

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**ESTUDIO Y EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE EN LOS DISTRITOS DE SAN LUIS
Y ATE ZONA NORTE**

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE :
INGENIERO SANITARIO**

**JORGE LUIS SILVA VALENZUELA
PROMOCION 1988 - II**

**LIMA - PERU
1995**

"ESTUDIO Y EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LOS DISTRITOS DE SAN LUIS Y ATE ZONA NORTE".

INTRODUCCION

El estudio del sistema actual de agua potable, es conveniente para evaluar, si el servicio que se viene prestando es eficiente; saber además, si satisface la demanda en óptimas condiciones de: calidad, cantidad y presiones suficientes a toda la población usuaria involucrada.

Si el suministro de agua potable, no reúne las condiciones necesarias para ser considerado un servicio óptimo, entonces se debe llevar a cabo la aplicación de un estudio de soluciones técnicas para este sistema; con sus respectivos proyectos de ser necesario, luego de haber agotado la solución mediante las diversas actividades de operación y mantenimiento en dichas redes.

Una buena operación de los sistemas de agua potable no tiene sentido, si no se realiza el mantenimiento necesario en dichas redes. El mantenimiento preventivo y correctivo de las partes de las redes debe tener un carácter permanente, sobretodo en las zonas donde se tiene que restringir el servicio por tener fuente insuficiente o por las condiciones desfavorables del terreno.

El mantenimiento de válvulas, grifos contra incendio (GCI), válvulas de aire, cámaras rompe presión, etc., asumen un rol muy importante en la rutina diaria de abastecimiento de agua potable a la población.

INDICE

Introducción.	Pág.
CAPITULO I CARACTERISTICAS GENERALES	03
. Distrito de abastecimiento con sus fuentes de agua	05
. Limite de la zona - Ubicación conjunto que comprende	06
CAPITULO II DETALLES DEL SISTEMA ACTUAL	08
. Fuente de abastecimiento	09
. Derivación de las redes matrices	12
. Horarios de abastecimiento normal ...	13
. Información de agua subterránea	15
. Racionamiento eléctrico	19
. Horarios de abastecimiento con racionamiento eléctrico	20
. Microesquemas de abastecimiento	22
. Láminas de microsistemas	24
. Presión promedio en las redes	24
. Ubicación y características de válvulas que se manipulan permanentemente	42
CAPITULO III EVALUACION DEL SISTEMA Y MANEJO OPERACIONAL	51
. Actividades del sistema operacional..	52
. Operación del sistema de bombeo	53
. Mantenimiento del sistema de bombeo..	54
. Sistema regulación-distribución	57
. Herramientas para regulación-distribución	58
. Mantenimiento de redes de agua	59
. Mantenimiento preventivo y correctivo de válvulas y GCI	61

Materiales empleados	62
. Análisis de costos de mantenimiento preventivo de válvulas y GCI	65
. Herramientas para mantenimiento de válvulas y GCI	67
Rendimiento para regulación-distribución	68
. Modelo de parte diario	71
. Rendimiento para mantenimiento de válvulas y GCI	73
. Modelo de parte diario	75
CAPITULO IV . OPTIMIZACION DEL SERVICIO	76
. Propuesta de estaciones pitométricas	80
. Análisis de costos de estaciones pitométricas	88
. Modelo de caseta	91
. Calidad de agua	94
CAPITULO V . CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
. Propuestas de miniproyectos	97
BIBLIOGRAFIA	110

Agradecimientos . . .

Con mucho cariño a mis padres y hermana, por su permanente apoyo y ejemplo de trabajo, que han servido a este humilde servidor, a ser un hombre de provecho en la sociedad.

Con amor a mi esposa e hijos, que son los que me impulsan, sin importar el tiempo, a seguir superándome y a quienes dedico mi trabajo y esta información, que es fruto de la experiencia como profesional en la carrera de la ingeniería sanitaria.

Con aprecio y admiración a mi profesor , asesor y amigo Guillermo León por su orientación y paciencia, para lograr la culminación del texto, que en el tiempo puede ser de utilidad a las nuevas generaciones, y lograr de la manera más simple, dar a la población servicios de agua apropiados, sin que representen mayores costos.

