

AJUSTE DE UNA PLANILLA PARA DISEÑO DE REDES DE RIEGO ENTUBADAS Y PRESURIZADAS POR GRAVEDAD

Jorge A. Amorena⁽¹⁾; Santa E. Salatino⁽²⁾ y Rafael E. Caeiro⁽¹⁾

⁽¹⁾ EEA INTA Catamarca, ⁽²⁾ INA CRA Mendoza

Ruta 33 km 4,5 – Sumalao, Catamarca. Te: 03833-441323. Ce: jamorena@correo.inta.gov.ar

RESUMEN

En el año 1996, se iniciaron en el INTA Catamarca, acciones sostenidas tendientes a mejorar la eficiencia del uso del agua en los sistemas tradicionales de riego con conducción por canales y aplicación superficial.

Los valores normales de eficiencia se encuentran en el 25%, atribuible por partes iguales a la eficiencia externa e interna. El enfoque inicial se orientó hacia la eficiencia interna en fincas de zonas serranas, donde especialmente la desuniformidad de distribución provoca severas pérdidas de agua y de rendimientos. La causa principal de ello es la irregularidad topográfica. Sin embargo, lo que constituye el principal problema para el riego por superficie, se transforma en una gran ventaja para el desarrollo de los riegos presurizados.

Aprovechando esa ventaja, se instalaron módulos de riego localizado en tres fincas de sendas localidades del departamento Pomán, Catamarca, donde gracias a los desniveles del terreno, se presurizaron por gravedad. Al poco tiempo afloraron factores externos, ajenos al productor, que condicionaban los resultados de la aplicación de tecnología de riego en la finca.

Por ello se decidió abordar el problema desde afuera de la finca mediante la instalación de una red de distribución de agua para riego, entubada y presurizada por gravedad en una de las tres localidades, Retiro de Colana.

A los fines del diseño de esta red, se relevó la información básica necesaria: Planialtimétrica, Uso del suelo y del agua y Climática. La red se inauguró en el año 2002 y desde entonces se realizan mediciones de caudales y presiones a fin de comprobar el ajuste de las previsiones de diseño. Esas mediciones y la metodología del diseño se presentan en este trabajo, en el que se muestra que los valores previstos no varían significativamente de los medidos.

Los sistemas de distribución de agua modernizados, conducidos por tuberías se implementarán inexorablemente en los pequeños distritos de riego tradicionales de la región, en la medida que se valore el derroche del recurso que en la actualidad se registra.

La metodología desarrollada, integra los componentes hidráulicos y agronómicos, permite el diseño, la evaluación de un sistema instalado y la administración de la operación de esta redes.

Palabras clave: Riego; Presión gravimétrica; Tuberías; Calibración

INTRODUCCIÓN

En el año 1997 se inició en el subdistrito Retiro de Colana, departamento Pomán, provincia de Catamarca, la instalación de una red de tuberías para distribución de agua de riego.

Retiro de Colana, junto con Rosario de Colana conforman un distrito de riego ubicado a 10 km al norte de la Villa de Pomán, cabecera del departamento. Separada de Rosario por el río Colana, aprovechan el agua de ese río que proviene de vertientes de la ladera occidental de la Sierra de Ambato o Manchao.

La superficie total del subdistrito Retiro es de unas 220 ha pero solo se riegan 120 ha, mayoritariamente ocupadas con quintas nogaleras.

La distribución tradicional del agua es por medio de canales revestidos y acequias de tierra, el turno es cada 22 días y algunas horas, la duración es de alrededor de 2,5 horas por ha y los caudales disponibles son variables, desde unos 130 l/s después de las lluvias, en otoño hasta un mínimo de 45 l/s a fines de primavera. Si bien Rosario cultiva la misma superficie que Retiro, aquel se lleva el 66% del turno de riego, quedando para Retiro, solo un tercio del recurso disponible, que representa un caudal continuo promedio de 29,17 litros por segundo, con un máximo de 43,3 l/seg y un mínimo de 15 l/seg.

La disponibilidad de riego promedio es de 0,243 l/seg.ha, con un mínimo de 0,125 l/seg.ha en noviembre-diciembre y un máximo de 0,36 l/seg.ha después de las lluvias de verano.

