

ESTACION	LATITUD SUR	dias/año	mm/día	PARA T = 1000 AÑOS			PARA T = 500 AÑOS			PARA T = 100 AÑOS		
				LN	G	FI	LN	G	FI	LN	G	FI
EMB. LAUTARO	27.97	1.0	22.4	375.8	80.6	114.9	291.9	73.4	103.8	153.3	56.9	77.9
JTA. DEL CARMEN	28.75	1.6	23.4	270.9	104.6	127.9	223.9	95.8	116.3	137.5	75.1	89.3
RIVADAVIA	29.97	3.1	22.9	183.5	116.6	136.1	159.7	107.2	124.7	112.6	85.3	98.2
EMB. PALOMA	30.68	4.3	25.8	308.0	159.0	159.4	266.8	146.1	146.5	178.7	115.9	116.7
SAN AGUSTIN	31.72	7.8	25.8	226.0	171.4	170.4	201.0	158.0	157.6	149.6	126.8	127.8
SAN FELIPE	32.75	7.0	21.8	176.6	131.8	142.3	157.0	121.6	131.4	116.7	97.6	106.3
SANTIAGO	33.43	10.8	22.1	172.3	148.4	151.1	155.9	137.2	140.1	121.2	111.2	114.6
CONVENTO VIEJO	34.77	23.8	26.7	156.6	175.6	197.8	148.2	164.5	184.5	128.8	138.7	153.7
PARRAL	36.18	31.1	25.7	193.3	196.5	195.3	180.4	183.4	182.5	151.5	152.7	152.8
MULCHEN	37.72	41.9	23.5	206.0	198.3	183.6	191.6	185.1	171.9	159.8	154.3	144.7
LAUTARO	38.52	49.1	20.6	120.7	131.1	163.3	114.5	123.2	153.0	100.2	104.5	123.2
LAGO RANCO	40.32	69.2	21.6	156.5	162.2	176.5	148.1	152.5	165.8	128.8	139.6	140.8

CALCULO DE PALEOCRECIDAS EN EL RIO LIMARI

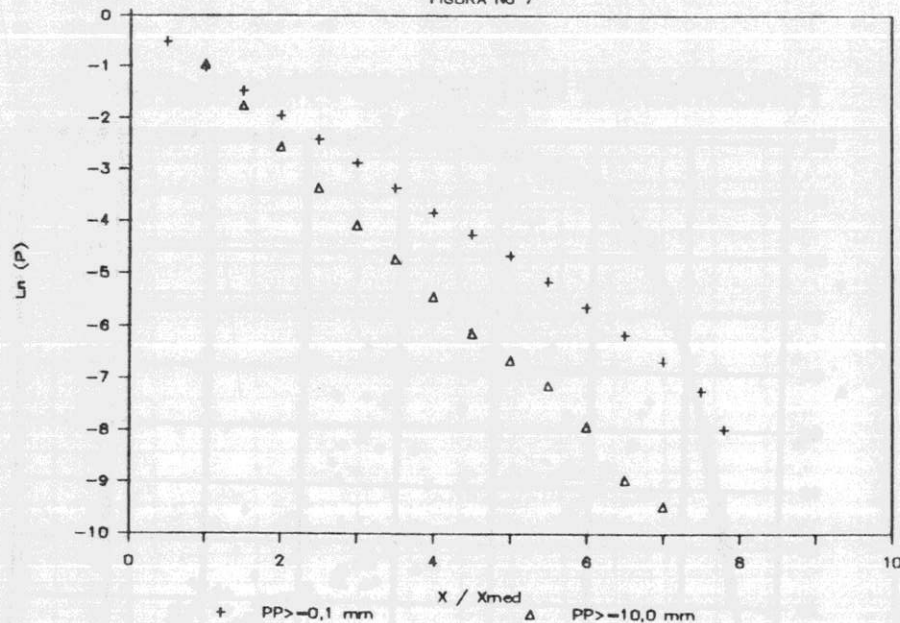
ERNESTO BROWN F. ¹

XIMENA VARGAS M. ²

ODDO CID C. ³

FUNCIONES INTRINSECA DE FRECUENCIAS

FIGURA No 7



RESUMEN

Se presenta en este trabajo la metodología de cálculo de crecidas empleada en el río Limarí en el sector de confluencia del Estero Punitaquí (cruce con la Carretera Panamericana), con el objeto de cuantificar caudales máximos asociados a eventos antiguos. Para estos se pudo determinar niveles alcanzados por el agua sobre la base de un estudio geológico detallado de los estratos sedimentológicos existentes en el tramo.

