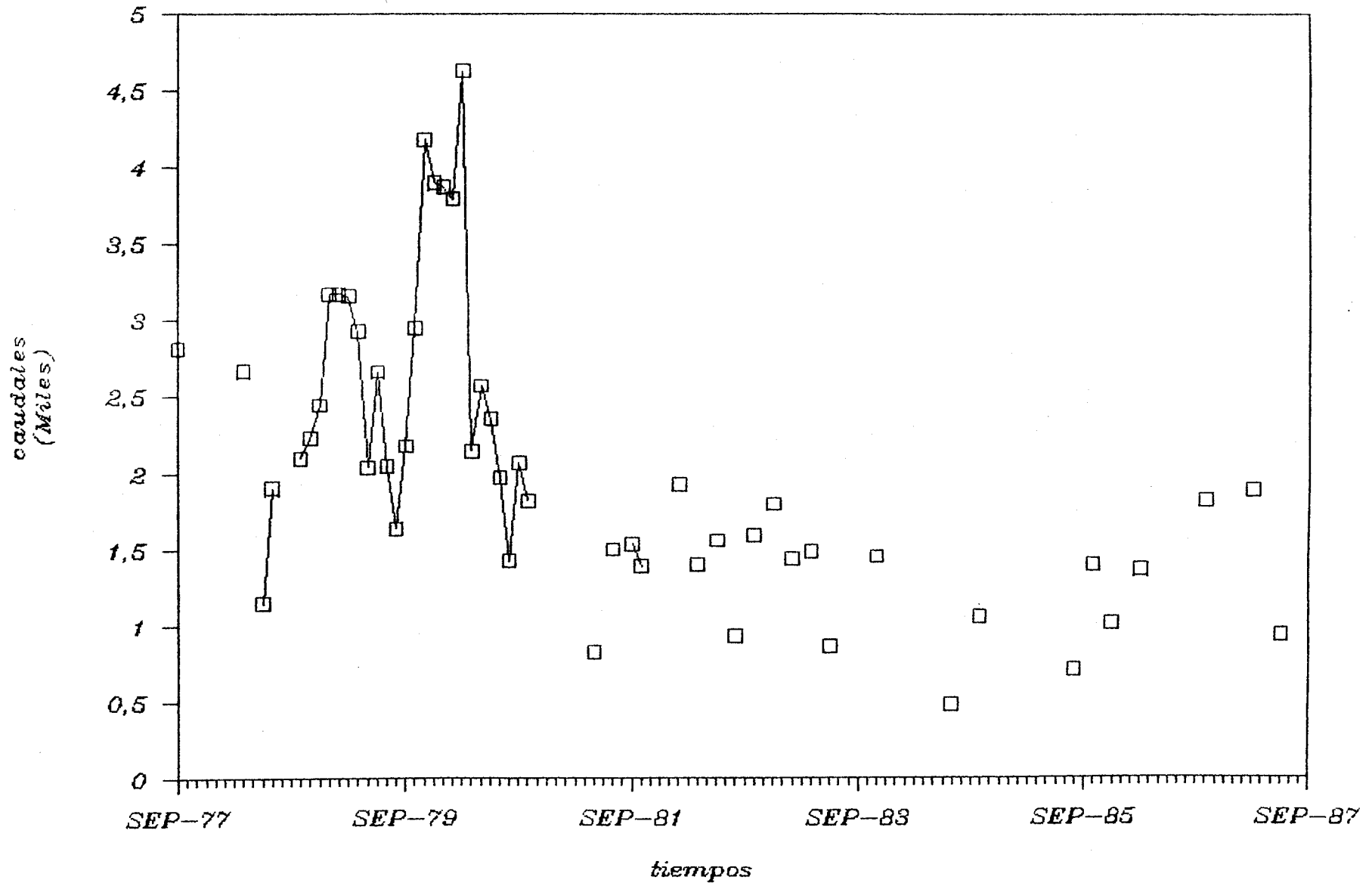
FUENTES CLARAS

OJO GRANDE



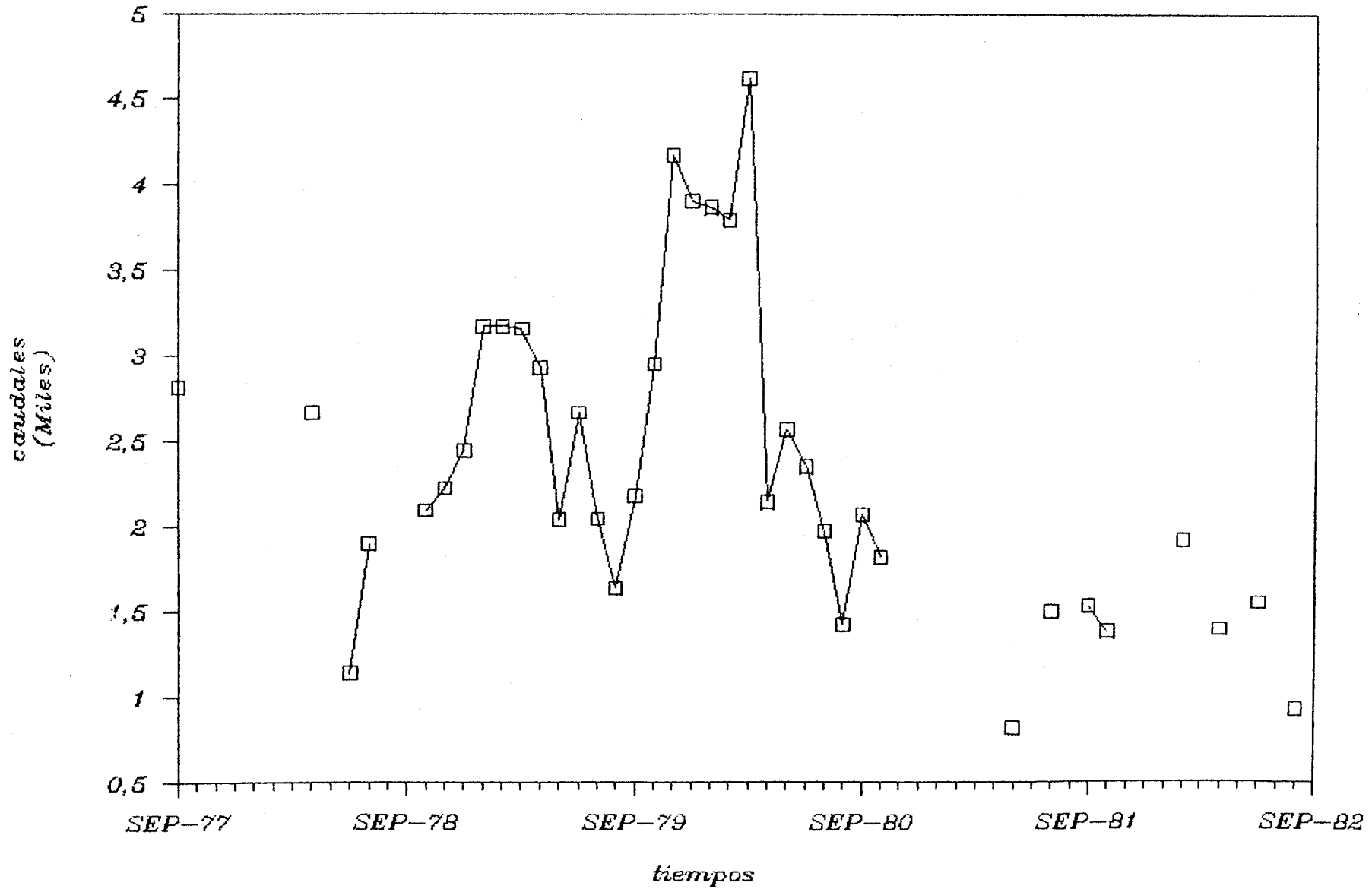
RIO JILOCA CALAMOCHA

PERIODO SEP-77 JUN-87



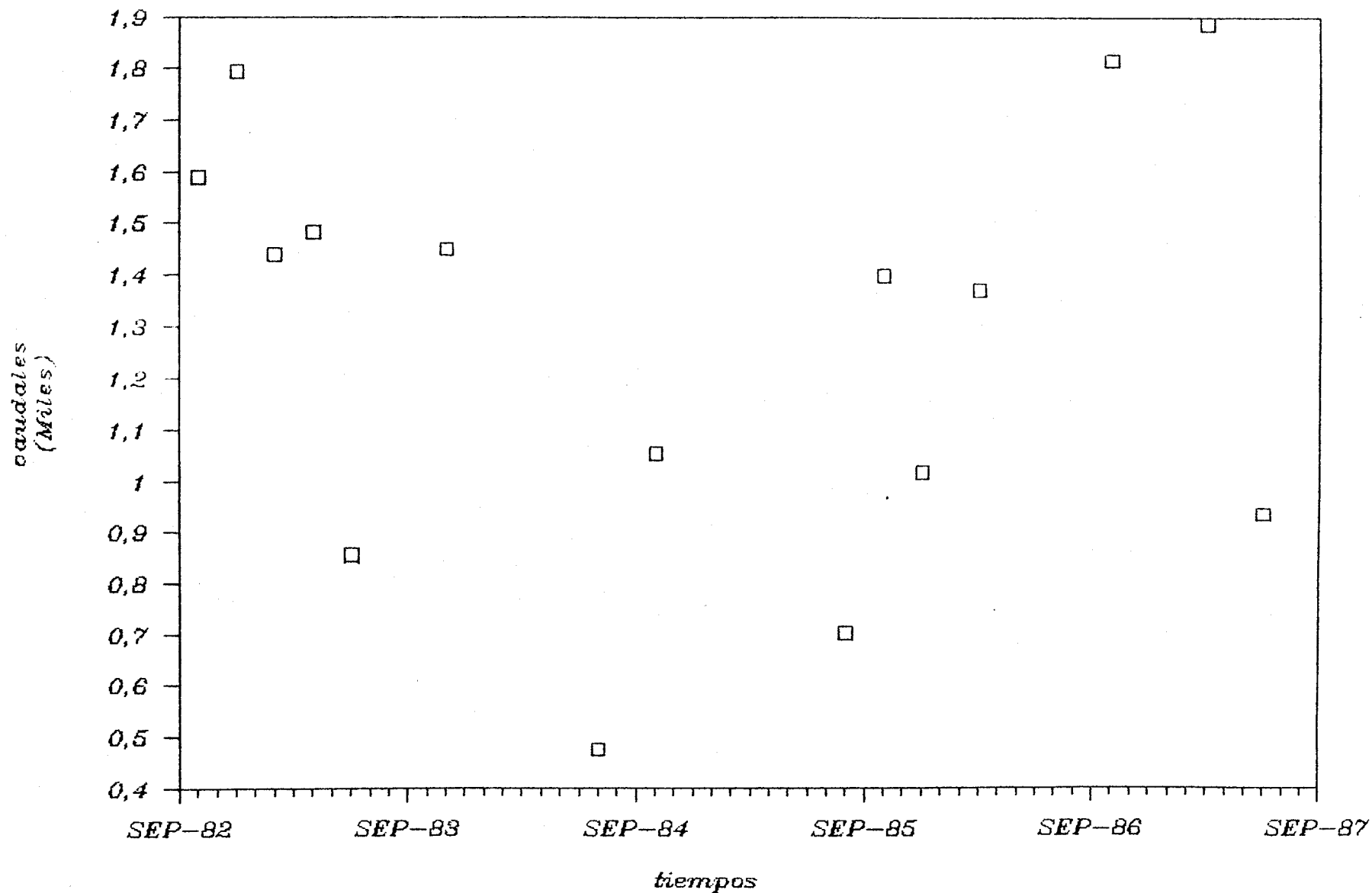
RIO JILOCA CALAMOCHA

PERIODO SEP-77 SEP-82



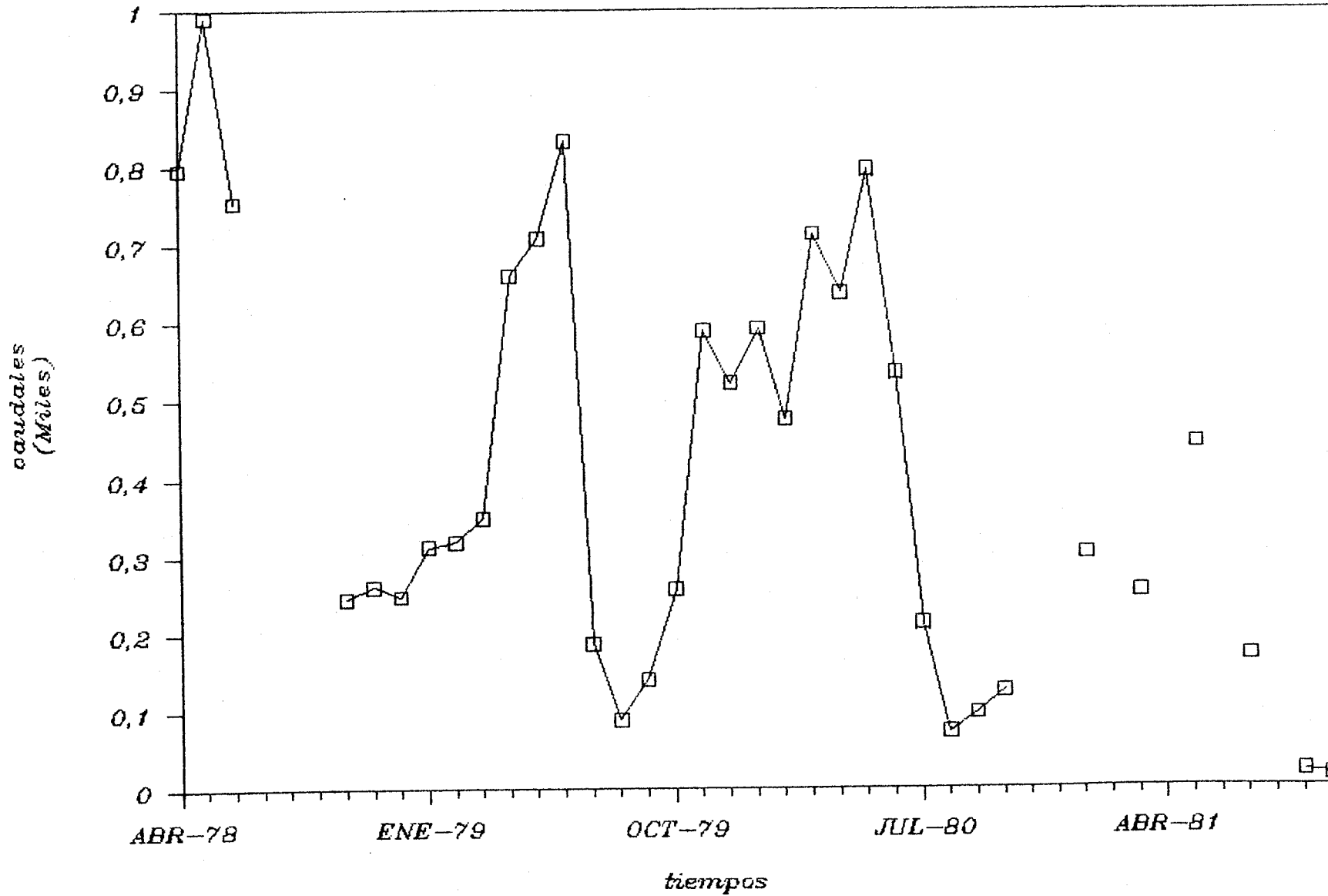
RIO JILOCA CALAMOCHA

PERIODO SEP-82 SEP-87



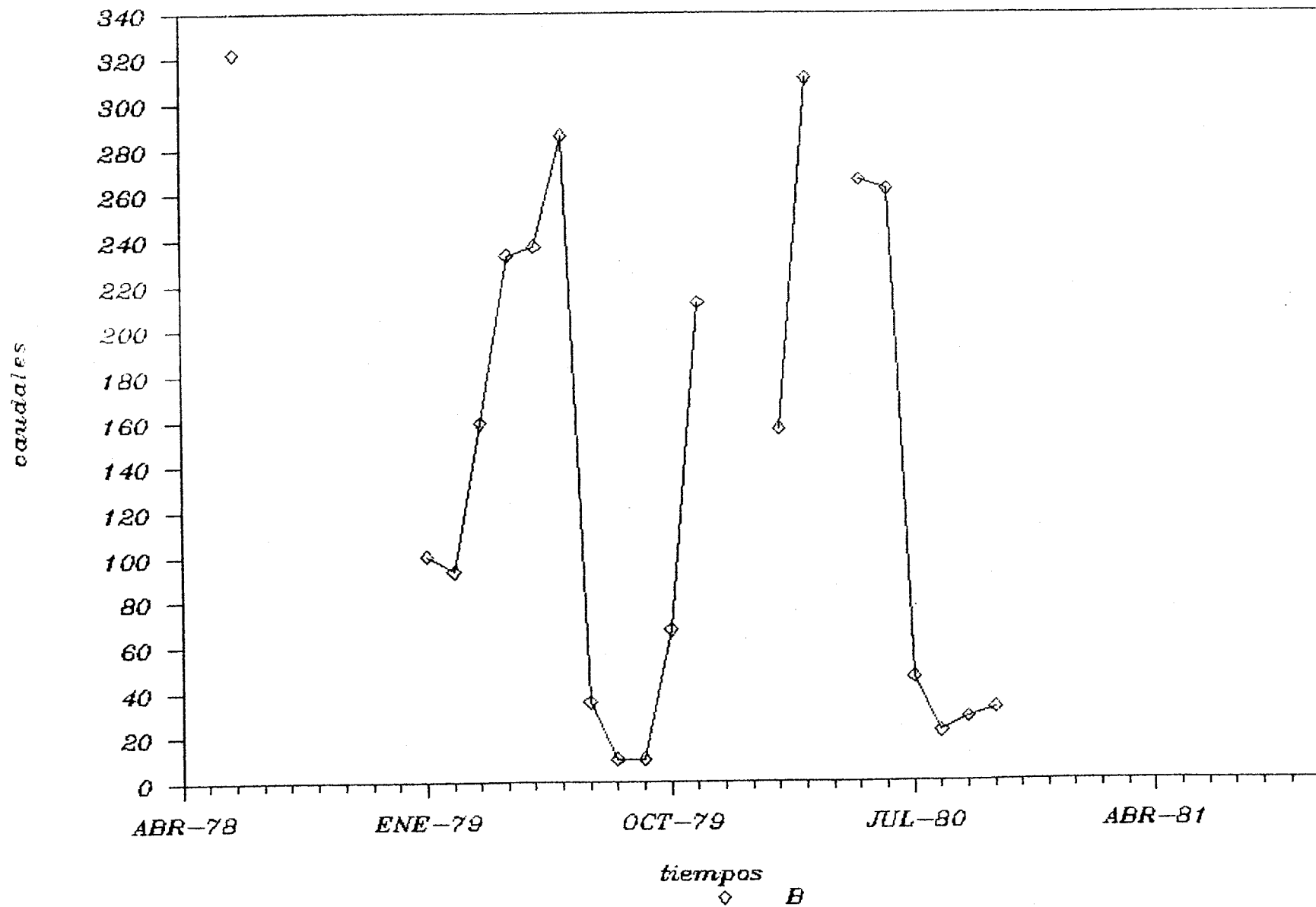
RIO PANCRUDO DESEMBOCADURA (P)

PERIODO ABR-78 OCT-81



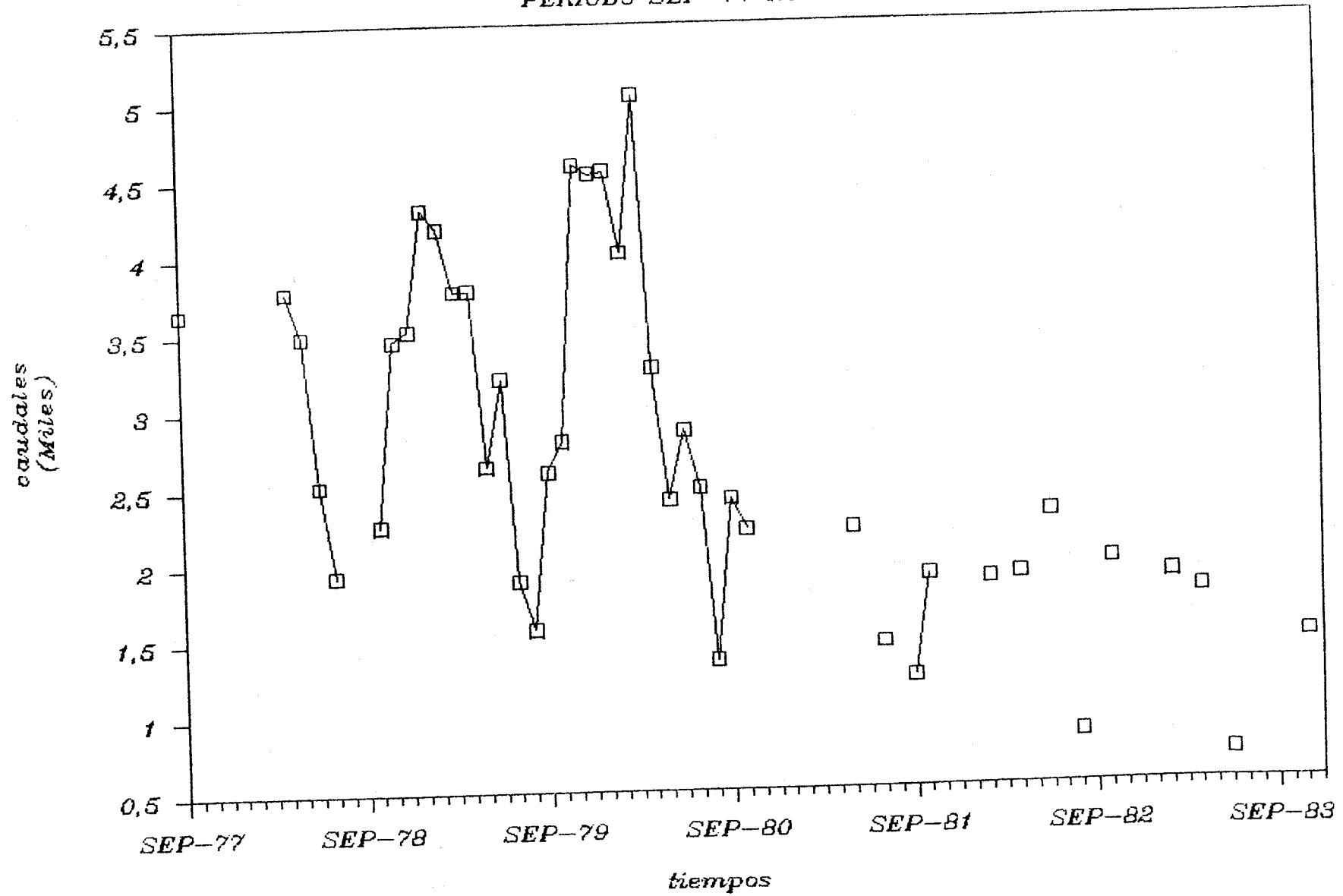
RIO PANCRUDO

BARRACHINA



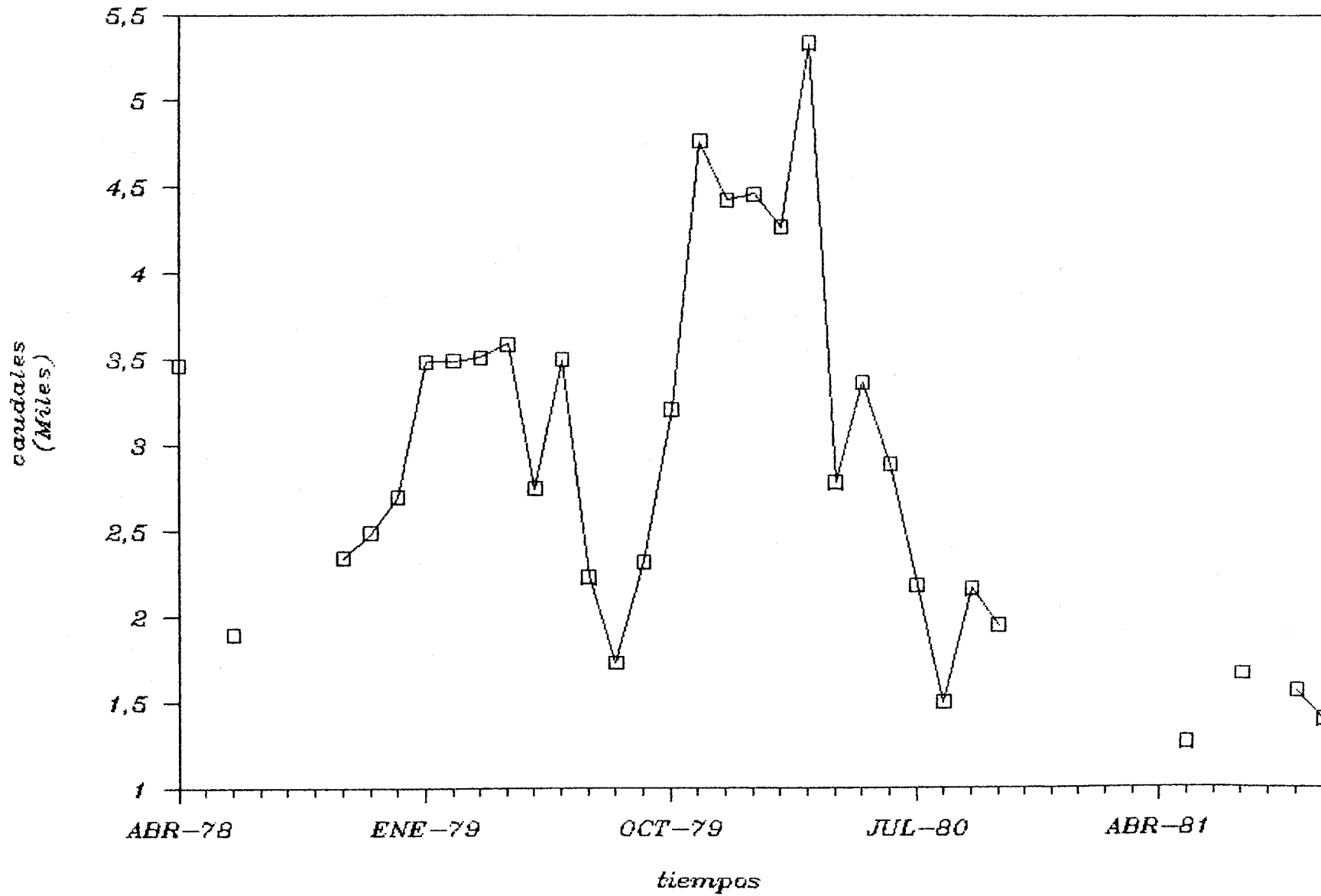
RIO JILOCA LUCO

PERIODO SEP-77 NOV-83



CALAMOCHA-PANCRUDO (C+P)

PERIODO ABR-78 OCT-81



nuación:

RIO ORTIZ

- 1.- Río Ortiz en Monterde
- 2.- Río Ortiz en Nuevalos. C.A.E-129

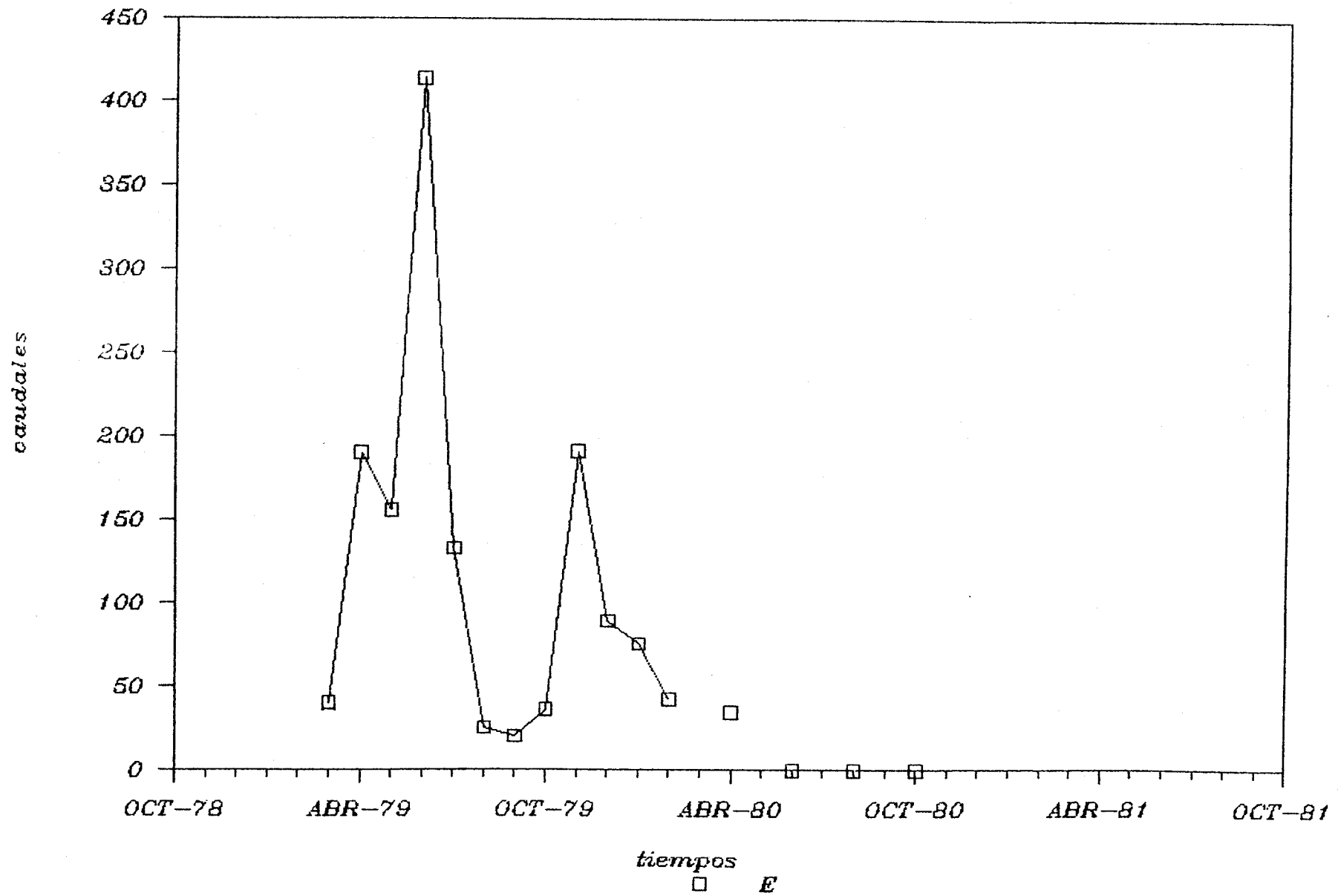
RIO PIEDRA

- 3.- Río Piedra en Embid
- 4.- Río Piedra aguas arriba de Cimballa
- 5.- Río Piedra aguas abajo de Cimballa
 - . canal A
 - . canal B
- 6.- Río Piedra aguas arriba del Monasterio
- 7.- Río Piedra en el Monasterio
 - . cauce del río
 - . acequia margen derecha
- 8.- Río Piedra en Nuevalos
- 9.- Río Piedra salida Embalse Tranquera. C.A.E-125

