

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTUDIO E INVESTIGACION DE NUEVAS APLICACIONES
DE ARCILLAS ABSORBENTES.-

Francisco López Santiago - ITGE

11318



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

ESTE TRABAJO HA SIDO EJECUTADO EN SU TOTALIDAD DIRECTAMENTE POR
EL ITGE, SIENDO EL DIRECTOR TECNICO DEL MISMO D. FRANCISCO LOPEZ SAN
TIAGO.-



I N D I C E

- I.- INTRODUCCION
- II.- ANTECEDENTES
- III.- PLAN DE TRABAJO DE CAMPO
 - 3.1.- Acondicionamiento de granja.
 - 3.2.- Lechos absorbentes y adsorbentes.
 - 3.2.1-Experiencias con ganado en explotación.
 - 3.3.- Medición de gases ambientales, temperatura y humedad relativa.
 - 3.3.1.Diferencia de concentración de gases.
 - 3.3.2.Diferencia de temperaturas.
 - 3.3.3.Diferencia de humedades relativas.
 - 3.4.- Influencia de las variables en los rendimientos de la explotación.
 - 3.5.- Cantidad y espesor del lecho de arcilla.
- IV.- PLAN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO
 - 4.1.- Análisis de caracterización de arcillas.
 - 4.2.- Determinación de la capacidad de adsorción y absorción de lisiers por arcillas especiales.
 - 4.3.- Tratamiento de arcillas con lisier líquido vacuno.
 - 4.4.- pH y capacidad de cambio catiónico.
 - 4.5.- Retención del Nitrógeno por las arcillas procedentes de las deyecciones líquidas.
 - 4.6.- Análisis del Nitrógeno total retenido por las arcillas.
 - 4.7.- Desorción del Nitrógeno retenido mediante aguas de lavado. Análisis de las aguas para Nitrógeno, P, K, Mg, - SiO₂.
- V.- CONCLUSIONES
- VI.- RECOMENDACIONES
- VIII.- TABLAS



Fecha
Referencia

INFORME

ESTUDIO E INVESTIGACION DE NUEVAS APLICACIONES DE ARCILLAS ABSORBENTES.- Francisco López Santiago (ITGE)

I.- INTRODUCCION

En este trabajo se han realizado estudios e investigaciones, tanto en campo como en laboratorio, encaminadas a encontrar aplicaciones nuevas de las arcillas especiales.

Las arcillas estudiadas proceden todas de yacimientos nacionales, habiéndonos ocupado de las Sepiolitas, Paligorskitas, Attapulgitas y Esmectitas.

Las nuevas aplicaciones encontradas consisten en utilizar las arcillas como:

- 1) Fertilizantes Nitrogenados.
- 2) Materiales correctores de la degradación del medio ambiente en granjas de animales en explotación y su entorno.
- 3) Materiales enmendantes de suelos ácidos, como aplicación secundaria de la fertilización.

II.- ANTECEDENTES

Las aplicaciones de las arcillas absorbentes basadas en sus propiedades físicas, mineralógicas y cristal químicas las podemos dividir en dos grupos:

- a) Aplicaciones coloidales en las que destacan sus acciones en tal sentido como formación de viscosidad, gelificación, espesamiento, agente de suspensión, lodos de sondeos, etc.



- b) Aplicaciones no coloidales caracterizadas por la absorción, adsorción, catalisis, agente separador, etc.

Siendo sus usos más frecuentes: Absorbente doméstico, Soporte de pesticidas, Herbicidas y Catalizadores, Tierras Decolorantes, Filtro de cigarrillos, Clarificación de líquidos, etc.

Según bibliografía consultada, no existen antecedentes que hagan referencia a las aplicaciones estudiadas en este proyecto para las arcillas especiales, las cuales absorben, adsorben, retienen y desorben el Nitrógeno contenido en las deyecciones de los animales (lisiers) y en la atmósfera ambiental de las granjas de animales en explotación, consiguiendo de una manera fácil un abono nitrogenado - barato, además de otras aplicaciones consecuencia de ésta y expuestas en párrafos anteriores.

III.- PLAN DE TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de campo han consistido en desarrollar los siguientes puntos:

- a) Acondicionamiento de granja.
- b) Determinación de la adsorción y absorción de los lisiers líquidos por las arcillas especiales, actuando éstas como lecho en uno de los compartimentos que forman la granja
- c) Medición de las gases (NH_3 , CO_2 y CH_4) contenidos en la atmósfera de los compartimentos que forman la granja y comparación entre sendas medidas.
- d) Medición de las temperaturas y humedades relativas ambientales, diaria, en ambos compartimentos.

III.1 Acondicionamiento de la granja.

La granja alquilada por el ITGE durante un periodo de doce meses en Cadalso de los Vidrios (Madrid), ha tenido que sufrir una serie de pequeñas obras para poder realizar el estudio. Estas obras han consistido en:

- 1) Construcción de 60 m^2 de tabiques de panderete para obtener dos compartimentos, de 12 m^2 de superficie habitable cada uno.



2) Construcción de sobre suelos metálicos enrejillados, que han cubierto en su totalidad los 12 m² de superficie de cada uno de los compartimentos.

3) Cada compartimento con superficie, ventilación y luminosidad iguales - lleva un suelo distinto:

Uno formado por el enrejillado y lecho de arcillas absorbentes, y el otro formado únicamente por el enrejillado.

En el sobre suelo enrejillado viven los animales y sirve para que sus deyecciones orgánicas (líquidas y sólidas) caigan por las aberturas de la rejilla, evitando el contacto directo entre los animales y sus deyecciones.

Estas deyecciones quedan adsorbidas, absorbidas y retenidas en el lecho de arcilla (1^{er} compartimento). El suelo que no tiene este lecho, almacena directamente estas deyecciones (2º compartimento) método que se usa en las explotaciones actuales.

III.2. Lechos Absorbentes y Adsorbentes

Los lechos o camas se han formado con distintas arcillas y con distintos espesores.

Las arcillas utilizadas han sido:

Sepiolitas, Paligorskitas, Attapulgitas y Esmectitas.

Los espesores de la cama han variado desde 5 cm. a 25 cm.

Una vez saturada la cama de líquidos se ha recogido y almacenado formando posteriormente otra cama y así sucesivamente hasta terminar el período de investigación de campo.

III.2.1. Experiencias con ganado en explotación

Los estudios se han realizado con ganado porcino, consistiendo estos en comparar el contenido de gases nocivos en cada una de las atmósferas de los dos compartimentos y en determinar la producción de carne en base a la presencia o no de arcillas absorbentes como cama.

Los datos de partida han sido:



1) Compartimento con cama absorbente:

- Nº de cerdos	10 Hembras
- Edad de los cerdos	40 días
- Raza	Híbrido (Larguay-Landraz)
- Peso de los cerdos	167 Kg.
- Tiempo de engorde	90 días
- Alimentación	Pienso compuesto Nanta
- Peso al final del estudio	853 Kg.

2) Compartimento sin cama absorbente

- Nº de cerdos	10 Hembras
- Edad de los cerdos	40 días
- Raza	Híbrido (Larguay-Landraz)
- Peso de los cerdos	167 Kg.
- Tiempo de engorde	90 días
- Alimentación	Pienso compuesto Nanta
- Peso al final del estudio	816 Kg.

III.3. Medición de gases ambientales, temperatura y humedad

Se han efectuado medidas de concentración de gases ambientales en cada uno de los compartimentos. El método seguido a efectos de comparar con rigor las diferencias existentes entre las medidas de los dos compartimentos han sido:

- Gases medidos NH_3 CO_2 - CH_4
- Aparato de medida Bomba detectora de gases DRAGER con lecturas de Rango CORTO.
- Medidas simultáneas en sendos compartimentos
- Medidas diarias de la temperatura y de la humedad relativa
- Nº de medidas: 27, en un periodo de 90 días.

III.3.1. Diferencia de concentración de gases (Fig. 1)

III.3.2. Diferencia de Temperaturas (Fig. 2)

III.3.3. Diferencia de Humedades relativas (Fig. 3)



III.4. Influencia de las variables en los rendimientos de la explotación

Comparando los valores en concentración de gases nocivos, Temperatura y Humedad relativa que se dan en cada uno de los compartimentos, así como la - diferencia en peso obtenido en cada una de las camadas de cerdos, llegamos a las siguientes conclusiones:

- A menor humedad relativa, mayor Temperatura y menor concentración de gases nocivos se consigue un mayor rendimiento por aumento sensible en peso de los animales.
- Por otro lado la ausencia de gases nocivos incide favorablemente en la salud de los animales, como puede observarse en la tabla siguiente: Pág. 5-1. (Del seminario sobre recuperación de recursos de residuos. 1980 - I.N.I.A.)

III.5. Cantidad y espesor del lecho de arcilla.

El espesor del lecho y la cantidad de arcilla es variable en función de la especie animal, de su tamaño y del momento de origen.

Conocida la capacidad de adsorción de cada tipo de arcilla y la cantidad normalmente deyectada por cada animal y la superficie de corral habitable, se deduce con facilidad la cantidad y espesor de los distintos lechos, de acuerdo con la tabla adjunta. Pág. 5-2 (Del seminario sobre recuperación de recursos de residuos. 1980 - I.N.I.A.)

EFFECTOS DE ALGUNOS GASES SOBRE LA SALUD DE LOS ANIMALES

GAS	ESPECIE	DOSIS	EFFECTOS
Anhídrido sulfuroso SO ₂	Todas las especies	Meños de 7 ppm	Sin problemas
		20 a 50 ppm (1 hora)	Irritación (Ojos. Aparato respiratorio) Asfixia
		500 ppm (35 minutos)	Acción sobre el sistema nervioso
		800 a 1000 ppm	Coma y muerte
	Porcinos	20 ppm	Fotofobia, Anorexia, Nerviosismo
		50 a 200 ppm	Vómitos, Náuseas, Diarreas
Amoniaco NH ₃	Aves	20 ppm	Irritación de las vías respiratorias
		60 a 70 ppm	Lesiones oculares
		más de 70 ppm	Reducción de la ganancia en peso y de la producción de huevos. Retardo en la maduración sexual
	Porcino	más de 35 ppm	Efecto sobre la ganancia en peso y el consumo de alimentos. Secreciones nasales. Trastornos oculares
	Bovinos		Alteración general de la salud. Disminución de la producción lechera
Acidos grasos volátiles	Todas las especies	0,1 a 0,2 %	Nivel límite
Gas carbónico (CO ₂)	Porcinos	2 %	Máximo tolerable si hay bastante oxígeno
Metano (CH ₄)	Todas las especies	más de 1000 ppm	Atmósfera asfixiante. Carácter inflamable

CUADRO 1 - Cantidad de lisier dependiendo de especies.