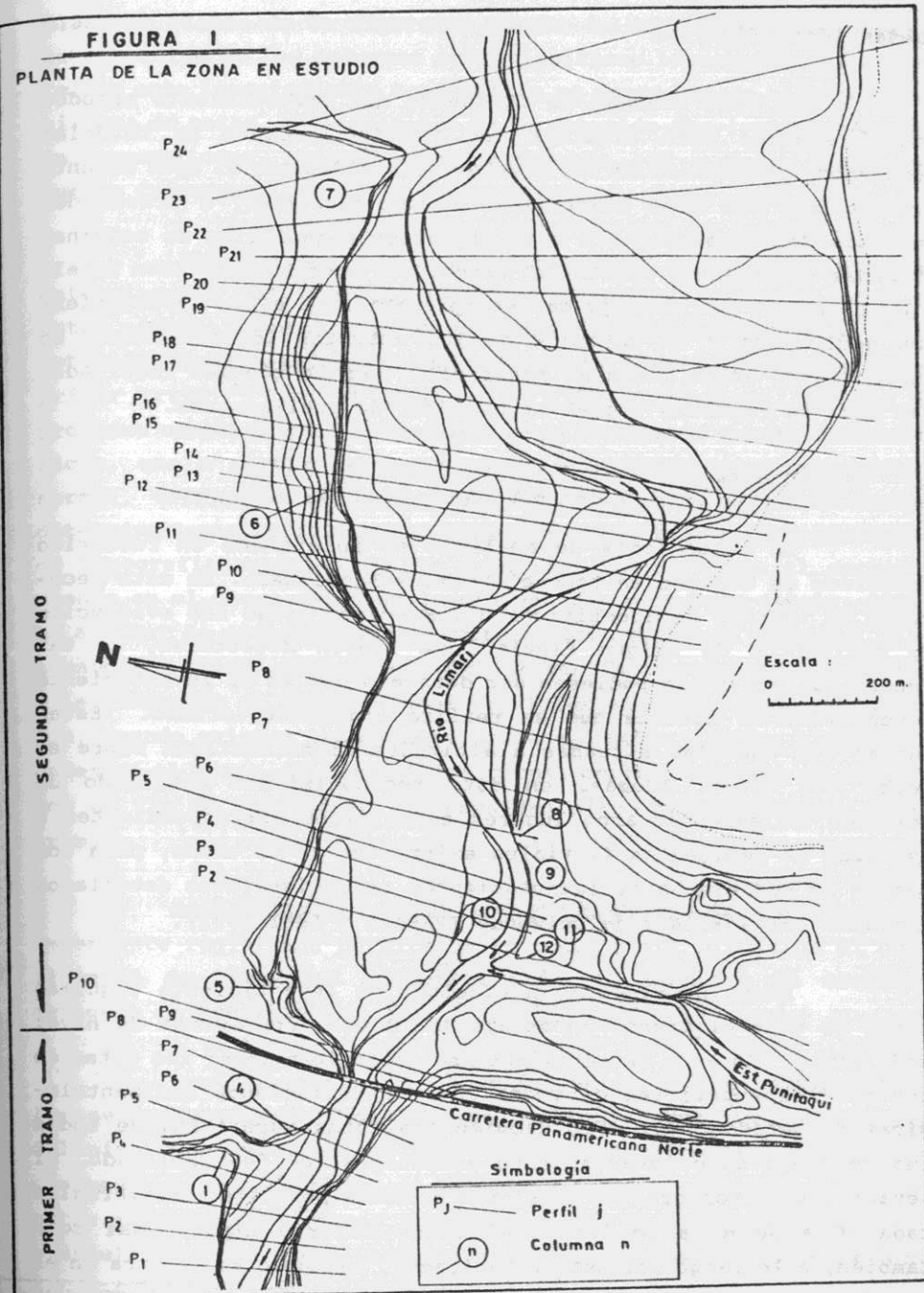
- 1 Ingeniero Civil. Profesor Titular. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.
- 2 Ingeniero Civil. Profesor Asociado. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.
- 3 Ayudante de Investigación. Egresado de Ingeniería Civil. Universidad de Chile.