La necesidad neta de riego para las 120 ha de plantaciones en los meses críticos es de 5 mm por día, que representa una demanda continua de 0,58 l/seg.ha.

La eficiencia del uso del agua global es de 25 %, con pérdidas internas y externas de magnitudes equivalentes. En el estiaje la eficiencia de aplicación mejora porque los regantes atienden mejor el escaso recurso disponible, no tanto la de distribución, que por falta de sistematización sigue siendo muy desuniforme.

La red de tuberías, presurizada a partir de los niveles del terreno, que se inauguró en el año 2002 tubo como principal objetivo el incremento de la eficiencia de conducción externa y la oportunidad de conectar sistemas de riego presurizados en las fincas, sin costo energético.

El diseño inicial se elaboró línea por línea, a partir de simples planillas de cálculo, donde se consideraban parámetros hidráulicos y agronómicos.

En la medida que la red se completó, más ardua resultaba la tarea de recalcularla bajo diferentes condiciones operativas supuestas, consecuentemente las planillas para el diseño se tornaron más complejas a los fines de resolver todo el rediseño ante la modificación de algunas variables.

Como resultado se llegó a que esta metodología considera variables topográficas, hidráulicas y agronómicas, aplicable a situaciones generalizadas en la provincia de Catamarca y la región, que produce como resultado los caudales, longitudes, diámetros, espesor de pared, presiones estáticas y dinámicas, pérdidas de carga y otra información que se requería para el desarrollo en marcha.

La metodología fue de utilidad para el diseño de la red, luego se evaluó el funcionamiento y en la actualidad es aplicable como herramienta de administración.

Para evaluar el ajuste del diseño hidráulico, desde la puesta en marcha de la red, se efectúan mediciones de caudal y presiones, las que se analizan en el presente trabajo.

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es evaluar el ajuste de una metodología de diseño y evaluación de redes de riego entubadas y presurizadas por gravedad en pequeños sistemas de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pautas de diseño de la red que se establecieron a priori, fueron:

- Aprovechar los desniveles del terreno como fuerza motriz;
- Hacer entrega del agua a una distancia máxima de 200 metros de cualquier toma de finca;
- No superar los 5 kg/cm^2 de presión en la red;
- Hacer entrega del agua a una presión mínima de 1 kg/cm^2 , requisito mínimo para el accionamiento de riego por goteo;
- Reformular el turnado tradicional de alto caudal, baja frecuencia y duración hacia uno de mayor frecuencia, bajo caudal y prolongada duración;
- Tender hacia un sistema de turnado a la demanda, al menos para los usuarios de riego por goteo.

Para el diseño inicial se contó con la siguiente información:

- Relevamiento planialtimétrico del subdistrito,
- Planchetas planimétricas con red de riego, caminos y parcelamiento,
- Relevamiento aerofotográfico del subdistrito,
- Información sobre uso del suelo, planimetría de parcelas, propietarios, superficie cultivada y cultivos implantados,
- Información sobre el uso del agua: caudales, turnado, intervalo entre riegos, necesidad de riego de los cultivos, eficiencia de uso del agua.
- Información climática de localidades vecinas.

Se volcó la información disponible a planillas de cálculo a partir de las cuales se calculó:

- Superficie a regar por sección,
- Caudal por sección,
- Caudal por tramo de red,
- Ubicación de cámaras reguladoras de presión,

- Longitud de ramales,
- Diámetro de tuberías,
- Presión nominal de tuberías,
- Espesor de tuberías,
- Pérdidas de carga,
- Presión disponible en cualquier punto de la red, estática o dinámica.

Descripción de la red

La red parte de un estanque de 800.000 litros de capacidad, ubicado en la zona alta de la localidad donde los regantes conectados al sistema vuelcan el volumen correspondiente a su turno, cada 22 días.

Consta de una línea principal de la que parten 4 secundarias, una de las cuales tiene un ramal terciario. El diámetro de las tuberías es variable, desde 140 a 50 mm, de polietileno de alta densidad, presión nominal 6 k/cm², conectadas por termofusión. Las figuras 1, 2 y 3 ilustran el trazado de la red de tuberías, el parcelamiento, el área que alcanza la red y en la Tabla 1 se presentan las características de cada tramo. La numeración dada a cada tramo, por razones metodológicas, es coincidente con la denominación del sector regado.