AUTOR	Vacas lecheras			Bovinos de engorde			Porcino			Ovino			Aves		
	Kg	Kg/día	% de peso vivo	Kg	Kg/día	% de peso vivo	Kg	Kg/día	% de peso vivo	Kg	Kg/día	% de peso vivo	Kg	Kg/día	% de peso vivo
MADDEX	630	40	6,3												
	450	30	6,6	450	30	6,6	45	3	7				2	0,11	5,5
	340	20	6,4	340	22	6,4	80	5,6	7						
TIETJEN	600	54	9				40	3,6	9				2	0,2	10
							60	4,2	7						
JOWES	540	40	7,5				54	5,4	10				2,2	0,11	5
WHEATLAND	500	56,8		250	28,4		68	4,5			4,8		2,0	0,13	





IV.- PLAN DE TRABAJO EN LABORATORIO

Los trabajos han consistido en desarrollar los siguientes puntos:

- 1) Análisis de caracterización de arcillas.
- 2) Determinación de la capacidad de adsorción y absorción de lisiers vacuno por las arcillas especiales.
- 3) Tratamiento de arcillas con lisiers líquido vacuno.
- 4) pH y Capacidad de cambio catiónico.
- 5) Retención del NITROGENO POR LAS ARCILLAS procedente de las deyecciones líquidas.
- 6) Análisis del Nitrógeno referido mediante aguas de lavado. Análisis de las aguas para N.P. Na. K y SiO₂.



IV.1. Análisis de caracterización de arcillas.

Hemos realizado aproximadamente 40 análisis por D.R.X. y químicos a otras tantas muestras de arcillas especiales procedentes de yacimientos nacionales.

Antes de analizar se han tomado muestras representativas y homogéneas, - incluyendo su preparación mecánica a efectos de hacerlas óptimas para los distintos análisis.

Los análisis químicos y difractogramas son los siguientes:

MUESTRA	%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	%Fe ₂ O ₃	%CaO	%TiO ₂	%MnO	%K ₂ O	%Na ₂ O	%MgO	%PPC
ATTA-1	52.34	4.67	1.414	3.892	0.199	0.062	1.177	0.350	19.863	16.60
ATTA-2	52.04	4.63	1.357	3.837	0.196	0.061	1.096	0.391	19.872	17.05
ATTA-3	52.21	4.65	1.368	3.861	0.201	0.061	1.130	0.350	19.804	16.90
PALI-1	50.22	16.02	6.763	3.648	0.552	0.075	2.441	0.431	4.708	15.30
PALI-2	50.40	16.01	6.767	3.691	0.554	0.076	2.432	0.350	4.700	15.16
PALI-3	49.18	15.58	6.562	3.686	0.533	0.072	2.316	0.297	4.749	17.28
SEP-1	52.81	3.26	0.971	2.559	0.142	0.028	0.963	0.216	21.298	18.30
SEP-2	52.60	3.18	0.951	2.526	0.145	0.031	0.905	0.256	21.604	18.70
SEP-3	52.63	3.24	0.939	2.505	0.145	0.035	0.905	0.297	21.186	18.66
BENT-1	53.28	17.27	2.500	1.648	0.195	0.108	0.420	1.213	4.943	18.59
BENT-2	53.01	17.35	2.496	1.672	0.187	0.102	0.397	1.186	4.877	18.90
BENT-3	53.14	17.32	2.546	1.719	0.196	0.103	0.417	1.146	4.889	18.70
ATTA-TRA1	49.53	4.38	1.279	3.631	0.184	0.059	2.949	0.283	18.562	19.54
ATTA-TRA2	50.08	4.41	1.287	3.658	0.190	0.057	2.859	0.256	18.915	18.78
ATTA-TRA3	45.66	3.99	1.190	3.323	0.174	0.052	3.677	0.418	17.230	24.86
PALITRA-1	49.46	15.71	6.511	3.726	0.533	0.069	3.765	0.337	4.555	15.35
PALITRA-2	49.75	15.85	6.560	3.514	0.534	0.072	3.712	0.404	4.568	15.00
PALITRA-3	49.60	15.92	6.637	3.132	0.546	0.073	3.719	0.404	4.710	15.30
SEPTRA-1	51.14	3.00	0.879	2.184	0.138	0.034	2.118	0.229	20.839	20.10
SEPTRA-2	51.56	3.17	0.902	2.454	0.143	0.029	2.193	0.216	20.663	19.30
SEPTRA-3	50.41	3.07	0.873	2.487	0.138	0.030	2.879	0.229	20.230	20.26
BENTRA-1	53.03	17.20	2.938	2.068	0.241	0.106	2.224	0.795	4.669	16.70
BENTRA-2	54.14	17.48	2.482	1.427	0.187	0.102	2.242	0.917	4.585	16.40
BENTRA-3	53.48	17.20	2.405	1.577	0.190	0.104	3.590	0.998	4.448	16.00



1º) Las muestras con referencia

ATTA. (1.2.3) corresponden a Attapulgitas

ATTA.TRA (1.2.3) corresponden a Attapulgitas tratadas con lisiers

PALI (1.2.3) corresponden a Paligorskitas

PALITRA (1.2.3) corresponden a Paligorskitas tratadas con lisiers

SEP (1.2.3) corresponden a Sepiolitas

SEPTRA (1.2.35) corresponden a Sepiolitas tratadas con lisiers

BENT (1.2.3) corresponden a Bentonitas

BENTTRA (1.2.3) corresponden a Bentonitas tratadas con lisiers

INTERPRETACION

ARCILLA ORIGINAL	Tratamiento ───────────▶ con lisiers	Arcilla tratada: SiO_2 , Fe_2O_3 , OCa , MgO Disminuyen Al_2O_3 , TiO_2 , MnO No varían K_2O , Na_2O , P.P.C. Aumenta
------------------	--	--

Se produce un intercambio iónico entre el Hierro, Calcio y Magnesio de las arcillas con el Sodio, Potasio y Nitrógeno de los lisiers.

Difractogramas.- Se adjuntan



IV.2. Determinación de la capacidad de adsorción y absorción de lisiers por arcillas especiales.

SEPIOLITA 30/60	nº 1	.....	120%
"	nº 2	.....	121%
"	nº 3	.....	119%
PALIGORSKITA 30/60	nº 1	.....	116%
"	nº 2	.....	115%
"	nº 3	.....	114%
ATTAPULGITA 200/220		.....	128%
"		.....	127%
"		.....	130%
ESMECTITA 0'2 mm. 20 mm.		.....	96%
"	"	.....	94%
"	"	.....	95%

IV.3. Tratamiento de arcillas con lisier líquido vacuno

Se han estudiado aproximadamente 100 muestras de arcillas absorbentes a efectos de conocer las respuestas de éstas a su tratamiento, obteniéndose las siguientes conclusiones:

- Las arcillas adsorben y absorben lisier simultáneamente.
- El lisier adsorbido se marcha al poner las arcillas a secar a la intemperie.
- El lisier absorbido queda retenido por el complejo arcilloso debido a su capacidad de intercambio iónico.

IV.4. pH y Capacidad de cambio catiónico

Por orden de basicidad los resultados del pH son:

ESMECTITA	.....	8,88
Attapulgita	.....	8,52
Paligorskita	.....	8,03
Sepiolita	.....	7,97



Los resultados de capacidad de cambio catiónico son:

Esmectitas	90,26	<u>m.e.g</u>	
			100 gr. de suelo
Attapulgita	45,99	"	
Paligorskita	40.19	"	
Sepiolita	37.32	"	

Se observa la relación existente entre pH y Capacidad de cambio catiónico.

IV.5. Retención del Nitrógeno por las arcillas procedentes de las deyecciones líquidas.

Se ha comprobado y verificado que el nitrógeno absorbido queda retenido en la estructura cristalina de las arcillas especiales. Para ello se ha seguido el siguiente proceso:

- 1) Tratamiento de las arcillas con lisiers líquidos, hasta saturación.
- 2) Se llevan a sequedad a temperatura ambiente.
- 3) Se mantienen en la intemperie durante 90 días.
- 4) Se efectúan análisis del NITROGENO TOTAL cada 10 días, observándose que el contenido en Nitrógeno total no varía según el paso del tiempo.

IV.6. Análisis del Nitrógeno total retenido por las arcillas.

Estos análisis se han efectuado según el método Kjendall, después de - mantener las arcillas especiales tratadas con lisiers en la intemperie noventa días.

Los resultados son los siguientes:



ANALISIS EN % EN NITROGENO

Nº MUESTRA	ESMECTITA	ESMECTITA TRATADA	ATTAPULGITA	ATTAPULGITA TRATADA	PALIGORSKITA	PALIGORSKITA TRATADA	SEPIOLITA	SEPIOLITA	LISERS LIQUIDO VACUNO
1	0.005	0.82	0.026	0.24	0.026	0.29	0.016	0.30	0.83
2	0.007	0.80	0.026	0.29	0.026	0.29	0.016	0.28	0.85
3	0.005	0.80	0.026	0.34	0.026	0.29	0.016	0.32	0.83



IV.7. Desorción del Nitrógeno retenido mediante aguas de lavado.-
análisis de las aguas para N, P, K, Mg y SiO₂.

La aplicación fundamental buscada para estas arcillas es la de su posible utilización como abonos nitrogenados. Para ello se han realizado los ensayos adecuados para su demostración.

El método seguido ha consistido en:

- a) Tomar 15 gr. de suelo con Nitrógeno retenido
- b) Efectuar una desorción del Nitrógeno, mediante sucesivos lavados, con 1000 cc. de agua destilada.
- c) Análisis de dichas aguas para N, P, K.

Los resultados analíticos obtenidos han sido:



ANALISIS DE AGUAS DE LAVADO

UTILIZADAS EN LA DESORCION DE ARCILLAS TRATADAS

	Bentonita	Attapulgita	Sepiolita	Paligorskita	Lisiers líquido vacuno
NITROGENO % EN DESOR.	0.82	0.184	0.07	0.05	0.83
SODIO % "	0.104	0.053	0.04	0.04	0.2
POTASIO % "	0.66	1,2	1.26	1.20	0.7
FOSFATOS % "	0.23	0.082	0.07	0.06	0.04
SILICE % "	0.056	0.168	0.166	0.018	0.0013
Magnesio	0	0	0	0	0.02



V.- CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son muy positivos debido a:

- 1.- La presencia de arcillas absorbentes en granjas de explotación de animales utilizadas como lechos, y según el proceso llevado en este estudio, ha producido un aumento en los rendimientos de la explotación del orden del 5-6%.
- 2.- Dichas arcillas pueden ser utilizadas posteriormente como enmiendas de suelos (fundamentalmente ácidos), ya que por intercambio iónico incorporan y desprenden el Nitrógeno de las deyecciones líquidas de los animales.
- 3.- La manipulación y control de purines y excrementos sólidos produce actualmente efectos muy negativos. Son la causa de degradación del medio ambiente, tanto por los malos olores como por la contaminación que producen a acuíferos y ríos próximos.

Utilizando estas arcillas el medio ambiente mejora en gran medida..

VI.- RECOMENDACIONES

A la vista de los trabajos efectuados y de los resultados obtenidos pensamos que los estudios deben continuar, a saber:

- a) Los rendimientos obtenidos por nosotros en las granjas de explotación pueden ser mejorados si desarrollamos las nuevas ideas que nos han surgido en este estudio.
- b) Es preciso realizar cultivos en suelos formados por arcillas absorbentes - utilizadas previamente como camas de granjas.
Estos cultivos serían fundamentalmente en invernaderos.
- c) Organismo Públicos relacionados con el medio ambiente, entre ellos el ITGE, se están esforzando en al menos paliar la degradación del ecosistema en que vivimos.