1. INTRODUCCION

El trabajo de prospección de evidencias de crecidas antiguas en el Norte Chico de Chile, permitió detectar varias zonas con manifestaciones muy concretas (Brown y Varela, 1990, 1991). De estas zonas, se eligió una para ser estudiada en detalle, con el objetivo de intentar cuantificar caudales máximos y datar los eventos correspondientes. La zona elegida fue el tramo del río Limarí que comprende la confluencia del Estero Punitaqui, en el sector del cruce de la carretera Panamericana Norte. En dicho sector, el Valle del río Limarí presenta un estrechamiento, justamente en la zona de ubicación del Puente Carretero, formado por la existencia de un cuerpo intrusivo plutónico de edad jurásica compuesto por rocas graníticas a granodioríticas, a través del cual el curso del río Limarí ha labrado su recorrido en el tramo final hasta la desembocadura. Aguas arriba de este estrechamiento se produce la confluencia del Estero Punitaqui por la ribera izquierda del río Limarí, y se amplía sustancialmente el valle del río Limarí, así como también el propio valle del Estero Punitaqui (ver figura 1).

En la zona de aguas arriba del estrechamiento, especialmente, se encuentra una serie de terrazas a ambos lados del río Limarí, y también del Estero Punitaqui, formadas por depósitos de sedimentos fluviales finos, cuya descripción se presenta en el trabajo de Varela y Leal en este mismo Congreso. Las zonas de depósitos de sedimentos finos pueden asociarse a la disminución de la velocidad del escurrimiento, y ampliación de la zona de inundación que ocurre aguas arriba del estrechamiento que da origen a la evacuación del caudal en crecidas.

Considerando que el periodo de interés del estudio se concentra en el Holoceno, puede aceptarse también que la zona de estrechamiento descrita puede haber permanecido sensiblemente inalterada desde el punto de vista geométrico, por lo que podrían intentarse cuantificaciones de caudales máximos sobre la base de los niveles alcanzados por el agua durante eventos antiguos que



puedan identificarse.

En este trabajo se da cuenta del procedimiento metodológico seguido para efectuar las cuantificaciones de caudales señalados, apoyándose en los niveles alcanzados por el agua durante eventos que han sido identificados como uno sólo, a través del análisis del levantamiento estratigráfico y geológico de columnas ubicadas en diversos sitios del tramo, tal como lo describen Varela y Leal (1991). El trabajo de interpretación de estos levantamientos geológicos y la datación de los estratos identificados, se encuentra en etapa plena de desarrollo, por lo que los resultados que aquí se reportan tienen el carácter de preliminares.

2. METODOLOGIA

La metodología de análisis se inició con un recorrido detallado de terreno en todo el tramo seleccionado. En este recorrido de terreno se identificaron y marcaron todas las evidencias de sedimentos de origen fluvial que fueron detectadas, de tal manera que sus cotas pudiesen ser determinadas en el levantamiento topográfico de detalle que se realizó con posterioridad. Estas marcas son aquellas situadas a altitudes significativas sobre el lecho del cauce. Además, en este reconocimiento detallado de terreno, se seleccionaron lugares específicos correspondientes a terrazas de sedimentos fluviales existentes en el tramo, para los cuales se pudiese hacer levantamientos estratigráficos detallados a través del análisis de columnas (Varela y Leal 1991).

Luego se procedió a efectuar un levantamiento taquimétrico de todo el tramo, en escala 1 : 1.000, con curvas de nivel cada metro. En este levantamiento se procedió a tomar las cotas de los niveles superiores de todas las manifestaciones sedimentológicas detectadas, así como también las cotas superiores de todas las columnas cuyo levantamiento estratigráfico fue realizado. El levantamiento topográfico consistió en tomar perfiles transversales cada 30 a 50 m. a lo largo del cauce del río Limarí, así como también, a lo largo del Estero Punitaqui, tal como se muestra en el

plano de planta de la figura 1. Además en esta figura, se muestra la ubicación de las columnas estratigráficas levantadas. Finalmente, en este levantamiento topográfico se aprovechó de relacionar al sistema de cotas, el limnómetro de la estación fluviométrica Limarí en Panamericana, ubicada aproximadamente 100 m aguas abajo del puente Carretero.