Con reverencia a Dios, que me dió esta oportunidad.

J.SILVA V.

CAPITULO I

CARACTERISTICAS GENERALES

CARACTERISTICAS GENERALES

El abastecimiento de agua potable en el ámbito de nuestra zona de estudio proviene de dos fuentes : El agua superficial del Río Rímac, que es tratada en la Planta de La Atarjea y distribuida a través del sistema de redes matrices; y del agua subterránea que es extraída mediante el bombeo de pozos tubulares profundos.

A raíz de la configuración del sistema de distribución de agua en esta área de estudio, este sistema, se encuentra dividido en zonas de diferentes fuentes. Esta situación repercute directamente en las presiones de servicio en las redes y los horarios de abastecimiento.

Algunas de estas zonas se interconectan entre sí, por medio de una válvula que generalmente se encuentra cerrada y se usará en caso de una emergencia. Para lograr una distribución equitativa y práctica, en el campo se han determinado los esquemas con la presión real en las redes como se observa en el capítulo II.

A continuación presentamos un resumen de las redes de nuestro estudio con la especificación de la fuente de abastecimiento.

REDES	FUENTE
Distrito de San Luis (Abastecimiento exclusivo de agua superficial)	Planta I-La Atarjea
Distrito de San Borja-Urb.Javier Prado 1º,2º,3º Etapa (Abastecimiento con agua superficial)	Planta II-La Atarjea
Distrito de Ate-Zona Norte Urb. Valdiviezo (agua superficial)	Planta I-La Atarjea + CR-82
Distrito de Ate Zona Norte (Abastecimiento con fuente mixta)	Planta II-La Atarjea + P-426,P-137,P-418 P-396,P-478,P-612.

P : POZO
CR-82 : CAMARA BOUSTER

LIMITE DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las calles y avenidas que limitan nuestra zona de estudio son:

- . Av. Garcilazo de La Vega
- . Av. Abraham Valdelomar
- . Av. El Bosque
- . Av. Nicolás Ayllón
- . Vía de Evitamiento (desde puente Santa Anita hasta Trebol de Javier Prado)
- . Av. Circunvalación
- . Calle Hualgayoc
- . Av. Rosa Toro- Av. Canadá
- . Av. Aviación
- . Av. Nicolás Arriola (hasta cruce con Av. Nicolás Ayllón)
- . Av. Circunvalación (hasta cruce con Av. Garcilazo de La Vega)
- . Av. Nicolás Ayllón (hasta cruce con Av. Garcilazo de La Vega)

CONFORMACION DEL DISTRITO DE SAN LUIS

- . Urb. El Pino
- . Urb. San Luis
- . Urb. La Viña
- . Urb. Cahuache
- . Urb. Villa Jardín
- . Urb. Javier Prado
- . Urb. Las Moras
- . Urb. Lincoln
- . Urb. Libertad
- . Urb. Tupac Amaru
- . Urb. Jorge Chavez

CONFORMACION DE ATE ZONA NORTE

- . Urb. Salamanca de Monterrico
- . Urb. Recaudadores
- . Urb. Los Alamos
- . Urb. Los Sauces
- . Urb. Olimpo
- . Urb. Industrial Santa Rosa
- . Urb. Valdiviezo
- . Asociación Grumete Medina (Urb. San Francisco)
- . Urb. Aurora
- . Asociación El Ayllu
- . Asociación Huerto Santa Lucia
- . Asociación Santa Mary
- . Asociación El Bosque
- . Asociación Sicuani

CONFORMACION DE PARTE DE SAN BORJA

- . Urb. Javier Prado 1º, 2º y 3º Etapa.

CAPITULO II

DETALLES DEL SISTEMA ACTUAL

DETALLES DEL SISTEMA ACTUAL

Antecedentes.- El sistema de abastecimiento de agua potable en las zonas estudiadas, al igual que en muchas ciudades del país, brindan un servicio discontinuo. Es decir, no atienden la demanda de la población durante las 24 horas del día, ya sea por falta de agua en las fuentes; como en el caso de las zonas de Ate cuyas fuentes de agua subterránea tienden a agotarse, como también la falta de capacidad en las redes, ya que se tienen que unir esquemas de distribución que no fueron diseñadas para trabajar juntas.