A lo largo de la red se instalaron varias cámaras de descompresión a cielo abierto, figura 1, a fin de evitar una sobrepresión mayor a 5 k/cm² en la tubería. Aguas abajo de estas cámaras la presión disponible se recupera, desde cero, inmediatamente abajo, hasta casi 5 k/cm² al llegar a la siguiente.

Las propiedades que se encuentran inmediatamente aguas abajo de las cámaras, donde la presión disponible es menor a 1 k/cm², realizan su conexión aguas arriba de la cámara donde la presión es máxima.

La superficie total que puede abastecer la red actualmente instalada, es de alrededor de 50 ha, variable en función de la dotación asignada, siendo necesario conectar ramales, extensiones o ampliaciones de diámetro para abarcar toda la localidad. Por el momento la mayor limitación a la extensión es la dotación de la localidad, mas que la capacidad de la red.

Además de las estructuras mencionadas, se instalaron en la red otros accesorios e instrumental para su correcto funcionamiento y operación, uno de los más importantes lo constituyen las válvulas de aire y vacío. También se instalaron caudalímetros, manómetros y filtros de malla gruesa.

Operación de la red

Básicamente el usuario que se conecta convierte su turno de pocas horas y gran caudal cada 22 días, a un turno permanente de bajo caudal. Las condiciones y limitaciones impuestas son la instalación de un caudalímetro en las conexiones y la disponibilidad de una dotación continua máxima de, en principio, 0,24 l/seg. ha.

En la medida que los usuarios aplican el agua mediante goteo, no es necesario establecer horarios o turnos de uso. Cuando se realizan aplicaciones mediante aspersión, por un lado los caudalímetros son de mayor dimensión y más costosos y el incremento de caudal circulante en la red puede provocar caídas de presión que obligan a establecer turnos.

La red debe operar a la demanda, es decir que en forma permanente esta cargada con agua y además debe estar perfectamente purgada.

Sobre la red instalada se hacen en forma permanente mediciones de presiones y caudales bajo diferentes regímenes de uso, valores que se contrastan con las previsiones de diseño.

Una vez confeccionada la planilla, vinculada con toda la información disponible, se introducen manualmente la superficie o el caudal bajo riego en un determinado momento, la dotación de riego asignada, la presión nominal de la tubería; los desniveles del terreno y/o la pendiente del tramo. Tablas 1 y 2.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El balance hídrico de la localidad es netamente negativo en la temporada seca lo que se agrava si se considera la ineficiencia de uso del agua.

Las figuras presentadas a continuación muestran en forma general como se desarrolla el proceso de evaluación o diseño de la red.

El primer paso fue materializar en la planilla de cálculo la planimetría del subdistrito Retiro (Figura 1), a partir de una planilla cuadrículada, en blanco, de escala 23 x 23 metros.

Sobre el parcelamiento se inscribió la superficie ocupada por nogales, asignándose un número de sección. Cada sección es irrigada por un tramo de red que lleva su misma numeración (Figuras 1 y 3).

Como resultado de ese desarrollo se obtiene una planilla, Tabla 1 resumen de superficie regada por sección.

En la misma Tabla 1 se obtiene una planilla con la longitud de ramales y su diámetro.

En la Tabla 2, vinculada a las anteriores, a partir de:

- Caudal por sección;
- Diámetro del tramo;
- Presión nominal;
- Longitud del tramo;
- Carga inicial;
- Pendiente del tramo;

Se obtiene:

- Espesor de pared de tubería;
- Diámetro interno de tubería;

- Pérdidas de carga en el tramo;
- Carga disponible para el usuario;
- Costos;
- Ubicación y comportamiento de cámaras reguladoras de presión, e información complementaria para la toma de decisiones, el manejo, diseño o evaluación de la red.

Las pérdidas de carga se obtuvieron a partir de la fórmula de Hazen-Williams para tuberías plásticas.

La Tabla 3 y la figura 2, presentan las mediciones realizadas en la red durante su operación, contrastadas con los valores calculados por la planilla de diseño.

Se verifica que en ningún caso las mediciones difieren de las previsiones en valores superiores al 9%, lo que podría representar para una carga máxima de 45 mca un error de 4,05 mca es decir $0,405 \text{ k/cm}^2$.