El análisis hidráulico comprende en primer lugar la determinación del coeficiente de rugosidad de Manning, n . Para estos efectos se usó datos de crecidas recientes registradas en la estación fluviométrica, calculándose los ejes hidráulicos en el primer tramo. Para el cálculo de ejes hidráulicos, se usó un programa computacional disponible en el Centro de Recursos Hidráulicos, que a partir de una condición de borde conocida (altura normal, crítica u otra) en una sección determinada del cauce, determina las alturas de escurrimiento en el resto de las secciones de topografía conocida. Dicho programa considera que el escurrimiento en el cauce es gradualmente variado y se basa (Ayala, 1984) en aplicar la ecuación de la energía en un tramo de longitud Δx , tomando en cuenta que en cada sección cambia la pendiente, la forma y la dimensión de ellas, además de variar el coeficiente de Coriolis; cuando existen expansiones bruscas, curvas u otras singularidades en el tramo, la pérdida friccional correspondiente se aumenta con el fin de considerar las pérdidas singulares presentes en el tramo.

Adicionalmente, la existencia de trazas de alguna crecida importante registrada permite estimar con mayor precisión el coeficiente de rugosidad apropiado para el análisis de crecidas antiguas de importancia.

Para el análisis de crecidas antiguas, se considera que los sedimentos depositados en las riberas, constituyen una marca del nivel máximo alcanzado por las aguas durante una crecida. En consecuencia el análisis de la correlación geológica existente entre estratos de columnas, en conjunto con el análisis de los ejes hidráulicos en el cauce, bajo la hipótesis de que éste no cambia su

forma en el tiempo, permite inferir los caudales correspondientes a dichas crecidas.

3. APLICACION

A base de la información topográfica disponible (ver secciones típicas en figura 2) se calcularon en el primer tramo los ejes hidráulicos para distintas combinaciones de caudal y coeficiente de rugosidad, obteniéndose que de acuerdo a las curvas de descarga disponibles en la estación fluviométrica el valor de n debía ser del orden de 0,05. Dicho valor, fue confirmado al ajustar las marcas de crecidas reportadas por Edwards (1985) correspondientes a la crecida ocurrida en julio de 1984, las que se ajustan con este valor de n para un caudal de 2.000 m³/s tal como se observa en la figura 3; el caudal resulta algo inferior al estimado por Edwards y por consiguiente modifica la curva de descarga correspondiente.

Otras marcas de crecidas existentes en las laderas del primer sector y que no cuentan con datación, indican que caudales de 1.200 y 3.600 m³/s han escurrido por el cauce, tal como se muestra en la figura 4.

Considerando que en el segundo sector (aguas arriba de la confluencia con el Estero Punitaqui) el cauce presentaría el mismo coeficiente de rugosidad, se calcularon los ejes hidráulicos en el tramo completo para caudales comprendidos entre 800 y 3.600 m³/s, algunos de los cuales se muestran a modo de ejemplo en la figura 5.

A base de la información estratigráfica de algunas de las columnas cuya ubicación se muestra en la figura 1, en que Varela y Leal (1991) establecen que existe correlación desde el punto de vista geológico, se concluye que desde el punto de vista hidráulico sólo se confirman las correlaciones entre los sedimentos de las columnas 8 y 11 del estrato 3 de ambas y entre los correspondiente a los estratos 11 y 12 de esas columnas, respectivamente. Los caudales asociados a estos eventos se estimaron del orden de 2.700

y 800 m³/s respectivamente, según se deduce de la esquematización de los ejes hidráulicos que se observa en la figura 6.

4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados aquí presentados deben considerarse de carácter preliminar pues aún no se ha terminado el proceso de dataciones que se considera fundamental para la verificación de las correlaciones. Se constata sin embargo que la metodología presentada permite llegar a estimaciones sobre magnitudes de crecidas antiguas, destacándose que estos valores estimados no alcanzan a duplicar los valores de crecidas ocurridas en el periodo en que existen registros.

Es conveniente mencionar que la metodología presentada difiere de la citada en la bibliografía (Kocher et al, 1982 y Runzi y Banghan, 1987) en la forma de estimación de caudales, los que en general se obtienen considerando escurrimiento normal en la sección donde existen evidencias de depósitos.

