

Tormenta Mediana No 2

Falla Trapezoidal

OTABLA # 27

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N° 2
Tubificación

Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		3,5	3,5	3,5	3,5
MAX. FLUJO (M3/SEG)		340,0	346,5	326,7	341,4
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		11,3	11,2	11,1	11,2
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		10,9	10,5	11,5	10,4
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		402,8	404,8	404,4	405

TABLA # 28

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta N° 2
Tubificación

Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
TIEMPO DE FALLA (H)		2	2	2	2
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		8,9	8,5	9,4	8,4
TIEMPO PICO (H)		10,9	10,5	11,4	10,4

OTABLA # 25

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N°2
Desbordamiento

Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		3,5	3,5	21,0	21,0
MAX. FLUJO (M3/SEG)		344,3	358,0	347,0	300,6
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		10,7	10,6	28,1	28,0
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		12,9	12,5	12,8	12,4
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		408,4	410,4	650,9	353,6

TABLA # 26

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta N°3
Desbordamiento

Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
TIEMPO DE FALLA (H)		2	2	2	2
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		10,8	10,5	10,9	10,4
TIEMPO PICO (H)		12,8	12,5	12,9	12,4

• TABLA # 31

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N°2
Tubificación.

Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		3,5	3,5	3,5	3,5
MAX. FLUJO (M3/SEG)		240,6	245,1	232,5	242,1
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		10,6	10,4	10,5	10,4
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		11,4	10,8	11,2	10,8
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		412,6	414,6	412,7	414,6

TABLA # 32

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta N°2
Tubificación.

Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
TIEMPO DE FALLA (H)		3	3	3	3
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		8,4	7,8	8,2	7,8
TIEMPO PICO (H)		11,4	10,8	11,2	10,8

B

TABLA # 29

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N°2
Desbordamiento.

Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		3,5	3,5	3,5	3,5
MAX. FLUJO (M3/SEG)		241,6	259,5	228,8	244,8
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		10,9	11,2	10,9	10,8
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		13,3	12,6	13,1	12,7
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		405,6	382,2	405,6	401,6

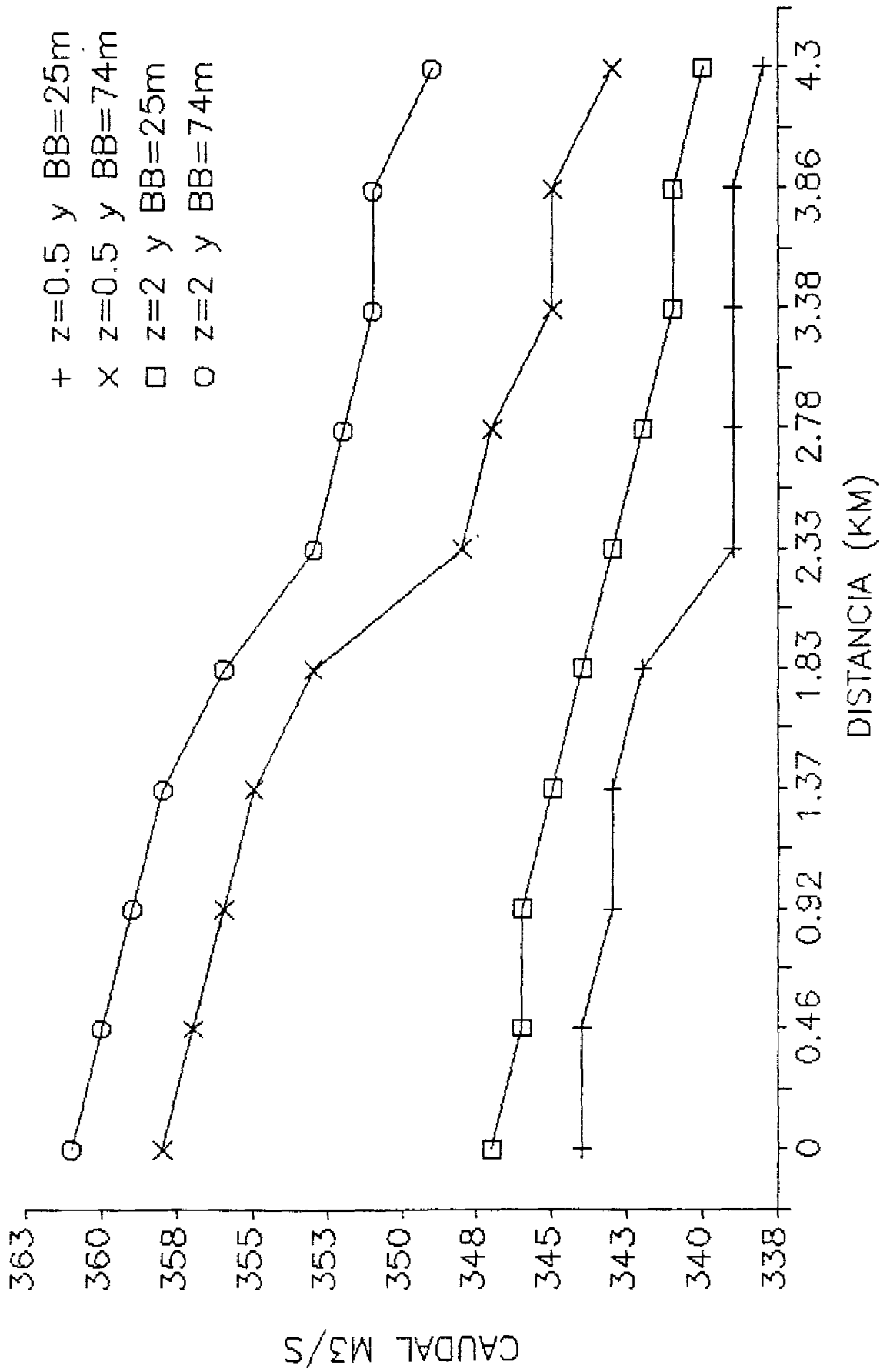
TABLA # 30

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta N°2
Desbordamiento.

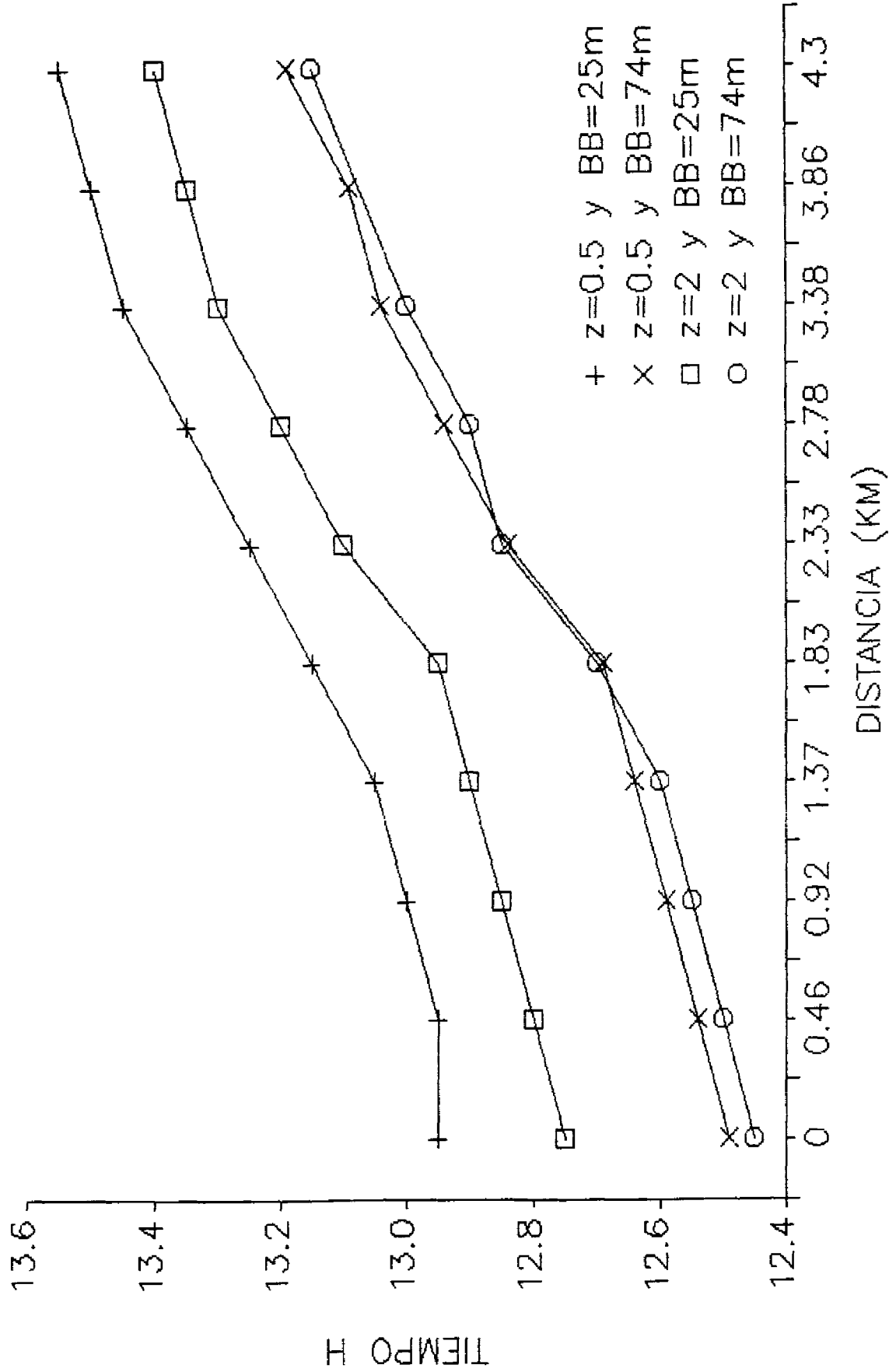
Z	BB(M)	0,5 / 25m	0,5 / 74m	2 / 25m	2 / 74m
TIEMPO DE FALLA (H)		3	3	3	3
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		10,3	9,8	10,1	9,7
TIEMPO PICO (H)		13,3	12,8	13,1	12,7

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



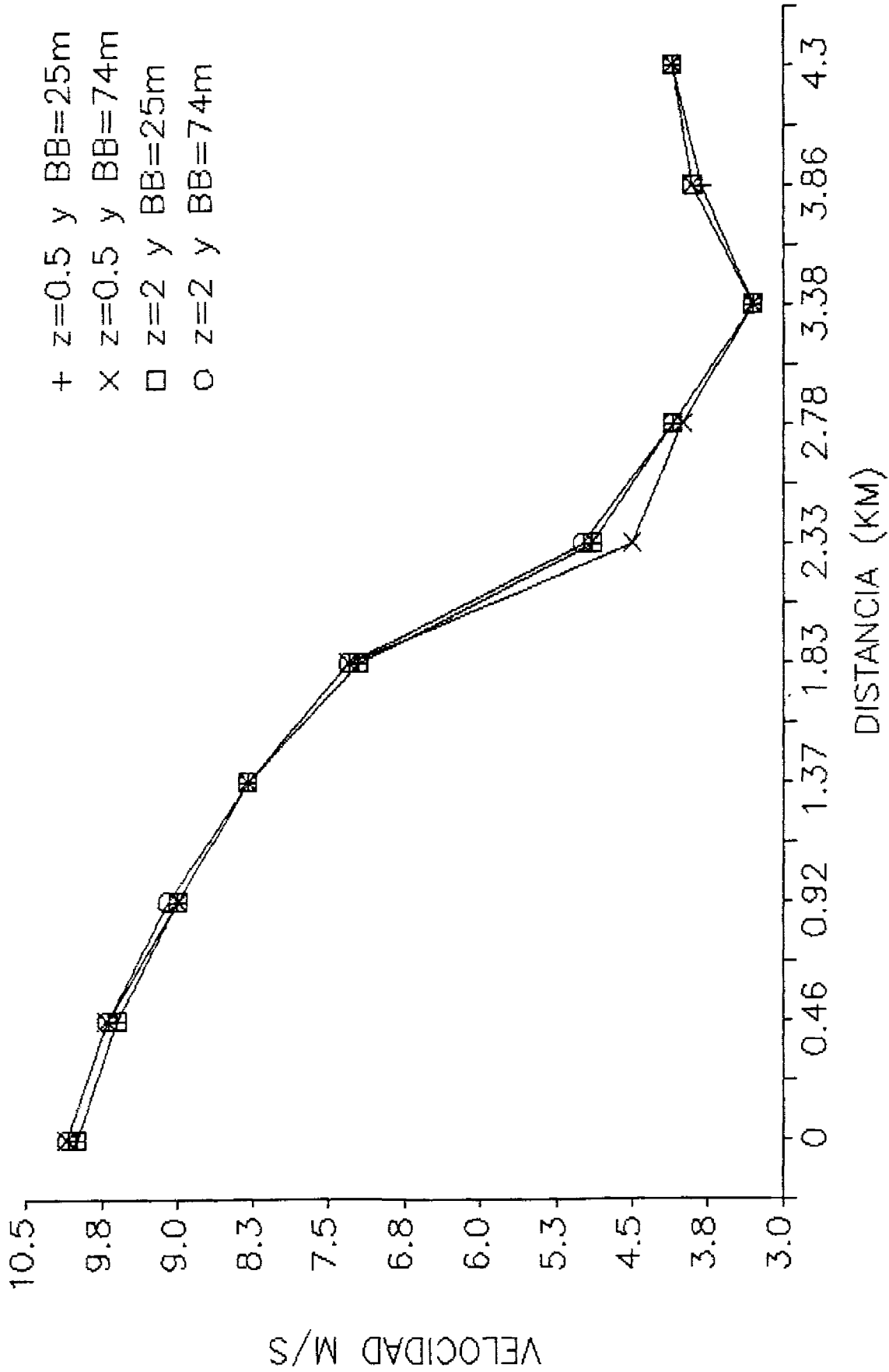
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



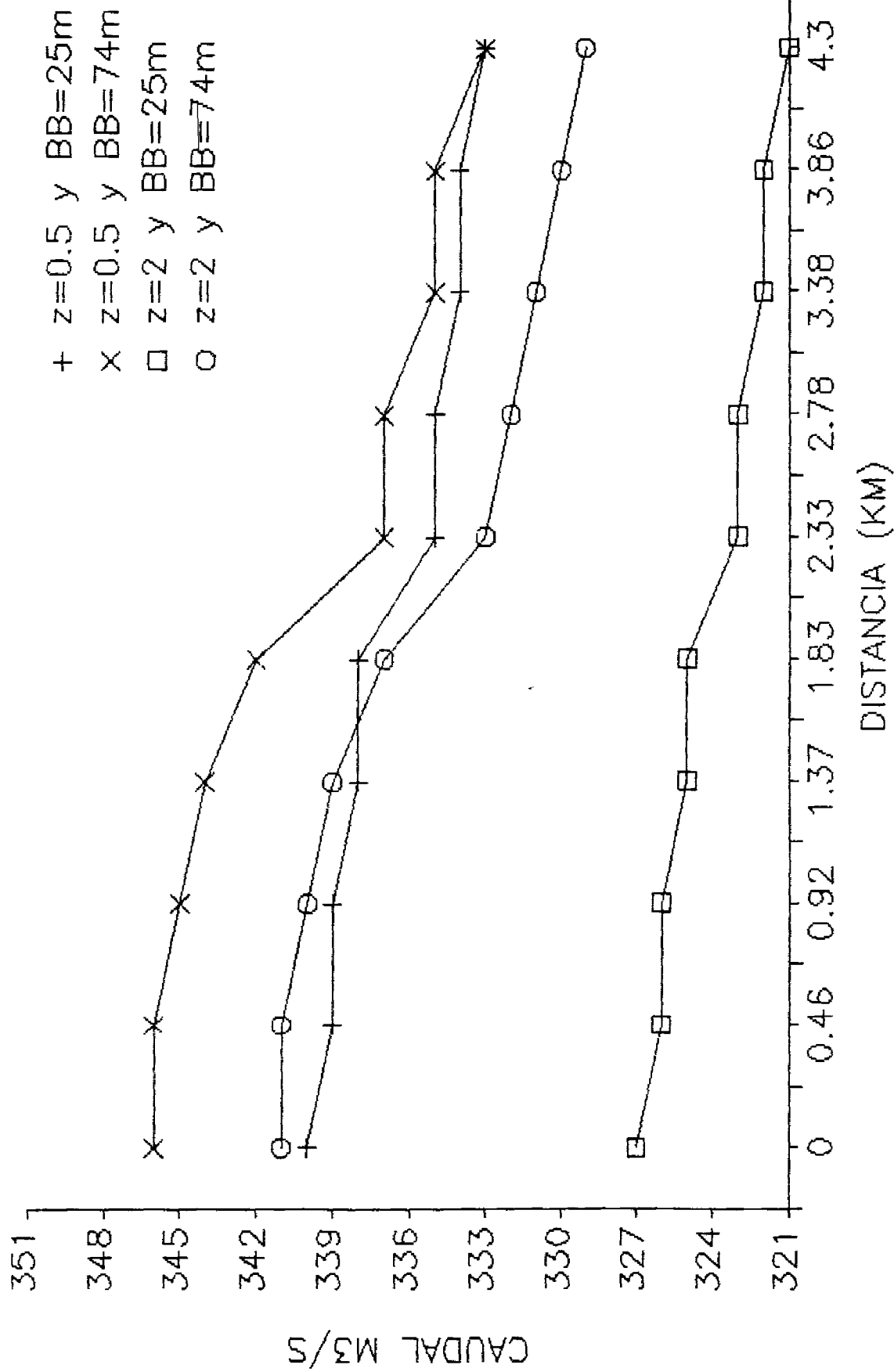
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



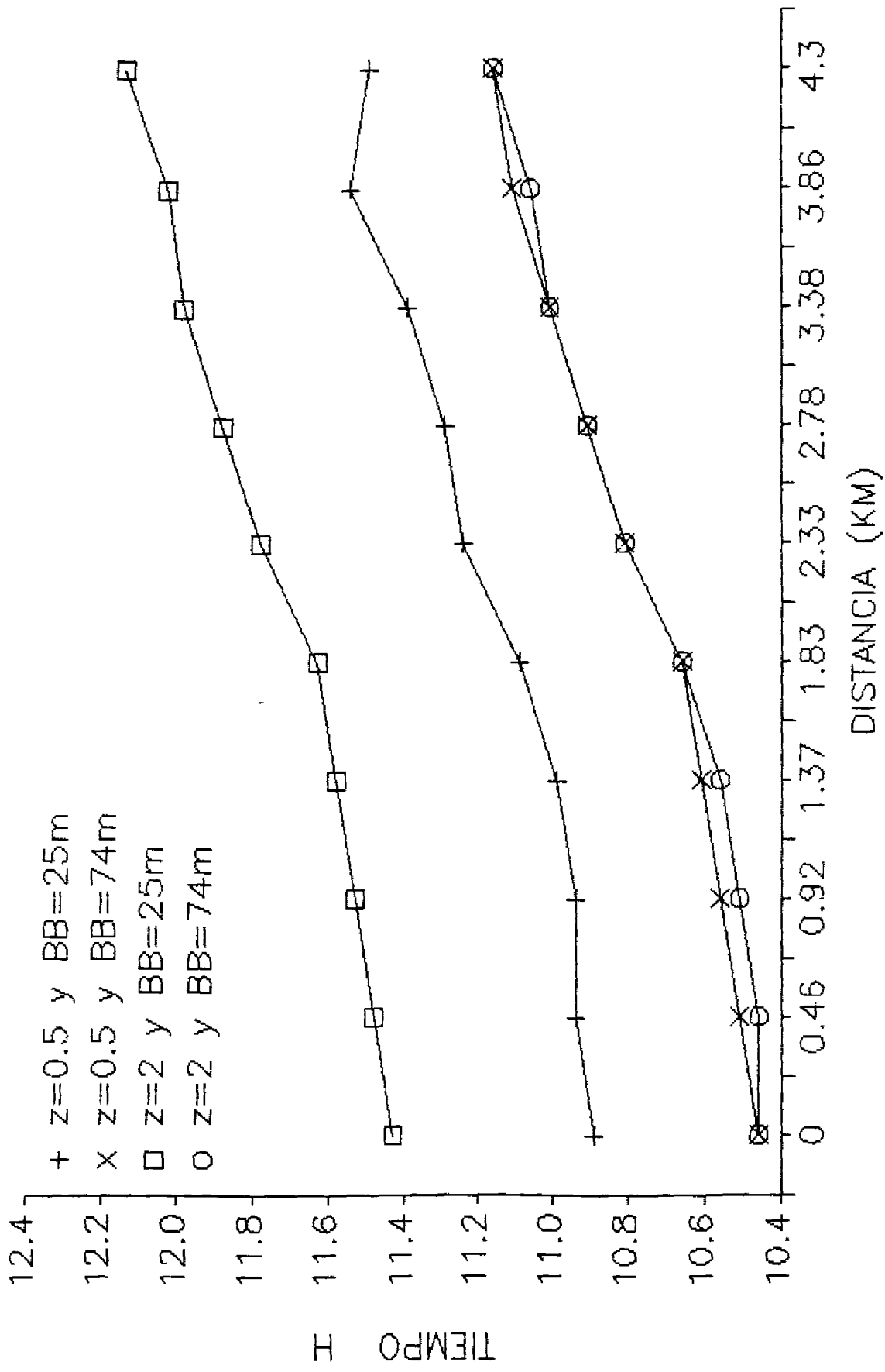
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



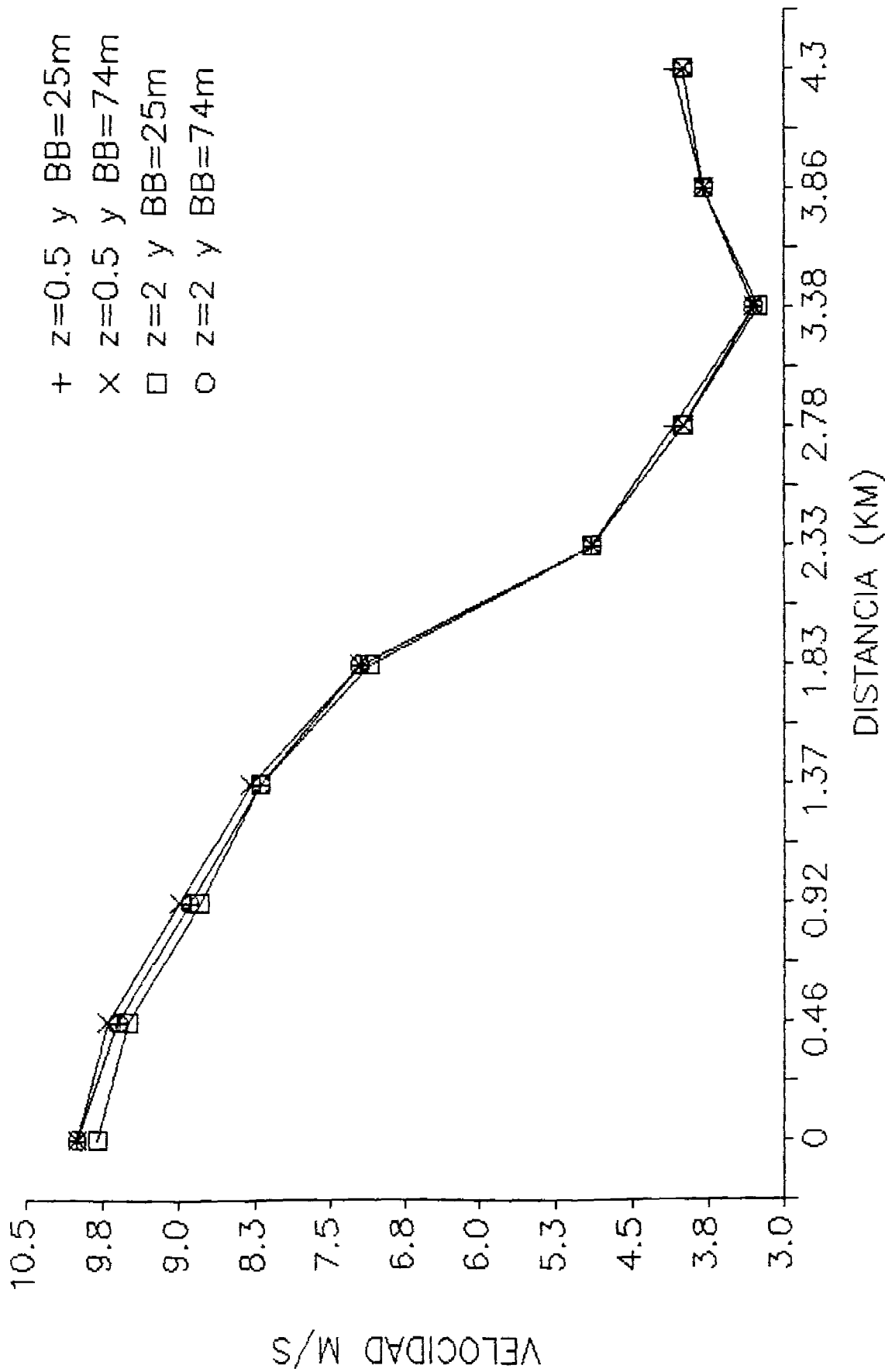
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR TUBIFICACION

TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



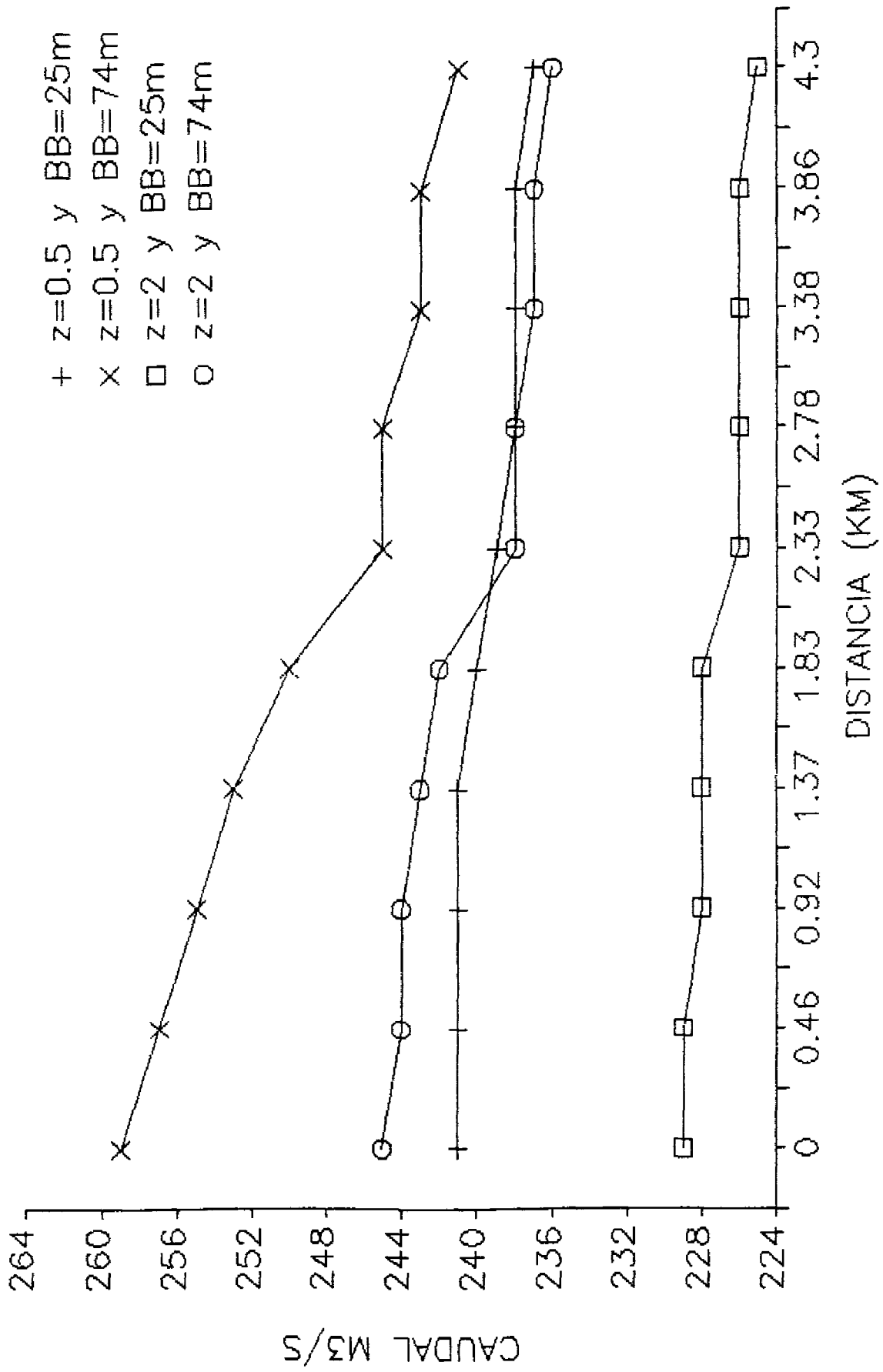
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



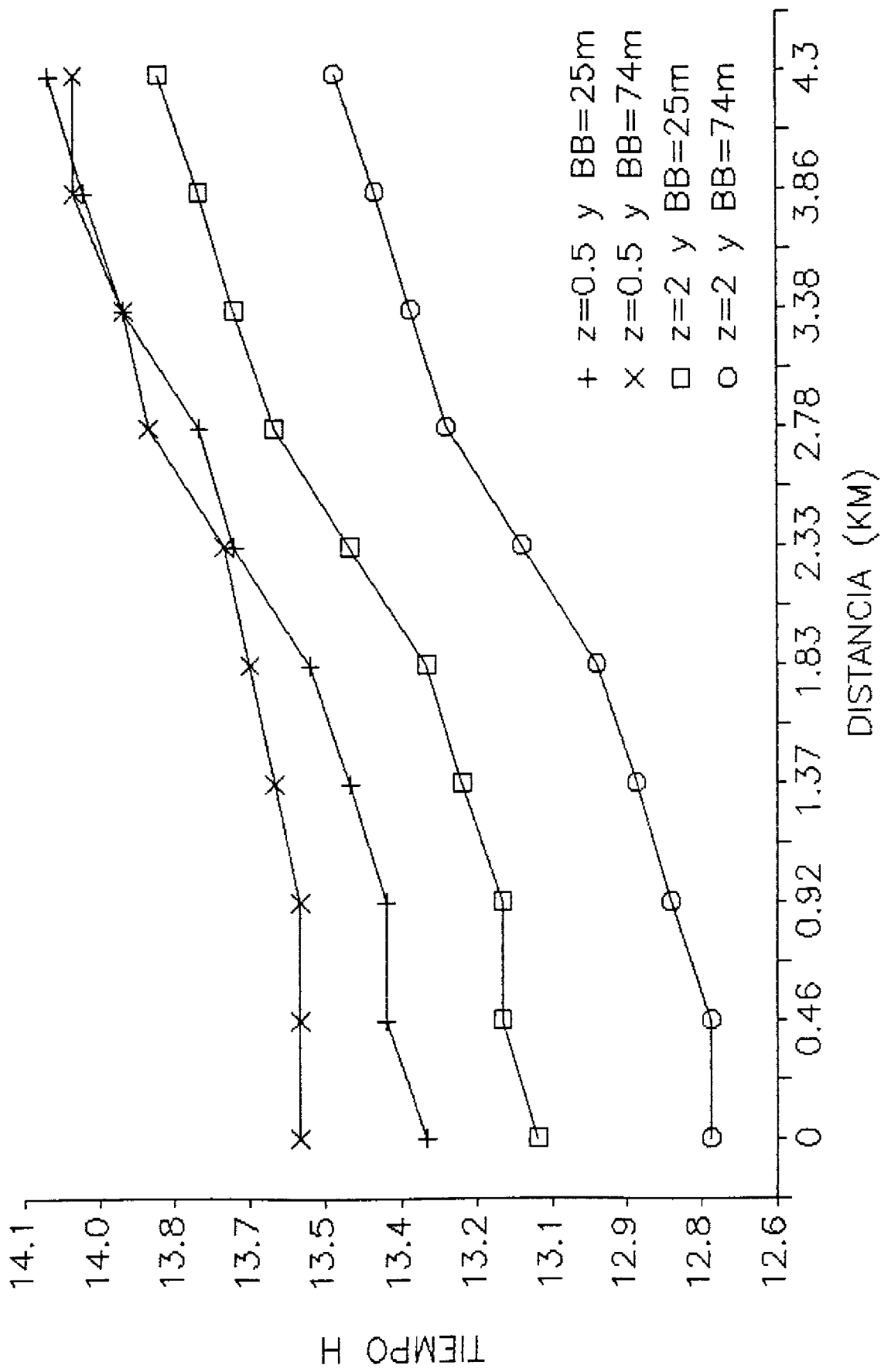
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

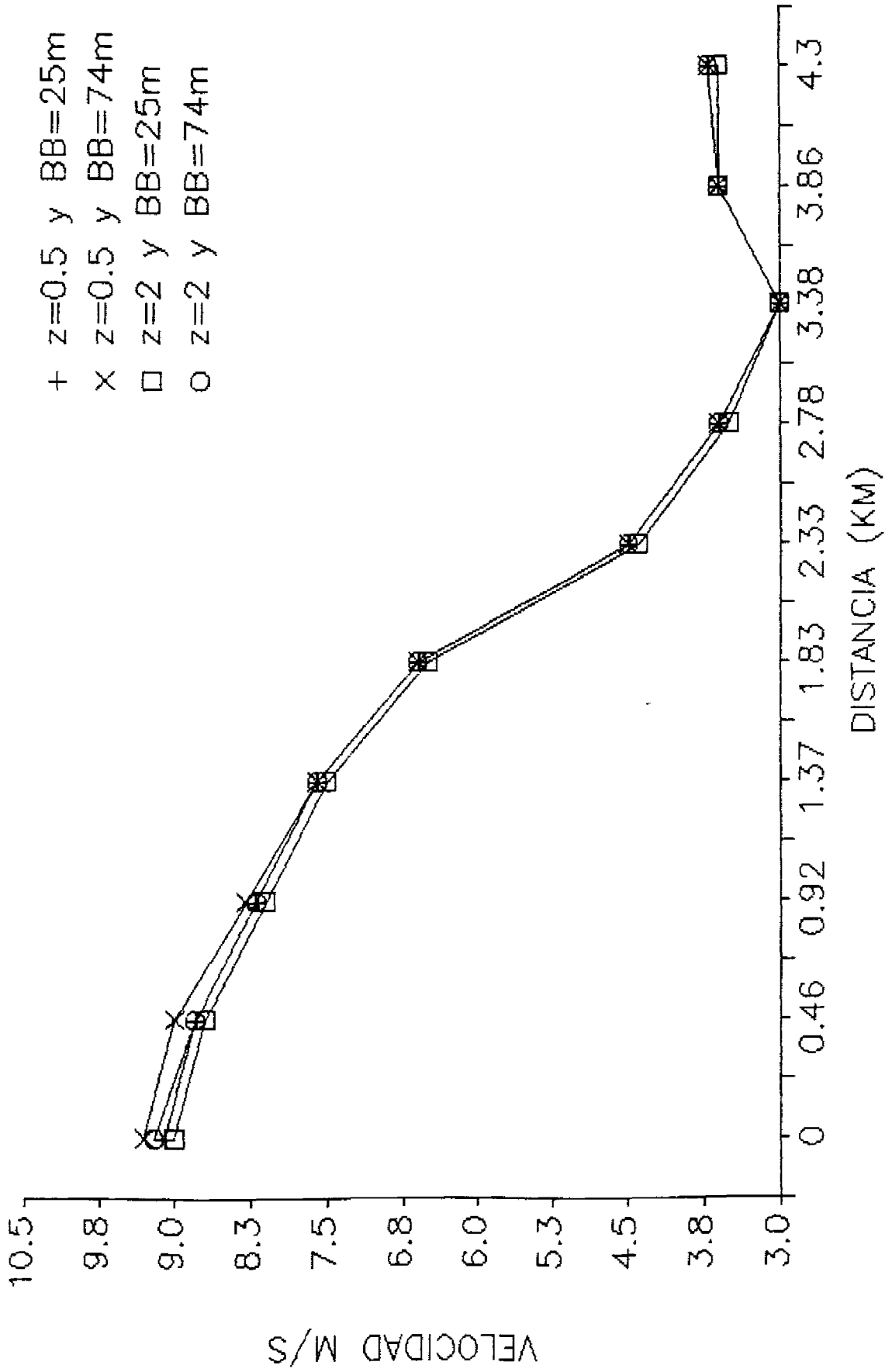
TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

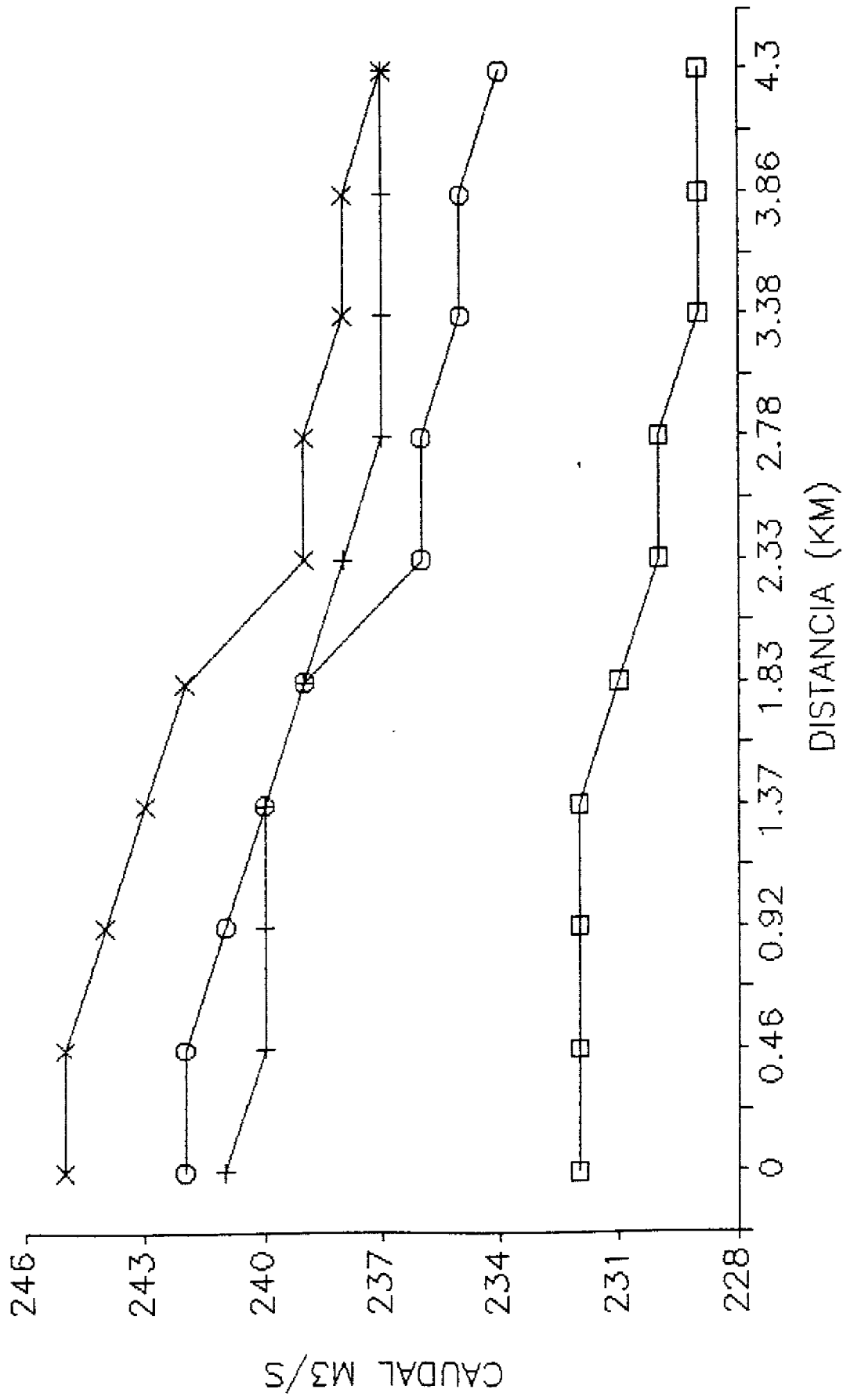
MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO

- + z=0.5 y BB=25m
- x z=0.5 y BB=74m
- z=2 y BB=25m
- o z=2 y BB=74m



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

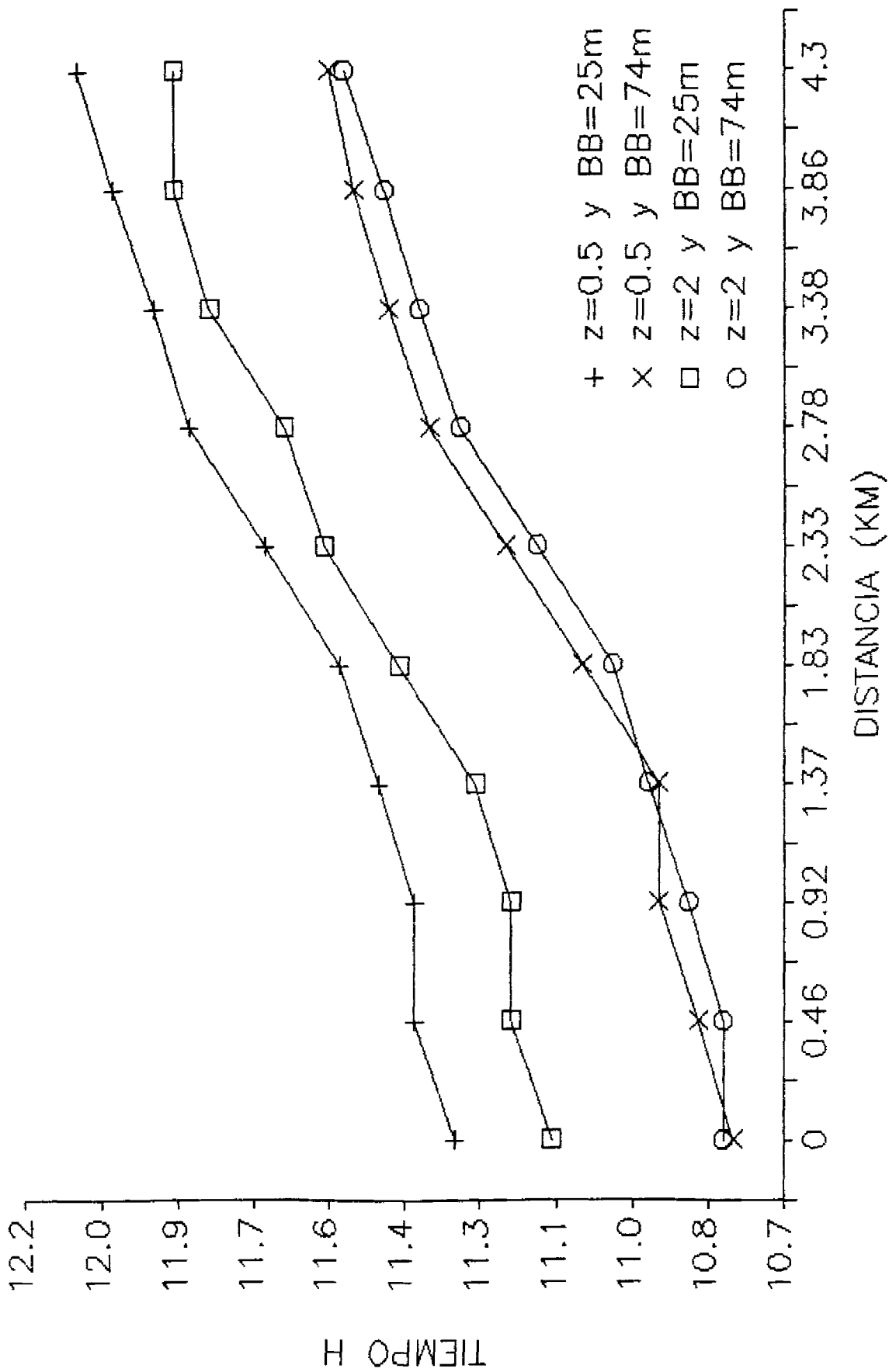
MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



+ z=0.5 y BB=2 x z=0.5 y BB=7 o z=2 y BB=25 □ z=2 y BB=74

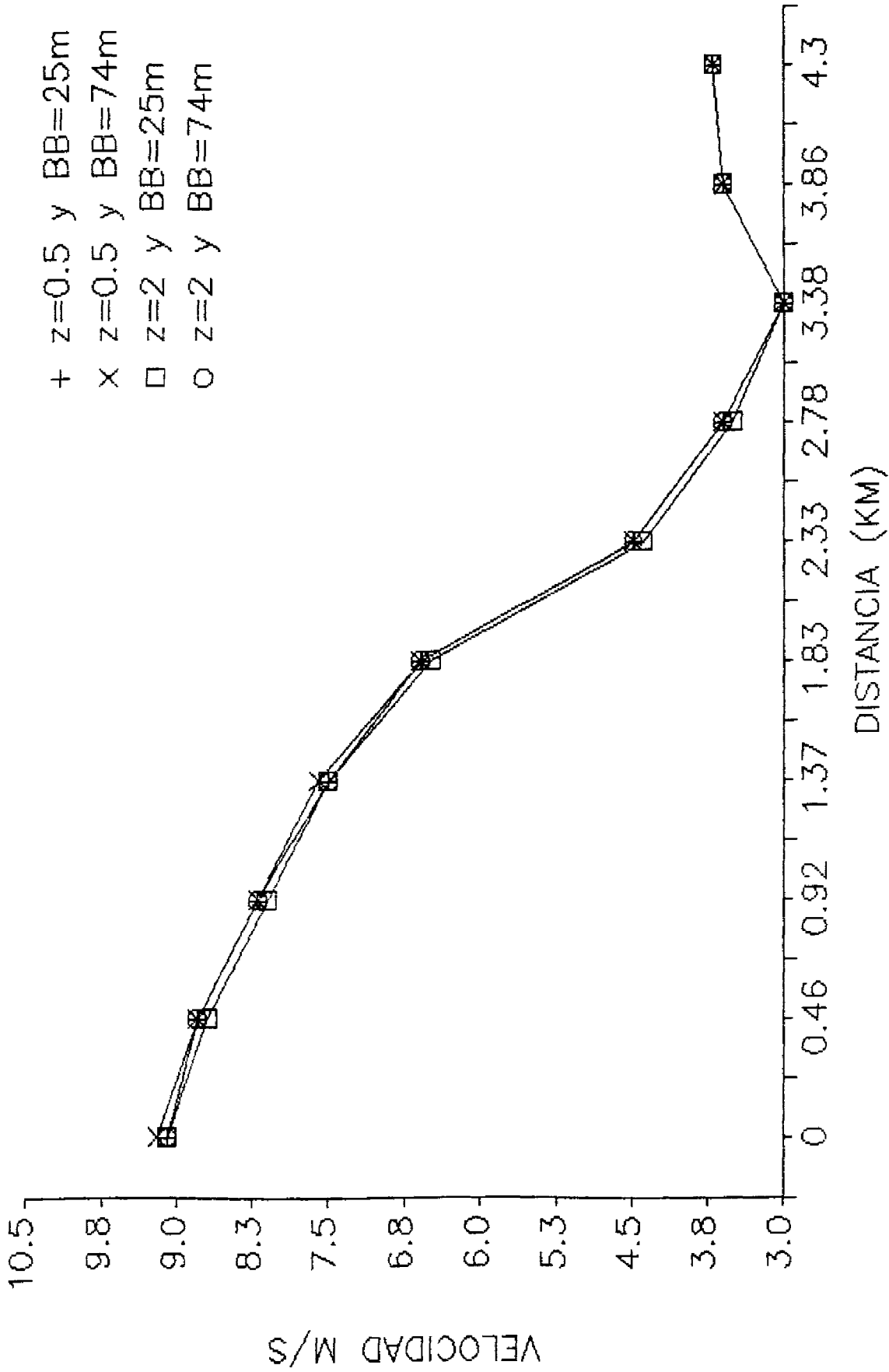
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR TUBIFICACION

TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR TUBIFICACION

Tormenta Pequeña: No 3

Falla Triangular

TABLA # 35

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3.

Tubificación

Z	0,5	2
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	3,5	3,5
MAX. FLUJO (M3/SEG)	244,5	282,8
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	8,7	8,2
TIEMPO MAX FLUJO (H)	8,1	7,8
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)	220,7	232,6

TABLA # 36

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA
A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3

Tubificación

Z	0,5	2
TIEMPO DE FALLA (H)	2	2
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)	6,1	5,8
TIEMPO PICO (H)	8,1	7,8

TABLA # 33

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3.
Desbordamiento.

Z	0,5	2
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	3,5	3,5
MAX FLUJO (M3/SEG)	246,5	269,8
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	8,8	8,3
TIEMPO MAX FLUJO (H)	10,5	10,1
VOL TOTAL DESCARGADO (HEC-M)	49,8	229,1

TABLA # 34

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA
A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3
Desbordamiento

Z	0,5	2
TIEMPO DE FALLA (H)	2	2
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)	8,5	8,1
TIEMPO PICO (H)	10,5	10,1

TABLA # 39

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3
Tubificación.

Z	0,5	2
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	3,5	3,5
MAX FLUJO (M3/SEG)	183,4	188,2
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	8,8	8,3
TIEMPO MAX FLUJO (H)	3,06	8,3
VOL TOTAL DESCARGADO (HEC-M)	218,9	221,0

TABLA # 40

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA
A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3
Tubificación.