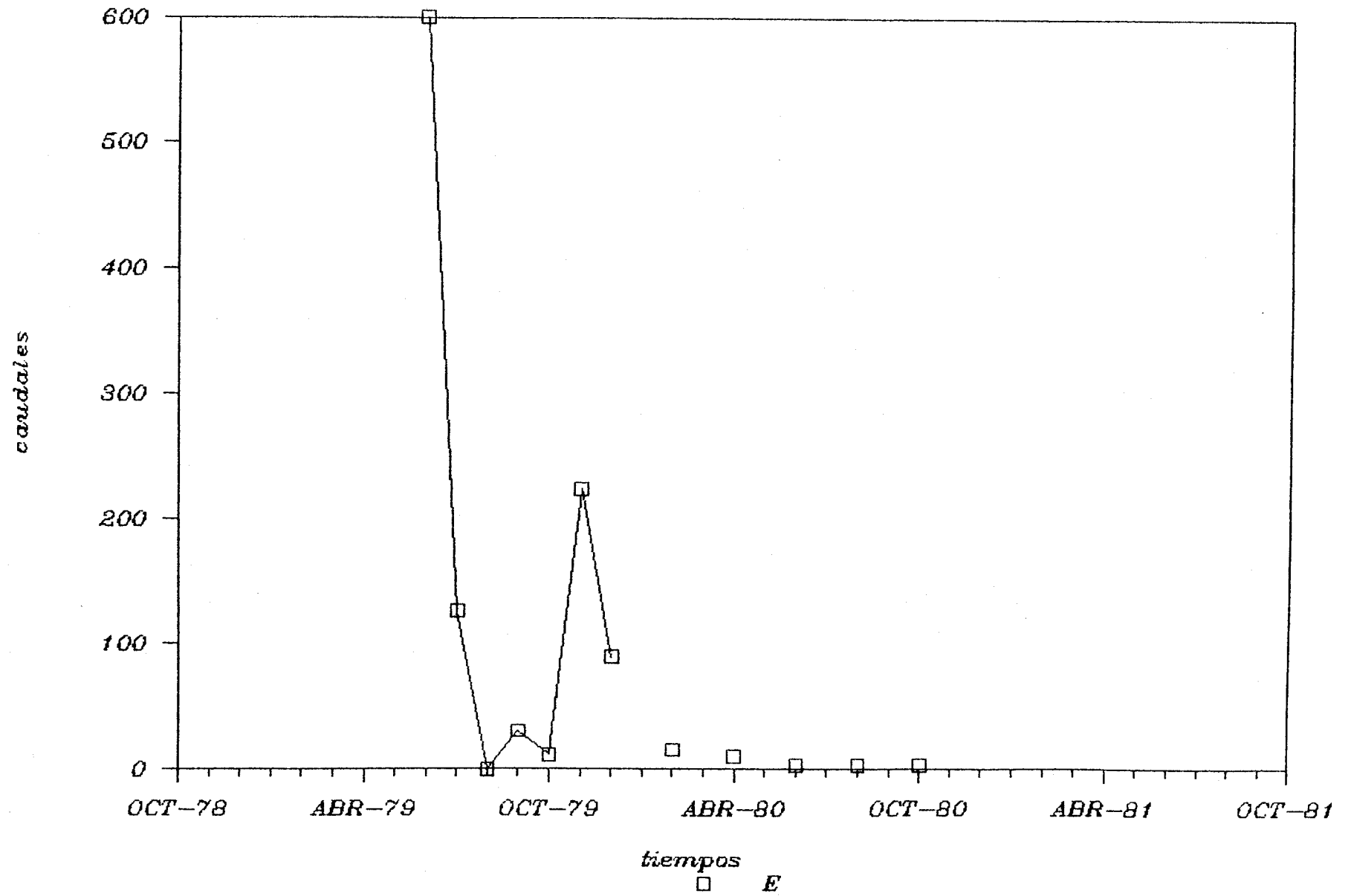
LAGUNA DE GALLOCANTA

- 10.- Drenaje de las Cuerlas

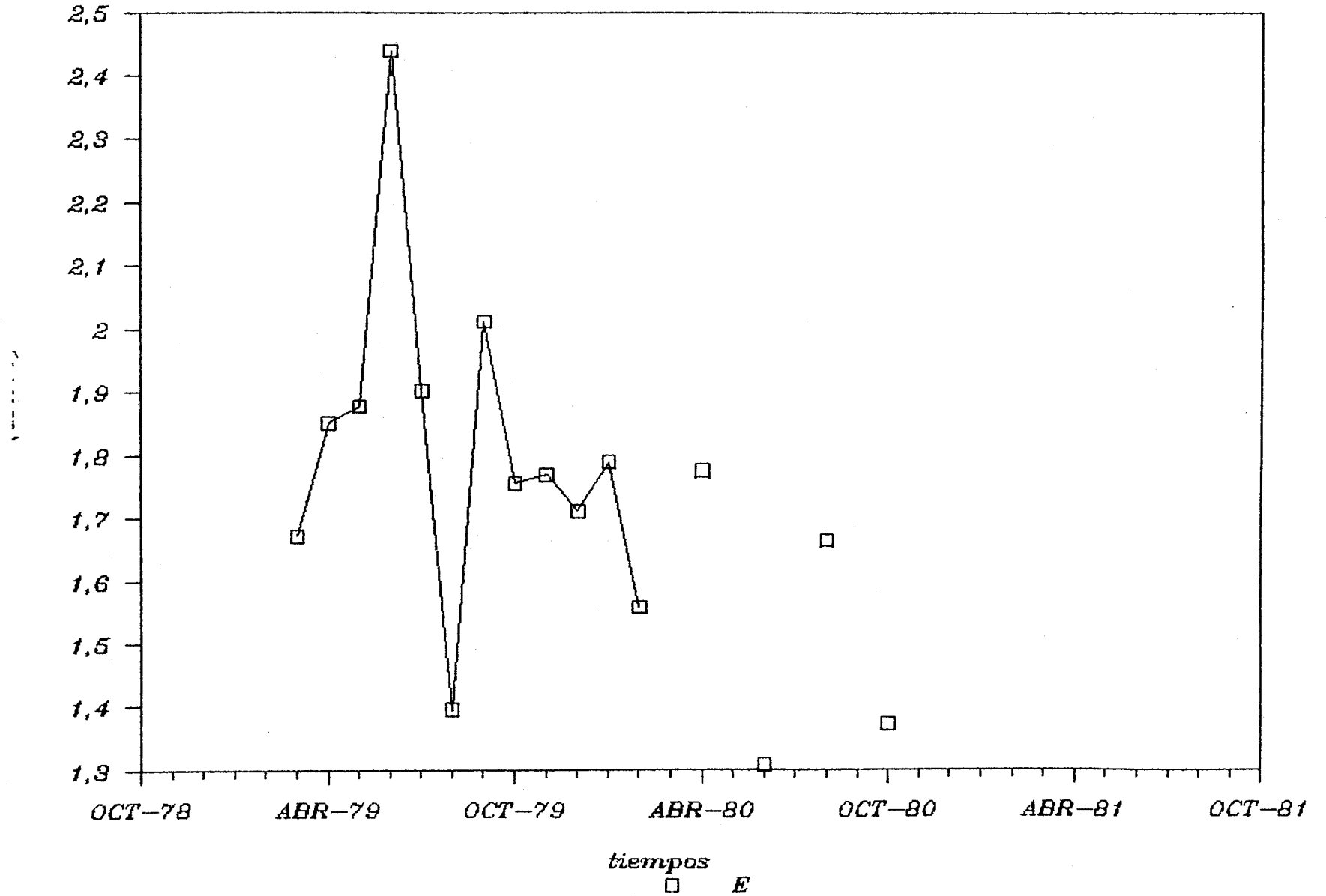
EMBID



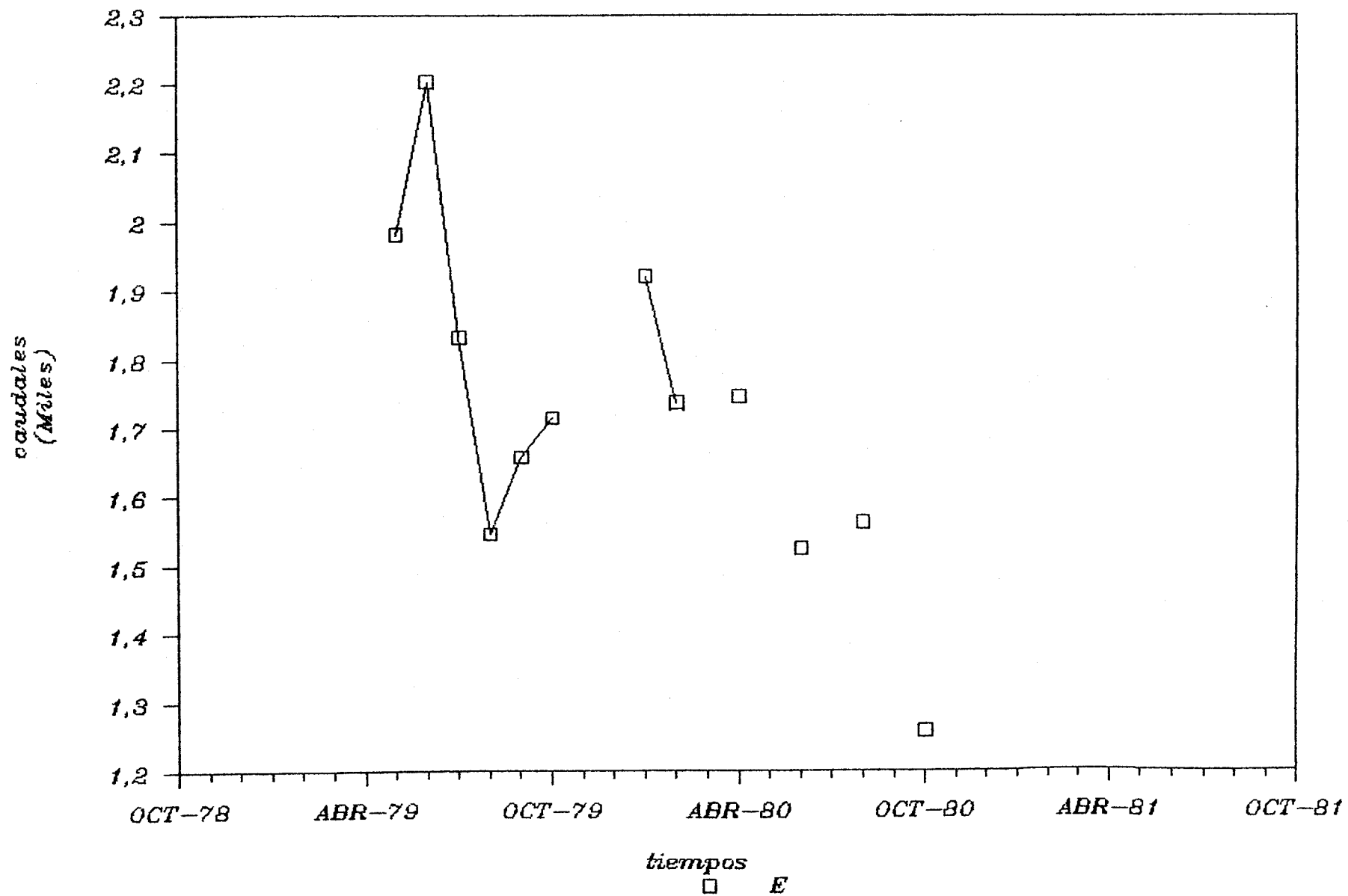
AGUAS ARRIBA DE CIMBALLA (AC)



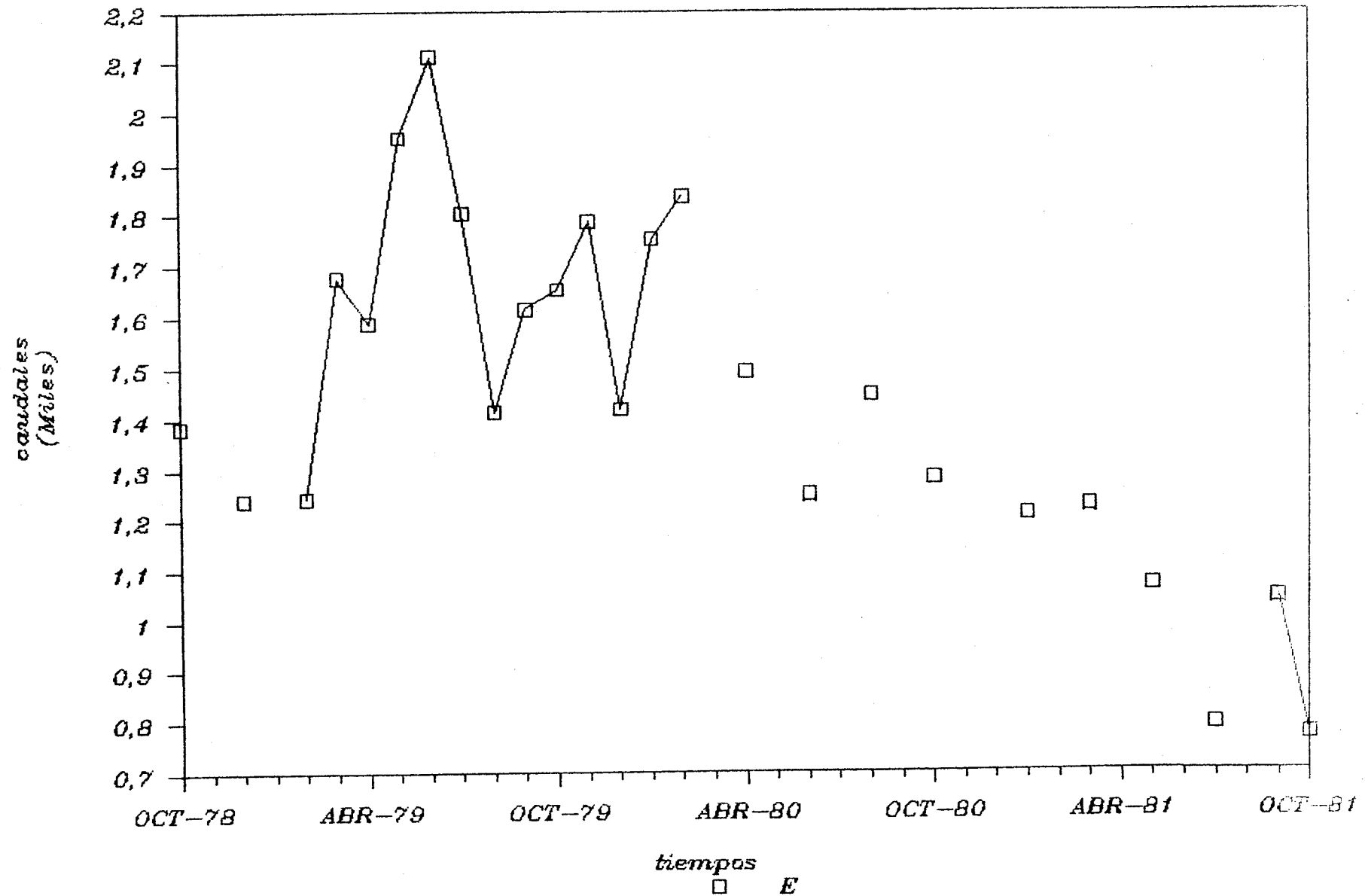
AGUAS ABAJO DE CIMBALLA (BC)



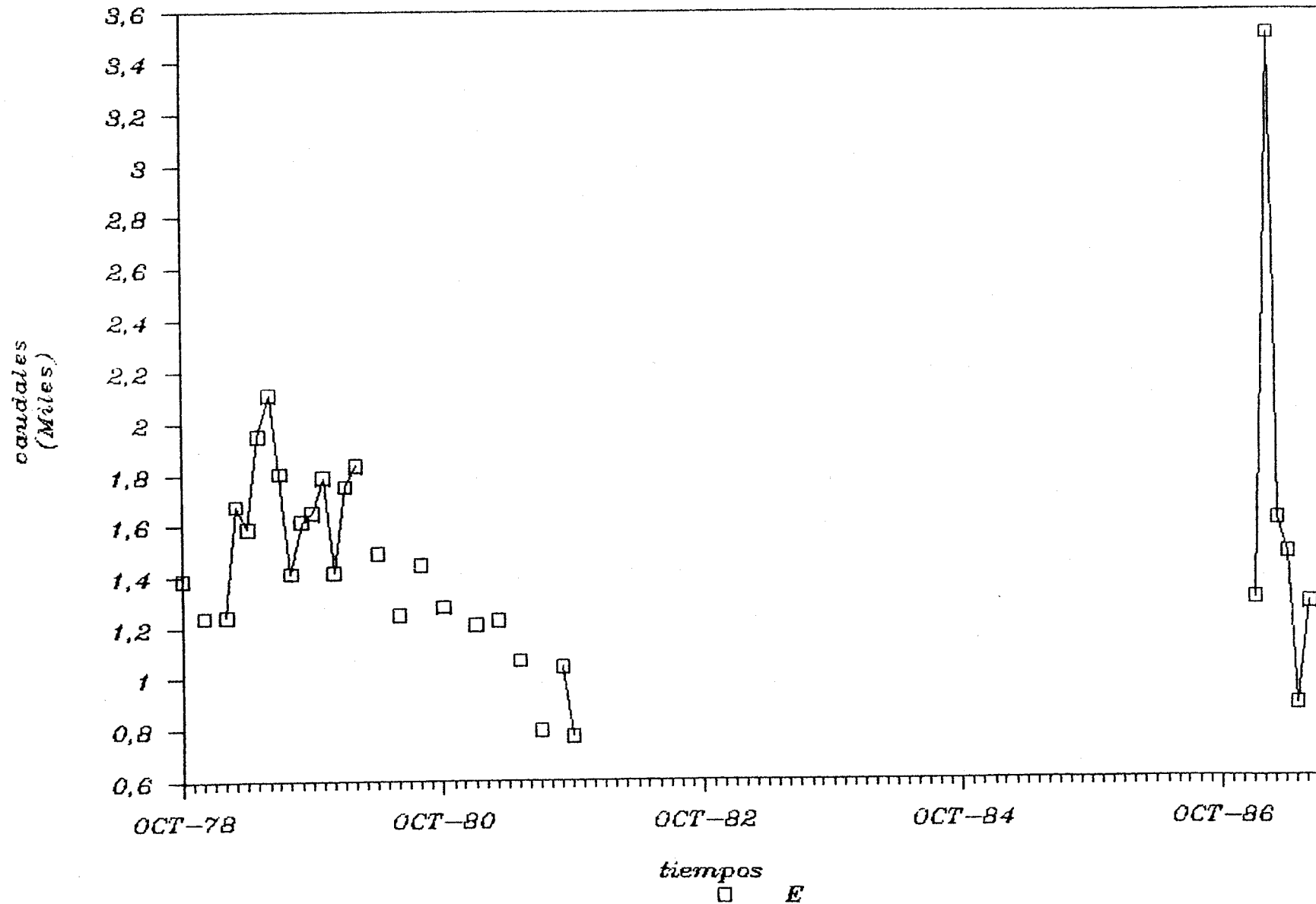
AGUAS ARRIBA MONASTERIO (AM)



AGUAS ABAJO MONASTERIO (BM)

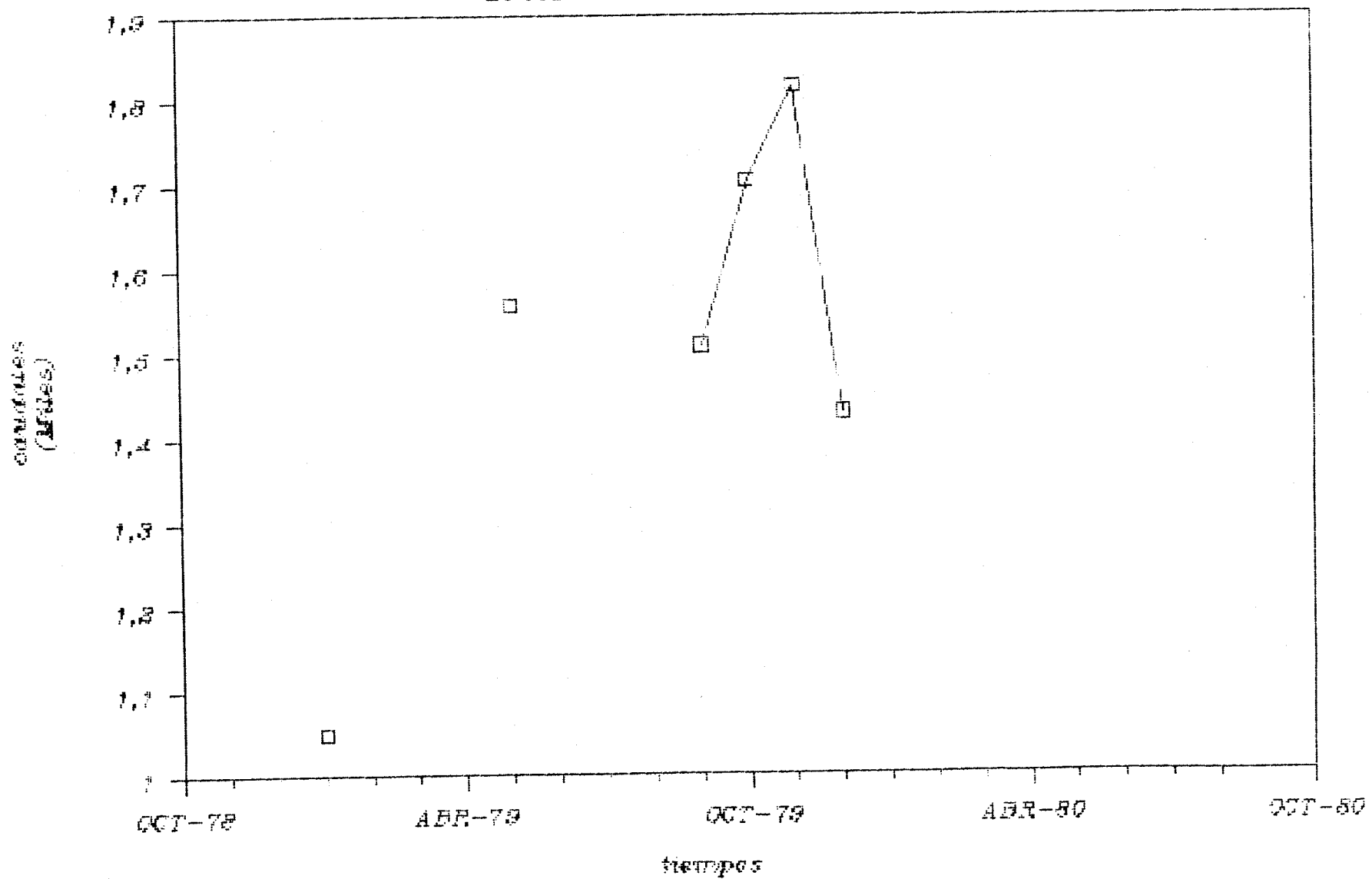


AGUAS ABAJO MONASTERIO (BM)



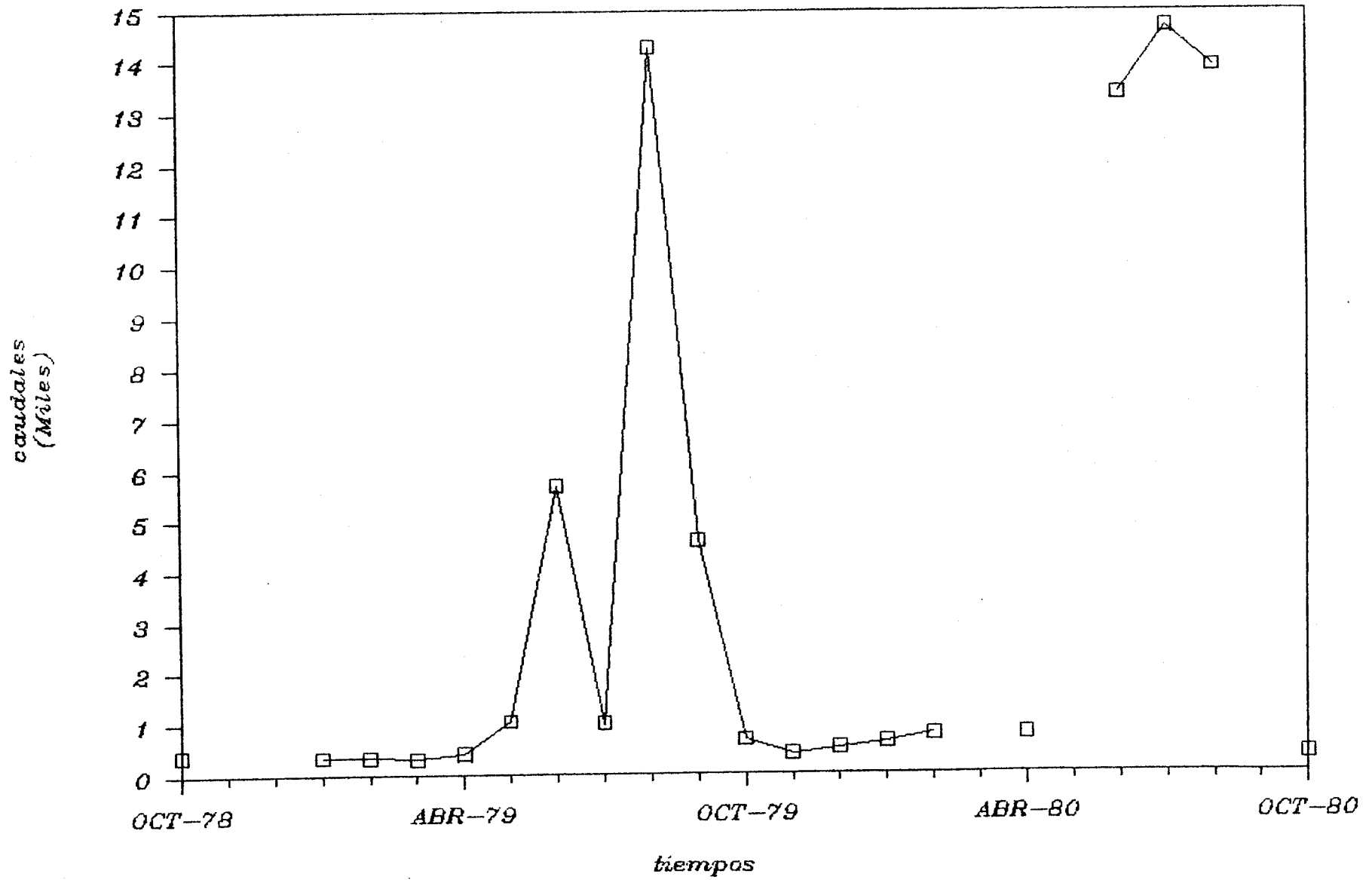
RIO PIEDRA

ENTRADA EMBALSE TRANQUERA

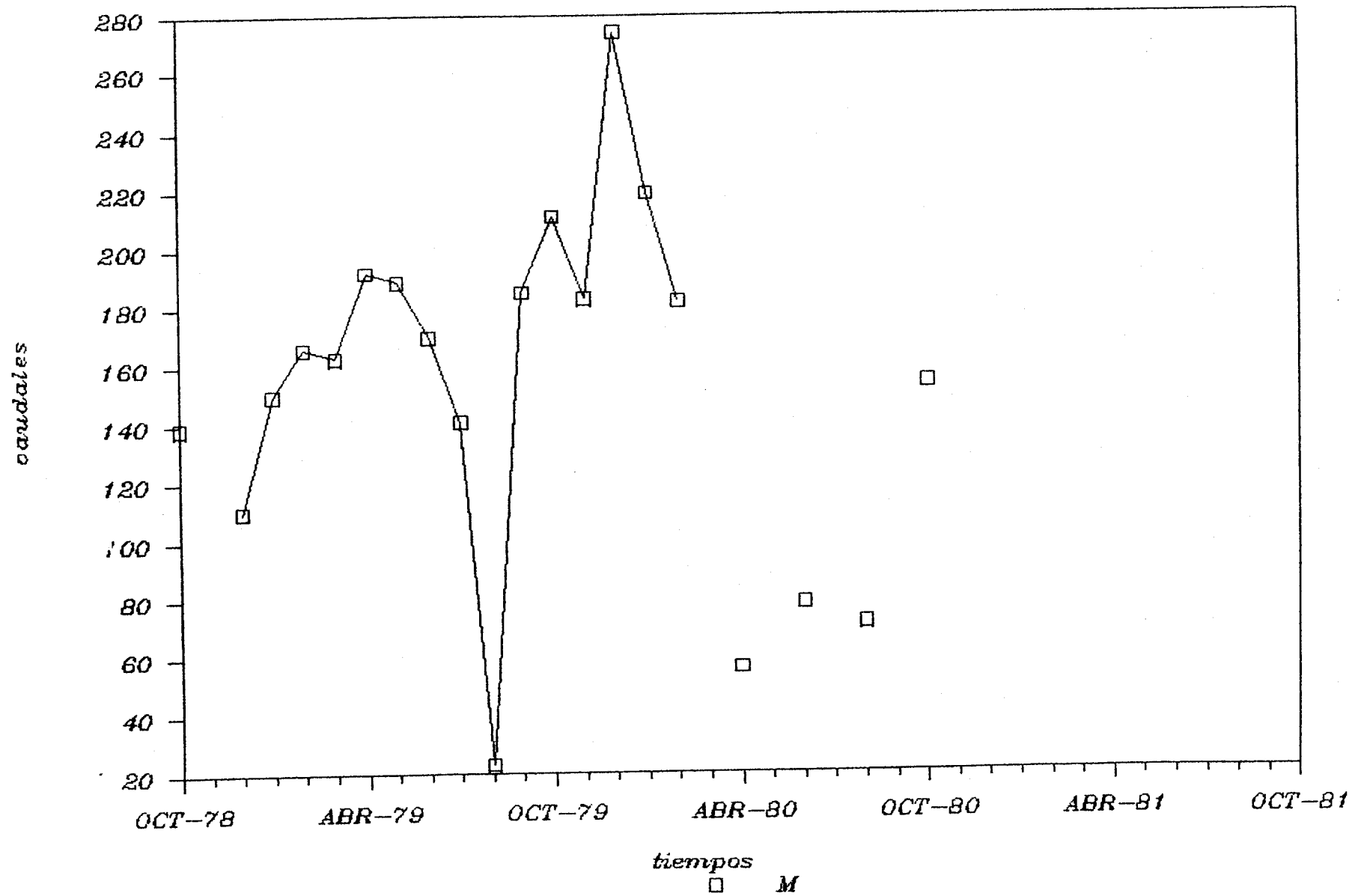


RIO PIEDRA

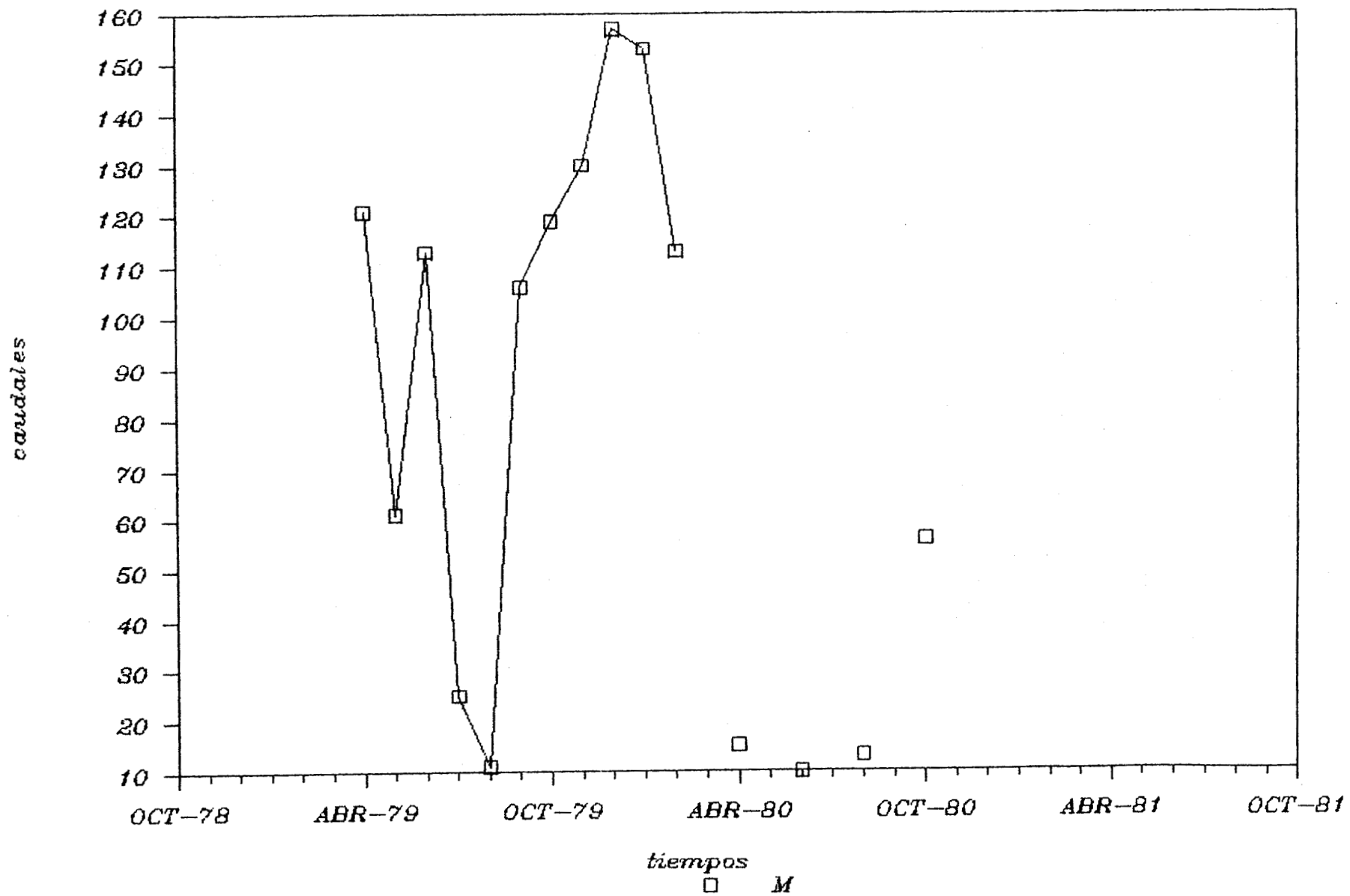
CARENA



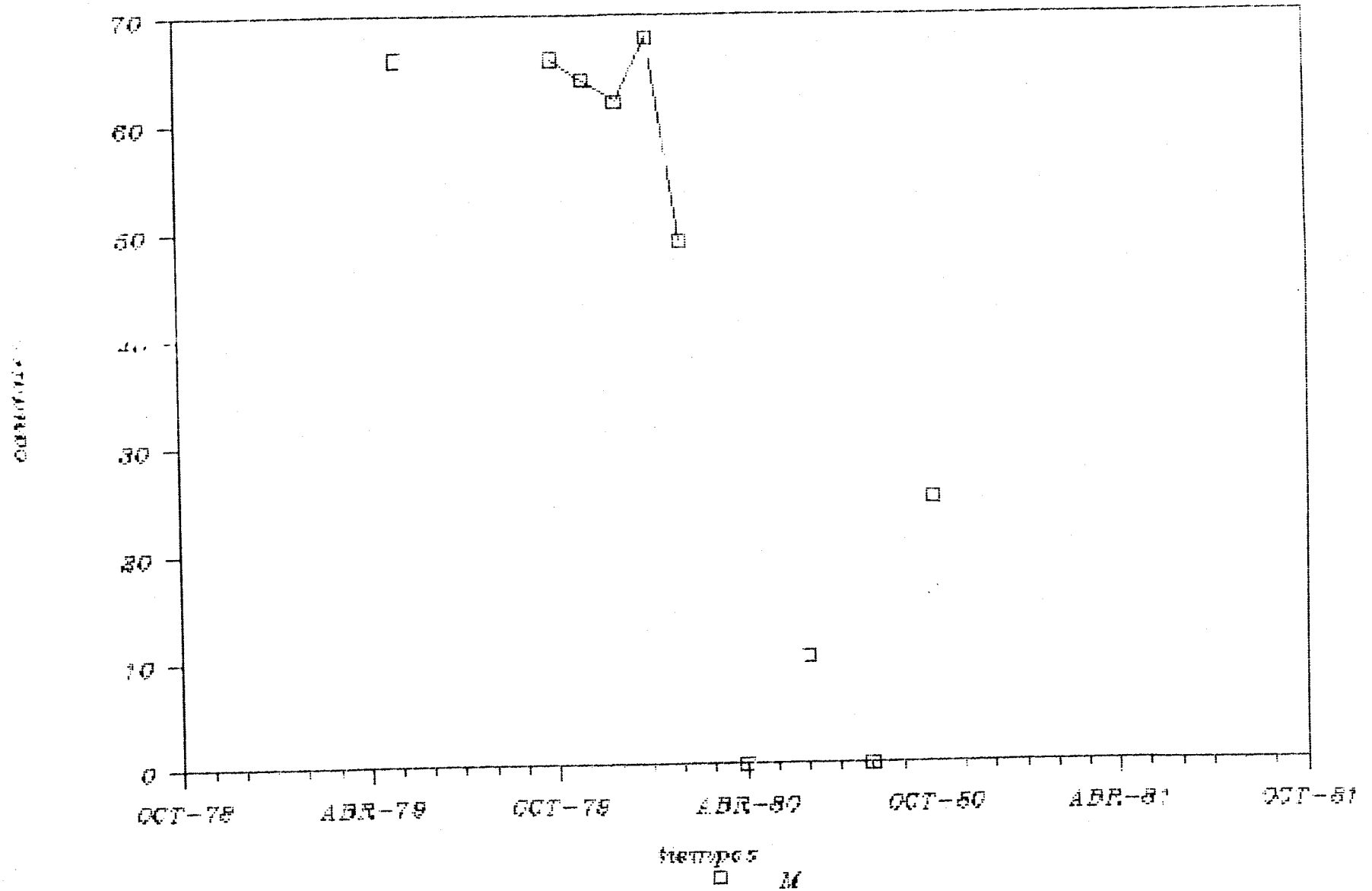
NUEVALOS



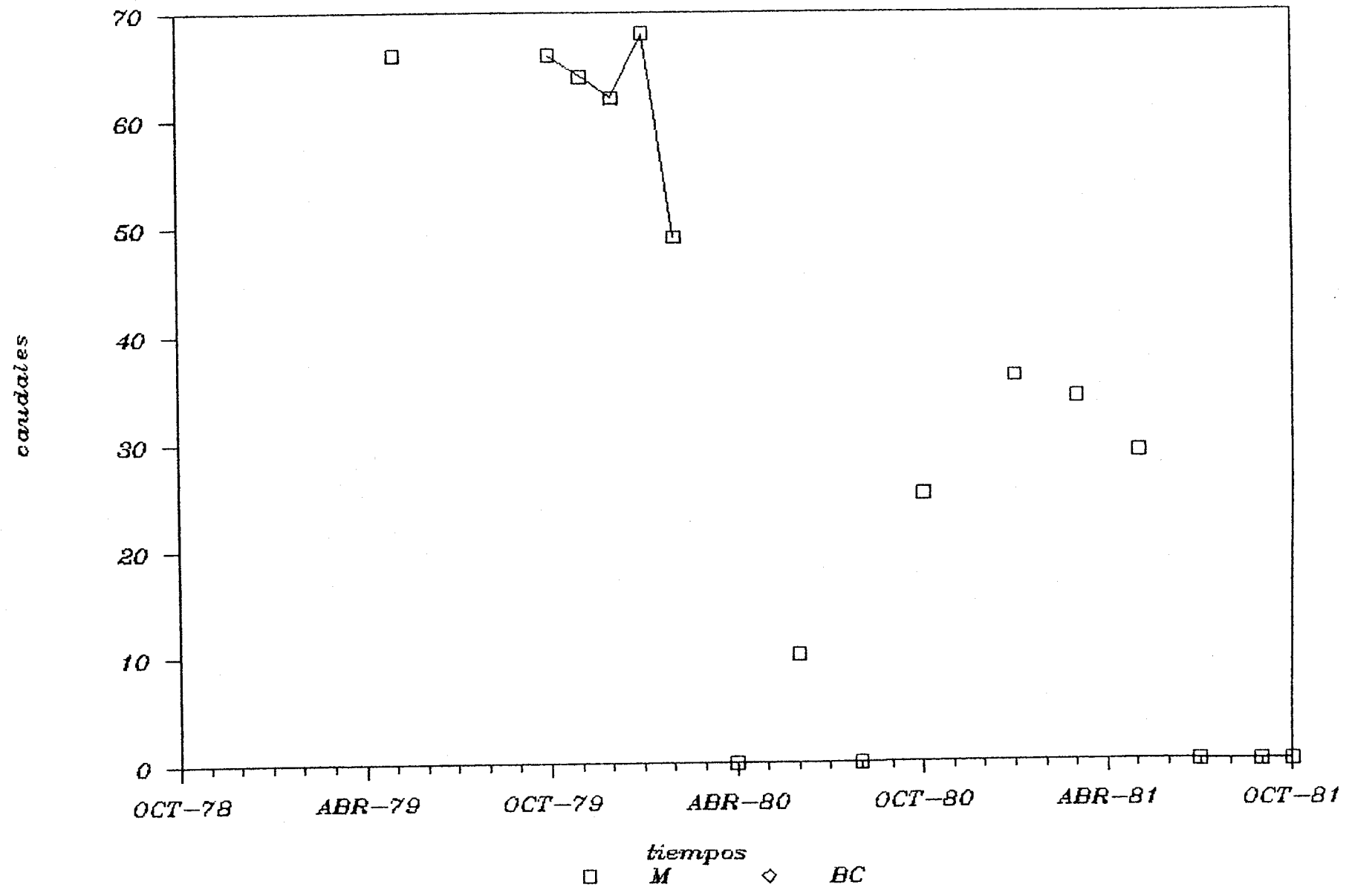
MONTERDE



SANTED



CUERLAS



11.- Arroyo de Santed.

