

MANTENIMIENTO DEL VASO DEL EMBALSE LAS MAJAGUAS CON APOYO
BATIMETRICO, MUNICIPIO AUTONOMO SAN RAFAEL DE ONOTO Y AGUA
BLANCA, SISTEMA DE RIEGO LAS MAJAGUAS, ESTADO PORTUGUESA

INFORME FINAL

Preparado para el M.A.C.
según Contrato N°
DGSIA-PO-PITSA-92-0069

JUNIO de 1993

CIDIAT

U
D
T

UNIDAD DE ASISTENCIA TECNICA DEL CIDIAT

CEBIAT

MANTENIMIENTO DEL VASO DEL EMBALSE LAS MAJAGUAS CON APOYO
BATIMETRICO, MUNICIPIO AUTONOMO SAN RAFAEL DE ONOTO Y AGUA
BLANCA, SISTEMA DE RIEGO LAS MAJAGUAS, ESTADO PORTUGUESA

INFORME FINAL

Preparado para el M.A.C.
según Contrato N°
DGSIA-PO-PITSA-92-0069

JUNIO de 1993

INDICE

1. INTRODUCCION
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA
 - 2.1. Localización y Acceso.
 - 2.2. Aspectos Geológicos de la Zona.
 - 2.2.1. Fisiografía de las Areas del Embalse.
 - 2.2.2. Geología General.
 - 2.3. Descripción del Embalse.
3. REALIZACION DE LA BATIMETRIA
 - 3.1. Recopilación de Información Básica.
 - 3.2. Puntos de Control Topográfico.
 - 3.2.1. Medición de la Poligonal.
 - 3.2.2. Enlace de la Poligonal al Sistema de Cartografía Nacional.
 - 3.2.3. Cálculo de la Poligonal.
 - 3.2.4. Nivelación de la Poligonal.
 - 3.3. Levantamiento Batimétrico del Embalse.
 - 3.3.1. Control de Posición del Bote (Horizontal y Vertical).
 - 3.4. Procesamiento de la Información.
4. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS
 - 4.1. Puntos de control topográfico
 - 4.2. Curvas de elevación-área-capacidad
5. PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS
6. CONCLUSIONES
7. RECOMENDACIONES

LISTA DE TABLAS

Tabla N°	Descripción
1	Coordenadas y Cotas de los Puntos de la Periferia del Embalse.
2	Capacidad del Embalse Las Majaguas a partir de los datos obtenidos del levantamiento batimétrico.

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica N°	Descripción
1	Curva Elevación-Area-Capacidad, Embalse Las Majaguas. Batimetría.
2	Curva Elevación-Area-Capacidad, Embalse Las Majaguas. Topografía Original.
3	Curva Elevación-Area-Capacidad, Embalse Las Majaguas. Superposición.
4	Muestras de sedimento del fondo del Embalse Las Majaguas a la entrada del canal Río Cojedes. Curvas Granulométricas.

ANEXOS

Anexo N°	Descripción
A	Secciones Batimétricas realizadas en el Embalse Las Majaguas.
B	Algunas Bandas del Ecosondeo Batimétrico.

PLANOS

Juego N°

Descripción

1

Puntos de Control Topográfico.

2

Ubicación de Secciones Batimétricas.

3

Isolíneas de Profundidad.

MANTENIMIENTO DEL VASO DEL EMBALSE LAS MAJAGUAS CON APOYO BATIMETRICO, MUNICIPIO AUTONOMO SAN RAFAEL DE ONOTO Y AGUA BLANCA, SISTEMA DE RIEGO LAS MAJAGUAS, ESTADO PORTUGUESA

INFORME FINAL

1. INTRODUCCION.

La necesidad de determinar la capacidad actual de almacenamiento del embalse Las Majaguas, mediante la realización de un levantamiento batimétrico, constituye aspecto fundamental en los planes de elaborar estudios de factibilidad tendientes a rehabilitar, consolidar y ampliar el proyecto de riego del mismo nombre. Motivado a esto, la Dirección General Sectorial Sistema de Riego Las Majaguas del Ministerio de Agricultura y Cría, le solicitó al CIDIAT la ejecución de la obra "Mantenimiento del vaso del embalse Las Majaguas con apoyo batimétrico, Municipio Autónomo San Rafael de Onoto y Agua Blanca, Sistema de Riego Las Majaguas, Estado Portuguesa", lo que permitirá elaborar la nueva curva de Elevación-Area-Capacidad del embalse, requisito indispensable para definir potencialidades de riego.

2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA.

2.1 LOCALIZACION Y ACCESO.

El embalse "Las Majaguas" se localiza políticamente en los Municipios San Rafael De Onoto y Agua Blanca del Edo. Portuguesa, limitando al Norte con la carretera occidental de los llanos, mediante la cual se arriba al mismo atravesando la población de San Rafael de Onoto, desde donde es posible llegar a los campamentos del Ministerio de Agricultura y Cría y las diferentes presas que conforman el mencionado embalse a través de vías asfaltadas.

2.2. ASPECTOS GEOLOGICOS DE LA ZONA.

2.2.1. Fisiografía de las Areas del Embalse.

La región de las Majaguas representa fisiográficamente una zona de transición de las montañas del macizo del Tinaco hacia los llanos occidentales de Portuguesa, existiendo un relieve conformado por sierras y colinas discontinuas alternando con terrenos llanos, razón por la cual se le considera comprendida en la Provincia Fisiográfica de Los Llanos. Las pendientes generales del terreno son en sentido sur-este coincidiendo con la dirección con la cual se orientan los cauces principales, es decir los ríos

Sarare, Cojedes, Qda Honda y las Majaguas, estas dos últimas aportadoras directas al embalse, en tanto que los ríos Cojedes y Sarare aportan a través de canales de derivación.

Las colinas y sierras que bordean el embalse, se distribuyen alineadas tanto en los bordes perimetrales como en los sitios de presas, donde forman los estribos. Las presas identificadas de la 1 a la 9, representan a un conjunto de diques interconectados a través de éstas colinas, las cuales presentan elevaciones respecto a los suelos de las llanuras de 30-40 m, siendo de forma redondeadas con vegetación de arbustos y gramíneas.

Las Quebradas Majaguas y Honda, representan los cauces desarrollados dentro de las áreas actualmente inundadas del vaso y eran cauces de poca profundidad, atravesando a través de las presas 4 y 6; sin embargo existen numerosos canales de menor importancia que tienen sus cabeceras en el pie de las sierras y montañas localizadas al norte del embalse, los cuales tienen poca importancia como aportadores de escorrentía y de sedimentos al embalse.

2.2.2. Geología General.

Estudios geológicos regionales y locales previos de la zona, han indicado que la misma forma parte de una cuenca que contiene una potente secuencia concordante de rocas de edad Cretáceo-Paleocena con 4.000 m de espesor, que comprenden desde las rocas no metamórficas de San Carlos hasta las ligeramente metamorfizadas de Acarigua. Estas rocas son discordantes sobre un basamento cristalino ígneo-metamórfico, denominado el Complejo del Tinaco de edad Pre-Albiense.

La unidad litológica del Complejo del Tinaco está conformada por gneisses y cuarcitas, mármol diopsídico, cuarzo azul en cristales y vetas e intrusiones básicas.

Las formaciones Geológicas en orden de edad que siguen a continuación están representadas de la siguiente manera:

Fm. Araure (Barremiense): arenas, arcosas de grano grueso y conglomerados.

Fm. Agua Blanca (Aptiense): calizas y lutitas con leve metamorfismo.

Fm. Cojedes (Albiense): lentes gruesos de calizas, arcosas calcáreas, conglomerados con cantos calcáreos.

Fm. Mapuey (Coniaciense-Albiense Sup.): calizas arenosas grises, capas conglomeráticas lenticulares y calcáreas.

Fm. Mucaria (Maestrichtiense-Santoniense ?): lutitas y filitas sericíticas.

Fm. Guarico (Paleoceno-Maestrichtiense Inf.): conglomerados y areniscas, calizas lenticulares.

Al borde de las serranias y conformando los suelos de las sabanas, se encuentran sedimentos recientes constituidos por limos con contenidos variables de arcilla, estos a su vez presentan abundancia de cantos de cuarzo; igualmente están presentes arcillas amarillas de alta plasticidad, lentes de gravas y lechos de peñones en los fondos de los valles intercolinarios. En el tope de las colinas los espesores de suelos no son significativos y en muy pocos sectores de las áreas sometidas a inundación se identificaron deslizamientos y derrumbe; pocos de los identificados se asocian a la alteración de las capas de filitas y calizas.

2.3. Descripción del Embalse.

El embalse Las Majaguas está conformado por nueve (9) presas homogéneas de tierra, agrupadas en seis cuerpos, las cuales delimitan una superficie de 4.250 Ha., permitiendo embalsar originalmente 345 millones de metros cúbicos de agua. A través de sendos canales de derivación, en concreto armado de sección trapecial, sobre los ríos Sarare y Cojedes, el agua es conducida hasta el cuerpo del embalse para de allí, mediante una red de canales principales y secundarios, abastecer los sitios de consumo.

Las zonas de mayor profundidad del embalse se encuentran hacia el sector comprendido entre las presas 4 y 7, y en general la transición del terreno de las colinas hacia las áreas de sabanas es abrupto.

Las partes planas y más bajas del embalse, localizadas hacia el oeste bordeando el río Sarare, tenían una densa vegetación que no se removió durante la fase de construcción y por lo tanto, residuos existentes como remanentes, se preservan estables, tales como troncos de árboles, que pueden ser observados al bajar los niveles del embalse, a diferencia de las zonas profundas, donde los restos de vegetación solo pueden ser identificados a través de los sondeos batimétricos.

Numerosas islas existentes dentro de las áreas inundadas del embalse, son además colinas dispersas que existían en las áreas de sabanas y que al cerrarse las compuertas de las presas quedaron bajo agua. Estas islas presentan una vegetación más densa, que tal vez se ha hecho más exuberante al tener los suelos una mayor disponibilidad de agua.

Otra característica del embalse, lo constituye la presencia de plantas acuáticas (algas e hidrófitas), las cuales están distribuidas en toda la superficie del mismo, formando verdaderas barreras en constante movimiento debido al oleaje, siendo muy común observar en horas de la tarde grandes acumulaciones de estas plantas en las orillas.

3. REALIZACION DE LA BATIMETRIA.

Para la realización de la obra se definió una secuencia de actividades, las cuales se cumplieron en el siguiente orden:

3.1 Recopilación de Información Básica.

La información básica existente fué muy escasa, limitándose fundamentalmente a planos topográficos con curvas de nivel cada metro a escala 1:5.000 de la zona del embalse, hechos por C.A.E.C. RIEGO con fecha diciembre de 1951, y a un plano de conjunto a escala 1:25.000 en base a la reducción de los planos anteriormente descritos, hecho por el Ministerio de Obras Públicas.

3.2 Puntos de Control Topográfico.

3.2.1. Medición de la Poligonal.

Se estableció una poligonal cerrada partiendo de los puntos M-9, M-8 y M8-B, pasando por los puntos M-16, M-12, M-19, M-19A, M-20, M-20A, M-21, M-25, M-25A, M-16, M-8 y M-9, tal como se ilustra en el primer juego de planos correspondientes a Puntos de Control Topográfico, anexos al presente informe.

Para la medición de la poligonal principal se utilizaron dos métodos en combinación: el primero, el clásico de medición de ángulos por el sistema de reiteración realizándose 2 series consecutivas y el segundo permitió obtener paralelamente a la medición angular, todas las distancias en forma recíproca y en dos series, mediante la utilización de un distanciómetro electrónico.

El objeto de realizar la medición en esta forma, fué el de obtener un control sobre los puntos que servirán de apoyo para el enlace de otros levantados solo por radiación y que se requieren con igual precisión para el control en las secciones batimétricas.

3.2.2. Enlace de la Poligonal al Sistema de Cartografía Nacional.

Partiendo de las estaciones Encanto y Morro I, vértices en la triangulación de la red Cartográfica Nacional, se enlazaron los

puntos M-9 y M-8, calculándose las coordenadas con distancia horizontal y distancia sistema U.T.M. Para el caso de la estación Morro I, se tomó como válida la información inserta en la planilla de la Dirección de Cartografía Nacional (anexa), la cual señala dos (2) nomenclaturas para dicho punto: V.T.M.-5 para Obras de Riego y P-2-CP para Cartografía Nacional, ya que al subir a la estación en cuestión, se comprobó la inexistencia de la placa de bronce, la cual fué arrancada.

El hecho de tener en una misma estación, posición planialtimétrica (coordenadas y cotas), tanto para Obras de Riego como para Cartografía Nacional, permitió hacer una comparación entre los dos en coordenadas, concluyéndose que el Azimut con que se hicieron los cálculos para Obras de Riego no es el mismo que el de la red de Triangulación Cartografica Nacional (sistema U.T.M.), constatándose la existencia de un desplazamiento en las coordenadas al dibujar los puntos de apoyo a las secciones batimétricas. Por lo tanto, se hicieron varias observaciones solares en los puntos M-8 y M-9, con el propósito de comparar el Azimut y verificar que algunos de los puntos se hubiesen movido. Otra forma de comprobación fue el de comparar desniveles. Por último, en aquellos puntos donde no hubo coincidencia, se utilizó como referencia la ubicación en campo para el dibujo de los mismos.

3.2.3. Cálculo de la Poligonal.

Una vez realizada la comparación de los cierres obtenidos a través de la medición angular y lineal se obtuvieron los siguientes resultados:

Azimut de partida = $46^{\circ} 84' 47,5''$ (correspondiente a la alineación Morro I - Encanto).

Azimut de partida (M-9 M-8) =	$29^{\circ} 01' 38,5''$
Azimut de llegada (M-8 M-9) =	$209^{\circ} 01' 36,5''$

	$180^{\circ} 00' 02,0''$

lo cual representa solo dos (2) segundos en doce (12) estaciones, en lo que respecta al control de acimutes, considerándose un error insignificante para los fines que se requieren.

Conocidos los Azimutes, se procedió al cálculo de las coordenadas con las distancias tomadas en campo y reducidas a distancias horizontales, de lo cual se obtuvo el siguiente resultado:

Punto M-8 = Latitud $09^{\circ} 39' 40,5726''$ N
 Longitud $68^{\circ} 59' 14,6043''$ W
 c= $0^{\circ}00'06''32$

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE CARTOGRAFIA NACIONAL
DIVISION DE GEODESIA
MODELO 0-3

DESCRIPCION DE POSTE DE TRIANGULACION

UBICACION	COORDENADAS
Poste: [MORRO I] V.T.M. 5 [Riego] P-2-CP.-	$\varphi =$
Estado: PORTUGUESA. -	$\lambda =$
Distrito: ARAURE. -	N =
Municipio: SAN RAFAEL DE ONOTO.	E =
Fecha: 1.954. - (de la construcción)	Z = (parte superior)

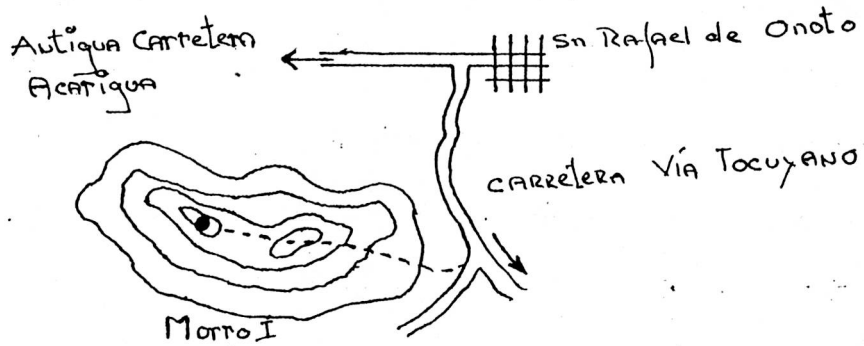
DESCRIPCION: (Situación, nombre del lugar, naturaleza del terreno, manera de llegar al poste, etc.)

En las últimas casas de San Rafael de ONOTO del Oeste , sale una carreterita a la izquierda que va hacia TOCUYANO , en la que se recorren 1 km. 300 mts. sitio donde a la derecha hacia el Oeste arranca la fila que conduce al topo después de haber caminado 30 minutos , a pié donde se hallaba un poste de Obras de Riego de 8 ctms. de altura , el cual fué sustituido por uno de Cartografía , en cuya placa se marcaron las nomencluras que le correspondían . Para Obras de Riego V.T.M. - 5 y para Cartografía P-2-CP . Desde San Rafael de ONOTO se puede apreciar fácilmente el topo en dirección Sur-Oeste , el cual está desprovisto de vegetación y es de forma cónica .

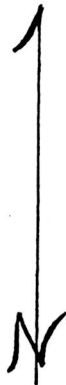
Baqueanos de Cartografía : Emilio Rodríguez ,
Alejandro García , Juan Aparicio .

Fecha:

CROQUIS



Morro I - V.T.M - 5 (Riego)
P-2-C.P.
Edo. Portuguesa



Firma del topógrafo: _____

Punto de partida M-8:

N=1.067.973,765 E=501.383,454 Cota= 163,165

Punto de llegada M-8:

N=1.067.973,956 E=501.383,426 Cota= 163,224

-0,191 +0,028 -0,059

Partiendo del mismo punto M-8, se calcularon las coordenadas de todos los vértices con distancias sistema U.T.M.

3.2.4. Nivelación de la Poligonal.

El cálculo de las cotas en los vértices de la poligonal, se hizo trigonométricamente, usando tripoides y mirillas reflectivas de puntería para mejor apreciación, leyendo los ángulos verticales directo e inverso en dos series.

El cálculo se realizó en dos direcciones, para obtener un promedio en los mismos, resultando un error de -0.059 m el cual fue repartido en función de la distancia entre puntos.

Una vez ajustados o compensados los errores cometidos a lo largo de la poligonal principal, se procedió a calcular los BM enlazados por radiación.

3.3 Levantamiento Batimétrico del Embalse.

Paralelamente al establecimiento de puntos de control en la periferia del embalse, se realizó el ecosondeo batimétrico. Para ello se utilizó una ecosonda marca Raytheon, modelo DE-719B, instalada en un bote con motor fuera de borda. Este equipo con control electrónico de la velocidad, es capaz de realizar 534 sondeos por minuto y puede trabajar en una primera escala hasta 62,5 metros de profundidad con la posibilidad de ampliar la escala al doble (125 metros).

Se realizaron un total de cuarenta y dos (42) secciones batimétricas y tres (3) secciones auxiliares, con lo cual se cubrió el embalse casi en su totalidad a excepción de una zona muy pequeña, donde la presencia de plantas acuáticas y la poca profundidad imposibilitaron el ecosondeo. Un segundo juego de planos donde se señala la ubicación de estas secciones batimétricas, se anexa con el presente informe.

3.3.1 Control de Posición del Bote (Horizontal y Vertical).

Durante el proceso de levantamiento batimétrico de cualquier sección en un embalse, es necesario mantener un control sobre la profundidad y la posición del bote en el plano. El registro

continuo de la ecosonda provee lo primero, mientras que la ubicación del bote en cualquier instante, se logra mediante el mantenimiento del desplazamiento sobre una línea prefijada. Para facilitar esto, se requiere del apoyo con areofotos, fotoplanos, visuales con teodolitos, sextantes ó distanciómetros.

En el levantamiento del embalse Las Majaguas se empleó un distanciómetro y la mantención del bote sobre la línea de sondeo, se obtuvo usando una visual entre el punto de inicio del sondeo y el punto de llegada, obteniéndose la distancia entre estos con el distanciómetro.

Utilizando una cuerda de nylon con señales cada 20 m, fué posible marcar con la ecosonda a cada paso por la señal respectiva, y así, manteniendo una velocidad uniforme de desplazamiento del bote, se logró señalar las progresivas y sus respectivas profundidades en el registro, para cada sección batimétrica. En el Anexo B del presente informe, se muestran algunas bandas donde se visualiza lo anteriormente descrito.

3.4 Procesamiento de la Información.

Una vez realizado el trabajo de campo en el cual se llevó a cabo el levantamiento batimétrico del embalse, se procedió al trabajo de gabinete el cual contempló:

- Elaboración de mapas a escala 1:5.000 de la zona en estudio con la curva de nivel que define la cota de aguas normales en el embalse, es decir la curva 252,69 m.
- Procesamiento de las secciones batimétricas, en las cuales se definen las progresivas y la cota del embalse para cada profundidad referida a esa progresiva, incluyéndose en el anexo A del presente informe toda esta información.
- Realizado este procesamiento, se trasladó toda esta información a los mapas arriba descritos con la finalidad de trazar isolíneas de profundidad, las cuales definen la condición actual del embalse. Un tercer juego de planos, conteniendo estas isolíneas de profundidad, forma parte del presente informe.
- Dibujadas estas isolíneas de profundidad, se procedió al cálculo de las áreas entre secciones consecutivas de dos curvas, previa planimetría de las mismas, usando para ello una tabla digitalizadora, lo cual permite barrer cada curva en su totalidad, obteniéndose mayor precisión a la hora de determinar los volúmenes de sedimentos depositados.

4. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.

4.1. Puntos de Control Topográfico.

La presentación de los resultados se hace en la siguiente tabla (tabla N° 1), la cual contiene las coordenadas y cotas utilizando el sistema Obras de Riego, cuyo punto de enlace es el V.T.M.-5, y adicionalmente presenta las posiciones planialtimétricas utilizando el sistema de coordenadas de Cartografía Nacional (U.T.M.), cuyo Azimut de arranque lo constituye la línea Encanto-Morro I.

Tabla N° 1. Coordenadas y cotas de los puntos de la periferia del embalse.

Puntos	Sistema de Coordenadas Obras de Riego			Sistema de Coordenadas UTM		
	Norte	Este	Cota (m)	Norte	Este	Cota (m)
M-1	52.244,888	53.011,619	254,267	1.070.524,829	502.351,152	162,917
M-2	51.758,432	53.042,010	254,365	1.070.038,373	502.381,543	163,015
M-3	51.310,824	52.687,244	254,626	1.069.590,765	500.026,777	163,276
M-4	51.123,355	52.274,998	254,433	1.069.403,296	501.614,531	163,083
M-5	51.008,782	52.202,925	255,049	1.069.288,723	501.542,458	163,699
M-6	50.593,485	52.126,828	254,231	1.068.873,426	501.466,361	162,881
M-7	50.374,601	51.876,290	255,457	1.068.654,542	501.215,823	164,107
M-8	49.694,325	52.044,401	254,515	1.067.974,266	501.383,934	163,165
M-9	49.092,364	51.710,352	254,665	1.067.376,305	501.049,885	163,315
M-10	48.953,550	51.120,910	253,802	1.067.233,491	500.460,443	162,452
M-11	48.732,462	50.709,586	254,293	1.067.012,403	500.049,119	162,943
M-12	48.515,808	49.927,755	254,674	1.066.795,749	499.267,288	163,324
M-13	51.187,800	50.142,100	253,739	1.069.467,741	499.481,633	162,389
M-14	52.198,828	50.624,129	253,845	1.070.478,769	499.963,662	162,495
M-15	51.827,079	51.023,751	253,706	1.070.107,02	500.363,284	162,356
M-16	50.104,749	49.010,982	253,837	1.068.384,69	498.350,515	162,487
M-17	48.208,796	48.742,700	254,355	1.066.488,737	498.082,233	163,005
M-18	49.576,397	47.648,126	253,761	1.067.856,338	496.987,659	162,411

M-19	46.851,825	47.496,746	253,855	1.065.131,766	496.836,279	162,505
M-20	47.781,653	45.078,979	254,110	1.066.061,594	494.418,512	162,760
M-21	49.217,891	44.810,957	253,735	1.067.497,836	494.150,49	162,385
M-22	47.802,733	44.674,954	253,743	1.066.082,674	494.014,487	162,893
M-23	51.898,779	52.075,856	254,062	1.070.178,72	501.415,389	162,712
M-24	51.726,666	51.779,890	254,009	1.070.006,607	501.119,423	162,659
M-25	49.618,035	46.587,744	253,835	1.067.897,976	495.927,277	162,485

En el primer juego de planos a escala 1:5.000 del embalse que se anexan, se plotearon estos puntos de control topográfico con sus respectivas cotas y coordenadas.

4.2. Curvas de Elevación-Area-Capacidad.

Una vez dibujadas las isolíneas de profundidad, se determinó el volumen de sedimentos almacenado entre curvas a partir de la ecuación de las áreas promedios. Estos cálculos se presentan en la tabla N° 2.

Tabla N° 2. Capacidad del embalse Las Majaguas a partir de los datos obtenidos del estudio batimétrico.

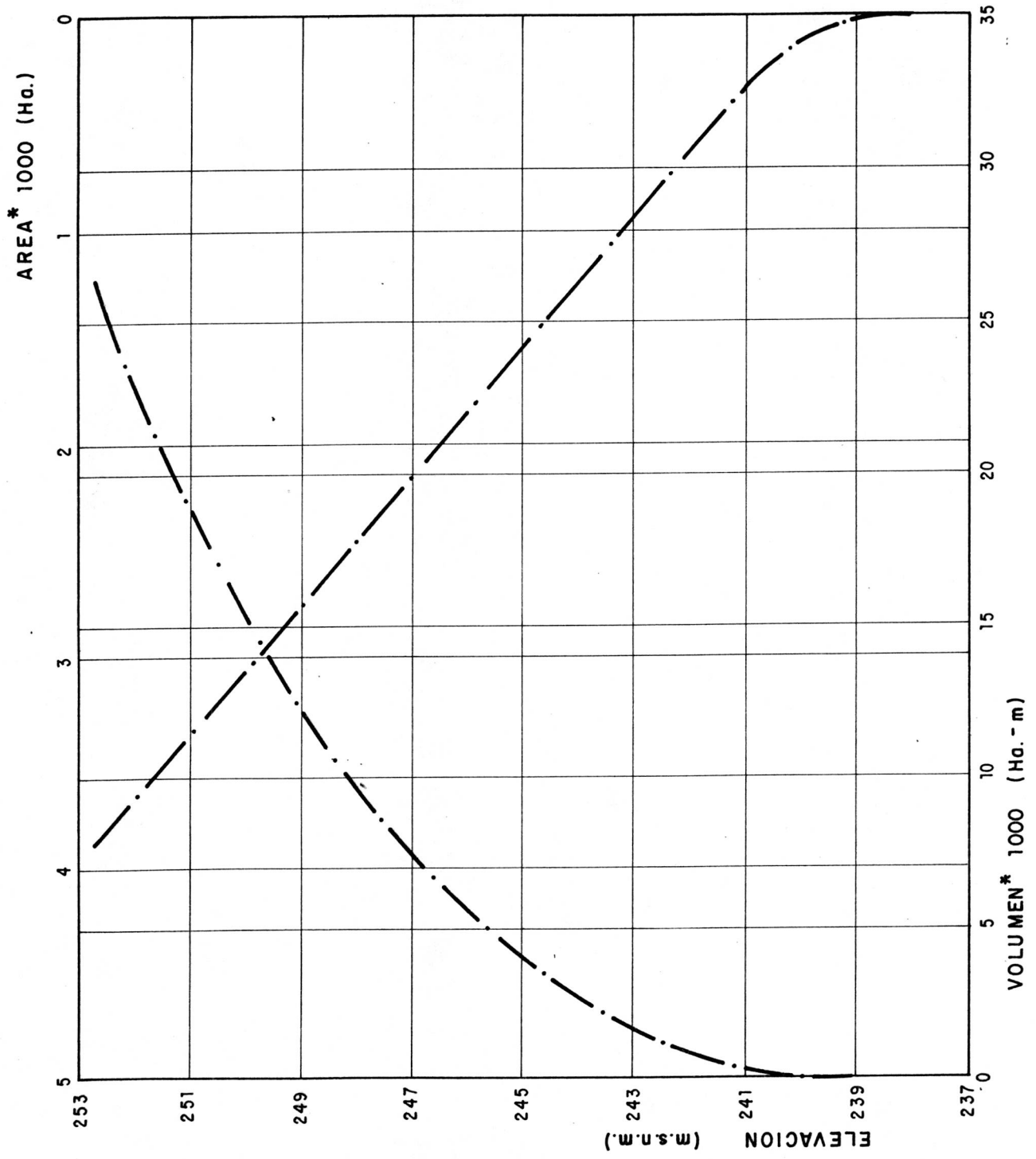
Elevación (m.s.n.m.)	Area (Ha.)	Volúmen Parcial (Ha.-m)	Volúmen Acumulado (Ha.-m)
238	0,00		0,00
		2,655	
239	5,31		2,655
		18,77	
240	32,23		21,425
		191,205	
241	350,18		212,63
		491,275	
242	632,67		704,055
		821,175	

243	1.009,68		1.525,23
		1.163,620	
244	1.317,56		2.688,85
		1.420,685	
245	1.523,81		4.109,535
		1.616,200	
246	1.708,59		5.725,735
		1.949,440	
247	2.190,29		7.675,175
		2.338,165	
248	2.486,04		10.013,34
		2.644,285	
249	2.802,53		12.657,625
		2.980,67	
250	3.158,81		15.638,295
		3.355,710	
251	3.552,61		18.994,005
		3.675,305	
252	3.798,00		22.669,350
		3.915,515	
252,69	4.033,03		26.584,825

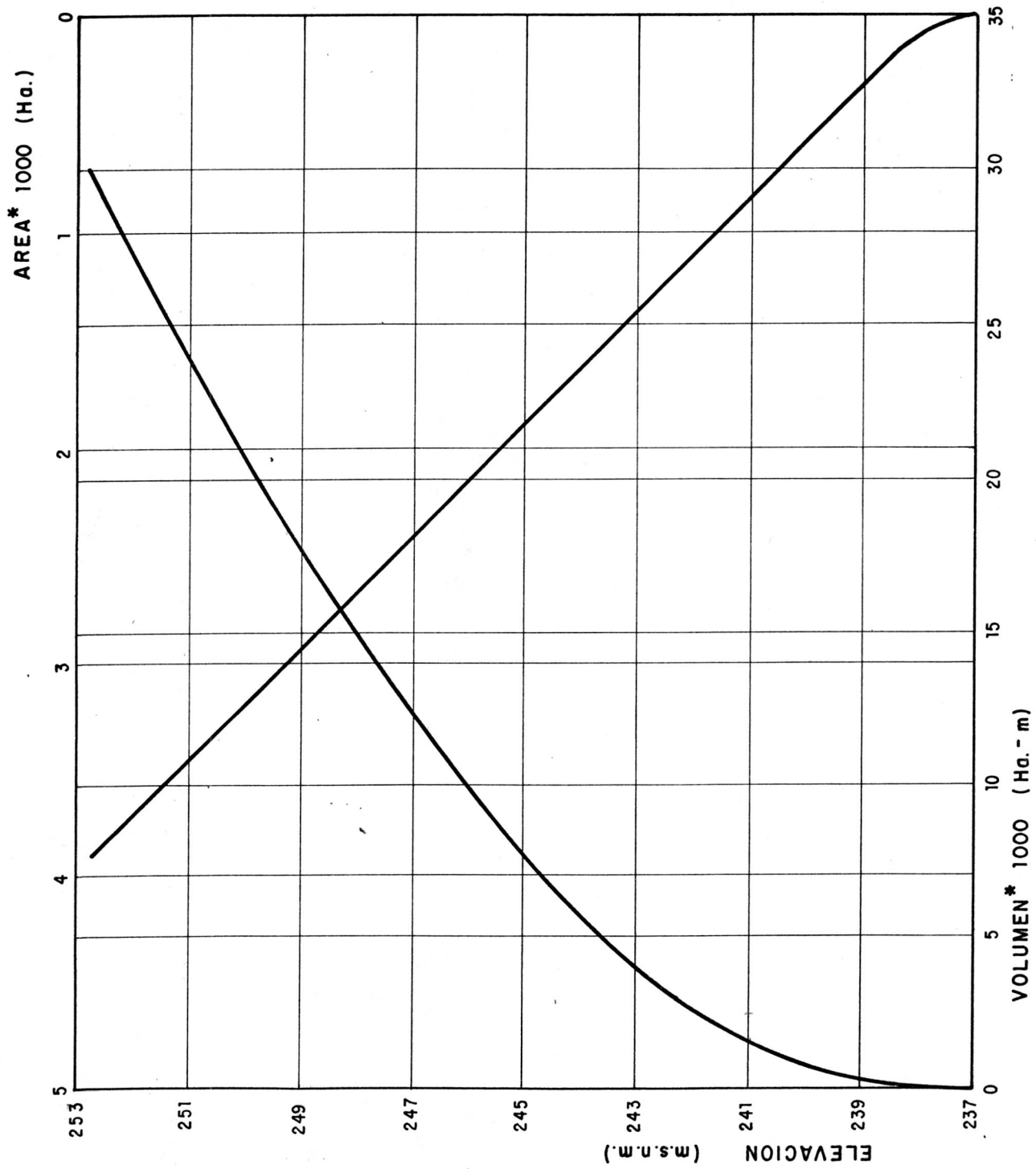
Con la información anterior se elaboró la nueva curva de Elevación-Area-Capacidad del embalse, de acuerdo a las nuevas curvas altimétricas producto de la batimetría. La gráfica N° 1, presenta esta situación.