Utilizando minerales tan generosos en nuestras latitudes como son las arcillas especiales, en granjas de explotación, podemos contribuir a ello.

Figura 1

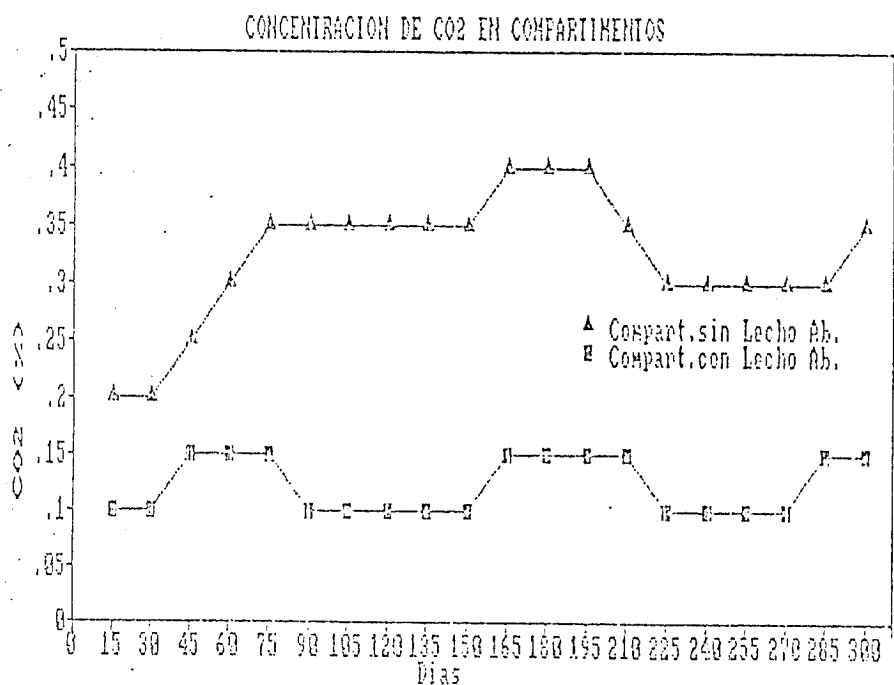
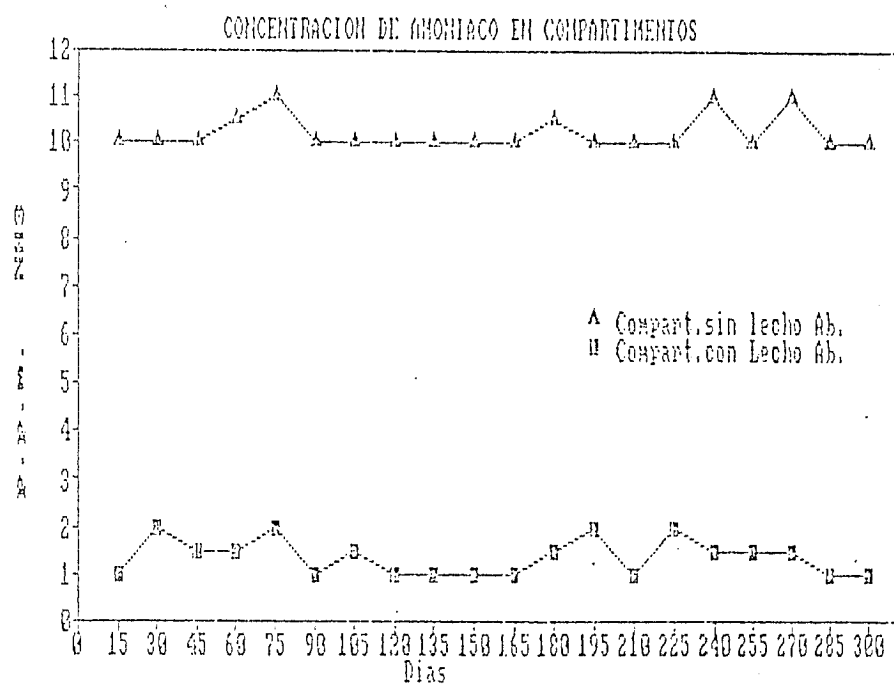




FIGURA 2

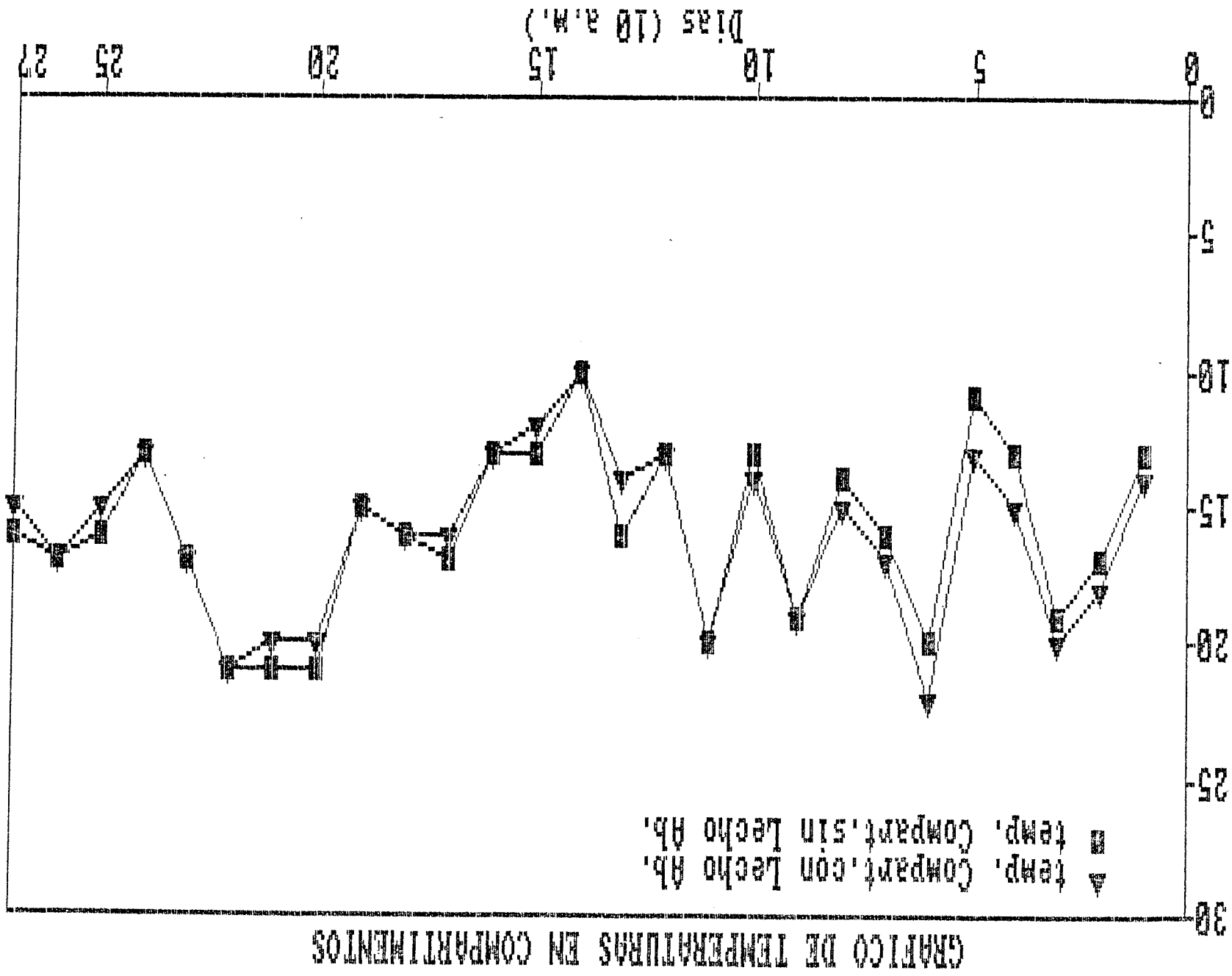
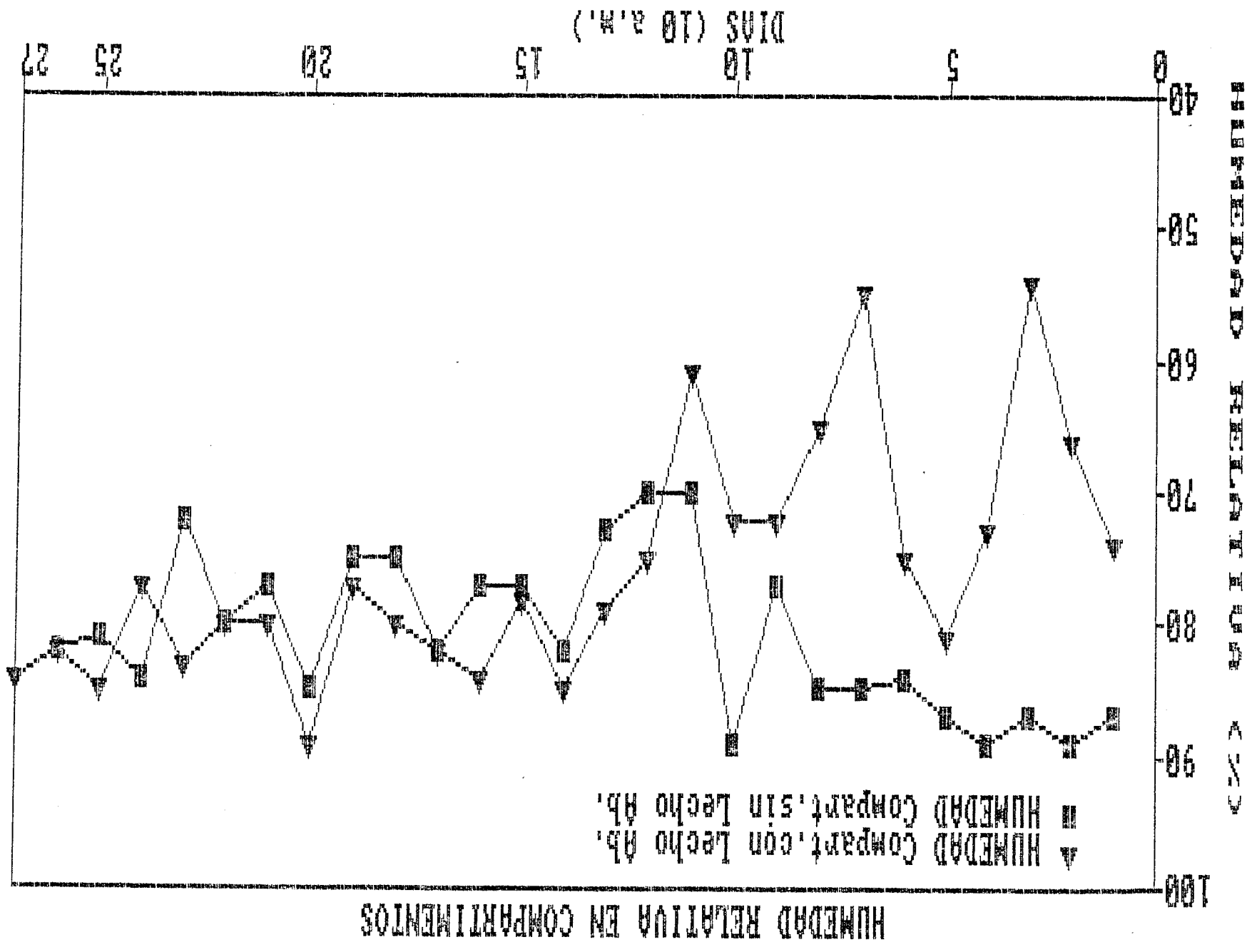
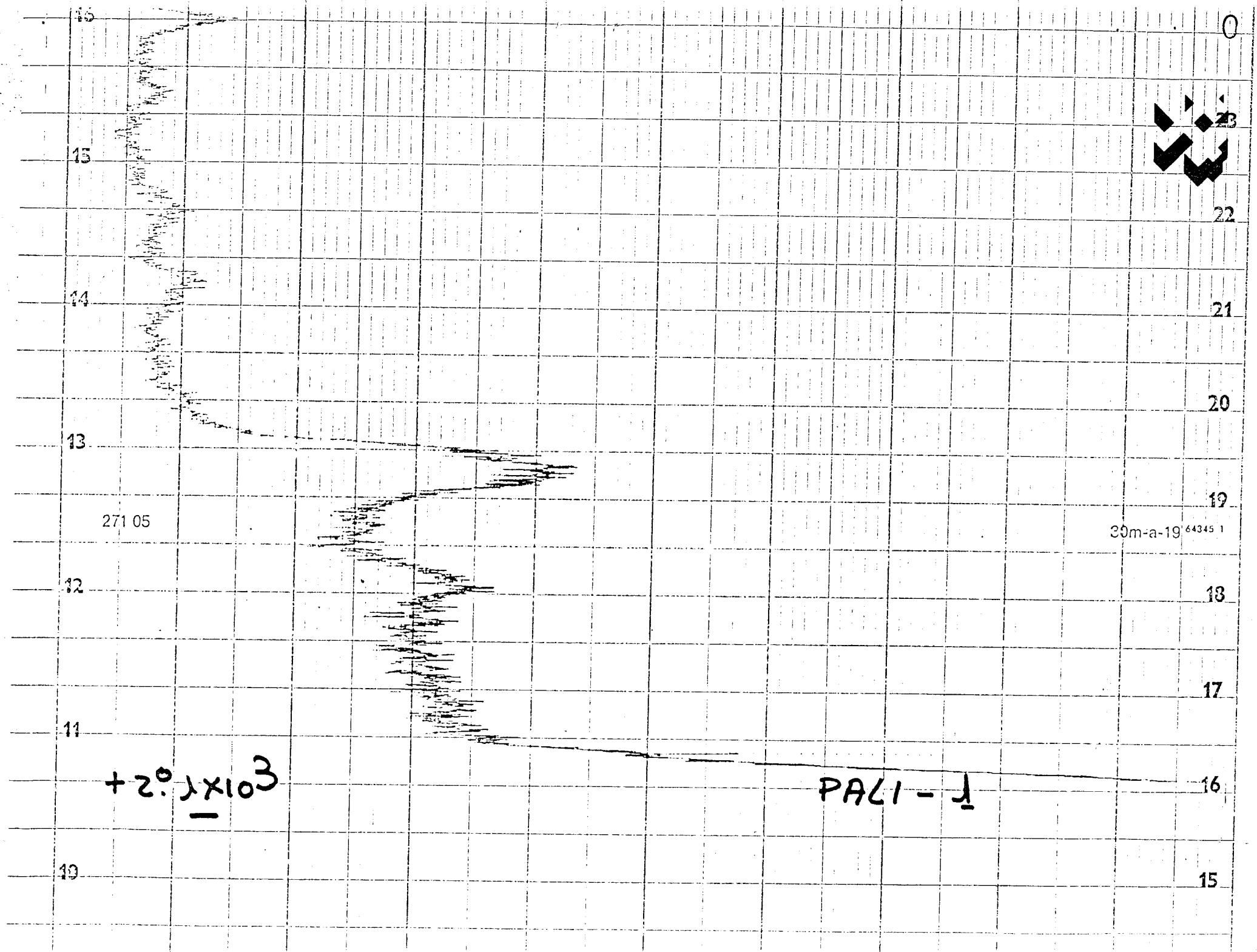