En el mes de Mayo de 1979 también se realizaron aforos en el Arroyo de Gallocanta y en la zanja de drenaje de Tornos.

La red de aforos del subsistema Piedra Gallocanta, se dejó de controlar de una forma general en Octubre de 1980. Los puntos de aforo del Drenaje de las Cuerlas, Arroyo de Santed y Río Piedra en el Monasterio se siguieron controlando hasta el mes de Octubre de 1981.

En 1987, y dentro del estudio del Borde Septentrional de la Sierra del Solorio, se restableció el control en la sección "Río Piedra en el Monasterio" durante los meses de Enero a Junio.

En los cuadros que se adjuntan se recogen los resultados obtenidos en cada punto de control para todas las campañas de aforos realizadas. En dichos cuadros el caudal viene expresado en m^3/seg . Asimismo, también se adjuntan los hidrogramas correspondientes a cada punto de control. En los mismos el caudal viene expresado en l/seg.

4.3. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO SIERRA DEL SOLORIO

La red de aforos de este subsistema se estableció en los ríos que lo atraviesan y en los principales manantiales. Dicha red se controló de una forma general durante el año 1980 y en menor cuantía en los años 1979 y 1981. La red más amplia (Fig. nº 5) ha estado constituida por los puntos que se enumeran a continuación:

RIO JALON

1.- Río Jalón en Esteras de Medina

2.- ARROYO MENTIROSA O MASEGAR.

RED DE AFOROS DEL SUBSISTEMA SIERRA DEL SOLORIO (1980-81)

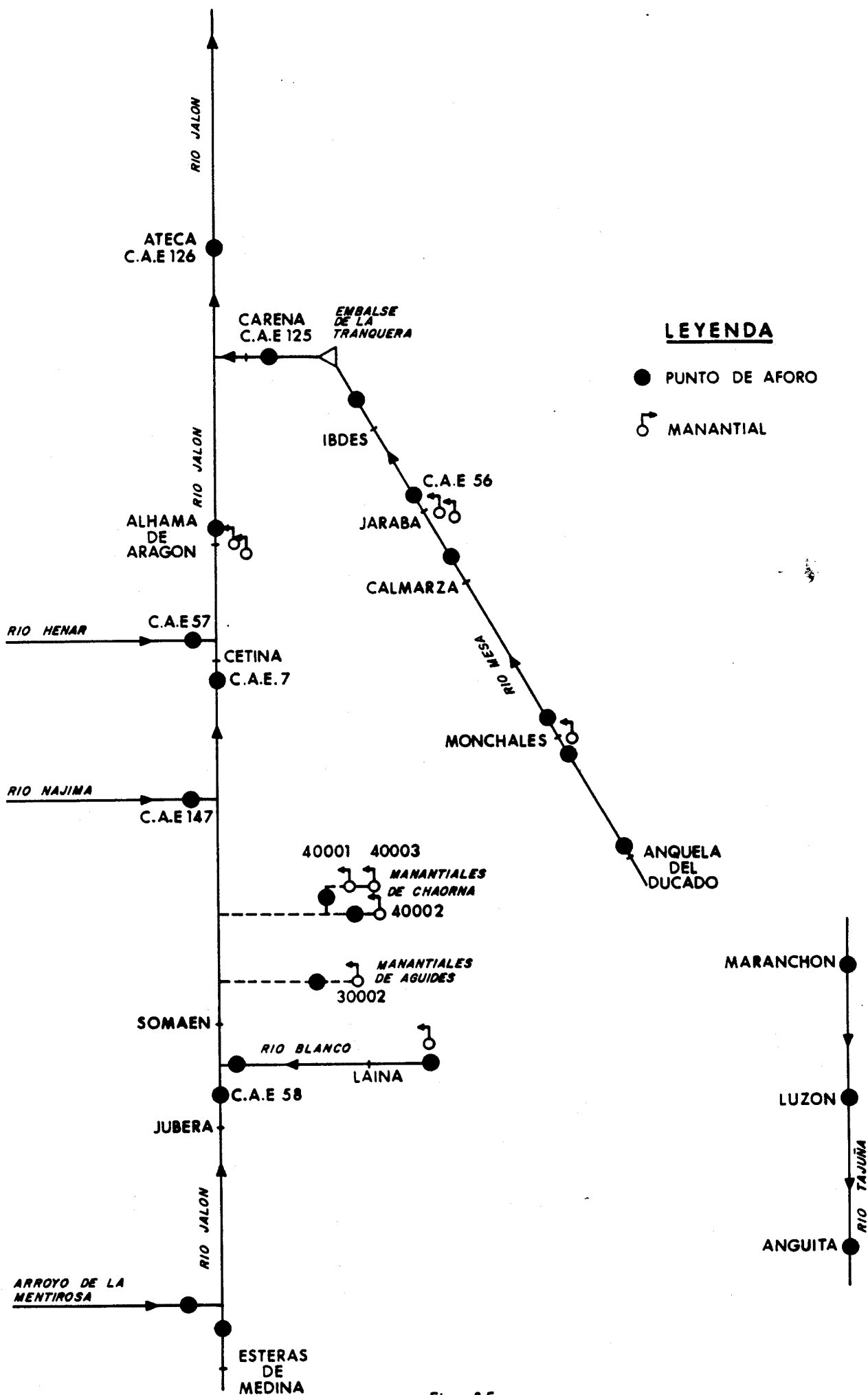


Fig. nº 5

- 3.- Río Jalón entre JUBERA y SOMAEN. C.A.E-58
- 4.- Río Najima en su unión al Jalón. C.A.E-147
- 5.- Río Jalón en CETINA
 - . Cauce del río. C.A.E-7
 - . Acequia margen derecha
 - . Acequia margen izquierda
- 6.- Río Henar en su unión al Jalón. C.A.E-57
- 7.- Río Jalón aguas abajo de Alhama
- 8.- Río Monegrillo en su unión al Jalón
- 9.- Río Jalón en Ateca. C.A.E-126

RIO BLANCO

- 1.- Manantial de LAYNA, Nacimiento río Blanco
- 2.- Río Blanco desembocadura al Jalón

RIO TAJUÑA

- 1.- Río Tajuña en Maranchón
- 2.- Río Tajuña en Luzón
- 3.- Río Tajuña en Anguita

RIO MESA

- 1.- Río Mesa en Anqueia del Ducado
- 2.- Río Mesa aguas arriba de Monchales
- 3.- Río Mesa aguas abajo de Monchales
- 4.- Río Mesa aguas arriba de Jaraba
- 5.- Río Mesa aguas abajo de Jaraba

. Cauce del río C.A.E-56

. Acequia Manantial de Fuencaliente

- 6.- Río Mesa en Ibdes

MANANTIALES

- 1.- Manantiales de SAGUIDES
- 2.- Manantiales de CHAORNA

La red de aforos del subsistema Sierra del Solorio, se dejó de --
controlar de una forma general en Noviembre de 1981.

En 1987, y dentro del estudio del Borde Septentrional de la Sie--
rra del Solorio, se restableció el seguimiento durante los meses de Enero a
Junio en los siguientes puntos de control.

- 1.- Río Jalón en SANTA MARIA DE HUERTA
- 2.- Río Jalón en CETINA

3.- Río Jalón aguas abajo de ALHAMA

4.- Río Mesa aguas arriba de JARABA

5.- Río Mesa aguas abajo de JARABA

En los cuadros que se adjuntan, se recogen los resultados obtenidos en cada punto de control para todas las campañas de aforos realizadas, - en dichos cuadros el caudal viene expresado en m^3/seg . Asimismo, también se adjuntan los hidrogramas correspondientes a cada sección. En los mismos el caudal viene expresado en l/seg.

4.4. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO CELLA-MOLINA DE ARAGON

Las descargas de este subsistema se realizan a los ríos Gallo, -- Guadalaviar, Jiloca (Fte. de Cella) y de forma subterránea lateralmente, al acuífero detrítico del Valle del Jiloca.

Como la Fte. de Cella se controla dentro del subsistema Valle del Jiloca, la red de este subsistema únicamente se estableció en los principales ríos que la atraviesan (Gallo y Guadalaviar). Dicha red se controló de una forma general durante el periodo 1980-81, y estuvo constituida por los siguientes puntos:

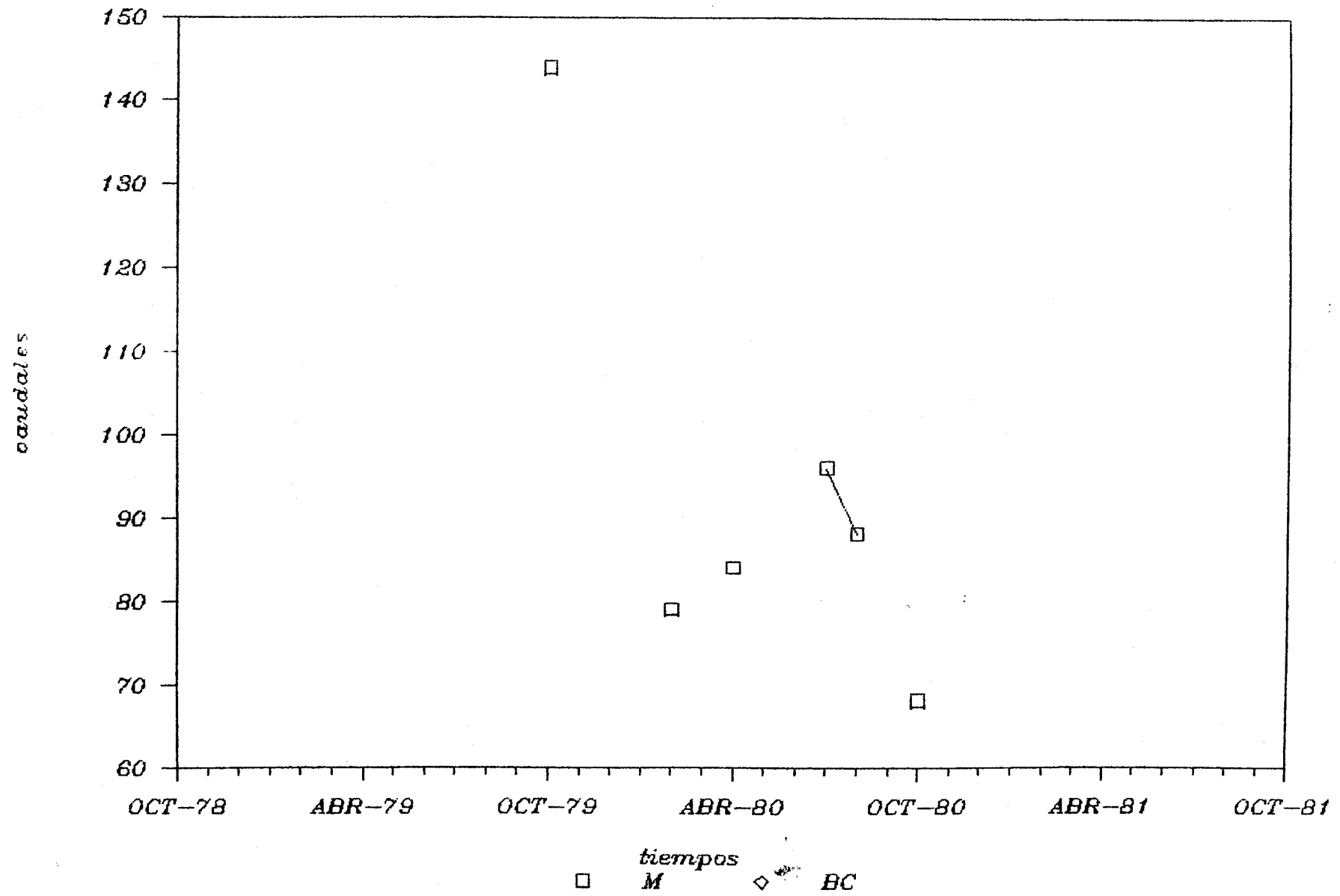
RIO GALLO

1.- Río Gallo en Ventosa. C.A.T-30

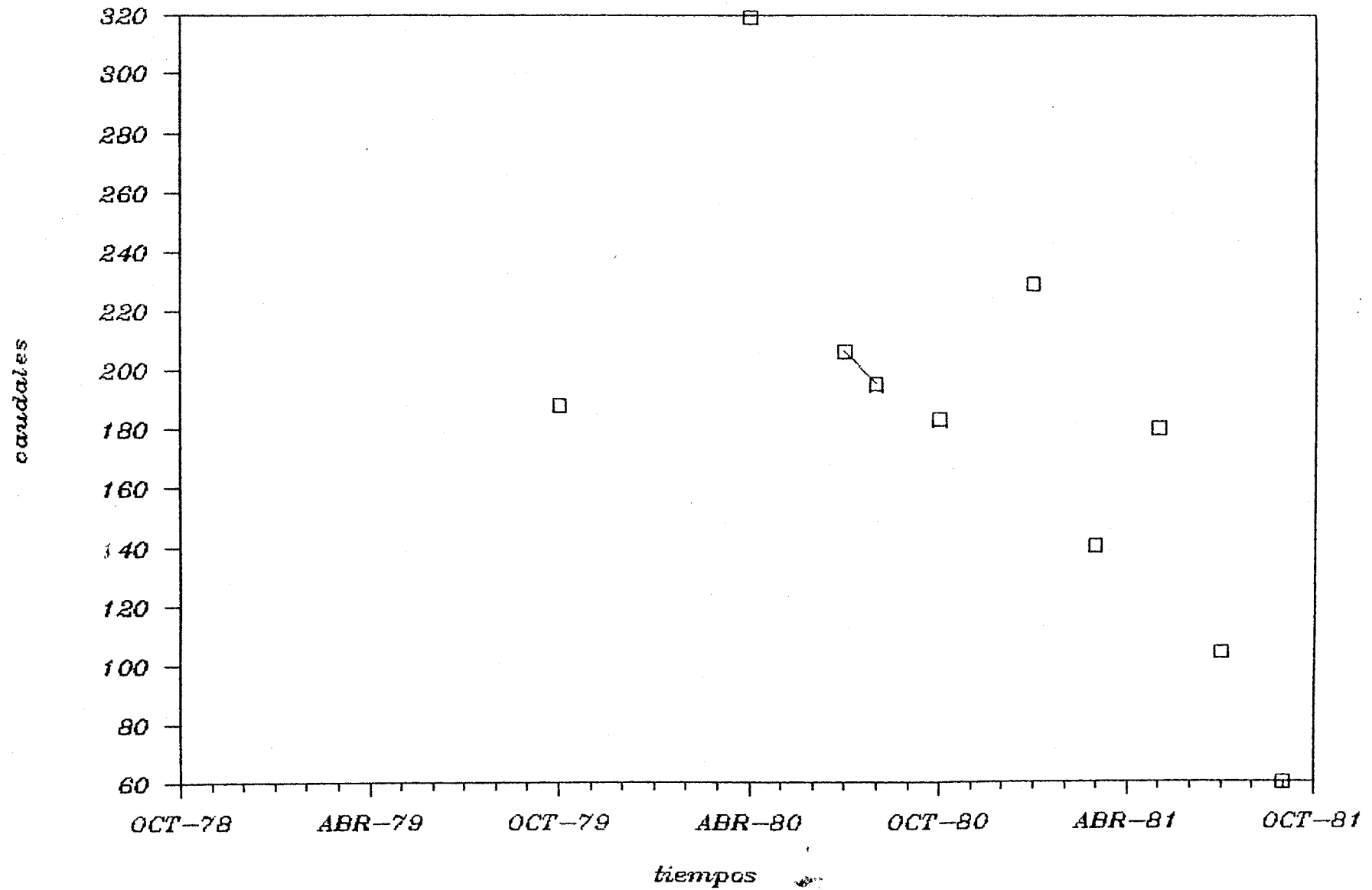
RIO GUADALAVIAR

1.- Río Guadalaviar en la entrada al embalse del Arquillo de San Blas.

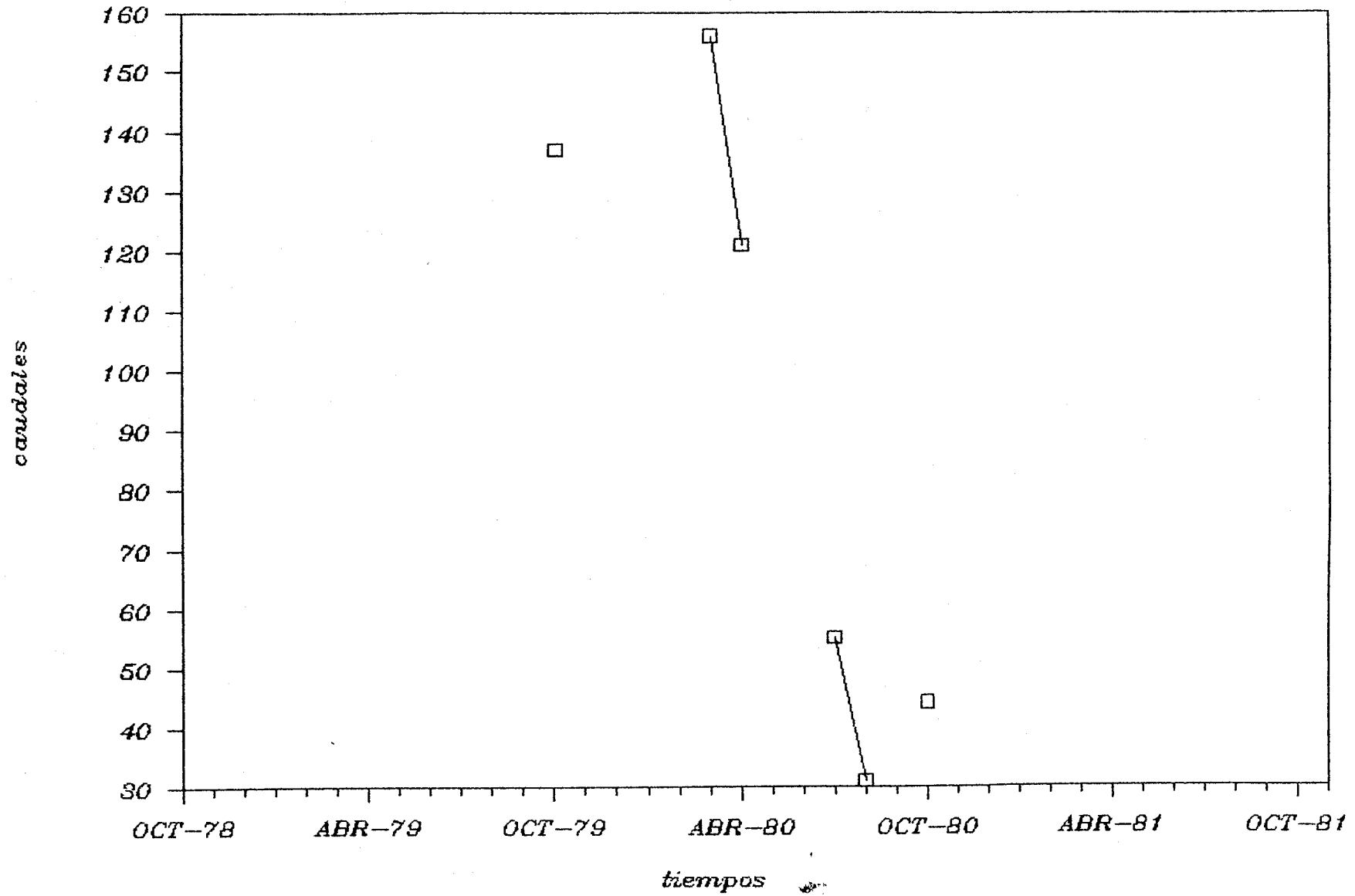
BLANCO LAYNA (BY)



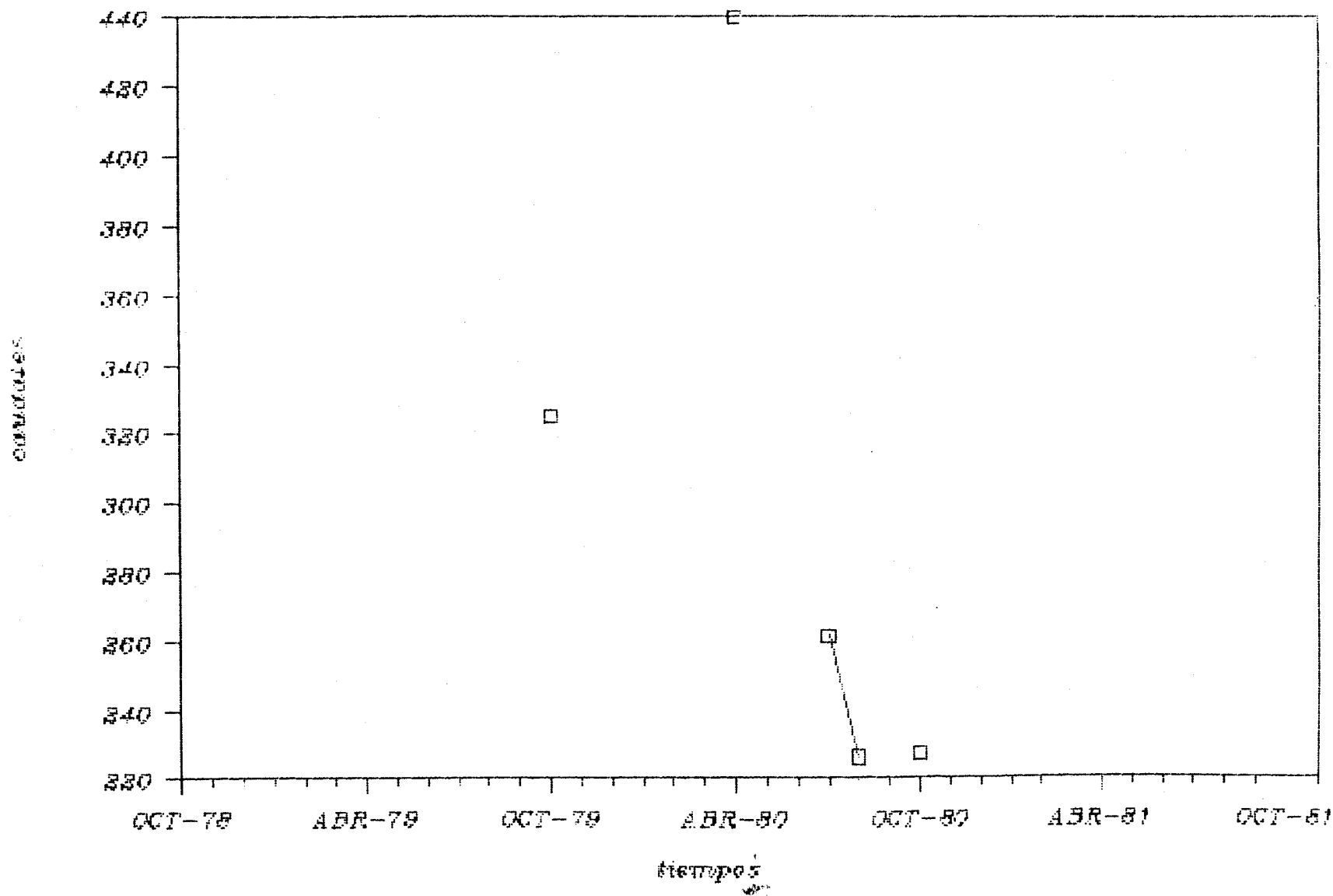
RIO JALON ESTERAS (E)



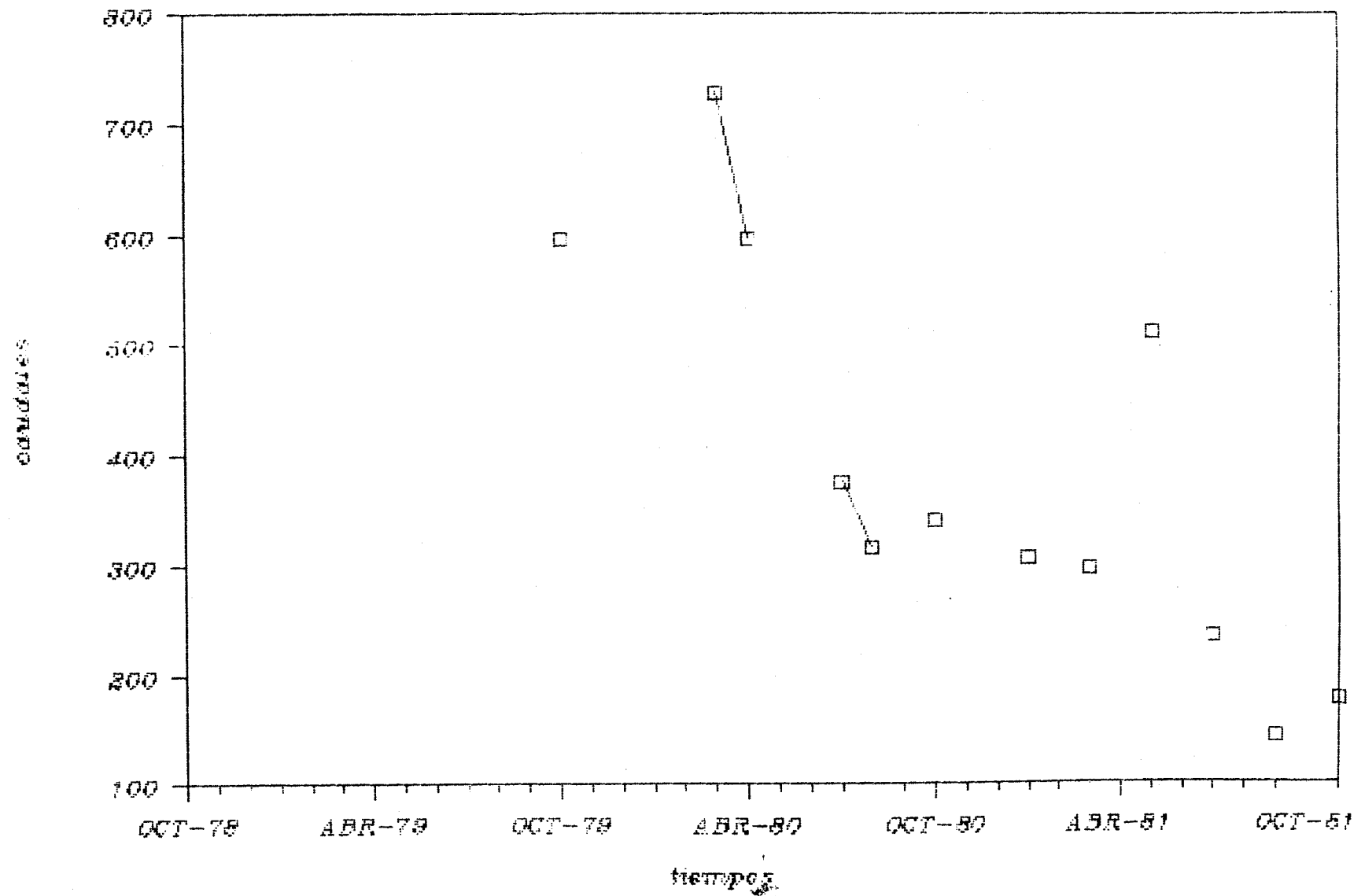
ARROYO DE LA MENTIROSA (M)



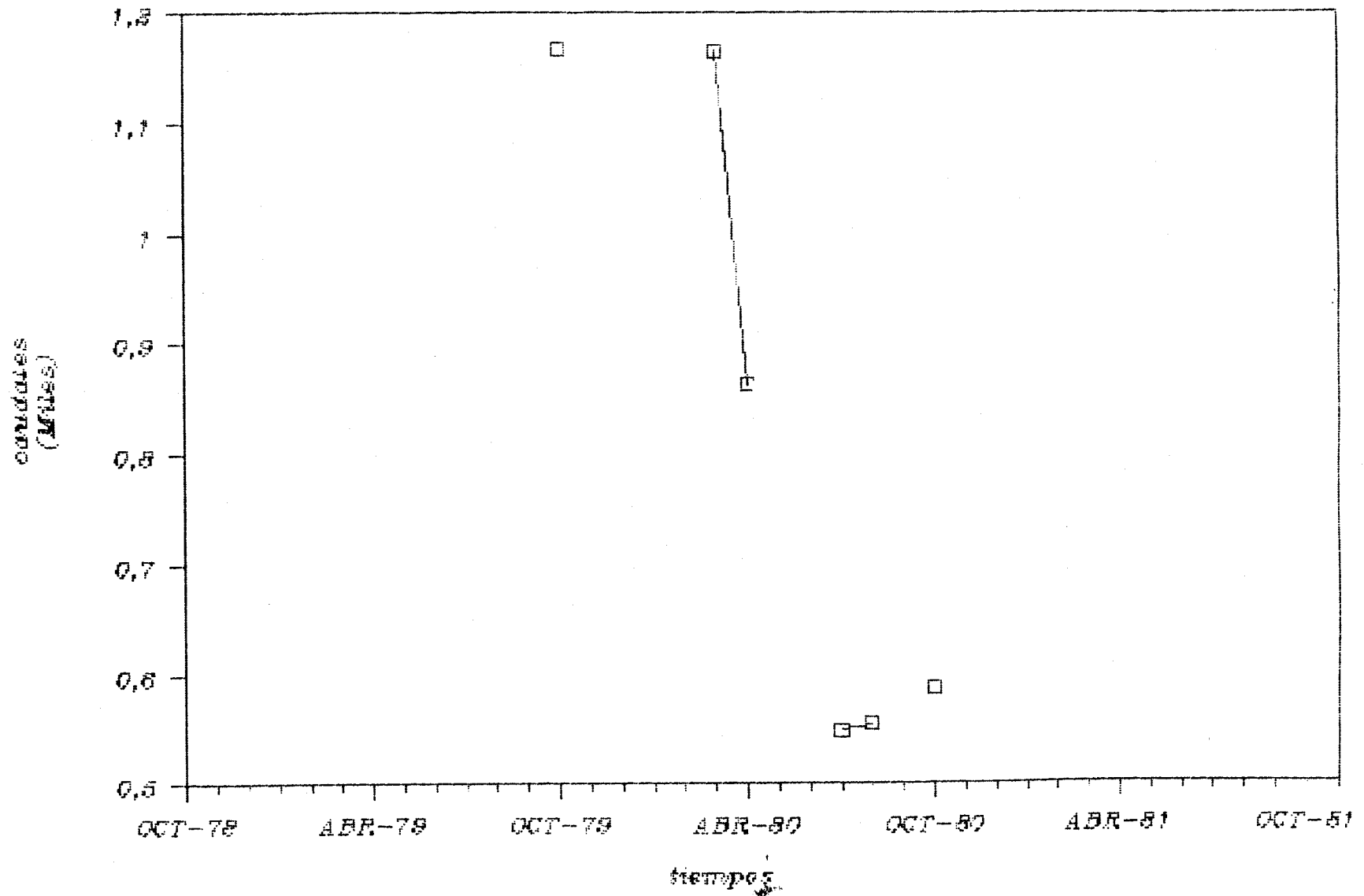
ESTERAS + MENTIROSA (E+M)