Otra de las razones a considerar, para la discontinuidad del servicio, son: los problemas en los equipos de bombeo, las deficiencias en el suministro de energía eléctrica, y por último, por pérdidas y desperdicios de agua en los sistemas de distribución.

Fuente de abastecimiento.- Para abastecer de agua potable a los distritos de San Luis y Ate, se requiere de una fuente mixta, es decir, del agua subterránea a través de los pozos profundos; y del agua de la Planta La Atarjea proveniente del tratamiento que se le da a las aguas del Río Rímac.

La descripción de las Urbanizaciones, Cooperativas, Asociaciones, Etapas, Sectores, Zonas, complementada con la fuente de la que es abastecida y los horarios normales de servicio se resumen en el cuadro N° 1, que se presenta a continuación. En el cuadro N° 2 tenemos el número y nombre del pozo con su respectiva información técnica de niveles (nivel estático y dinámico), cota de terreno, presiones de entrada al árbol de descarga y salida hacia

la red, caudales, profundidad del pozo y horario de funcionamiento.

En el cuadro N° 1, la consideración de abastecimiento normal consiste en que no hay interferencia del servicio por causas de falta de servicio eléctrico.

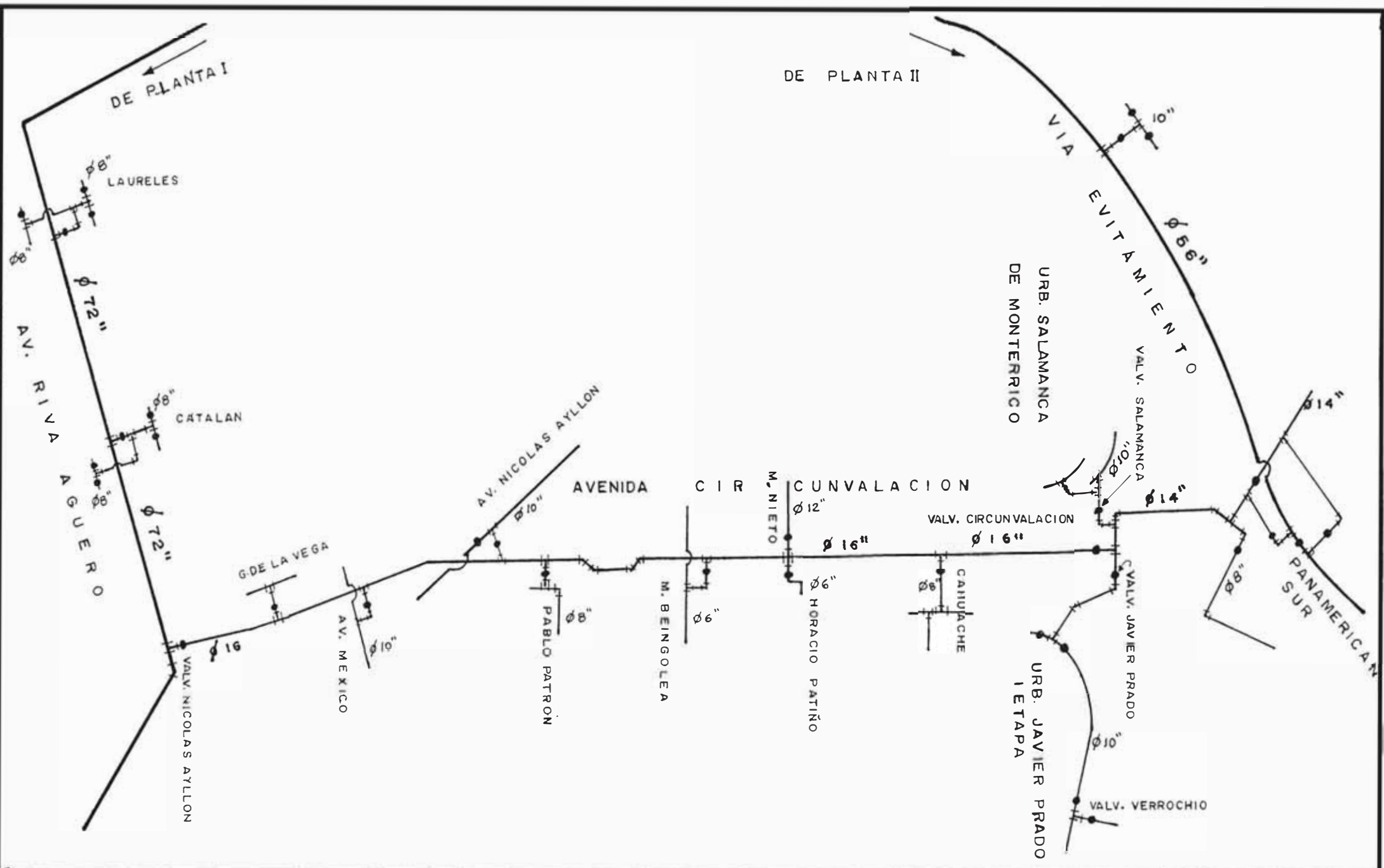
El servicio que se da con la Planta N° 1 es a través de una línea de 16", que se deriva, a la altura de la Av. Nicolás Ayllón; de la matriz de 72" de concreto pretensado que pasa por la Av. Riva Agüero en El Agustino. Y otra derivación de 18" que pasa por la Av. San Luis a partir de la línea de 30" que pasa por Jr. Italia y una parte de la Av. México (La línea de Italia se inicia en Av. Gamarra de 42"-Planta I).