Al superponer la nueva curva de Elevación-Area-Capacidad, producto de la batimetría (gráfica N° 1), con la ya existente, realizada en base a los mapas topográficos a escala 1:5.000 antes de la construcción del embalse (gráfica N° 2), se determinó el cambio de almacenamiento del depósito sólido en el vaso, lo cual se ilustra en la gráfica N° 3.

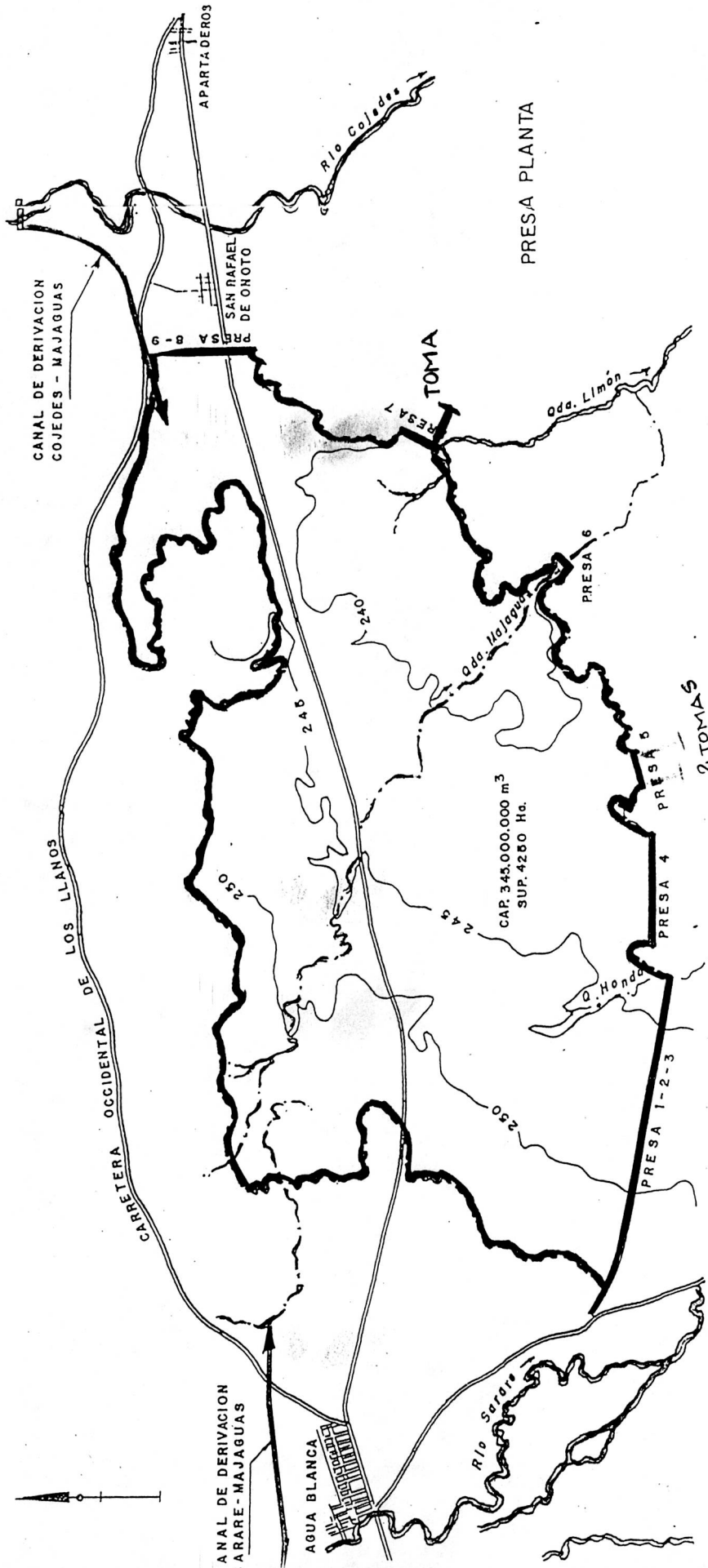
Grafica Nº 1.- Curva Elevación - Area - Capacidad, Embalse Las Majaguas. Batimetría



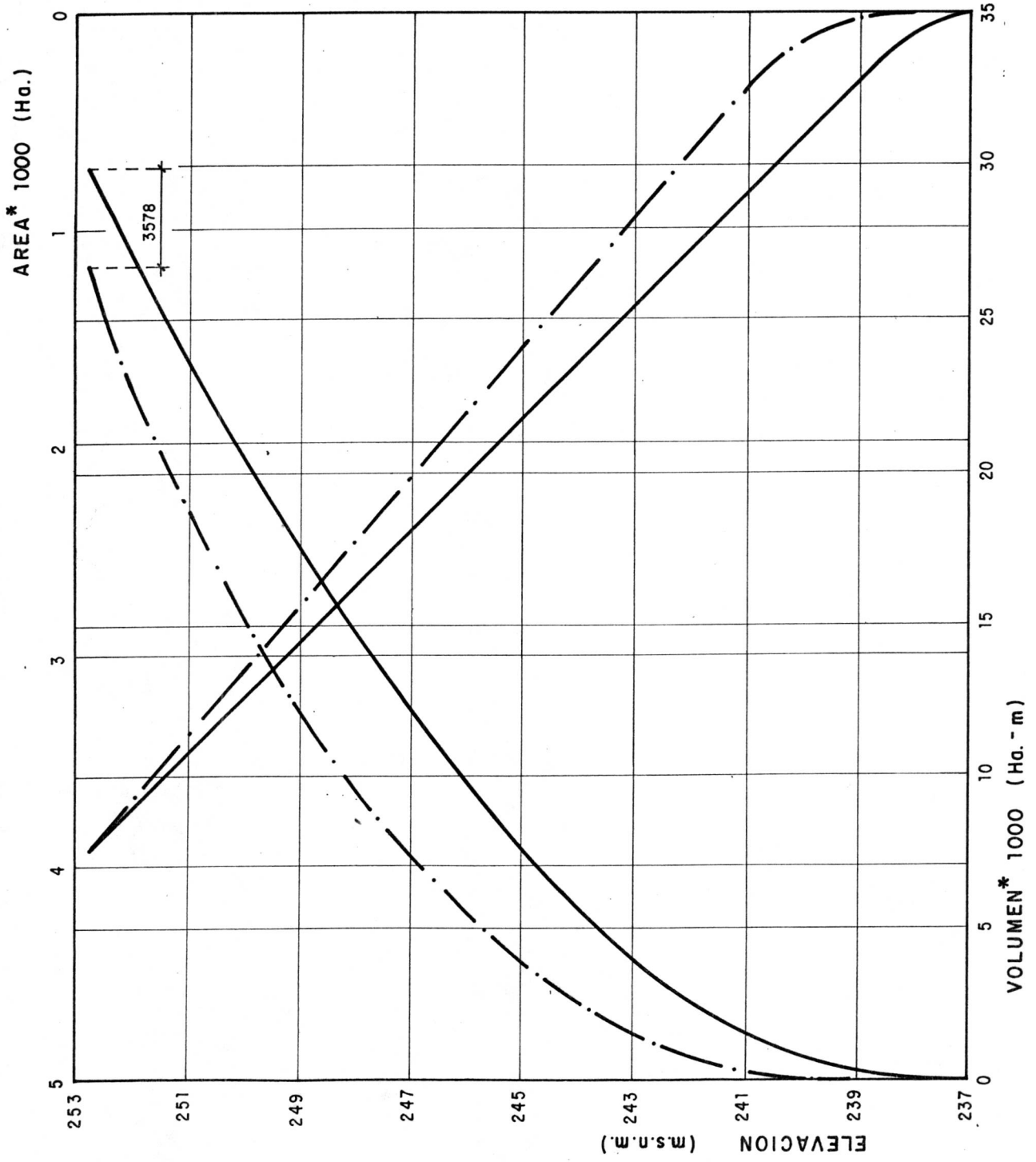
Grafica Nº 2.- Curva Elevación - Area - Capacidad, Embalse Las Majaguas. Topografía Original



EMBALSE LAS MAJAGUAS



Gráfica Nº 3.- Curvas Elevación - Area - Capacidad, Embalse Las Majaguas. Superposición



5. PROPIEDADES DE LOS SEDIMENTOS.

Se realizaron muestreos de sedimentos a la entrada del canal de derivación sobre el río Cojedes, utilizando un tubo cilíndrico de 4 cm de diámetro y 25 cm de longitud, lo que permitió realizar análisis de sedimentos superficiales acumulados en el fondo cuyas curvas granulométricas se muestran en la gráfica N° 4. Estas muestras corresponden al material aportado por este canal de derivación, en donde se han producido los mayores espesores de acumulación de sedimentos. La granulometría indica que un 85% del sedimento, está comprendido en un rango de tamaño de (0,01-0,10) mm, mientras que la fracción de arcilla es inferior al 10% en peso, destacándose que existe un elevado contenido de materia orgánica de origen vegetal. Para la fecha del muestreo se realizaron análisis de conductividad del agua y Ph, obteniéndose valores de 600 micromhos/cm y 7.6 respectivamente. La concentración de sólidos en el agua del embalse hacia la sección central adyacente a la presa 7, fué durante la fecha de los trabajos de campo igual a 80 mg/l, incluyéndose en ella principalmente, material vegetal (algas verdes), estas últimas abundantes en el agua del embalse.

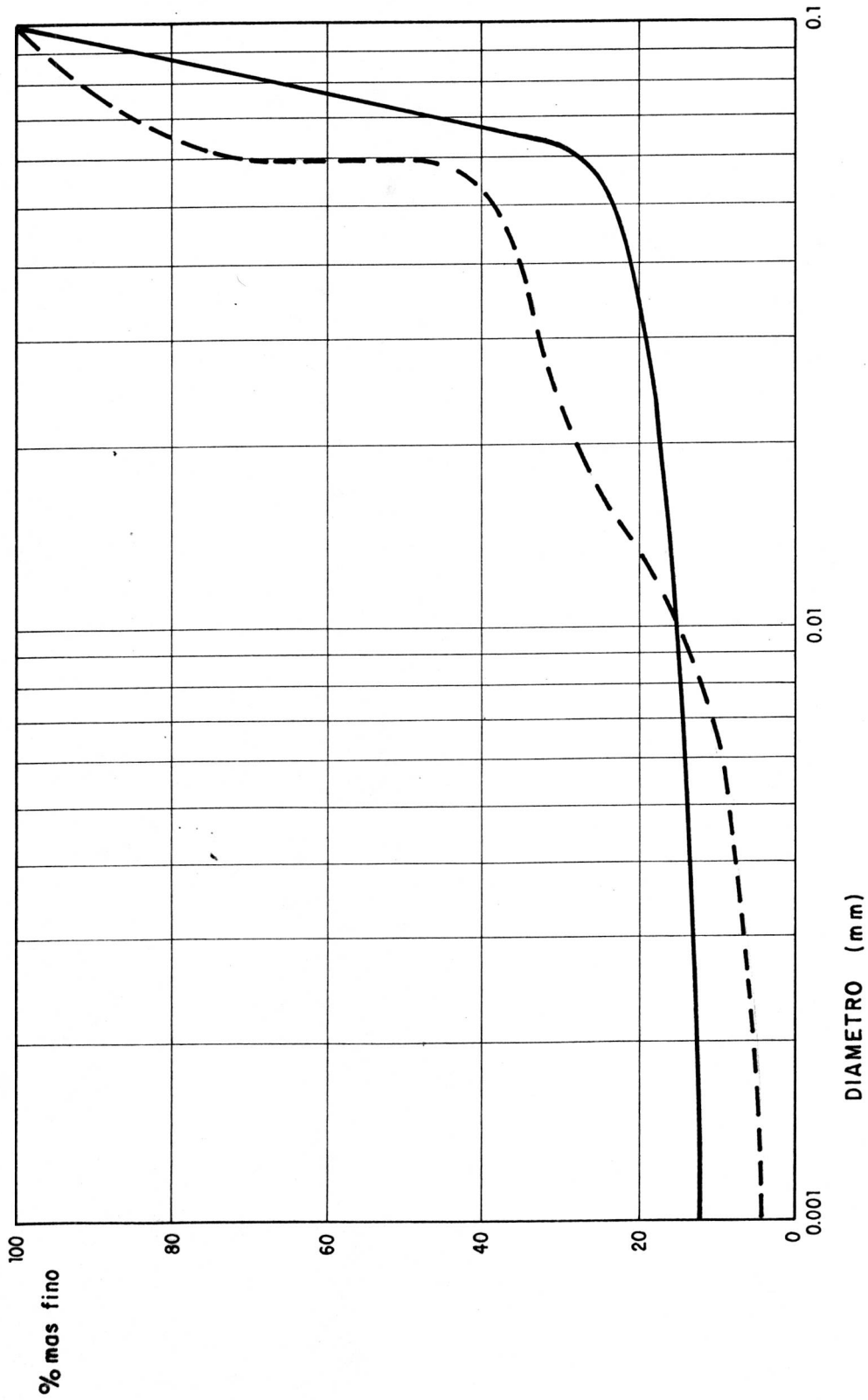
6. CONCLUSIONES.

La curva Elevación-Area-Capacidad obtenida del presente estudio, muestra una reducción de capacidad del embalse del orden de 3.578 Ha-m con respecto a la curva de Elevación-Area-Capacidad inicial, lo cual es un poco más del 10% de la capacidad original del mismo estimada en 34.500 Ha.-m. Si tomamos en consideración el hecho de que el embalse Las Majaguas es un embalse fuera de cauce, es lógico pensar que buena parte de los sedimentos quedan atrapados antes de los canales de derivación y en ellos mismos, lo cual confirma nuestra hipótesis inicial en el sentido de no existir una disminución importante en la capacidad de almacenamiento de este embalse.

Desde el punto de vista de la pérdida de capacidad y debido a la forma de operación y aportes hacia el embalse, el sedimento puede representar a futuro un factor de deterioro de la calidad del agua, especialmente al asociarse con la transformación de materia orgánica existente en el vaso tanto por la vegetación original no removida como por el incremento en la población de algas e hidrófitas.

No se observan en la periferia y áreas sometidas a la fluctuación normal de niveles del agua en el embalse, problemas como deslizamientos, asentamientos o erosión de cárcavas, lo cual es considerado favorable para la preservación del embalse.

Grafica N° 4 - Muestras de sedimentos del fondo del Embalse Los Majaguas a la entrada del canal Río Cojedes. Curvas Granulométricas



7. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos, se sugiere hacer un seguimiento de la acumulación de sedimentos en la entrada de los canales cada cinco años, con secciones más densas, y espaciar en el tiempo los levantamientos batimétricos generales del embalse a periodos de 15-20 años.

Proseguir el control de las plantas acuáticas debido a su compleja interacción con el sedimento, ya que esto puede acelerar en el futuro la eutroficación del embalse.

En los periodos de aportes de escorrentía y sedimentación al embalse, se sugiere la realización de un programa de mediciones de sedimentos y calidad de agua en la entrada como en la salida de las compuertas del embalse a los fines de determinar el atrape del sedimento y su rata de acumulación en las zonas de deposición.

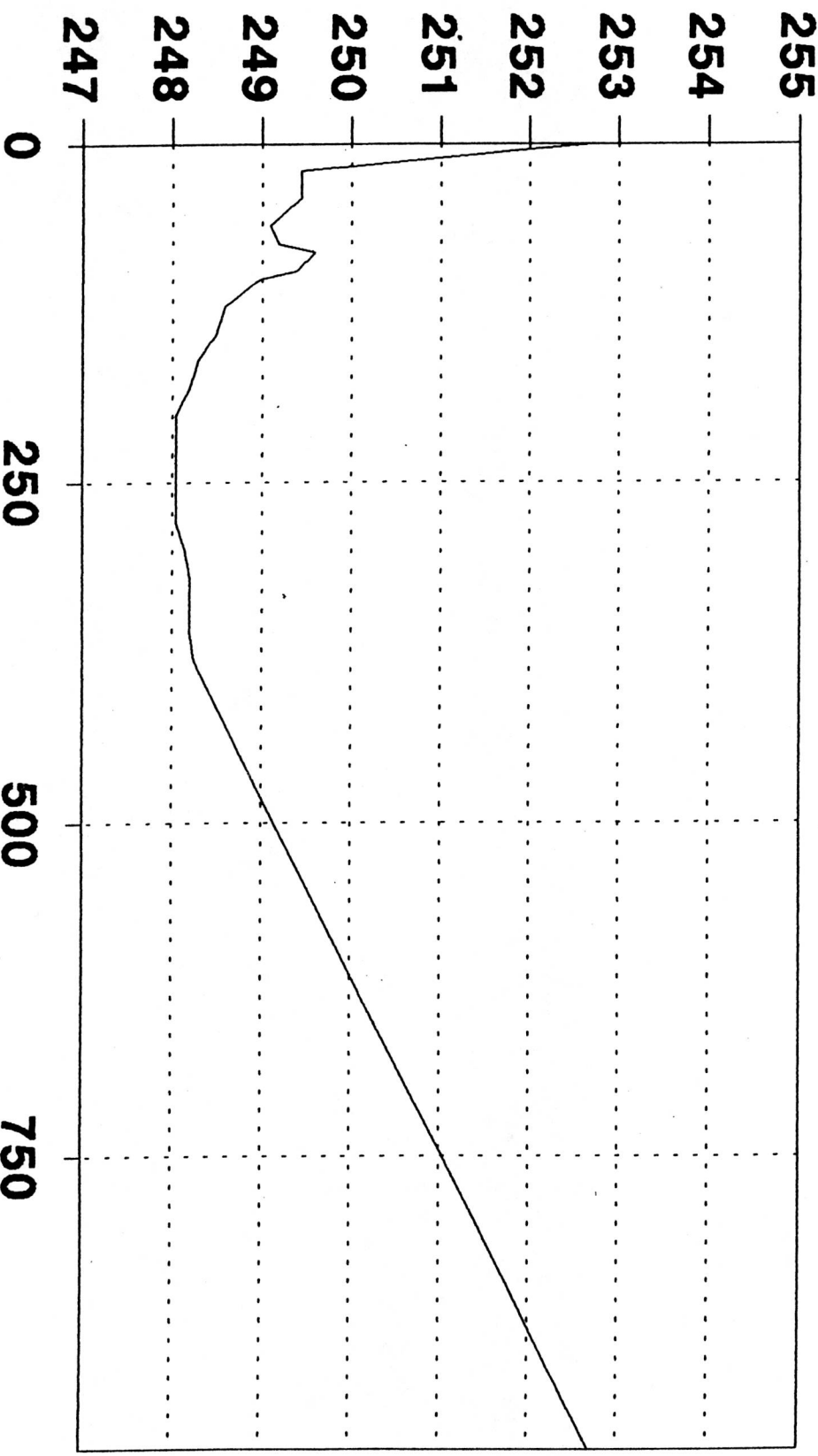
ANEXO A

(Secciones Batimétricas realizadas en el Embalse Las Majaguas)

SECCION 01

Batimetria Embalse Las Majaguas

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



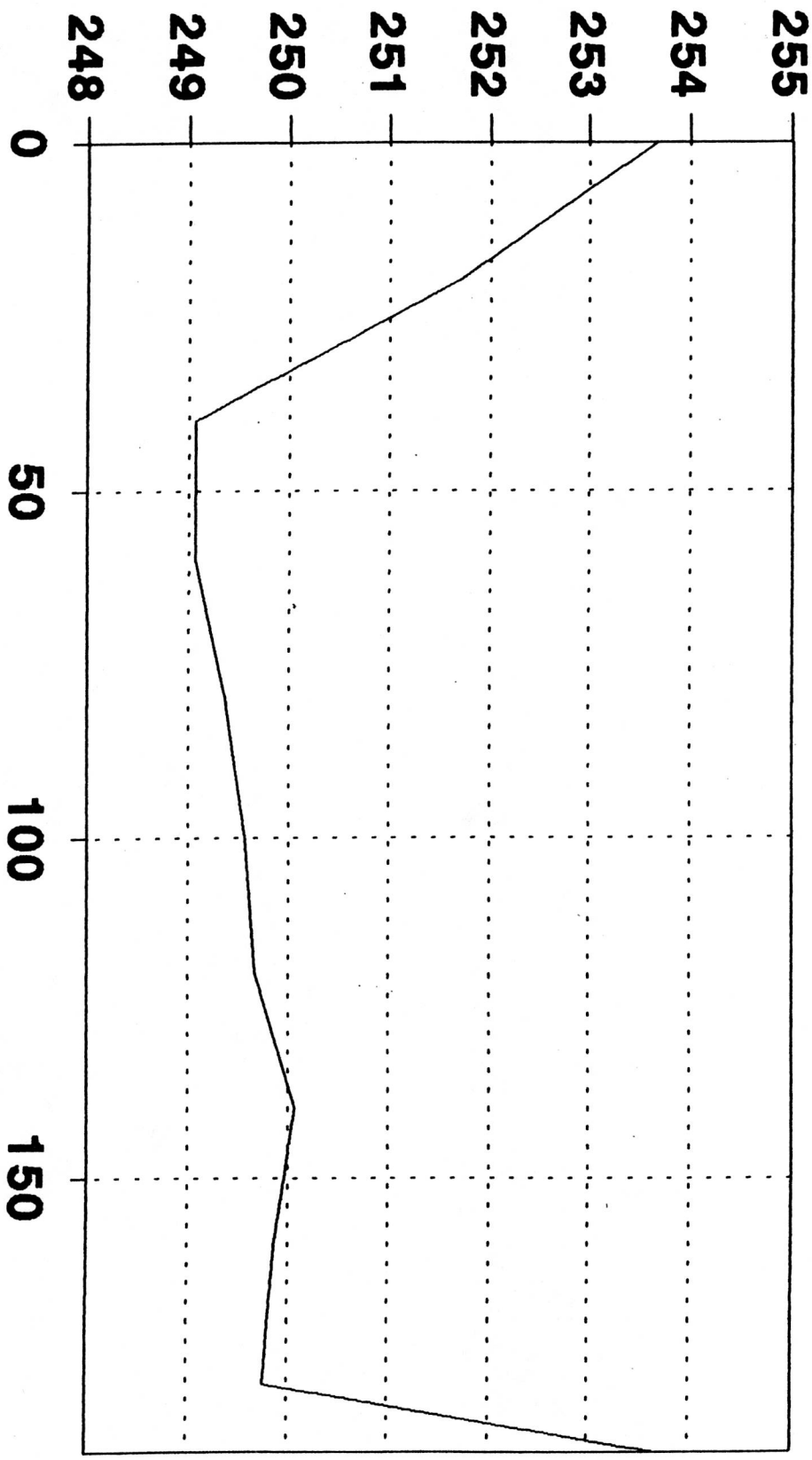
Progresiva (m)

TCICU

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 02

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



Progresiva (m)