RIO JALON JUBERA (J)

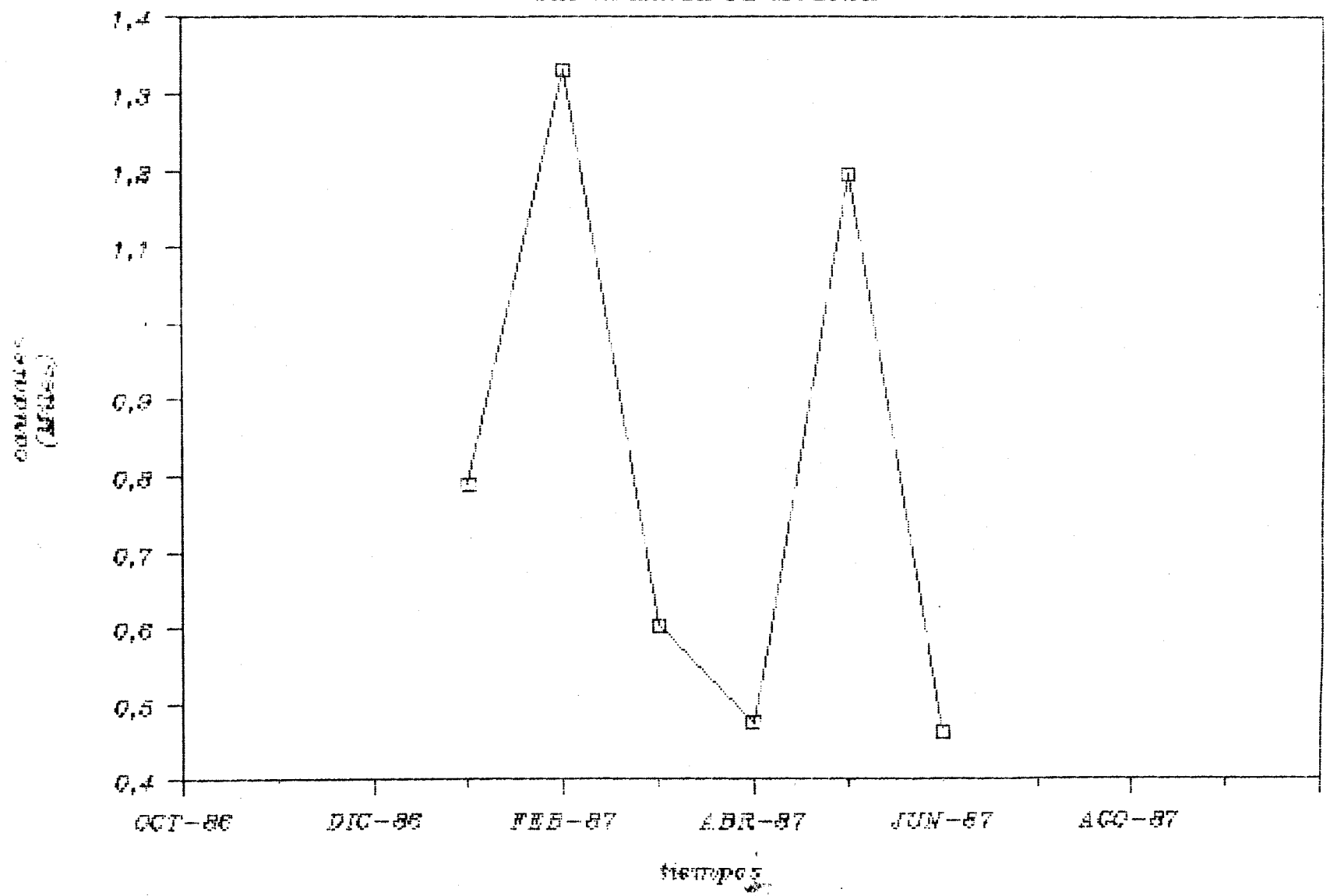


RIO JALON + RIO BLANCO (J+B)

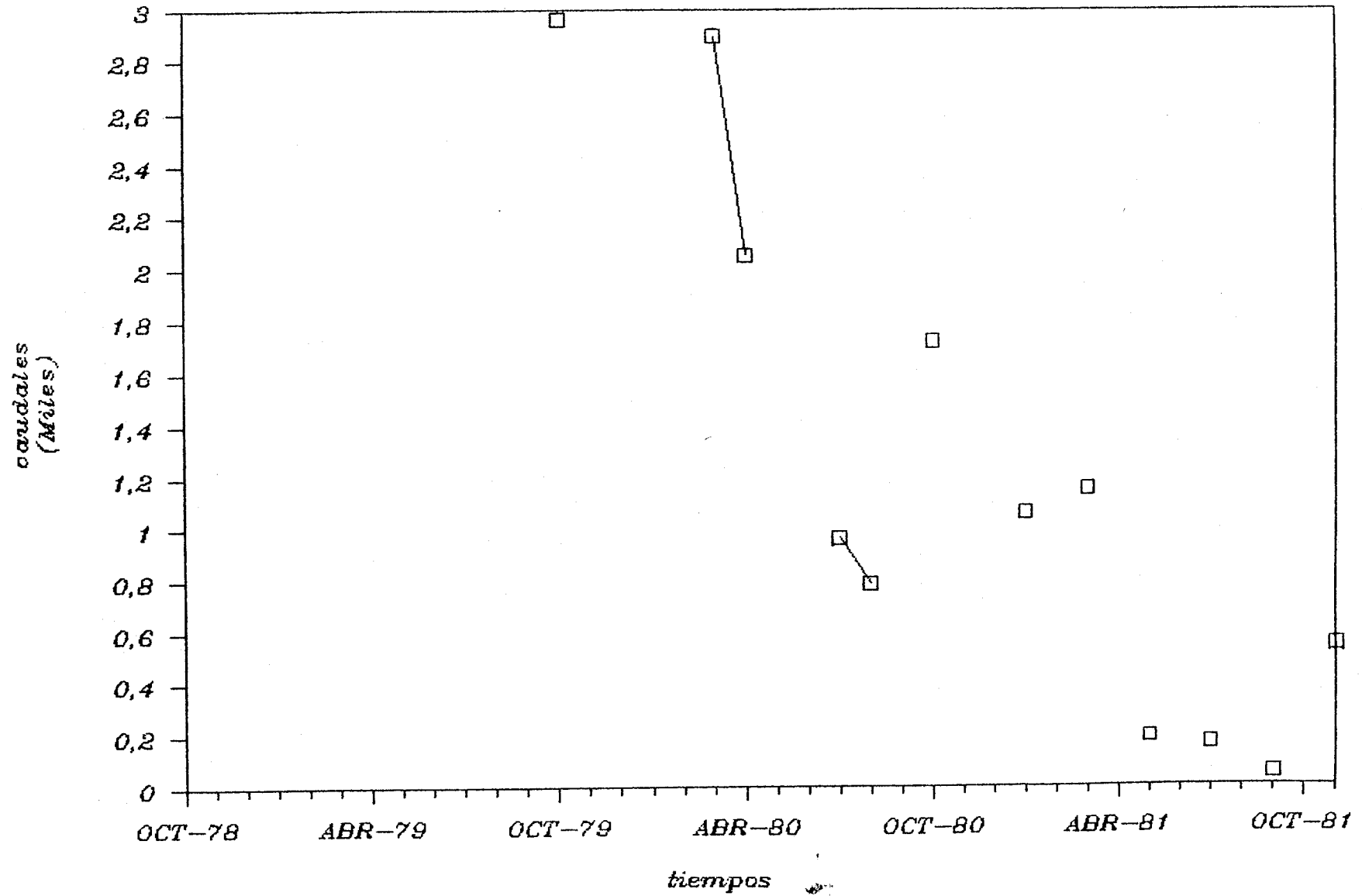


RIO JALON

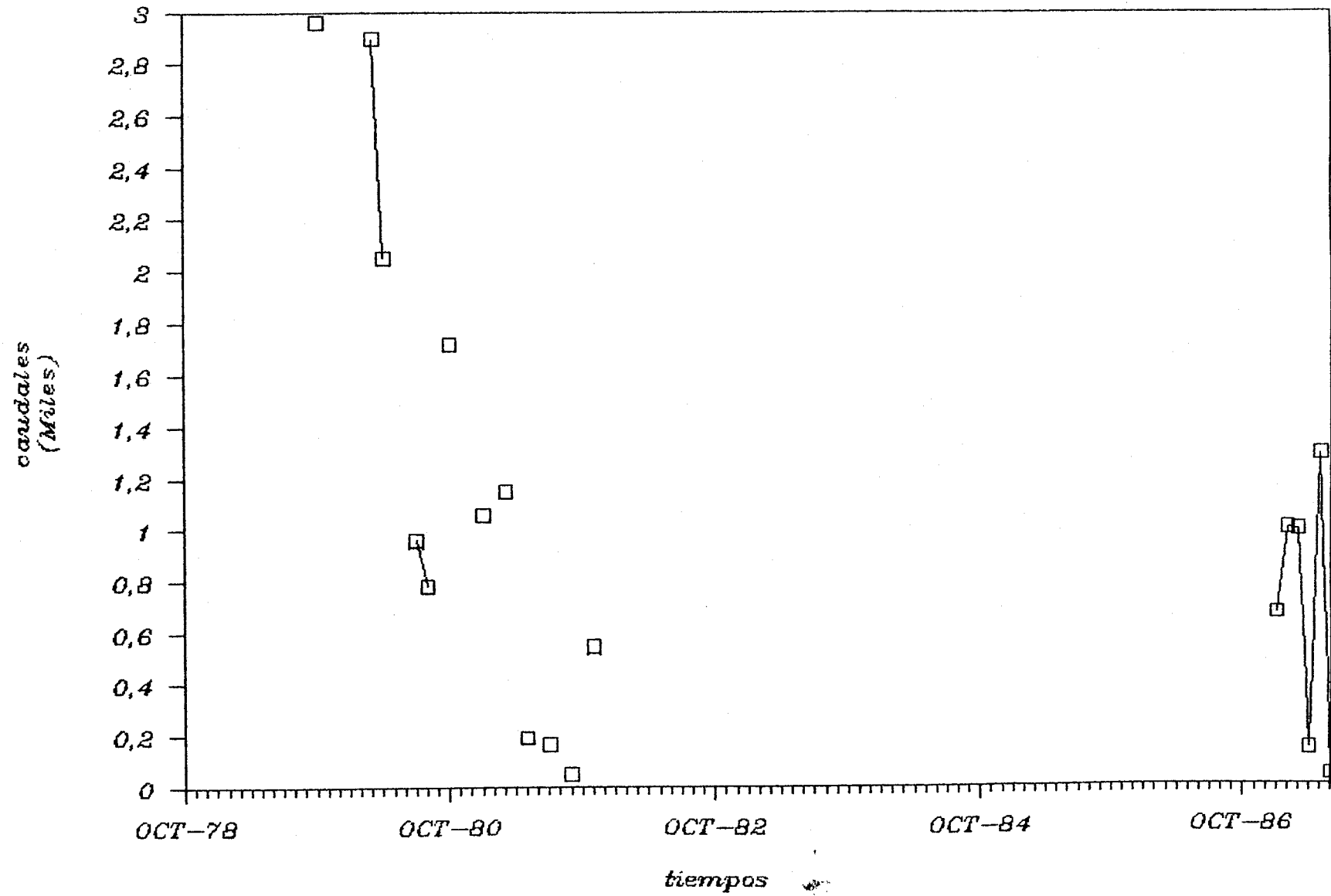
SANTA MARIA DE HUERTA



CETINA(C)

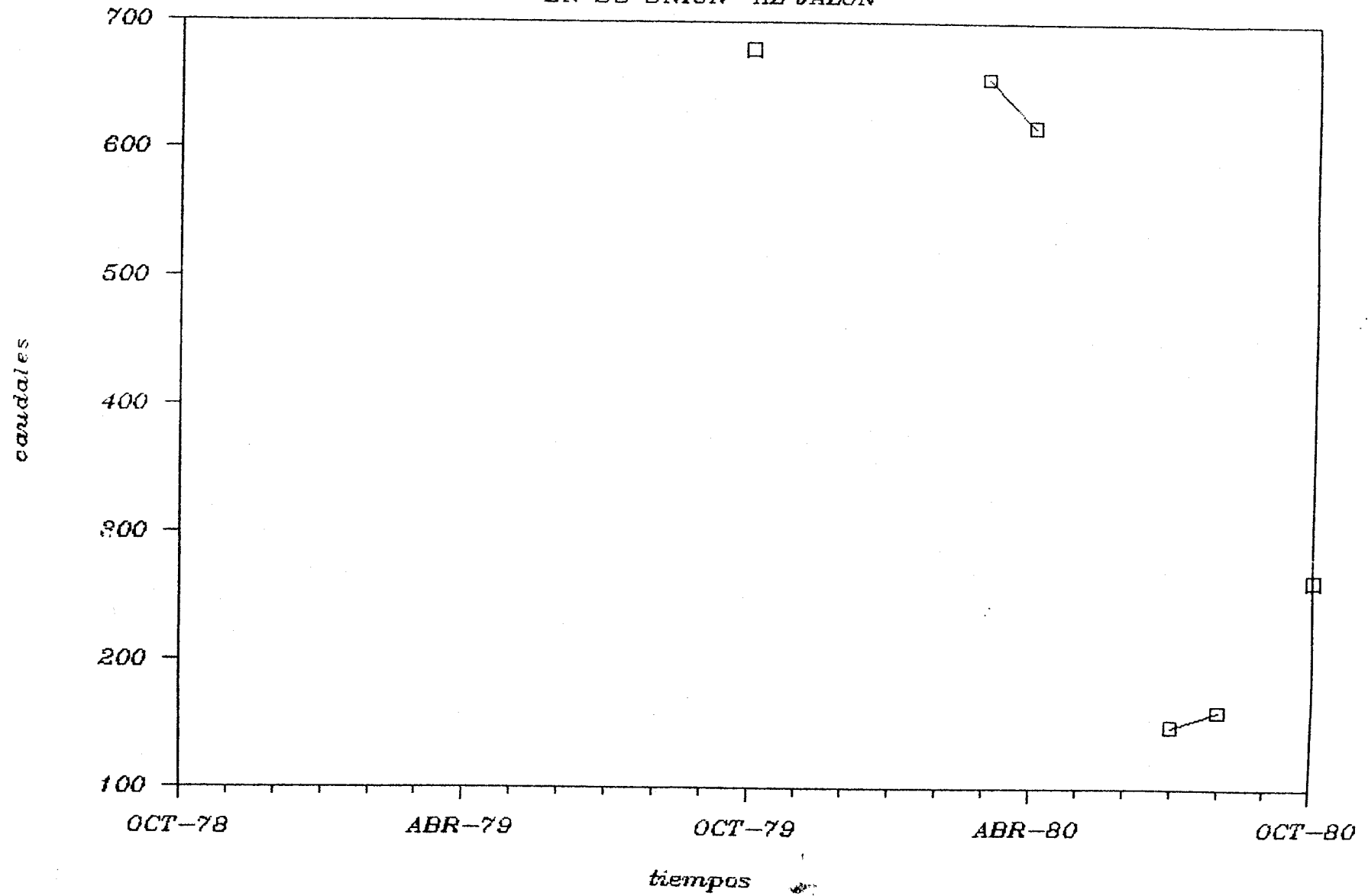


CETINA(C)

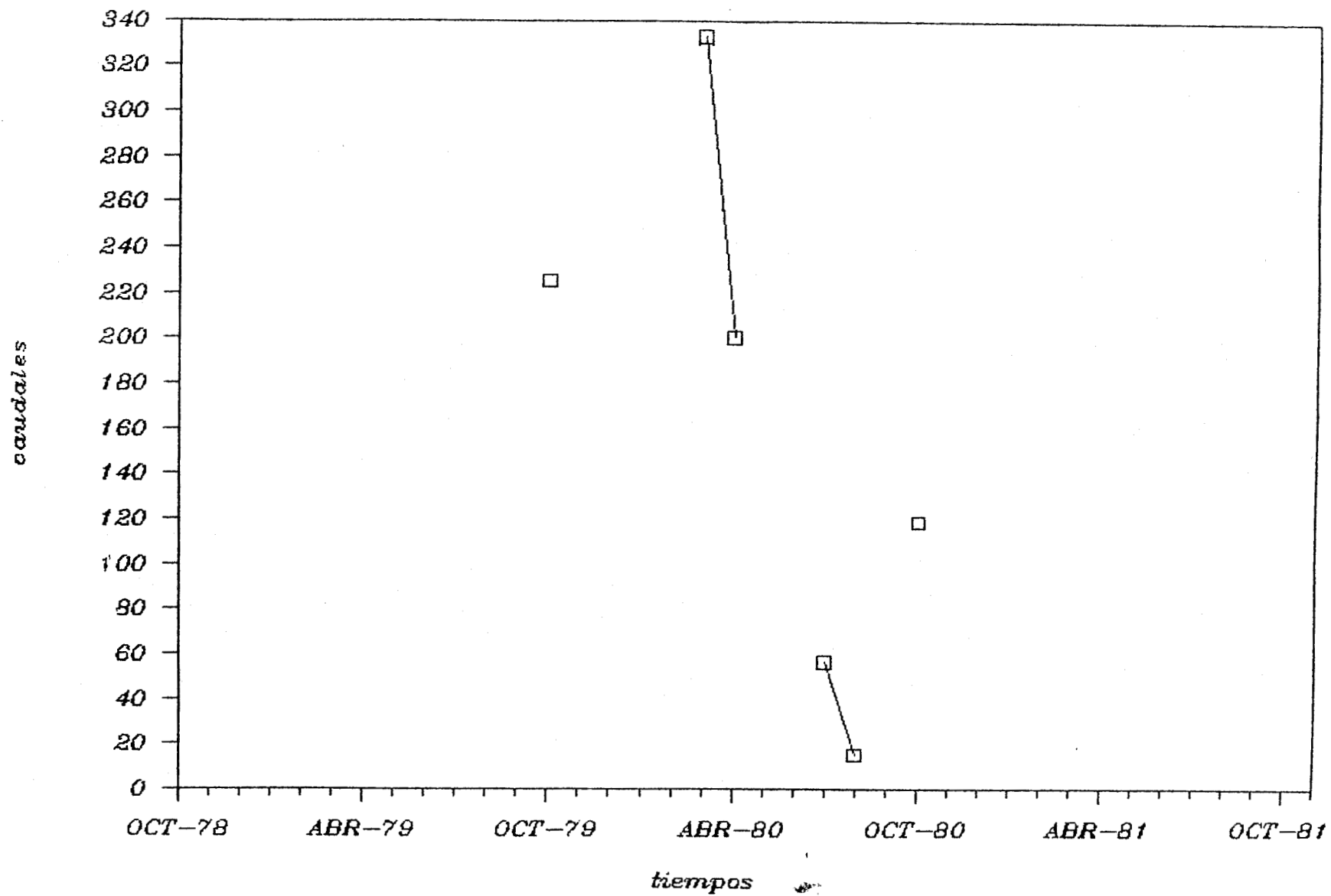


RIO NAJIMA

EN SU UNION AL JALON

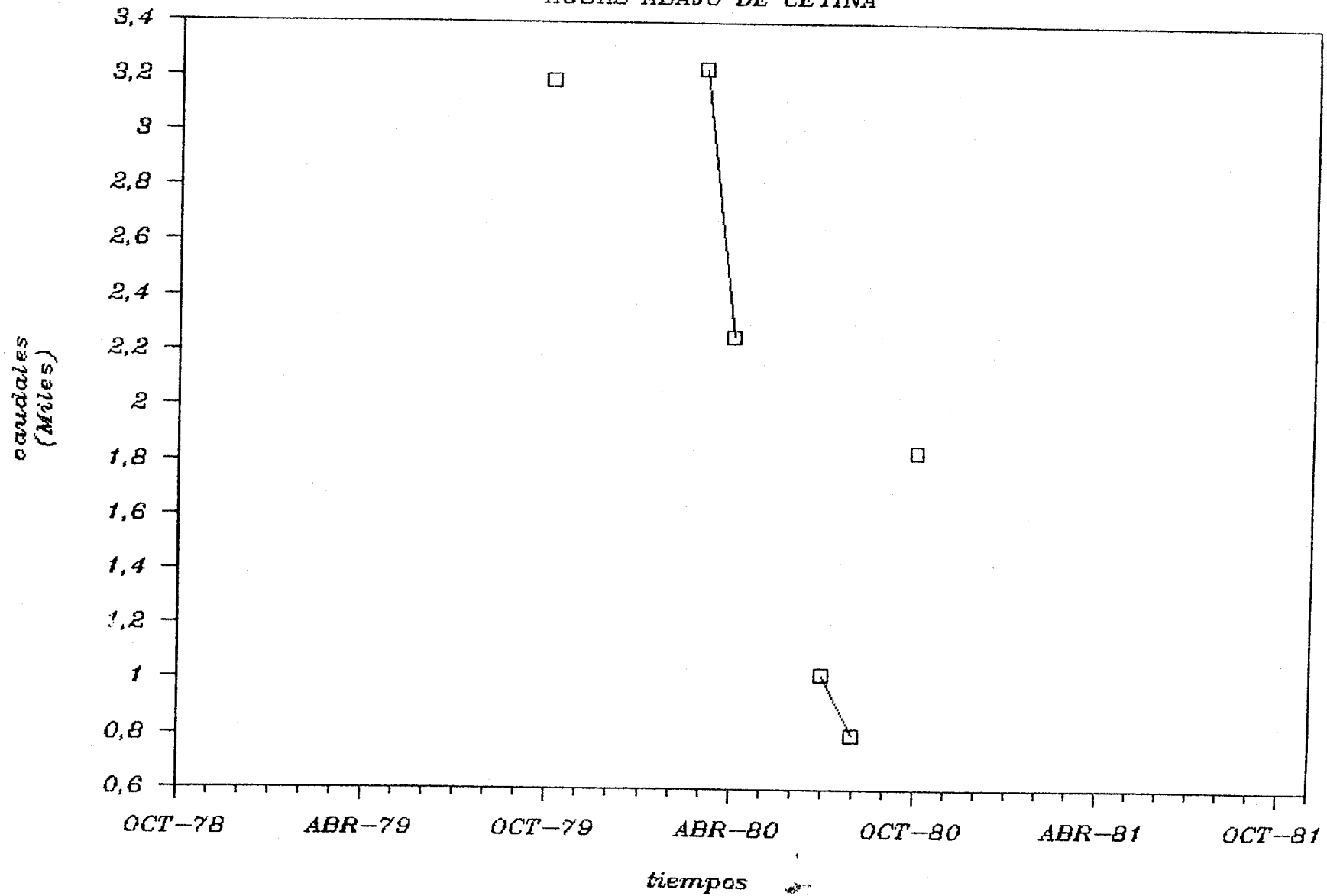


RIO HENAR

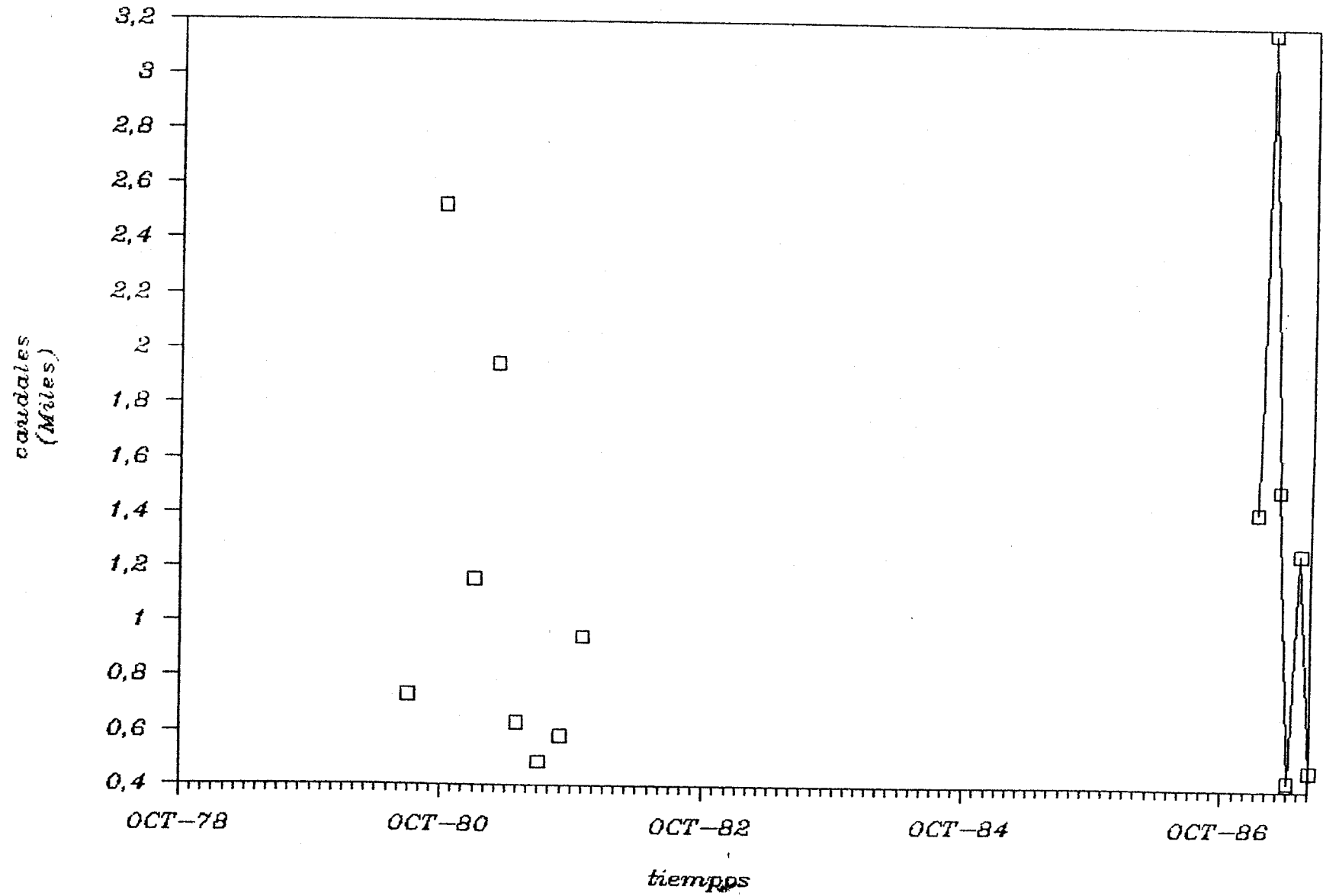


RIO HENAR + RIO JALON (J+H)

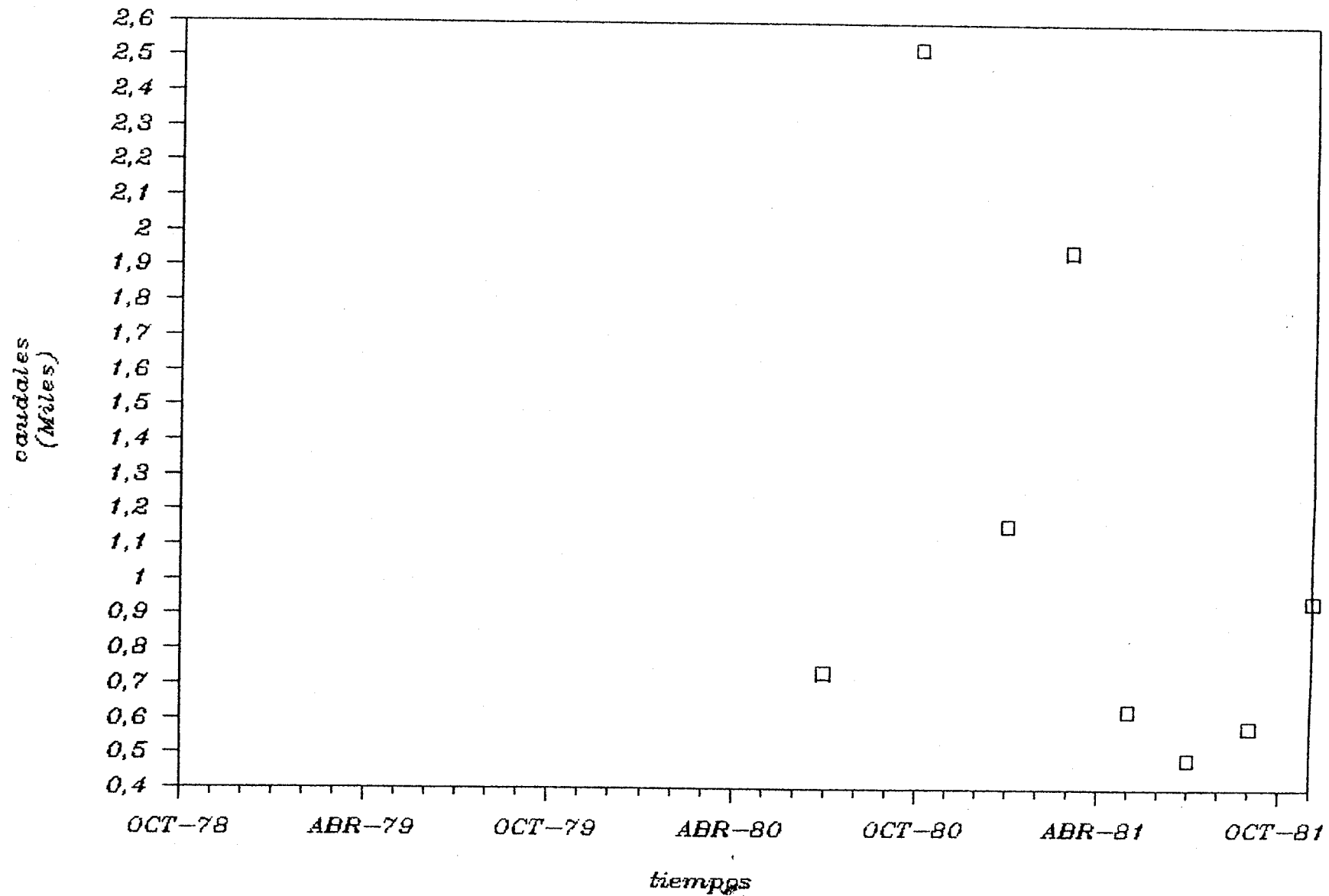
AGUAS ABAJO DE CETINA



ALHAMA(A)

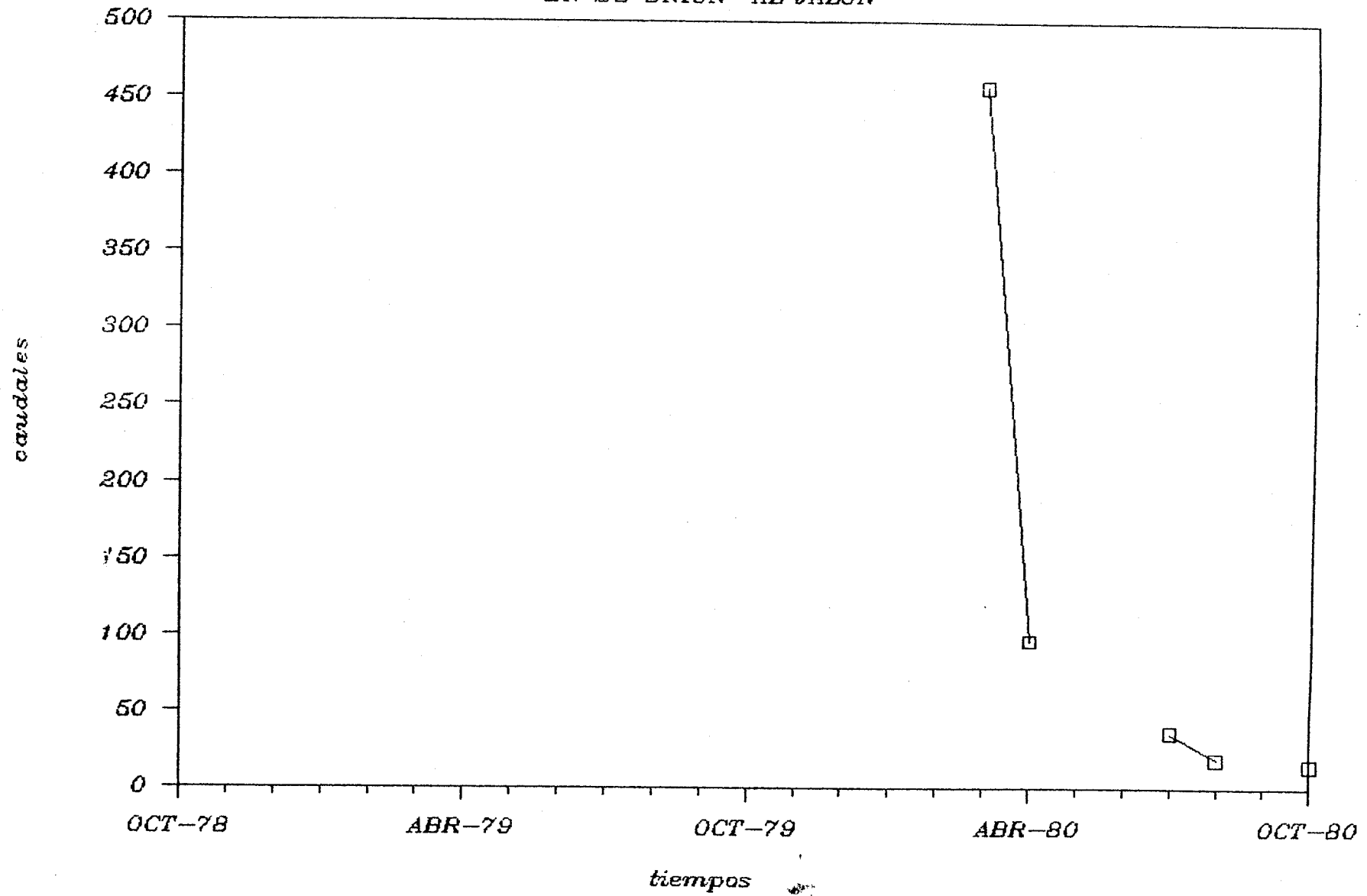


ALHAMA(A)