Z	0,5	2
TIEMPO DE FALLA (H)	3	3
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)	6,1	5,3
TIEMPO PICO (H)	3,1	8,3

8

9

◊ TABLA # 37

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N° 3
Desbordamiento

↓

Z	0,5	2
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	3,5	3,5
MAX. FLUJO (M3/SEG)	176,6	186,4
FLUJO INICIAL (M3/SEG)	8,9	8,3
TIEMPO MAX. FLUJO (H)	11,5	10,6
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)	216,4	228,7

TABLA # 38

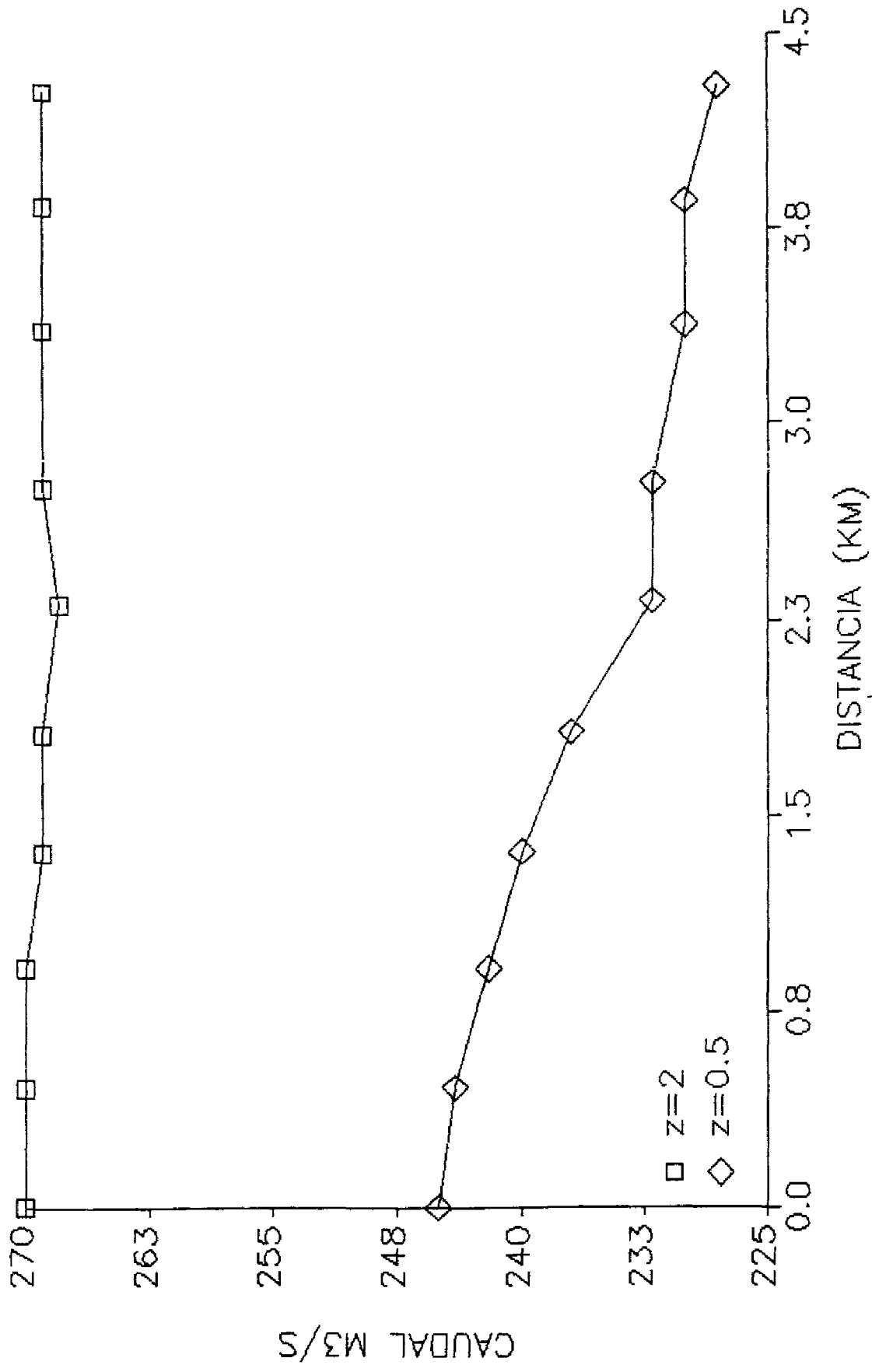
PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA
A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N° 3
Desbordamiento

↓

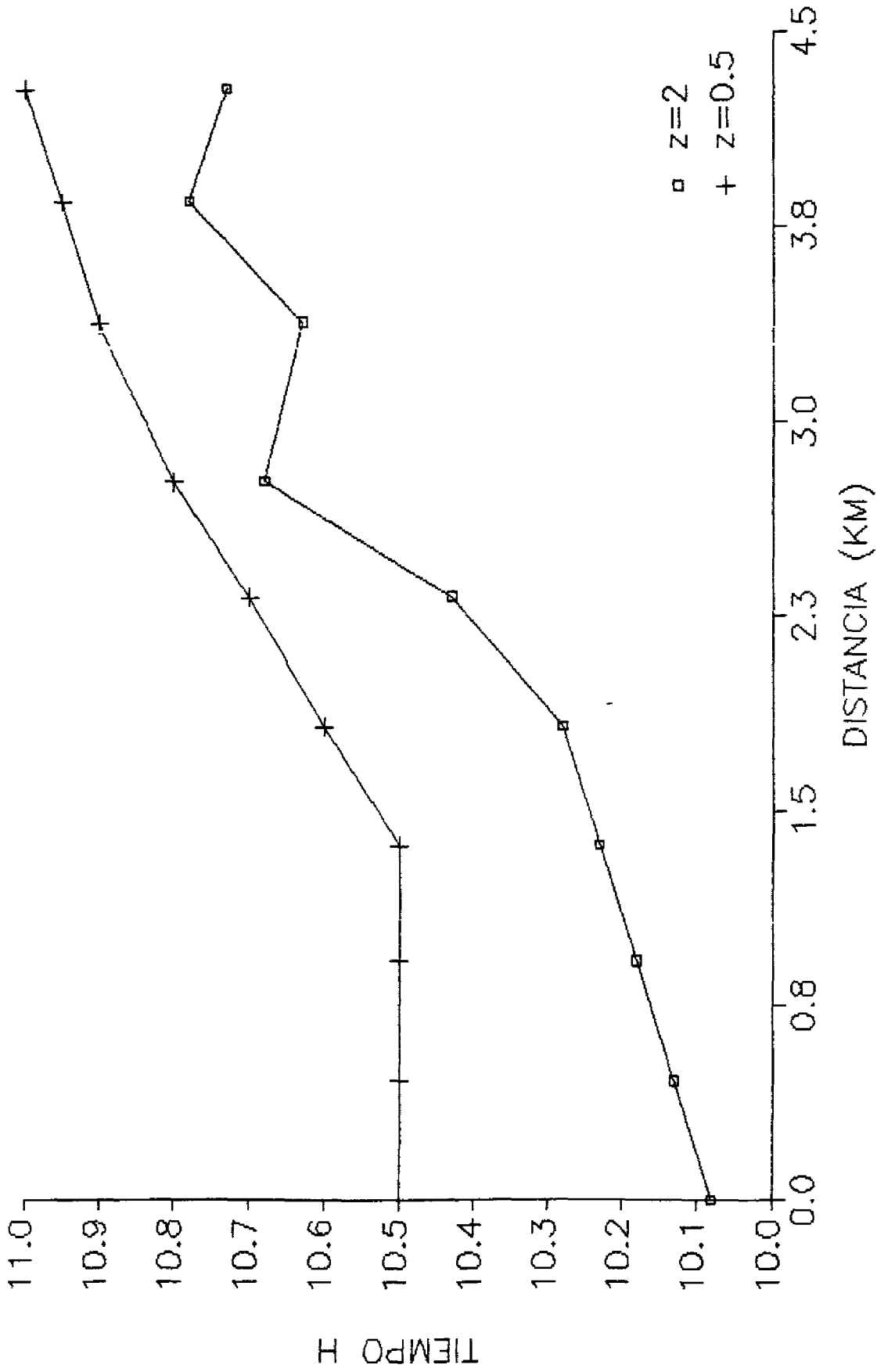
Z	0,5	2
TIEMPO DE FALLA (H)	3	3
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)	8,5	7,6
TIEMPO PICO (H)	11,5	10,6

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



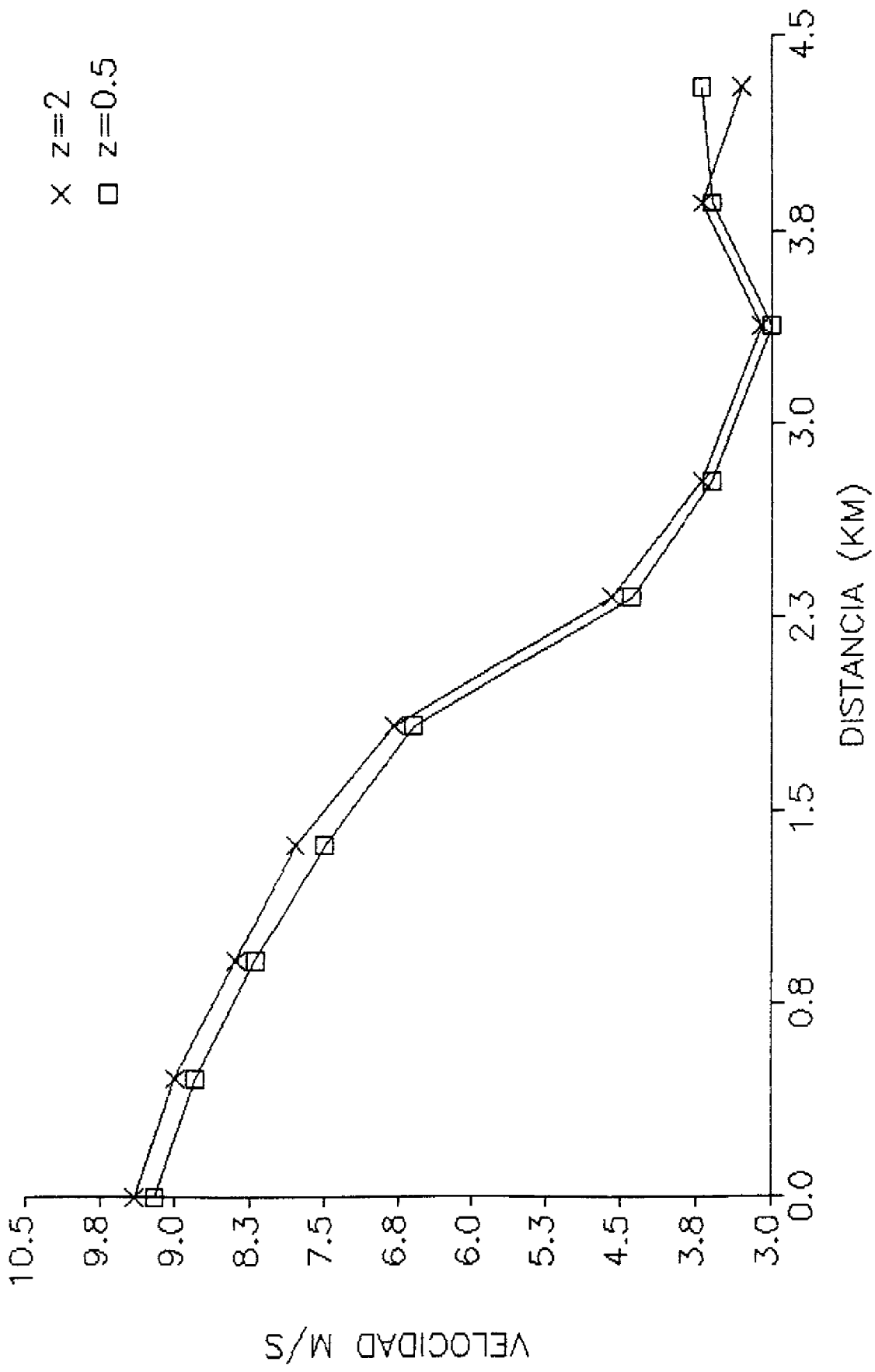
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR DESBORDAMIENTO

TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



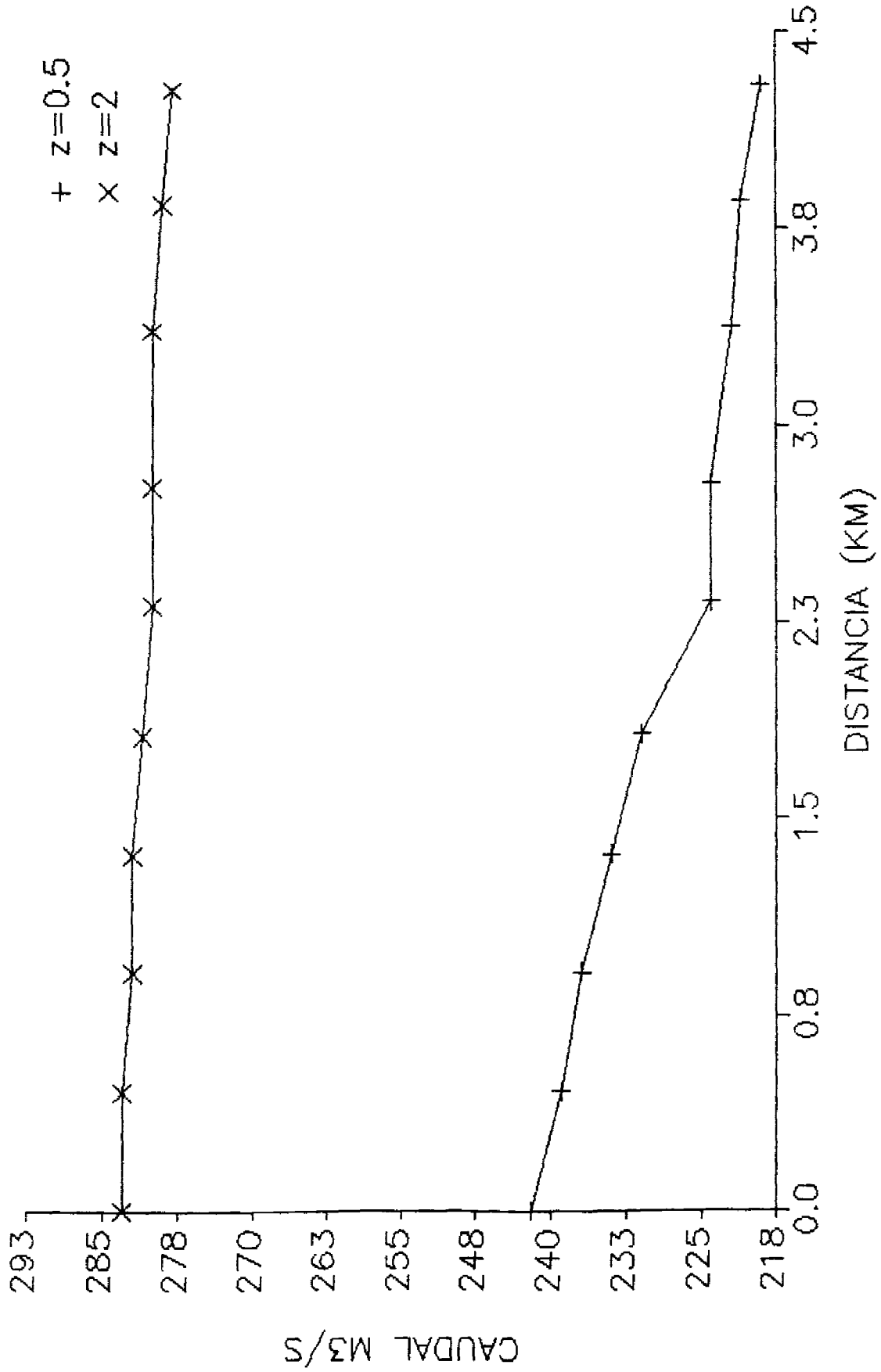
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR DESBORDAMIENTO

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



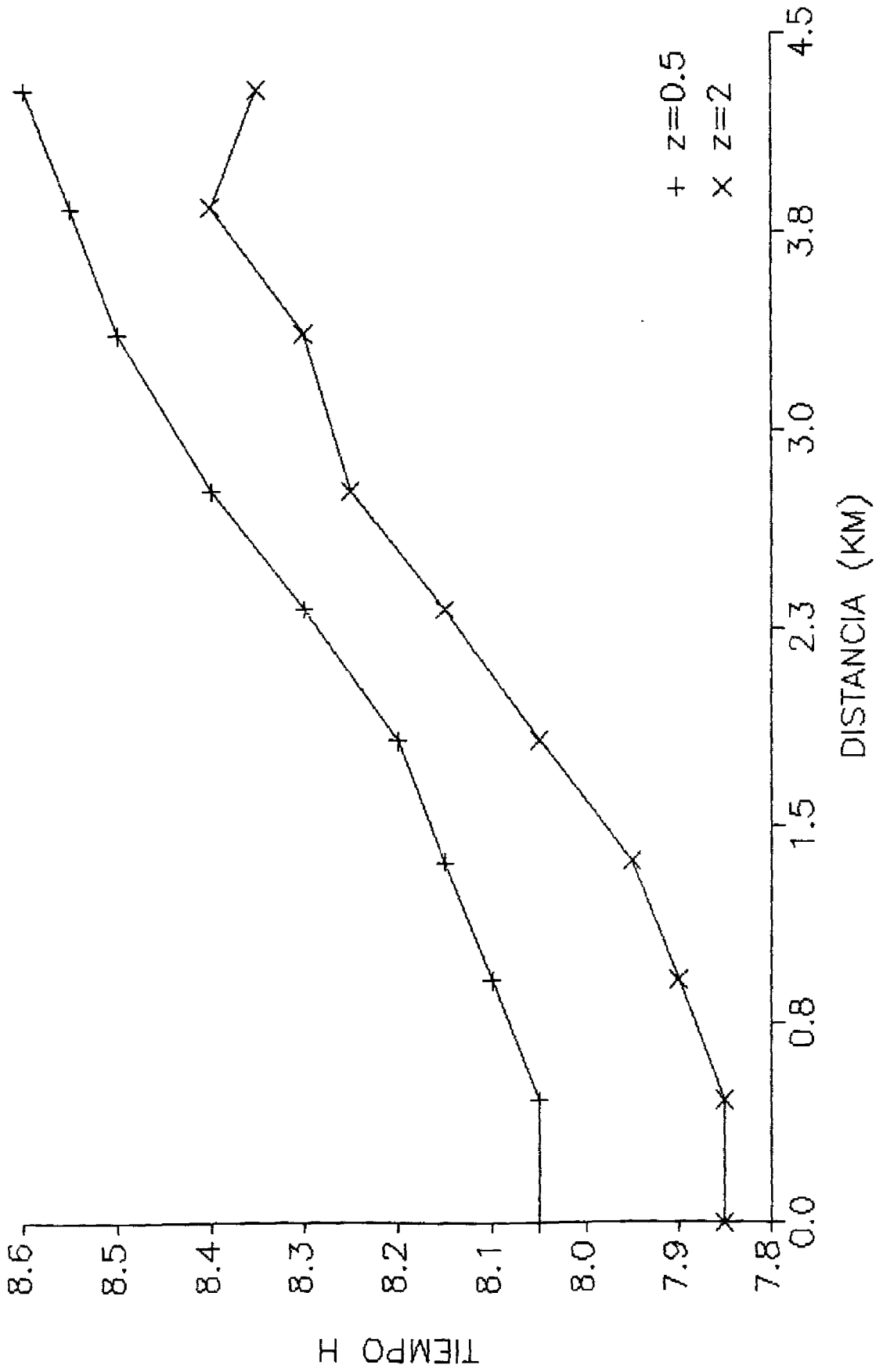
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR DESBORDAMIENTO

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



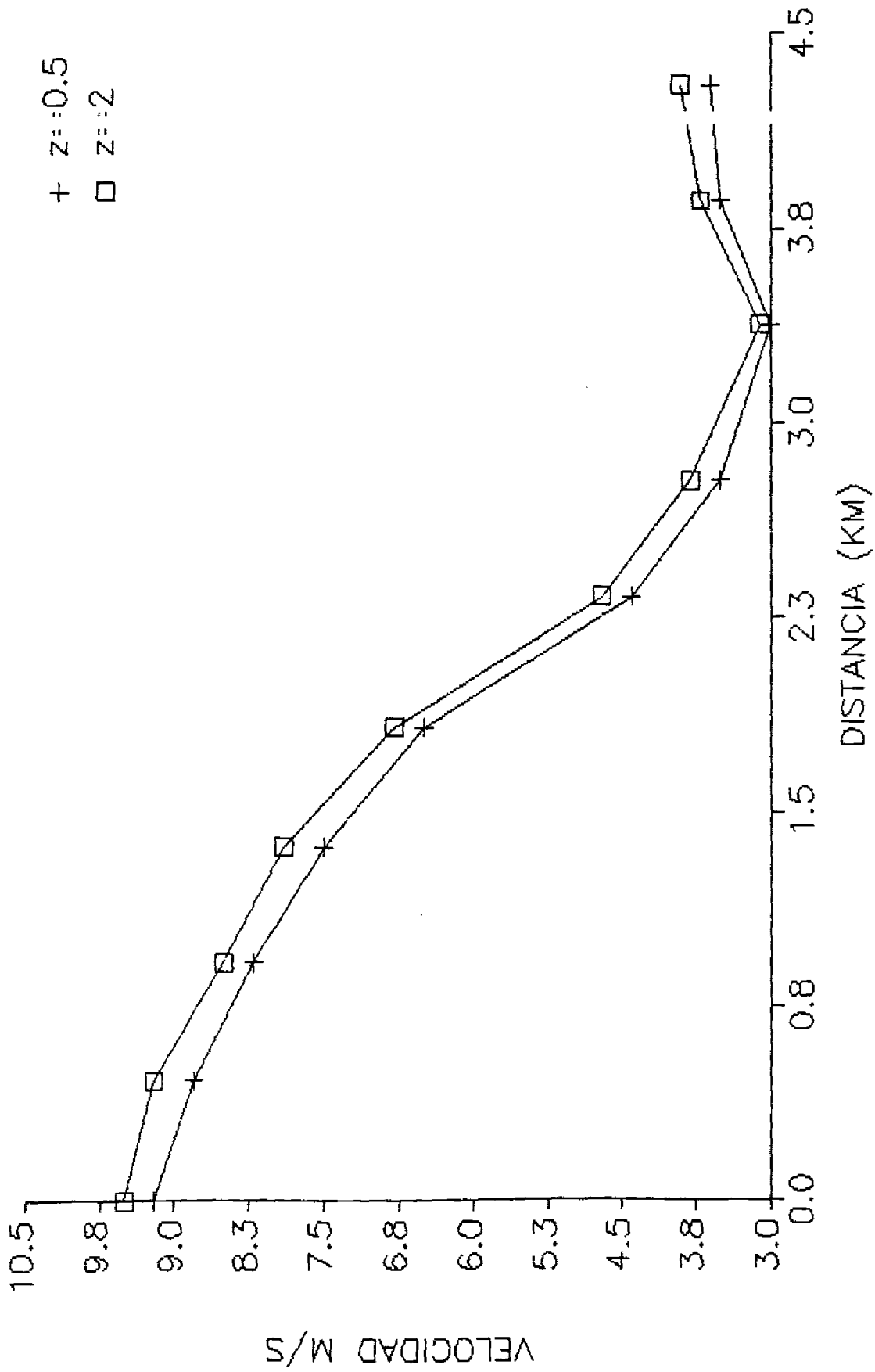
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR TUBIFICACION

TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



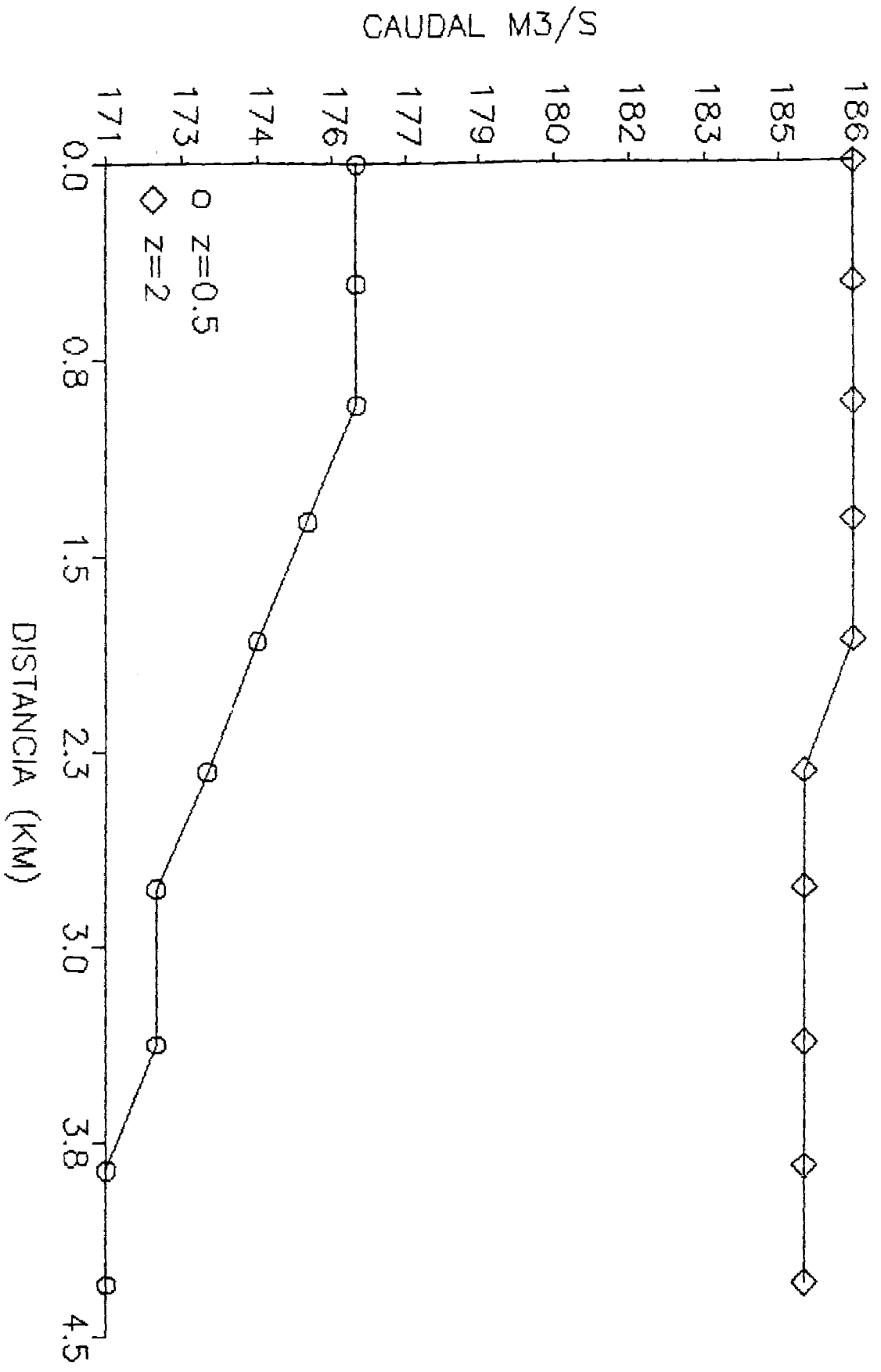
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