El servicio que se da con la Planta N° 2, es a través de una línea de 14" a la altura del nuevo Trebol de Javier Prado; Proveniente de la línea matriz de 56" que pasa por la Vía de Evitamiento y se dirige hacia el sur.

En el gráfico N° 1 podemos apreciar los detalles del abastecimiento mediante las redes matrices provenientes de las Plantas I y II de La Atarjea. Estas redes matrices corresponden a la línea de 72" por la avenida Riva Agüero y la línea de 56" por la Vía de Evitamiento.

Sabemos que la disponibilidad de caudales del Río Rímac depende de la época del año en que nos encontramos y se considera éste uno de los factores que determinan el servicio restringido; además de otros factores ocasionales como el lavado de los Estanques Reguladores

dentro de la Planta de Tratamiento. Sobre- todo de acuerdo a la época o la temporada de estiaje se hace necesario implantar un programa de abastecimiento restringido y aplicado con permanente comunicación con los encargados del manejo de redes matrices de agua potable de Lima Metropolitana.



ESTUDIO Y EVALUACION DE SISTEMAS
DE AGUA POTABLE

ABASTECIMIENTO CON
PLANTAS I Y II ATARJEA

ELABORADO POR:
BACH. JORGE SILVA V.

FECHA:
DICIEMBRE 1994

LAMINA:
GRAFICO
N° 1

CUADRO N° 1
ABASTECIMIENTO NORMAL

Urbanizac. Asoc. Coop. y/o AAHH.	Etapa y/o Sector	Fuente	Horario		Régimen
			DE	A	
Urb. Cahuache Urb. Villa Jardín Urb. Javier Prado	1°, 2° Etapa 4°, 5° Etapa	Planta I	05:00	12:00	Diario
Urb. Ind. El Pino	Zona Baja Zona Alta	Planta I	00:00 18:00	24:00 24:00	Diario Diario
Urb. San Luis Urb. La Viña	Zona Alta	Planta I	05:00	14:00	Diario
Urb. El Trebol Urb. La Marinera Urb. San Luis Urb. Las Moras Urb. Castilla Urb. Los Reyes Urb. Túpac Amaru	Zona Baja	Planta I	05:00	14:00	Diario
Mercado de Fruta Parte El Pino Asoc. Yerbateros Av. México		Planta I	05:00	14:00	Diario
Urb. Valdiviezo	Zona Urb. Zona Ind.	Planta I y CR-82	05:00 16:00	14:00 22:00	Diario Diario
AAHH. Limatambo N		Planta I	05:00	12:00	Diario
Urb. Javier Prado	1° 2° 3° Eta.	Planta II	05:00	14:00	Diario
Asoc. Grumete M.		Planta II y P-612	00:00	24:00	Diario
Urb. Salamanca de Monterrico	Zona Baja Zona Alta	Planta II	15:00 16:00	24:00 24:00	Diario Diario
Urb. Los Recauda- dores.	Zona Baja Zona Alta	Planta II	16:00	24:00	Diario