FIG. 2

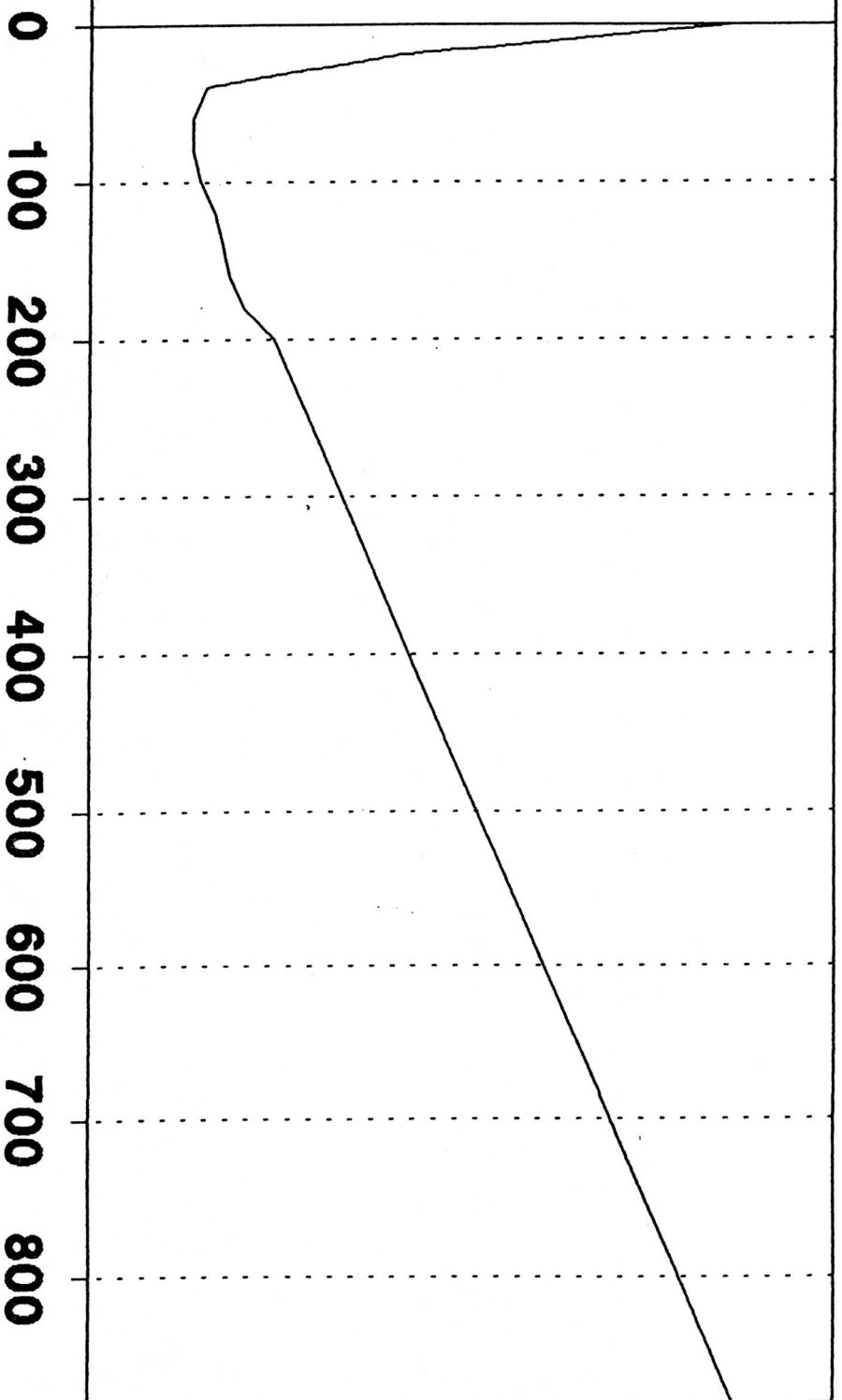
SECCION 03

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

255

245



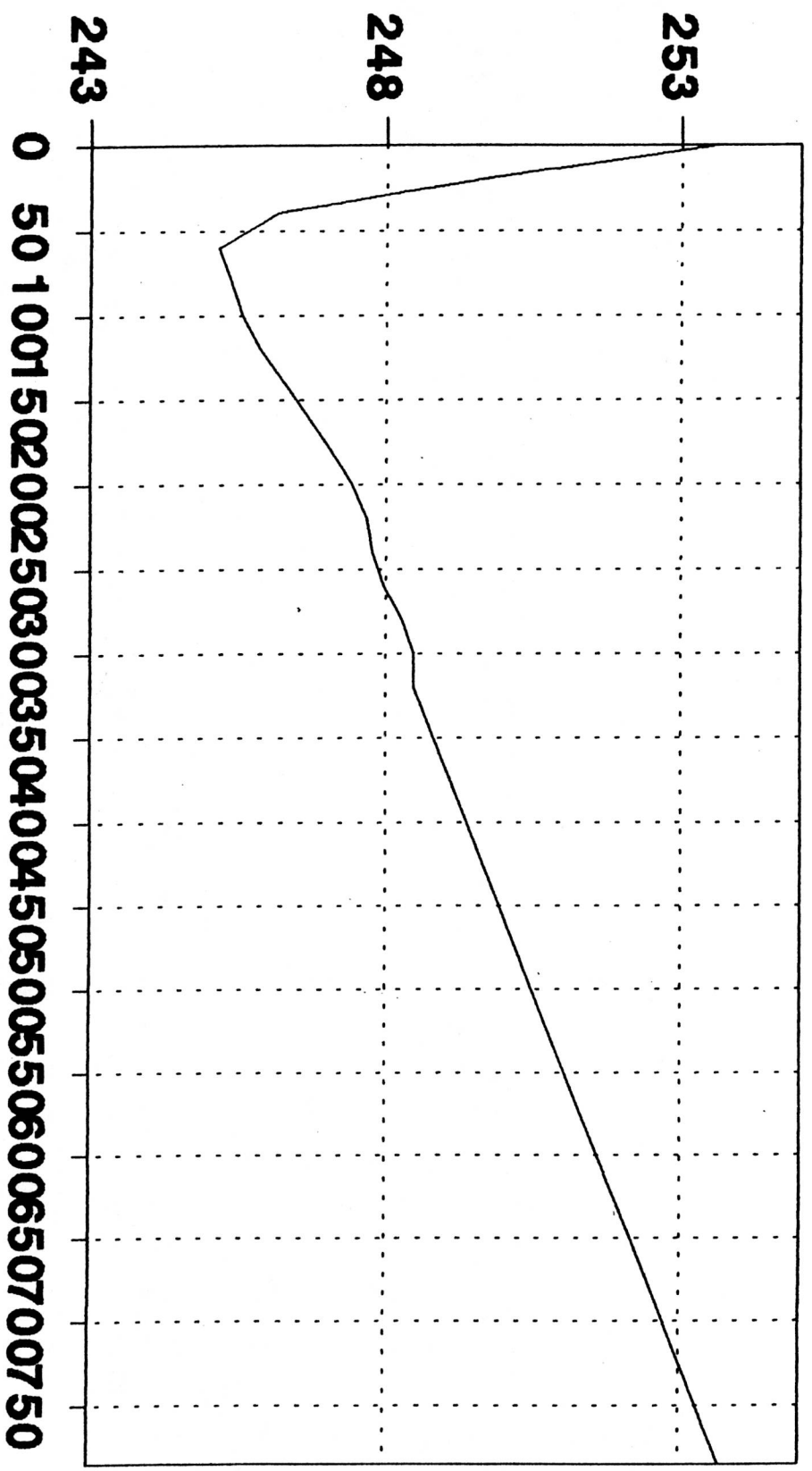
Progresiva (m)

TUNCI

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 04

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



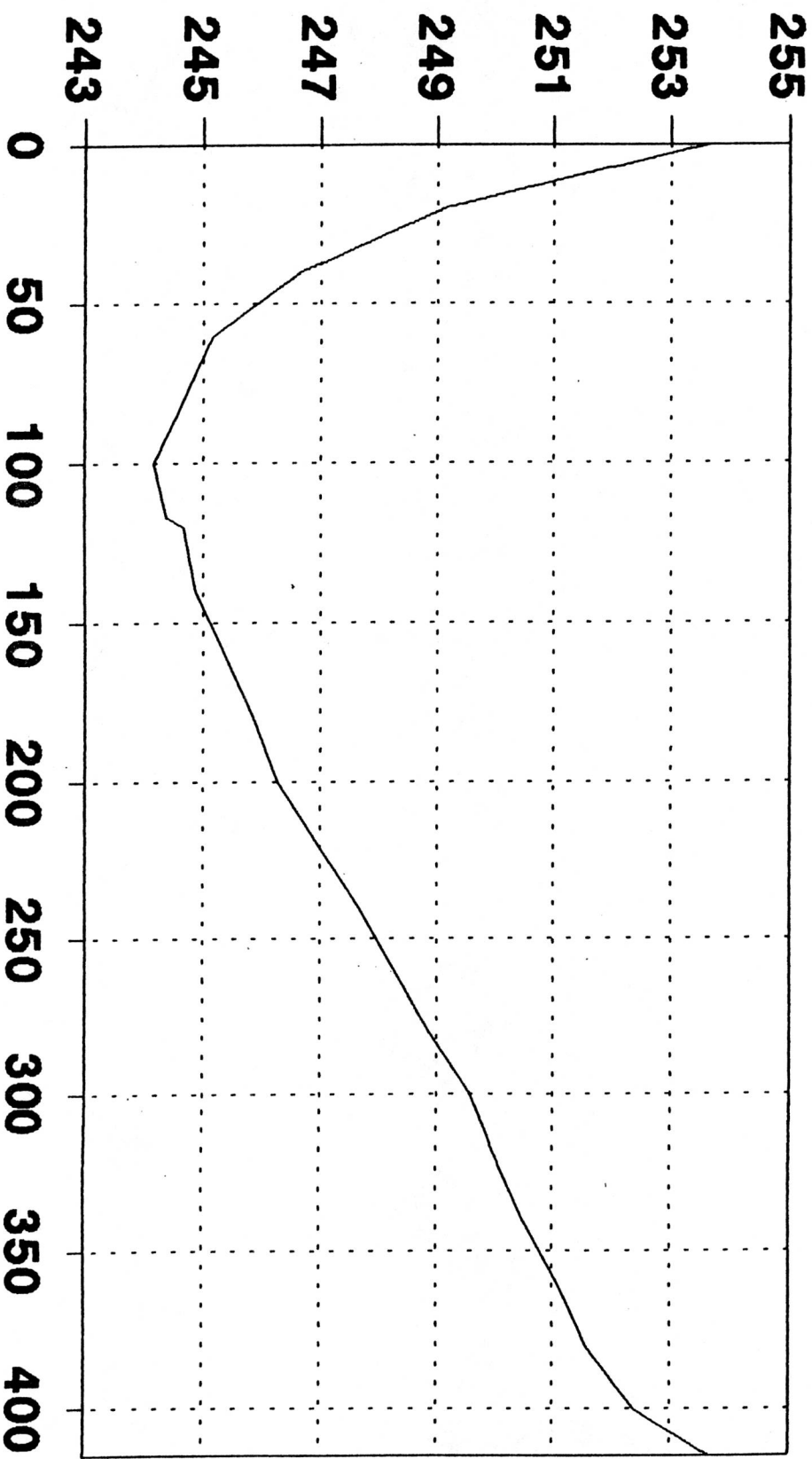
Progresiva (m)

LUZ

SECCION 05

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

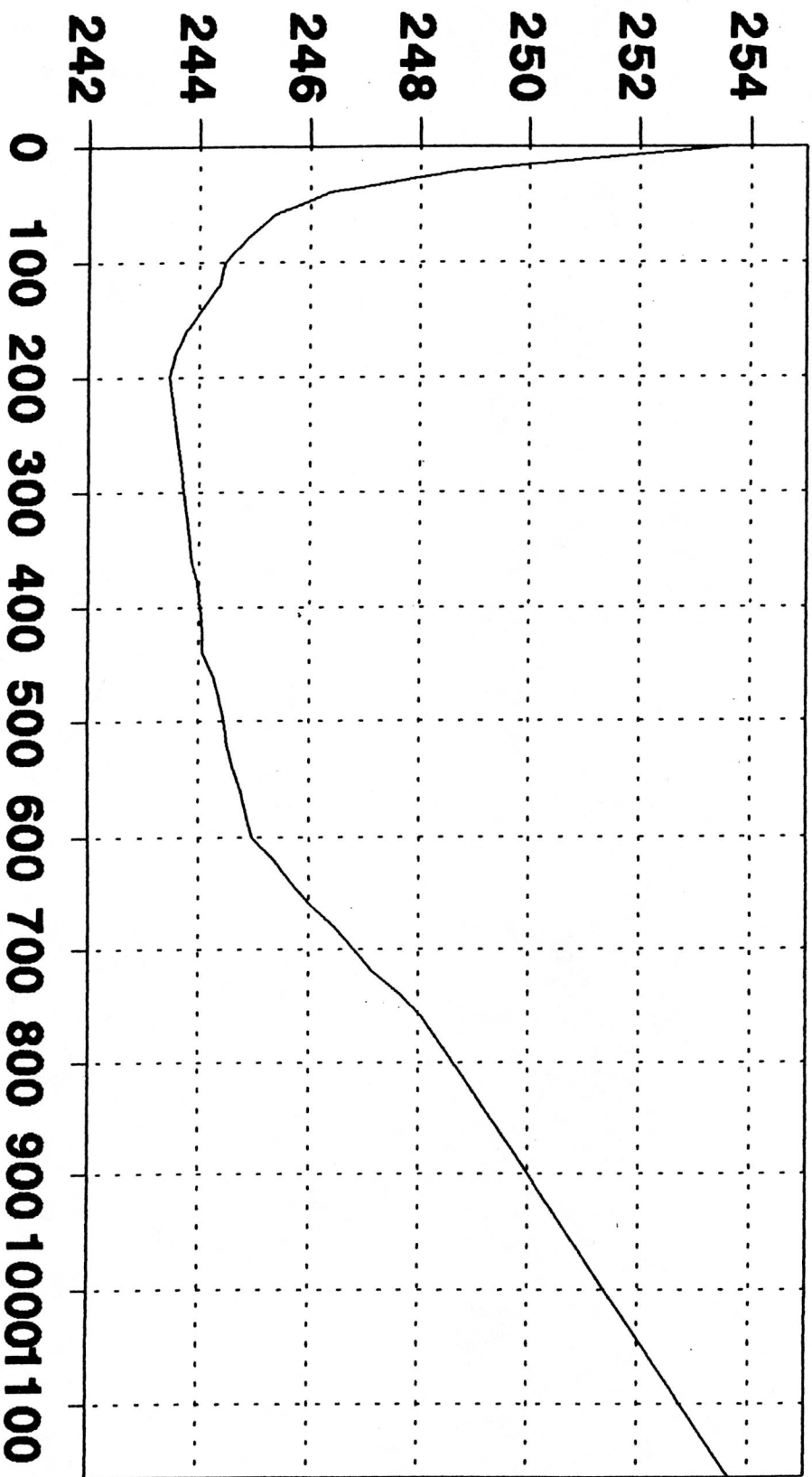


Progresiva (m)

SECCION 06

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



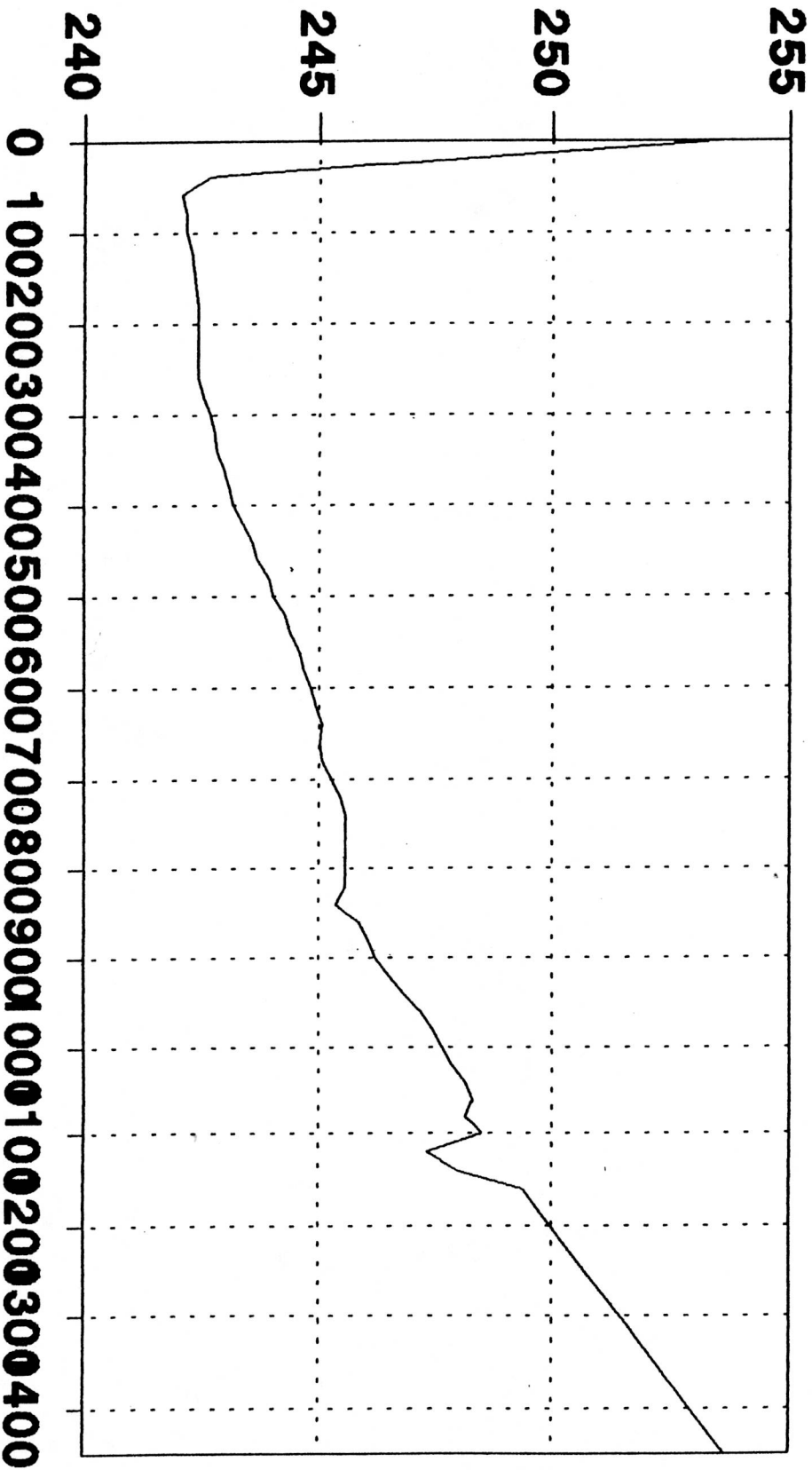
Progresiva (m)

TCIPU

SECCION 07

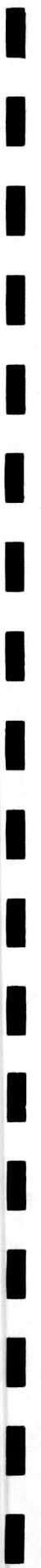
BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



Progresiva (m)

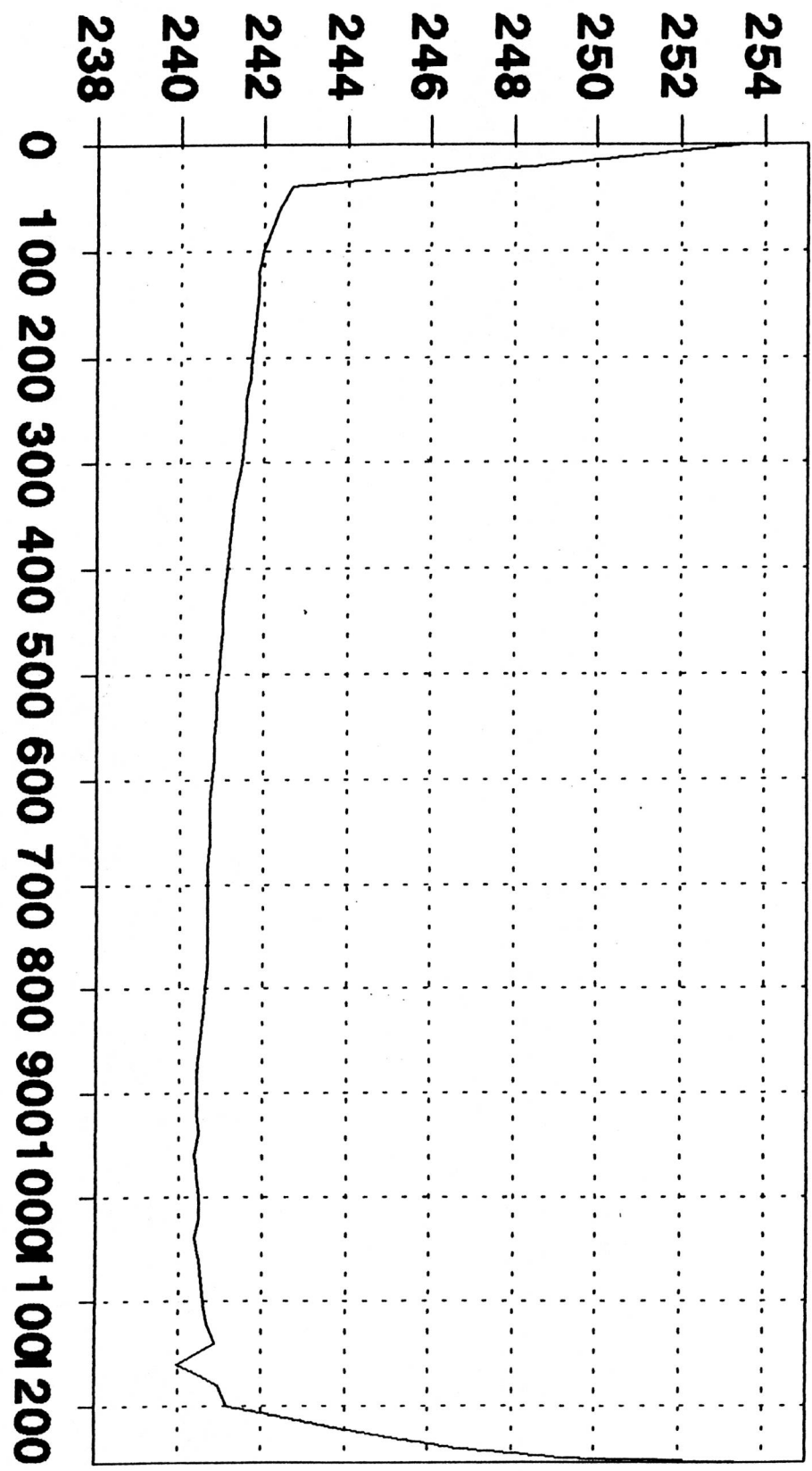
TUCID



BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 08

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



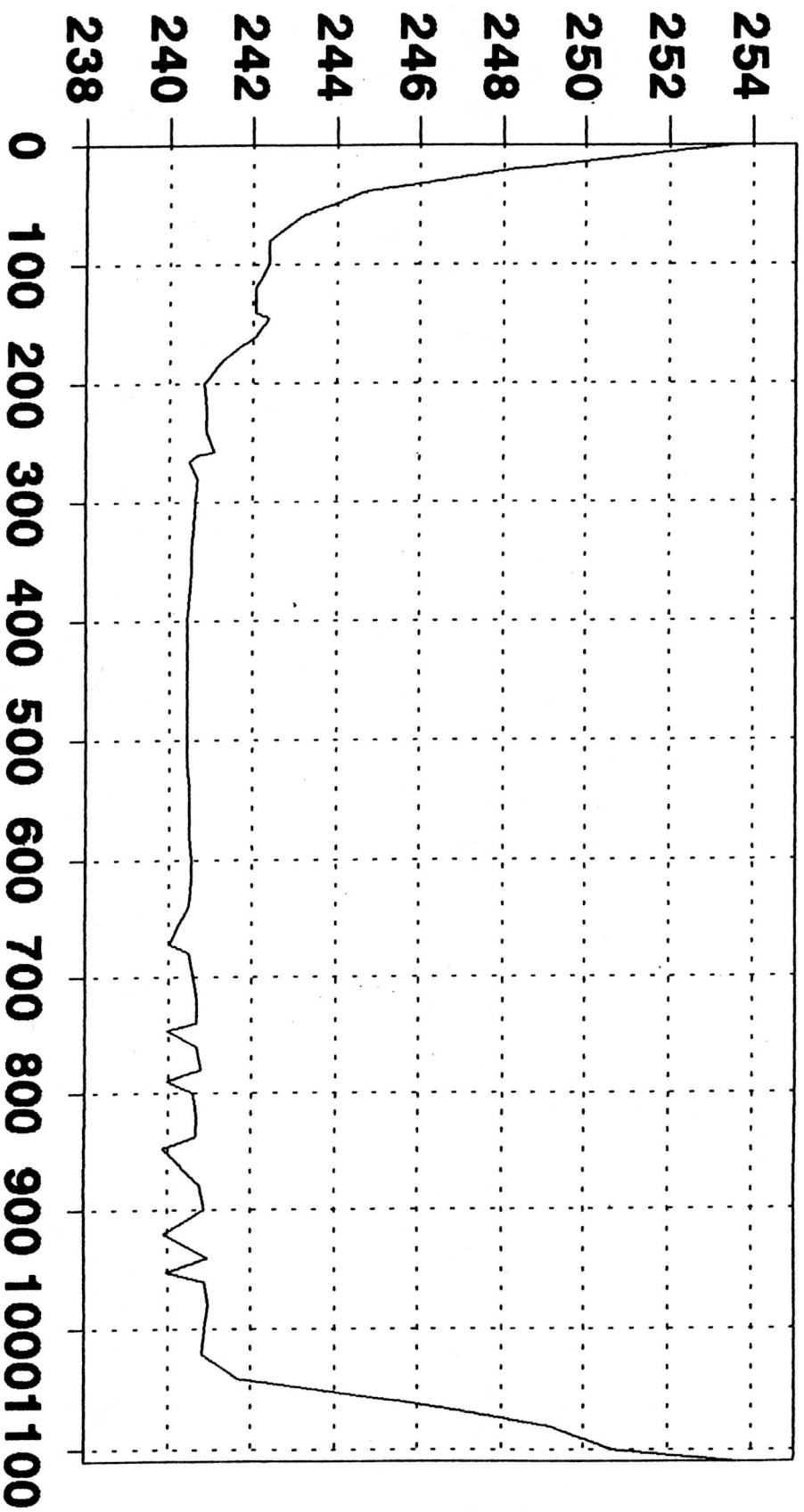
Progresiva (m)

LUZ

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 09

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



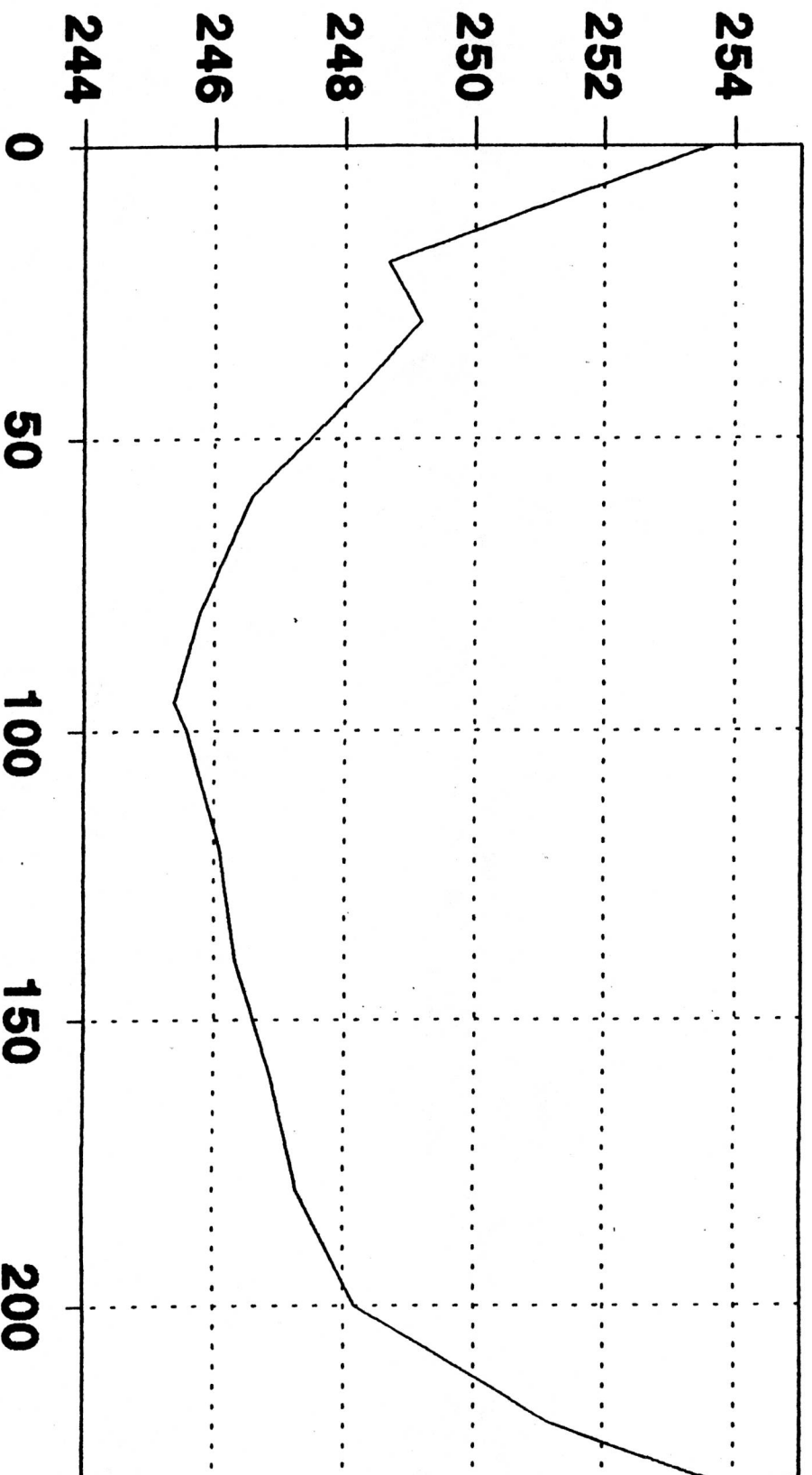
Progresiva (m)

LUCE

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 10

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



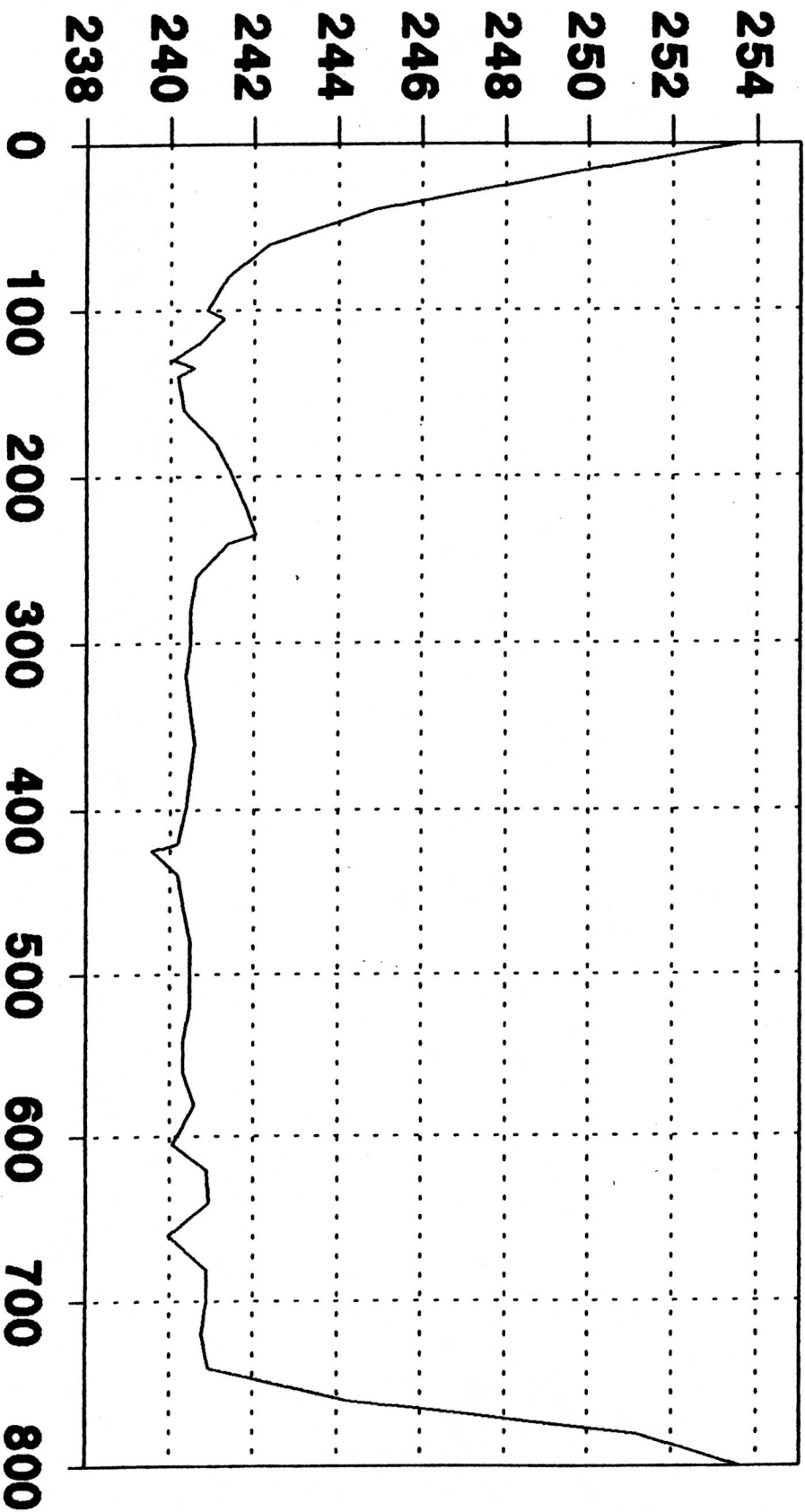
Progresiva (m)