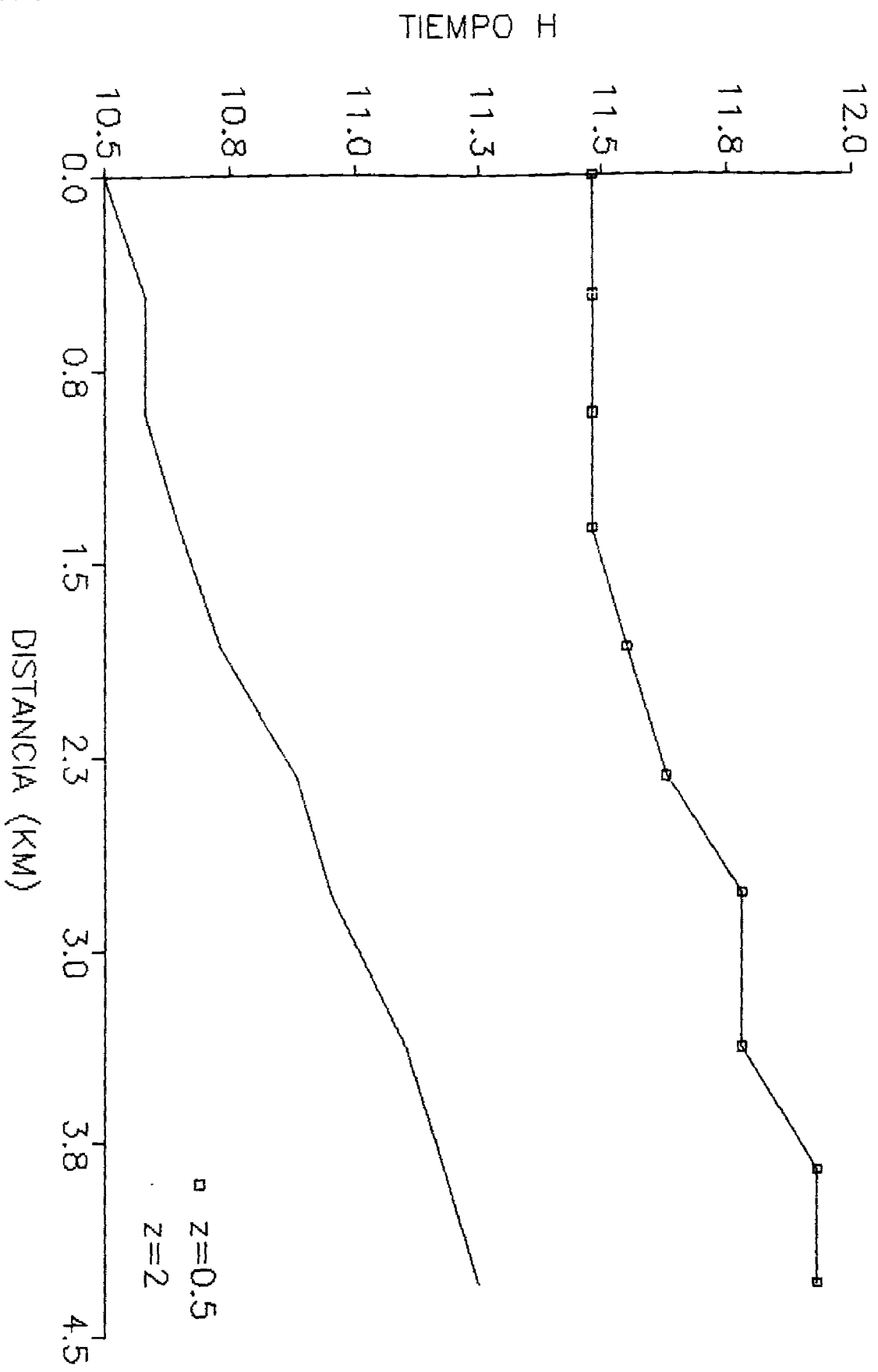
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



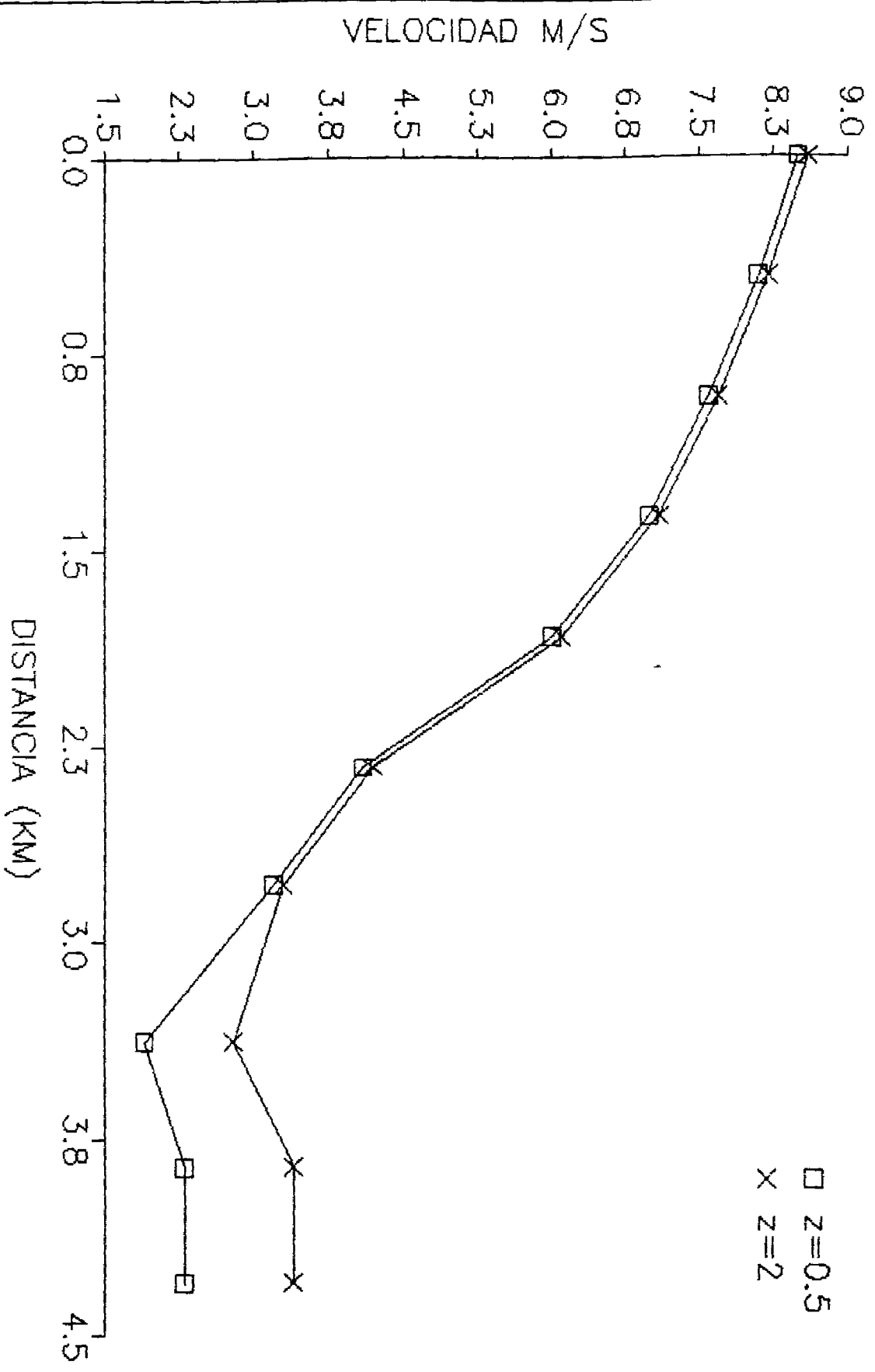
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 3H
FALLA POR DESBORDAMIENTO

TEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



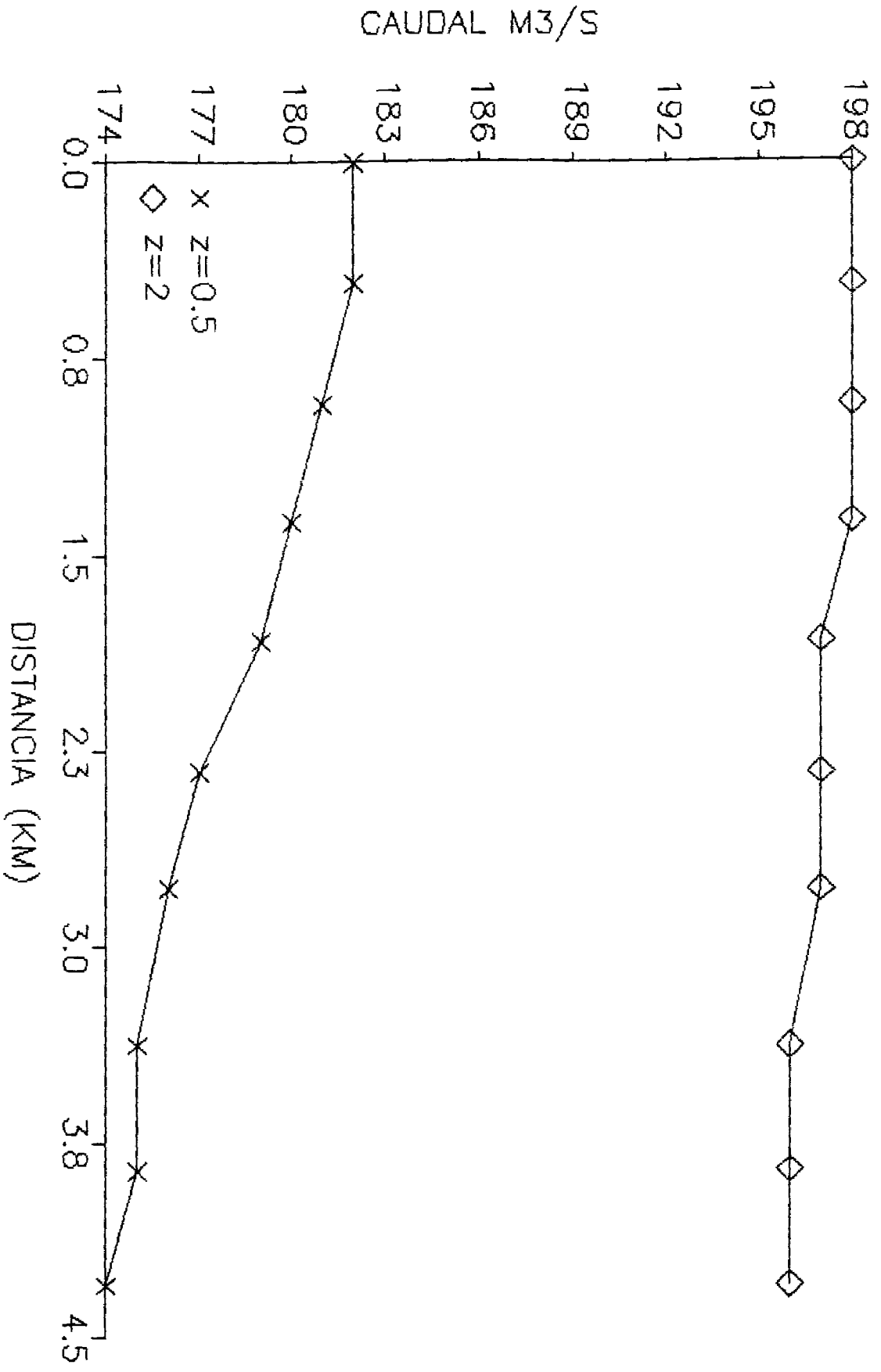
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



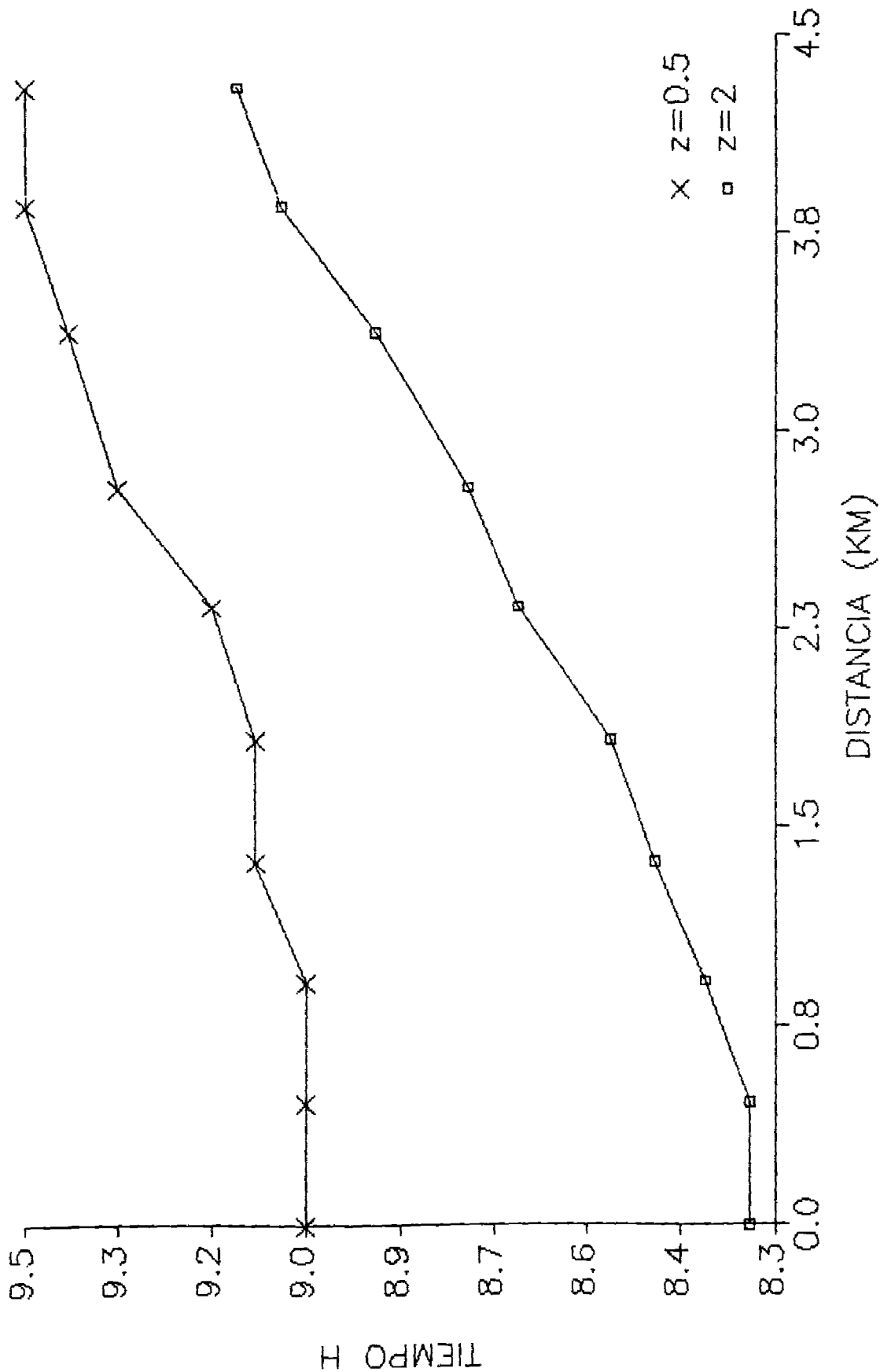
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



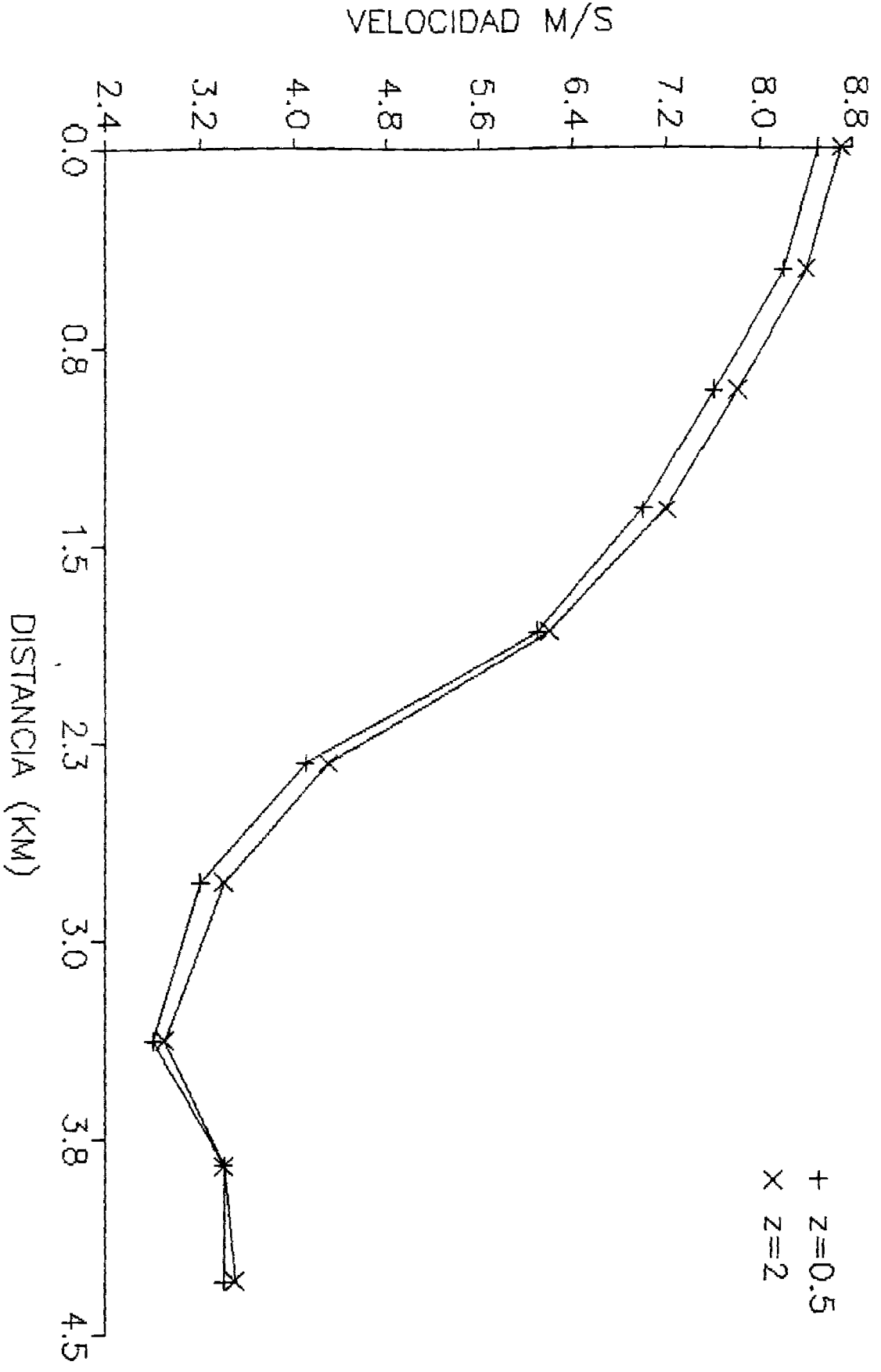
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 3H
FALLA POR TUBIFICACION

TIEMPOS DE ELEVACION PICO AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 3H
FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 5H
FALLA POR TURBIFICACION

Tormenta Pequeña: No 3

Falla Trapezoidal

8

©

TABLA # 43

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3
Tubificación.

Z	BB(M)	0,5 / 25m	2 / 74m	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		21,0	21	-	-
MAX. FLUJO (M3/SEG)		354,7	355,3	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		25,6	25,6	-	-
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		7,6	7,2	-	-
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		357,7	361,3	-	-

TABLA # 44

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta Nº 4
Tubificación.

Z	BB(M)	0,5 / 25m	2 / 74m	-	-
TIEMPO DE FALLA (H)		2	2	-	-
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		5,6	5,2	-	-
TIEMPO PICO (H)		7,6	7,2	-	-

B

⊙

TABLA # 41

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N°3
Desbordamiento.

†

Z	BB(M)	0,5 / 25m	2 / 74m	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		3,5	3,5	-	-
MAX. FLUJO (M3/SEG)		331,0	335,0	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		8,1	8,1	-	-
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		9,9	9,4	-	-
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		241	242,7	-	-

TABLA # 42

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta N°3
Desbordamiento.

†

Z	BB(M)	0,5 / 25m	2 / 74m	-	-
TIEMPO DE FALLA (H)		2	2	-	-
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		7,9	7,4	-	-
TIEMPO PICO (H)		9,9	9,4	-	-

8

©

TABLA # 47

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3

Tubificación.

↑

Z	BB(M)	05/25m	2 / 74m	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		3,5	3,5	-	-
MAX. FLUJO (M3/SEG)		235,1	238,3	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		8,1	8,1	-	-
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		8,1	7,5	-	-
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		242,8	244,4	-	-

TABLA # 48

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta Nº 3

Tubificación.

Z	BB(M)	0,5 / 25m	2 / 74m	-	-
TIEMPO DE FALLA (H)		3	3	-	-
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		5,1	4,5	-	-
TIEMPO PICO (H)		8,1	7,5	-	-

B

O

TABLA # 45

HIDROGRAMA DE SALIDA A TRAVES DEL EMBALSE

Tormenta N° 3
Desbordamiento.