En la tabla 2, figura 3, se muestra el comportamiento de la red en condiciones de demanda hídrica nula.

En la tabla 4, figura 4, se presenta el comportamiento esperado bajo condiciones de demanda total de 15,4 litros por segundo, desde diferentes secciones. Se puede verificar la presión disponible para accionamiento de equipos de riego presurizado en los diferentes tramos de la red.

La figura 5, muestra como se comporta la red, incrementando la dotación, de 0,24 l/seg ha hasta 0,32 l/seg.ha. Surge de esta situación que en algunos tramos la reducción de presión es incompatible con los requisitos de diseño.

A partir del incremento de la demanda, ya sea por incremento de la superficie abarcada o por incremento de la dotación asignada, o por el riego con sistemas de mayor demanda instantánea – como aspersión-, las reducciones de presión en la red no admiten el riego a la demanda.

La modificación del diámetro de ciertos tramos de cañería produce una normalización de las presiones en la red. La figura 6 muestra lo que ocurre al incrementar el diámetro de la tubería correspondiente al tramo 1, de 110 mm a 140 mm.

La metodología desarrollada para evaluación, manejo y diseño de redes de riego entubadas y presurizadas por gravedad cubre las necesidades de los objetivos específicos de este trabajo.

Cuando se iniciaron estos trabajos, año 1997, no se disponía de los recursos informáticos actuales los que empleados adecuadamente permitirán abreviar aún más la formulación, evaluación y manejo de este tipo de sistemas.

Los programas empleados para los Sistemas de Información Geográfica, la digitalización de imágenes, y las facilidades obtenidas a partir de la tecnología Satelital de los Sistemas de Posicionamiento Global con los cuales está trabajando el equipo que interviene es este proyecto, facilitarán la labor y permitirán lograr resultados más ajustados aún.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- García Serrano, J.** (1993). *“La Planificación de la Presurización del Agua de riego a Gran Escala”*. Seminario Nacional de Riego Presurizado. INCyTH, CRA. Mendoza. Argentina.
- Gorosito, S; Carrizo, J y J. Amorena** (1996). *El Riego en la Provincia de Catamarca*. Unidad Integrada UNCa-SDR-INTA Catamarca.
- Pizarro Cabello, F.** (1996). *Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF), goteo, microaspersión, exudación*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España.
- Trueba Coronel, S.** (1996). *Hidráulica*. Cía. Editorial Continental. México.

GRAFICOS Y TABLAS

REFERENCIAS:	
Estanque cabecera de red	○
Caminos	— — — —
Límite de parcela	—
Cámaras descompresoras instaladas	■
Cámaras descompresoras sin instalar	▨
Área abarcada por la red existente	■
Red de tuberías instalada	—
Red de tuberías sin instalar	- - -
Transiciones en la red	○