FIGURA 3





16

15

14

13

12

11

10

0

1

22

21

20

19

18

17

16

15

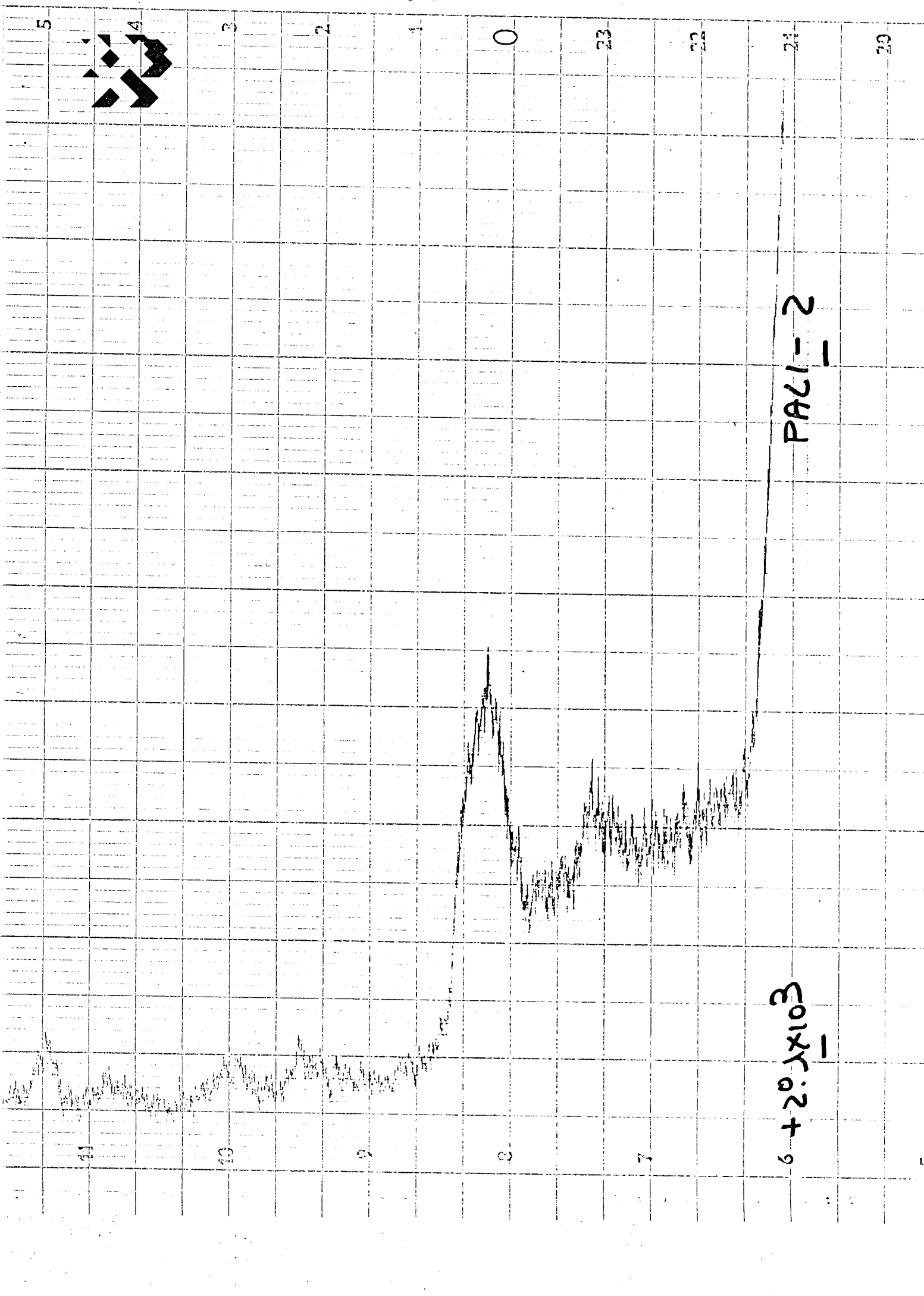
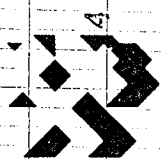
271 05