Z	BB(M)	0,5 / 25m	2 / 74m	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		3,5	3,5	-	-
MAX. FLUJO (M3/SEG)		228,2	232,0	-	-
FLUJO INICIAL (M3/SEG)		8,1	8,2	-	-
TIEMPO MAX. FLUJO (H)		10,3	9,7	-	-
VOL. TOTAL DESCARGADO (HEC-M)		240,5	242,2	-	-

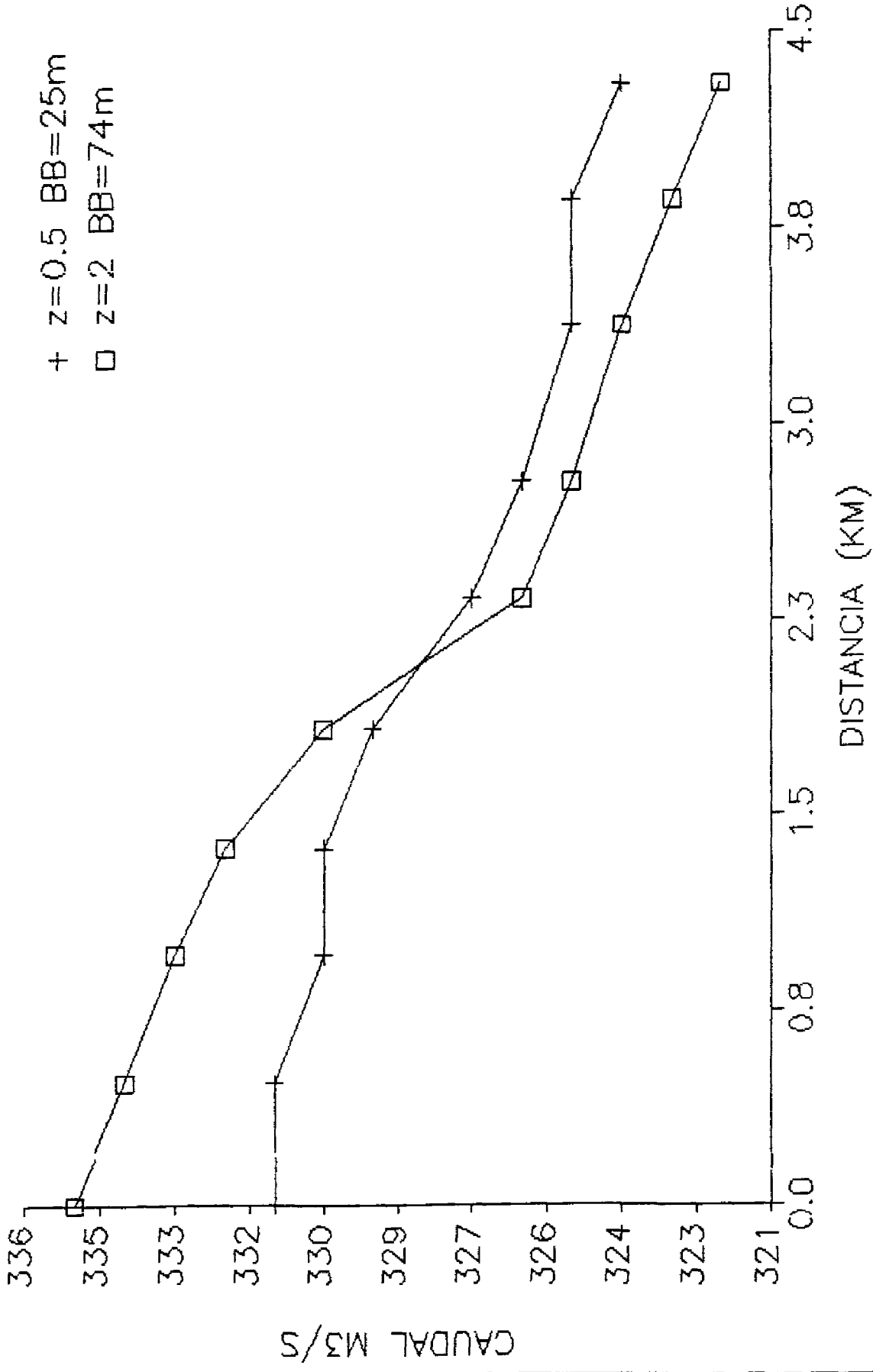
TABLA # 46

PARAMETRO DEL HIDROGRAMA DE SALIDA DEL EMBALSE

Tormenta N° 3
Desbordamiento

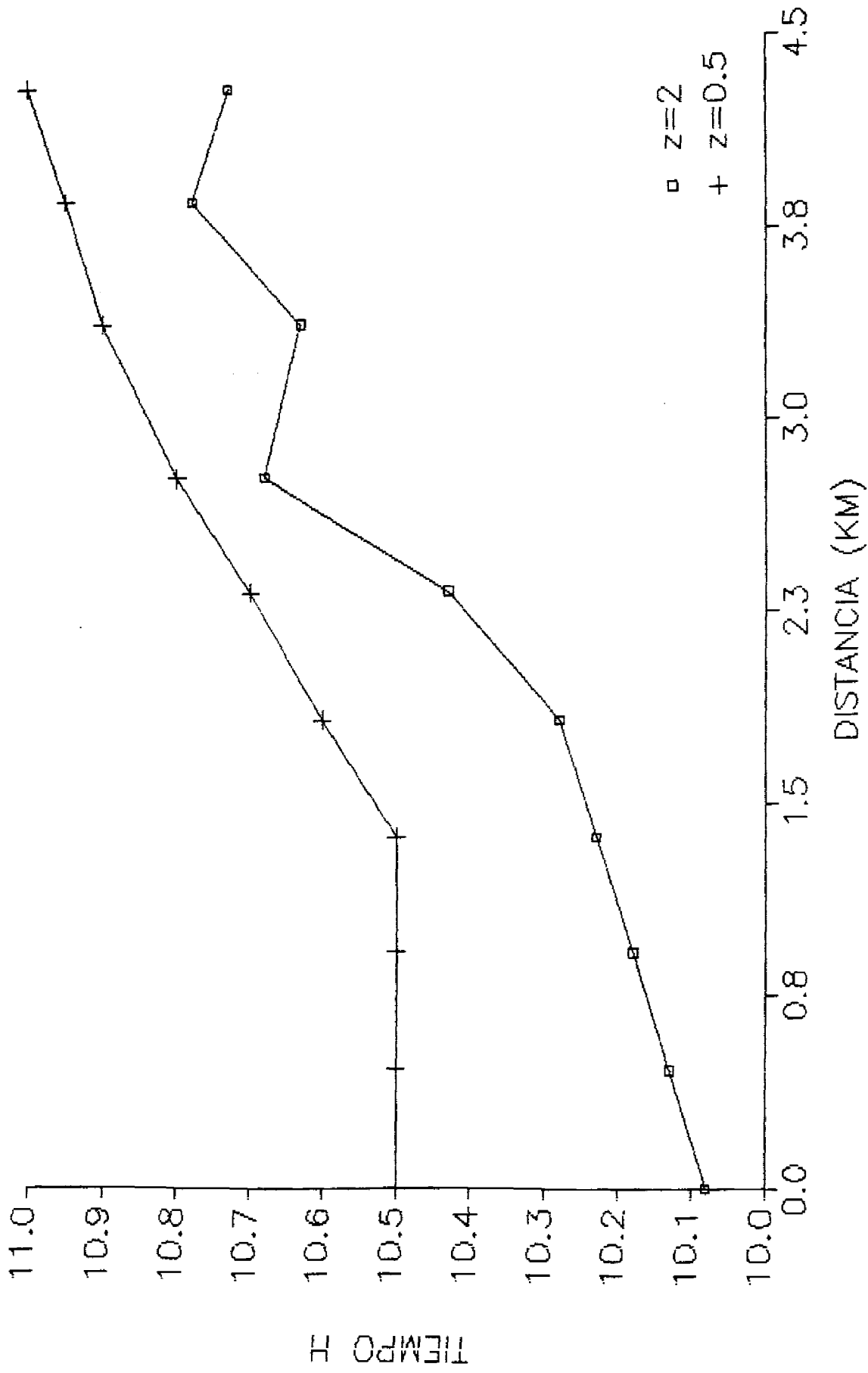
Z	BB(M)	0,5 / 25m	2 / 74m	-	-
TIEMPO DE FALLA (H)		3	3	-	-
TIEMPO INICIO LIMBO ASCENDENTE (H)		7,3	6,7	-	-
TIEMPO PICO (H)		10,3	9,7	-	-

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



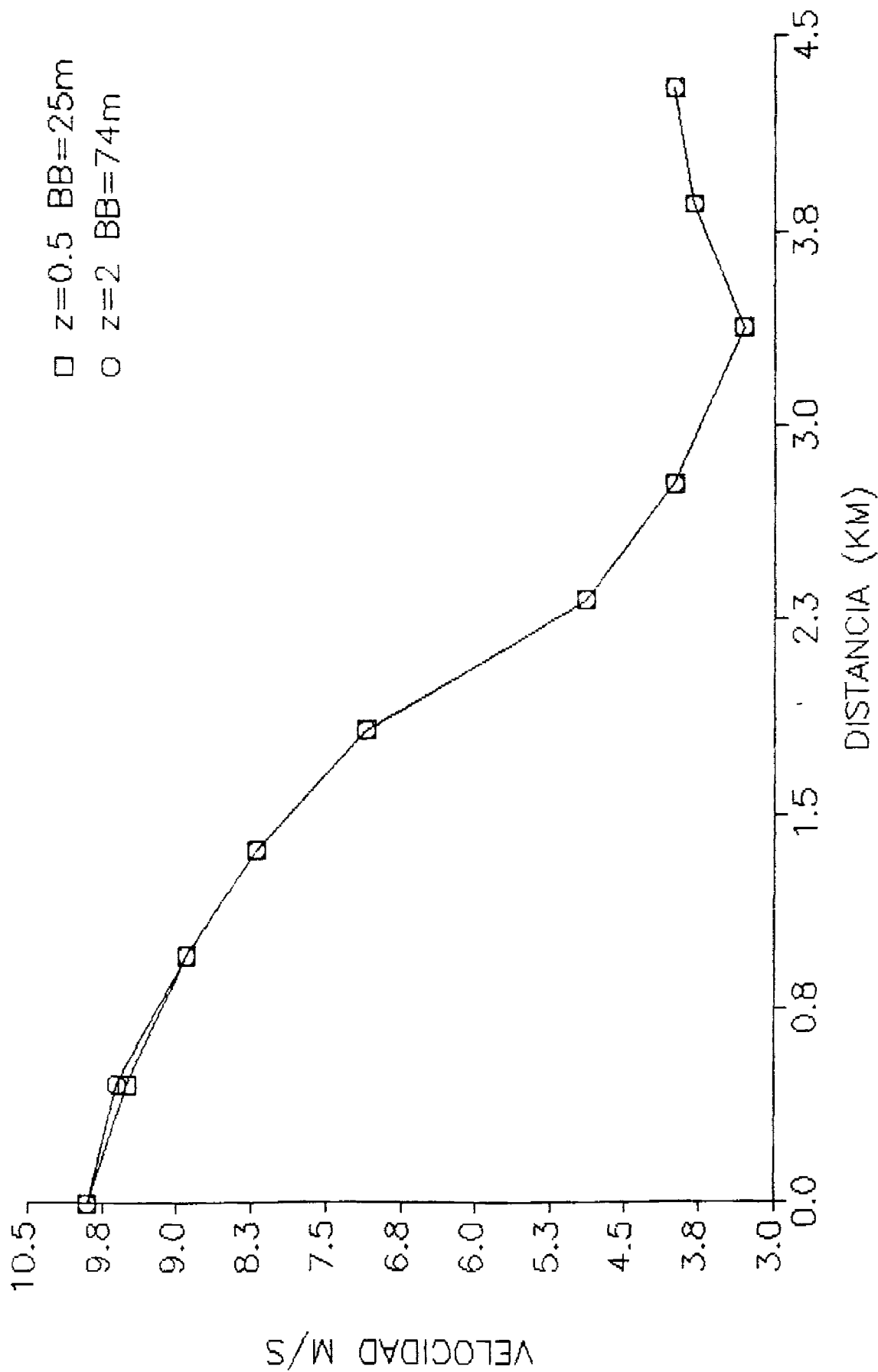
FORMA DE FALLA, TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA, 2H
 FALLA POR Deseiordamiento

TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



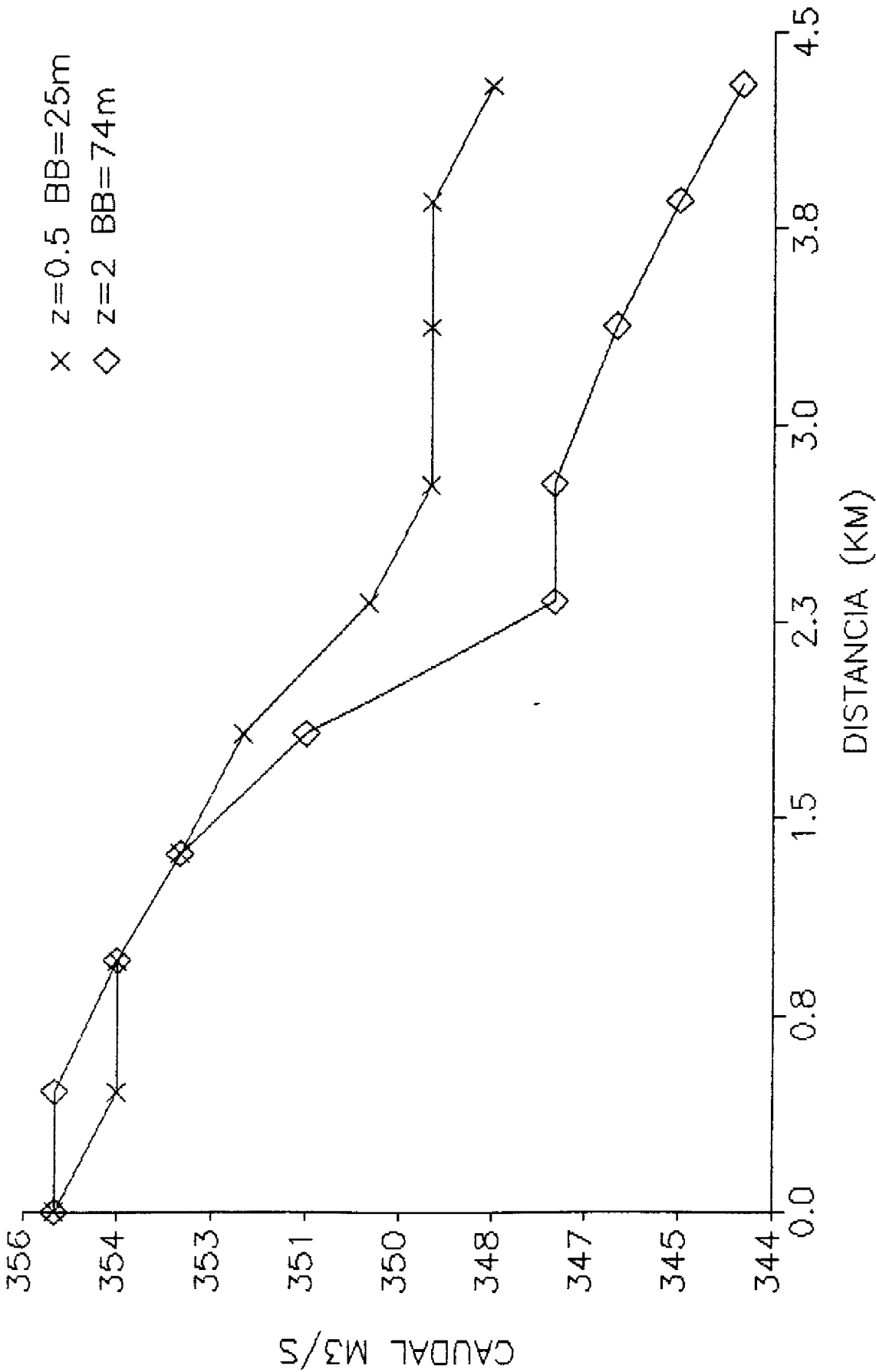
FORMA DE FALLA TRIANGULAR
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR DESEORDAMIENTO

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



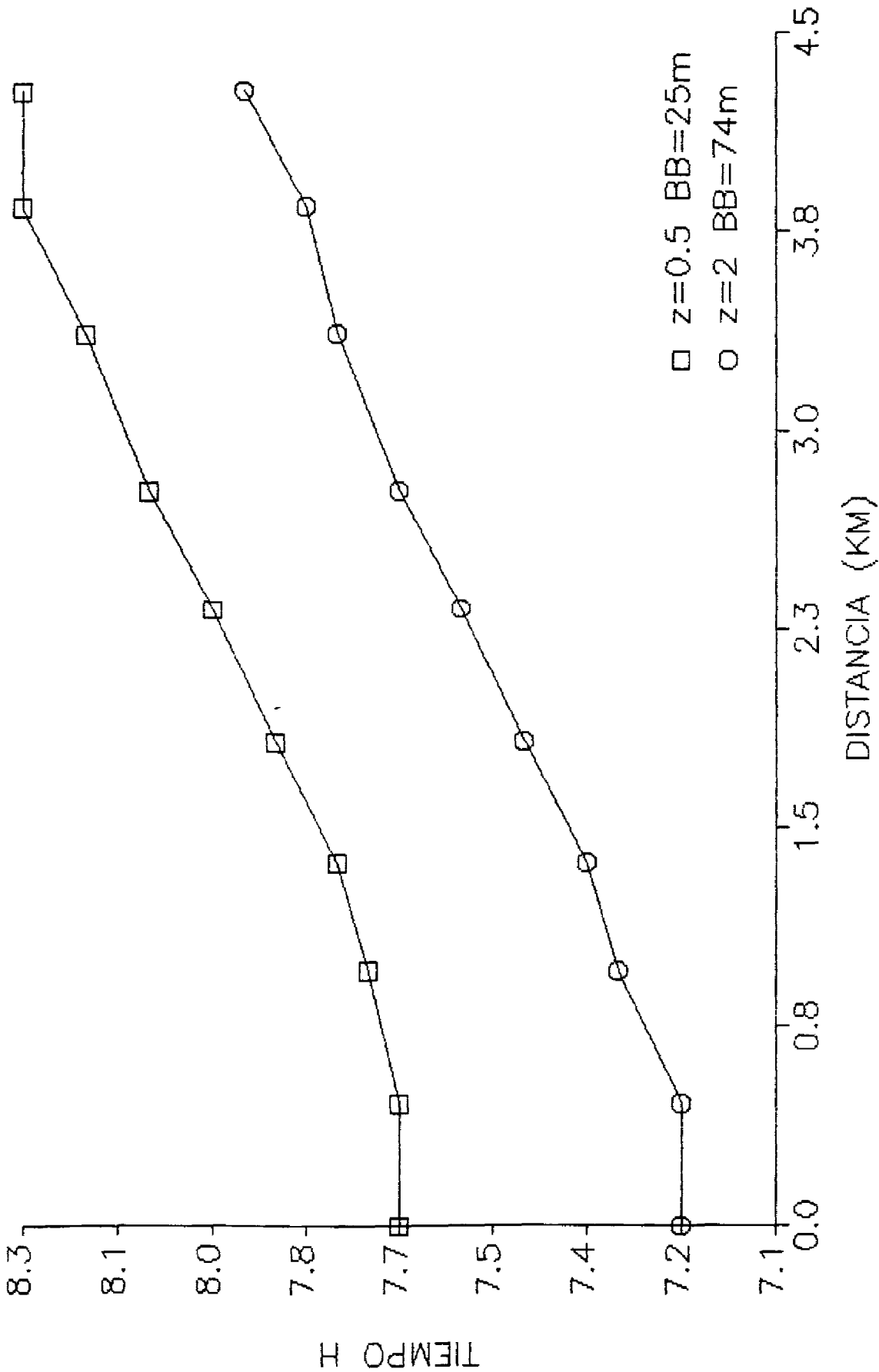
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR DESBORDAMIENTO

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR TUBIFICACION

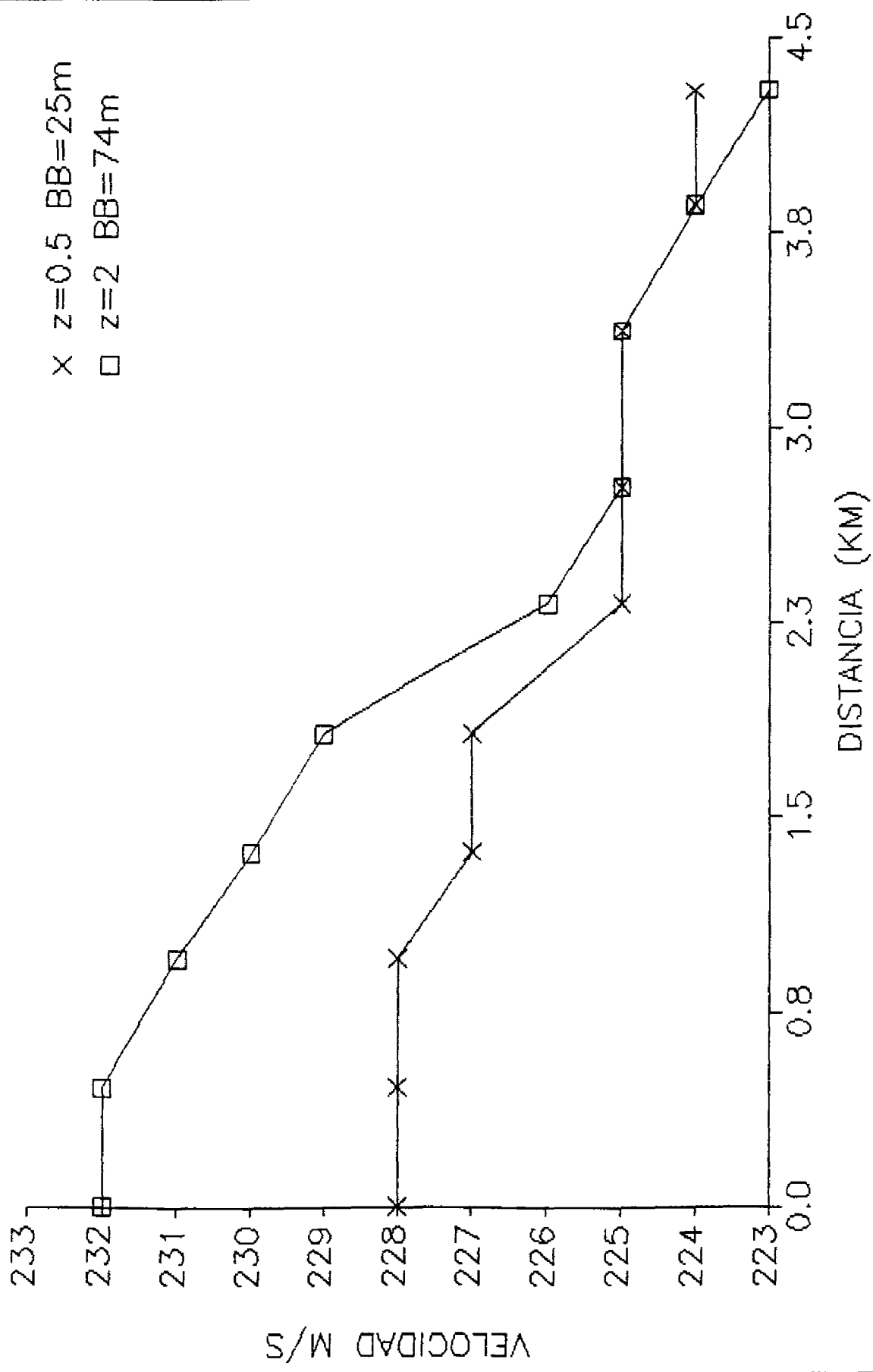
TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR TUBIFICACION

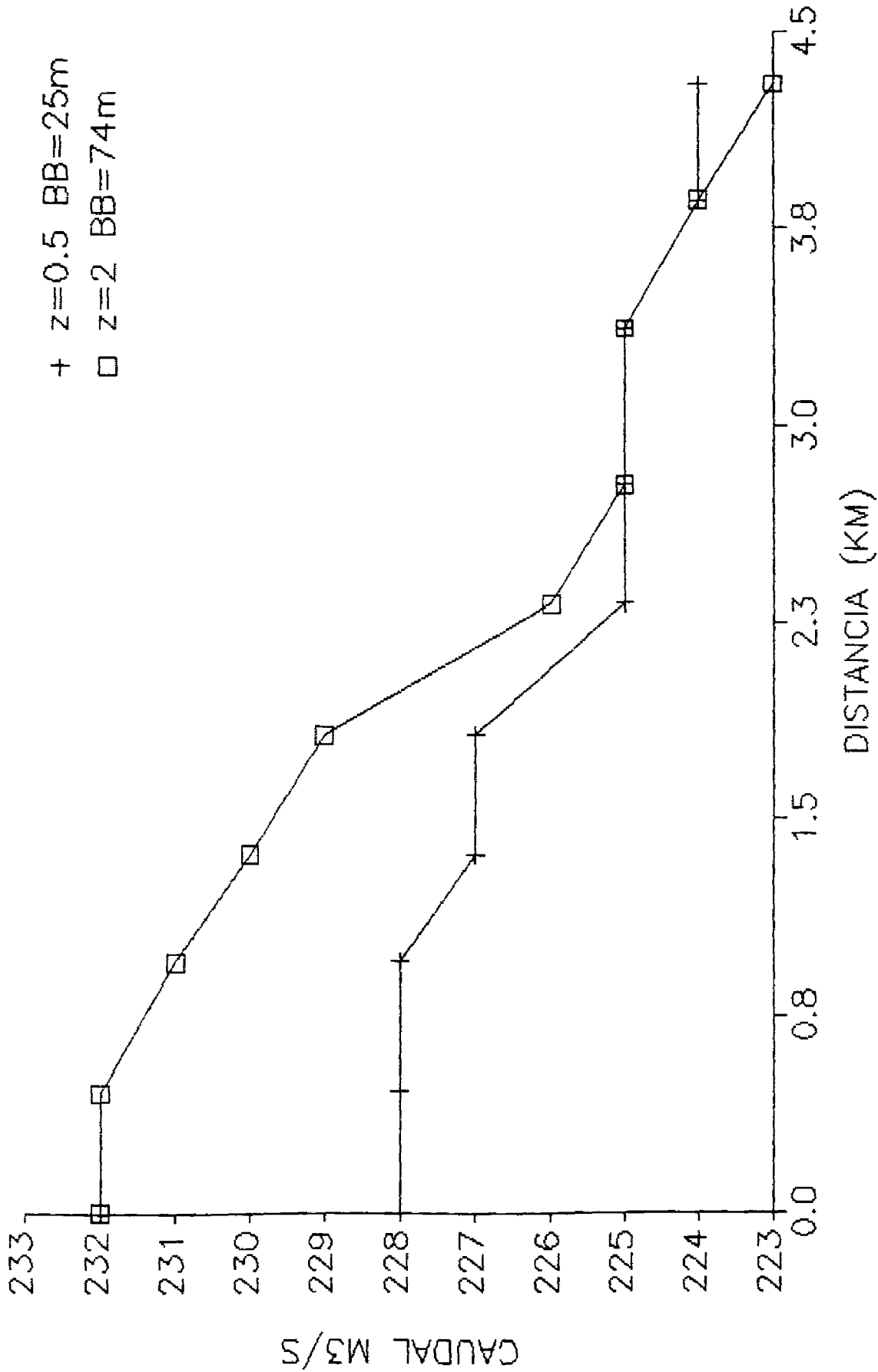
MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO

X z=0.5 BB=25m
 □ z=2 BB=74m



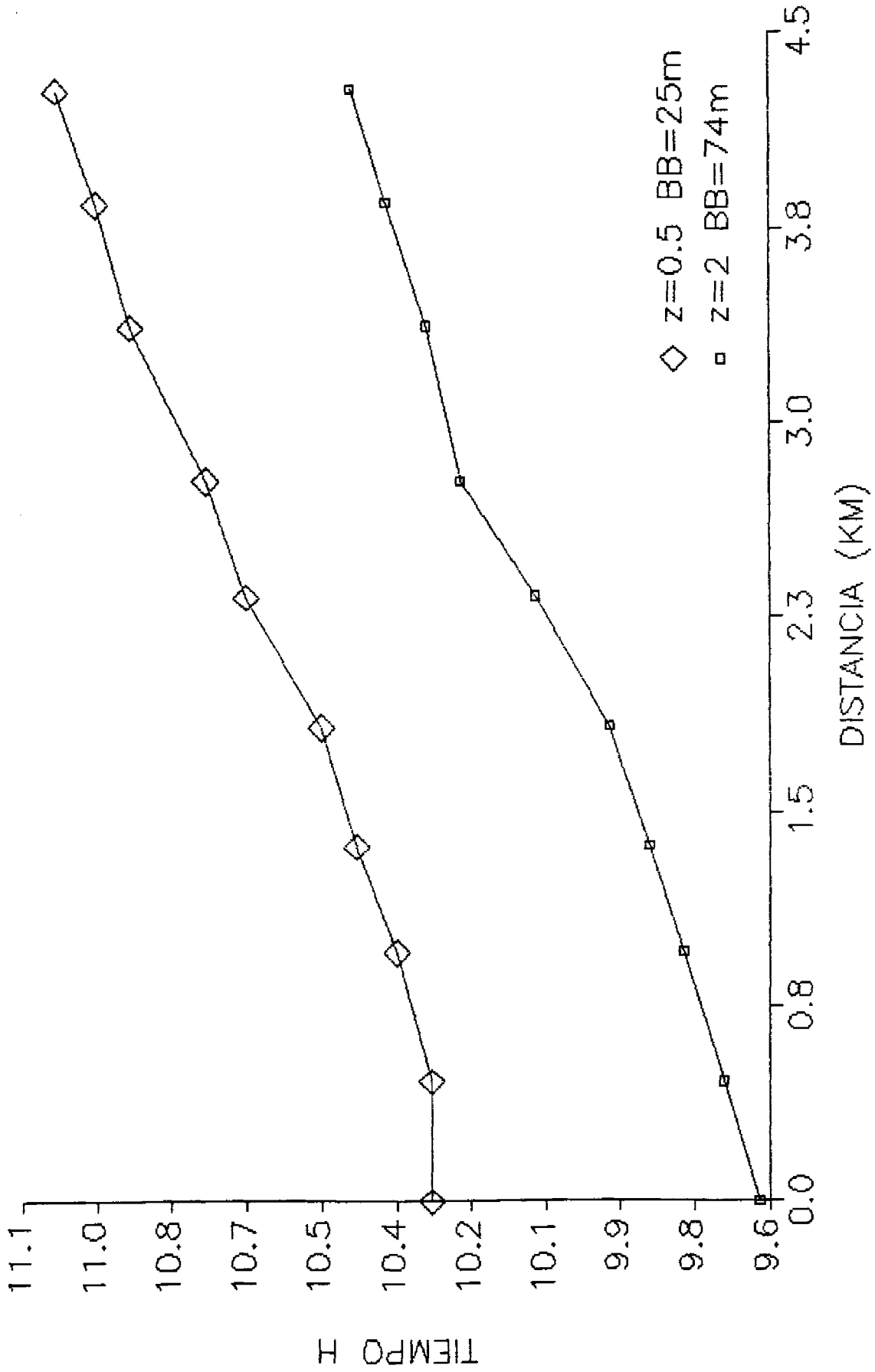
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 2H
 FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO



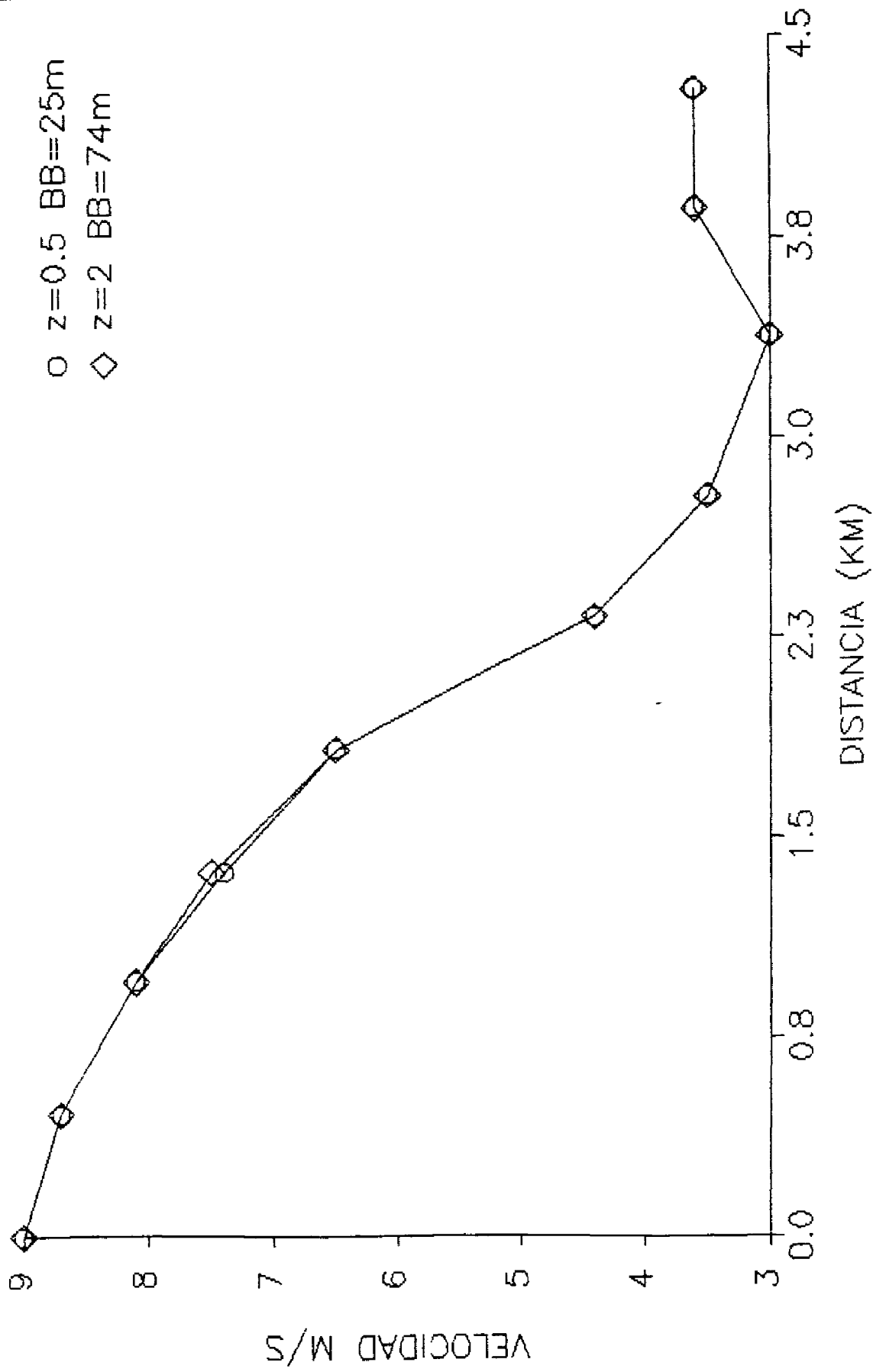
FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
TIEMPO DE FALLA,3H
FALLA POR DESBORDAMIENTO

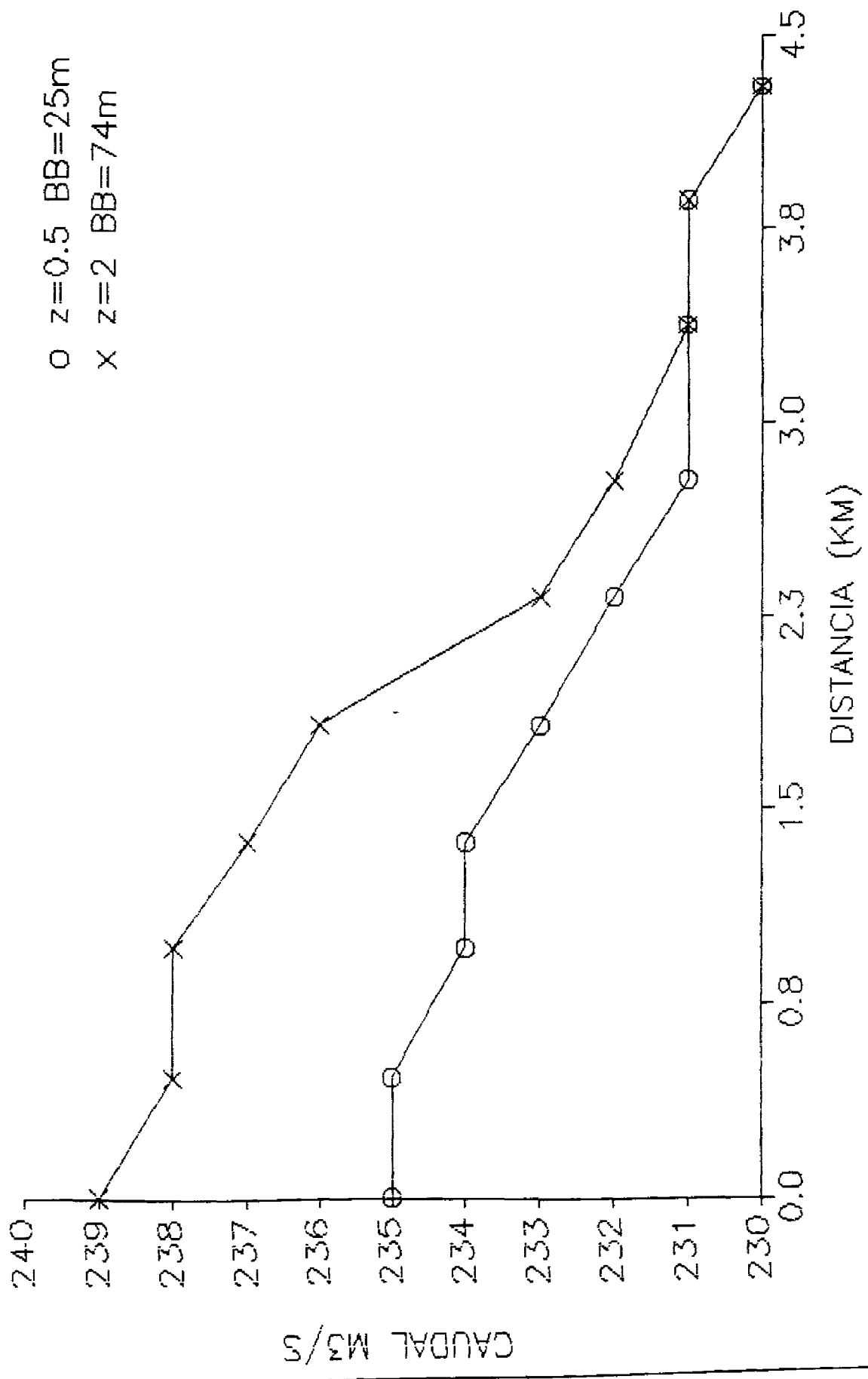
MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
TIEMPO DE FALLA: 3H
FALLA POR DESBORDAMIENTO

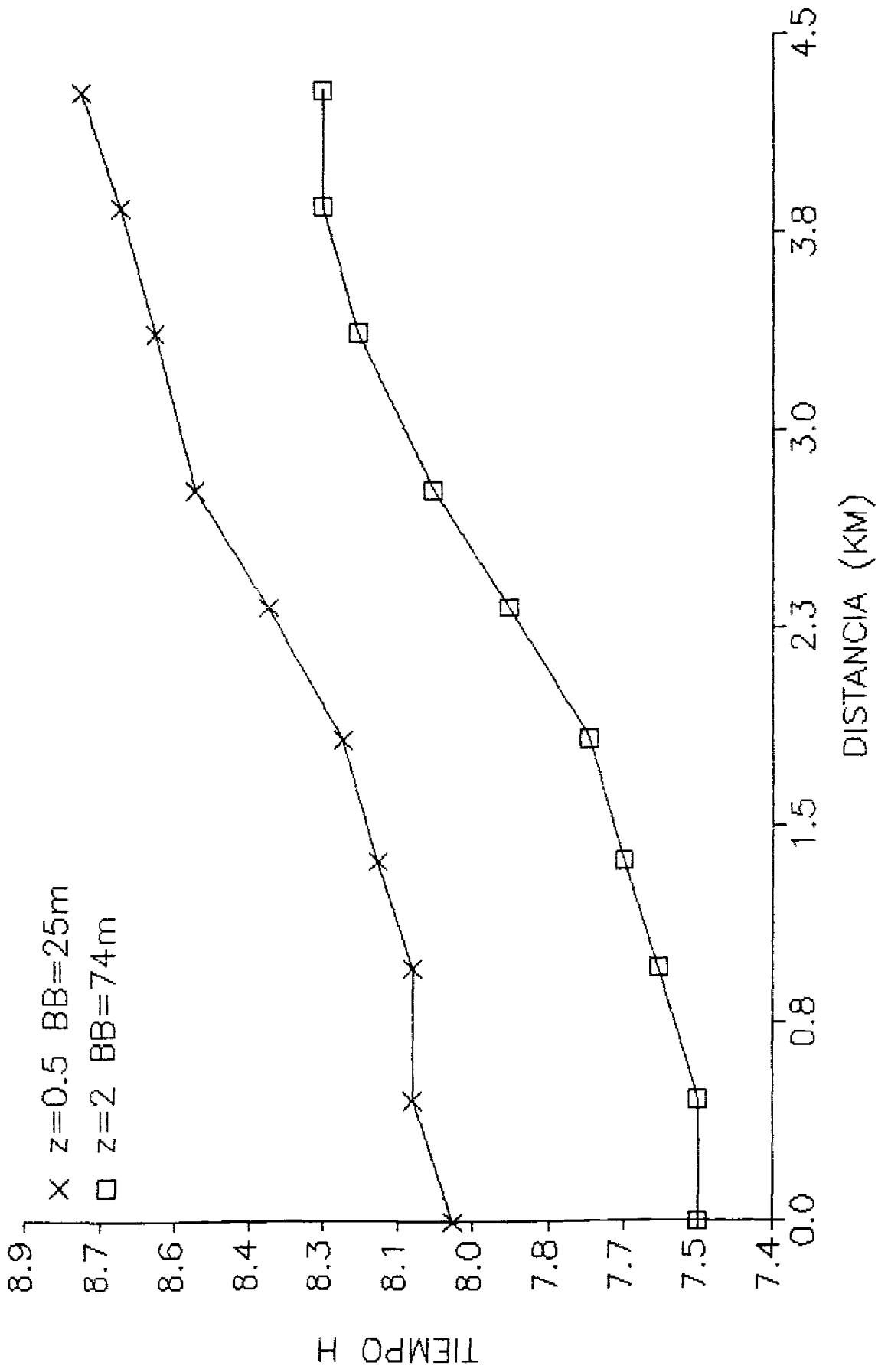
MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO

o z=0.5 BB=25m
x z=2 BB=74m



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
TIEMPO DE FALLA: 3H
FALLA POR TUBIFICACION

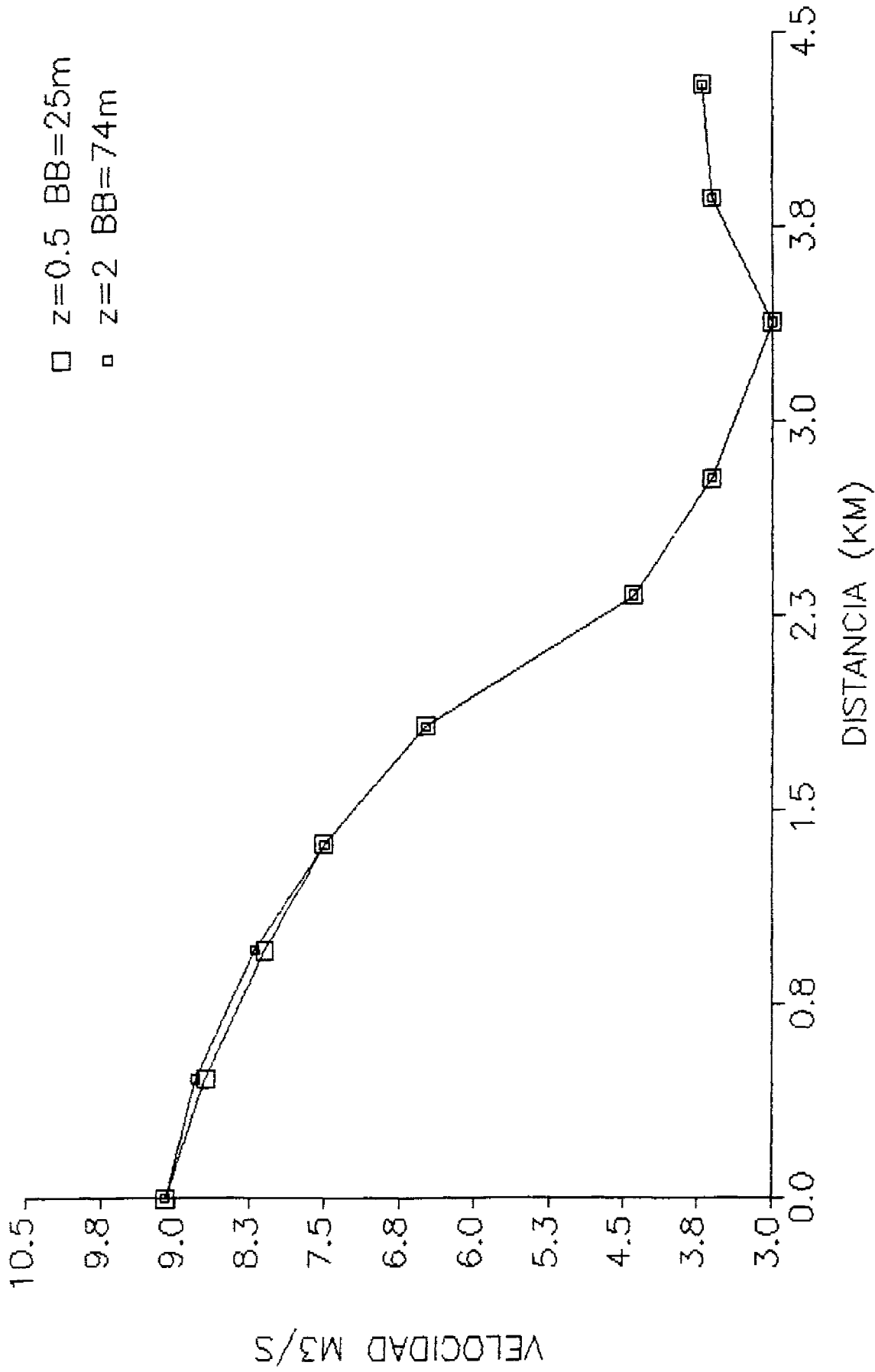
TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO AGUAS ABAJO



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMAS VELOCIDADES AGUAS ABAJO

- z=0.5 BB=25m
- ◻ z=2 BB=74m



FORMA DE FALLA TRAPEZOIDAL
TIEMPO DE FALLA: 3H
FALLA POR TUBIFICACION

sea el tamaño de la abertura saldra a través de ella mayor cantidad de caudal en un tiempo menor, lo anterior se observa tanto para fallas triangulares como trapezoidales. La forma más crítica resulta ser la trapesoidal por ser de mayor tamaño, lo cual implica mayor caudal saliendo en un tiempo menor. Numéricamente resultan ser menores los resultados para la tormenta mediana, lo cual es lógico. - La forma de falla de la presa, ya sea desbordamiento o tubificación. No hay un patrón definido de en cual caso, ocurre el máximo caudal, ya que se observa caudales grandes en fallas por tubificación y desbordamiento para las diferentes condiciones analizadas. Existe una variación importante en los tiempos, en la falla por tubificación éstos son menores, la causa es que cuando ocurre falla por desbordamiento debe pasar un tiempo hasta que fluya suficiente cantidad de agua sobre la cresta para producir el colapso. - Tiempo de falla; al aumentar el tiempo de falla, disminuye el caudal máximo y aumenta el tiempo pico. Cuando aumenta el tiempo, dado

un volumen constante, el volumen por unidad de tiempo (conocido como caudal), disminuye; asimismo el tiempo pico aumenta, aunque no en un porcentaje grande con respecto al calculado para el tiempo de falla igual a 2 h. Con los resultados del tránsito aguas abajo se generaron una serie de gráficos con los cuales se comparan para las diferentes condiciones tratadas los resultados más importantes, a saber elevación máxima, caudal máximo, velocidad máxima y tiempo en el cual se obtiene la máxima elevación.

Como conclusión importante derivada de los gráficos comparativos se tiene:

- La elevación máxima para todos los casos estudiados no varía, (su variación es tan pequeña y por razones de redondeo en la conversión se considera constante). Una explicación sería que a pesar de que los caudales varían en algunos casos sustancialmente y la diferencia de elevación debería ser proporcional, sucede que las condiciones topográficas aguas abajo inducen a ese resultado, pues las secciones

transversales son muy anchas lo cual provoca que un aumento de caudal (aunque sea grande), no causará un aumento de elevación importante.

- Los caudales máximos varían con la forma y tamaño de la abertura, la forma de falla y con el tiempo de falla. Se generaron gráficos en los cuales se compara para un mismo tiempo de falla (TFH) y una misma forma de falla para la presa (desbordamiento o tubificación) las diferencias, dados diferentes tamaños de aberturas para formas constantes. Debido a la poca certeza que se tiene acerca de los parámetros importantes tales como tipo de falla forma u otros no se pueden escoger los casos menos y más críticos sin excluir los otros, por tanto ambos se deben considerar como envolventes, dentro de los cuales podría ocurrir cualquiera combinación; considerada o no en el presente estudio. Las envolventes que resultan ser las críticas para las condiciones y suposiciones de éste estudio, no se deben considerar como únicas, una explicación mayor se expondrá en las conclusiones del estudio.

- Las velocidades máximas resultan ser, al igual que las elevaciones máximas muy semejantes debido al ancho de las secciones . Aguas arriba la diferencia es mayor mientras que aguas abajo la diferencia va desapareciendo -El tiempo de elevación máxima corresponde al tiempo desde el inicio de los cálculos hasta que se alcanza la máxima elevación en un punto en particular, dicha elevación máxima se debe al tránsito de la onda aguas abajo, la cual produce a su paso las máximas elevaciones. Como tiempo promedio para la tormenta mayor, considerando los diferentes casos se tiene 2.3 h, mientras que para la tormenta mediana se tiene 12 h.

Para la tormenta pequeña tormenta #3 se vario un dato de entrada, éste corresponde al nivel de la superficie del agua en el embalse al empezar los cálculos (yo), se recuerda que para generar los resultados anteriores se supuso una elevación de 1632 msnn, o sea un nivel a la mitad de la altura de la presa . Con dicha elevación la tormenta de entrada al embalse no causa desbordamiento, por lo que para las condiciones, no sucede ese tipo de falla.

Según las condiciones, se produce falla por tubificación, pero el efecto es mínimo, se tiene un volumen promedio descargado a través del embalse igual a 76 hectáreas -m-, dicho promedio se obtuvo combinando los resultados para diferentes formas y tamaños de fallas, así como tiempos de falla. Dicho volumen no significa una cantidad importante, al realizar el tránsito de aguas abajo. Otro resultado importante para este caso resulta ser el tiempo pico para el hidrograma a través del embalse, el cual como promedio anda por 23,5 h, lo cual indica que será al final del tránsito (éste se realiza por 24 h), cuando se produzca el rompimiento de la presa. Observando los hidrogramas generados para las secciones transversales aguas abajo en la milla 1.14 se concluye que como promedio por 23 h, el caudal resulta ser constante y muy bajo, 3.51 m/seg, con una altura promedio de 0,55 m. Ocurre un caudal pico aproximadamente a las 23.8 horas, el cual varía entre 59 m/seg a 292 m/seg para los diferentes casos analizados, (todos casos de falla por tubificación como se indicó

anteriormente). indica que será al final del tránsito (éste se realiza por 24 h), cuando se produzca el rompimiento de la presa.

Observando los hidrogramas generados para la secciones transversales aguas abajo en la milla 1,14 se concluye que como promedio por 23 h, el caudal resulta ser constante y muy bajo, 3,51 m³/sg, con una altura promedio de 0,55 m. Ocurre un caudal pico aproximadamente a las 23,8 horas, el cual varía entre 55 m³/sg a 292 m³/sg para los diferentes casos analizados, todos casos de falla por tubificación como se indicó anteriormente. Hacia aguas abajo el efecto se disminuye y los caudales máximos andan, para la milla 2,7 entre 5 y 281 m³/sg.

Los hidrogramas que se obtienen aguas abajo resultan truncados, se observa únicamente el limbo ascendente y pico, falta el limbo descendente, ésto sucede porque las 24 horas no son suficientes, dado un nivel en el embalse a la hora cero y una tormenta, para generar falla y producir un hidrograma

completo aguas abajo.

Debido a que para las condiciones no sucedía falla por desbordamiento, y los resultados obtenidos para fallas por tubificación resultan poco útiles debido al poco caudal descargado a través del embalse, así como la ausencia de un hidrograma de salida a través del embalse, y la ausencia de un hidrograma de salida a través del canal completo, se decidió variar el parámetro Y_0 , el cual define el nivel del agua del embalse. El nuevo valor es 1640 msnm, corresponde aproximadamente a $3/4$ partes de la altura de la presa.

Variando Y_0 se obtuvieron los siguientes resultados, tabulados aparecen los hidrogramas a través del embalse para las diferentes condiciones y en los gráficos aparece el hidrograma de salida de aguas abajo.

En el caso de falla trapezoidal se eligieron dos tamaños críticos a saber: $z=0,5$ con $bb=24$ m y $z=2$ con $bb=74$ m.