TUICID

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 11

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



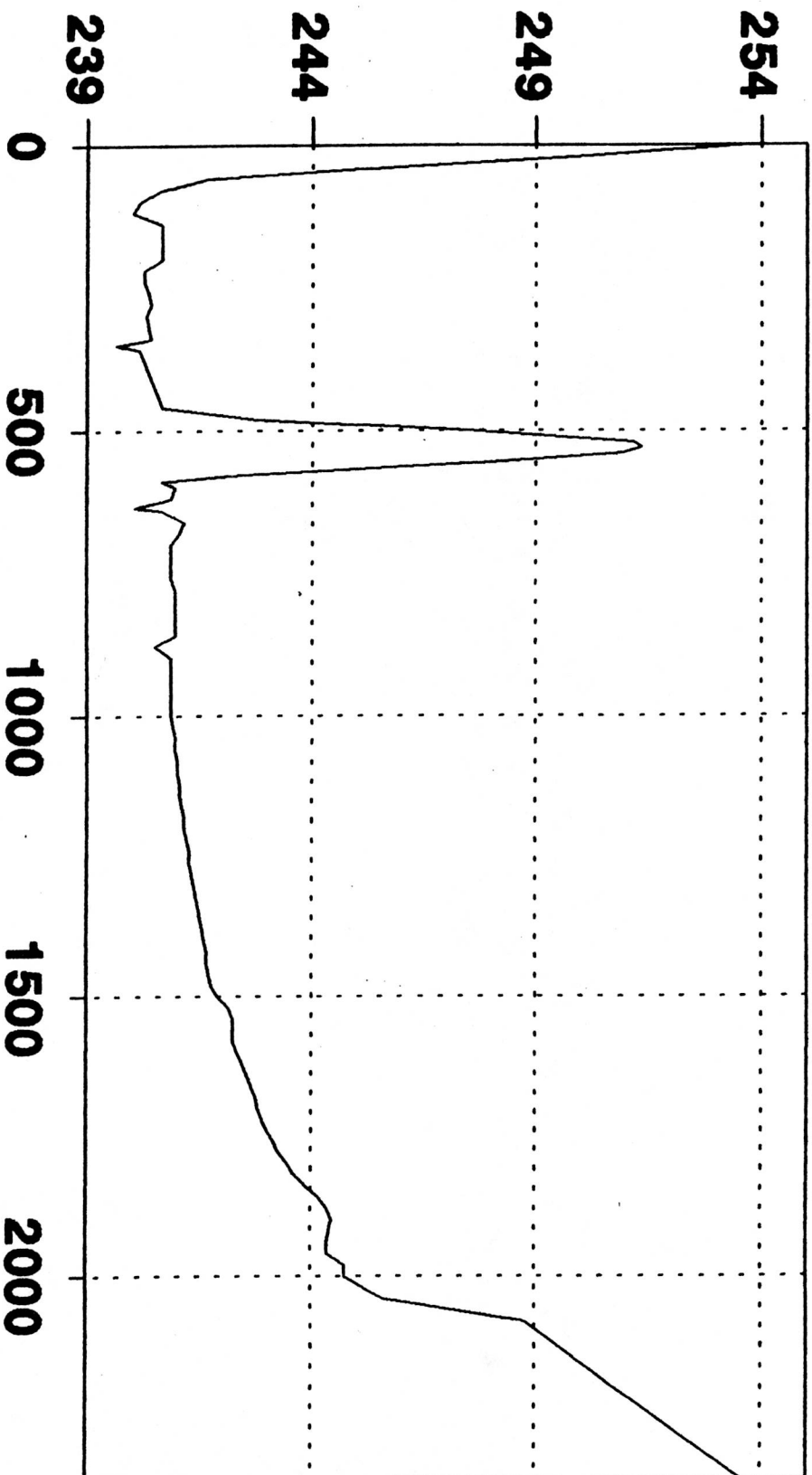
Progresiva (m)

FIG. 11

SECCION 12

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

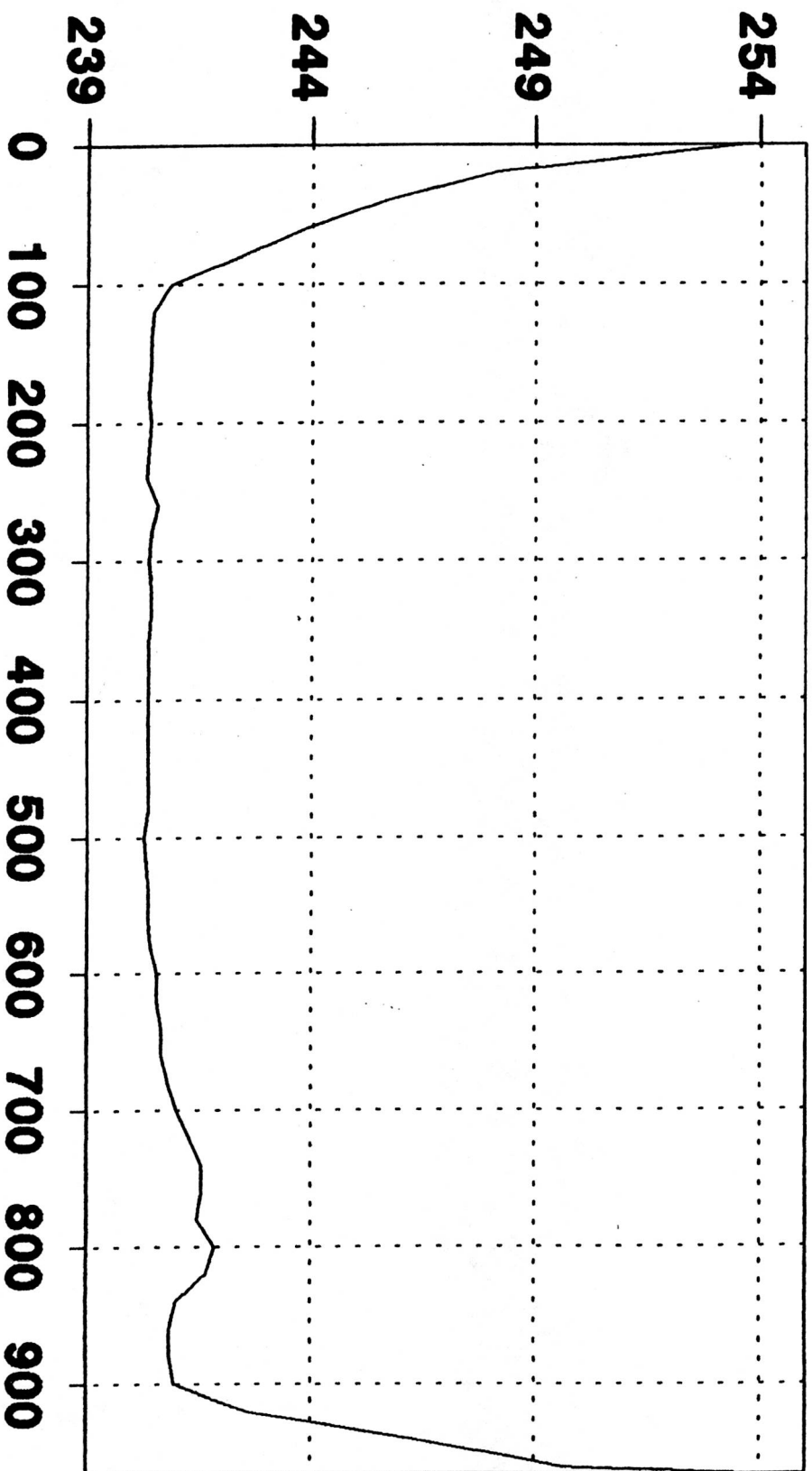


TUCID

SECCION 13

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



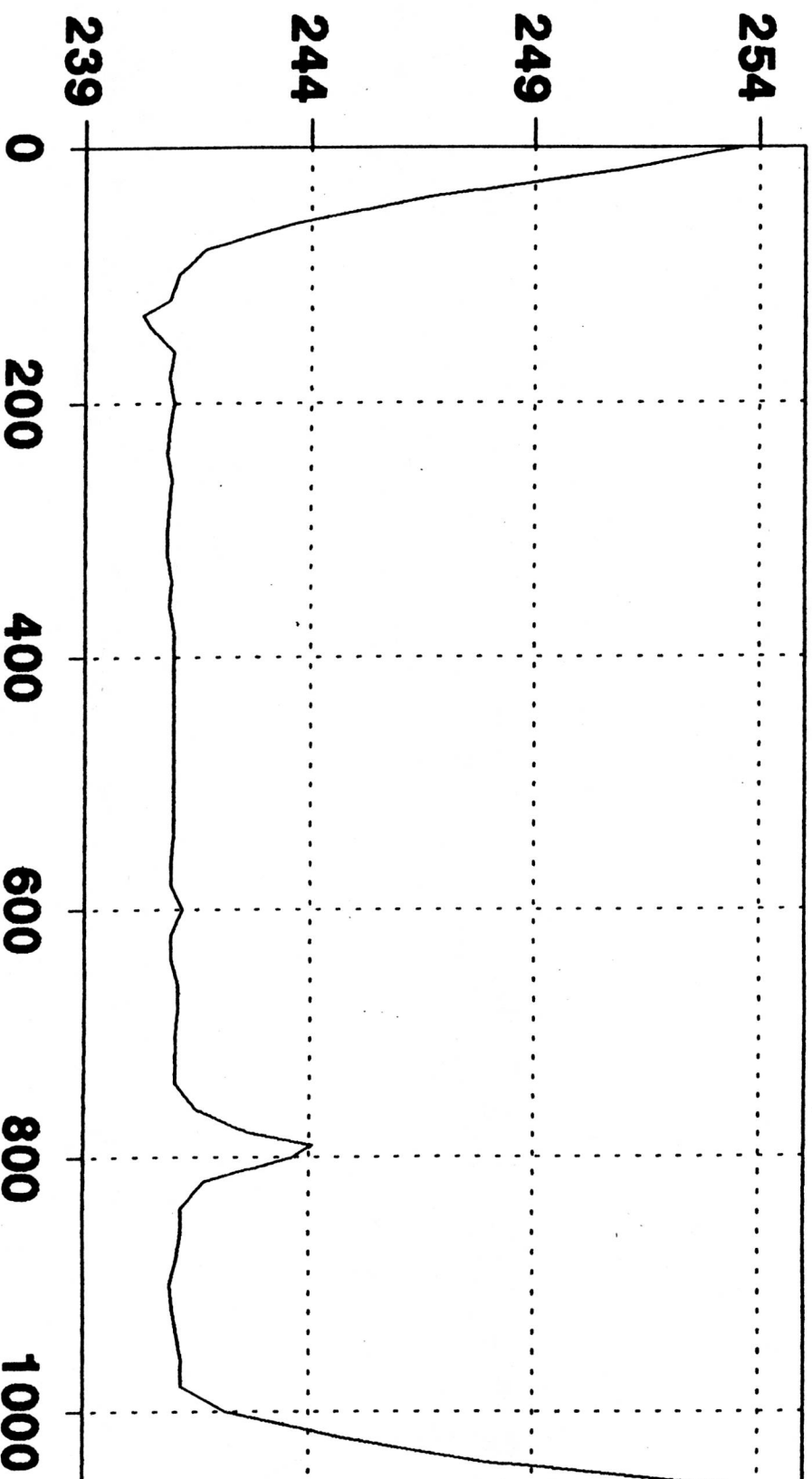
Progresiva (m)

TUCID

SECCION 14

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



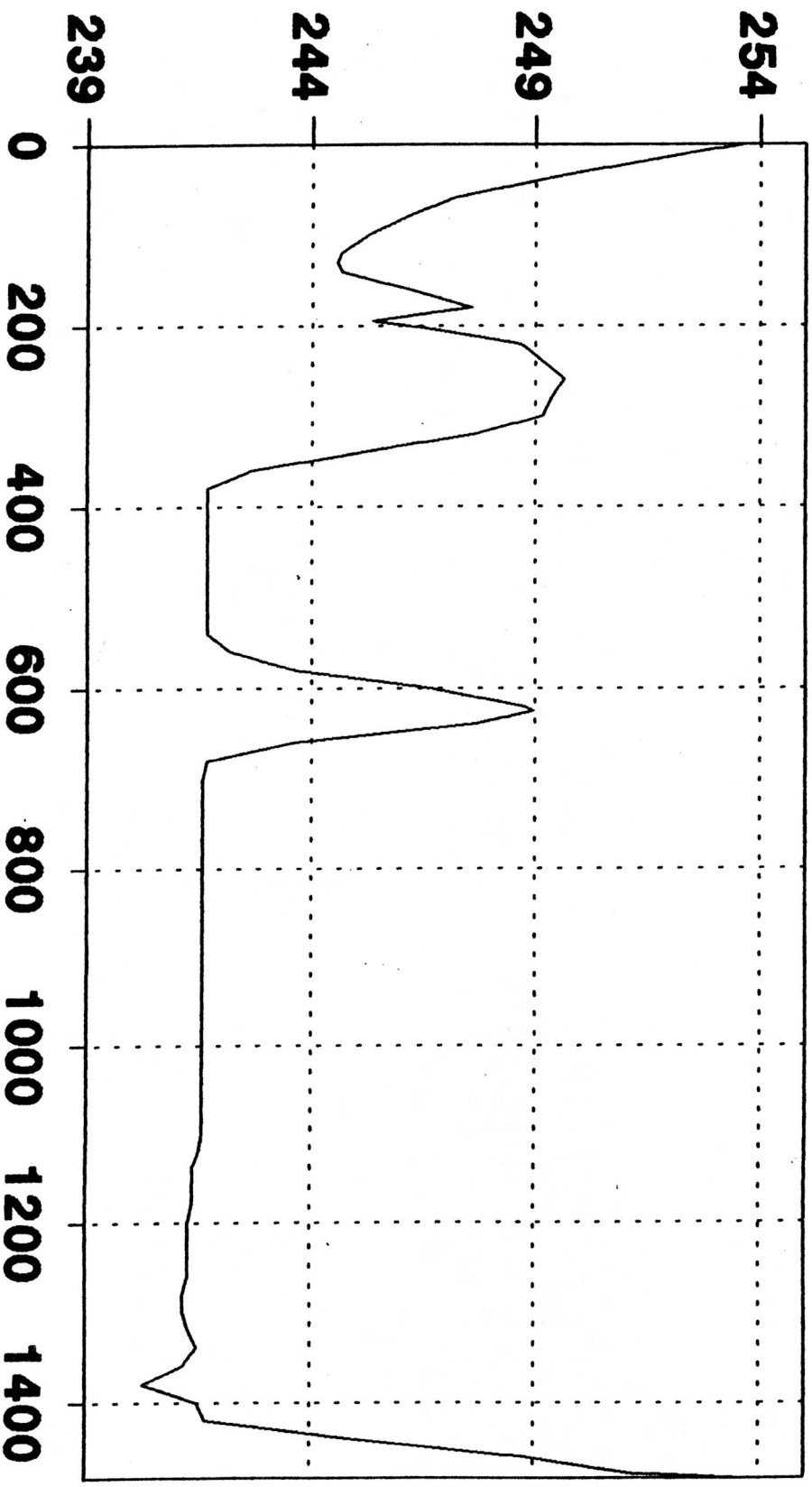
Progresiva (m)

TUCID

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 15

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



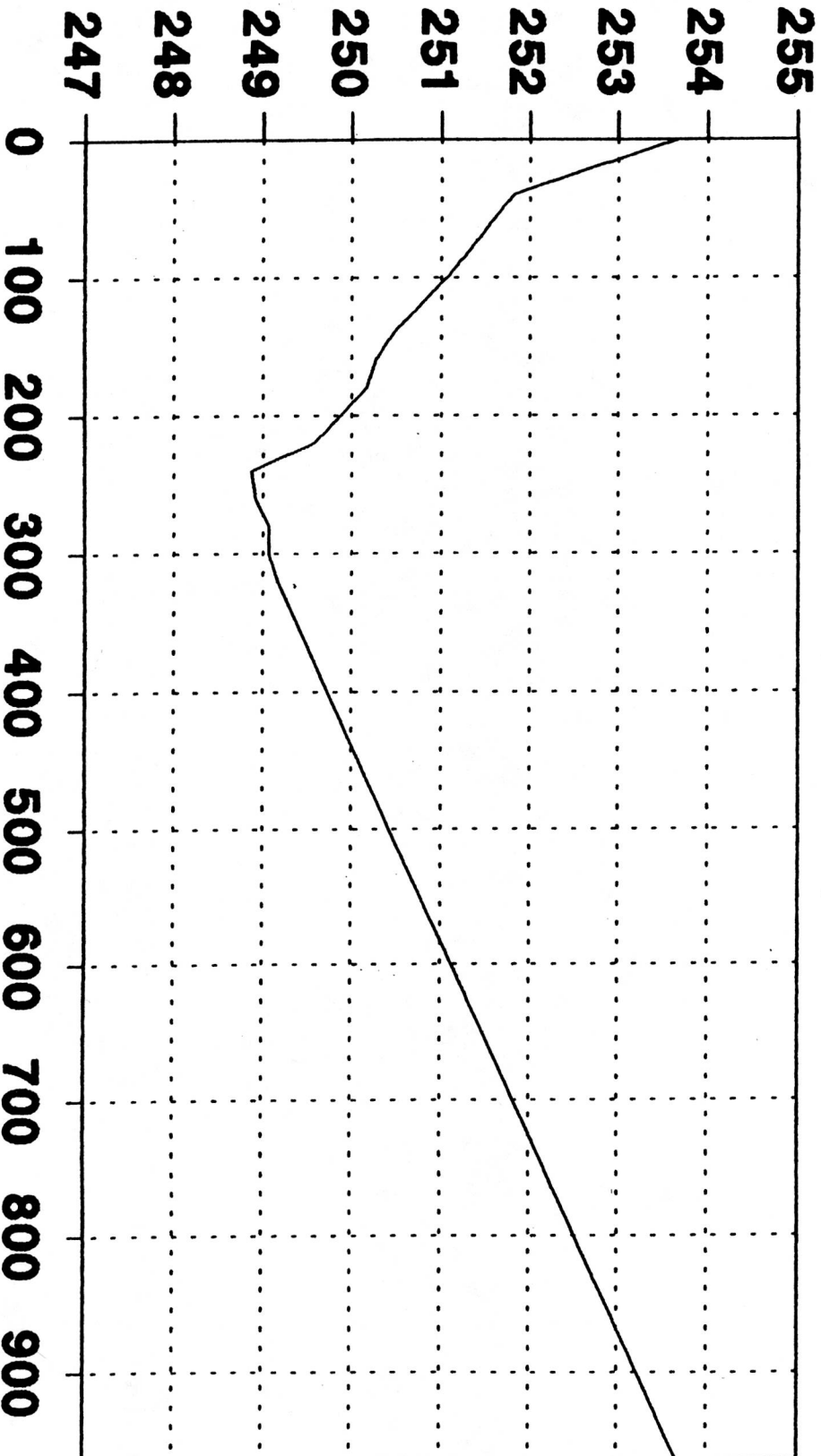
Progresiva (m)

TUCID

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 16

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

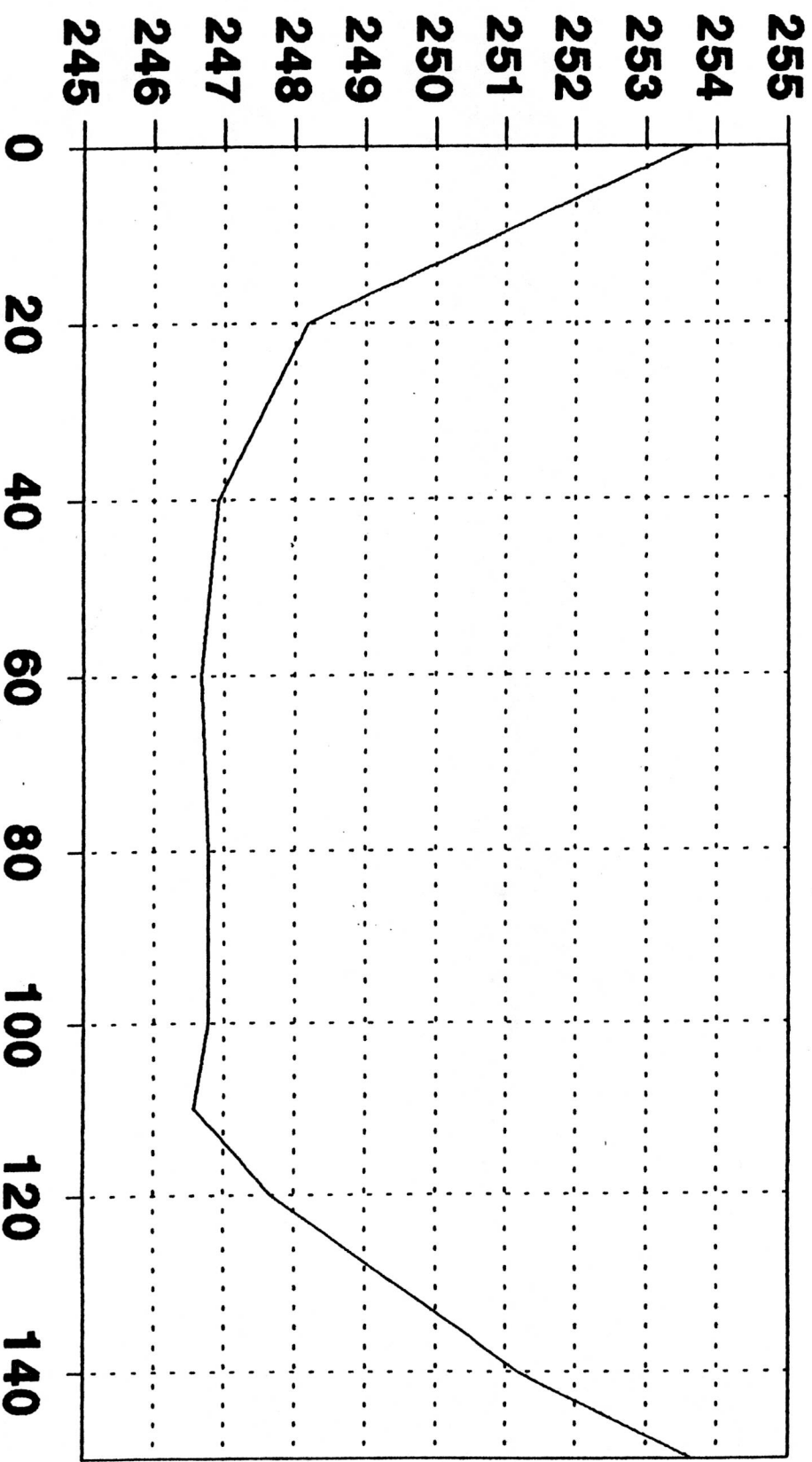


Progresiva (m)

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 17

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



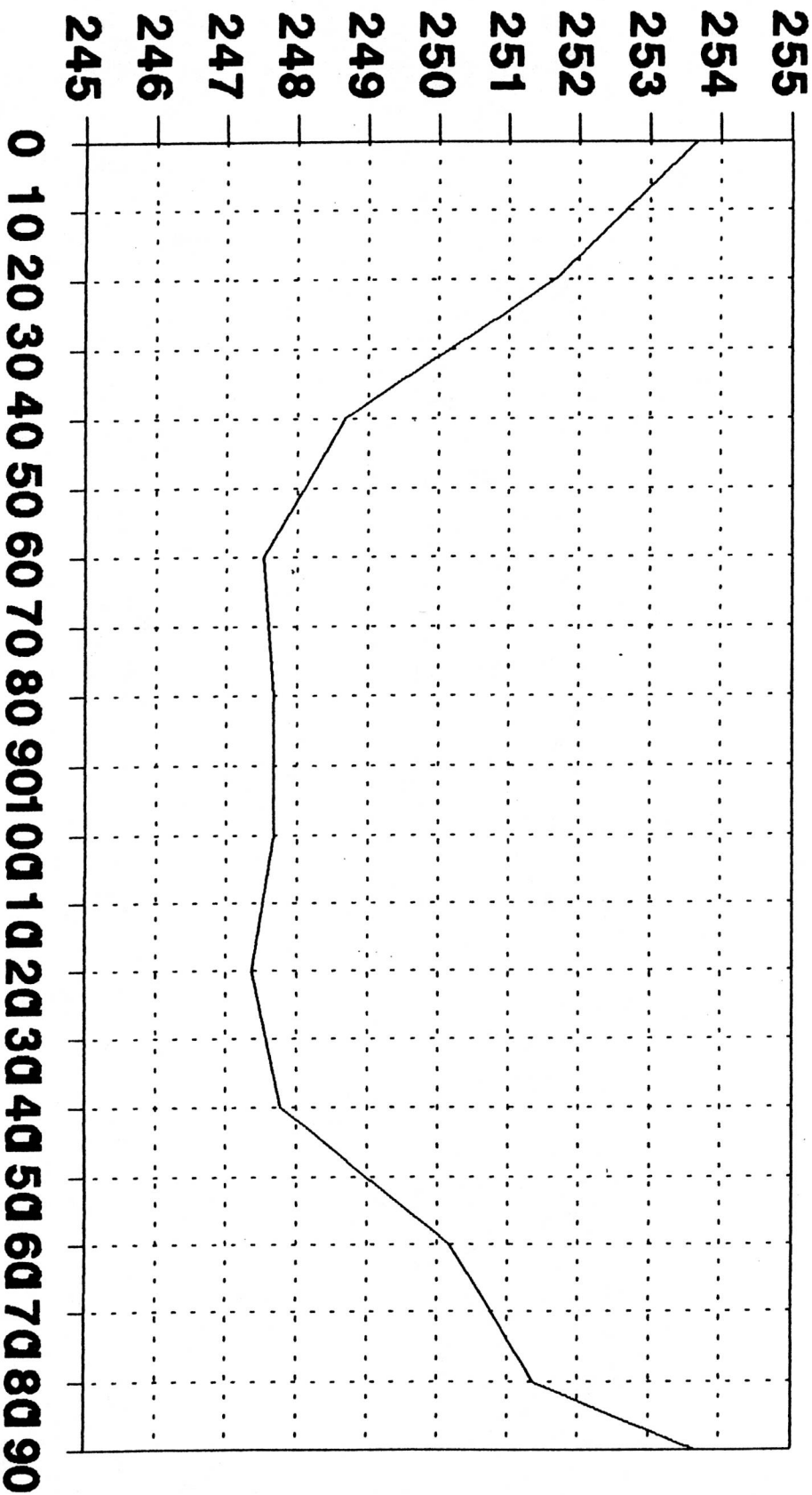
Progresiva (m)