30m-a-19⁶⁴³⁴⁵ 1

+2.0 1 x 10³

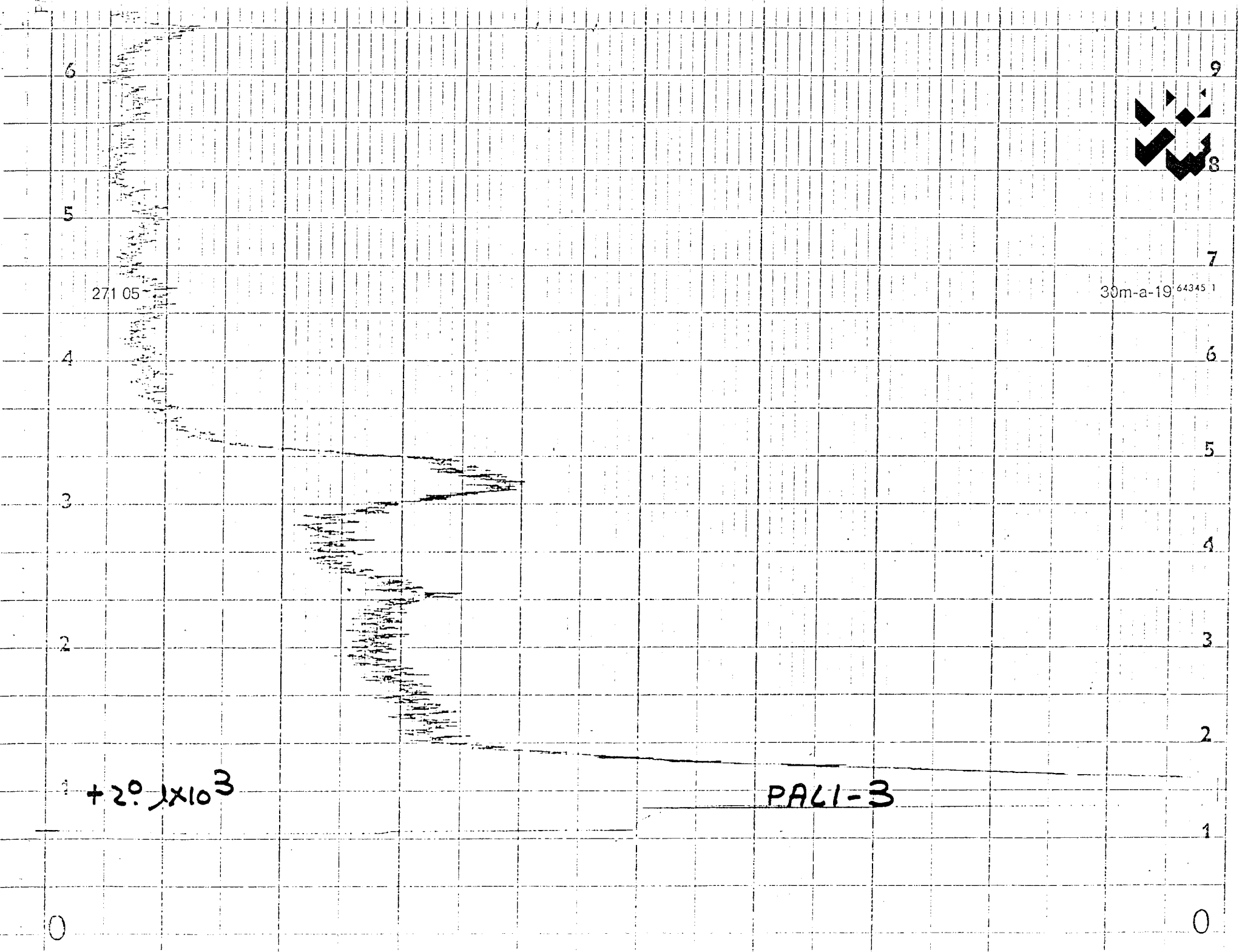
PALI - 1





PACI-2

6 + 20 X 103



6

5

271 05

4

3

2

+ 2.0 x 10³

0

PALI-3

30m-a-19 64345

9

7

6

5

4

3

2

1

0



17

16

15

14

13

12

11

10

9

8



3

2

1

0

23

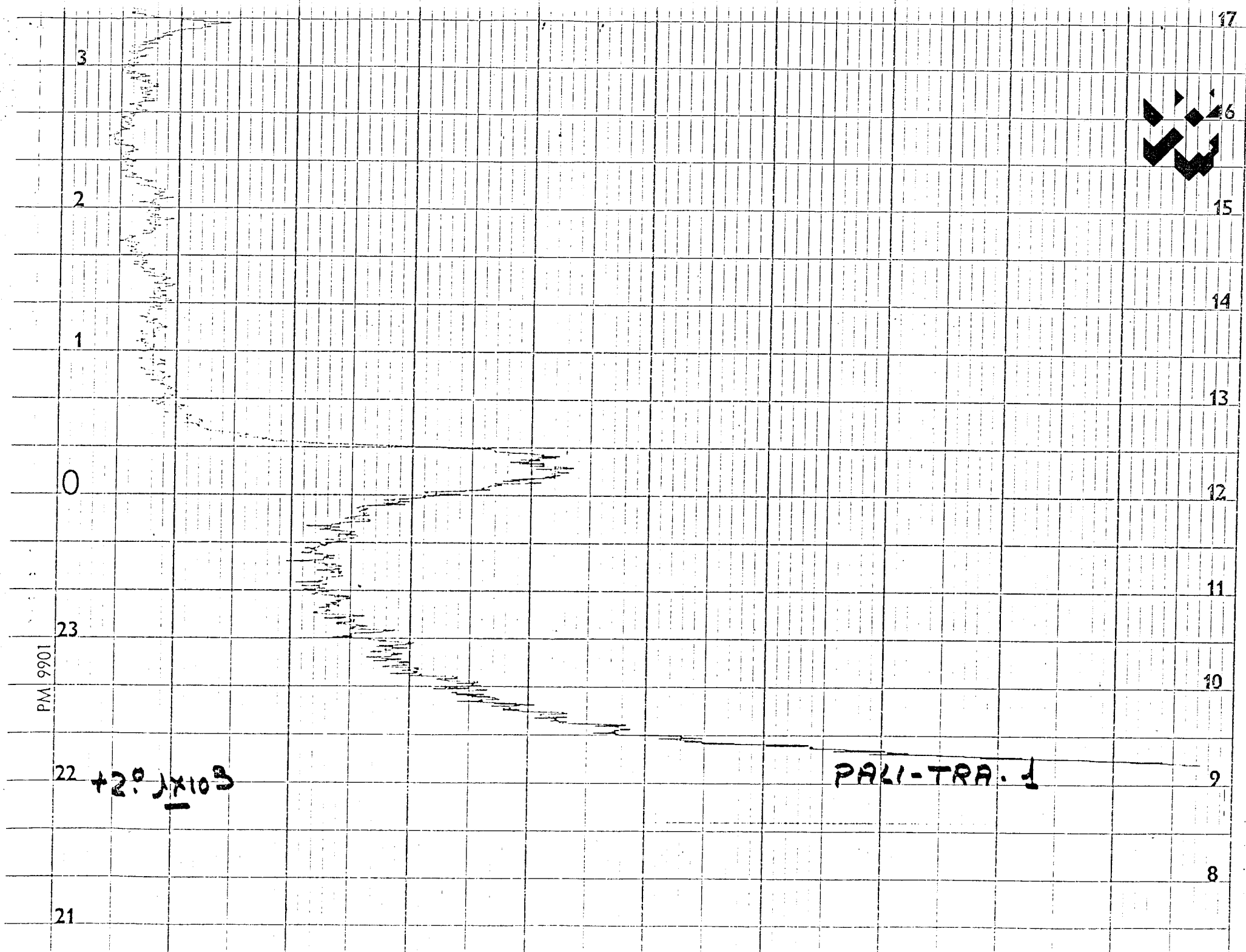
22

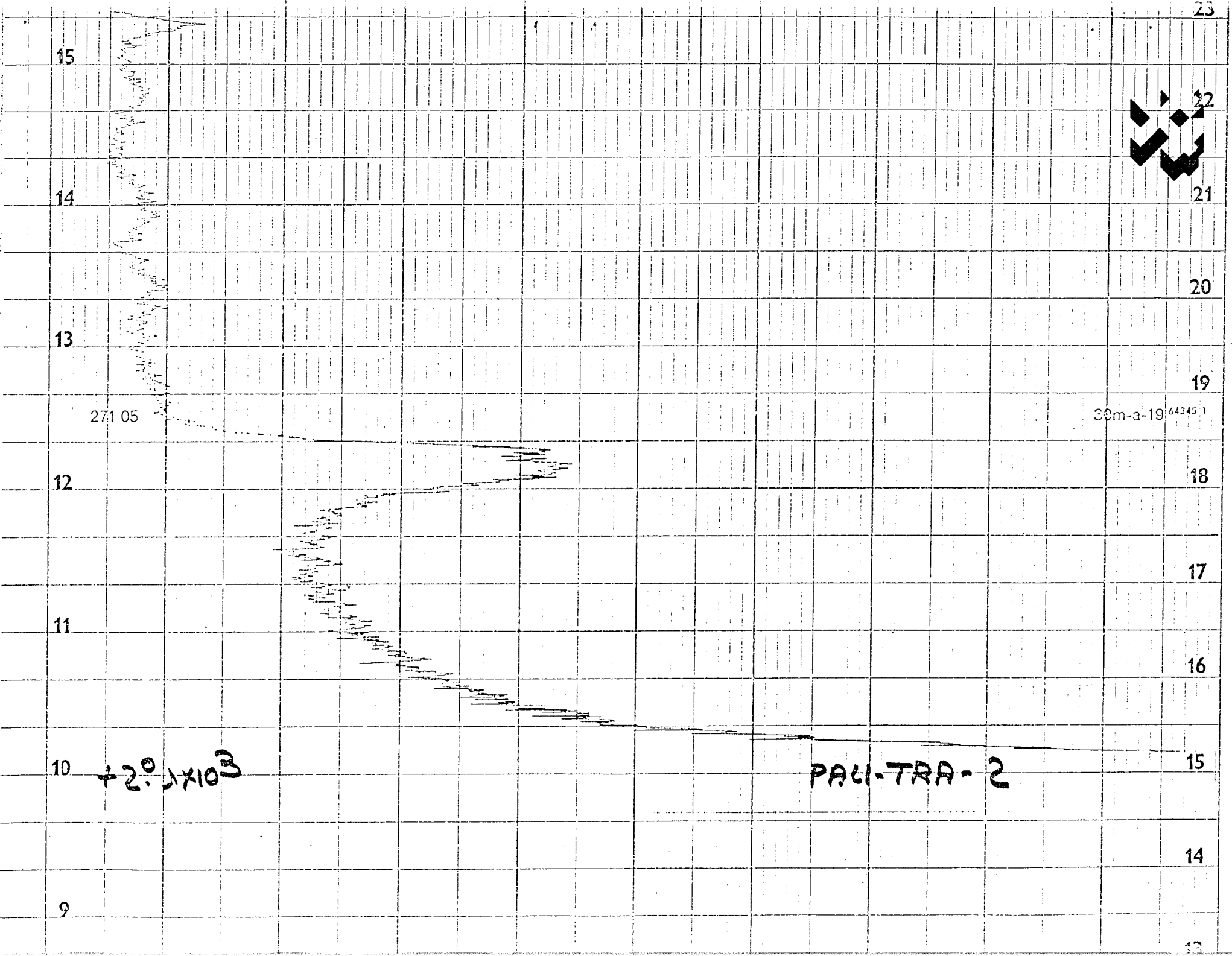
21

PM 9901

+2.0 $\times 10^3$

PALI-TRA. 1





15

14

13

12

11

10

9

271 05

+2.0 X 10³

PALI-TRA-2

30m-a-19 64345.1

25

22

21

20

19

18

17

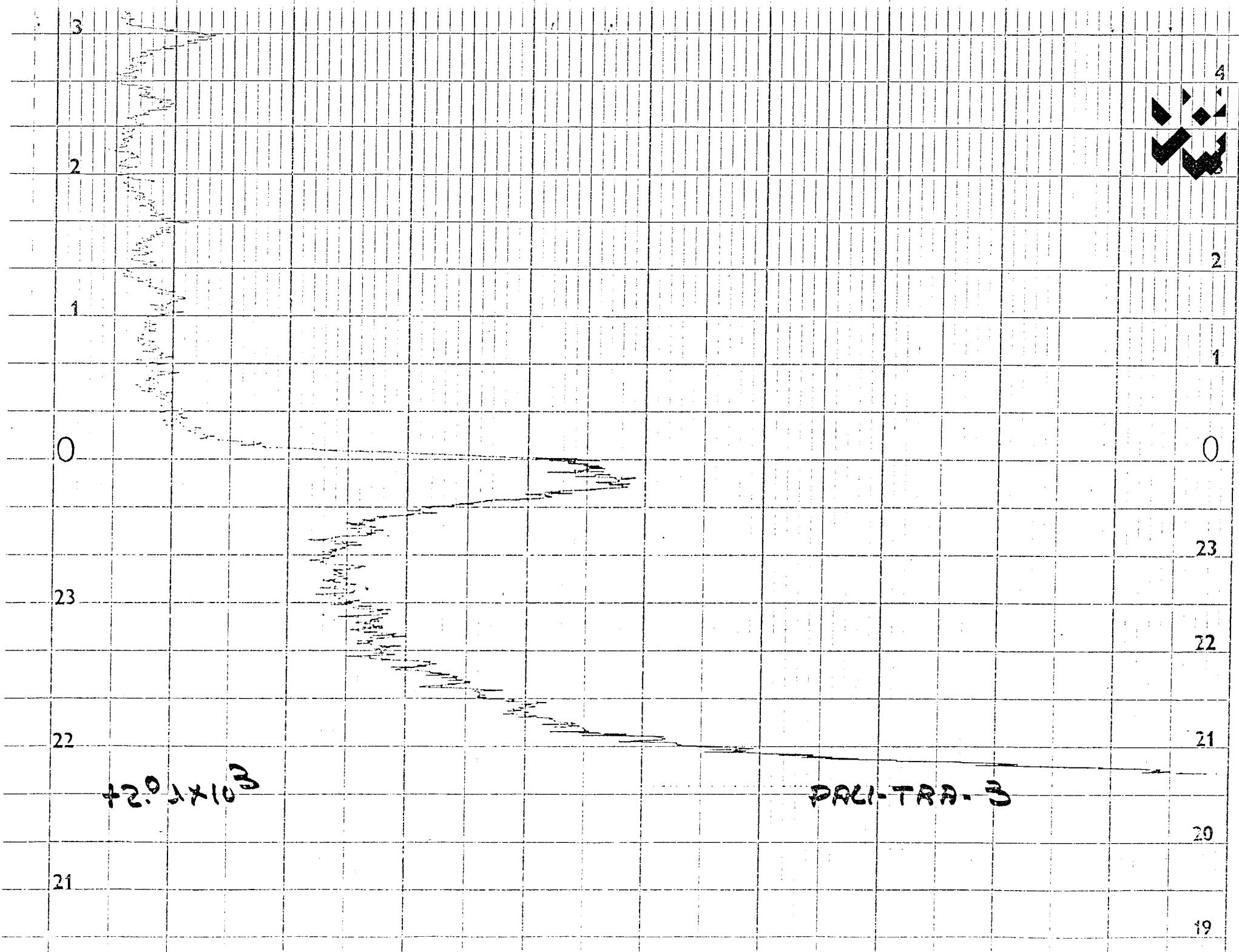
16

15

14

13





+2.0 x 10³

PALI-TRA-3

PM 1990

22

21

271 05

20

19

13

17

$+2.0 \times 10^3$

$+5.0 \times 10^3$

Sep-1

30m-a-19 64345.1



10

9

8

7

6

5

4

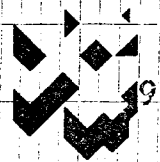
3

2

1