Finalmente, cabe hacer notar que se encuentra en etapa de estudio, la forma apropiada de incorporar esta información al análisis de frecuencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ayala L. 1984 "Hidráulica del Transporte de Sedimentos" Centro de Recursos Hidráulicos. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Chile CRH 84-4-D.
- Brown E. y J. Varela. 1990 "Prospección de Evidencias de Crecidas Holocénicas en la Zona Semiárida de Chile" XIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Montevideo, Uruguay. Vol 2. pp. 747-756
- Brown E. y J. Varela. 1991 "Prospección de Evidencias de Crecidas Antiguas en Valles de la III y IV Región de Chile" X Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica. Valparaíso, Chile.
- Edwards Ing. Consultores. 1985 "Determinación de la última crecida máxima pluvial de algunos ríos de las III, IV y V Regiones y Región

Metropolitana".

Kocher R. C., Baker V. R. y P. C. Patton 1982 "Paleohydrology of Southwestern Texas" Water Resources Research. Vol 18 N°4. pp 1165-1183.

Runzi X. e Y. Banghan. 1987 "Estimating Rare Floods by Geomorphological Methods" Journal of Hydrology, 96. pp 117-124.

Varela J. y J. Leal. 1991 "Estudios Geológicos del área Salada - Oruro (Provincia de Ovalle, IV Región) en relación al estudio de crecidas extremas holocénicas" X Congreso Nacional de Ingeniería Hidráulica. Valparaíso, Chile.

RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su reconocimiento al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico por el financiamiento proporcionado a través del proyecto FONDECYT 1010-89.