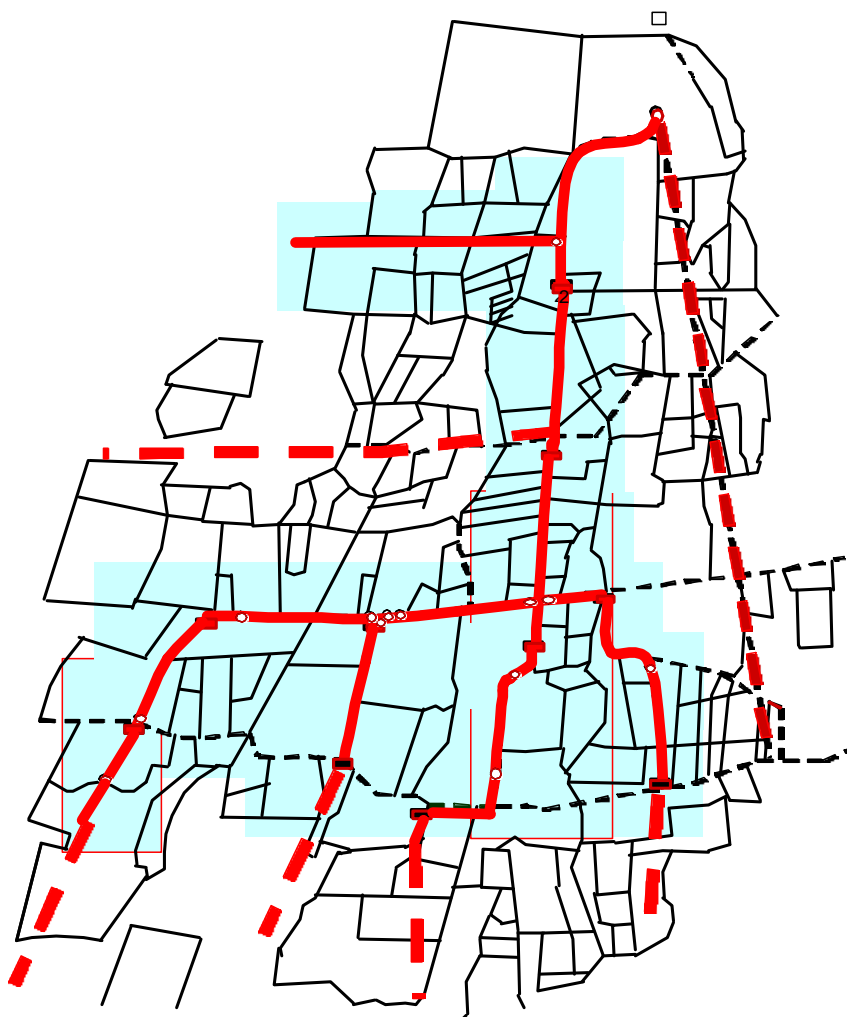


Figura 1: Parcelamiento, Red de tuberías y área abarcada en retiro de Colana.

Tabla 2: Planilla de diseño de la red de riego entubada de Retiro de Colana.

Secc.	Q cond	Diam ex	PN	Esp.	Diam in	Largo	Carga inicial	Pte	Costo Tub.	Monto Tot. Tub	Q teorico	HF total	H rem	Diam. minimo	Pot. requ.	control de PN
	l/s	mm	k/cm2	mm	mm	m	mca	%	\$/m	\$	l/s	mca	mca	mm	HP	
1	0.0	110	6	5.3025	99.7	437	30.6		8.79	3840	191	0.00	30.60	0.0	89.8	-29.4
2	0.0	63	6	3.1081	57.1	644	30.6	3	2.95	1898	80	0.00	49.9	0.0	83.9	-10.08
3	0.0	110	6	5.3025	110.0	92	30.6	12.5	8.79	809	273	0.00	42.1	0.0	123.5	-17.9
4	0.0	110	6	5.3025	99.7	437	44.0		8.79	3840	229	0.00	44.0	0.0	129.1	-16
5	0.0	120	6	5.7694	108.8	368	30.0		10.43	3839	225	0.00	30.0	0.0	96.0	-30
6	0.0	140	6	6.7032	126.9	345	30.0	-0.27	14.14	4880	302	0.00	29.1	0.0	108.5	-30.93
6	0.0	110	6	5.3025	99.7	23	29.1		8.79	202	186	0.00	29.1	0.0	85.3	-30.93
7	0.0	90	6	4.3687	81.6	276	29.1	5	5.92	1634	151	0.00	42.9	0.0	102.9	-17.13
8	0.0	75	6	3.6683	68.0	92	42.9	4	4.14	381	110	0.00	46.5	0.0	93.1	-13.45
9	0.0	75	6	3.6683	68.0	345		9.61	4.14	1429	92	0.00	33.2	0.0	66.3	-26.85
9	0.0	63	6	3.1081	57.1	46	33.2	10	2.95	136	70	0.00	37.8	0.0	63.4	-22.25
10	0.0	63	6	3.1081	57.1	184		9	2.95	542	46	0.00	16.6	0.0	27.8	-43.44
11	0.0	50	6	2.5011	45.3	138	16.6	9	1.88	260	38	0.00	29.0	0.0	38.6	-31.02
12	0.0	90	6	4.3687	81.6	460		10	5.92	2724	157	0.00	46.0	0.0	110.4	-14
13	0.0	110	6	5.3025	99.7	92	30.0	10	8.79	809	216	0.00	39.2	0.0	115.0	-20.8
14	0.0	110	6	5.3025	99.7	115		8	8.79	1011	105	0.00	9.2	0.0	27.0	-50.8
14	0.0	90	6	4.3687	81.6	299	9.2	10	5.92	1771	145	0.00	39.1	0.0	93.8	-20.9
15	0.0	90	6	4.3687	81.6	138	30.0	2	5.92	817	132	0.00	32.8	0.0	78.6	-27.24
16	0.0	90	6	4.3687	81.6	276		10	5.92	1634	122	0.00	27.6	0.0	66.2	-32.4
17	0.0	75	6	3.6683	68.0	345	27.6	10	4.14	1429	127	0.00	62.1	0.0	124.2	2.1
18	0.0	63	6	3.1081	57.1	299	39.1	4	2.95	881	81	0.00	51.1	0.0	85.8	-8.94
19	0.0	63	6	3.1081	57.1	92		8	2.95	271	31	0.00	7.4	0.0	12.4	-52.64