PM 9901

10



8

7

271 05

30m-a-19 64345 1

6

5

4

$+5.2 \times 10^3$

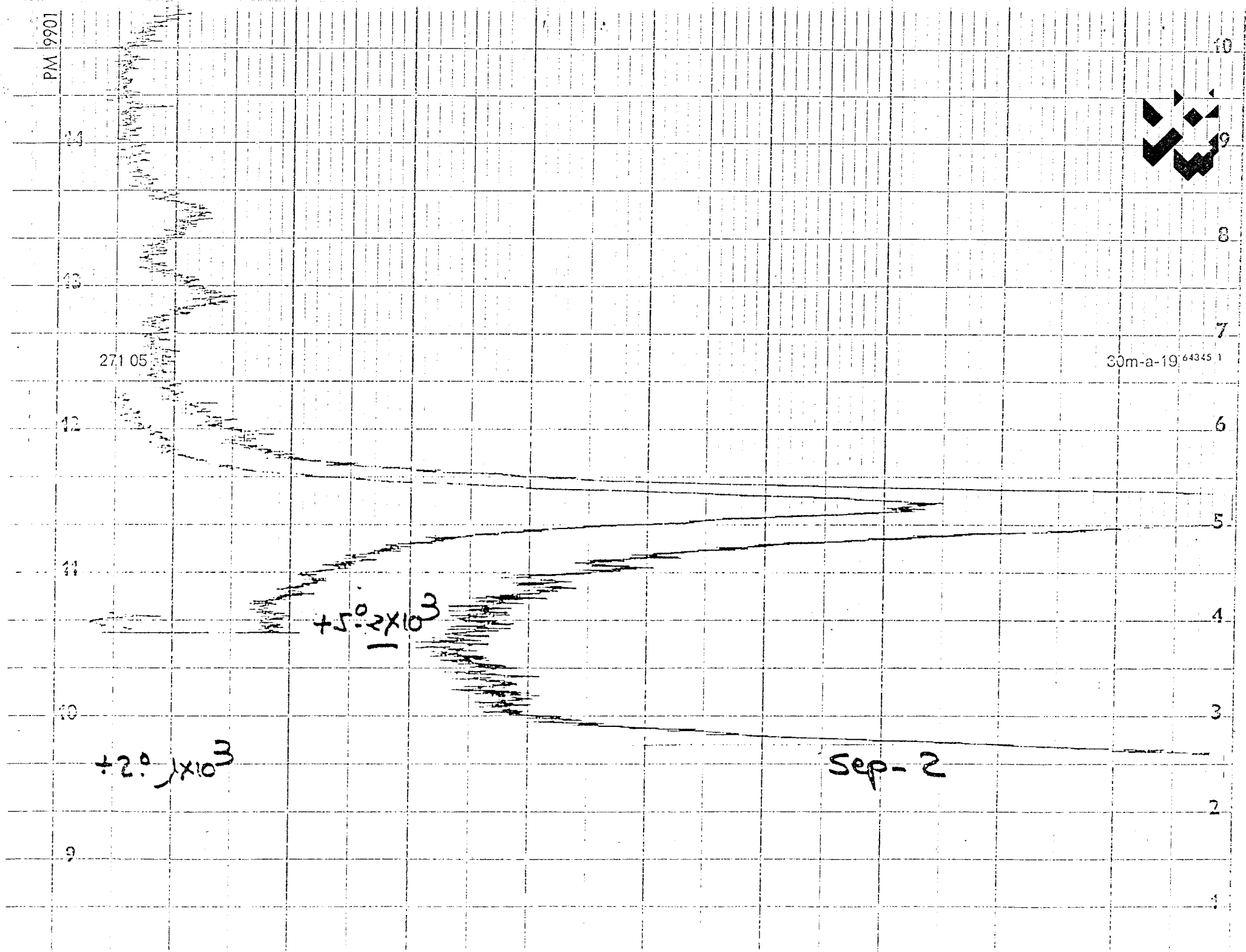
3

$+2.1 \times 10^3$

Sep-2

2

1



PM 19901

9
8
7
6
5
4
3

13
12
11
10
9
8
7
6
5
4



271 05

30m-a-19 64345 1

$+2.0 \times 10^3$

$+5.0 \times 10^3$

Sep-3

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

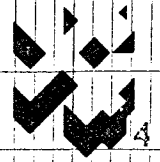
0

23

22

21

20



$+1.0 \times 10^3$

$+2.0 \times 10^3$

dep. Tra. d

16

17

18

19

20

271 05

21

22

+2.0 x 10³

+1.0 x 10³

sep. Tra. - 2

0

1

2

3

4

5

6

30m-a-19 64351

7

8

9



18

20

COM-a-19 64345 1

19

Top - Tra - 3

271 05
+20 J x 103

21

20

+50 2 x 10 201

21

22

22

23

23

0

0

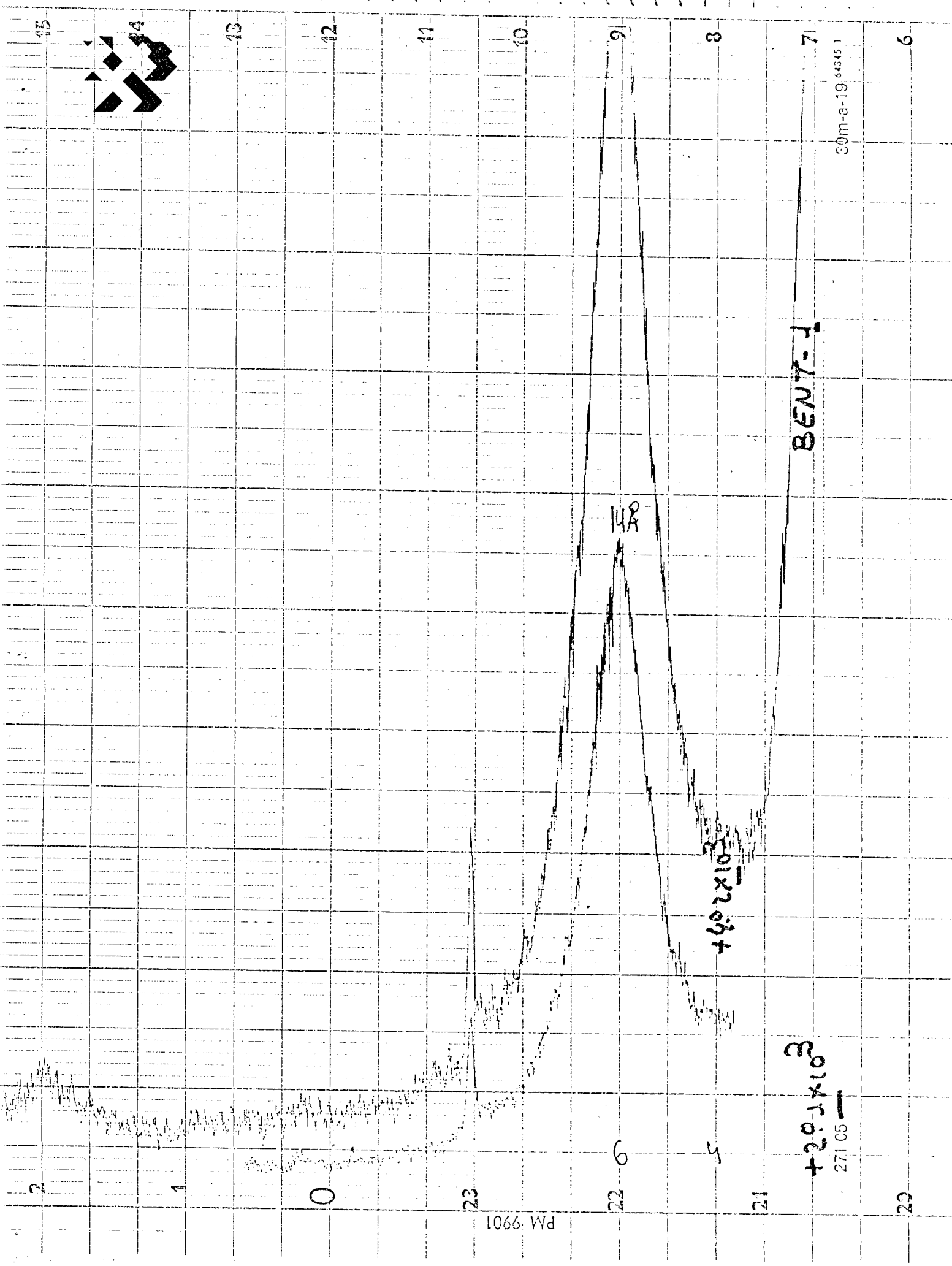
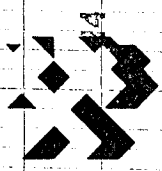
1