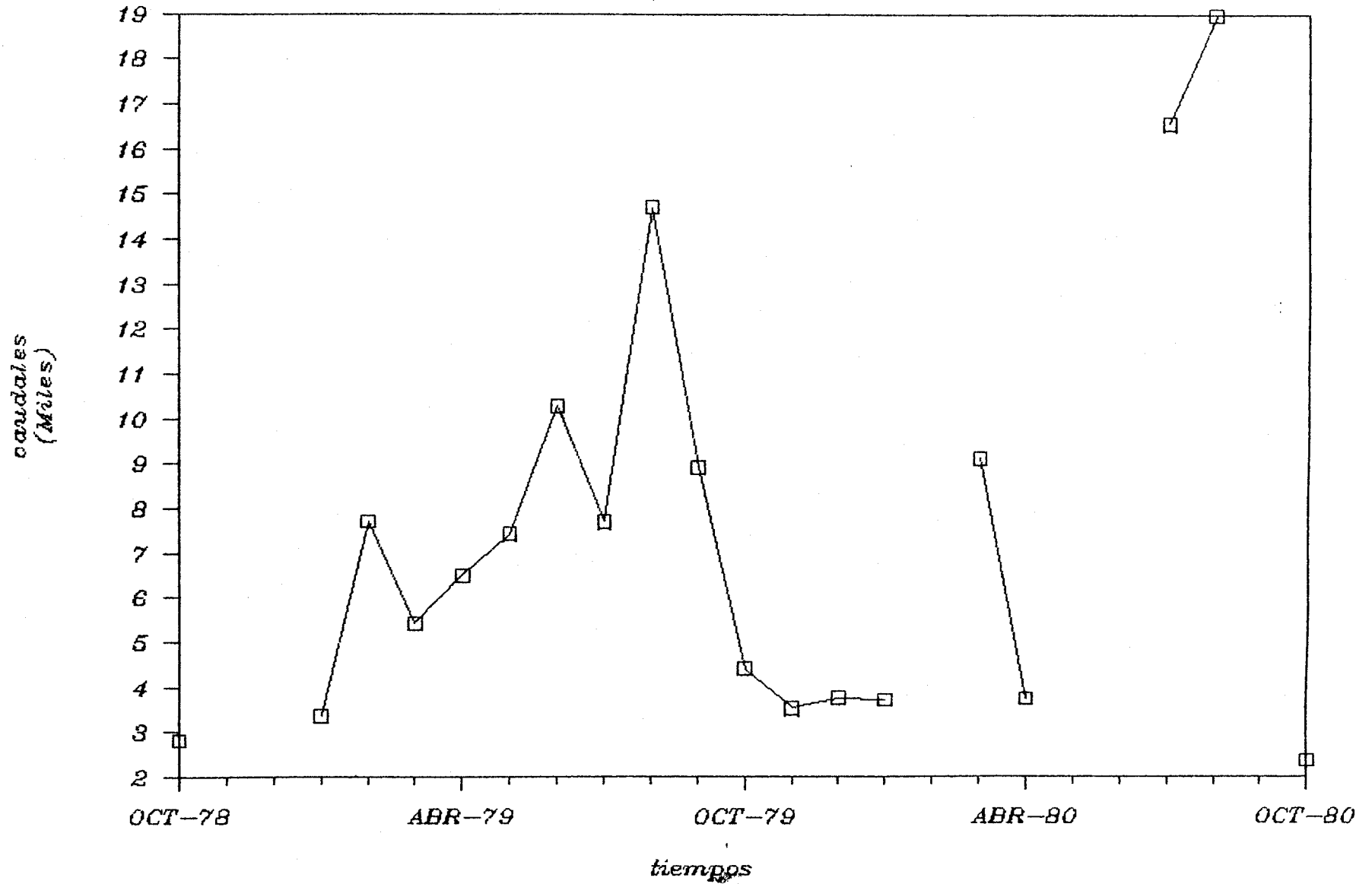
RIO MONEGRILLO

EN SU UNION AL JALON

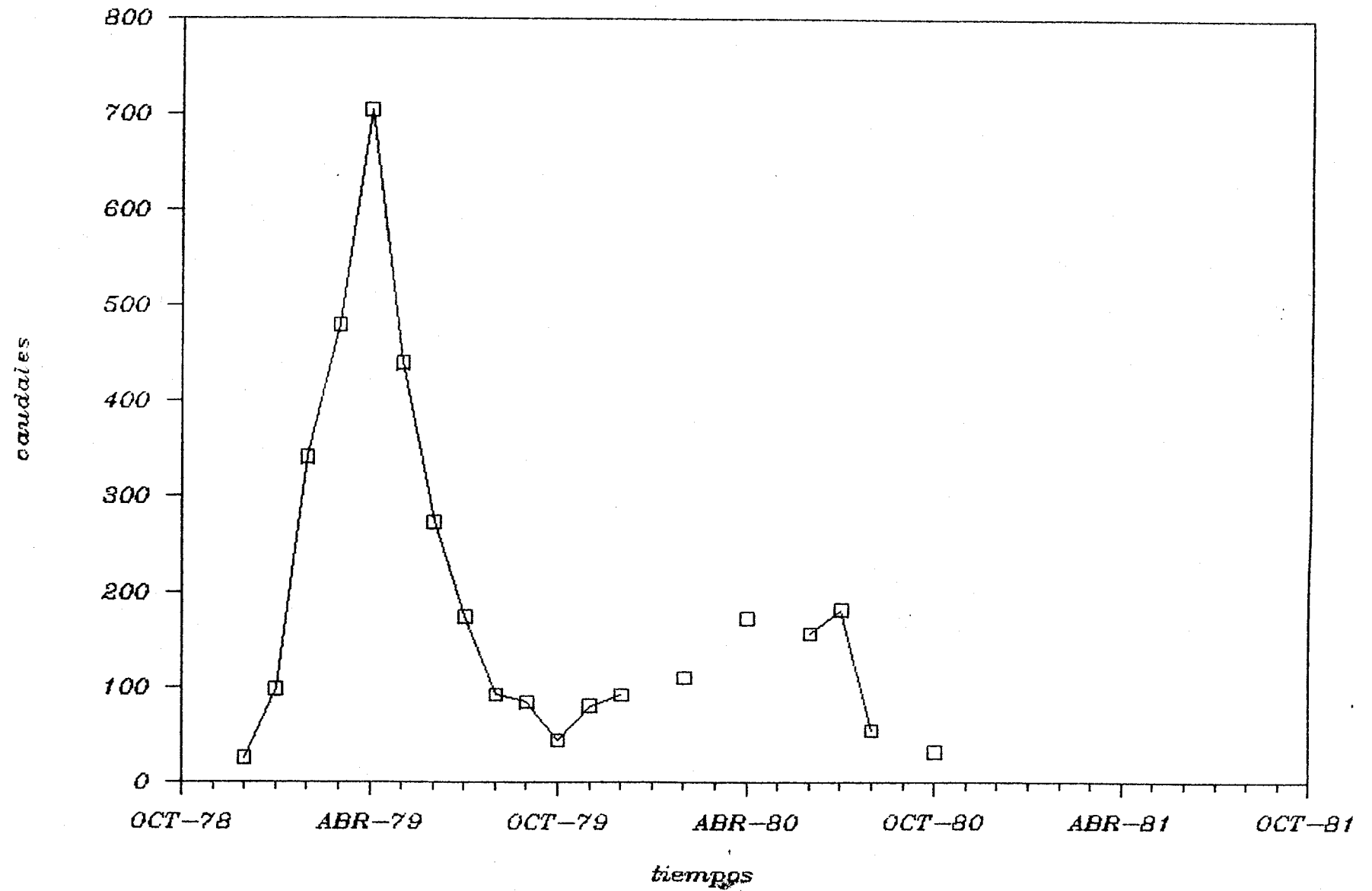


RIO JALON

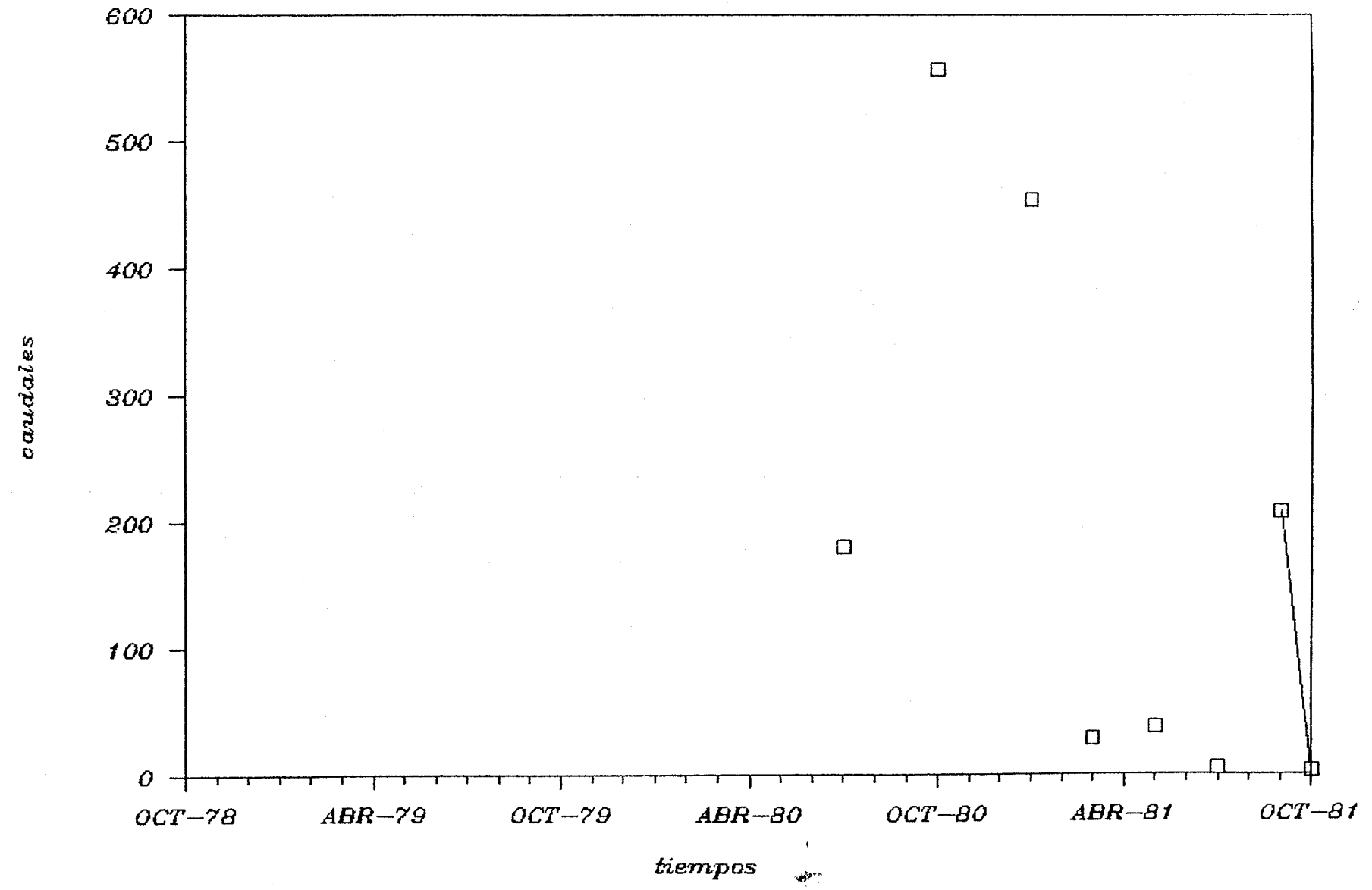
ATECA



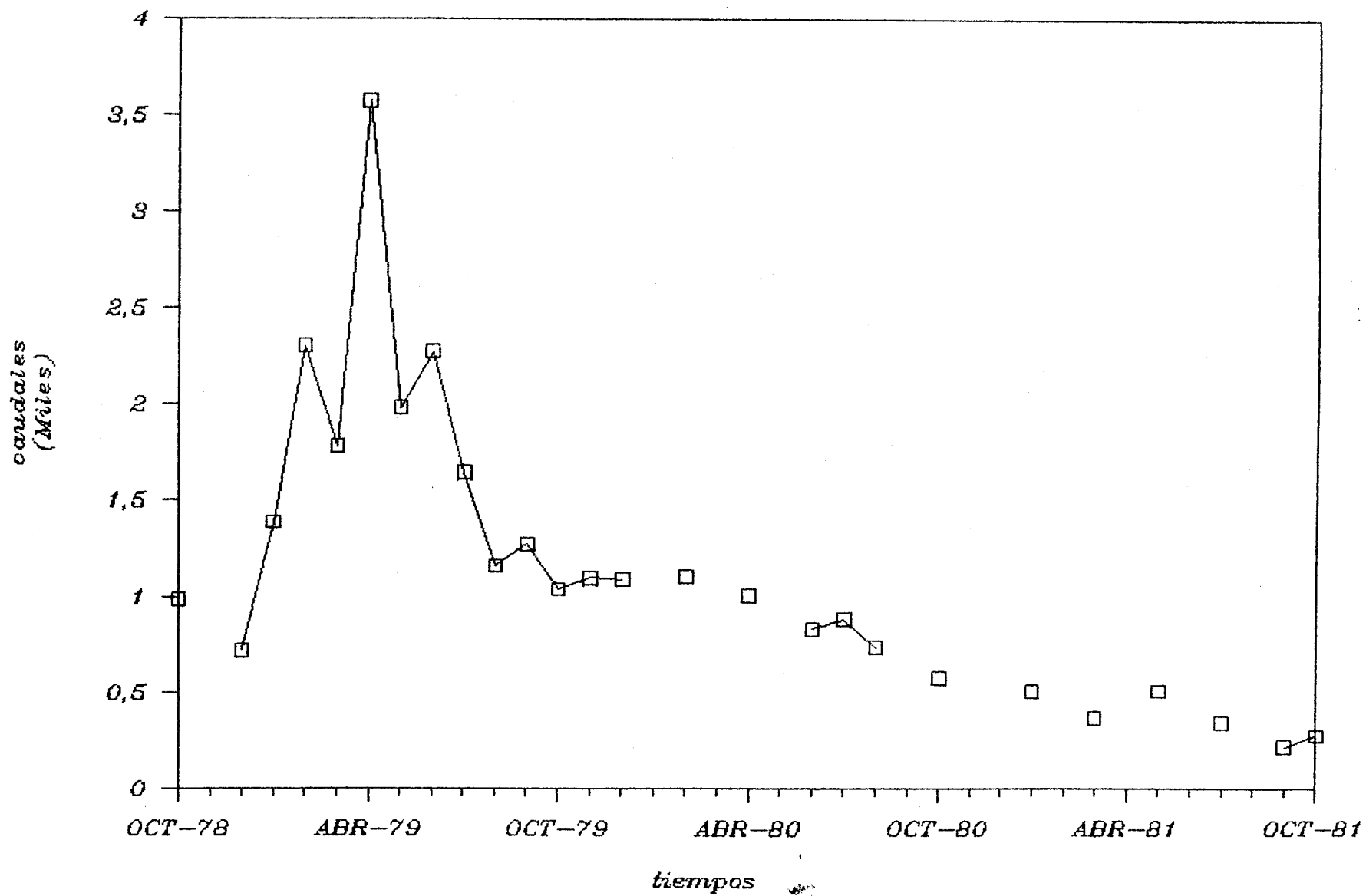
anquila (a)



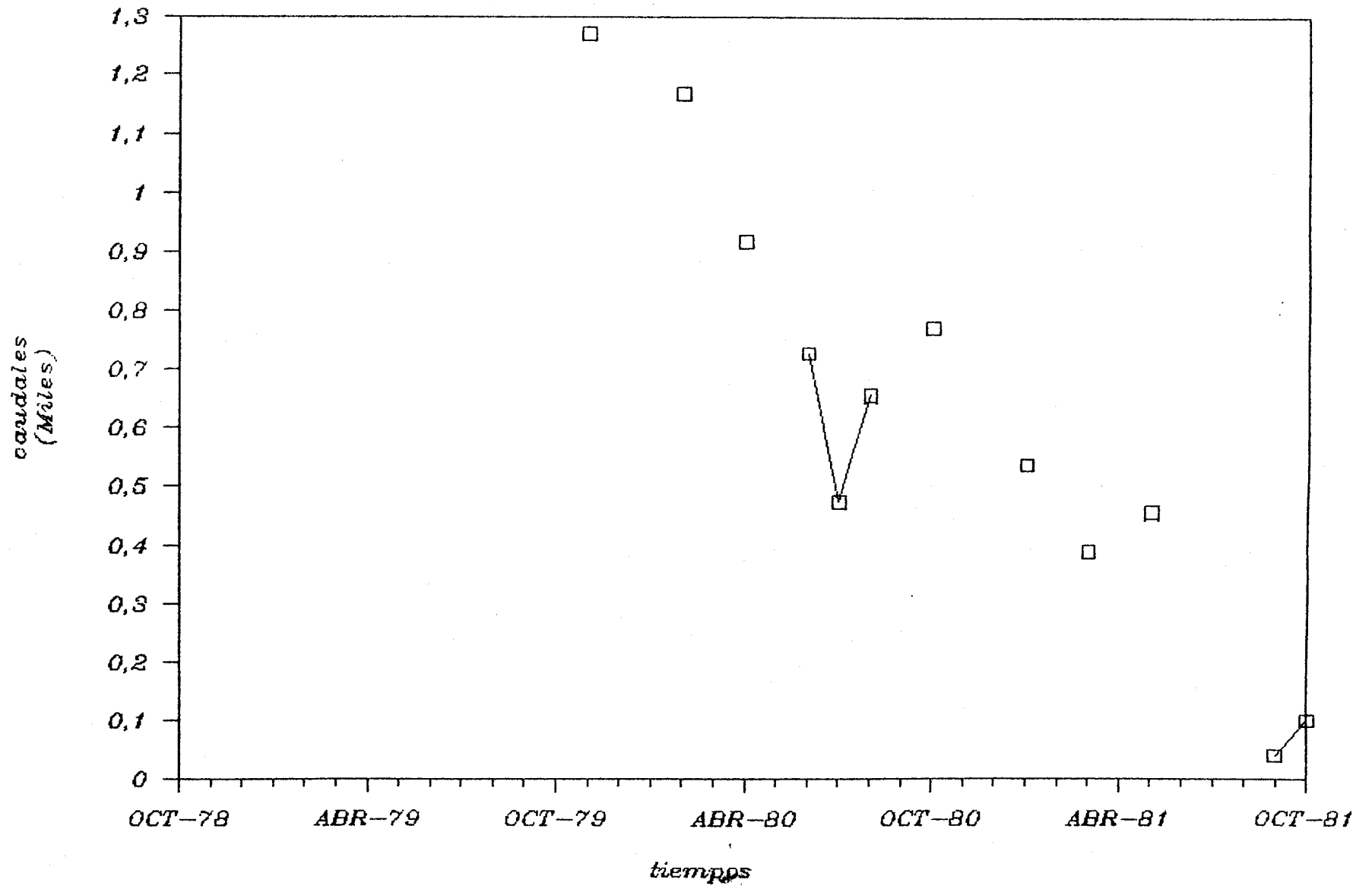
aguas arriba de monchales (am)



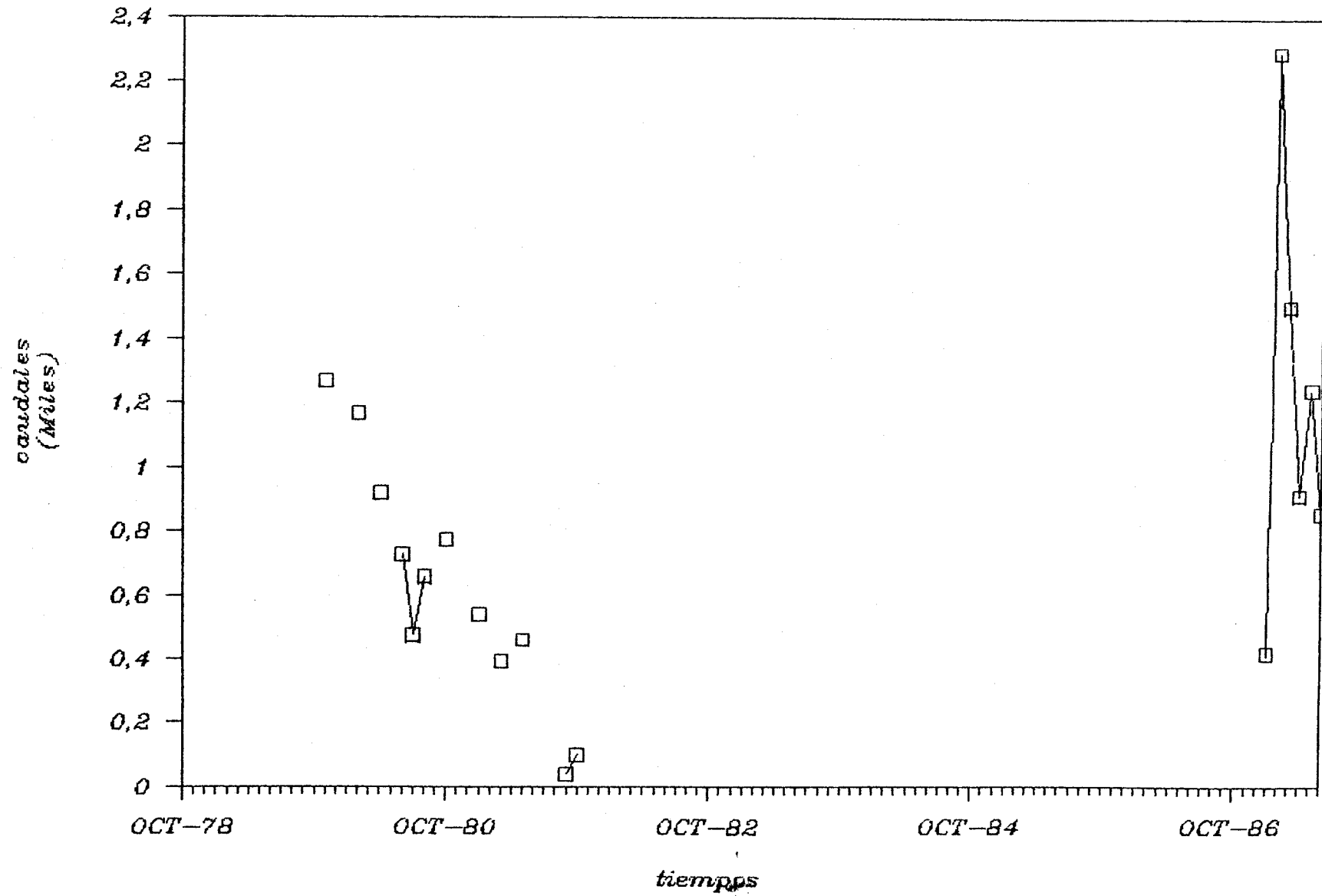
aguas abajo de monchales (bm)



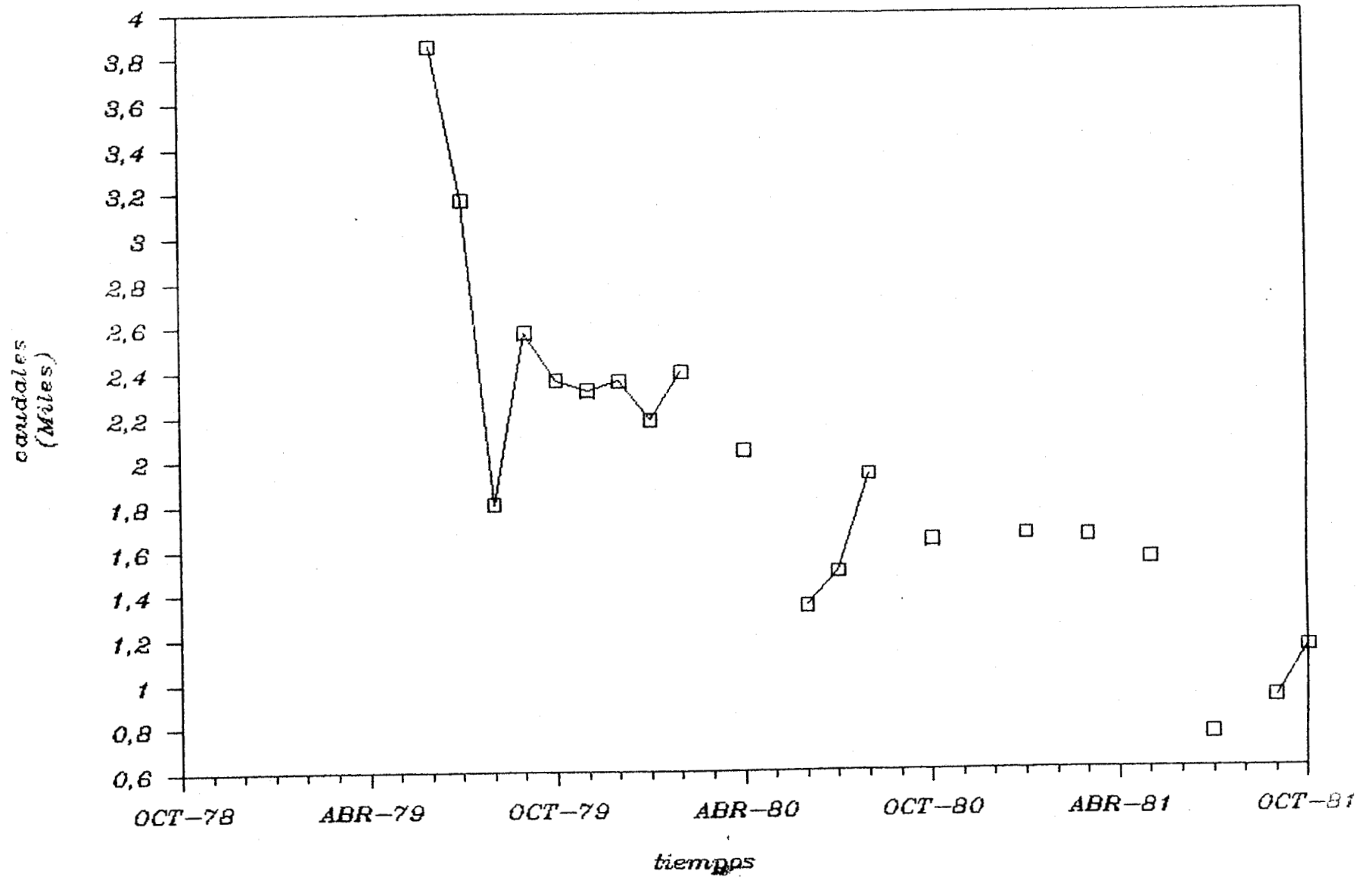
aguas arriba de jaraba(aj)



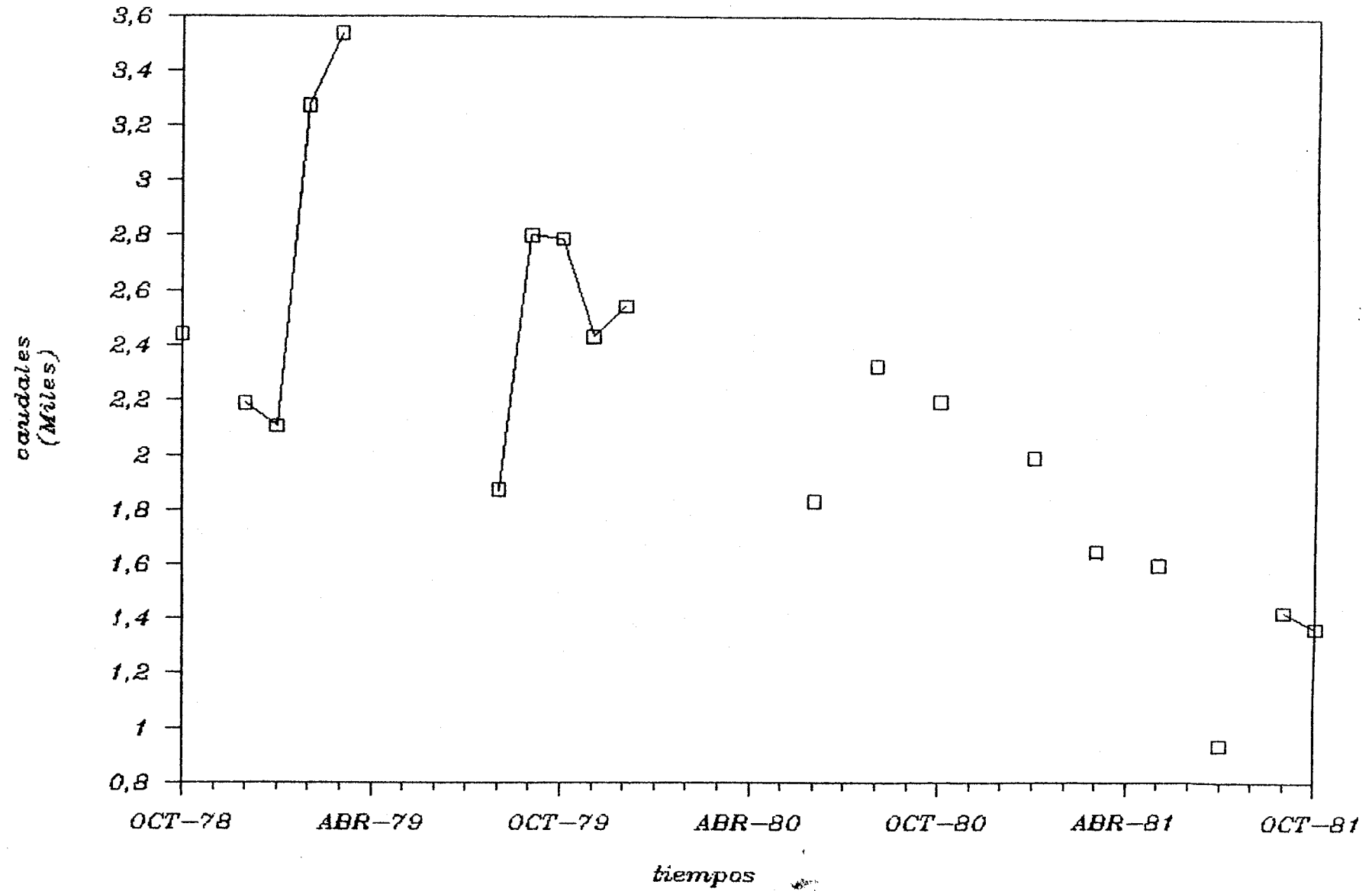
aguas arriba de jaraba



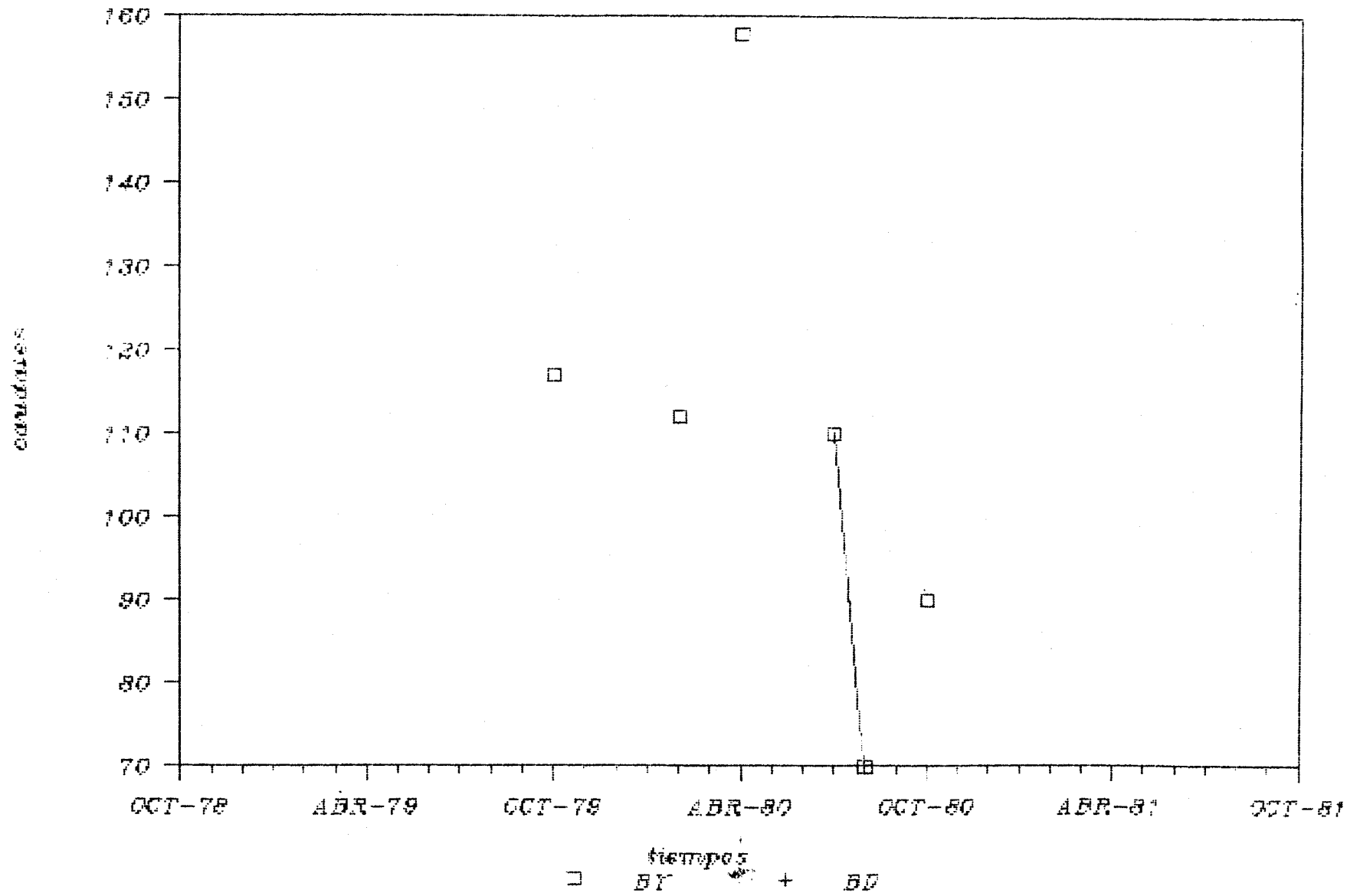
aguas abajo de jaraba



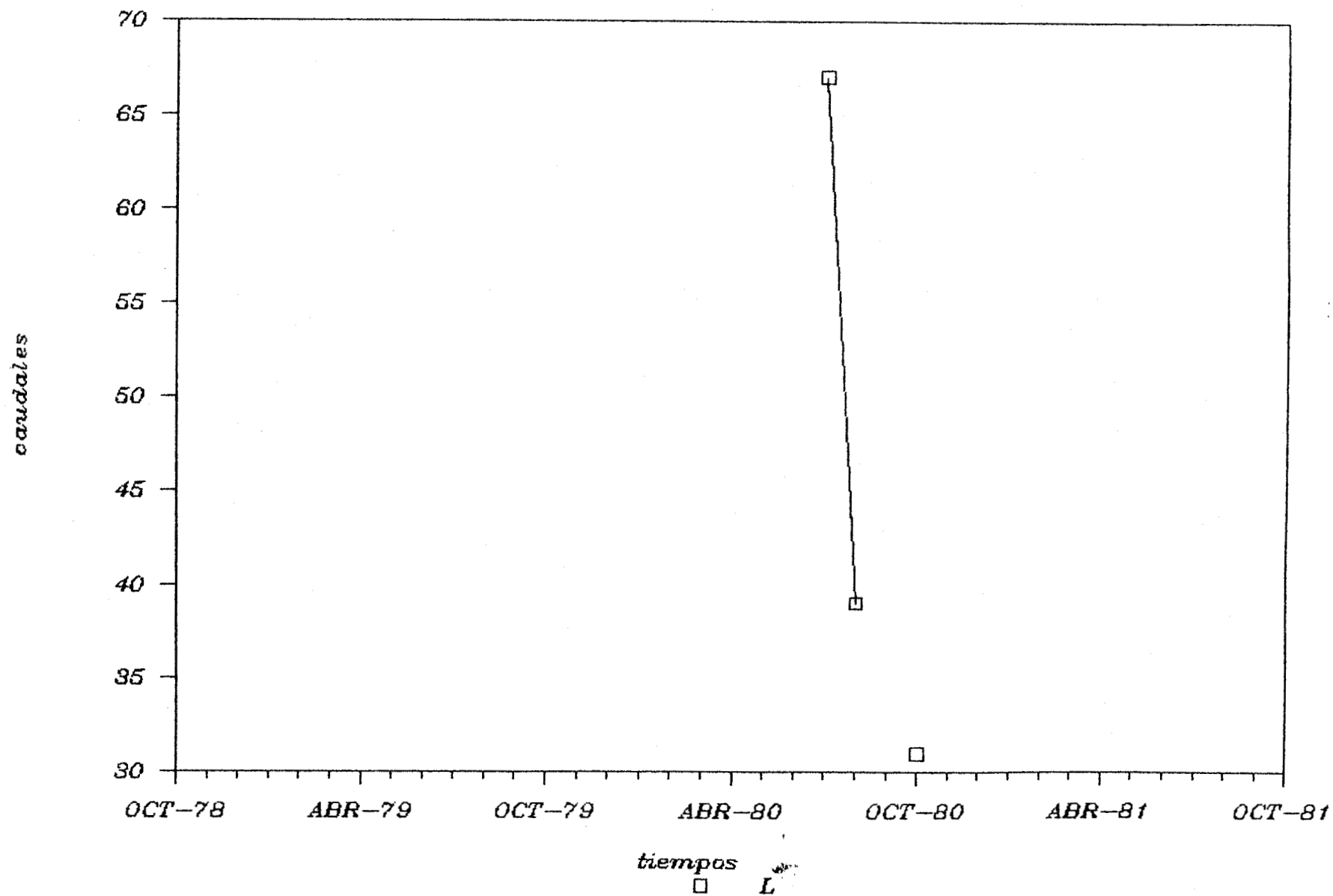
ibdes (i)