Los comentarios generales aplicados a las

tormentas grande tormenta #1 y mediana tormenta #2 son también válidos para este caso, con las variaciones numéricas que corresponden.

Realizando un análisis sobre los resultados se llegaron a los gráficos resumen presentados a continuación en los cuales se escogieron las situaciones menos y más críticas para caudales y tiempos pico, estudiando por separado las dos formas de falla, (triangular y trapezoidal) para las tres tormentas de estudio.

Es de interés comentar que los mínimos tiempos pico para ambas formas de falla y para las tres tormentas, correspondieron a fallas por tubificación esto se justifica porque cuando ocurre falla por desbordamiento debe transcurrir cierto tiempo hasta que pase sobre la cresta cierta cantidad de agua capaz de producir la falla. Los máximos caudales no tienen un patrón definido, fallas por desbordamiento o tubificación los inducen, tanto en la forma triangular como trapezoidal de lo anterior se concluye que no se puede ser categórico al afirmar que uno u otro tipo de falla será más crítica.

Los máximos tiempos, así como los mínimos caudales ocurren para la forma triangular y trapezoidal cuando el tiempo de falla (TFH) es tres horas y ocurre falla por desbordamiento.

TABLA No. 49

MINIMAS ELEVACIONES AGUAS ABAJO
TORMENTA No. 1

FORMA FALLA DISTANCIA (Km)	TRIANGULAR (m)	TRAPEZOIDAL (m)
1,37	4,6	4,9
1,83	2,7	2,9
2,33	2,2	2,3
2,78	1,2	1,3
3,38	1,9	2,0
3,86	2,9	3,1
4,30	3,1	3,3

TABLA No. 50

MINIMAS ELEVACIONES AGUAS ABAJO
TORMENTA No. 2

FORMA FALLA DISTANCIA (Km)	TRIANGULAR (m)	TRAPEZOIDAL (m)
1,37	4,1	4,5
1,83	2,4	2,7
2,33	1,9	2,1
2,78	1,1	1,2
3,38	1,7	1,8
3,86	2,6	2,8
4,30	2,8	3,0

TABLA No. 51

MINIMAS ELEVACIONES AGUAS ABAJO
 TORMENTA No. 3

FORMA FALLA DISTANCIA (Km)	TRIANGULAR (m)	TRAPEZOIDAL (m)
1,37	4,0	4,4
1,83	2,4	2,6
2,53	1,9	2,1
2,78	1,0	1,1
3,28	1,6	1,8
3,66	2,5	2,8
4,50	2,7	2,0

TABLA No. 52

MAXIMAS ELEVACIONES AGUAS ABAJO
TORMENTA No. 1

FORMA FALLA DISTANCIA (Km)	TRIANGULAR (m)	TRAPEZOIDAL (m)
1,37	5,2	5,8
1,83	5,2	5,4
2,33	2,5	2,7
2,78	1,4	1,5
3,38	2,2	2,4
3,86	3,4	3,8
4,30	3,6	3,9

TABLA No. 53

MAXIMAS ELEVACIONES AGUAS ABAJO
TORMENTA No. 2

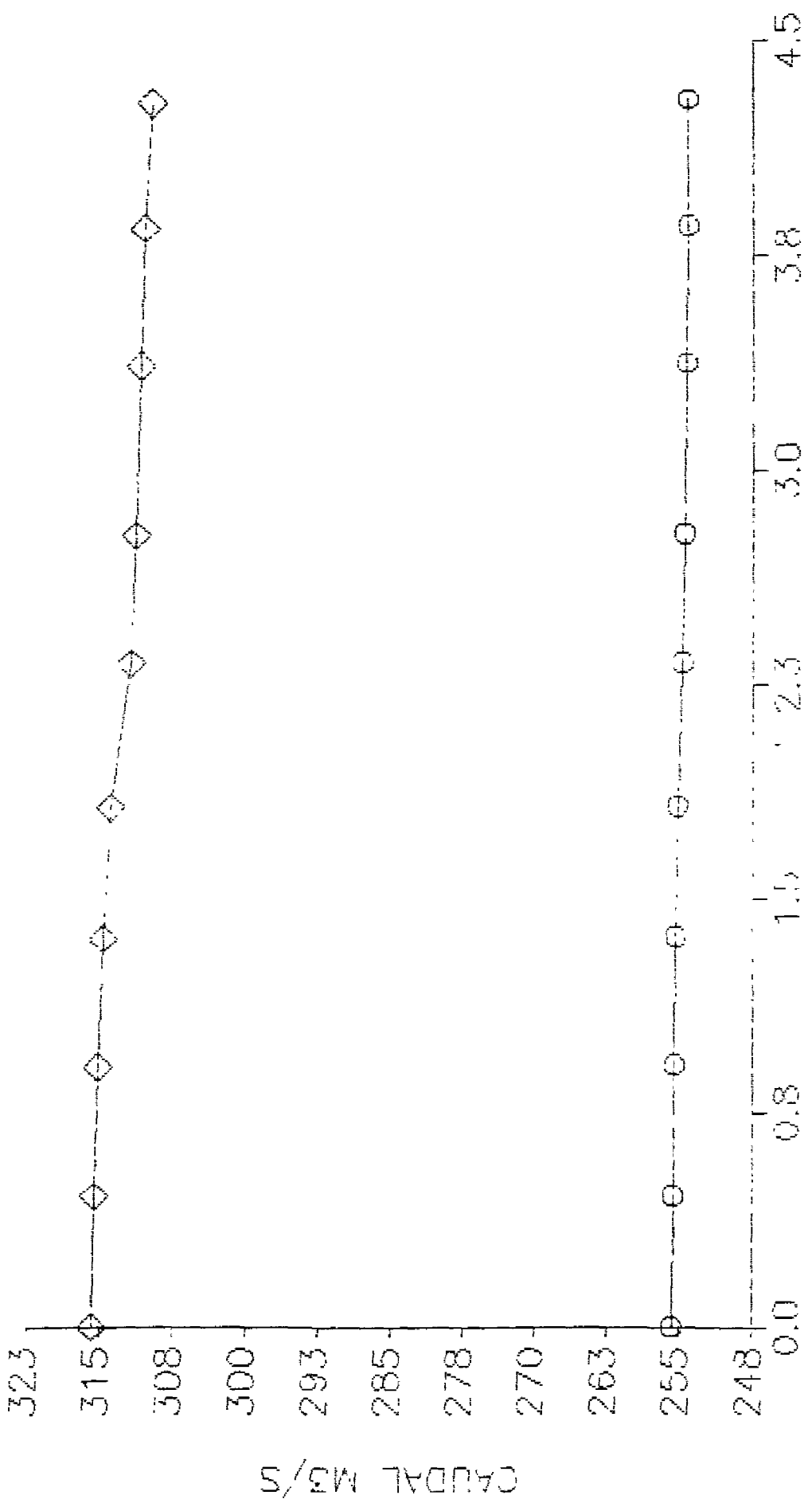
FORMA FALLA DISTANCIA (km)	TRIANGULAR (m)	TRAPEZOIDAL (m)
1,37	4,9	5,2
1,83	2,8	3,1
2,33	2,2	2,4
2,78	1,3	1,4
3,38	1,9	2,1
3,86	3,0	3,2
4,30	3,2	3,5

TABLA No. 54

MAXIMAS ELEVACIONES AGUAS ABAJO
 TORMENTA No. 3

FORMA FALLA DISTANCIA (Km)	TRIANGULAR (m)	TRAPEZOIDAL (m)
1,37	4,7	5,2
1,83	2,8	3,1
2,33	2,3	2,4
2,78	1,8	1,3
3,38	1,9	2,1
3,86	3,0	3,3
4,30	3,2	3,5

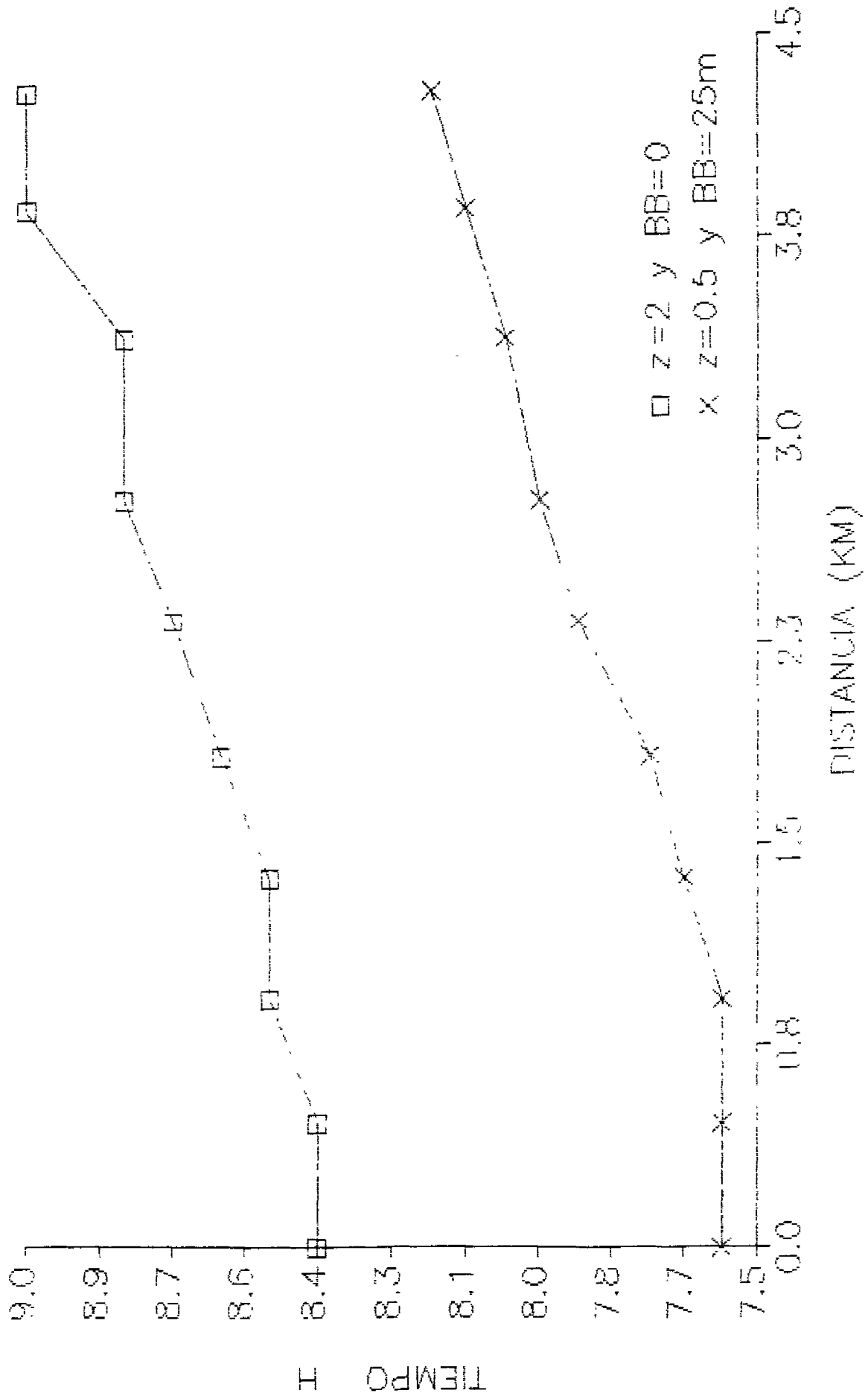
**CAUDALES MINIMOS PARA LAS DIFERENTES
CONDICIONES ANALIZADAS**



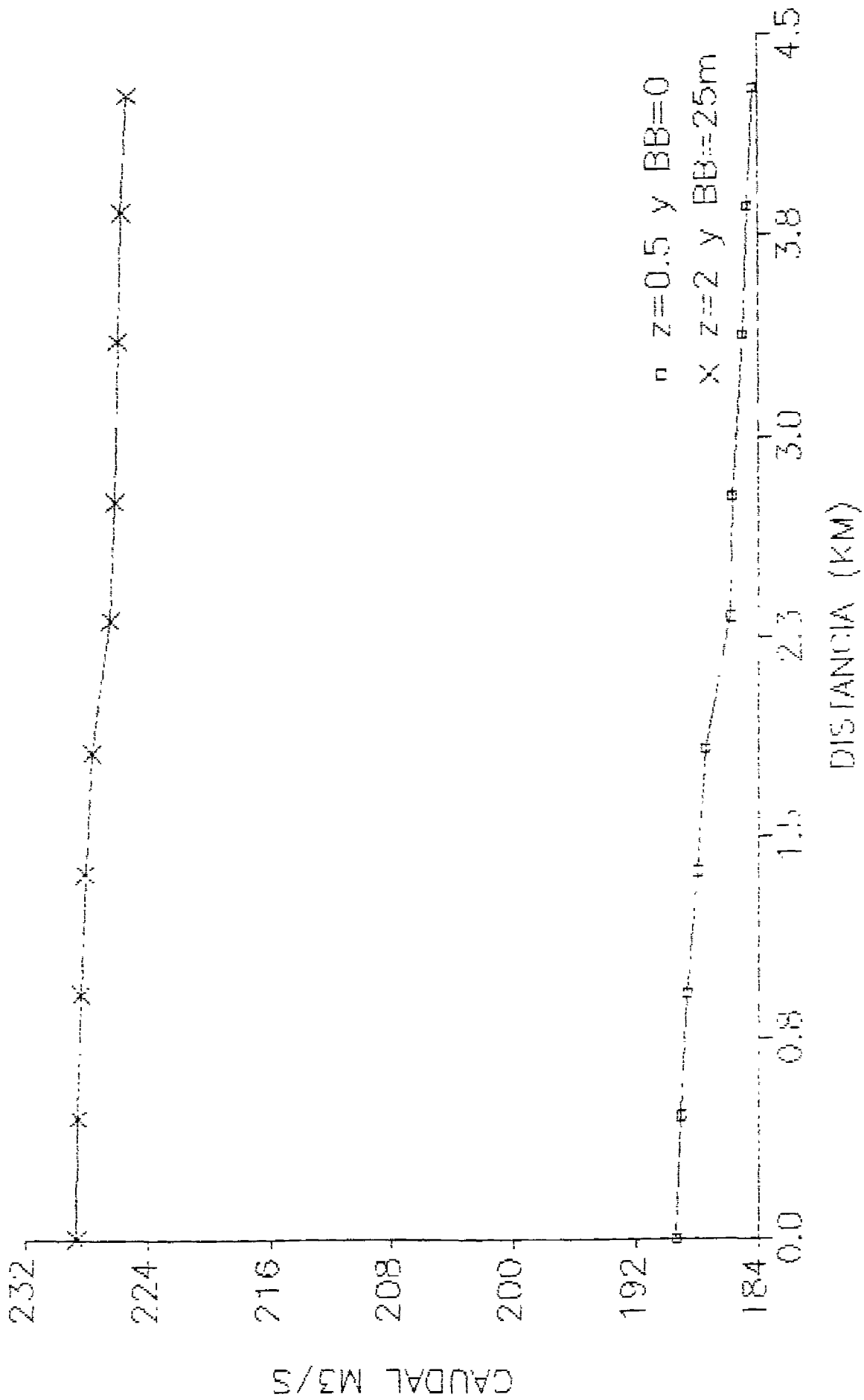
DISTANCIA (KM)

○ $z=0.5$ y $BB=0$ ◇ $z=2$ y $BB=25m$

TIEMPOS DE ELEVACION PICO MAXIMOS PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES

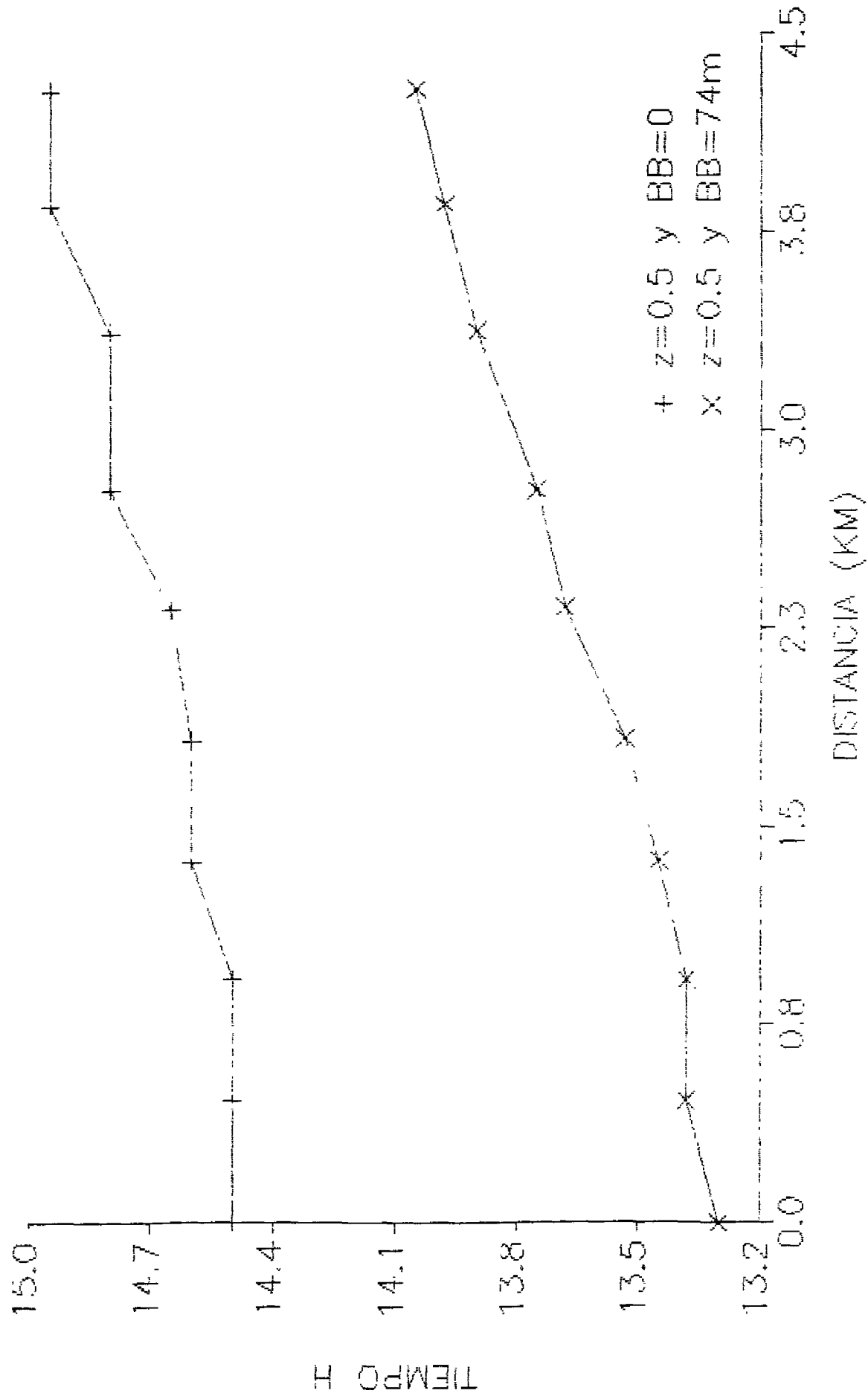


MINIMOS CAUDALES PARA LAS DIFERENTES
CONDICIONES ANALIZADAS



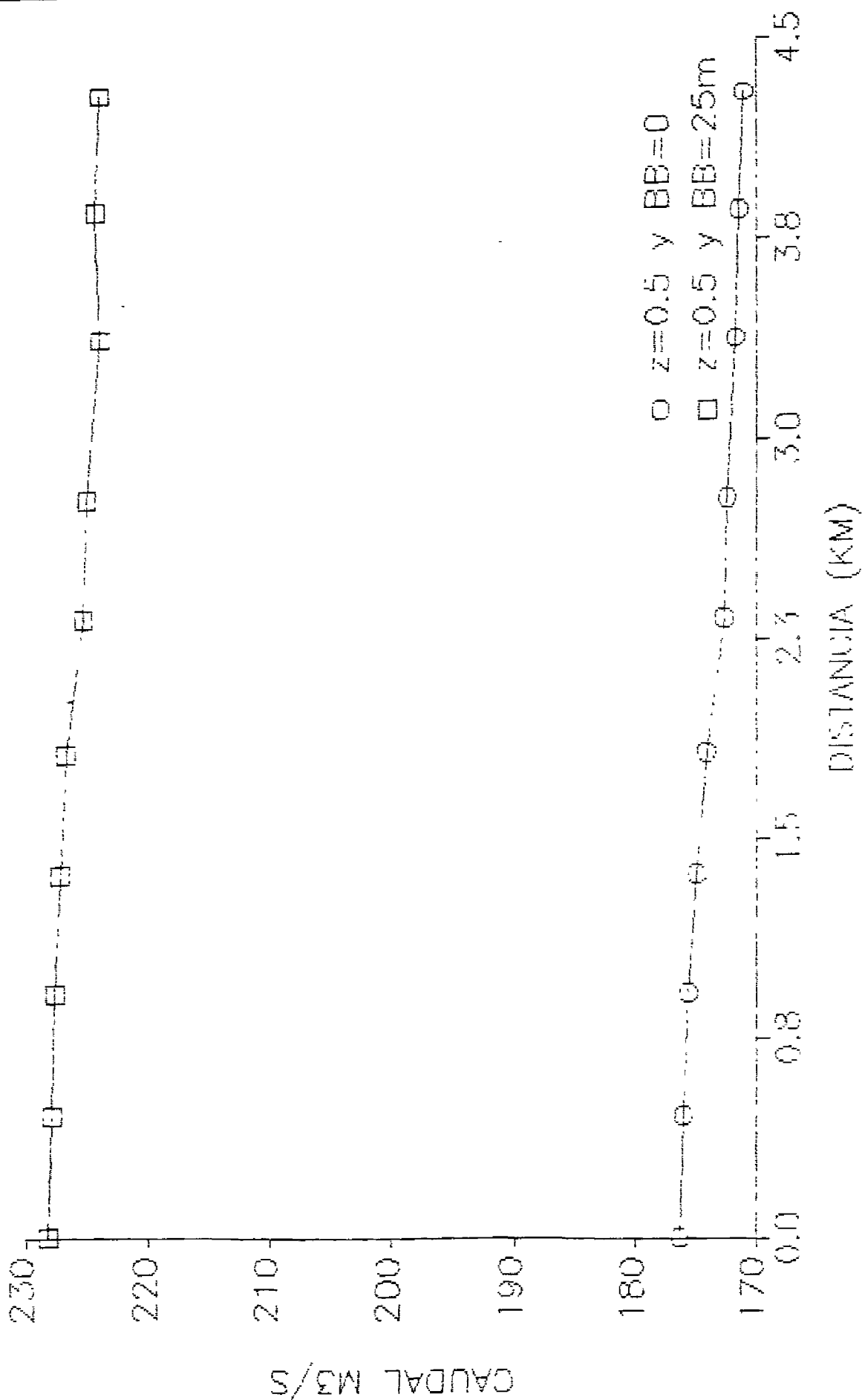
FORMATA # 2
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESBORDAMIENTO

**MAXIMOS TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO
PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES**