FIG 17

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 18

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



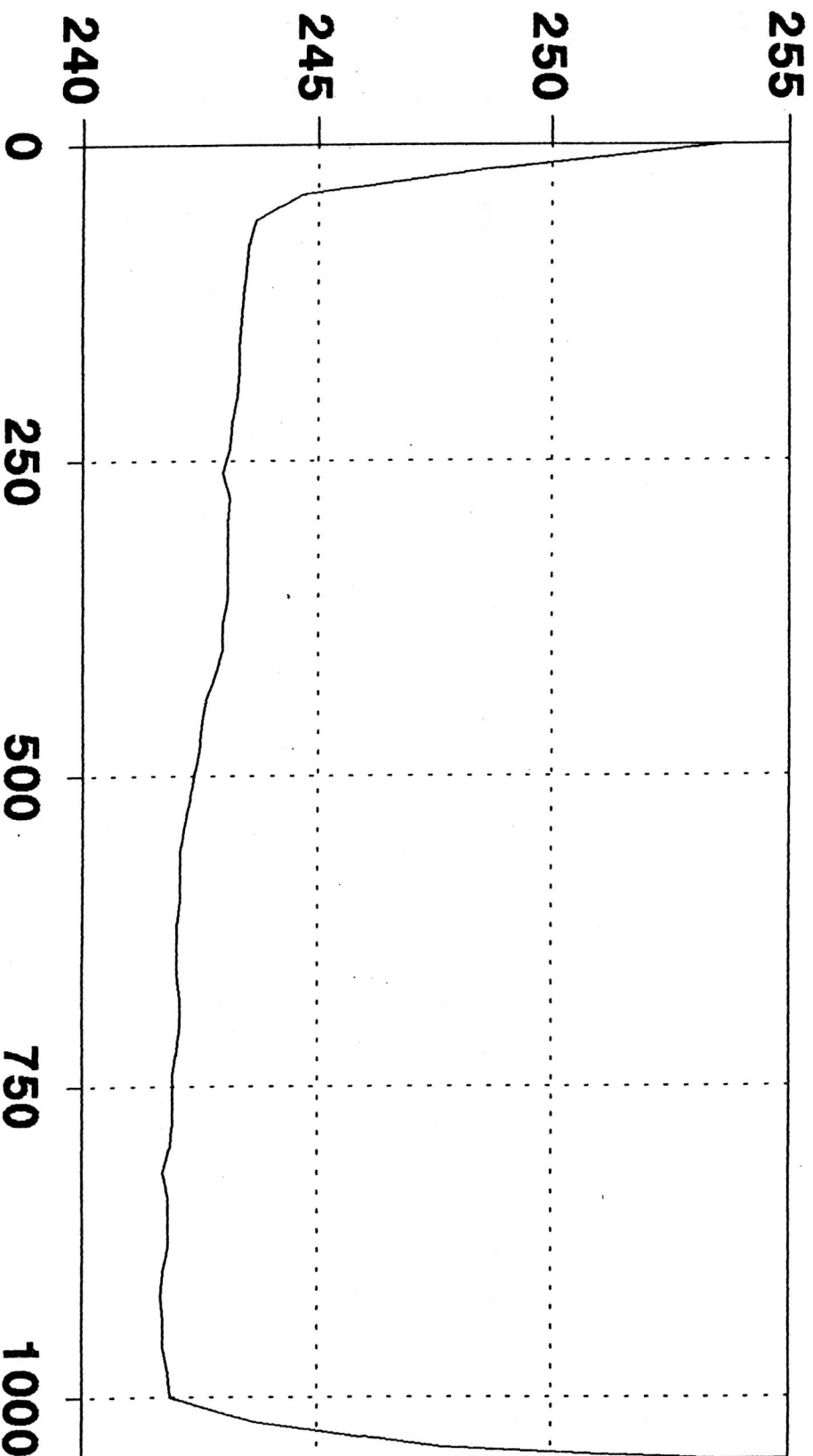
Progresiva (m)

TUCID

SECCION 19

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



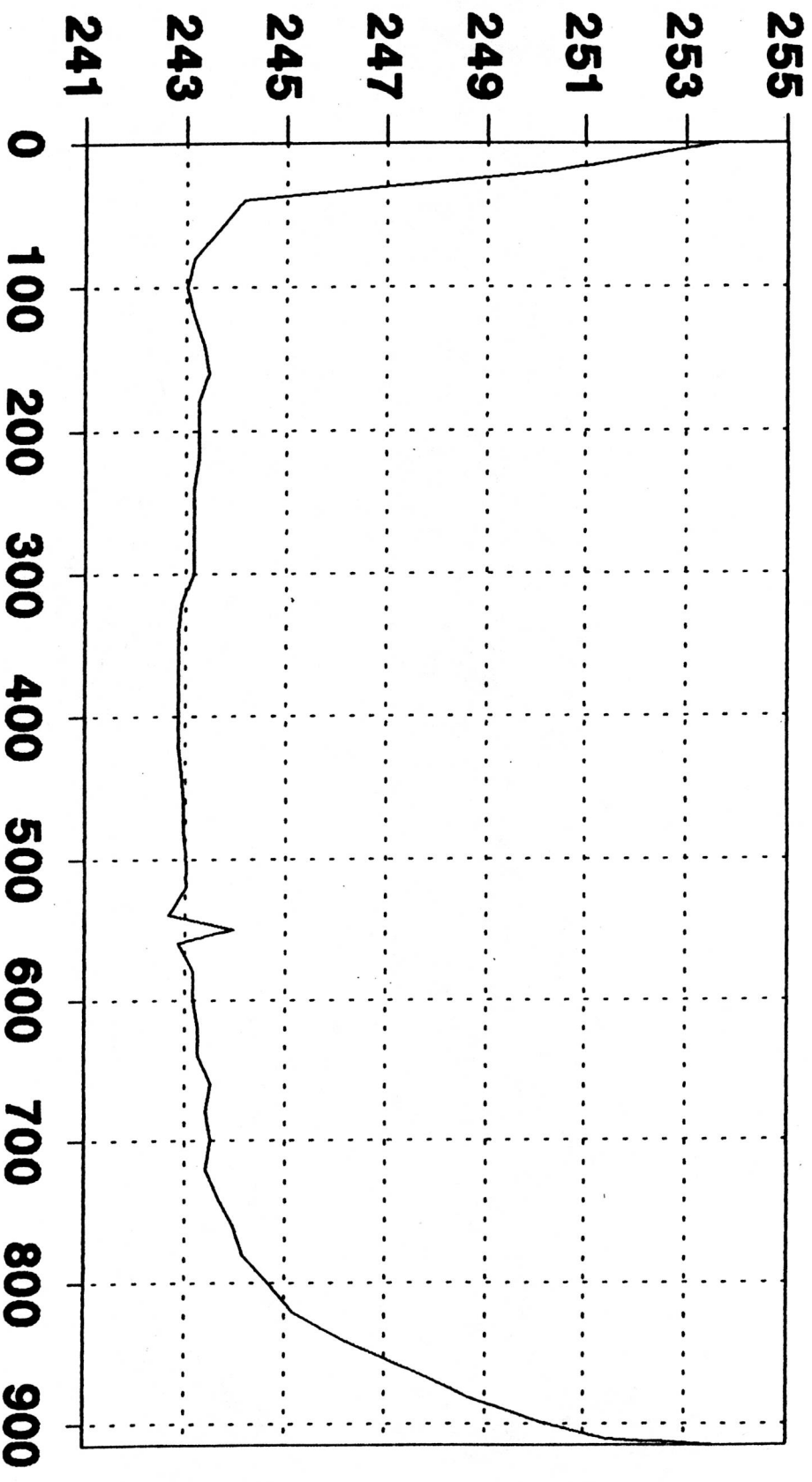
Progresiva (m)

TU
CIPIT

SECCION 20

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

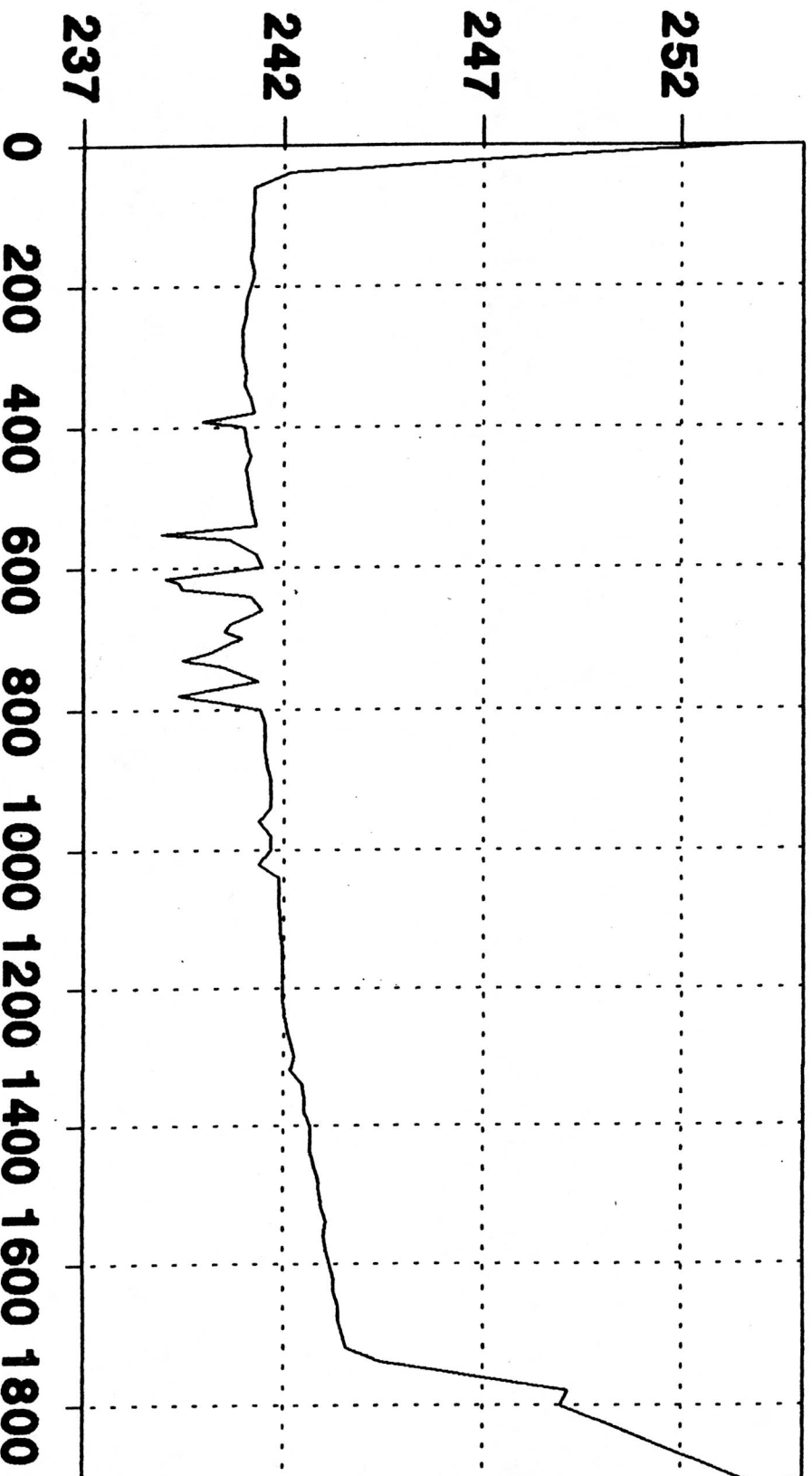


Progresiva (m)

SECCION 21

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



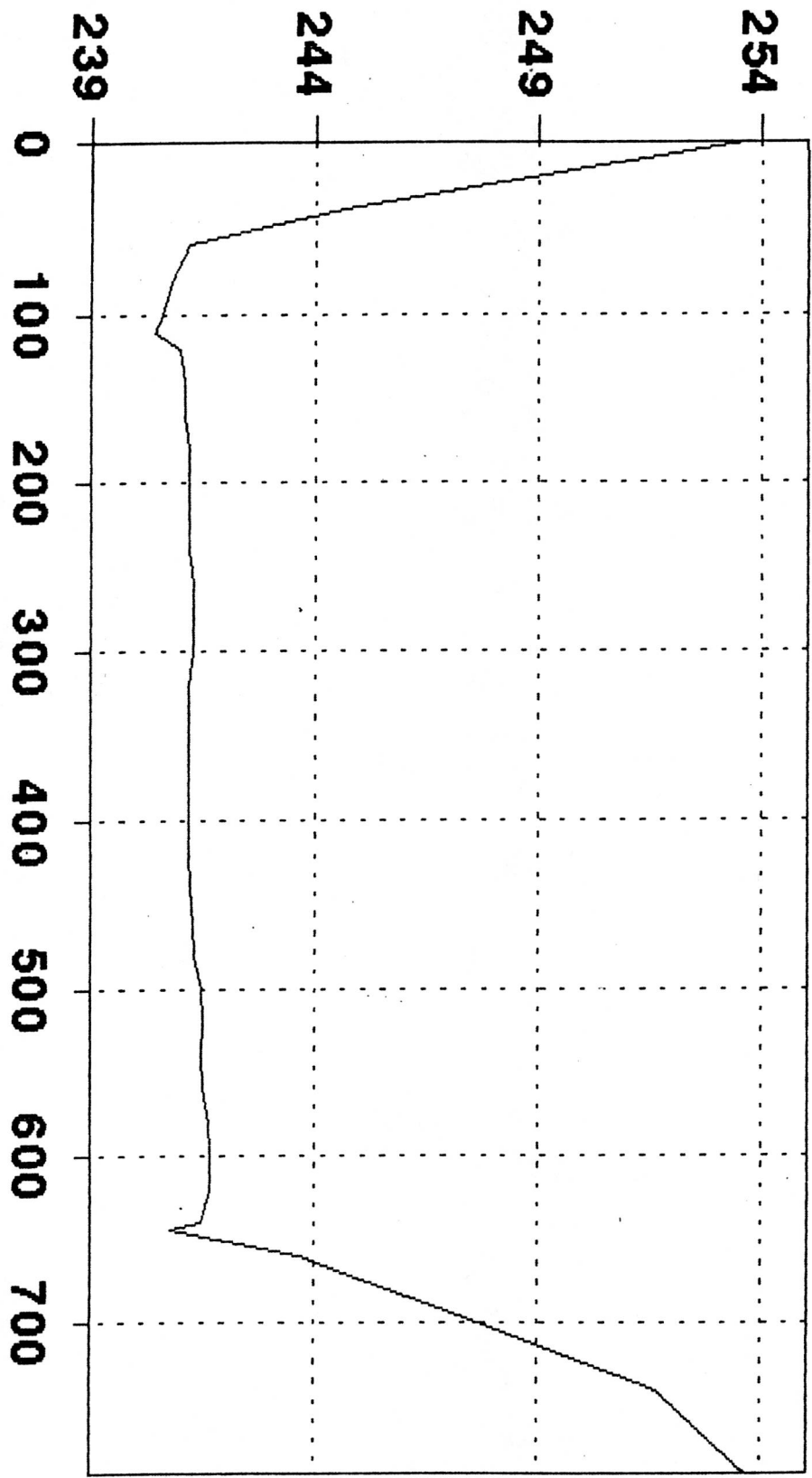
Progresiva (m)

TUJIDIA

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 22

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



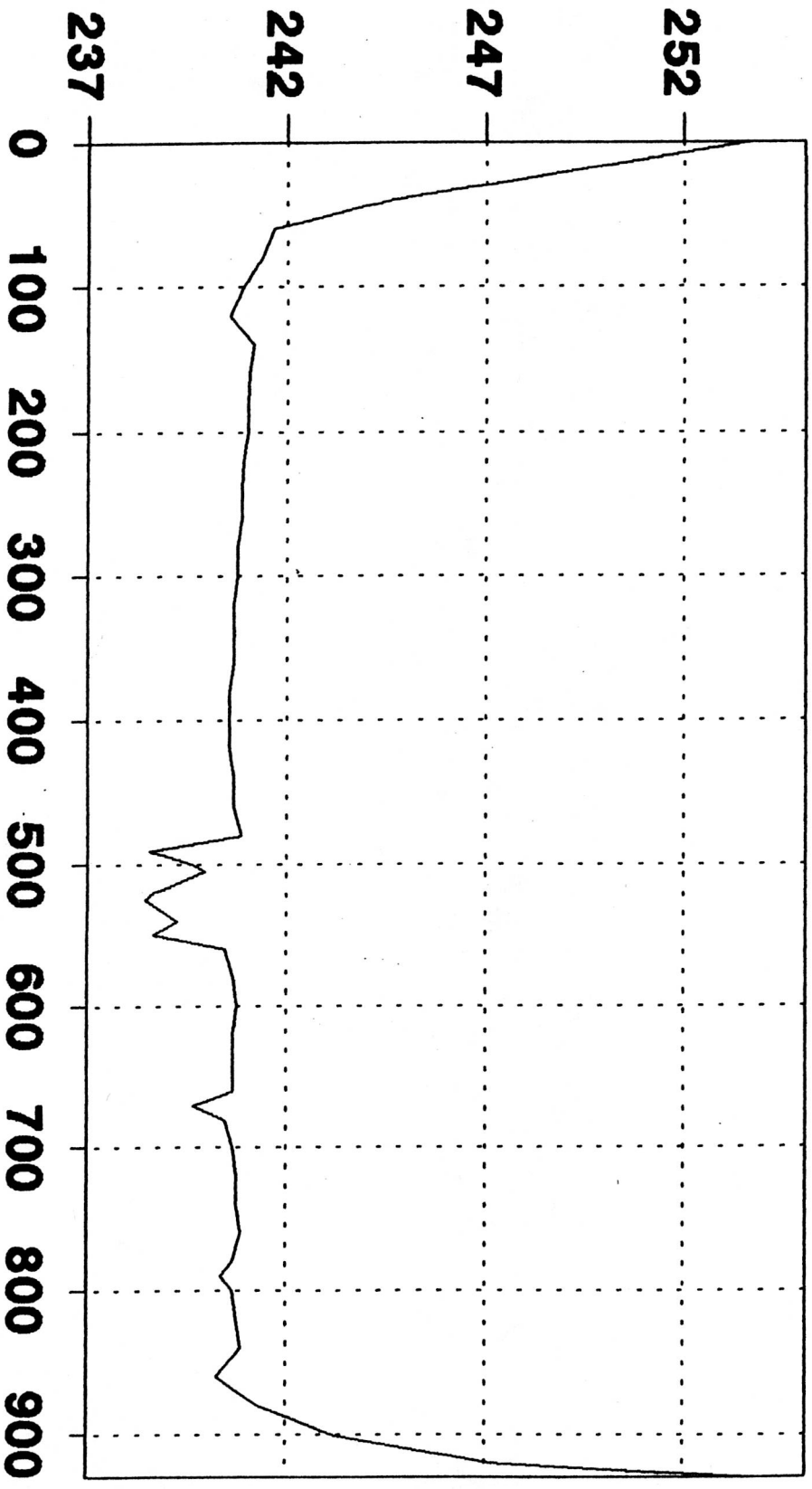
Progresiva (m)

TUCID

SECCION 23

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



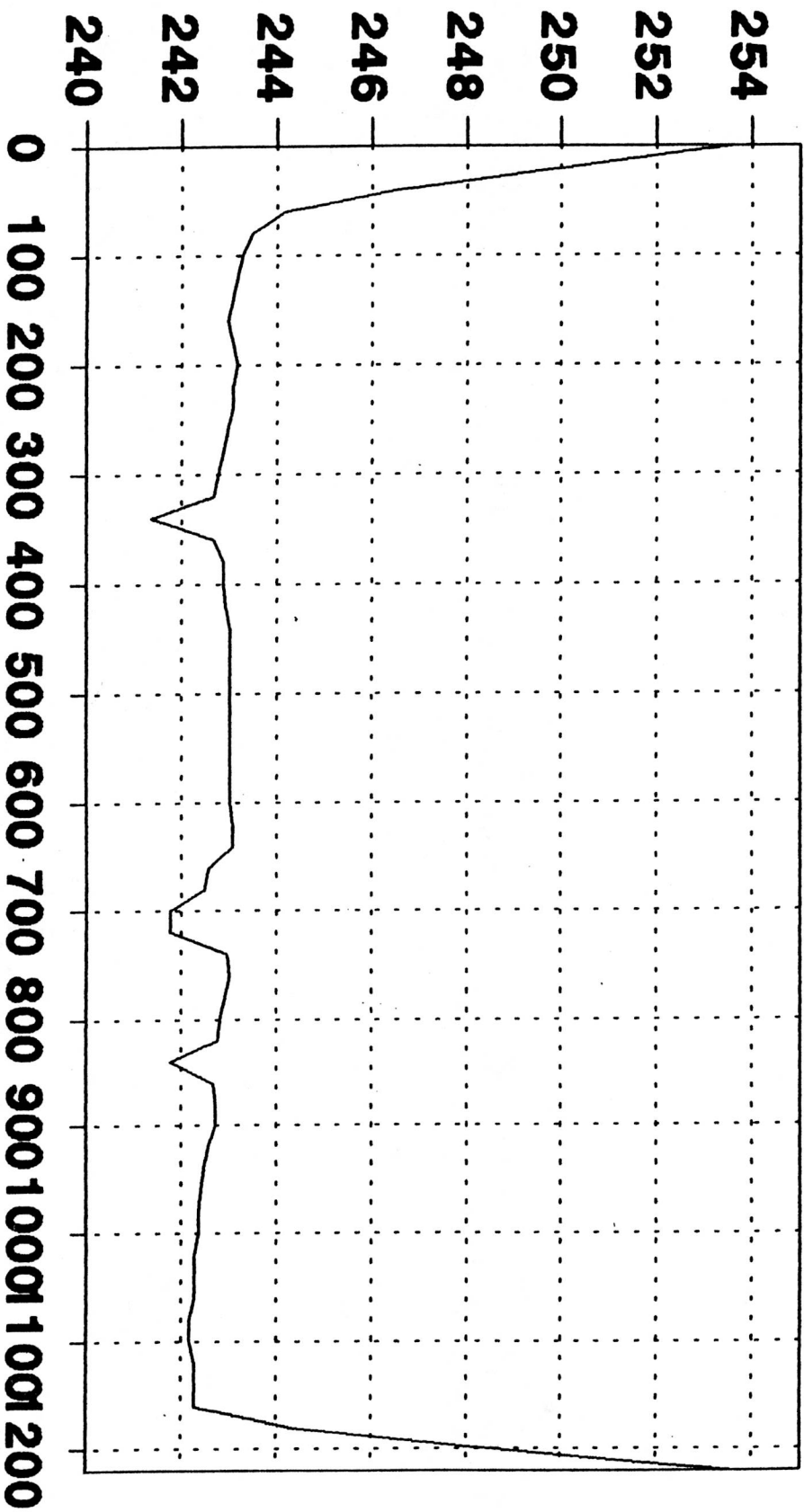
Progresiva (m)

LUICIA

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 24

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



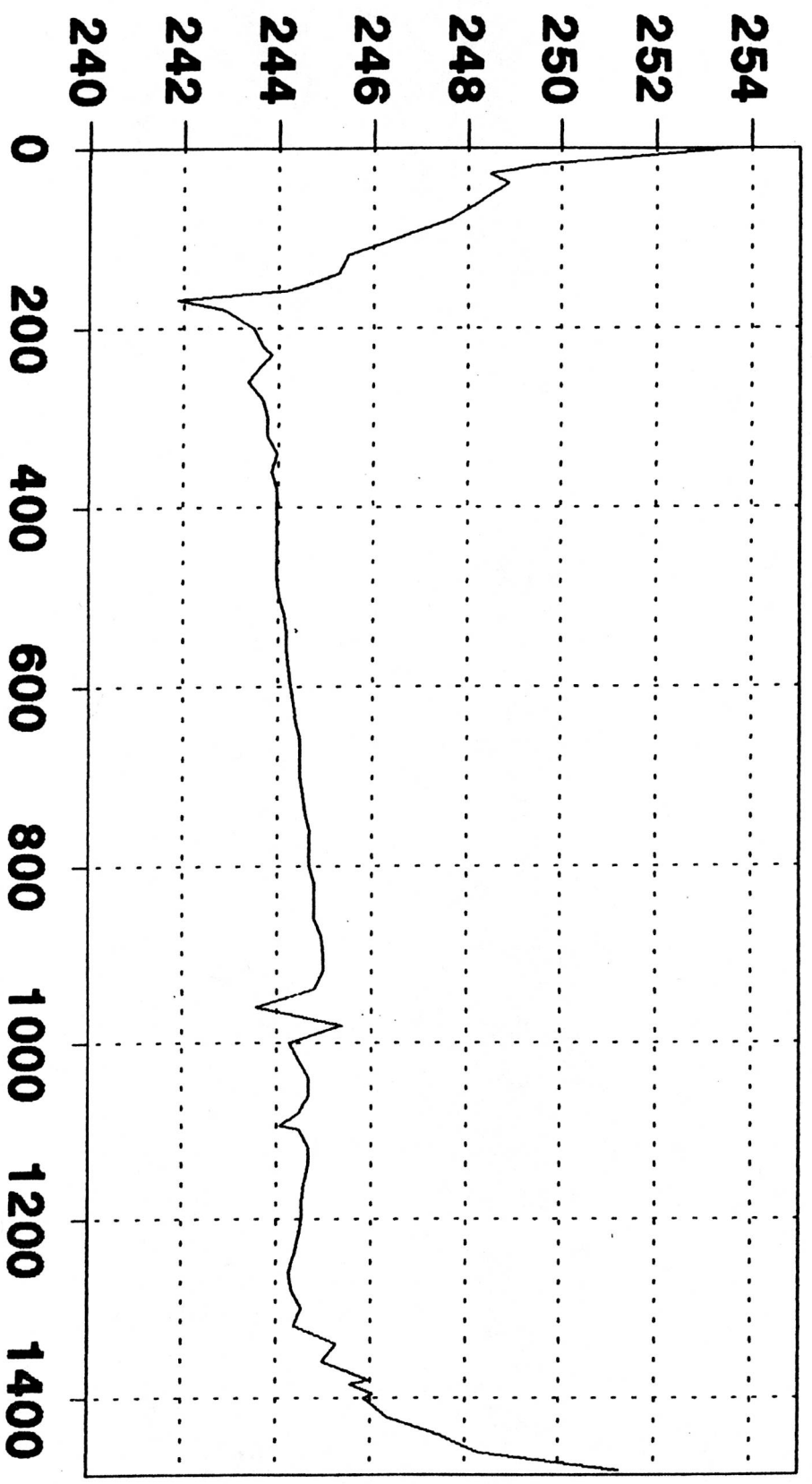
Progresiva (m)

TUCID

SECCION 25

BATIMETRIA EMBALSE LA MAJAGUAS

Cota del Embalse

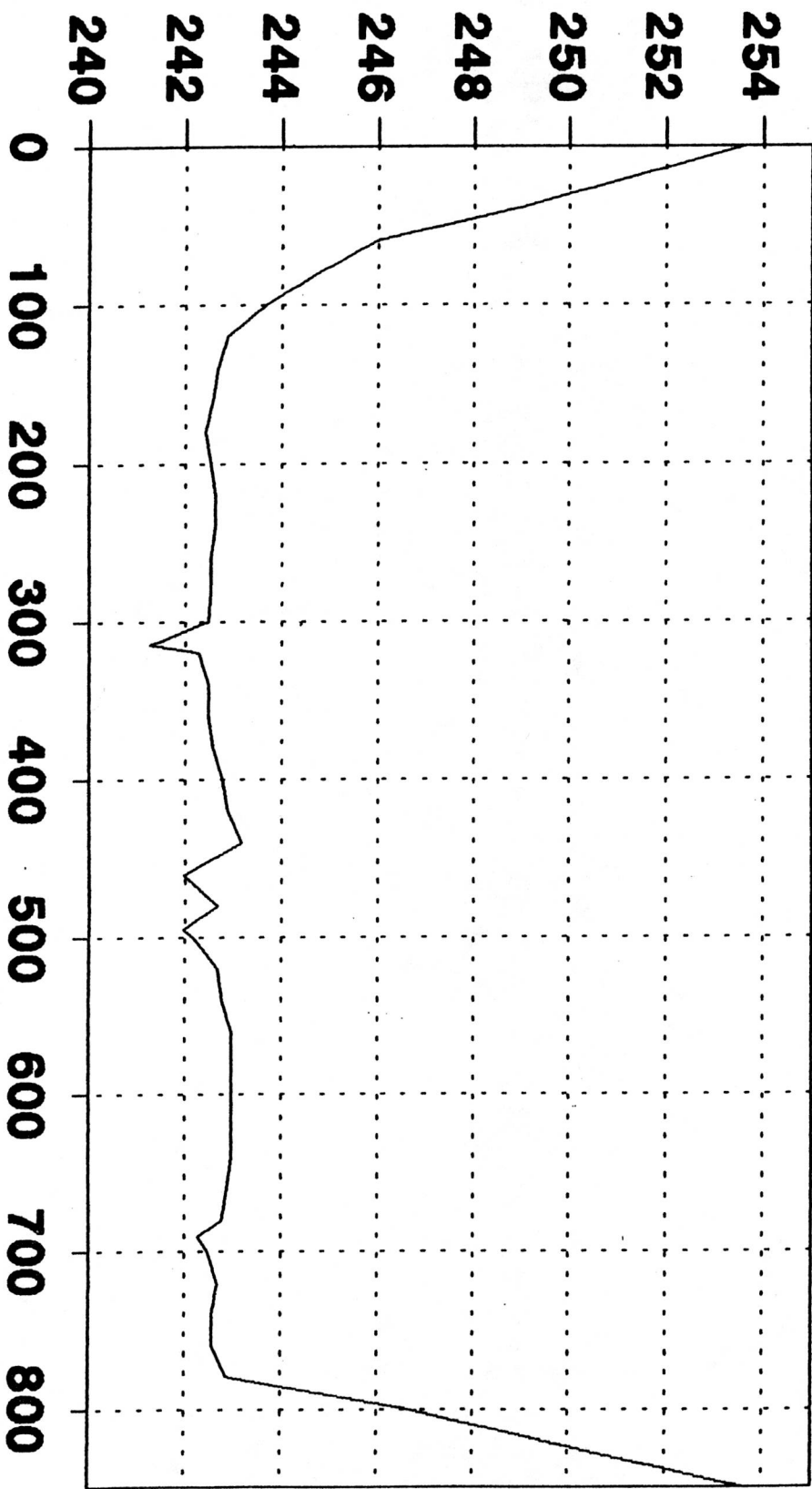


Progresiva (m)