Referencias:

Secc: Sección de riego, coincide con el tramo de ramal.
 Q. cond: caudal que conduce cada tramo de tubería.
 Diam. ex: Diámetro externo de la tubería.
 PN: Presión nominal de la tubería.
 Esp: Espesor de pared de la tubería.
 Diám.in: Diámetro interno de la tubería.
 Largo: Longitud del ramal correspondiente a esa sección.
 Carga inicial: Presión disponible al final del tramo, dada por el desnivel.
 Pte: Pendiente del terreno en el tramo correspondiente.

Costo tub. Costo unitario de la tubería de PEAD correspondiente.
 Monto tot. tub: Monto de la totalidad del tramo correspondiente.
 Q teórico: herramienta auxiliar de diseño.
 Hf total: Pérdida de carga en el tramo.
 H rem: carga disponible al final del tramo.
 Diam. min: herramienta auxiliar de diseño.
 Pot. req.: Potencia ejercida.
 Control de PN: herramienta auxiliar de diseño de cámaras descompresoras.

Nota: las variables a introducir manualmente corresponden a las celdas no sombreadas.

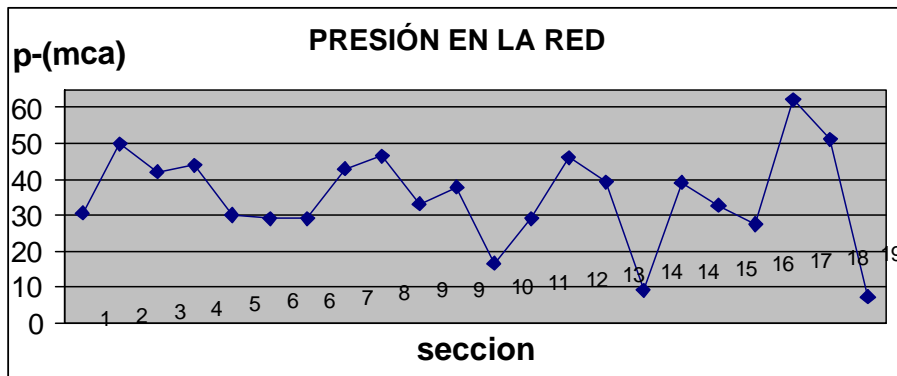


Figura 3: presión en la red con demanda hídrica nula.

Tabla 3 : Valores de presión medidos y calculados.

Caudal	Medida	Calculada	Error
l/seg	mca	mca	%
15.5	22	23.5	-6.4
15.5	22.1	23.5	-6.0
4	27.5	28.8	-4.5
15.5	27.5	27.5	0.0
15.5	30	27.5	9.1
2.62	30.8	32.2	-4.3
9.14	32.3	35.1	-8.0
2.74	33	33.3	-0.9
1.49	36	36.3	-0.8
1.1	37	36.9	0.3
0	37.8	37.8	0.0
2.17	38	41.6	-8.7
3.45	38.1	40.9	-6.8
5.17	39.8	39.7	0.3
2.62	39.8	41.4	-3.9
2.81	40	41.3	-3.1
2.17	40	43.6	-8.3
0	42	42.1	-0.2
0	42	42.1	-0.2
0	42.1	42.1	0.0
0	42.1	42.1	0.0
0	42.5	42.1	1.0
1.5	43.8	43.8	0.0
0	44	46.5	-5.4
0	44	44	0.0
0	44	44	0.0
0	44.1	44	0.2
0	44.3	44	0.7
1.5	44.5	45.6	-2.4
0	45.5	44	3.4
0	46	46.5	-1.1
0	46.5	46.5	0.0
1.1	47	46	2.2
0	49	46.5	5.4
Promedio	38.97	39.49	-1.43