FIG. 2: SECCIONES TÍPICAS LIMARI EN PANAMERICANA

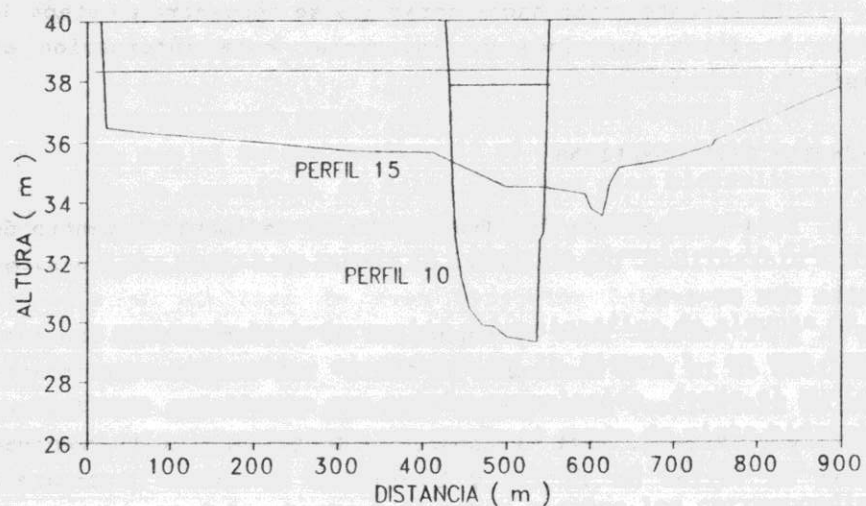


FIG.3: EJE HIDRAULICO CRECIDA 84
CAUDAL = 2000 m³/s y n = .05

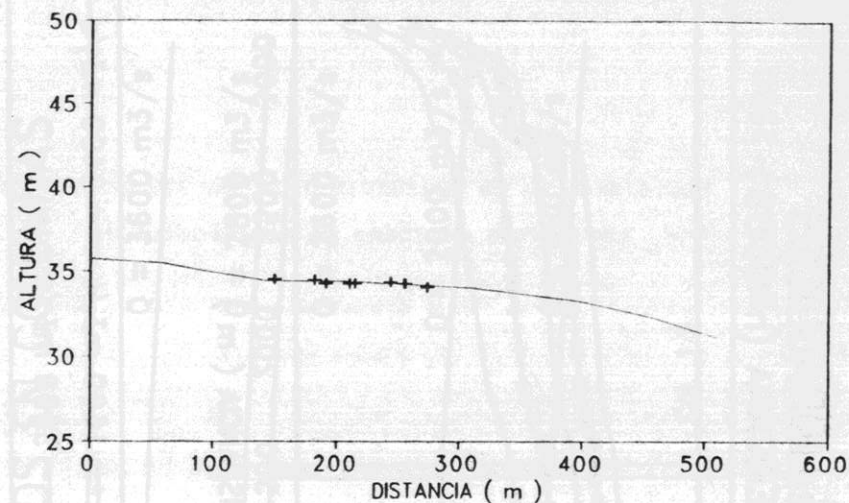


FIG. 4: MARCAS DE CRECIDAS
RIO LIMARI-1er SECTOR

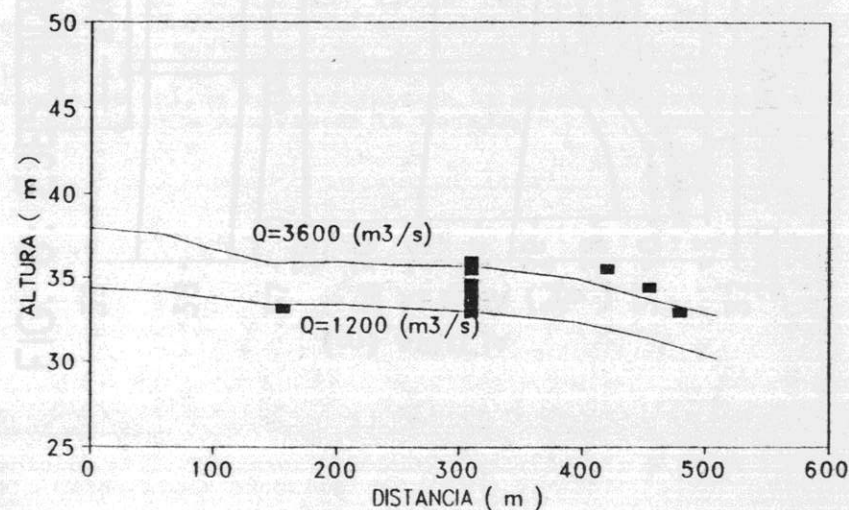


FIG. 5: EJES HIDRAULICOS
LIMARI EN PANAMERICANA (n=0,05)

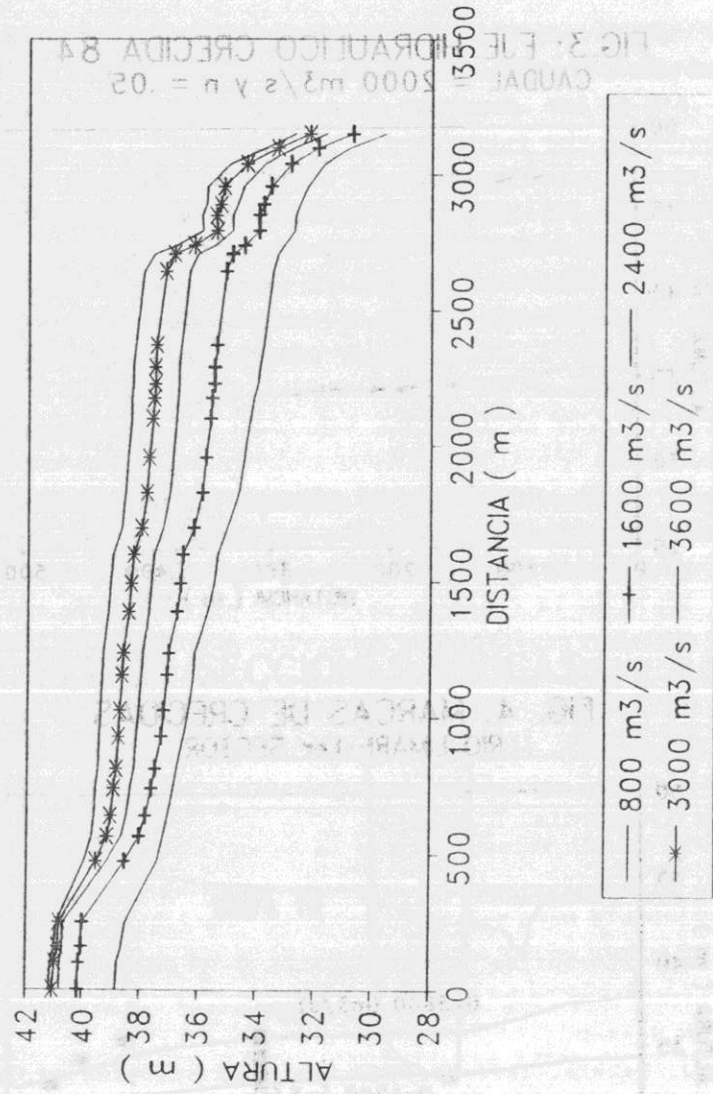


FIG. 6: EJES HIDRAULICOS EN COLUMNAS