SECCION 26

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



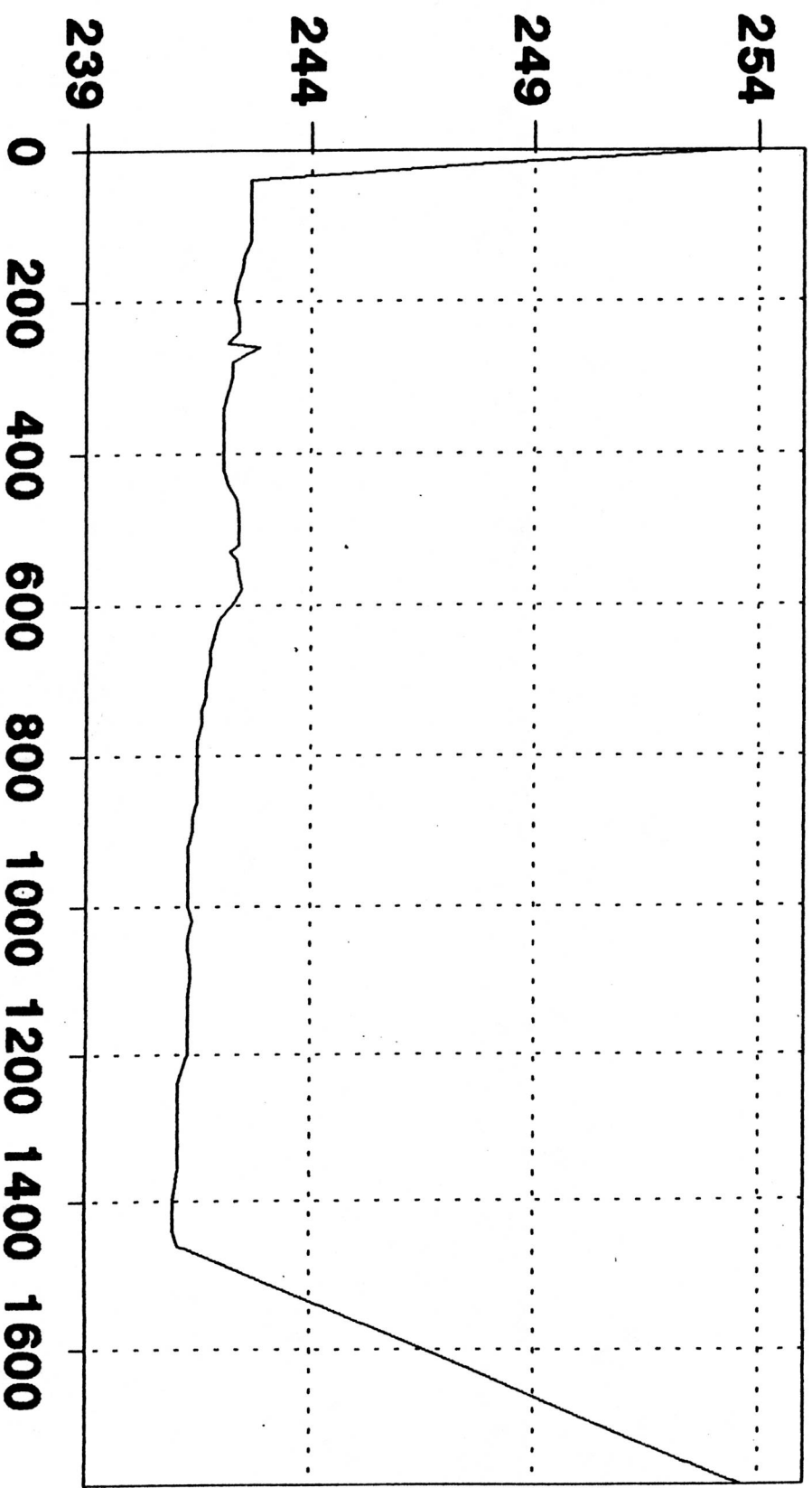
Progresiva (m)

TUCID

SECCION 27

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

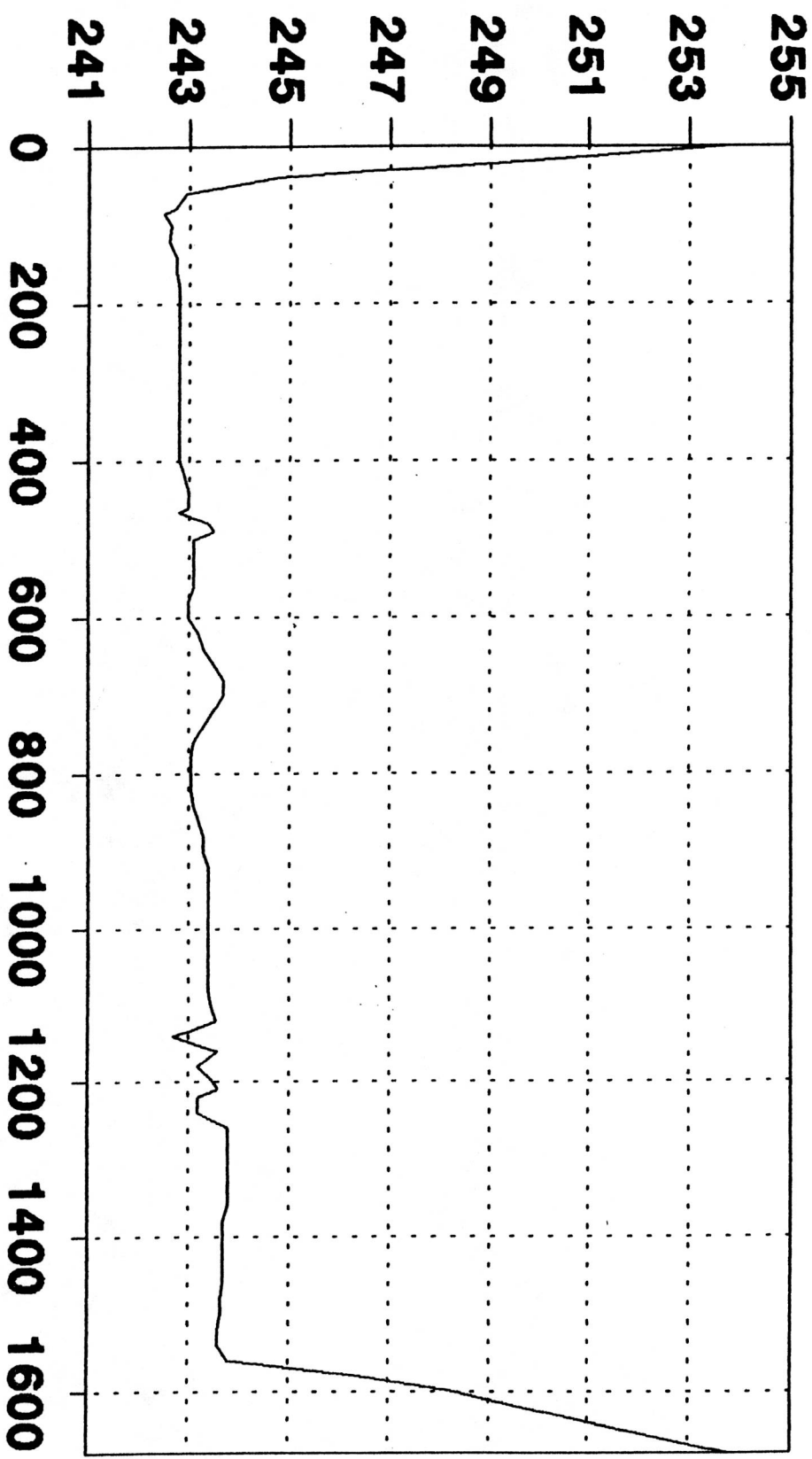


Progresiva (m)

SECCION 28

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



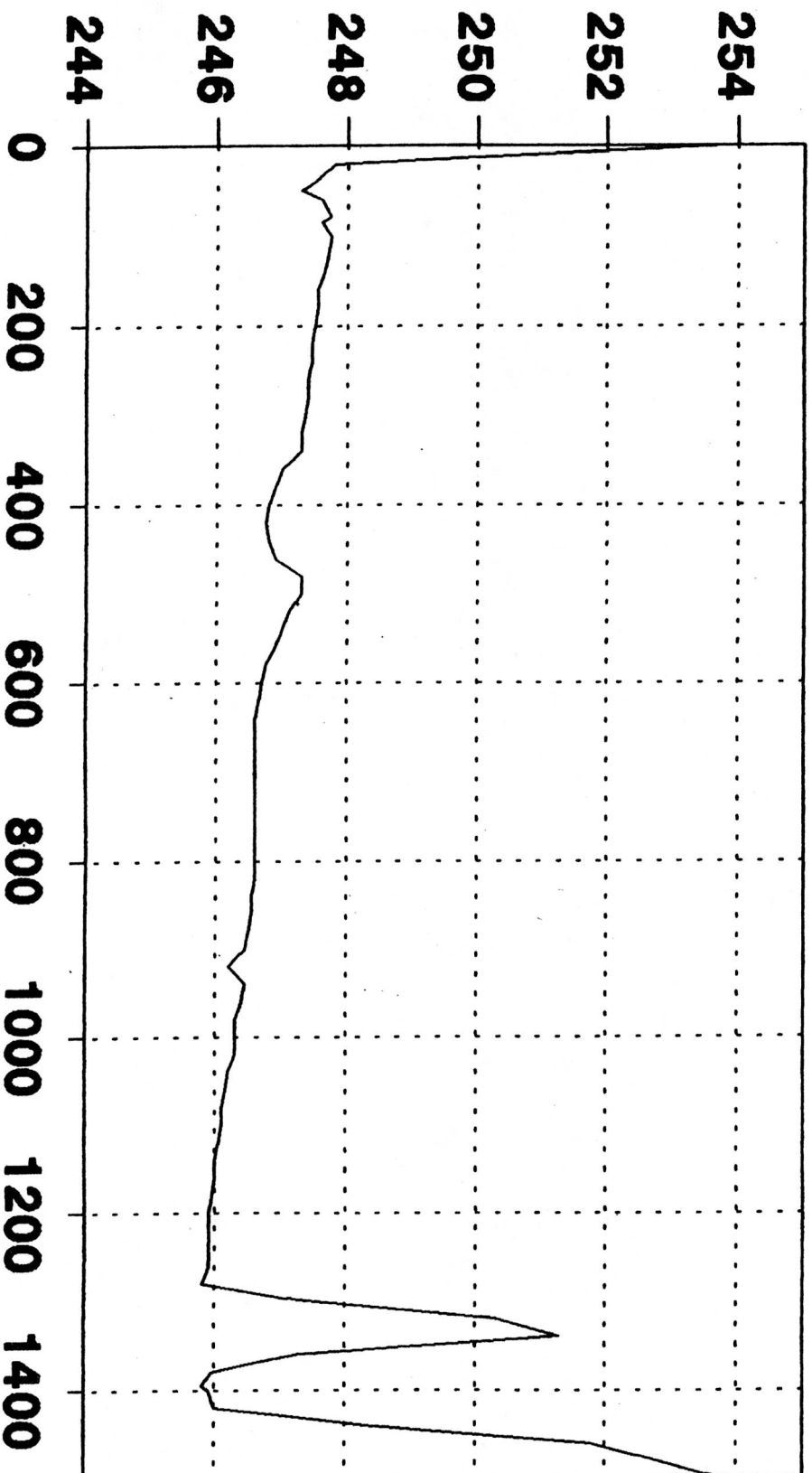
Progresiva (m)

TCGID

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 29

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



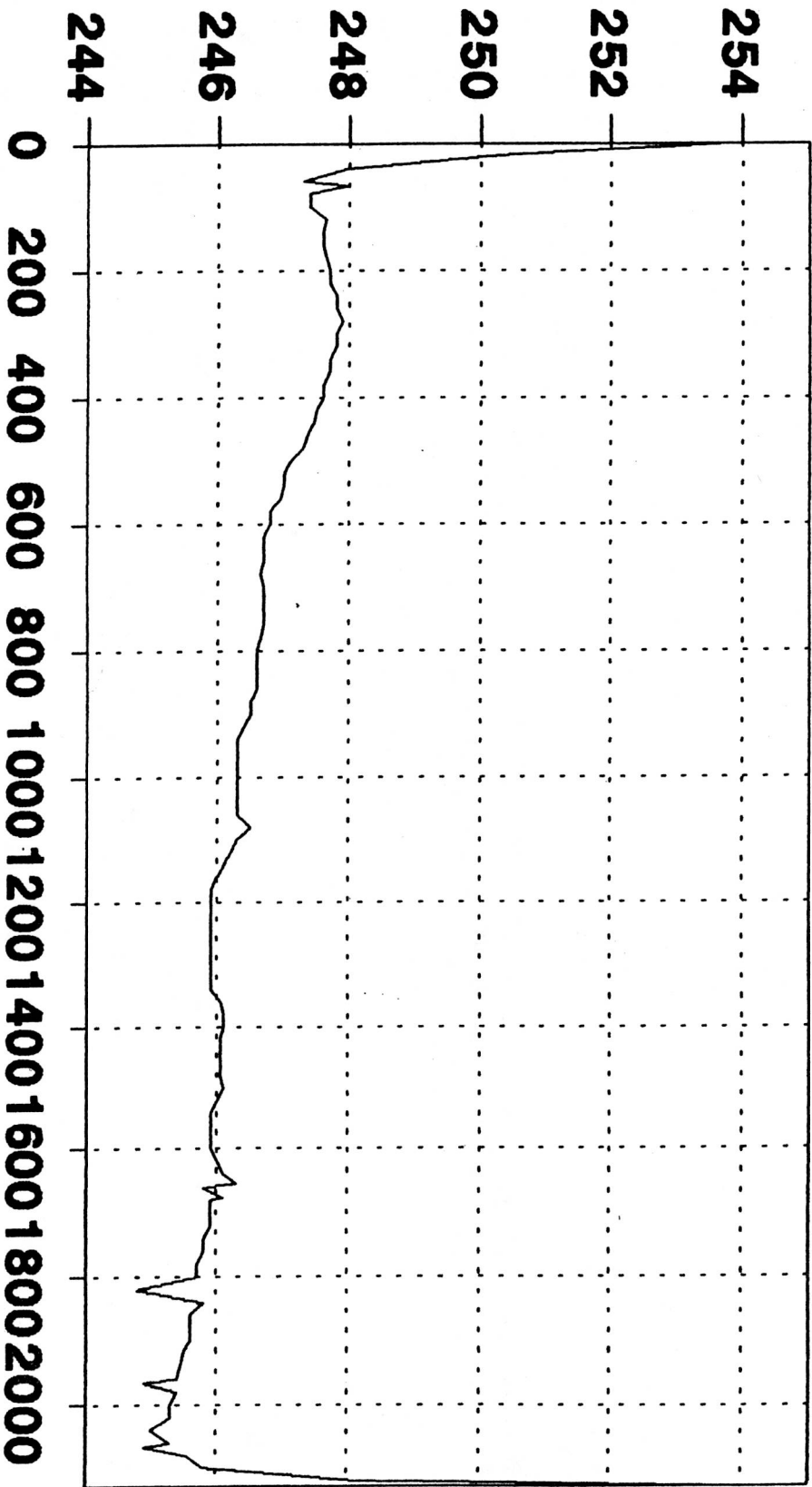
Progresiva (m)

LUZ

SECCION 30

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



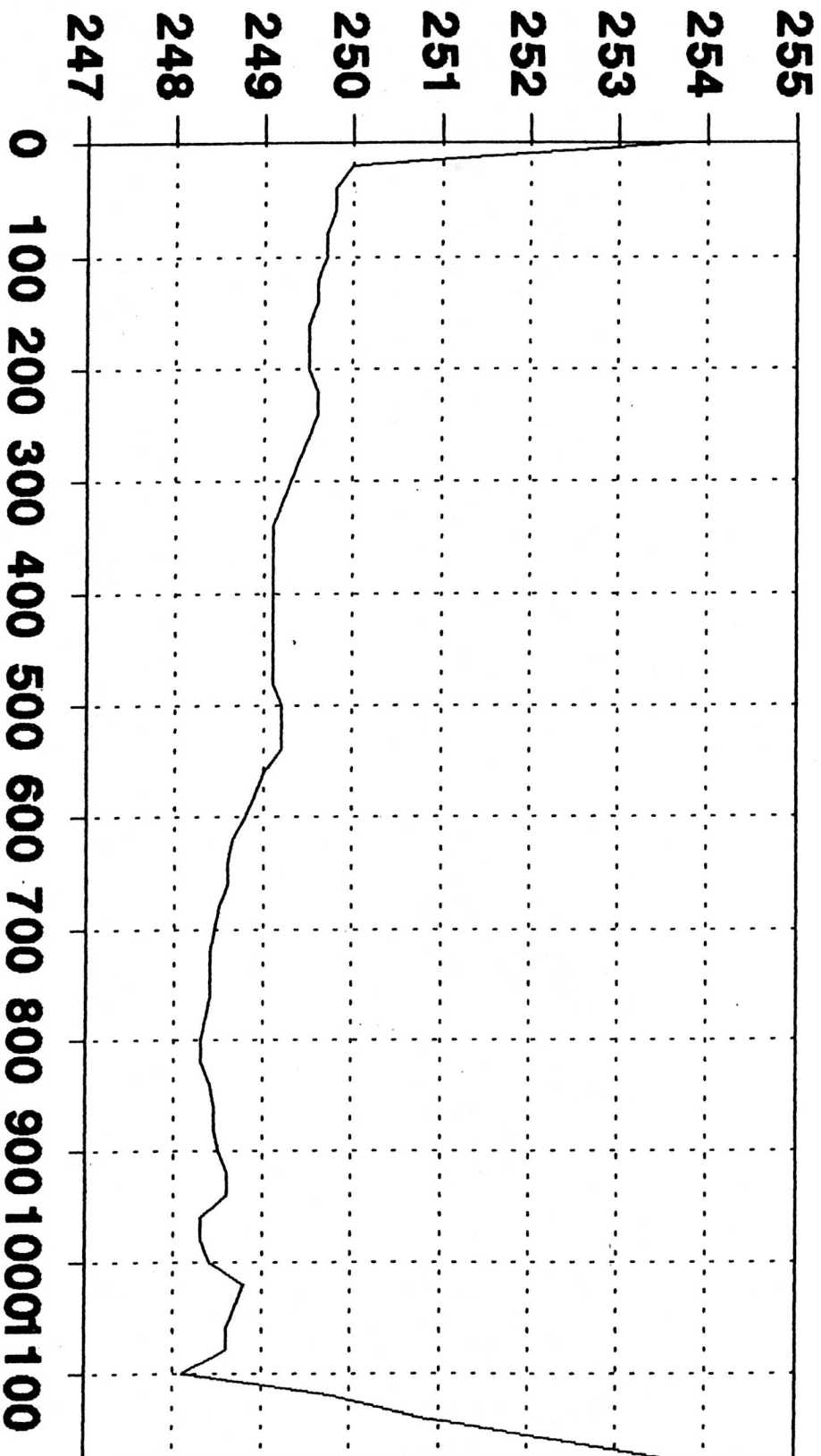
Progresiva (m)

TUNIC

SECCION 31

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



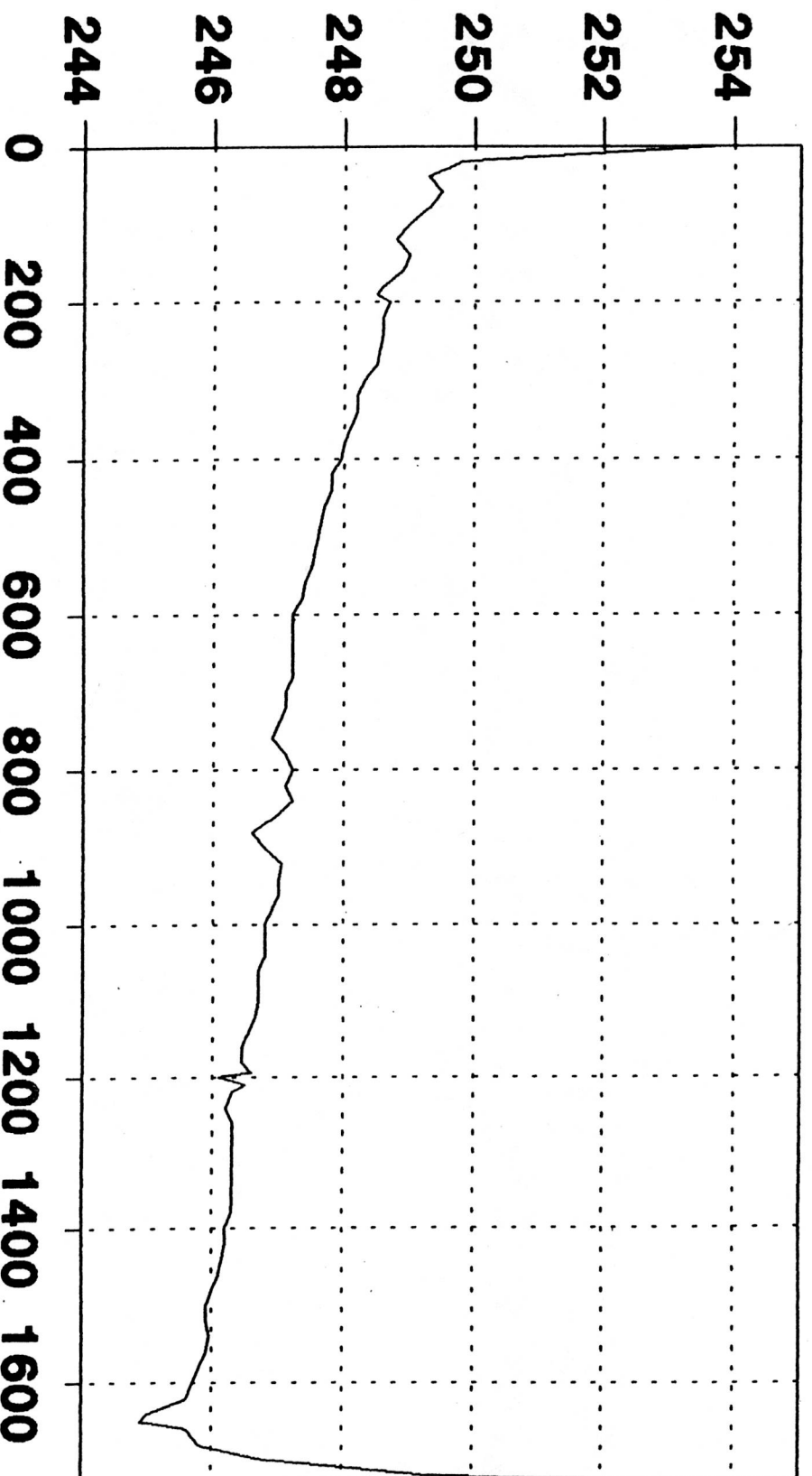
Progresiva (m)

LSPI

SECCION 32

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



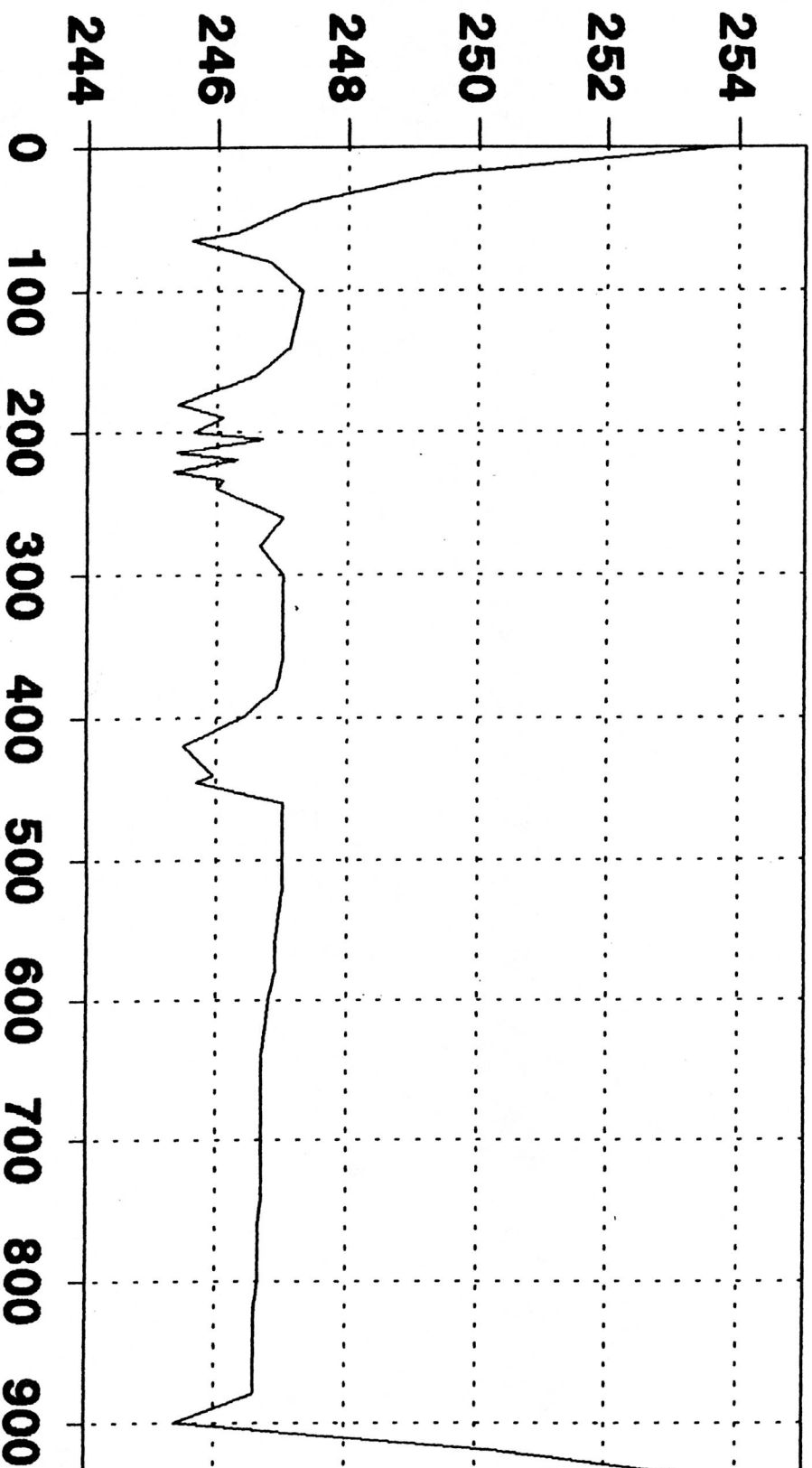
Progresiva (m)

TCICIA

SECCION 33

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



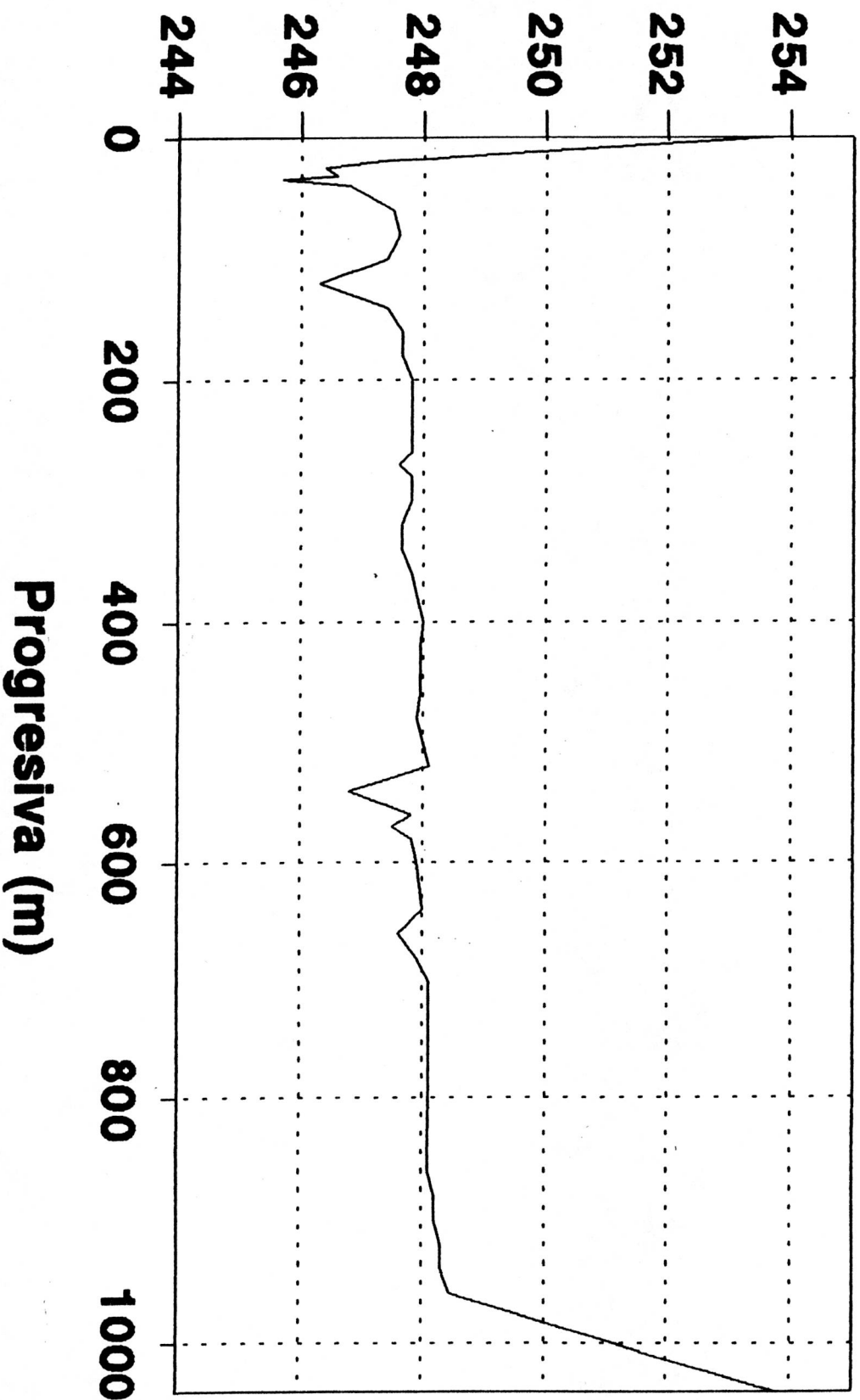
Progresiva (m)