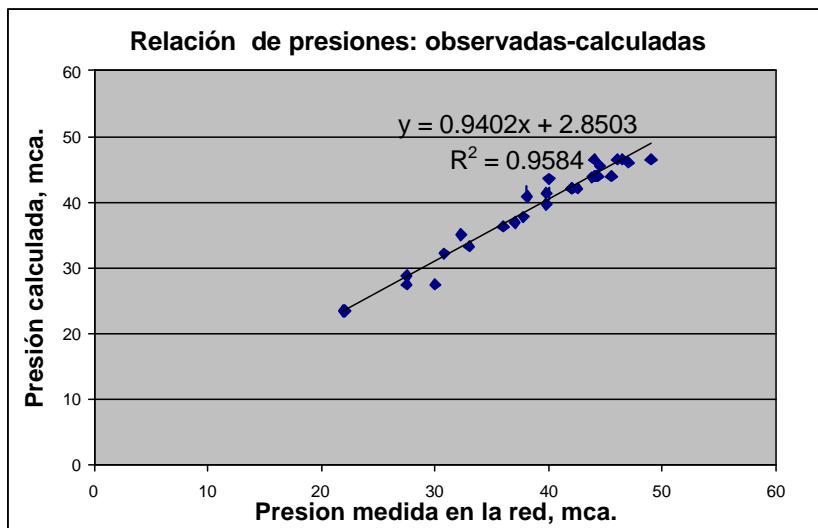


Figura 2: Presiones estimadas y medidas en diferentes puntos de la red y bajo diferentes condiciones operativas.

Tabla 4: comportamiento de la red con 15,4 l/ seg de demanda.

Secc.	Q cond l/s	Diam ext mm	PN k/cm2	Esp. mm	Diam int mm	Largo m	Carga inicial mca	Pte %	Costo Tub. \$/m	Monto Tot.Tub \$	Q teorico l/s	HF total mca	H rem mca	Diam. minimo mm	Pot. req. HP	control de PN
1	14.4	140	6	6.7032	126.9	437	30.6		14.14	6181	286	4.46	26.14	35.3	114.2	-33.86
2	1.2	63	6	3.1081	57.1	644	26.1	3	2.95	1898	74	3.19	42.3	9.0	76.4	-17.73
3	12.6	110	6	5.3025	110.0	92	26.1	12.5	8.79	809	253	1.47	36.2	30.5	110.4	-23.83
4	12.1	110	6	5.3025	99.7	437	44.0		8.79	3840	200	10.35	33.7	30.3	129.1	-26.35
5	10.7	120	6	5.7694	108.8	368	30.0		10.43	3839	207	4.60	25.4	30.7	96.0	-34.6
6	6.0	140	6	6.7032	126.9	345	25.4	-0.27	14.14	4880	273	0.69	23.8	23.3	91.3	-36.22
6	5.5	110	6	5.3025	99.7	23	23.8		8.79	202	168	0.13	23.7	22.3	69.8	-36.35
7	3.6	90	6	4.3687	81.6	276	23.7	5	5.92	1634	138	1.81	35.6	16.2	89.9	-24.36
8	2.5	75	6	3.6683	68.0	92	35.6	4	4.14	381	100	0.79	38.5	13.5	78.6	-21.47
9	1.7	75	6	3.6683	68.0	345		9.61	4.14	1429	90	1.45	31.7	11.7	66.3	-28.3
9	1.1	63	6	3.1081	57.1	46	31.7	10	2.95	136	68	0.18	36.1	8.8	61.0	-23.88
10	0.6	63	6	3.1081	57.1	184			2.95	542	46	0.28	16.3	8.3	27.8	-43.72
11	0.5	50	6	2.5011	45.3	138	16.3	9	1.88	260	38	0.40	28.3	6.4	38.3	-31.7
12	1.7	90	6	4.3687	81.6	460		10	5.92	2724	156	0.80	45.2	10.7	110.4	-14.8
13	2.2	110	6	5.3025	99.7	92	25.4	10	8.79	809	203	0.10	34.5	12.9	101.5	-25.5
14	1.9	110	6	5.3025	99.7	115		8	8.79	1011	104	0.09	9.1	16.8	27.0	-50.89
14	1.1	90	6	4.3687	81.6	299	9.1	10	5.92	1771	144	0.22	38.8	8.8	93.6	-21.21
15	1.7	90	6	4.3687	81.6	138	25.4	2	5.92	817	122	0.23	27.9	12.0	67.6	-32.07
16	1.4	90	6	4.3687	81.6	276		10	5.92	1634	121	0.30	27.3	10.7	66.2	-32.7
17	1.1	75	6	3.6683	68.0	345	27.3	10	4.14	1429	126	0.58	61.2	7.7	123.6	1.2145
18	1.1	63	6	3.1081	57.1	299	38.8	4	2.95	881	80	1.24	49.5	8.3	85.3	-10.48
19	0.3	63	6	3.1081	57.1	92		8	2.95	271	31	0.04	7.3	7.1	12.4	-52.68