2

3

2





15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

COM-a-19 64345 1

BENT-1

14R

+4.2x10³

+2.0x10³

271 05

PM 9901

2

1

0

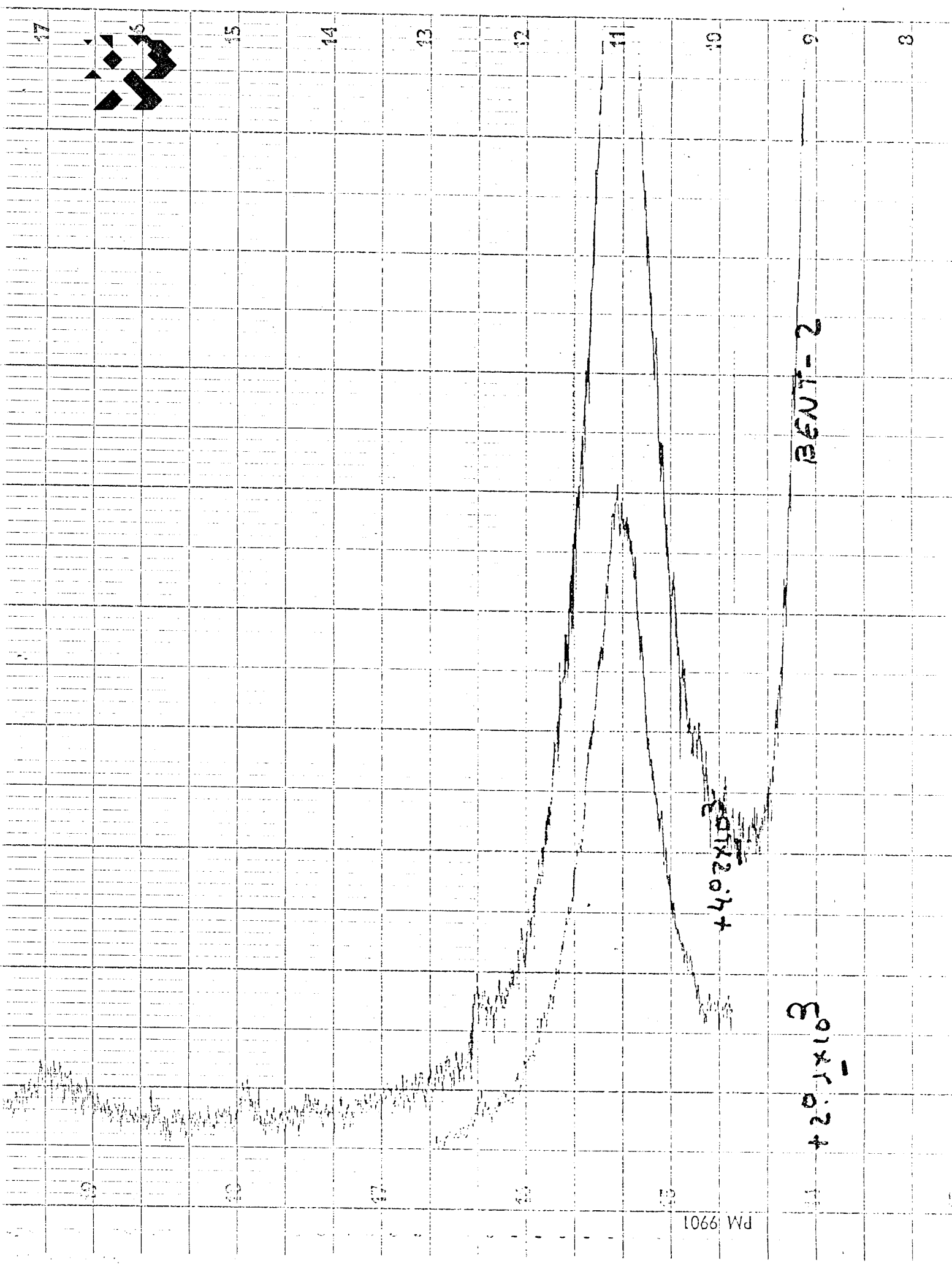
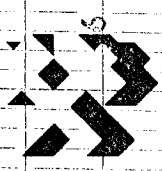
23

22

5

21

20



BENT-2

+4.02x10³

+2.01x10³

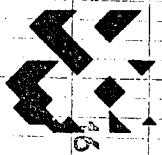
PM 9901

PM 9901

$+2.0 \times 10^3$

$+4.0 \times 10^3$

BENT-3



12

7

8

9

10

11

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

14

13

271 05

12

11

10

9

8

$+2.0 \times 10^3$

9

8

7

6

5

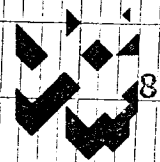
4

3

2

1

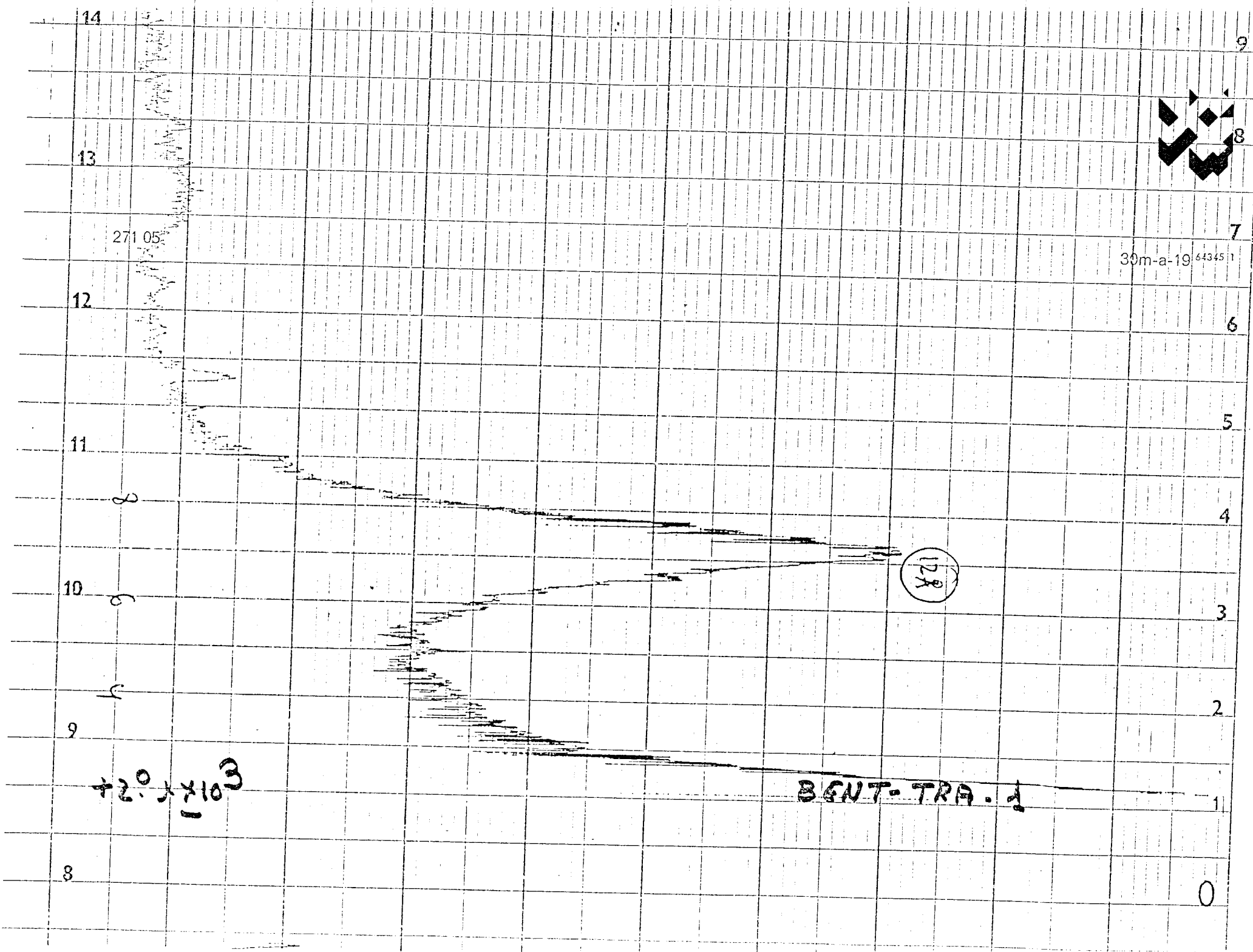
0



30m-a-19 64345 1

128

BENT-TRA. 1



2

15

1

14

0

12

11

10

9

8

7

6

PM 9901

23

22

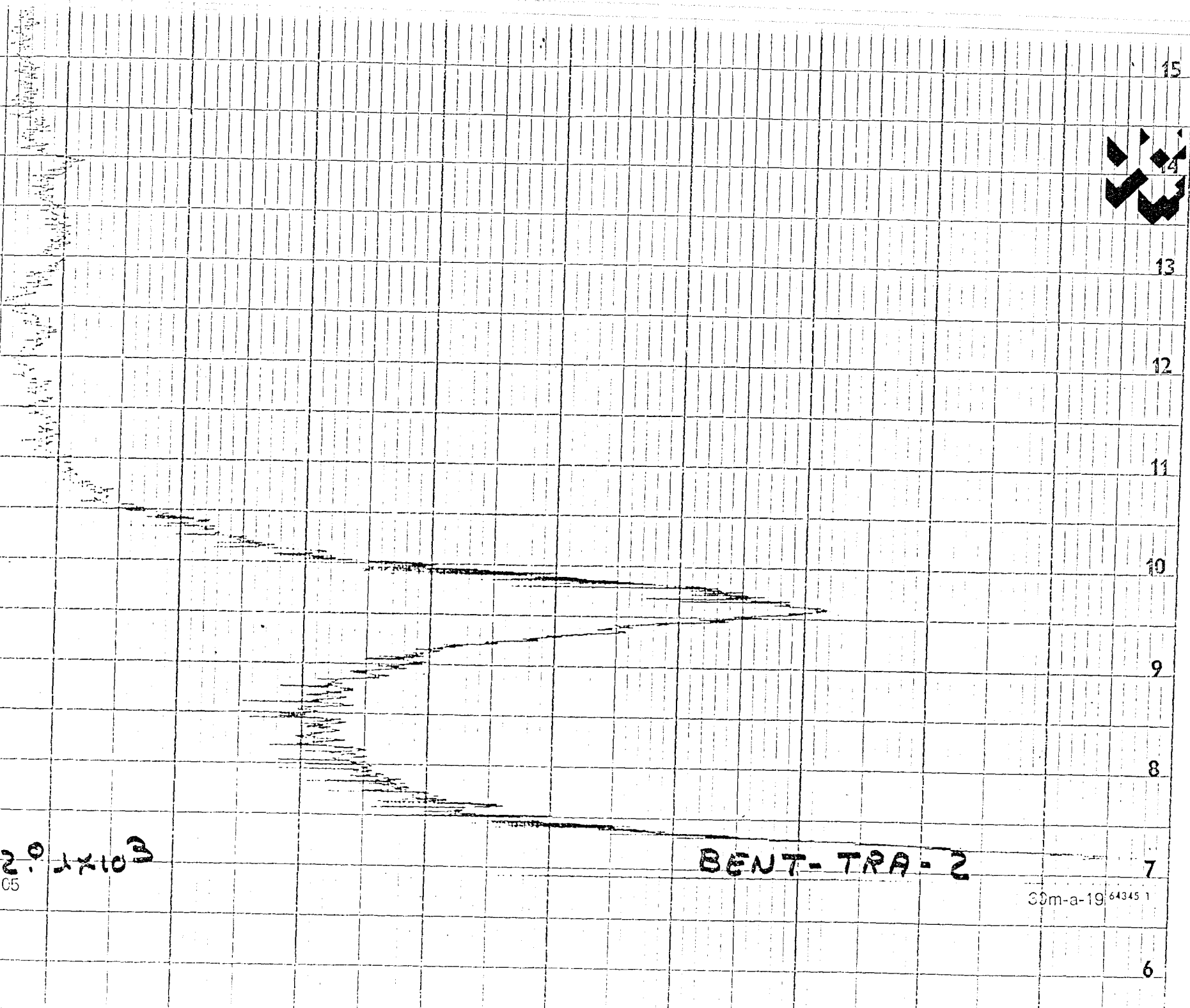
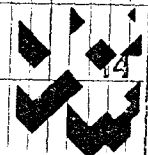
21