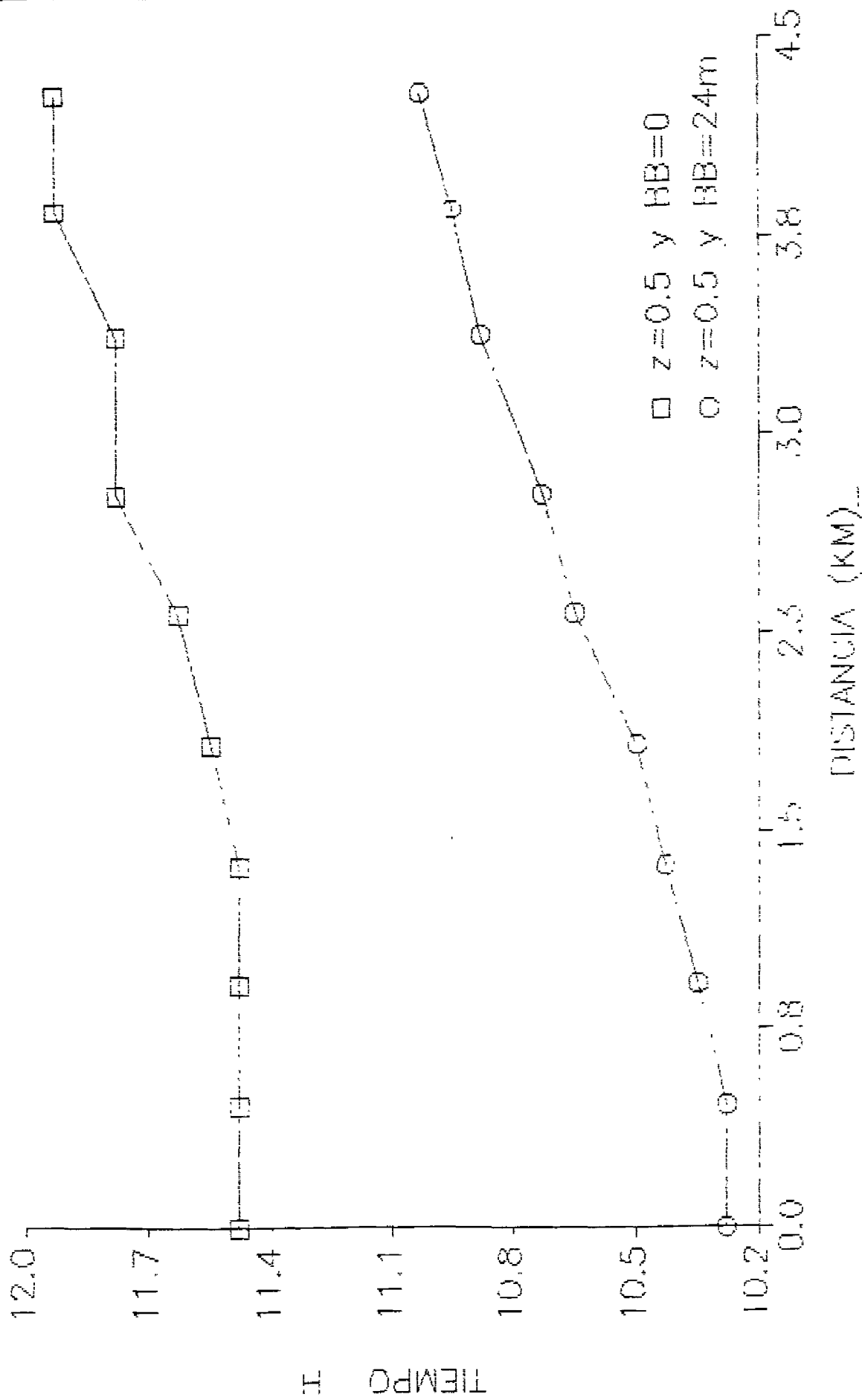
TORMENTA # 2
TIEMPO DE FALLA: H
FALLA POR DESORDAMIENTO

MINIMOS CAUDALES PARA LAS DIFERENTES SITUACIONES ANALIZADAS



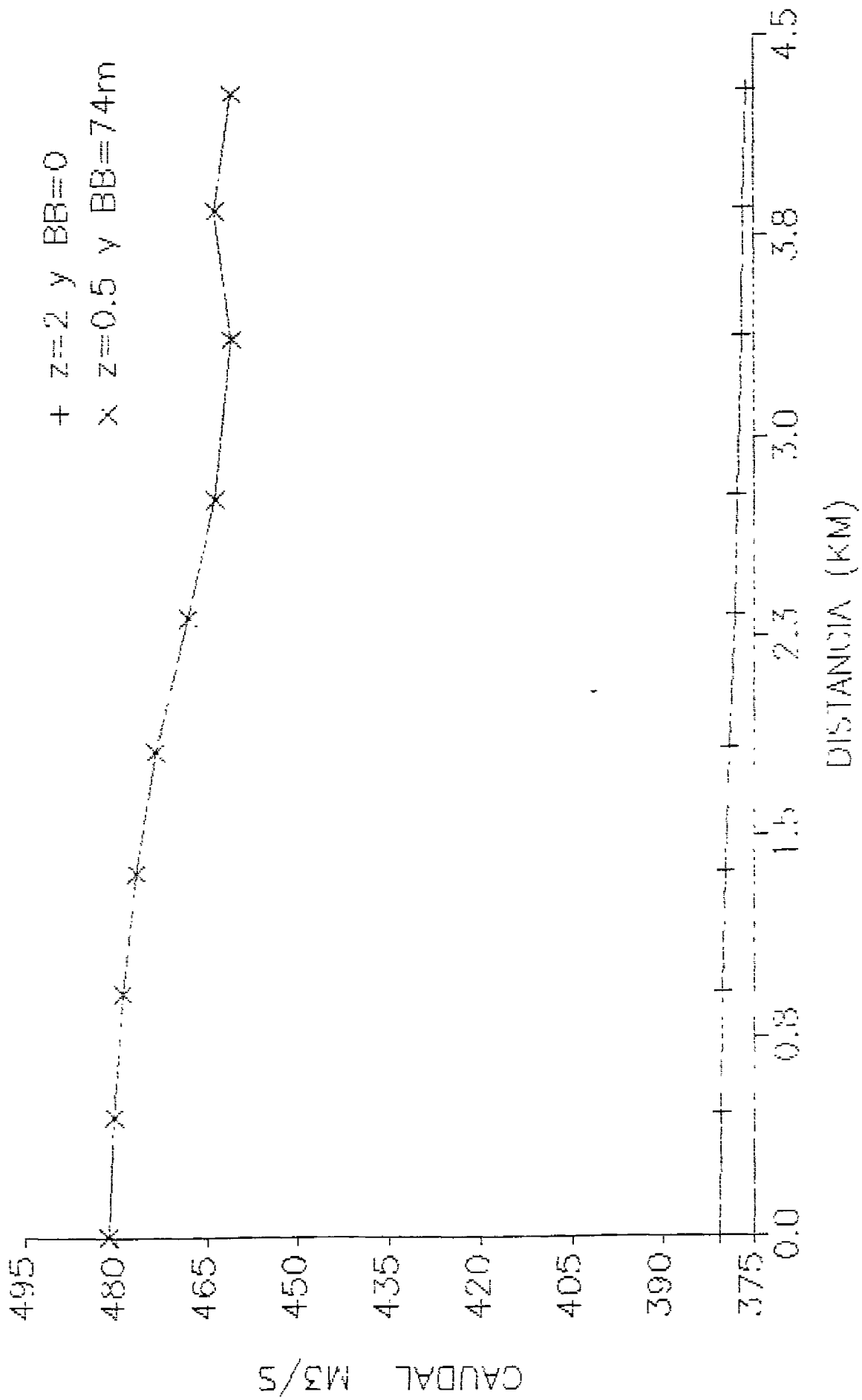
TORRENTE 3
 TIEMPO DE FALLA: 3H
 FALLA POR DESORDENAMIENTO

TIEMPOS MAXIMOS DE ELEVACIONES PICO
PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES



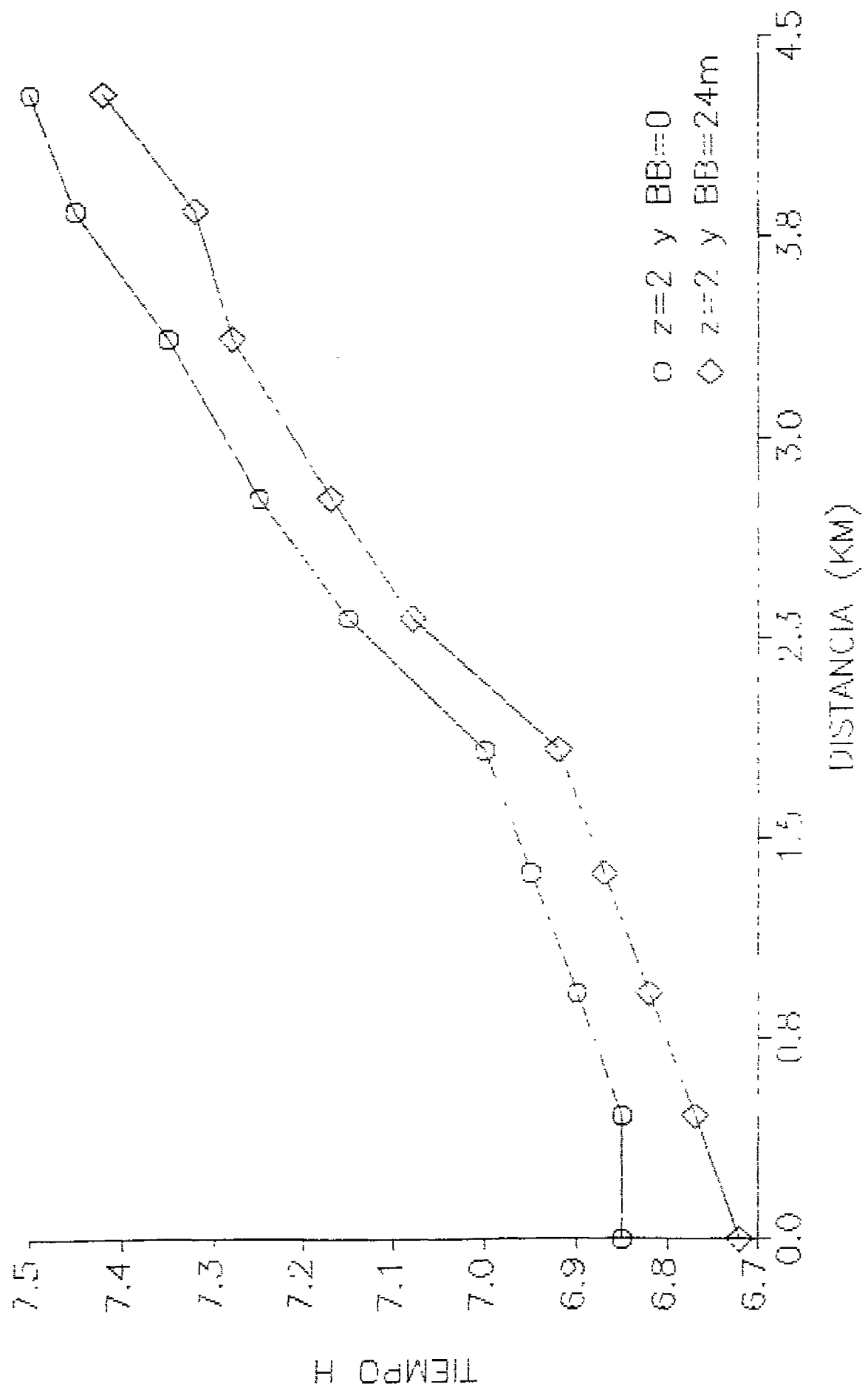
MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO PARA LAS
DIFERENTES SITUACIONES ANALIZADAS

+ $z=2$ y $BB=0$
x $z=0.5$ y $BB=74m$



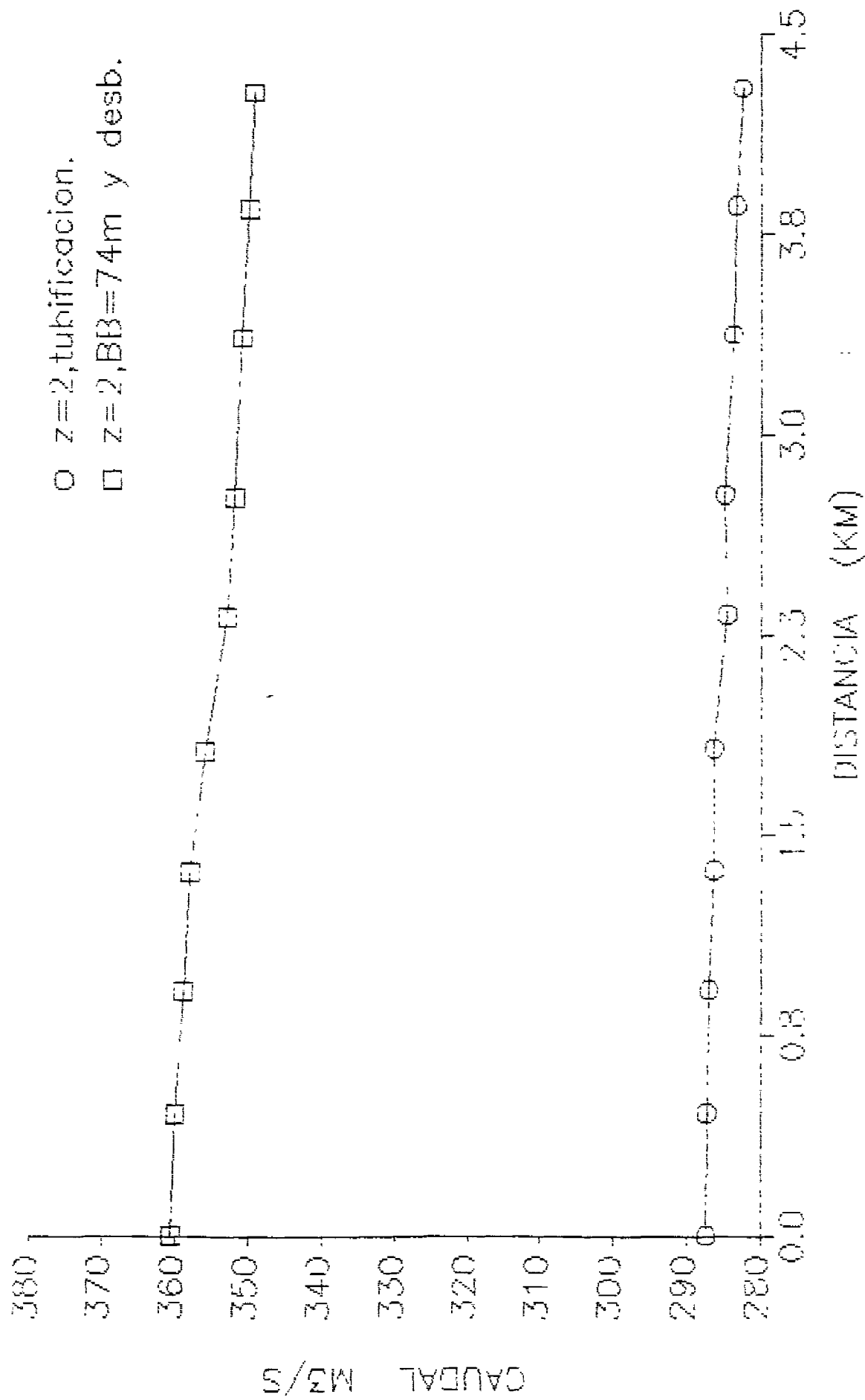
TORRENTE # 1
TIEMPO DE FALLO 2H
FALLO POR DESBORDAMIENTO

**MINIMOS TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO
PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES**

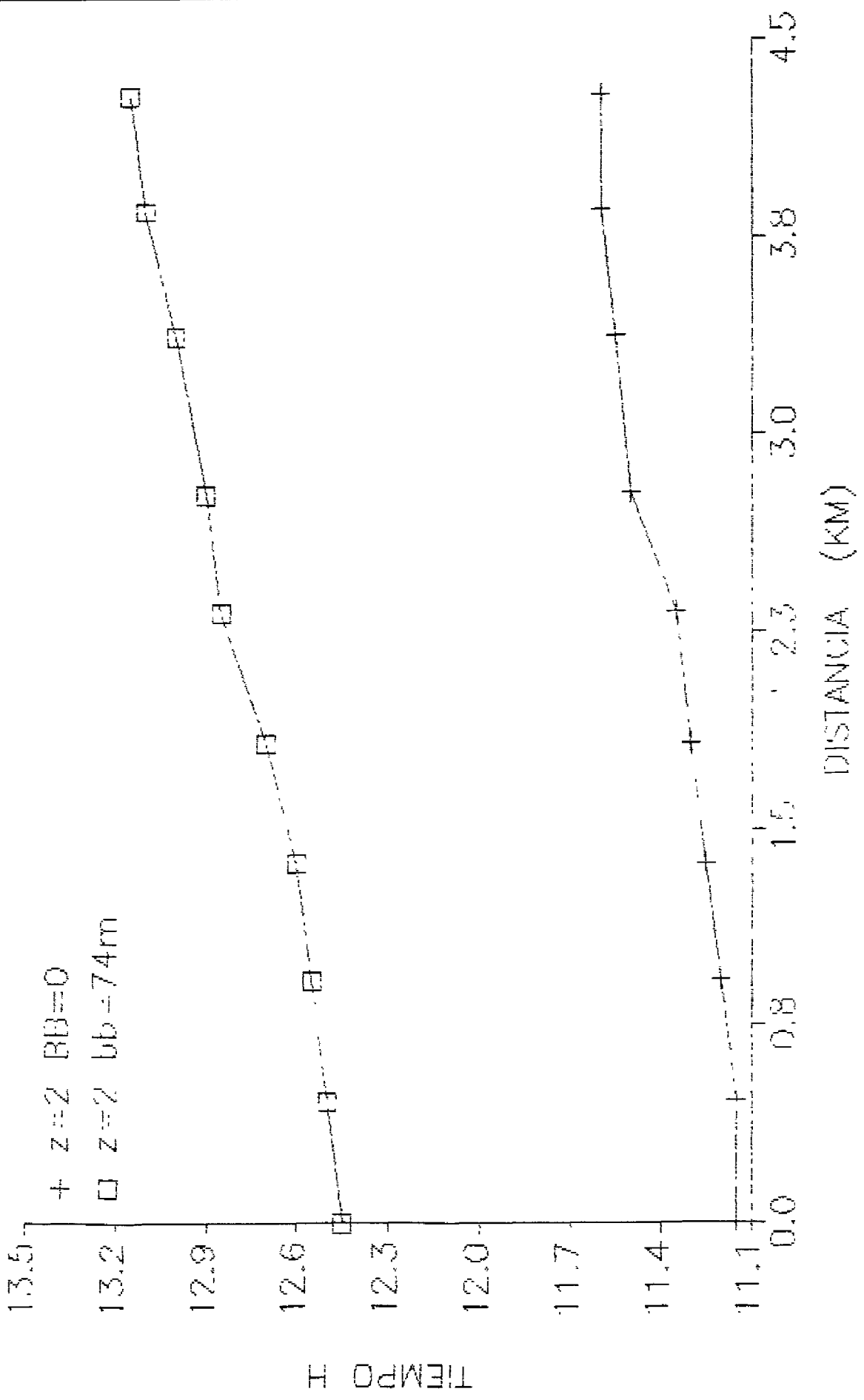


TORRENTE # 1
FALLA POR TUBIFICACION
TIEMPO DE FALLA: 2H

MAXIMOS TIEMPOS AGUAS ABAJO PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES

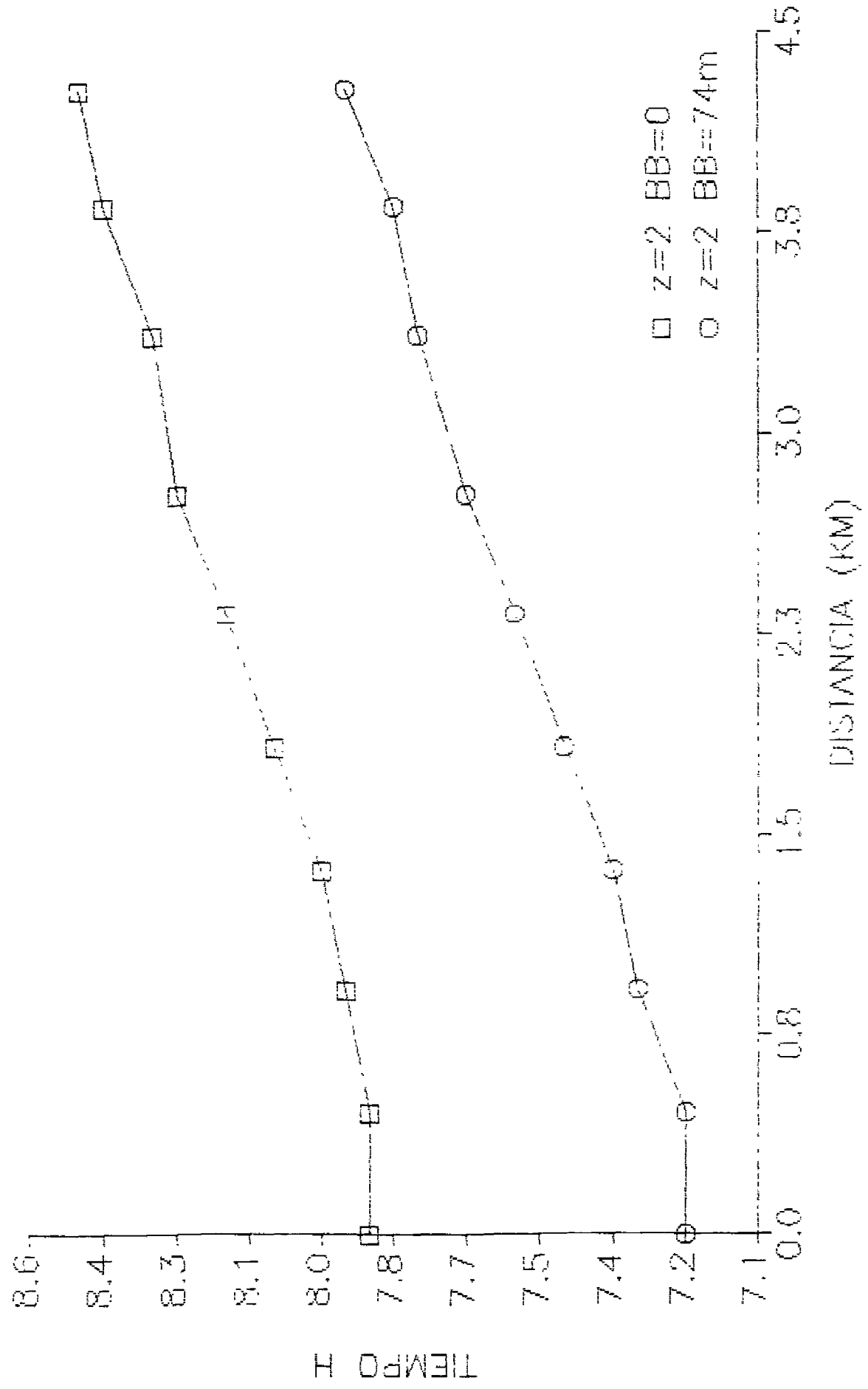


**MINIMOS TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO
PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES**



TORRENTE # 2
TIEMPO DE FALLAZA
FALLA POR FUERTIFICACION

MINIMOS TIEMPOS DE ELEVACIONES PICO PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES

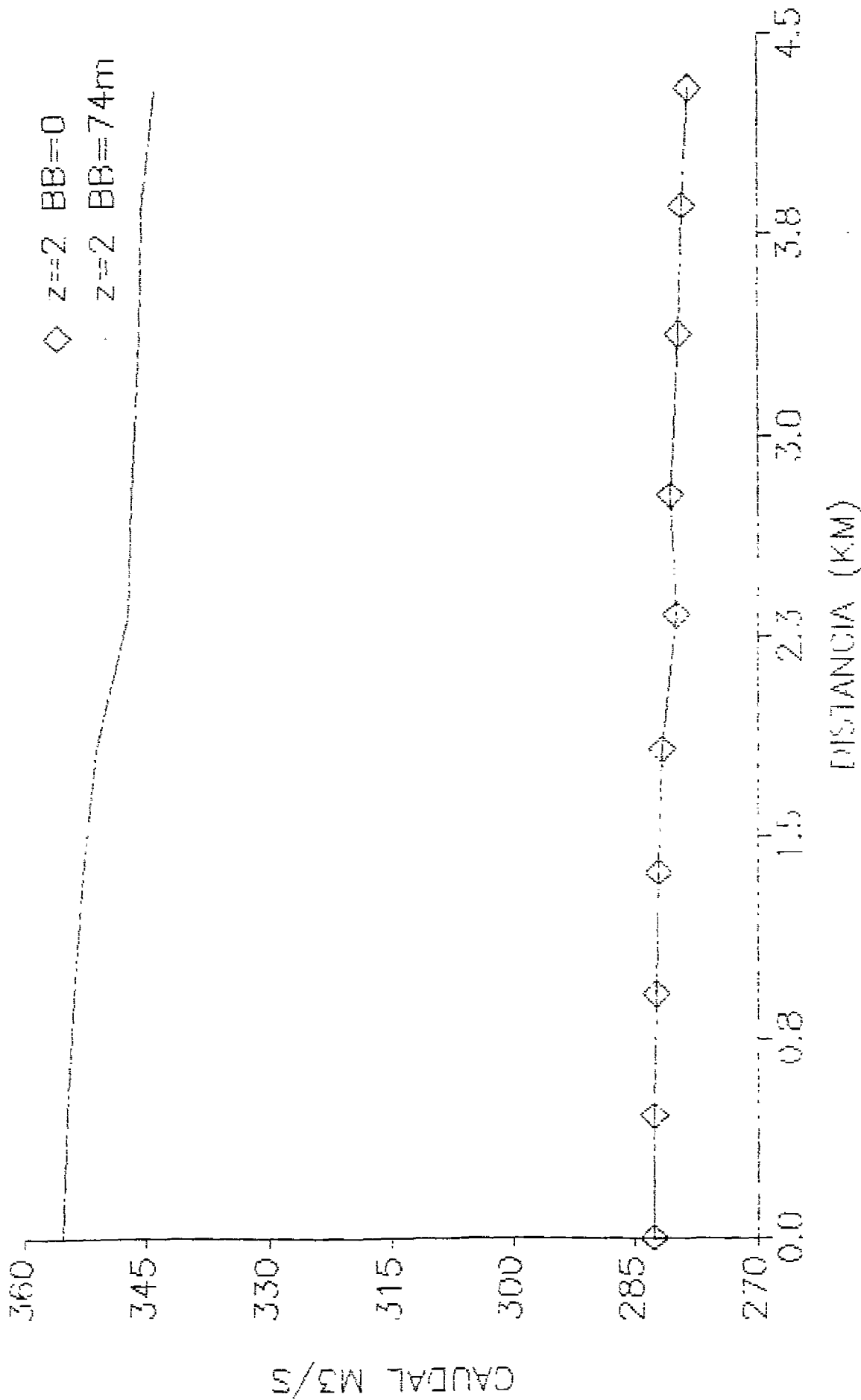


TUBERIA # 3
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR TUBIFICACION

MAXIMOS CAUDALES AGUAS ABAJO PARA LAS DIFERENTES CONDICIONES

◇ z=2 BB=0

○ z=2 BB=74m



TORMENTA # 3
TIEMPO DE FALLA: 2H
FALLA POR TUBIFICACION