TUJIB

SECCION 34

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

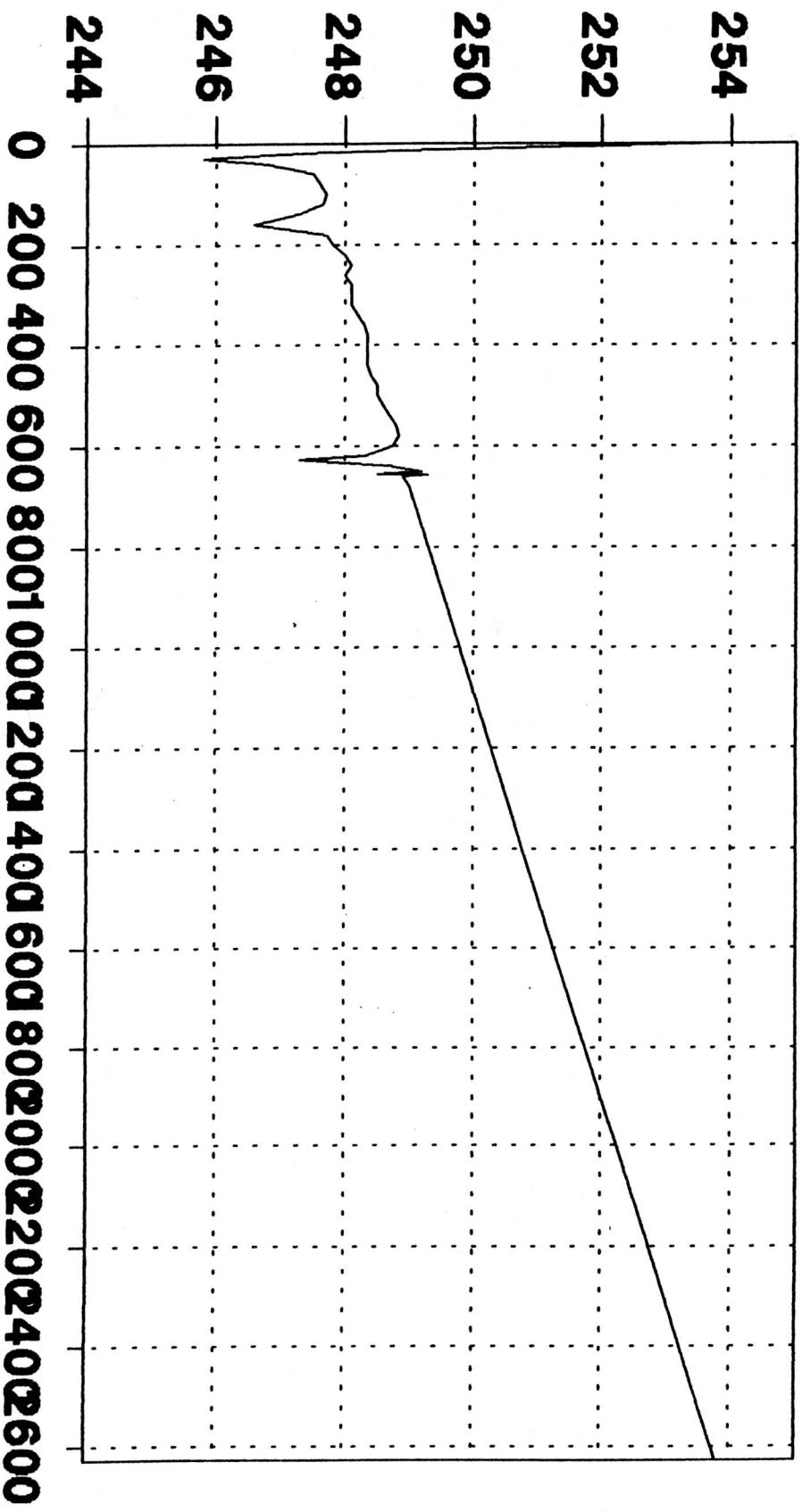


TUJIB

SECCION 35

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

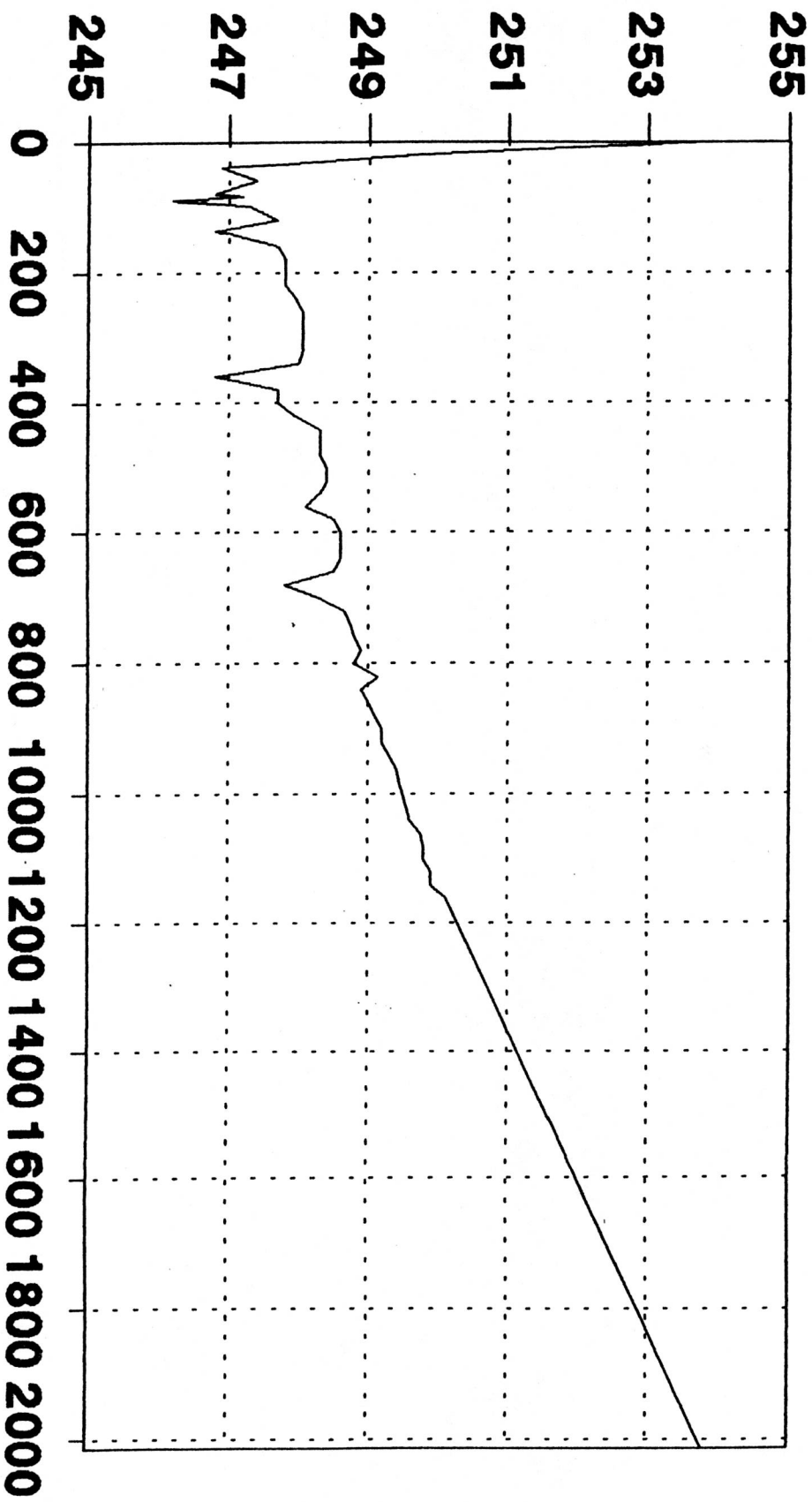


Progresiva (m)

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 36

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

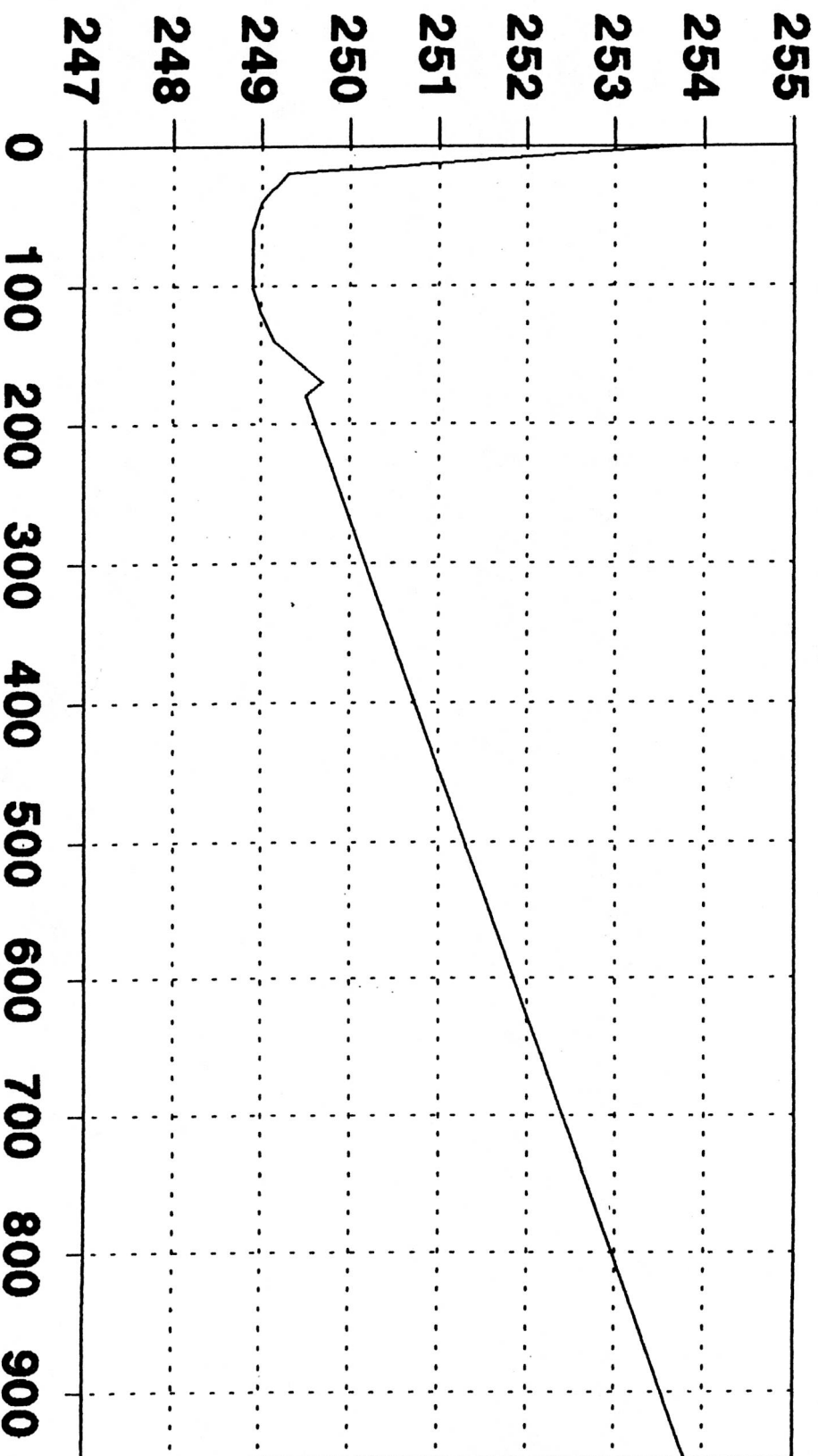


Progresiva (m)

SECCION 37

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

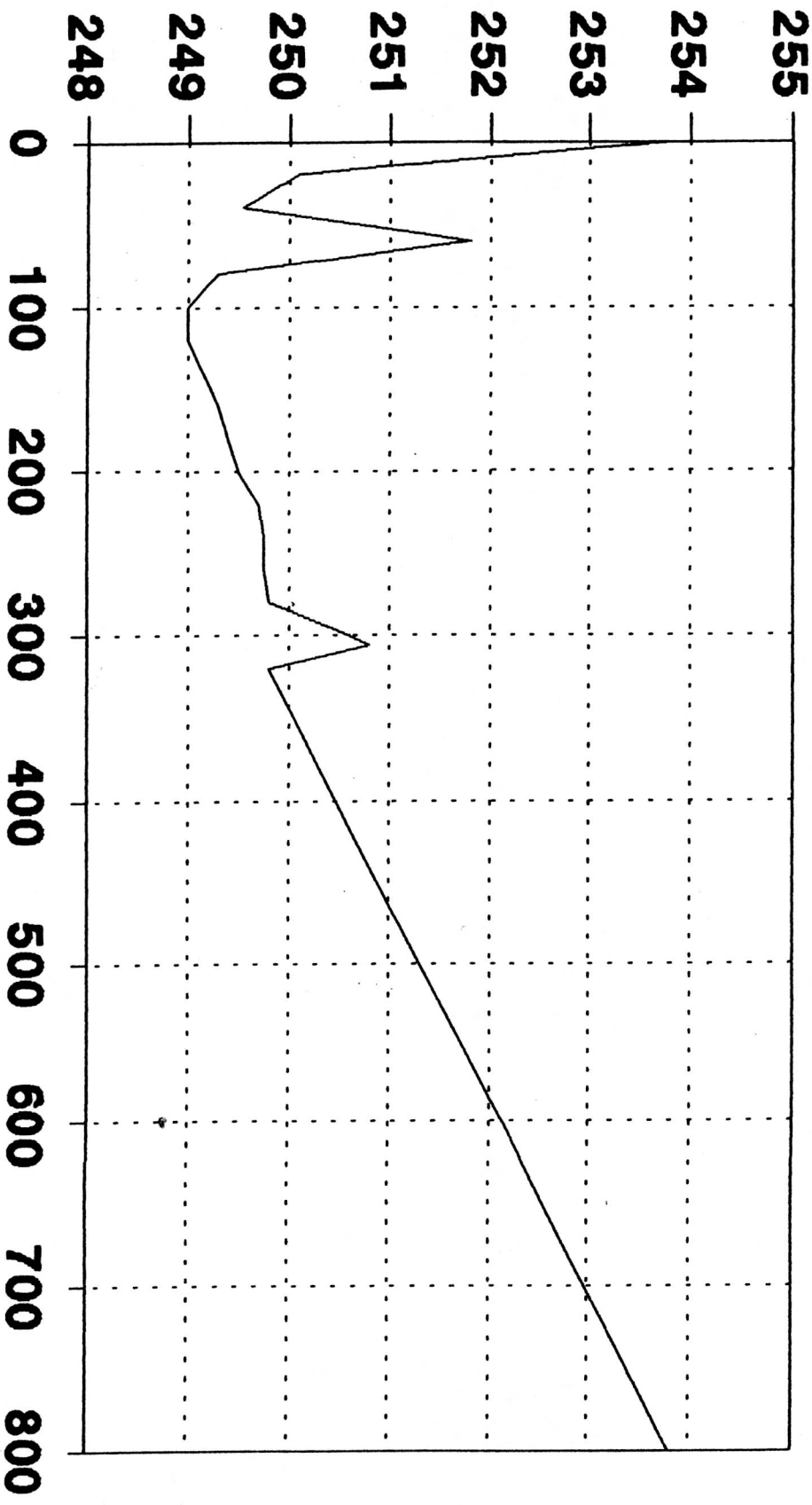


Progresiva (m)

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 38

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

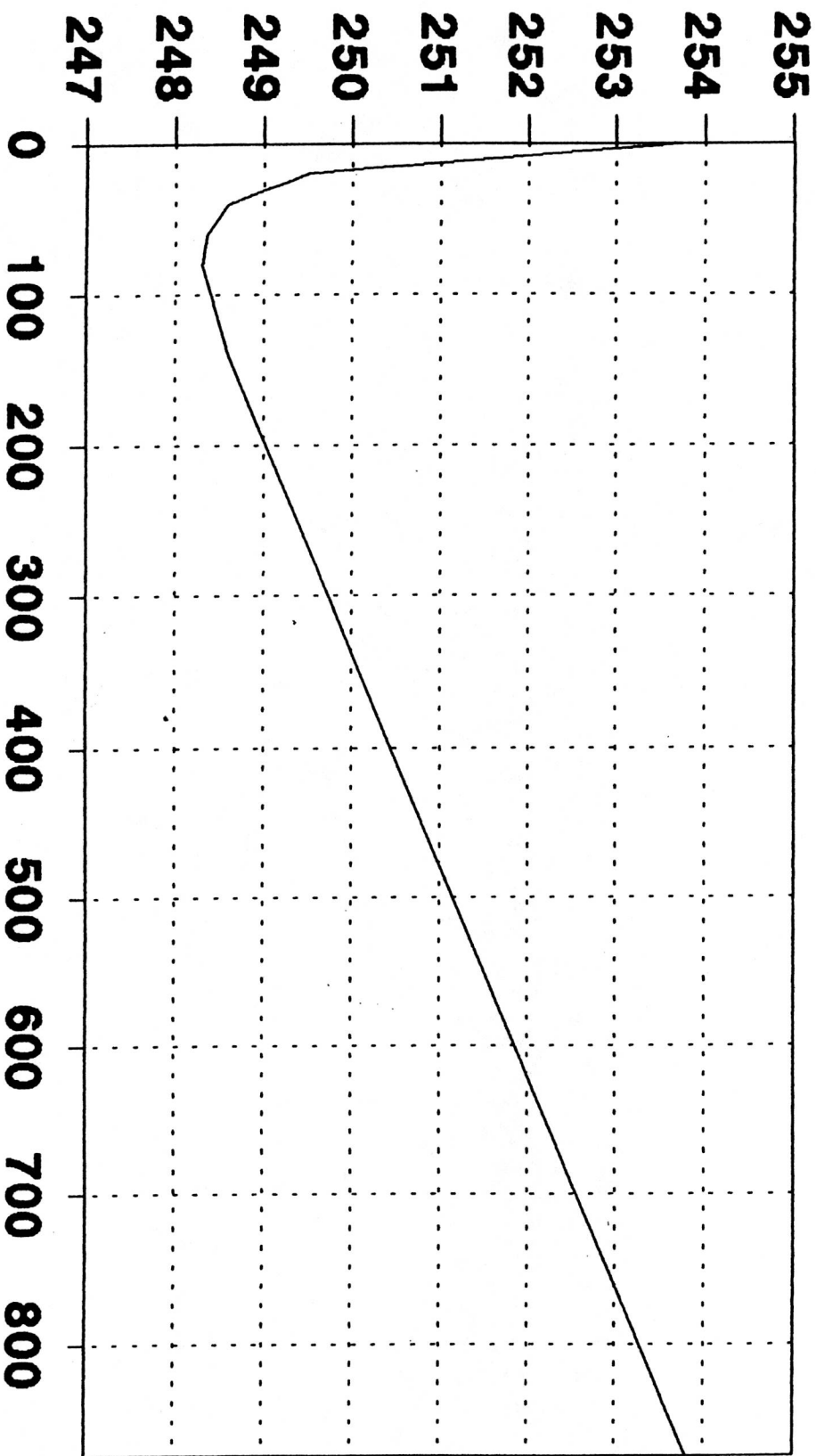


Progresiva (m)

SECCION 39

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

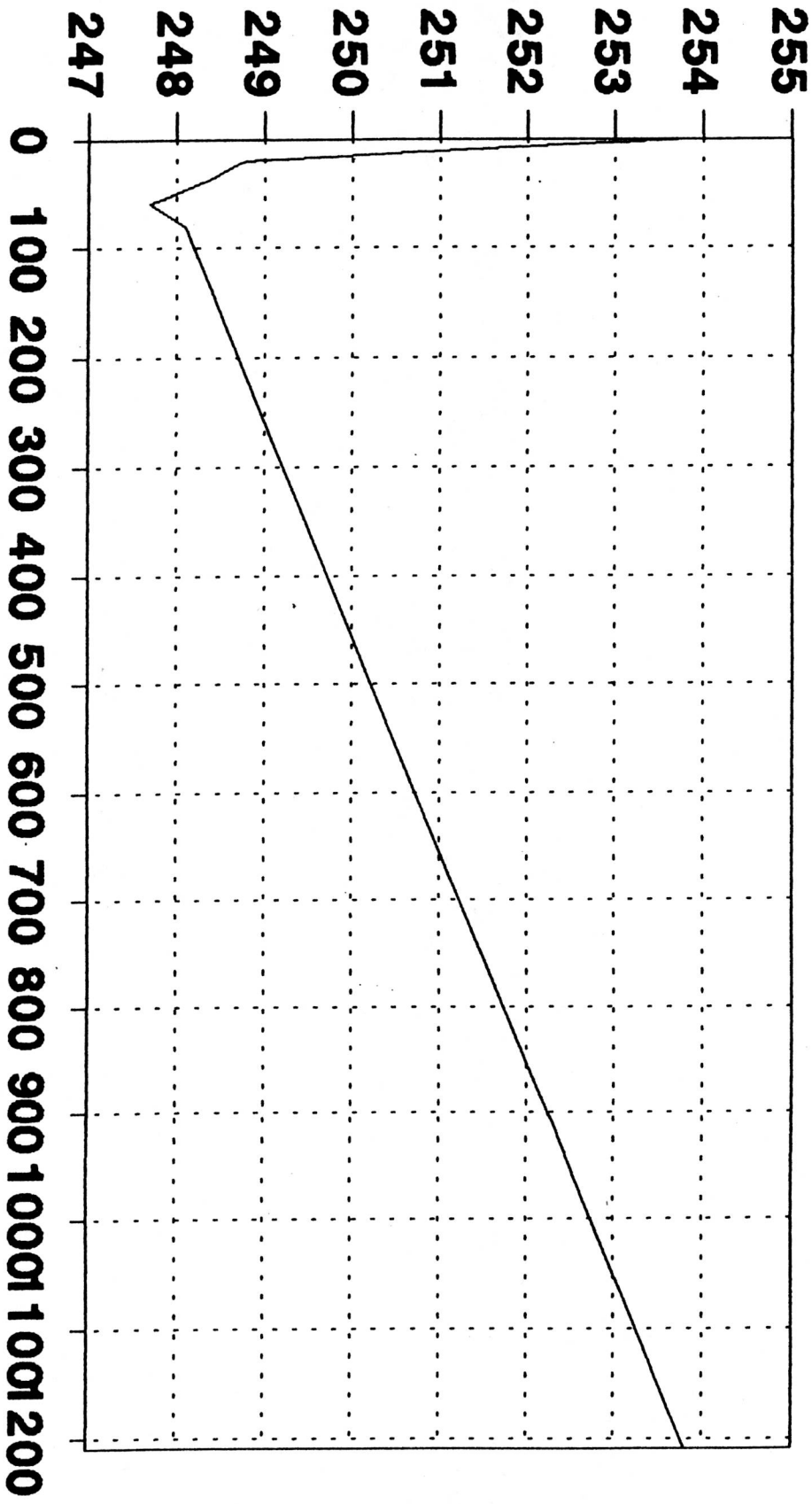


Progresiva (m)

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 40

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



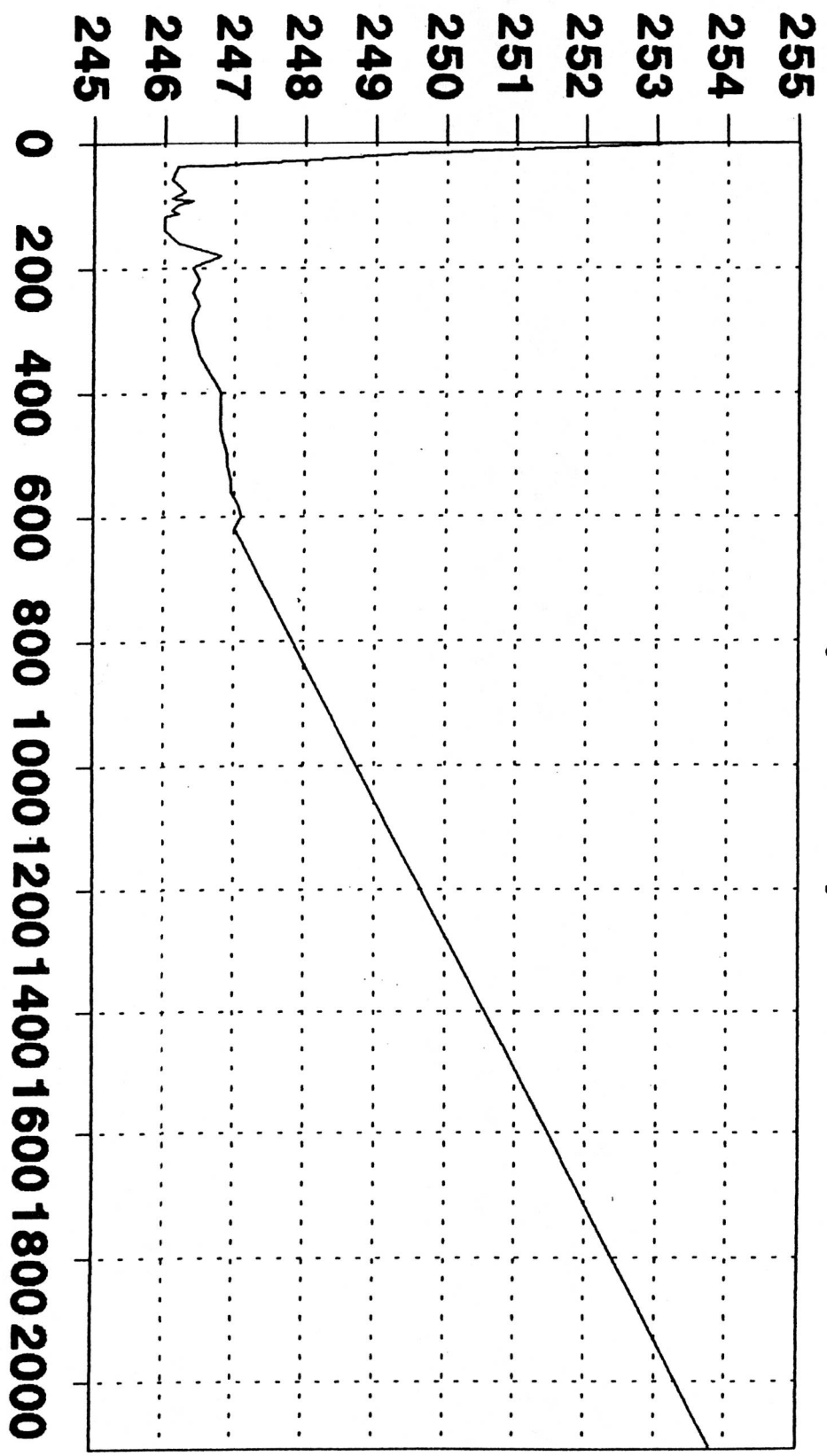
Progresiva (m)