20

+2.0 x 10³
271 05

BENT-TRA-2

30m-a-19 64345 1



6

5

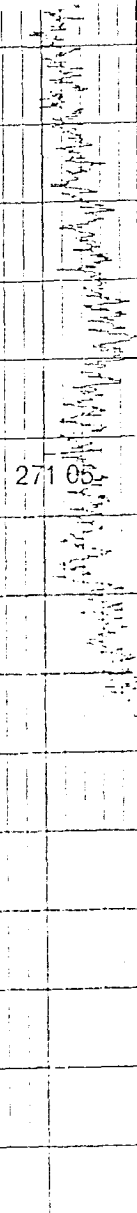
4

3

2

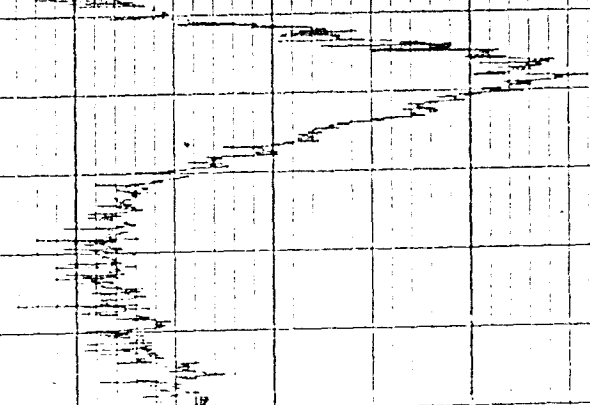
1

0



2710

$+2.0 \times 10^3$



BENT-TRA-3



30m-a-19 643451

24

20

19

18

17

16

15

14

13

12

5

4

3

2

1

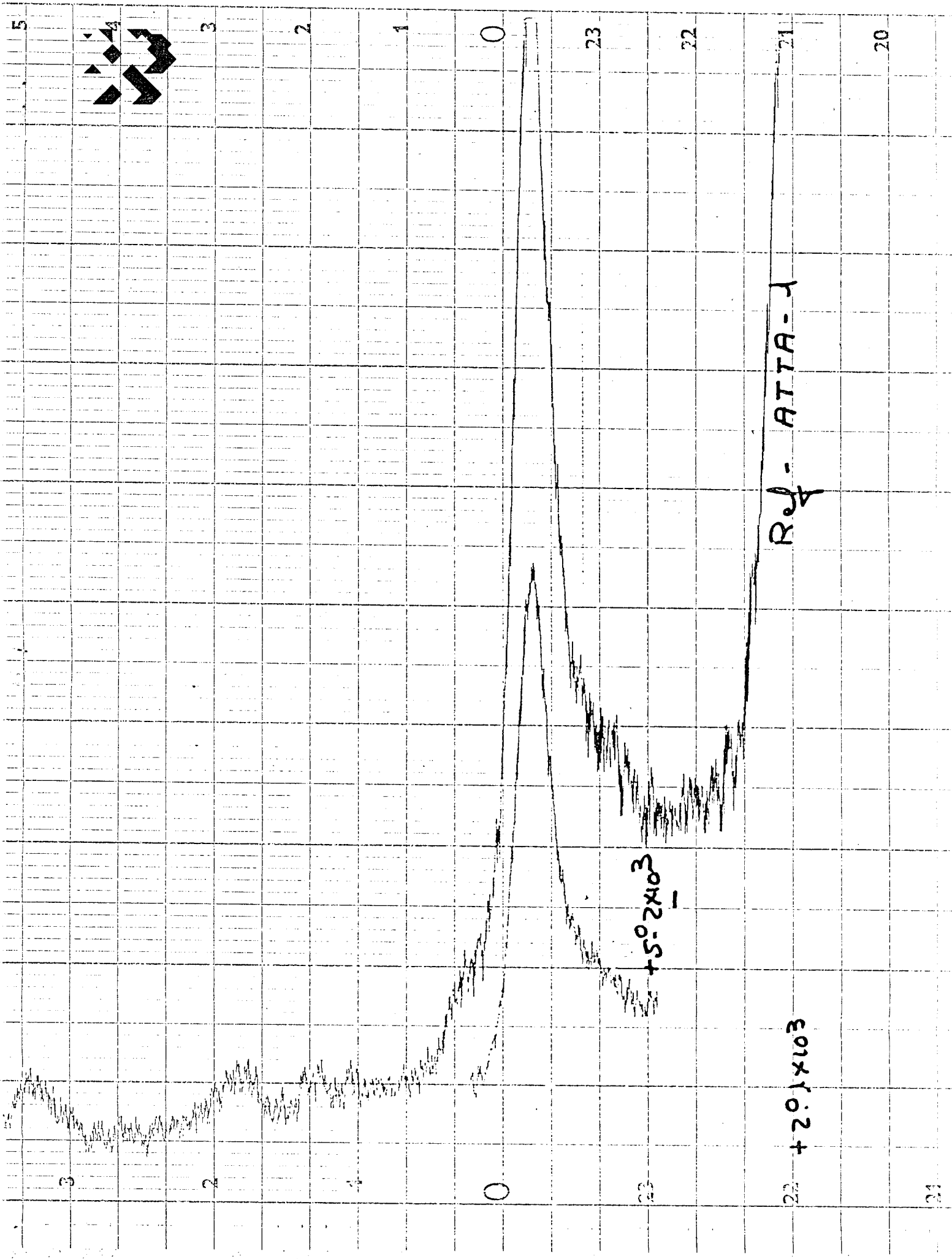
0

23

22

21

20



+5.0 x 10³

+2.0 x 10³

Ref - ATTA - J

3

2

1

0

23

22

21

PM 9901

23

22

21

271 05

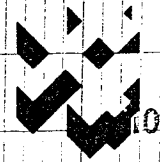
20

19

13

+2° Jx103

Ref - ATTA-2



11

10

9

8

7

30m-a-19⁶⁴³⁴⁵ 1

6

5

4

3

2

0

23

22

21

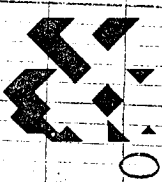
271 05

+2° 5X10³

+5° 2X10³

ATTA-3

30m-8-19 64345.1



0

23

22

21

20

19

18

17

16

6

20

SM-a-19 64345 1

7

RTA-TRN-F

271 05
+2.0
1 x 10³

21

8

9

22

PM 9901

10

23

11

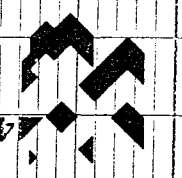
12

0

13

14

15



12



11

10

9

8

7

30m-a-19 64345 11

6

5

4

3

ATTA-TRA-2

8

7

PM 9901

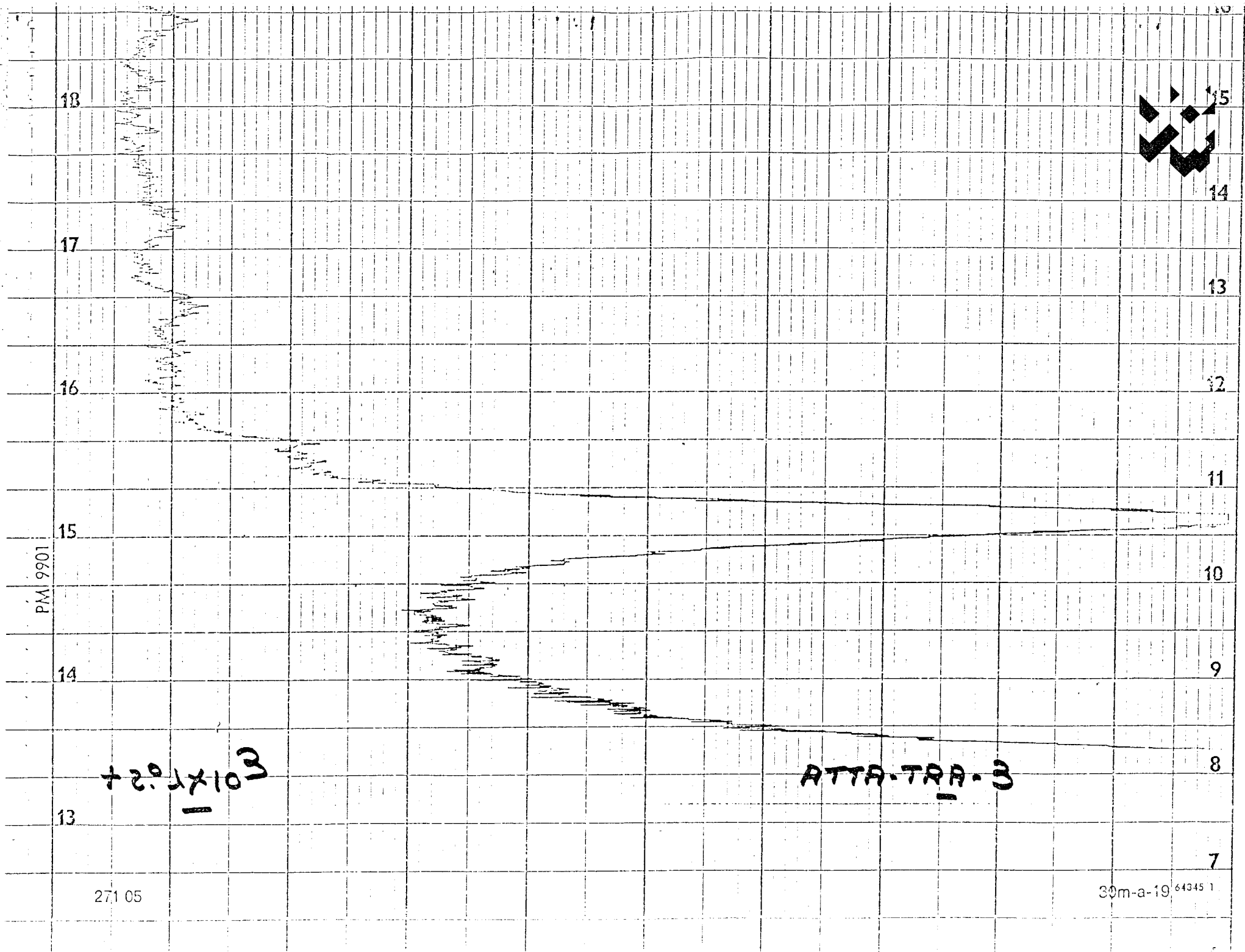
6

5

271 05

4

3 +20x103



13

17

16

15

14

13

15

14

13

12

11

10

9

8

7

PM 9901

+2.0 x 10³

ATTA-TRA-3

271 05

30m-a-19 64345 1