SAGIDES

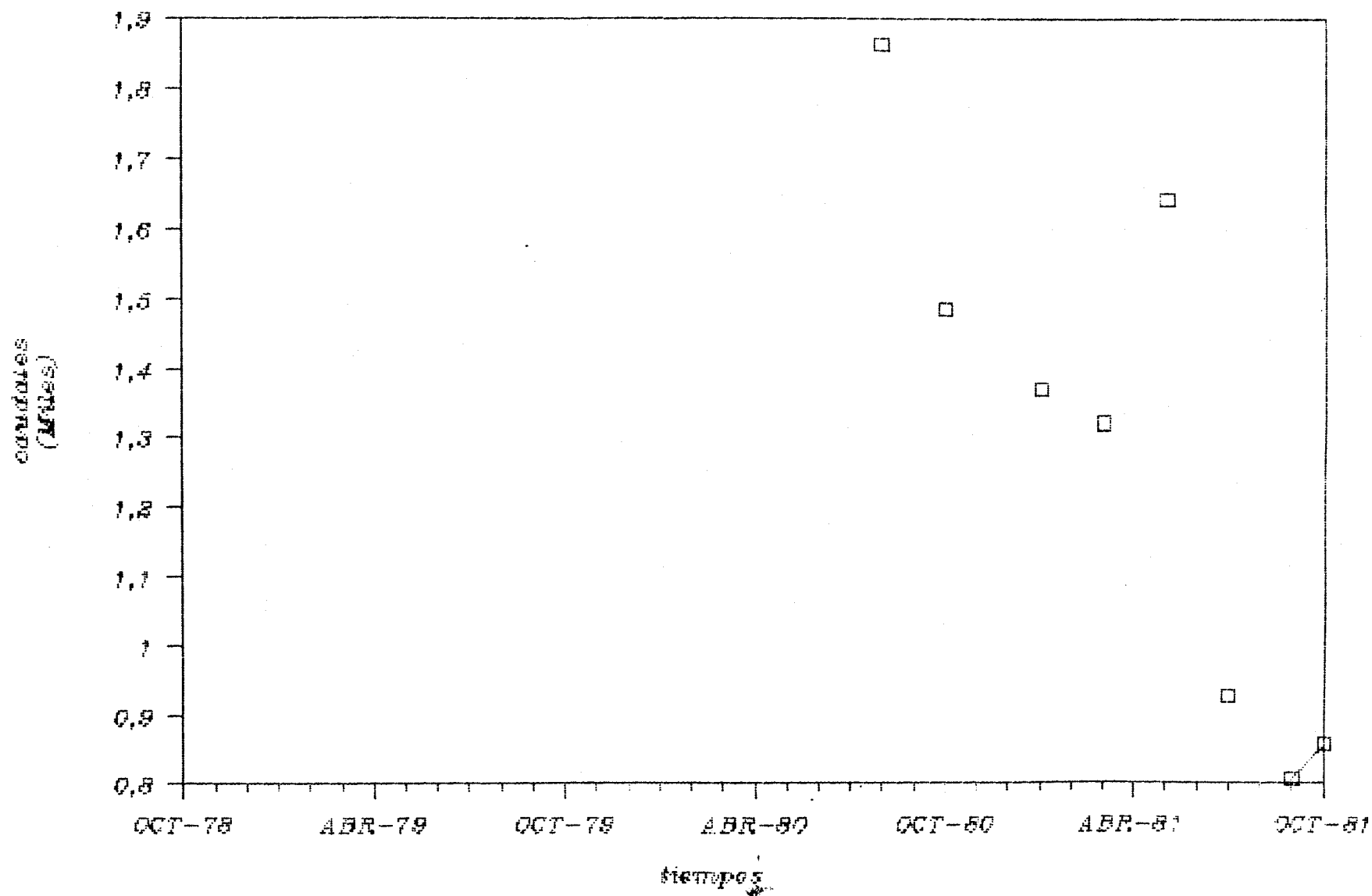


TAJUÑA LUZON



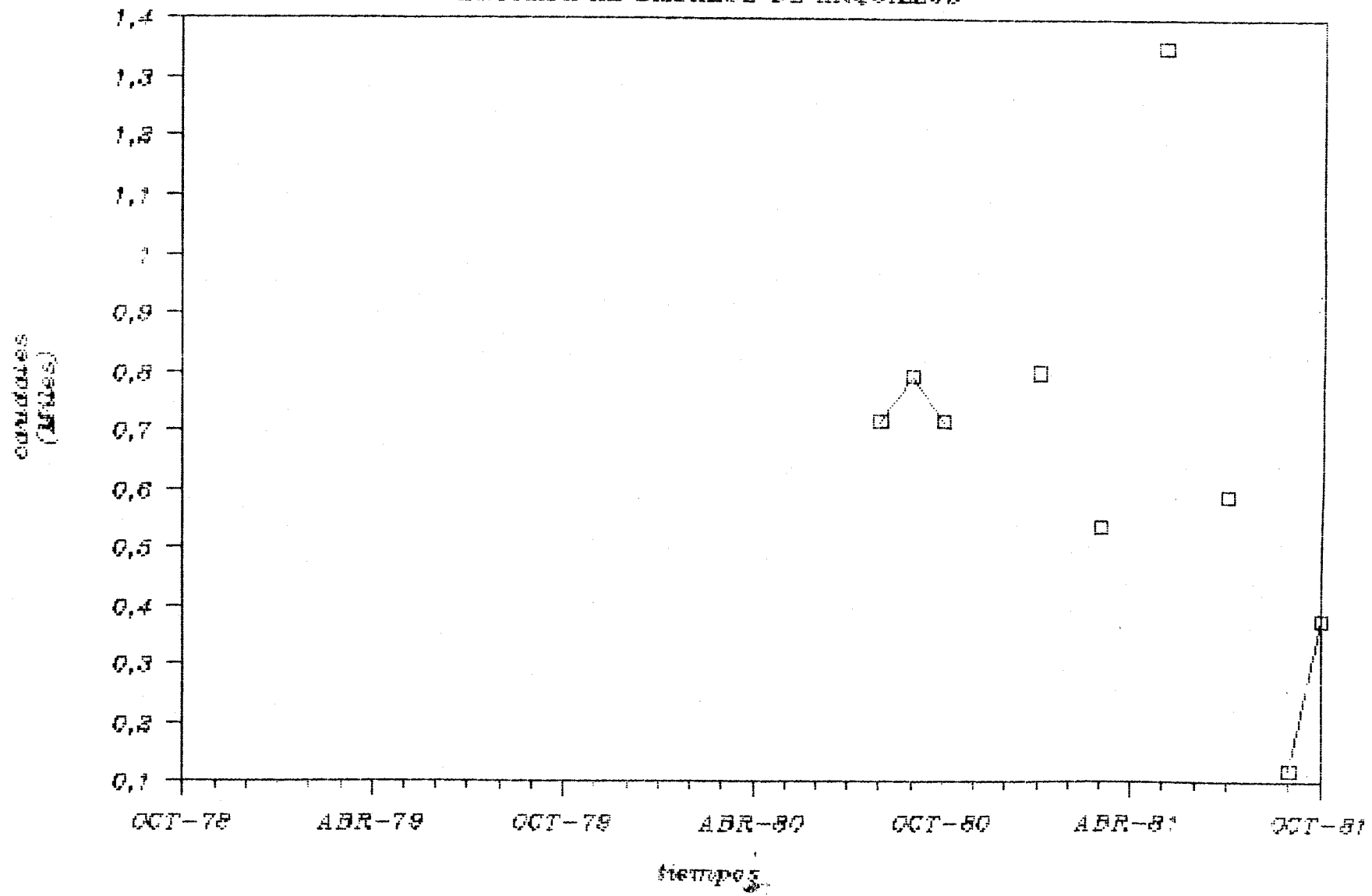
En los cuadros que se adjuntan se recogen los resultados obtenidos en cada punto de control para todas las campañas de aforos realizadas.- En dichos cuadros el caudal viene expresado en m³/seg.

RIO GALLO



RIO GUADALAVIAR

ENTRADA AL EMBALSE DE ARQUILLOS



5. RED OPTIMIZADA

En el Plano n° 3 se indica la red general optimizada. En los apartados siguientes se realiza un análisis de dicha red.

5.1. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA

El río Jiloca nace en el manantial de Cella (26223001) que tiene una altitud de 1020 m.s.n.m., y constituye el principal drenaje del acuífero cálcareo que se extiende desde Cella a Molina de Aragón. Las disponibilidades de esta descarga subterránea, se consumen prácticamente en su totalidad en los regadíos de los términos municipales de Cella y Villarquemado, y en la época en que no se riega, se infiltran en el tramo comprendido entre Cella y Santa Eulalia. Desde 1982 no se ha registrado circulación de agua por el cauce del río Jiloca en Santa Eulalia.

A lo largo del curso del río Jiloca existen una serie de manantiales (Ojos de Monreal, Ojos de Caminreal, Manantiales de Fuentes Claras) que constituyen descargas de los acuíferos calizos adyacentes, y cuyas disponibilidades se consumen prácticamente en los regadíos de Monreal, Caminreal, Torrijos y Fuentes Claras.

El río Jiloca finaliza su recorrido por el sistema acuífero 57 en Calamocha donde se recogen todas las aportaciones del Subsistema Valle del Jiloca y acuíferos adyacentes.

En las figuras n° 6 y 7 se ha representado conjuntamente el hidrograma del río Jiloca en el tramo Cella-Villacalima, y en el tramo Calamocha-Luco para los puntos de aforo de Cella (C), Santa Eulalia (E), Torrelacarcel (T), Puente de Vadillo (V), Villacalima (VI), Calamocha, Luco de Jiloca y el caudal conjunto del río Pancrudo y el río Jiloca en Calamocha (C + P). En la

RIO JILOCA TRAMO CELLA-VILLACALIMA

PERIODO ABR-77 OCT-82

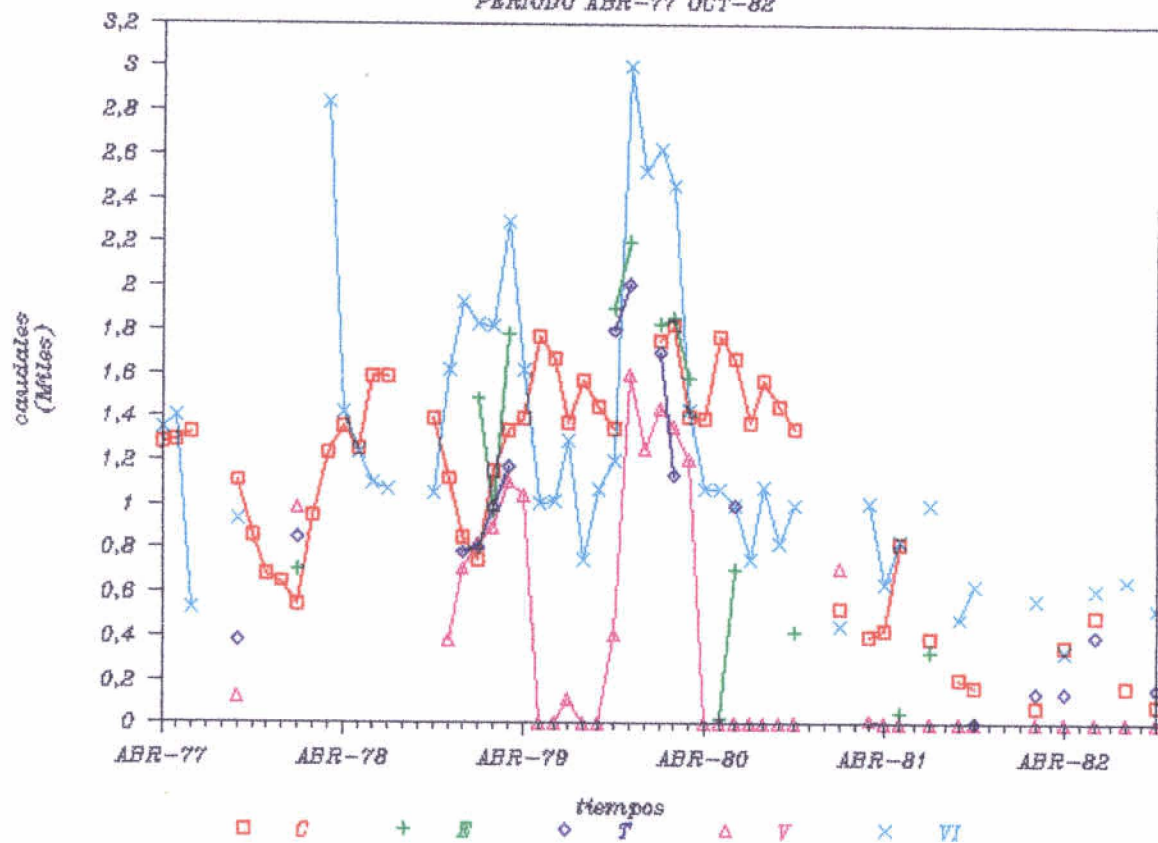


Fig. n° 6

Fig n° 6

RIO JILOCA
 PERIODO OCT-82 JUN-87

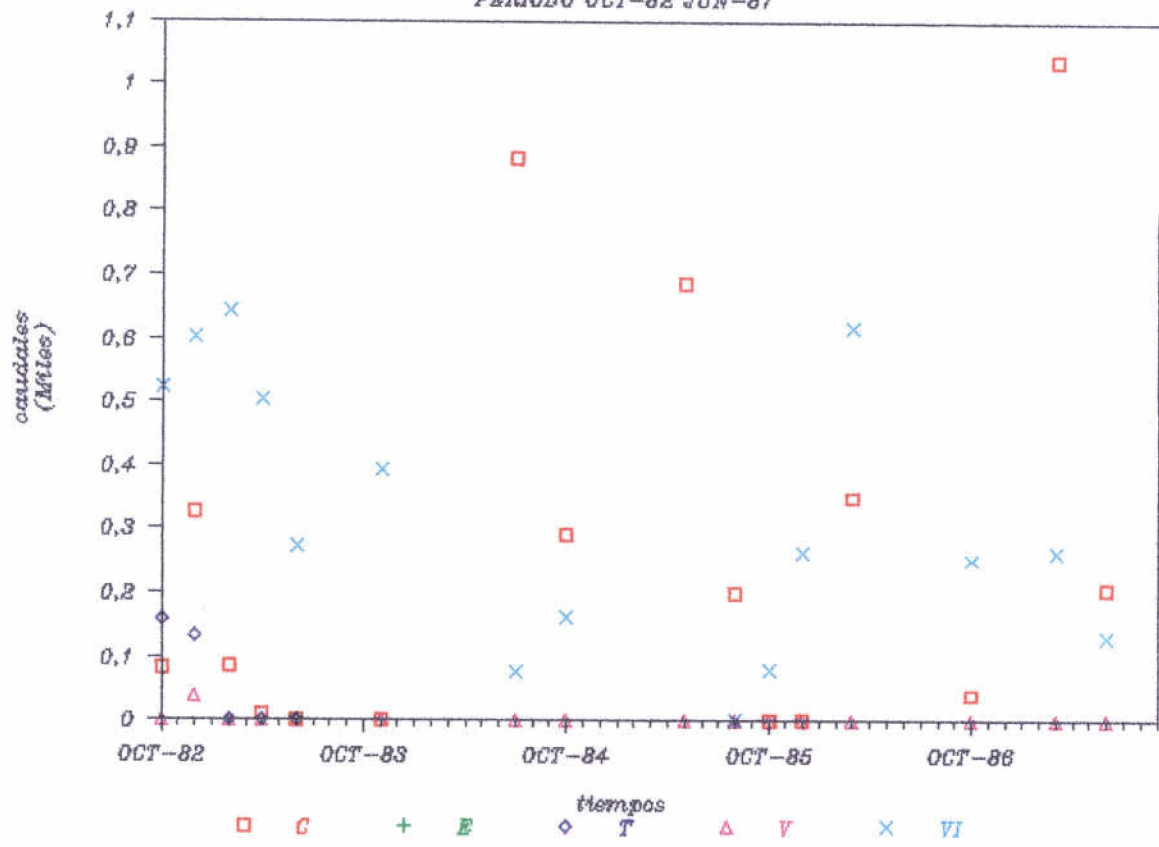


Fig. n° 6

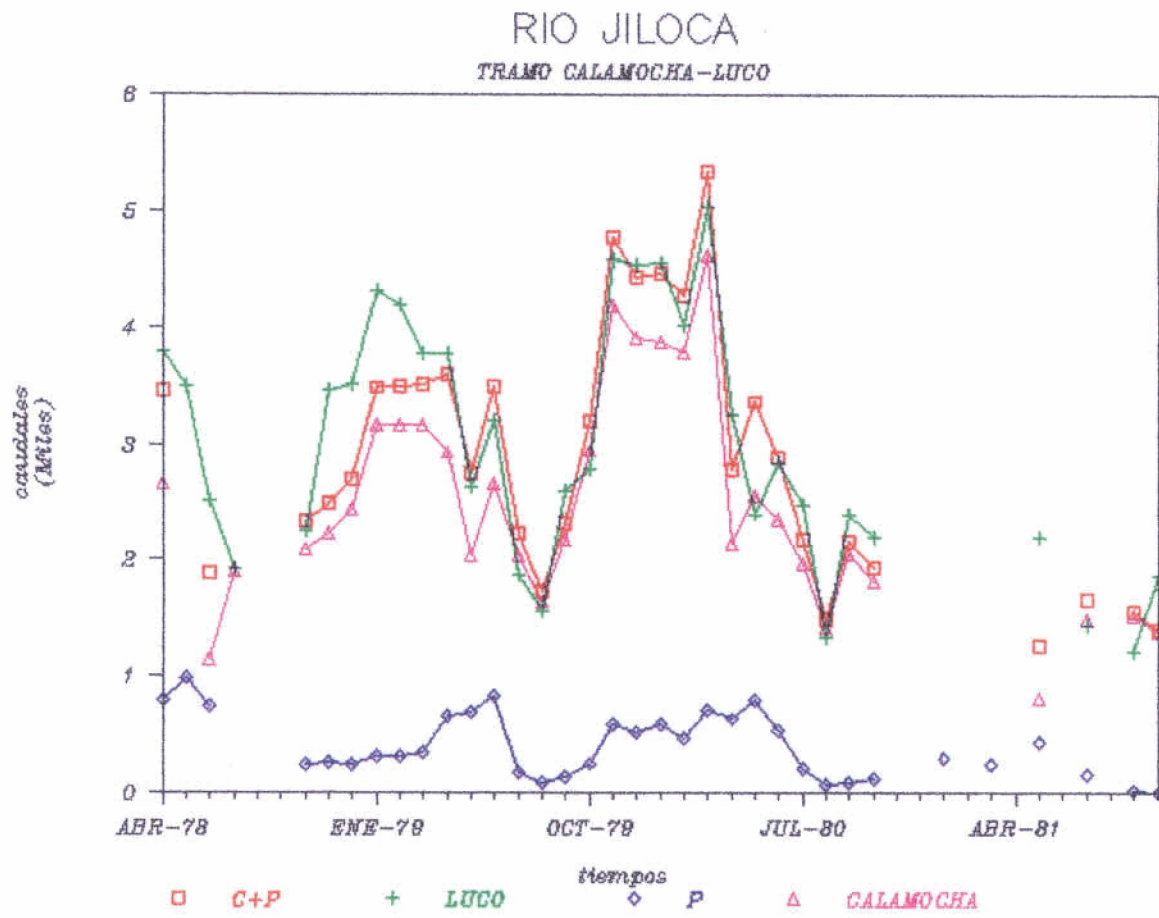


Fig. n° 7

figura n° 8 se ha representado el hidrograma del río Pancrudo para los puntos de aforo de Barrachina (B) y río Pancrudo en su desembocadura al Jiloca (P).

Del análisis de estos gráficos se desprende:

1) El río Pancrudo presenta una rápida respuesta a la pluviometría, puesto que los máximos de caudal coinciden con los meses de máxima pluviometría. En los meses de estiaje, el caudal es muy reducido o prácticamente nulo. Dicho río discurre en la mayor parte de su curso a través de materiales terciarios de carácter impermeable, por lo que su caudal es debido fundamentalmente a escorrentía superficial, siendo el caudal de base muy pequeño.

Desde un punto de vista hidrogeológico carece de interés mantener una red general de control en dicho río.

2) El caudal de base del río Jiloca en Luco de Jiloca es prácticamente el registrado en Calamocha. Al estar situado Luco de Jiloca sobre materiales Paleozoicos, y discurrir la mayor parte del curso del río Pancrudo a través de materiales terciarios de carácter generalmente impermeables, se puede considerar que el río Jiloca finaliza su recorrido por el sistema acuífero 57 en Calamocha.

En los meses de invierno y primavera, se puede apreciar, que el caudal en Luco de Jiloca es mayor que el medido en Calamocha. Esto es debido fundamentalmente a la escorrentía superficial de los materiales paleozoicos existentes entre Calamocha y Luco de Jiloca, y a la aportación del río Pancrudo que recoge la escorrentía superficial de los materiales terciarios que atraviesa en su recorrido.

Por lo tanto un punto de control situado en la localidad de Calamocha podrá determinar el caudal de agua que sale del acuífero a través del río Jiloca que lo drena.

RIO PANCRUDO

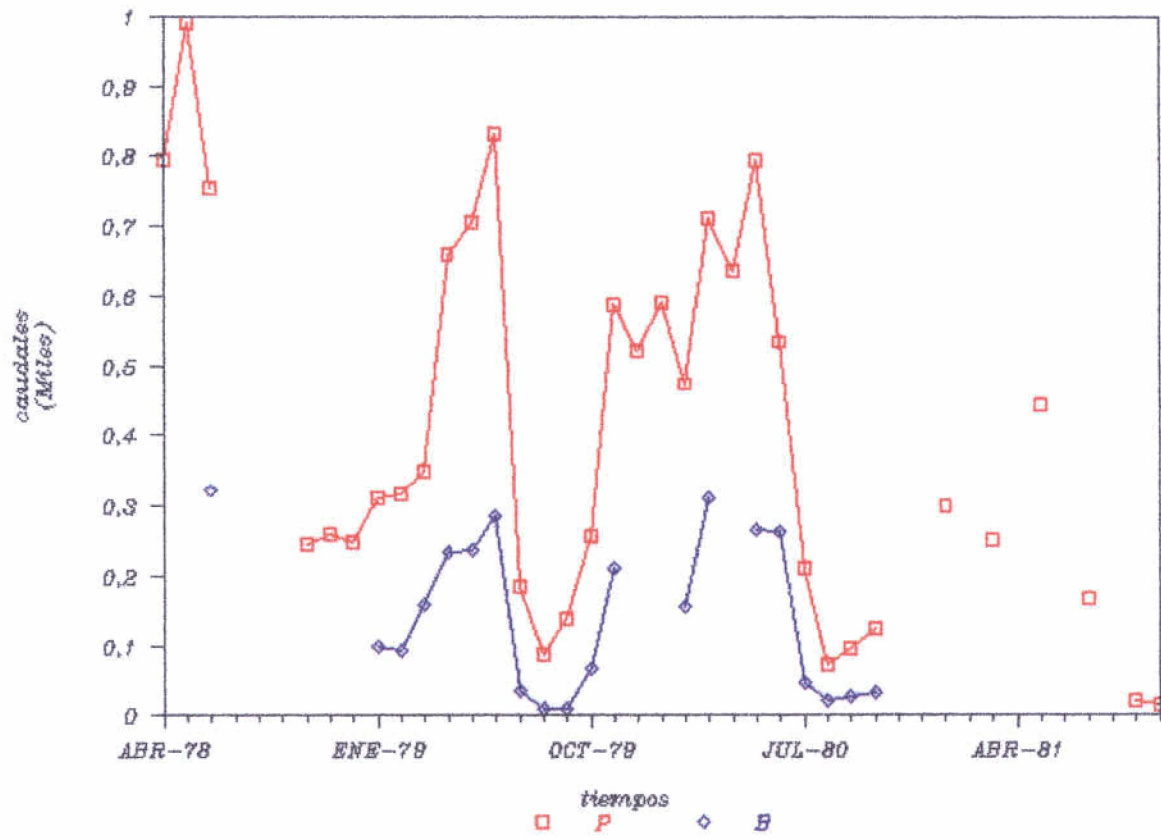


Fig. n° 8

3) Los aforos realizados en el cauce del río Jiloca, Fte. de Cella (C), Santa Eulalia (E), Puente de Vadillo (V) y Villacalima (VI) ponen de manifiesto la existencia de una infiltración en el tramo comprendido entre Cella y Villacalima que es donde tiene lugar la aportación del manantial de los Ojos de Monreal. Desde 1982 no circula agua por este tramo del río.

Del análisis de las consideraciones expuestas anteriormente se estima que la red de control hidrométrico del Subsistema Valle del Jiloca debe estar constituida por los siguientes puntos:

1) Manantial de Cella

Constituye el principal drenaje del acuífero calcáreo que se extiende desde Cella a Molina de Aragón.

2) Ojos de Monreal

Las aportaciones de este manantial, proceden en parte de descargas de acuíferos calizos adyacentes, y en parte de retornos de regadíos realizados aguas arriba (Cella-Torrelacarcel).

3) Ojos de Caminreal.

Estos manantiales drenan la zona Sur del Subsistema acuífero Piedra-Gallocanta.

4) Manantial del Lavadero de Fuentes Claras.

En dicho manantial, se produce la descarga de una parte importante de los aportes que proceden de los acuíferos situados en los bordes del Valle.

5) Río Jiloca en Calamocha.

Este punto de control determina el caudal de agua que sale del -- acuífero a través del río Jiloca que lo drena.

5.2. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA PIEDRA-GALLOCANTA

a) Río Ortiz

El río Ortiz nace en Abantos de varios manantiales que constituyen el drenaje de una serie de calizas y dolomias. Entre esta localidad y Nuevalos (donde tiene lugar su desembocadura al embalse de la Tranquera) realiza un breve recorrido por el subsistema acuífero Piedra-Gallocanta drenando el borde Oriental del mismo. Los materiales que afloran a lo largo de su curso son fundamentalmente las dolomias y carniolas del Lias inferior, y las calizas, dolomias, margocalizas y margas del cretácico superior.

En la figura nº 9 se ha representado conjuntamente el hidrograma - del río Ortiz en Monterde (M) y en Nuevalos (N). En el mismo, se puede apreciar que el caudal de base en Monterde es muy reducido, produciéndose, por - tanto, las principales descargas en forma de salidas difusas en el lecho del río, en el tramo comprendido entre Monterde y Nuevalos.

El caudal de base (escorrentía subterránea) estimado en el punto - de unión al Embalse de la Tranquera es del orden de $0,050-0,100 \text{ m}^3/\text{seg.}$ para el periodo (1978-1980). El aporte del subsistema Piedra-Gallocanta al río Or_ tiz es de $2-3 \text{ hm}^3/\text{año.}$

De las consideraciones expuestas anteriormente, se estima, que con un único aforo en Nuevalos (C.A.E-129) se pueden tener controladas las des-- cargas del borde oriental del subsistema Piedra-Gallocanta al río Ortiz.

RIO ORTIZ

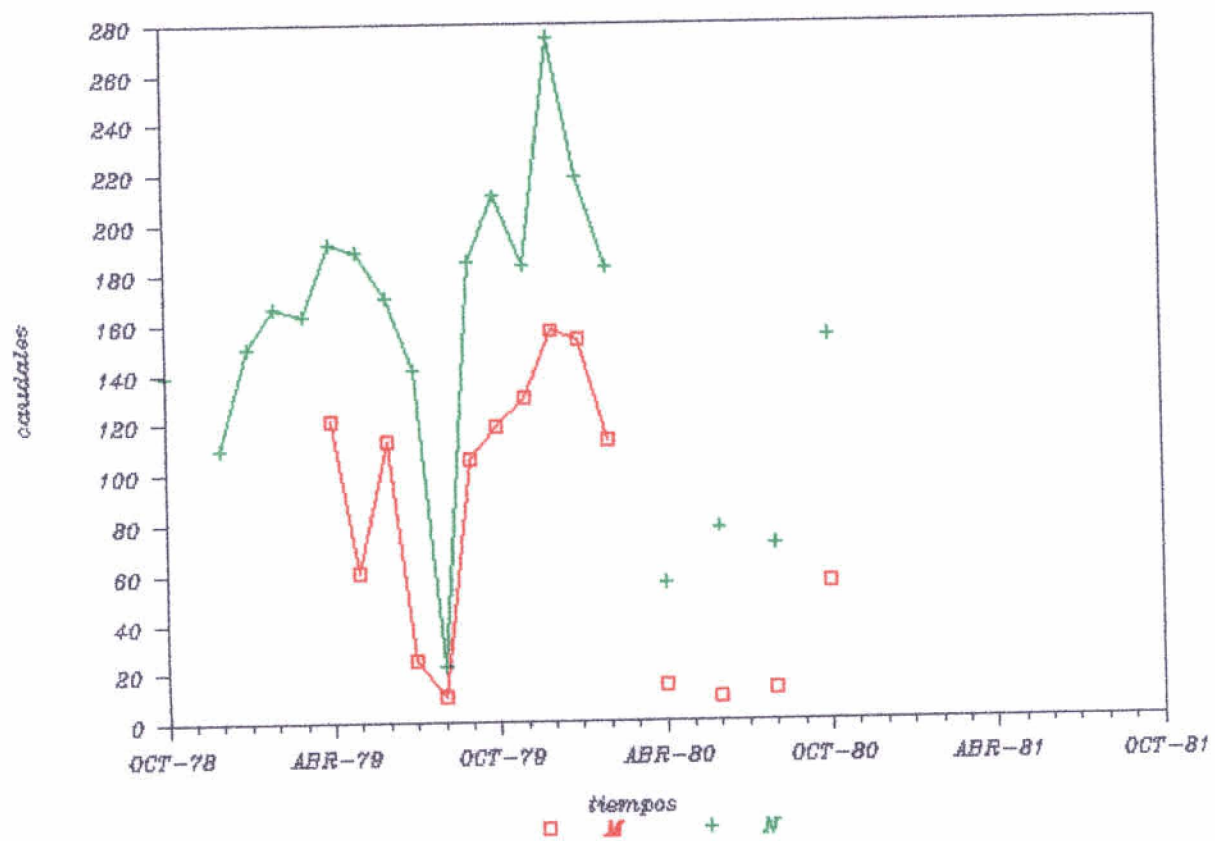


Fig. n° 9

b) Río Piedra

El río Piedra nace aguas arriba de la localidad de Embrid de la unión de una serie de ramblas, recorre el borde occidental del subsistema acuífero Piedra-Gallocanta desembocando al río Jalón en Ateca, después de regular sus aportes conjuntamente con los ríos Ortiz y Mesa en el Embalse de la Tranquera. El río Piedra constituye la divisoria hidrogeológica del citado subsistema con el subsistema Sierra del Solorio, recibiendo de este último la principal aportación en Cimballa.