TUIGU

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

SECCION 41

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



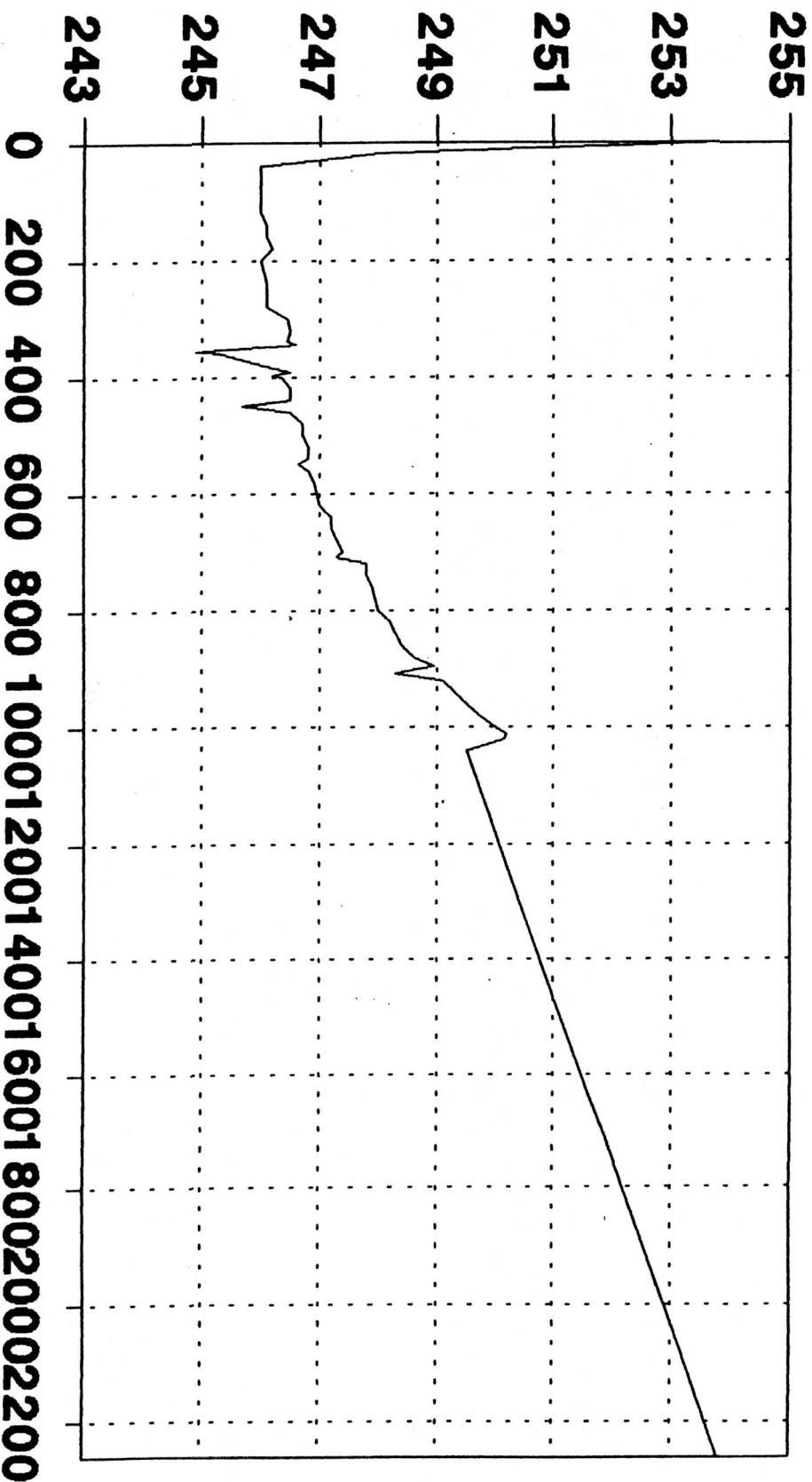
Progresiva (m)

FIG. 1

SECCION 42

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)



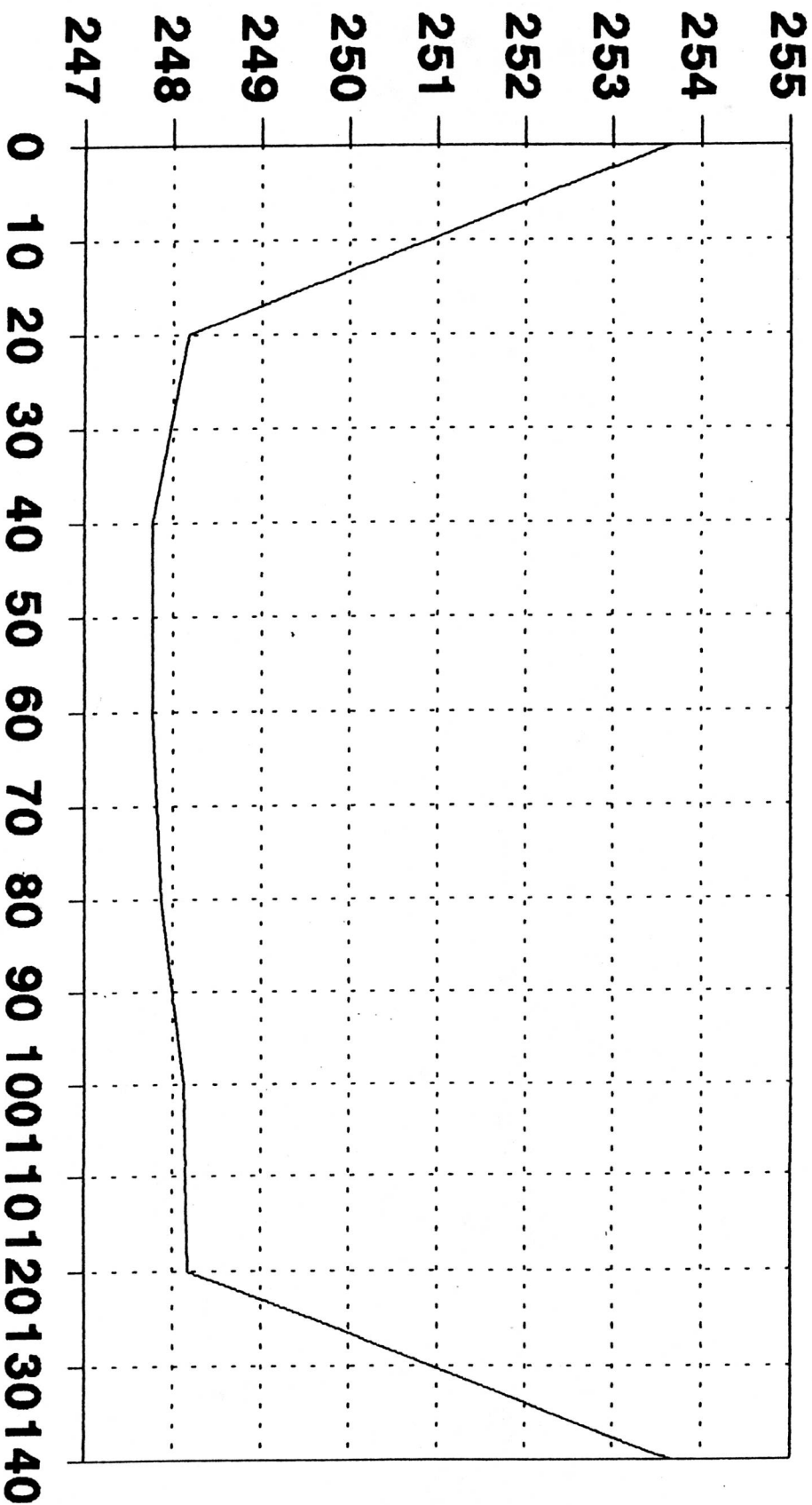
Progresiva (m)

FIG. 12

SECCION AUXILIAR 1

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

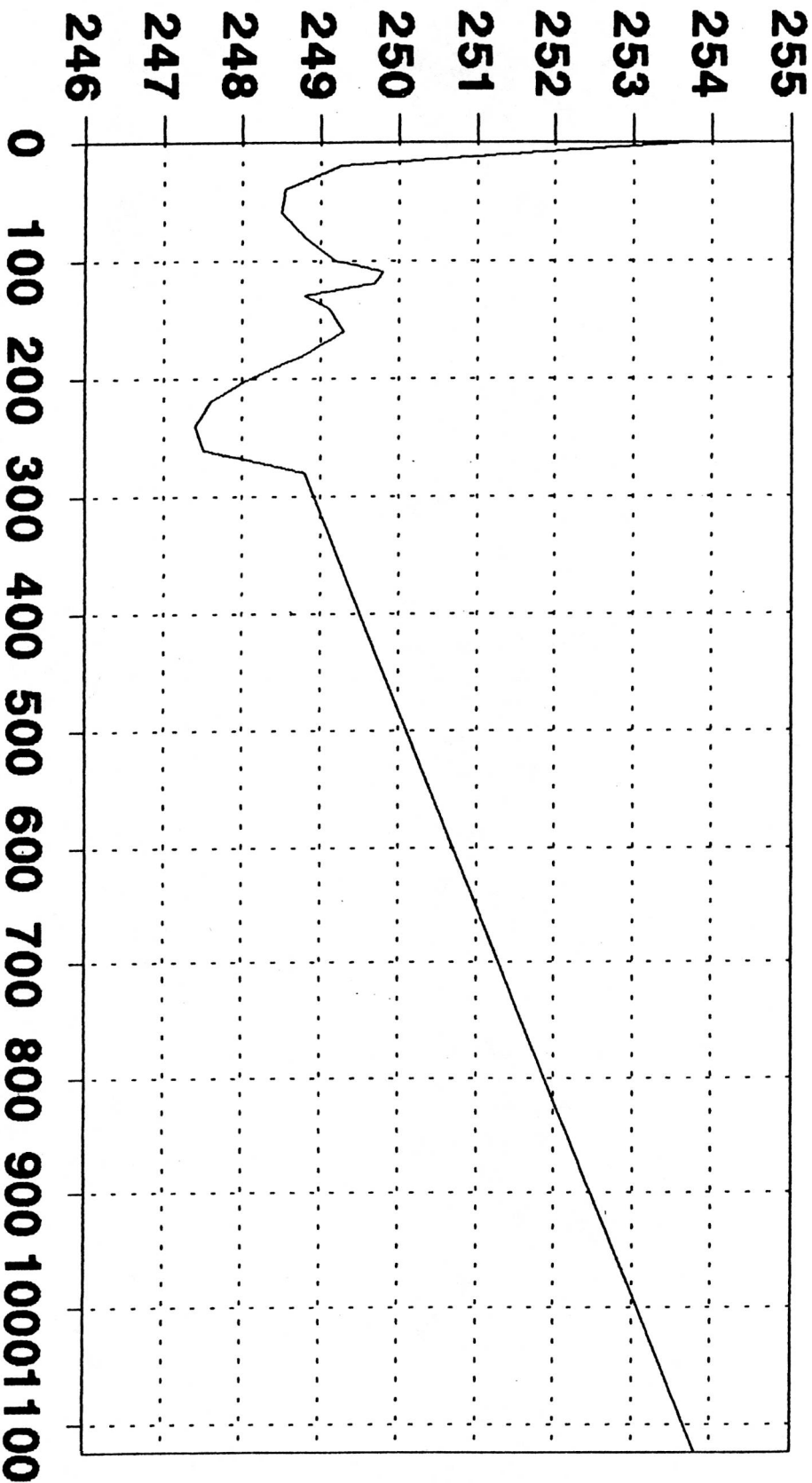


Progresiva (m)

SECCION AUXILIAR 2

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

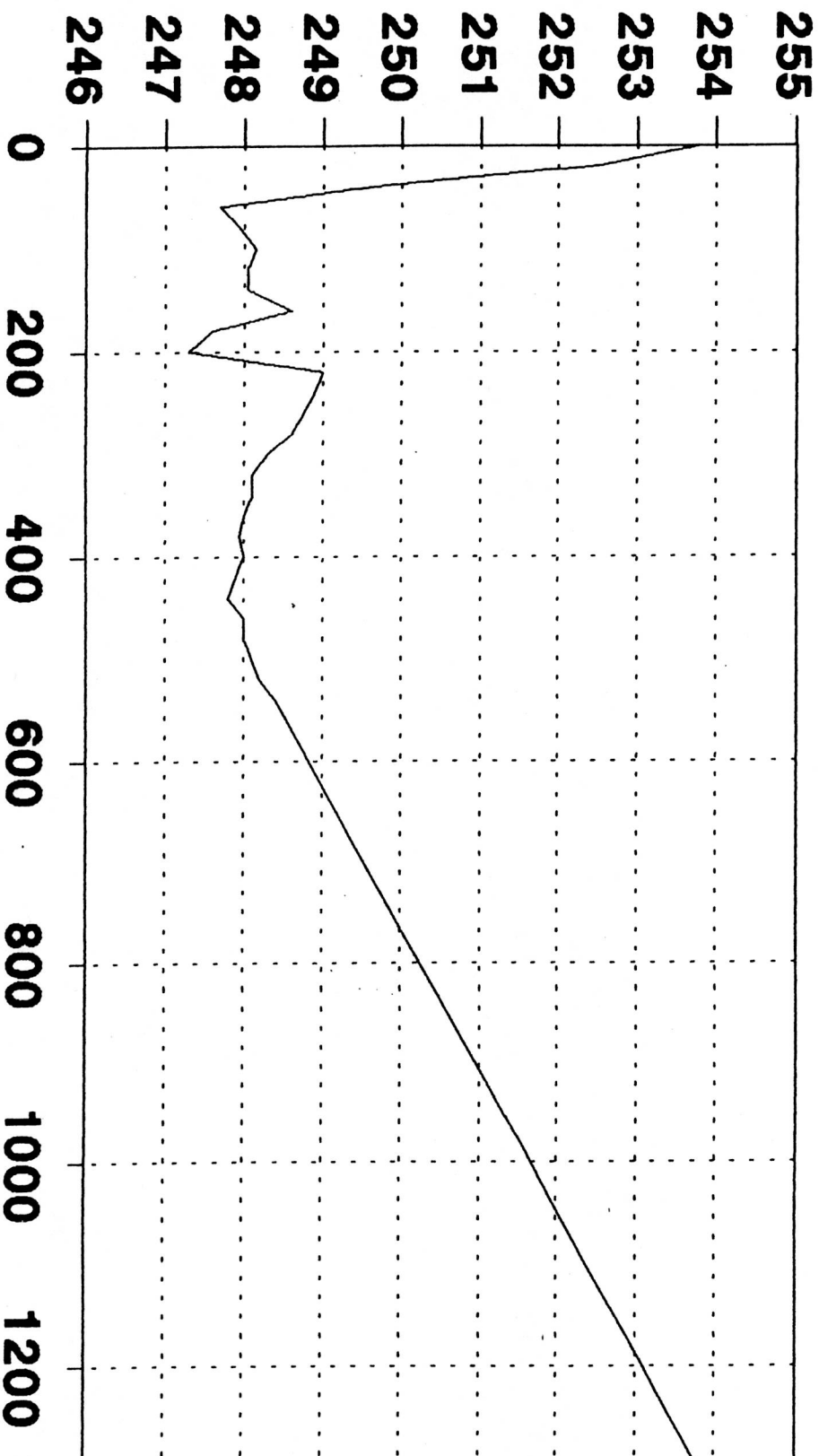


Progresiva (m)

SECCION AUXILIAR 3

BATIMETRIA EMBALSE LAS MAJAGUAS

Cota del Embalse (m.s.n.m.)

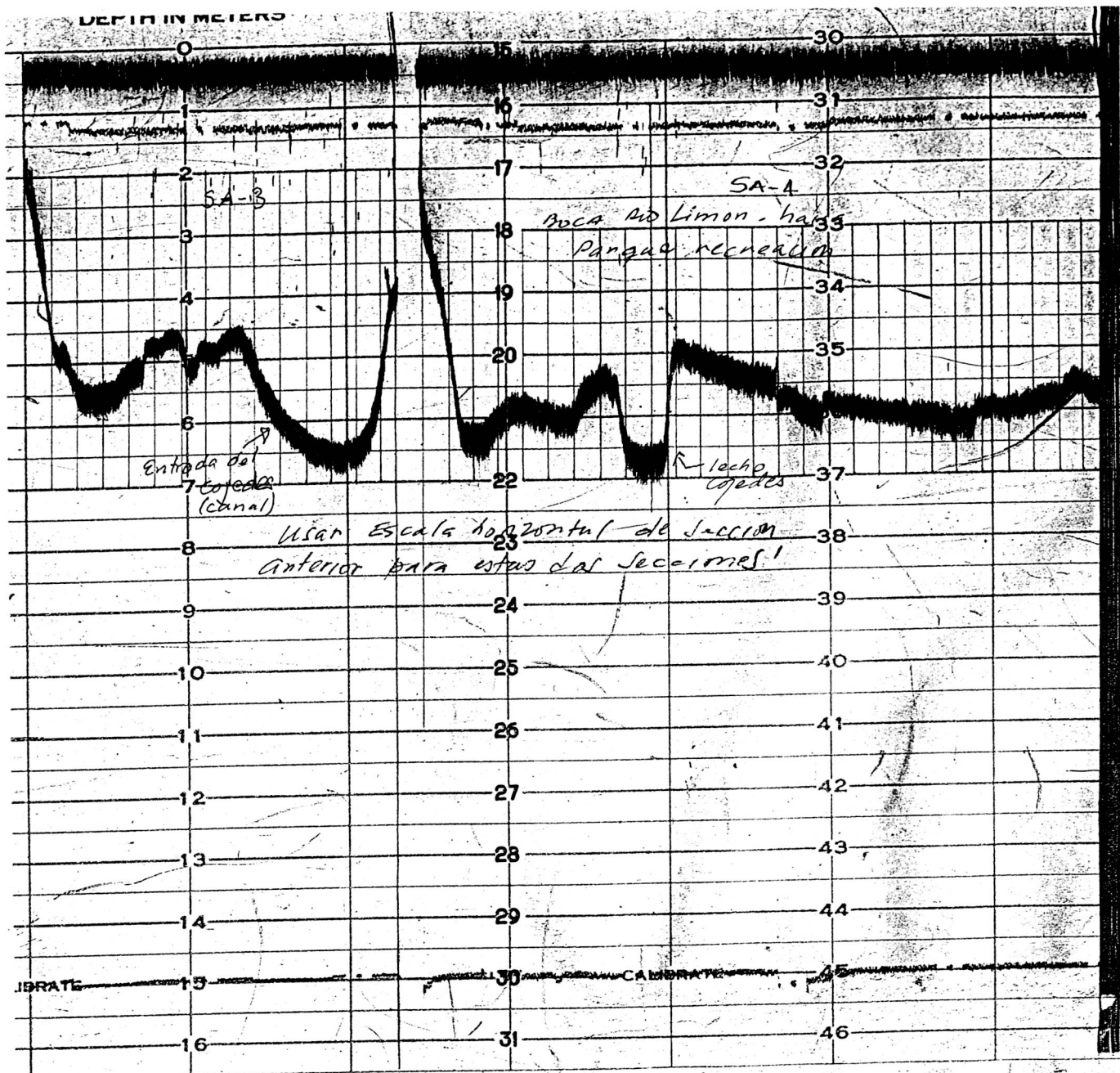


Progresiva (m)

FIG 3

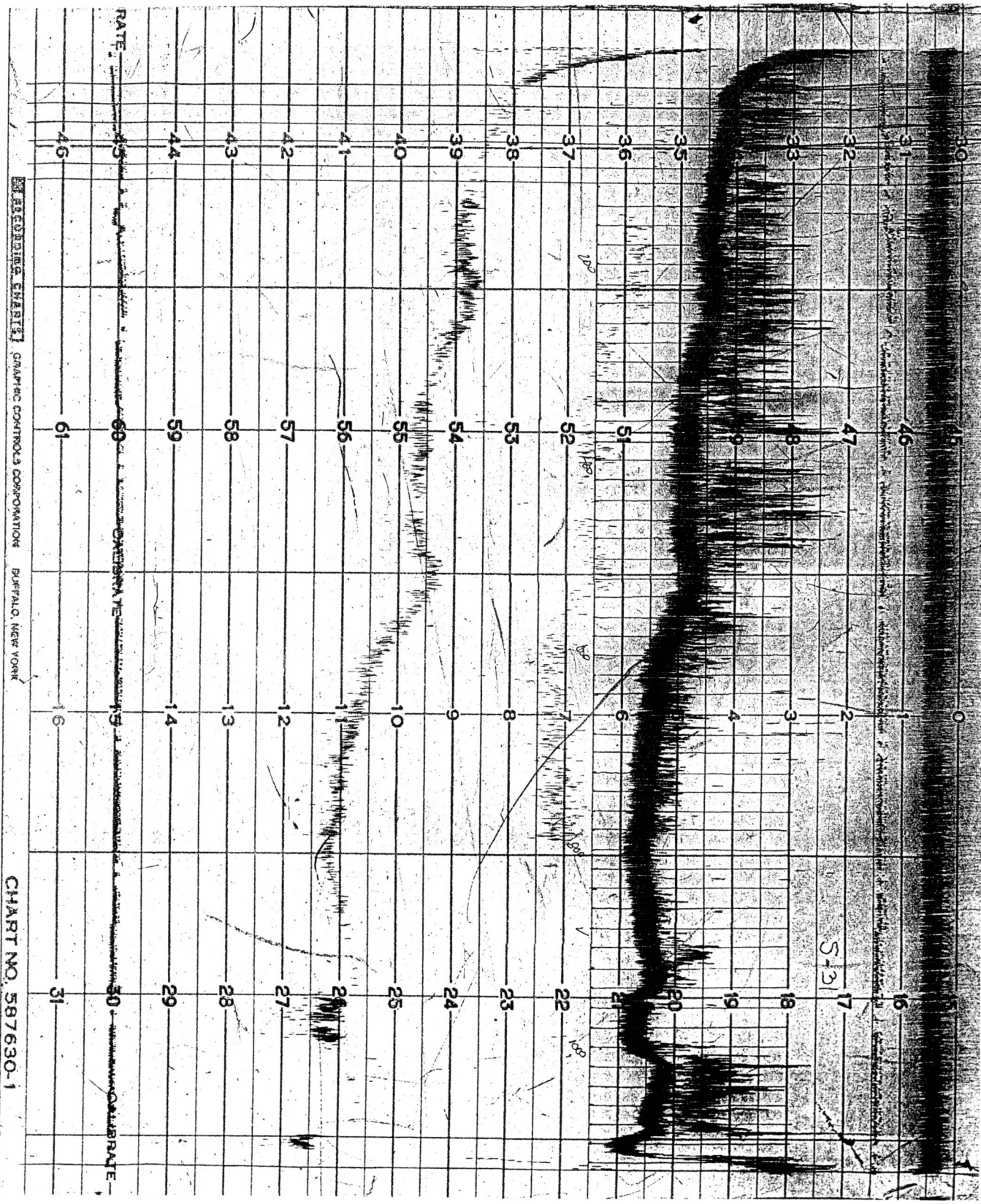
ANEXO B

(Algunas Bandas del Ecosondeo Batimétrico)



BUFFALO, NEW YORK

CHART NO. 587630-1



ELECTRICAL CHARTS COMPANY BUFFALO, NEW YORK

CHART NO. 587630-1

RATE 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

CALIBRATE

DEPTH IN METERS

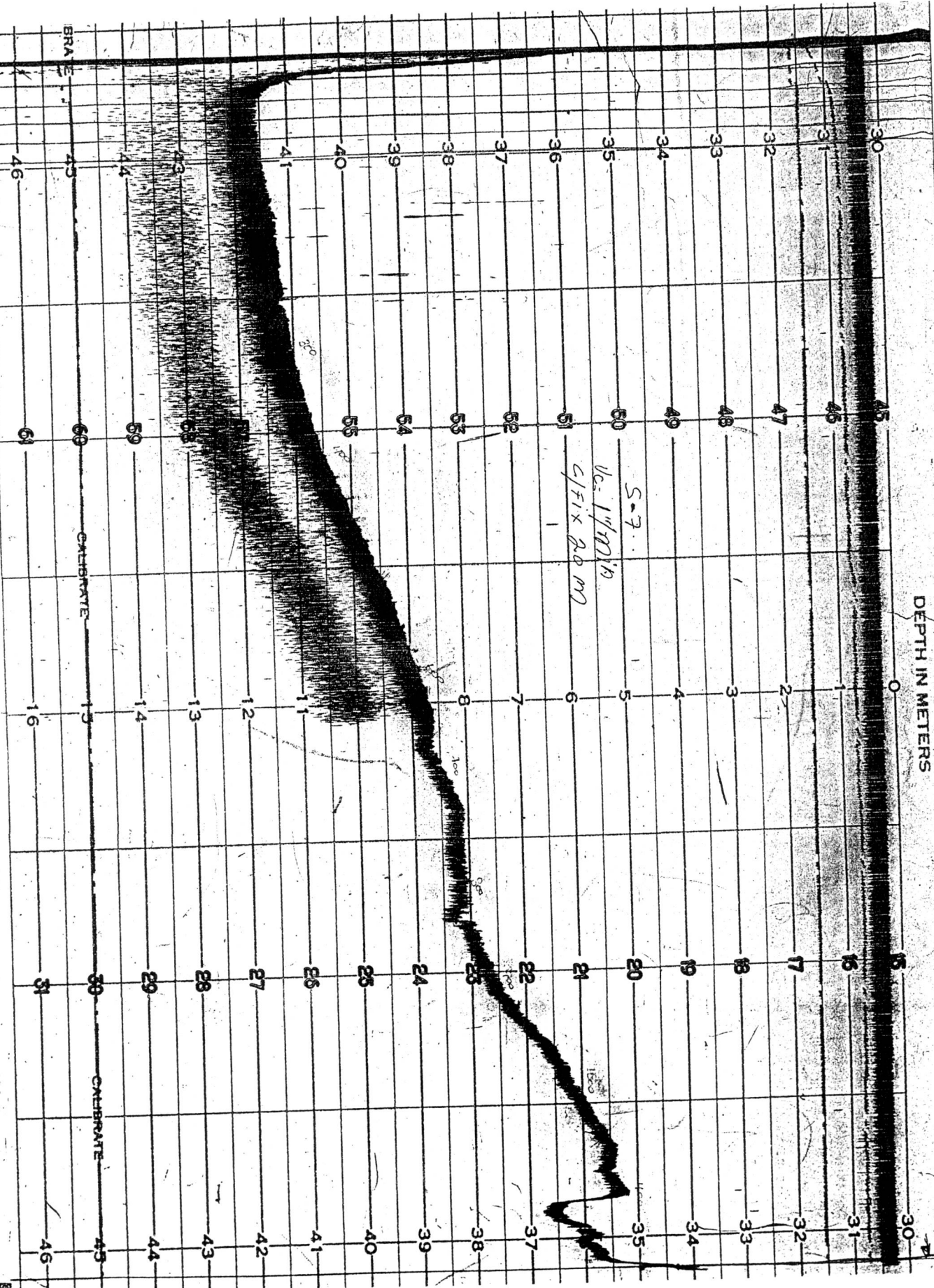
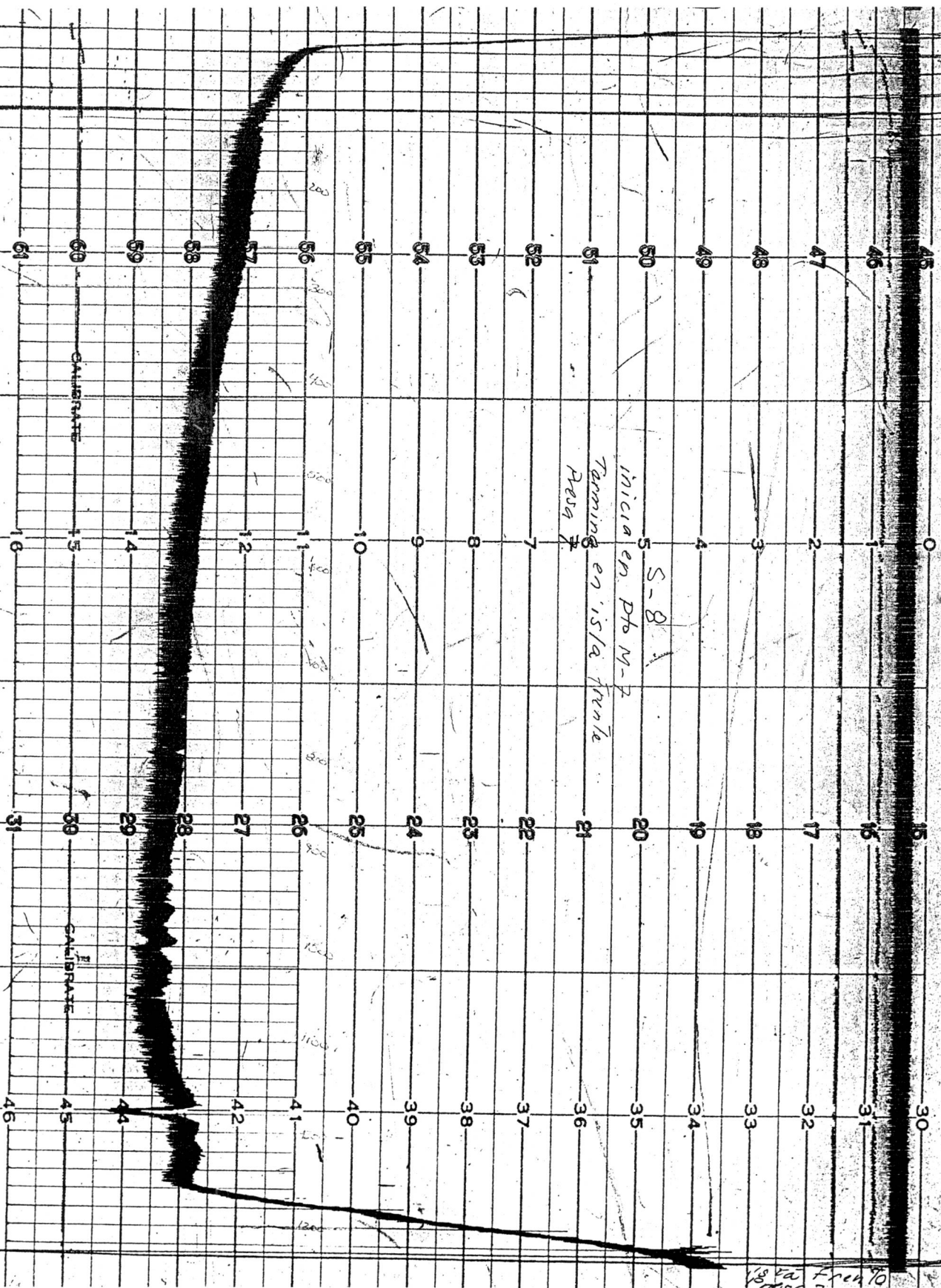


CHART NO. 587630-1

BUFFALO, NEW YORK

PRINTED IN U.S.A.

DEPTH IN METERS



RECORDING SERVICE GALVANIC CONTROLS CORPORATION BUFFALO, NEW YORK

CHART NO. 587630-1

18 Feb 1950

DEPTH IN MET