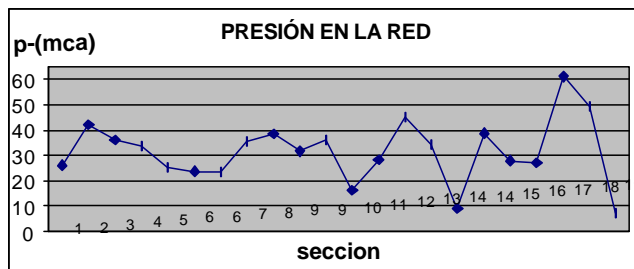


Fig 4: Presión en la red con 15,4 l/ seg de demanda.

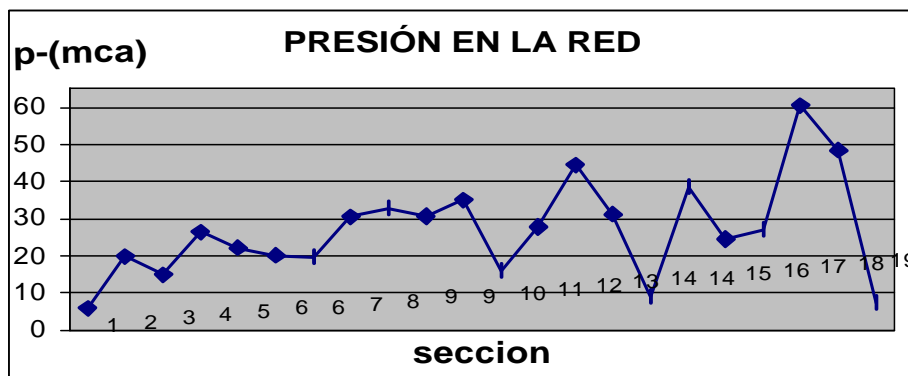


Figura 5: Incremento de la dotación, de 0,24 a 0,32 l/seg.ha

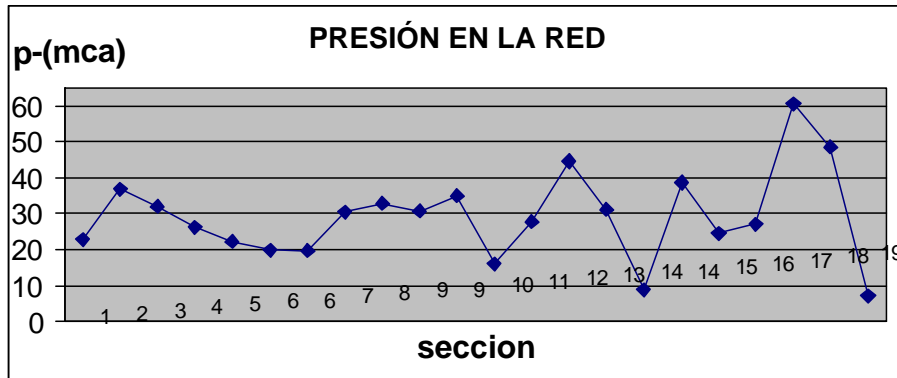


Figura 6: Dotación de 0,32 l/seg.ha e incremento del diámetro de la sección 1, de 110 mm a 140 mm.