En la figura n° 10 se ha representado conjuntamente el hidrograma del río Piedra en Embid (E), aguas arriba de Cimballa (AC), aguas abajo de Cimballa (BC), aguas arriba del Monasterio de Piedra (AM) y aguas abajo del Monasterio de Piedra (BM), y en la figura n° 11 la variación de caudal a lo largo del perfil longitudinal del río (teniendo presente la litología de los materiales que atraviesa el mismo) para los meses del periodo base en los que se poseían registros en todas las estaciones de control.

Del análisis de estos gráficos, se puede establecer, que el caudal de base entre Embid y aguas arriba de Cimballa es prácticamente nulo. En Cimballa tiene lugar la descarga del acuífero cretácico (Zona oriental) del Subsistema Sierra del Solorio. Dicha descarga se produce a través de cuatro manantiales situados en la margen izquierda y directamente al río. Aguas arriba de Cimballa, como se ha comentado anteriormente, no circula normalmente agua por el río; ahora bien, existen registros históricos de 224 l/s y 600 l/s, por lo que será preciso controlar este punto, además de uno situado aguas abajo de Cimballa, para cuantificar lo más exactamente posible las descargas que tienen lugar en dicha localidad. En el resto de puntos de control (como se puede apreciar en los gráficos) no es necesario realizar aforos, puesto que no existe aumento o disminución notable de caudal con respecto al medido en Cimballa, y cuando existen, quedan comprendidos, generalmente, dentro de lo que se denomina error de aforo.

rio PIEDRA

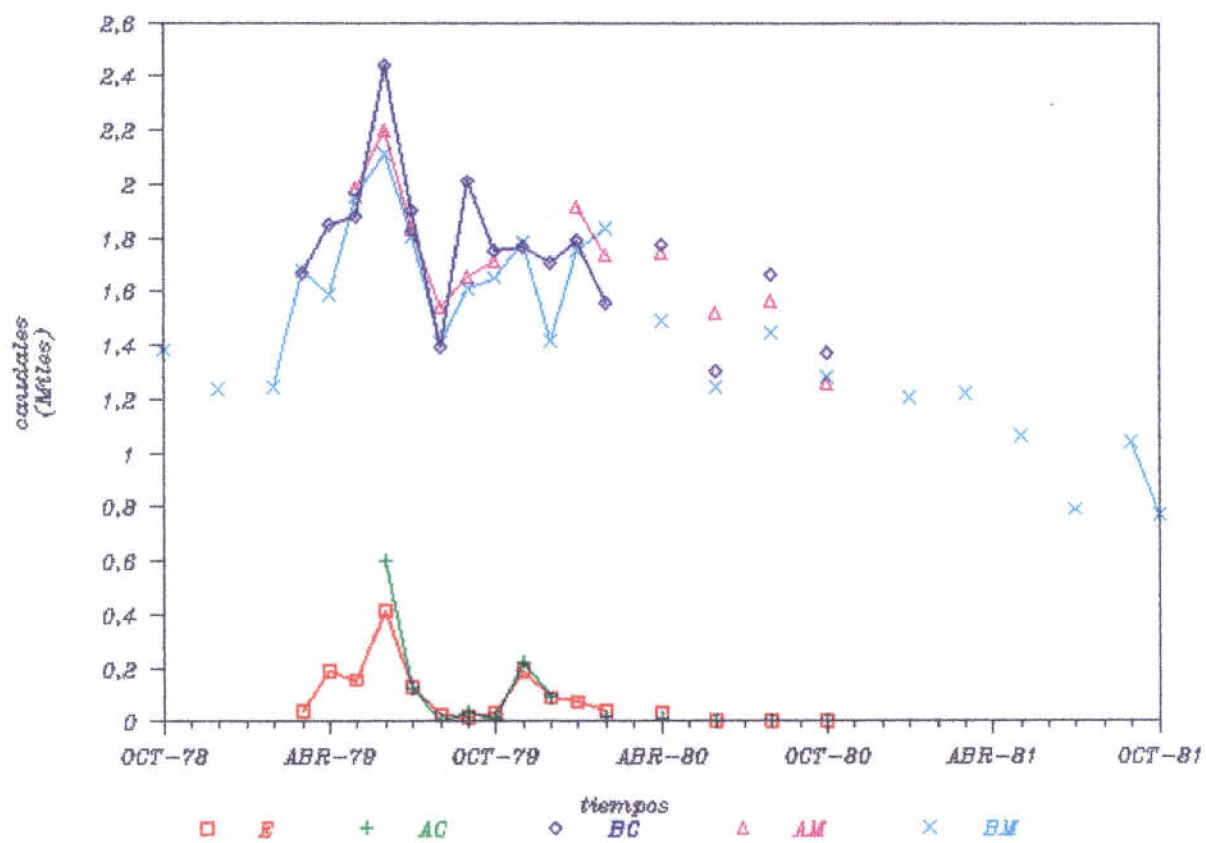


Fig. n° 10

RIO PIEDRA

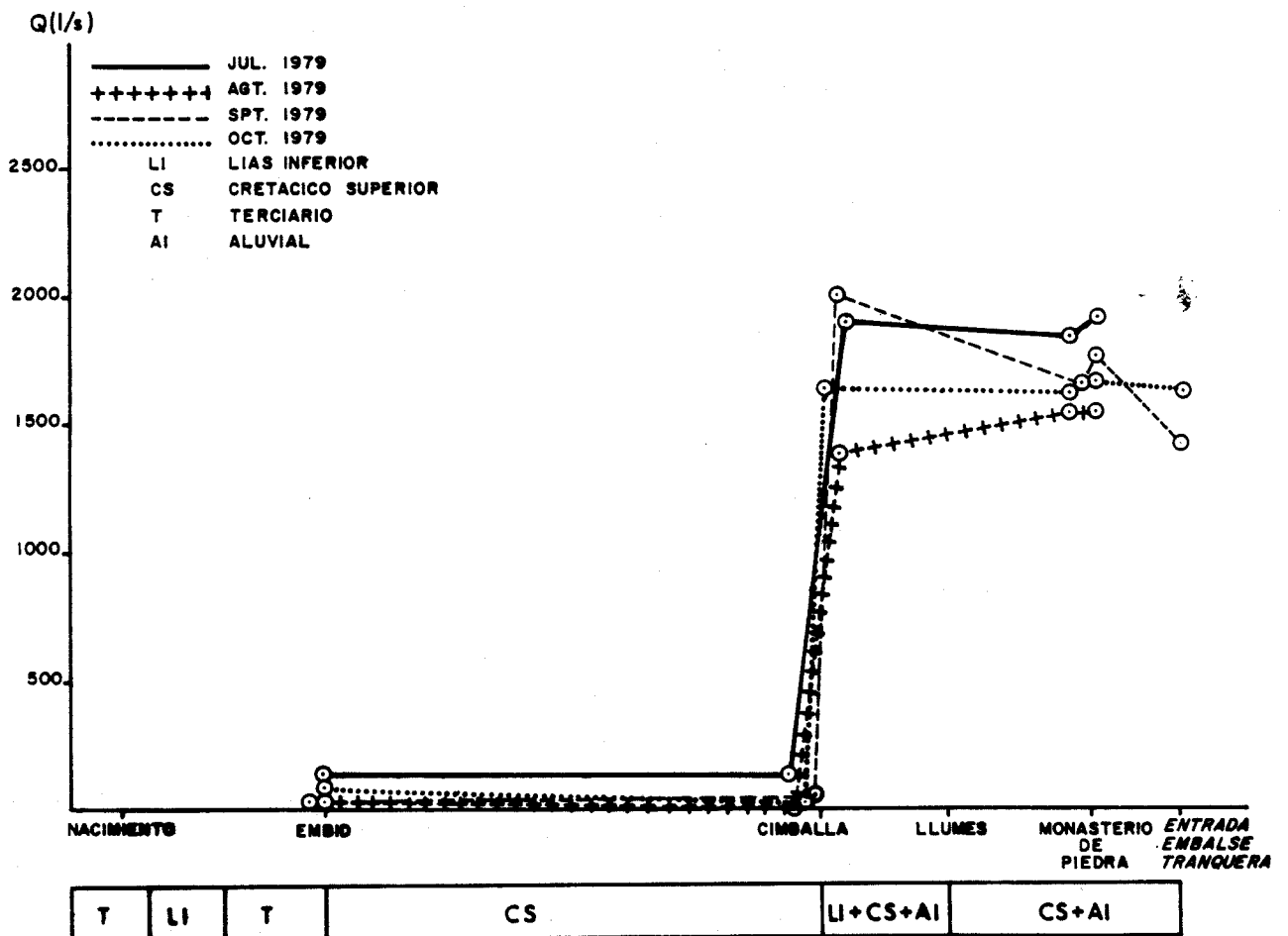


Fig. n° 11

El aporte medio en Cimballa es del orden de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ($47 \text{ hm}^3/\text{año}$). La aportación mínima del río Piedra al Embalse de la Tranquera se puede cuantificar en $40\text{-}50 \text{ hm}^3/\text{año}$ para el periodo 1978-1981.

5.3. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA SIERRA DEL SOLORIO

a) Río Blanco

El río Blanco es un afluente del río Jalón por su margen derecha - que le aporta un caudal procedente del subsistema acuífero Sierra del Solorio. Tiene su nacimiento en el manantial de Layna, y va aumentando progresivamente su caudal a lo largo de su recorrido, según atraviesa los materiales del Lias inferior (carniolas y dolomías tableadas) que se extienden desde su nacimiento hasta la población de Velilla de Medina.

En la figura nº 2 se ha representado conjuntamente el hidrograma - del río Blanco en el manantial de Layna (BY) y en la desembocadura al río Jalón (BD).

En el análisis de dicho gráfico, se aprecia, que el manantial de - Layna presenta normalmente caudales inferiores a los 100 l/s , mientras que - en la desembocadura son del orden de los 250 l/s para los meses de verano y otoño (caudal de base. Escorrentía subterránea).

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas anteriormente, se estima, que con un único aforo en Velilla de Medina se puede controlar todo el caudal que el subsistema acuífero Sierra del Solorio aporta al río Jalón a través del río Blanco.

El río Blanco en el periodo octubre 79 a diciembre 81 tiene unas - aportaciones subterráneas mínimas que varían desde $0,250 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ($8 \text{ hm}^3/\text{año}$) en el año 1980 a $0,150 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ($4,5 \text{ hm}^3/\text{año}$) en el año 1981.

BLANCO

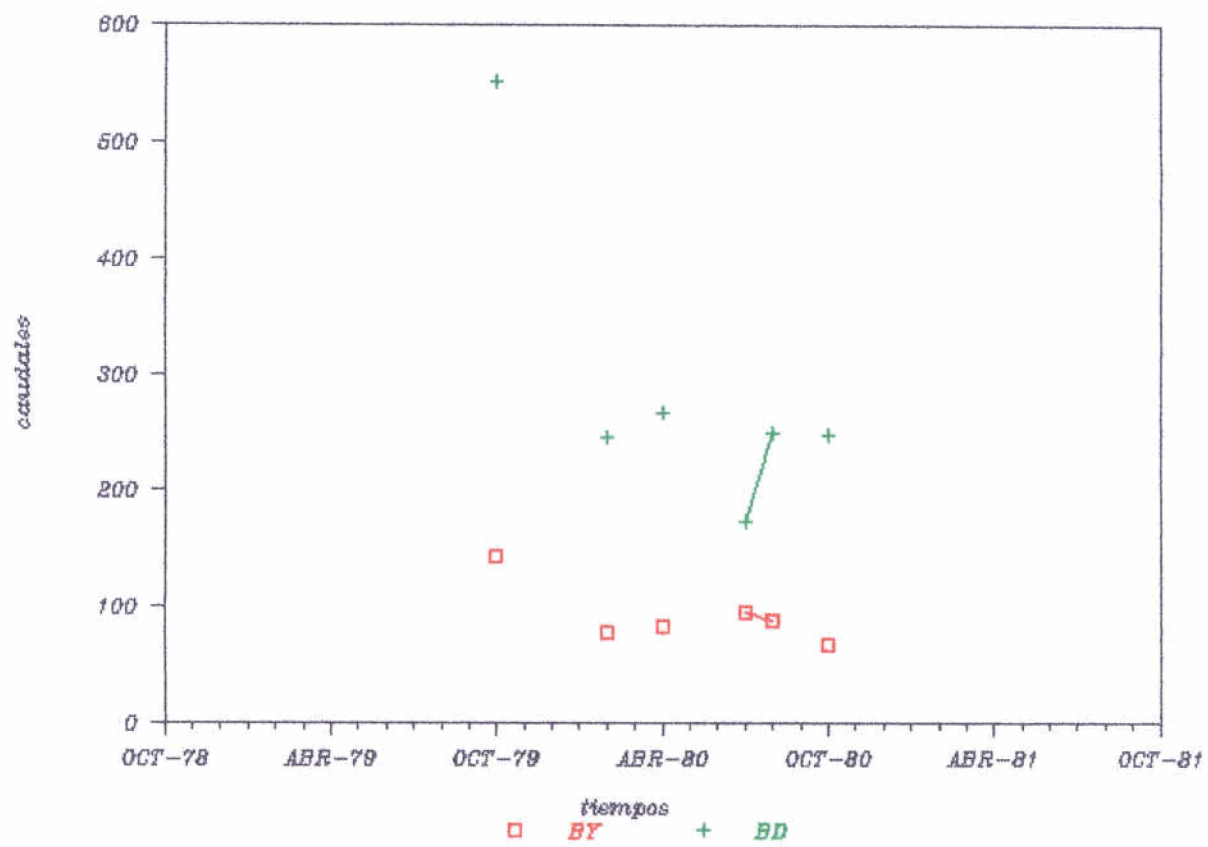


Fig. n° 12

b) Río Mesa

El río Mesa recorre el Subsistema Sierra del Solorio en dirección Sur-Norte desde Anquela del Ducado hasta el Embalse de la Tranquera donde son reguladas sus aportaciones. Durante su recorrido, existe una conexión hidráulica del río con los acuíferos del subsistema, de tal forma que drenan al acuífero jurásico que se extiende desde aguas abajo de Anquela hasta Monchales, donde recibe su mayor aporte, principalmente por descarga difusa al río. Aguas abajo de Monchales, cuando el río comienza a atravesar el acuífero cretácico (Calmarza-Jaraba) pierde parte de su caudal por infiltración en las calizas del mismo. En Jaraba el río vuelve a tener unos importantes aportes a través de varios manantiales, y de forma difusa en el río.

En la figura n° 13 se ha representado conjuntamente el hidrograma del río Mesa en Anquela del Ducado (a), aguas arriba de Monchales (am), aguas abajo de Monchales (bm), aguas arriba de Jaraba (aj), aguas abajo de Jaraba (bj) y en Ibdes (i), y en la figura n° 14 la variación de caudal a lo largo del perfil longitudinal del río (teniendo presente la litología de los materiales que atraviesa el mismo) para meses del periodo base en los que se poseían registros en todas las estaciones de control.

Del análisis de estos gráficos y de las consideraciones expuestas anteriormente, se estima que es conveniente realizar aforos en los siguientes puntos:

- 1.- Río Mesa aguas abajo de Anquela
- 2.- Río Mesa aguas abajo de Monchales

Estos dos puntos de control permitirán determinar los aportes del acuífero Jurásico al río Mesa en el tramo comprendido entre dichas localidades y en las proximidades de la población de Monchales.

rio mesa

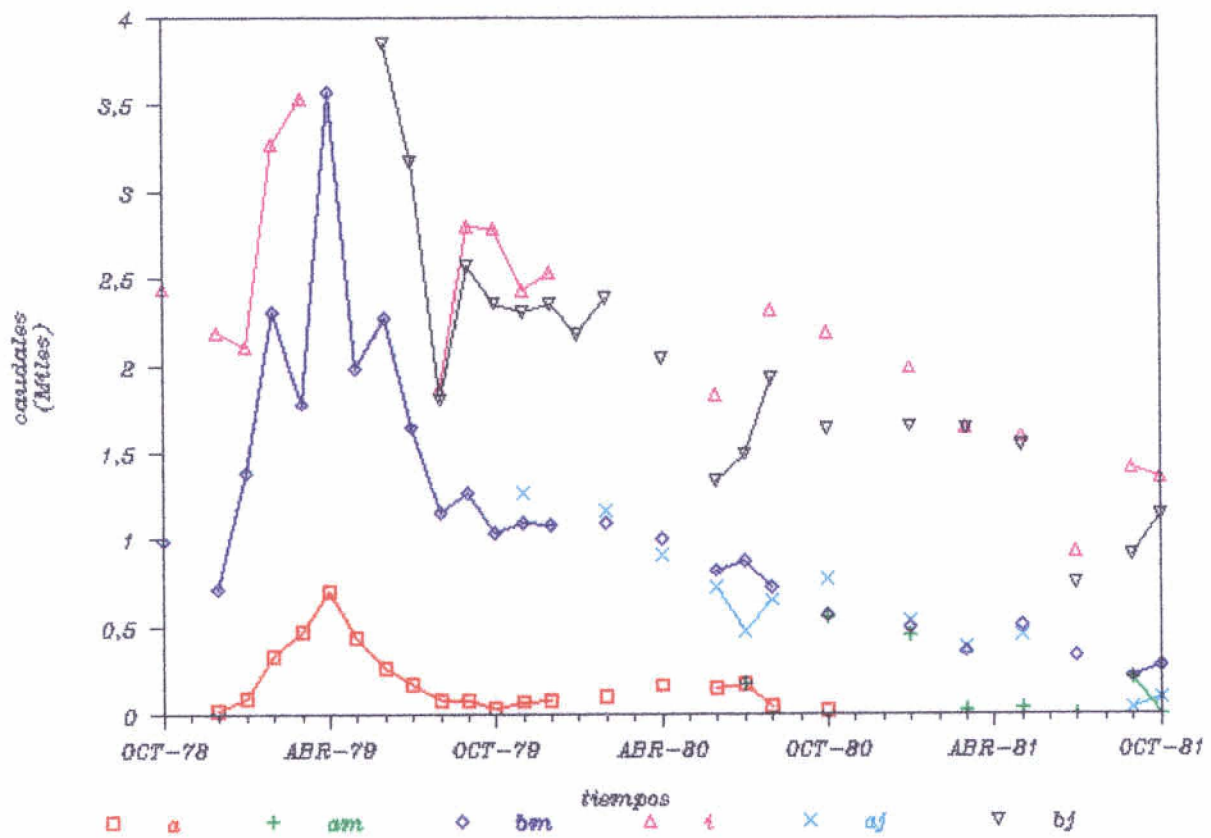


Fig. n° 13

RIO MESA

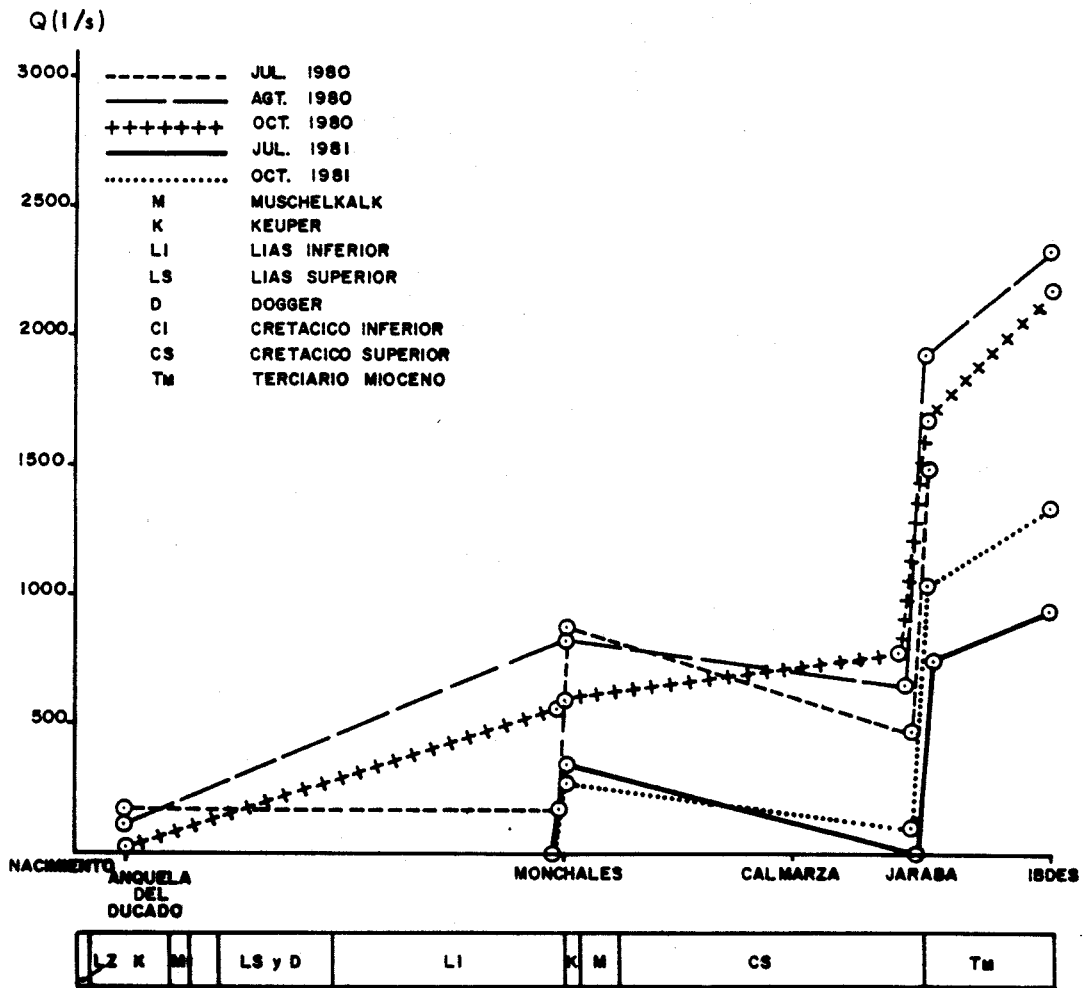


Fig. n° 14

3.- Río Mesa aguas arriba de Jaraba

4.- Río Mesa aguas abajo de Jaraba

El punto de control n° 3 tendrá la siguiente doble misión:

a) Con el punto de control n° 2 determinará el caudal que el río Mesa infiltra en el acuífero Cretácico existente entre Monchales y Jaraba.

b) Con el punto de control n° 4 determinará la descarga que se produce al río Mesa en el entorno de Jaraba.

Mediante el punto de control n° 4 también se determinará el caudal de agua que sale del subsistema Sierra del Solorio a través del río Mesa.

En Monchales se puede considerar que el aporte medio subterráneo para el período 1979-1981 es de $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ($30 \text{ hm}^3/\text{año}$).

La infiltración del río Mesa en el acuífero calizo cretácico -- (Calmarza-Jaraba) es del orden de $0,100 \text{ m}^3/\text{seg.}$ a $0,400 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ($3-12 \text{ hm}^3/\text{año}$), y los aportes a través de manantiales, y de forma difusa al río Mesa en Jaraba para el período anteriormente mencionado son del orden de $1,3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ ($40 \text{ hm}^3/\text{año}$).

c) Manantiales de Saguides y Chaorna

Los manantiales de Saguides (2318-30002, 2318-80003, 2318-30004 y 2318-30005) se encuentran localizados en las proximidades de la población del mismo nombre. Constituyen una descarga del acuífero liásico (carniolas y dolomías) del Subsistema Sierra del Solorio.

Únicamente se poseen datos históricos del inventariado con el nú

mero 2118-30002, que presenta generalmente un caudal superior a los 100 l/s.

Los manantiales de Chaorna (2318-4001, 2318-4002 y 2318-4003) se encuentran localizados en las proximidades de la población del mismo nombre. Según datos históricos presentan un caudal conjunto superior a los 100 l/s.

Dada la cuantía de estas descargas, se considera que es conveniente realizar aforos tanto en los manantiales de Saguides como en los de Chaorna.

d) Río Jalón

El río Jalón tiene su nacimiento en el borde occidental del Subsistema Sierra del Solorio, recibe sus primeros aportes del acuífero Jurásico - situado en esta zona, a través del Manantial de Esteras de Medina y del arroyo de la Mentirosa. Entre estos puntos y Jubera-Somaen, el caudal del río se incrementa con descargas subterráneas que tienen lugar directamente al río, y con aportes de arroyos laterales que constituyen la red de drenaje del acuífero liásico que se extiende a lo largo de su margen derecha. A partir de Somaen y hasta Alhama de Aragón, el curso del río Jalón discurre a través de materiales terciarios de carácter impermeable, por tanto, el aumento de caudal que tiene lugar entre estos dos puntos es debido fundamentalmente a escorrentía superficial. En Alhama de Aragón, el río recibe aportes subterráneos, a través de manantiales y directamente al río, del acuífero cretácico existente en dicha zona. Desde Alhama de Aragón hasta Ateca (salida del sistema 57), únicamente recibe los aportes de los ríos Piedra, Mesa y Ortiz regulados en el embalse de la Tranquera, y los debidos a los materiales paleozoicos que afloran en dicha área.

En la figura nº 15 se ha representado conjuntamente el hidrográma del río Jalón en el tramo Nacimiento-Jubera-Somaen y en el tramo Somaen-Alhama para los puntos de aforo de Esteras de Medina (E), Arroyo de la Mentirosa (E + M), río Jalón en Jubera C.A.E-58 (J), río Jalón y río Blanco (J + B), -

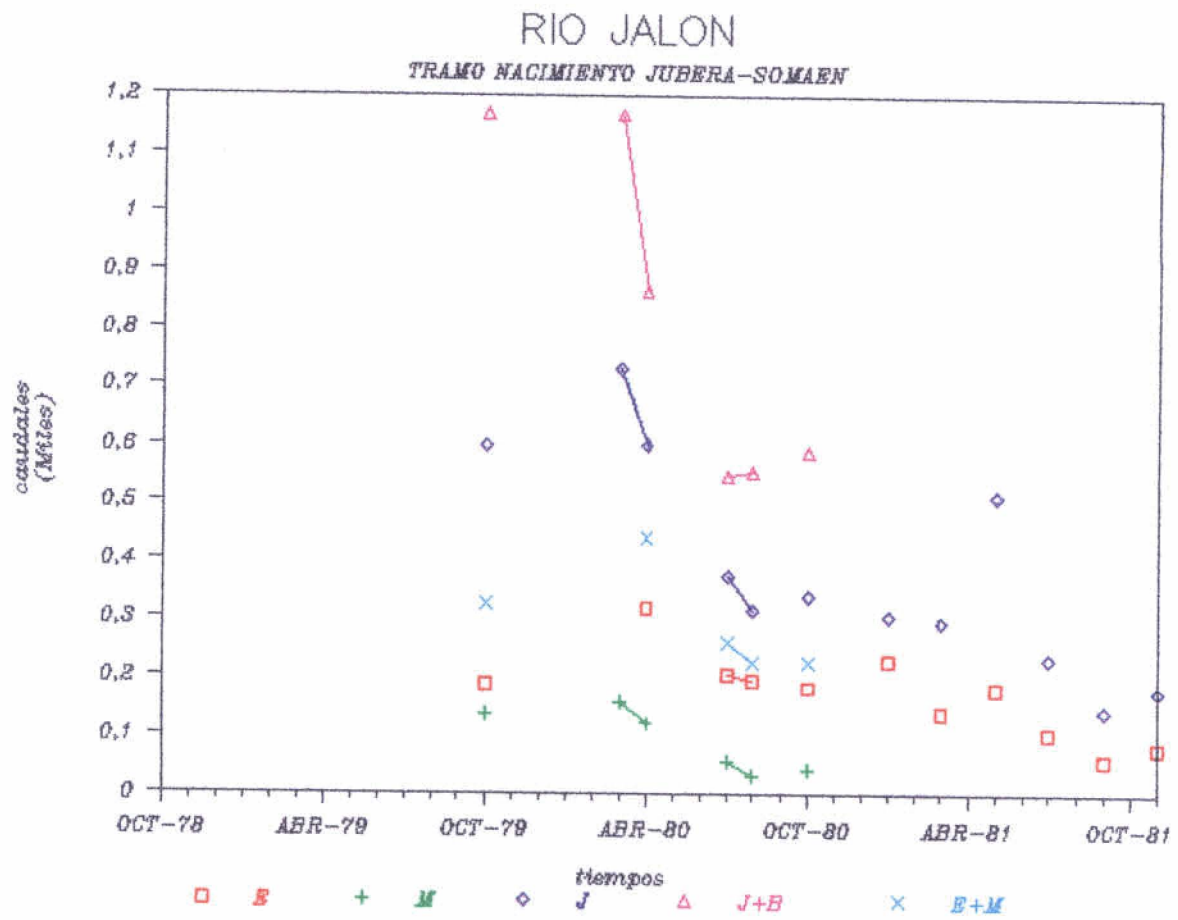


Fig. n° 15

RIO JALON
TRAMO SOMAEN-ALHAMA

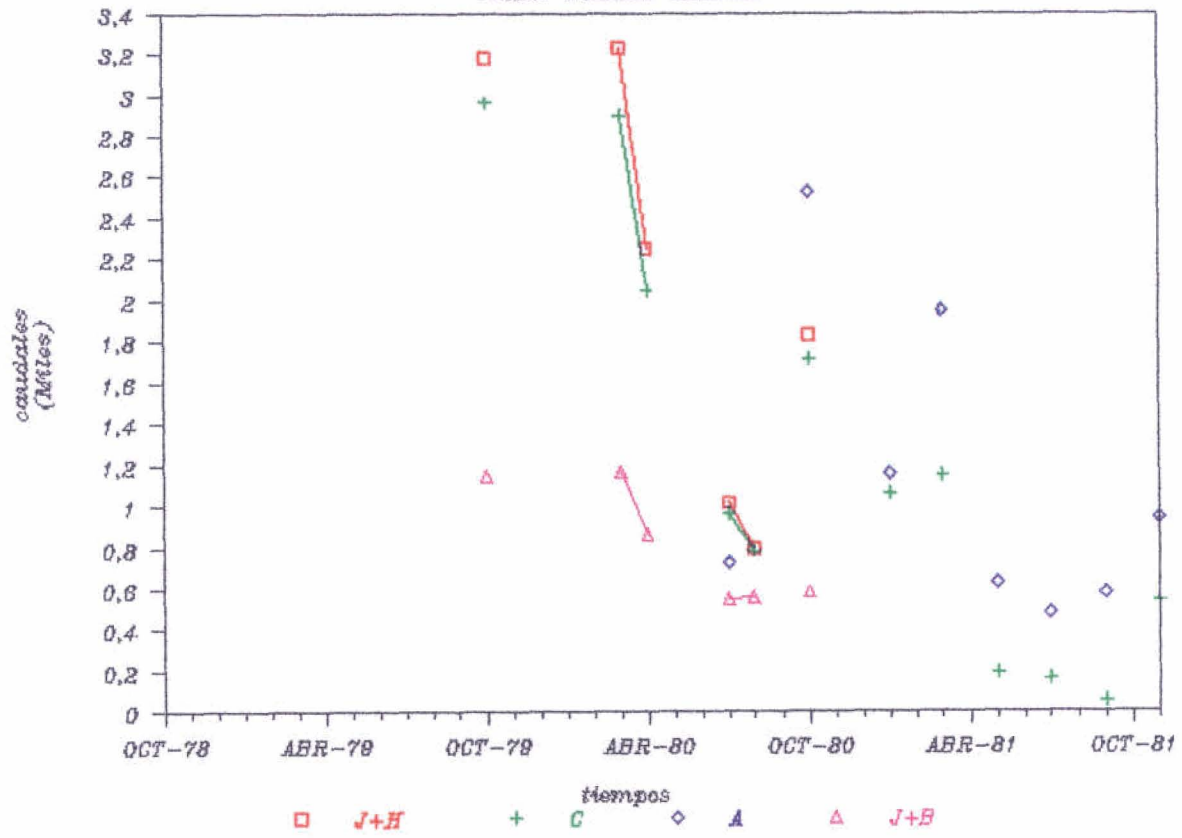


Fig. n° 15

río Jalón en Cetina (C), y río Jalón en Alhama. En la figura nº 16 se ha representado la variación del caudal a lo largo del perfil longitudinal -- del río (teniendo presente la litología de los materiales que atraviesa el mismo) para meses del periodo base en los que se poseían registros en todas las estaciones de control.

Del análisis de estos gráficos y de las consideraciones expuestas anteriormente, se estima que es conveniente realizar aforos en los siguientes puntos:

1.- Río Jalón aguas abajo de Esteras de Medina y del arroyo de la Mentirosa. (A la altura de Fuencaiente de Medina).

2.- Río Jalón entre Jubera-Somaen. C.A.E-58

Mediante estos dos puntos de control, se pueden determinar las descargas subterráneas que tienen lugar al río Jalón procedentes del acuífero Jurásico existente en esta zona.

3.- Río Jalón aguas arriba de Ahama de Aragón (Contamina).

4.- Río Jalón aguas abajo de Alhama de Aragón.

Mediante estos aforos se pueden controlar las descargas del acuífero cretácico. Estas descargas tienen lugar a través de los manantiales de Alhama de Aragón, y menor cuantía de forma directa en el río.

e) Río Tajuña

El río Tajuña (Cuenca del Tajo) recibe los aportes procedentes del borde Sur-Occidental del subsistema acuífero Sierra del Solorio entre Maranchon y Anguita. En dicha población se produce su salida del sistema 57 y comienza su recorrido por el sistema 18 "Mesozoico del flanco occidental de la Ibérica".

RIO JALON

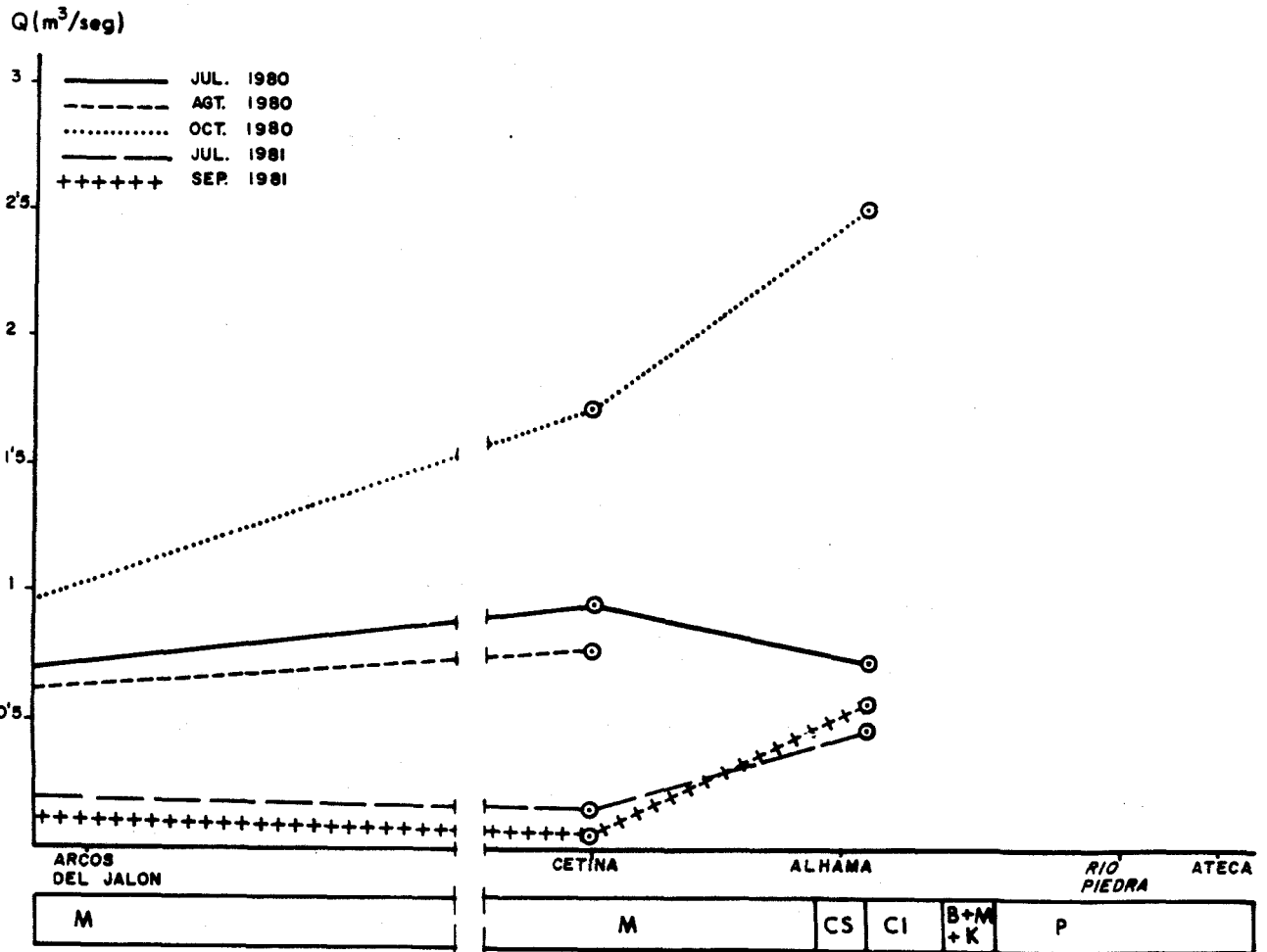
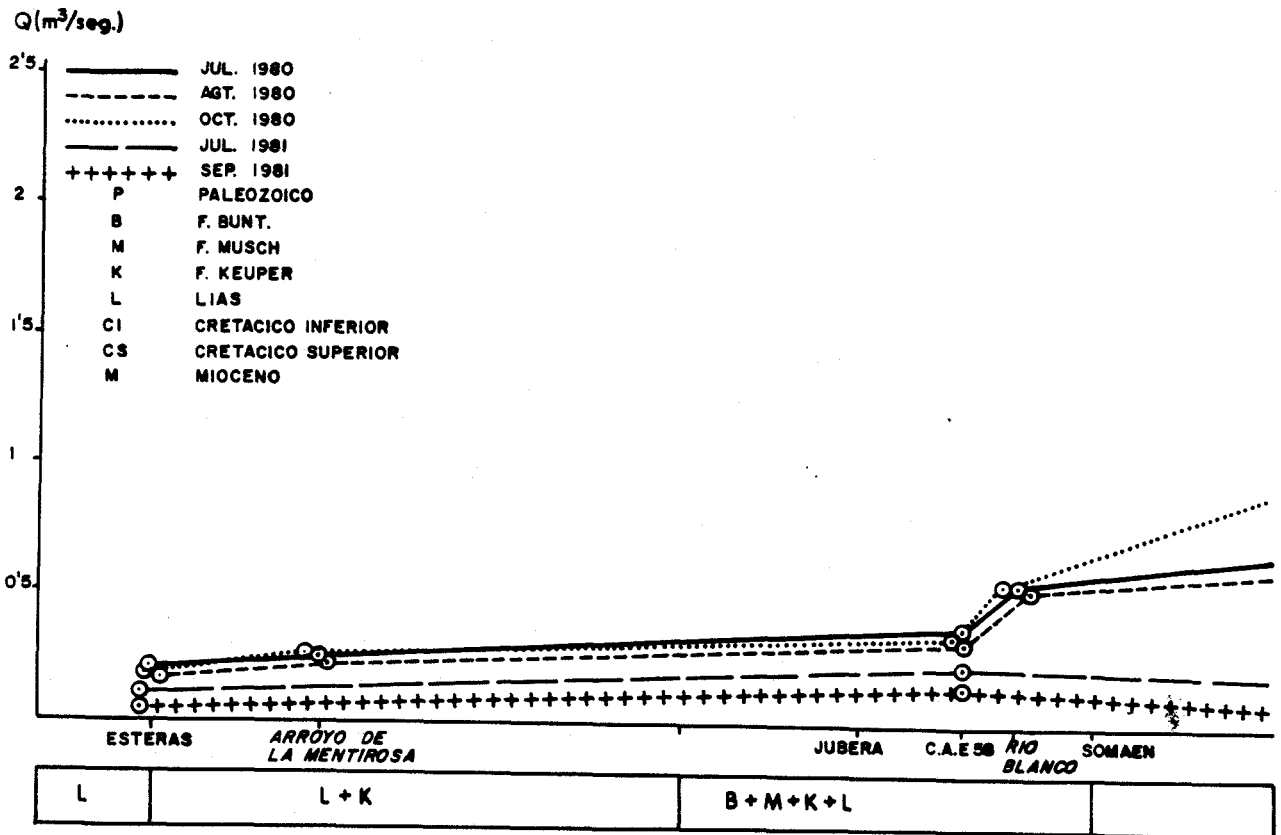


Fig. n°16

En la figura nº 17 se ha representado conjuntamente el hidrograma del río Tajuña en las poblaciones de Luzón (L) y Anguita (A). Del análisis de dicho gráfico y de las consideraciones expuestas anteriormente, se estima, que es conveniente realizar un aforo en Anguita con el objetivo de controlar las salidas del subsistema Sierra del Solorio a través del río Tajuña.

Para el periodo 1980-1981 el caudal de base del río Tajuña en Anguita es del orden de $0,075-0,100 \text{ m}^3/\text{seg}$. Los aportes subterráneos mínimos se estiman en $2-4 \text{ hm}^3/\text{año}$.

5.4. RED DE AFOROS EN EL SUBSISTEMA CELLA-MOLINA DE ARAGON

a) Río Gallo

El río Gallo (Cuenca del Tajo) recibe los aportes procedentes del subsistema acuífero Cella-Molina de Aragón desde su nacimiento en las proximidades de la Sierra de Albarracín hasta Molina de Aragón.

Se puede estimar en $1,4-1,6 \text{ m}^3/\text{seg}$. el caudal de base del río Gallo a la salida del sistema 57. El aporte del subsistema Cella-Molina de Aragón al río Gallo es del orden de $47 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Por consiguiente, se considera que es conveniente realizar aforos en Ventosa, salida del sistema 57, con el objetivo de controlar las aportaciones del sistema Cella-Molina de Aragón al río Gallo.

b) Río Guadalaviar

El río Guadalaviar (cuenca del Júcar) desde su nacimiento en la Sierra de Albarracín hasta el Embalse de Arquillos de San Blas, recibe los aportes procedentes del subsistema Cella-Molina de Aragón, los cuales son regulados en el citado embalse.

TAJUÑA

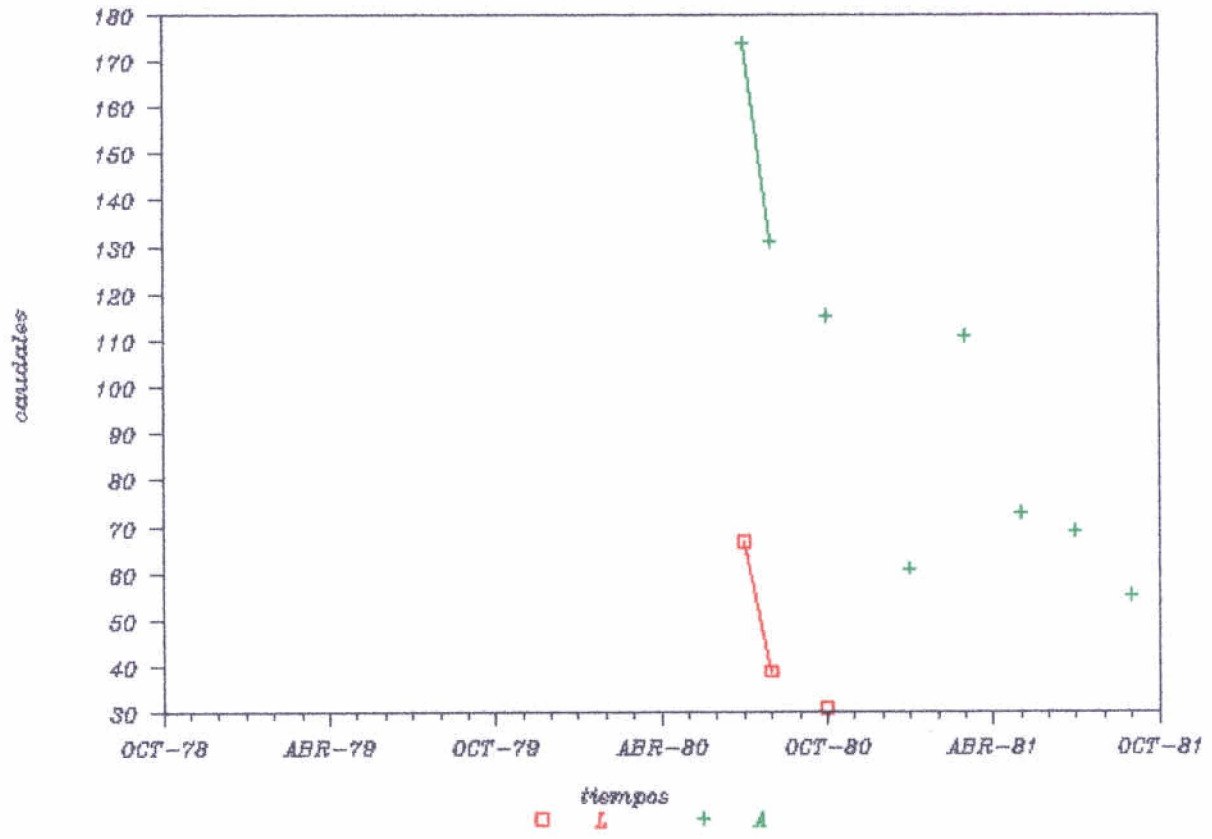


Fig. n° 17

Se estima el caudal de base de dicho río en 0,700-0,725 m³/seg. Los aportes que el subsistema Cella-Molina de Aragón realiza a la Cuenca del Júcar a través del río Guadalaviar son del orden de 22-23 hm³/año.

Por tanto, se considera que es conveniente realizar aforos a la entrada de dicho embalse, con el objetivo de controlar las aportaciones - de dicho subsistema al río Guadalaviar.

6. ESTIMACION DE LA FRECUENCIA DE MEDIDAS

Una red de control superficial con una cadencia de mediciones de tipo mensual, bimensual, trimestral o cuatrimestral, ofrece una información prácticamente de tipo puntual.

Es evidente, que un buen control hidrométrico de un acuífero, no se puede reducir a un número pequeño de medidas limitadas en el espacio y el tiempo, sino que requiere un conocimiento continuo de la evolución de caudales, que permita en todo momento conocer su situación.

Por esta razón, se estima, que las estaciones de aforo que se recomiendan en este estudio deben corresponder a las denominadas de segundo orden, es decir, que posean un registro de tipo escala limnimétrica -- que permitan una lectura diaria de caudales.

Esto conlleva, que la frecuencia de medidas durante el primer año sea mensual, para así definir con la mayor precisión posible la curva de gastos. Una vez definida la misma, la frecuencia de medidas se puede estimar en un orden de tres al año, con el objetivo de verificar periódicamente la relación definida entre caudal y altura de escala.

7. VALORACION ECONOMICA DEL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA RED DEFINIDA

Para el cálculo de la valoración económica se han establecido tres tipos de estaciones de aforo.

- 1) Estaciones de primer orden o de la red del M.O.P.U. No comporta gastos
- 2) Estaciones por las que circula un caudal - normalmente superior a 500 l/s 22.600 pts./unidad aforo
- 3) Estaciones por las que circula un caudal - normalmente inferior a 500 l/s 11.800 pts./unidad aforo

Asimismo, se ha valorado la colocación de escalas limnimétricas en 10.000 pts/unidad y su lectura en 35.000 pts./unidad/año.

Las redes de aforos para cada uno de los subsistemas se exponen en los cuadros adjuntos, así como la valoración económica del seguimiento y control de las mismas.

La valoración económica conjunta del seguimiento de la red del sistema 57 "Mesozoico de Monreal-Gallocanta" es la siguiente:

1^{er} año

Subsistema Valle del Jiloca	709.400 pts.
" Piedra-Gallocanta	502.800 "
" Sierra del Solorio	3.028.800 "
" Cella-Molina de Aragón	316.200 "
Obras acondicionamiento estaciones aforo	<u>500.000 "</u>
	5.057.200 pts.

2° año

Subsistema Valle del Jiloca	595.600 pts.
" Piedra-Gallocanta	173.200 "
" Sierra del Solorio	1.042.200 "
" Cella-Molina de Aragón	<u>102.800 "</u>
	1.913.800 pts.

SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA

Punto de Aforo	N° de afloros que es necesario re <u>a</u> lizar	Sección	La sección posee escala limnimé--trica	Observaciones
Manantial de Cella	3	Canal Mayor	Si	En general, sería conveniente cambiar las escalas, ya que se encuentran bastante deterioradas y - su lectura es difícil.
		Canal Matadero	Si	
		Canal Lavadero	Si	
Ojos de Monreal	1	Nuevo Canal	No	
Ojos de Caminreal	1	Sección conjunta del Ojo de - Arriba y Ojo de Abajo	Si	
Manantial Lavadero de Fuentes Claras	1	Lavadero	Si	
Río Jiloca en Cala <u>m</u> ocha	3	Río Jiloca C.A.E 42	Si	
		Acequia margen dere <u>cha</u>	Si	
		Acequia margen iz-- <u>quierda</u>	Si	

SUBSISTEMA VALLE DEL JILOCA

1^{er} año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.E.	1			
Aforos 500 l/s	1	3	22.600	67.800
Aforos 500 l/s	7	15	11.800	351.600
Colocación escalas	1		10.000	10.000
Medición escalas	8		35.000	280.000
TOTAL		33		709.400

2° año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.E.	1			
Aforos 500 l/s	1	3	22.600	67.800
Aforos 500 l/s	7	3	11.800	247.800
Medición escalas	8		35.000	280.000
TOTAL		24		595.600

SUBSISTEMA PIEDRA GALLOCANTA

Punto de Aforo	N° de aforos que es necesario realizar	Sección	La sección posee escala limnimétrica	Observaciones
Río Ortiz en Nuevalos	1	C.A.E-129	Si	
Río Piedra aguas -- arriba de Cimballa	1	Cauce del río	No	Es probable que se tengan que acondicionar secciones en el río Piedra
Río Piedra aguas -- abajo de Cimballa	1	Cauce del río	No	

SUBSISTEMA PIEDRA-GALLOCANTA

1^{er} año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.E	1			
Aforos 500 l/s	1	12	22.600	271.200
Aforos 500 l/s	1	12	11.800	141.600
Colocación escalas	2		10.000	20.000
Medición escalas	2		35.000	70.000
TOTAL		24		502.800

2° año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.E.	1			
Aforos 500 l/s	1	3	22.600	67.800
Aforos 500 l/s	1	3	11.800	35.400
Medición escalas	2		35.000	70.000
TOTAL		6		173.200

SUBSISTEMA SIERRA DEL SOLORIO

<u>Punto de aforo</u>	<u>N° de afloros que es necesario realizar</u>	<u>Sección</u>	<u>La sección posee -- escala limnimétrica</u>	<u>Observaciones</u>
Río Blanco en Velilla de Medina	1	Cauce del río	No	
Río Mesa aguas abajo de Anguela	1	Cauce del río	No	
Río Mesa aguas abajo de Monchales	1	Cauce del río	No	Es probable que se tengan que acondicionar algunas secciones de aforo
Río Mesa aguas arriba de Jaraba	1	Cauce del río	No	
Río Mesa aguas abajo de Jaraba	2	Cauce del río. C.A.E-56	Si	
		Acequia margen derecha	No	
Manantiales de Saguides	1	30002	No	
Manantiales de Chaorna	2	40001 y 40003	No	
		40002	No	
Río Jalón a la altura de Fuencaiente de Mediana	1	Cauce del río	No	
Río Jalón entre Jubera - Somaen	1	C.A.E-58	Si	
Río Jalón en Contamina	1	Cauce del río	No	
Río Jalón aguas abajo de Alhama	1	Cauce del río	No	
Río Tajuña en Anguita	1	Cauce del río	No	

SUBSISTEMA CELLA-MOLINA DE ARAGON

1^{er} año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.T.	1			
Aforos 500 l/s	1	12	22.600	271.200
Aforos 500 l/s			11.800	
Colocación escalas	1		10.000	10.000
Medición escalas	1		35.000	35.000
TOTAL		12		316.200

2° año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.T.	1			
Aforos 500 l/s	1	3	22.600	67.800
Aforos 500 l/s			11.800	
Medición escalas	1		35.000	35.000
TOTAL		3		102.800

SUBSISTEMA CELLA-MOLINA DE ARAGON

<u>Punto de Aforo</u>	<u>N° de aforos que es necesario realizar</u>	<u>Sección</u>	<u>La sección posee - escala limnimétrica</u>	<u>Observaciones</u>
Río Gallo en Ventosa	1	C.A.T-30	Si	
Río Guadalaviar en-- trada al embalse de Arquillos de San Blas	1	Cauce río	No	

SUBSISTEMA PIEDRA-GALLOCANTA

1^{er} año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.E.	1			
Aforos 500 l/s	5	12	22.600	1.356.000
Aforos 500 l/s	8	12	11.800	1.132.800
Colocación escalas	12		10.000	120.000
Medición escalas	12		35.000	420.000
TOTAL		156		3.028.800

2° año

<u>Concepto</u>	<u>N° de puntos</u>	<u>Medidas año</u>	<u>Precio unidad</u>	<u>Total</u>
Aforos C.A.E.	1			
Aforos 500 l/s	5	3	22.600	339.000
Aforos 500 l/s	8	3	11.800	283.200
Medición escalas	12		35.000	420.000
TOTAL		39		1.042.200

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos del análisis efectuado en este estudio, se estima que es conveniente el establecimiento de la siguiente red foronómica:

Subsistema Valle del Jiloca

- . Manantial de Cella
- . Ojos de Monreal
- . Ojos de Caminreal
- . Manantial lavadero de Fuentes Claras
- . Río Jiloca en Calamocho

Subsistema Piedra-Gallocanta

- . Río Ortiz en Nuevalos
- . Río Piedra aguas arriba de Cimballa
- . Río Piedra aguas abajo de Cimballa

Subsistema Sierra del Solorio

- . Río Blanco en Velilla de Medina
- . Río Mesa aguas abajo de Anguela
- . Río Mesa aguas abajo de Monchales
- . Río Mesa aguas arriba de Jaraba
- . Río Mesa aguas abajo de Jaraba
- . Manantiales de Chaorna
- . Río Jalón a la altura de Fuencaliente de Mediana
- . Río Jalón entre Jubera-Somaen. C.A.E-58
- . Río Jalón en Contamina

- . Río Jalón aguas abajo de Alhama
- . Río Tajuña en Anguita.

Subsistema Cella-Molina de Aragón

- . Río Gallo en Ventosa
- . Río Guadalaviar entrada al embalse de Arquillos de San Blas

Esta red precisa de 22 puntos de control, que se reparten de la -- forma que se indica a continuación:

Subsistema Valle del Jiloca	5
Subsistema Piedra-Gallocanta	3
Subsistema Sierra del Solorio	12
Subsistema Cella-Molina	<u>2</u>
TOTAL	22

Es evidente, que el número de aforos puntuales es mayor que el de puntos de control indicado anteriormente, puesto que en numerosos casos, un punto de control va a estar constituido por varias secciones (cauce del río y una o varias acequias laterales). Se estima que el número de aforos totales que es necesario realizar es del orden de veintiocho.

Por otro lado, un buen control hidrométrico de un acuífero, no se puede reducir a un número pequeño de medidas limitadas en el espacio y el -- tiempo, sino que requiere un conocimiento continuo de la evolución de caudales, que permita en todo momento conocer su situación.

Por esta razón, se estima, que las estaciones de aforo que se reco -- miendan en este estudio deben corresponder a las denominadas de segundo orden, es decir, que posean un registro de tipo escala limnimétrica que permita una lectura diaria de caudales.

Esto conlleva, que la frecuencia de medidas durante el primer año sea mensual, para así definir con la mayor precisión posible la curva de gastos. Una vez definida la misma, la frecuencia de medidas se puede estimar en un orden de tres al año, con el objetivo de verificar periódicamente la relación definida entre caudal y altura de escala.

La frecuencia de medidas que se recomienda, implica que la valoración económica (según precios de 1988) del seguimiento y control de la red que se recomienda establecer en el Sistema 57 sea la siguiente:

1^{er} año 5.057.200 pts.

2° año 1.913.800 pts. -

Los principales objetivos que se han perseguido en la política general de esta optimación son los que se detallan a continuación.

- Seguimiento y control de aquellos acuíferos, que por su grado o gestión de explotación, presentan conflictividad de cualquier orden. Este es el caso del Subsistema Valle del Jiloca, y de los acuíferos adyacentes que están relacionados con el mismo.

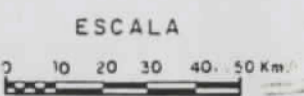
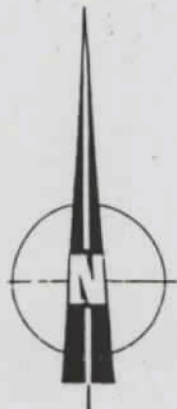
- Disponer de series históricas suficientemente largas y representativas, que permitan planificar actuaciones futuras, en base a criterios, en los que el tratamiento matemático-estadístico de los datos hidrológicos, ofrezcan una mayor fiabilidad que la obtenida hasta el momento, debido fundamentalmente a la carencia de una continuidad y periodicidad en la toma de los mismos.

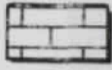

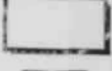


Por último, es importante indicar que el establecimiento de una red general de estas características, no deja de implicar, la posible necesidad, de que en estudios específicos, tanto regionales como locales, puedan establecerse redes más amplias que cubran un mayor número de objetivos.

Ahora bien, su existencia, permitira en numerosos casos, establecer correlaciones entre los datos generales suministrados por la misma, y aquellos -- otros obtenidos para un periodo de tiempo limitado de un estudio concreto.

EL AUTOR DEL ESTUDIO

José Manuel Murillo Diaz



- LEYENDA**
-  Sistemas en los que predominan acuíferos calcáreos
 -  Sistemas en los que predominan acuíferos detríticos
 -  Zonas prácticamente sin acuíferos
 -  Número de orden del sistema acuífero
 -  Límite de cuenca hidrográfica

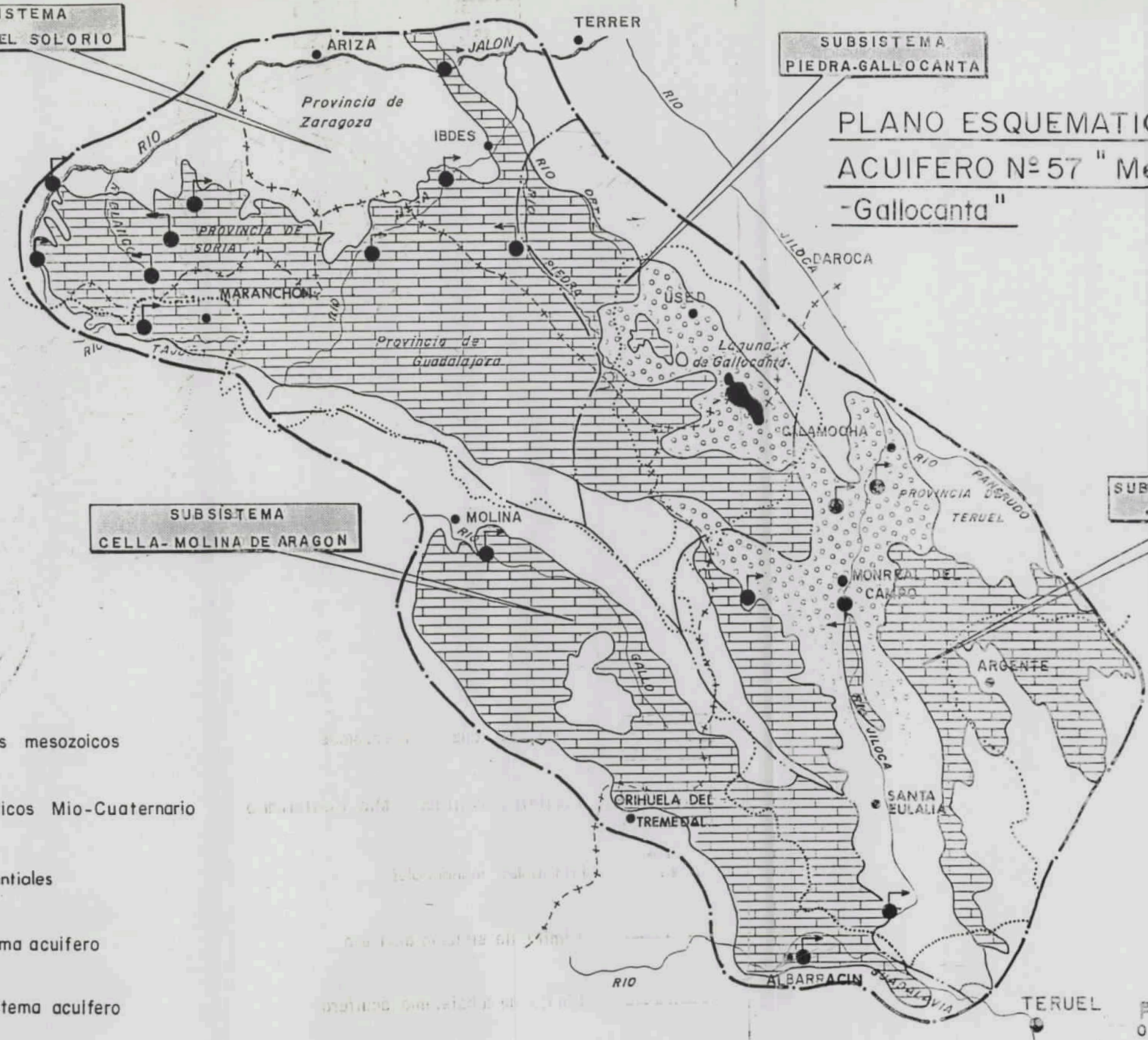
 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**PLANO DE SITUACION DE LOS SISTEMAS ACUIFEROS
DE LA CUENCA DEL EBRO**

SUBSISTEMA SIERRA DEL SOLORIO

SUBSISTEMA PIEDRA-GALLOCANTA

PLANO ESQUEMATICO DEL SISTEMA ACUIFERO N° 57 " Mesozoico de Monreal -Gallocanta "



SUBSISTEMA CELLA-MOLINA DE ARAGON

SUBSISTEMA DEL VALLE DEL JILOCA Y ADYACENTES

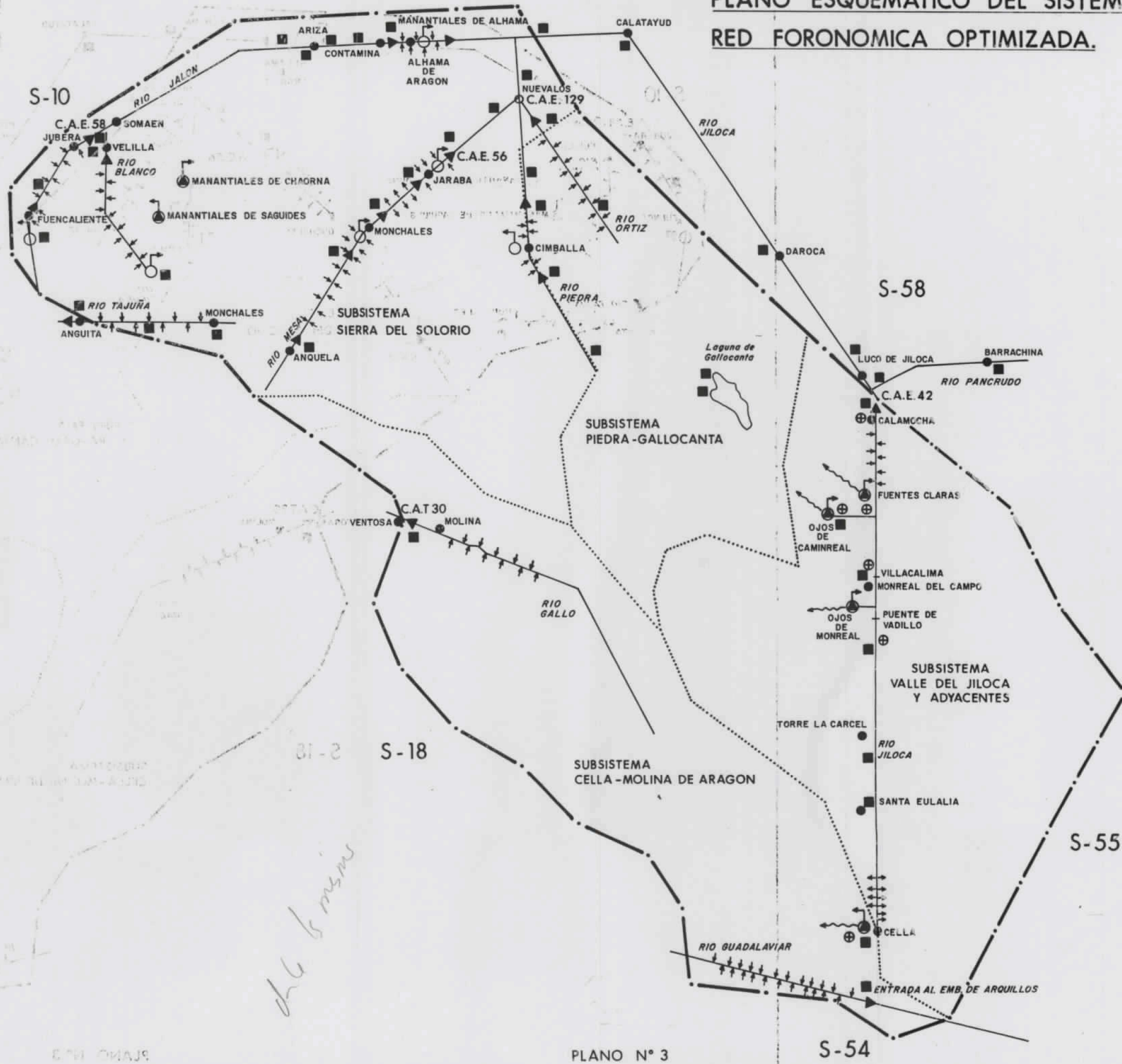
LEYENDA

-  Acuíferos calizos mesozoicos
-  Acuíferos detriticos Mio-Cuaternario
-  Principales manantiales
-  Limite de sistema acuífero
-  Limite de subsistema acuífero
-  Divisoria hidrografica
-  Limite de provincia
-  Punto de aforo red optimizada



 Instituto Tecnológico GeoMinero de España

PLANO ESQUEMATICO DEL SISTEMA ACUIFERO Nº 57
RED FORONOMICA OPTIMIZADA.



LEYENDA

-  MANANTIALES CON DESCARGAS SUPERIORES A 100 l/s
-  PRINCIPALES ZONAS DE INFILTRACION
-  PRINCIPALES AREAS DE DESCARGA
-  PUNTO DE AFORO RED OPTIMIZADA
-  SALIDAS REGADIOS
-  PUNTO DE AFORO RED PERIODO 1978 - 1981
-  PUNTO DE AFORO RED 1987