Urbanizac.Asoc. Coop. y/o AAHH.	Etapa y/o Sector	Fuente	Horario		Régimen
			DE	A	
AAHH. Sicuani	Zona Baja	Planta II	16:00	04:00	DiaPar
	Zona Alta		16:00	04:00	DiaImp
Ind.Los Sauces Urb. El Ayllu		P-426,P-137	03:00	15:00	Diario
Lot.Ind.Aurora		P-426,P-137	03:00	11:00	Diario
Lot.Ind.StaRosa		P-426,P-137	01:00	24:00	Diario
Urb.Linda Vista		P-418	05:00	22:00	Diario
HuertoSta.Lucia		P-137,P-426	15:00	24:00	DiaPar
Asoc.El Bosque		P-137,P-426	15:00	24:00	DiaImp
Urb. Olimpo Pque.Monterrico	2°,3°Etap.	P-396	01:00	13:00	2°4° Se 1°3°5°
			14:00	24:00	
Urb.Olimpo Urb.Miguel Grau Urb.Los Alamos	1°,4°Etap.	P-478	14:00	24:00	2°4°Se 1°3°5°
			01:00	13:00	

CUADRO Nº 2

INFORMACION TECNICA DE POZOS

POZO	NOMBRE	NIVEL		COTA msnm	PRESION		CAUDAL lps.	PROF mt.	FUNC. horas
		NE mt	ND mt		P1	P2			
					psi				
P-137	Sta.Rosa	47.0	81.3	229.9	40	38	19	102	00-24
P-396	Olimpo 2	51.8	87.6	219.5	25	23	18	126	00-24
P-418	LindaVista	65.5	95.0	192.4	75	10	15	215	05-22
P-426	Peaje	41.7	71.1	236.6	60	17	25	136	00-24
P-478	Pque.de Monterrico	57.4	69.7	209.4	86	5	13	146	00-24
P-612	Roberto Molina	64.9	75.7	225.9	20	75	28	165	05-23

EPOCA DE ESTIAJE.- La época de estiaje del Río Rímac está comprendida generalmente entre los meses de junio a Noviembre de cada año, lapso durante el cual el Río alcanza sus más bajos caudales, obligando a captar la totalidad de los caudales del Río que lleguen a la bocatoma de la Planta La Atarjea, que además son insuficientes para la capacidad de producción de las plantas de Tratamiento.

Esta disminución de caudal es complementada con las aguas provenientes de las lagunas de regulación ubicadas en las alturas y que son entregadas al cauce del Río a la altura de Huampaní, que son operadas por Electrolima de acuerdo a sus necesidades de generación eléctrica, y a los requerimientos de Sedapal y el Ministerio de Agricultura.

Como es de suponer en estos meses se establecen más restricciones en el servicio y se busca distribuir adecuadamente el agua.

PRODUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.- Durante la temporada de Avenidas, cuando el Río incrementa sus caudales a consecuencia de las lluvias en las alturas del valle lo que se produce generalmente entre Diciembre y Mayo, tampoco se llega a mantener el servicio continuo de 24 horas en todo el sistema de distribución, razón por la que se establece el servicio restringido en los sectores donde se ha extendido el sistema en los últimos años y que se encuentran localizados en el Cono Sur; Cono Norte y Cono Este, que corresponde básicamente a los pueblos jóvenes.

PROGRAMA DE RESTRICCION.- Por lo general en la época de estiaje, al distrito de San Luis se le restringe el

servicio, al sgte. horario desde las 05:00 horas hasta las 12:00 y que se prolonga en otros meses a 14:00. Igualmente a los distritos de Cercado de Lima, El Rímac, San Borja, Breña, Lince, Jesús María, Pueblo Libre, San Miguel, Magdalena, San Isidro, Miraflores, Cercado del Callao, La Victoria.

En la consideración que el sistema de distribución no está diseñado para establecer un perfecto racionamiento y que los caudales del Río Rímac pueden experimentar variaciones, la programación establecida puede ser modificada, aumentando o disminuyendo las horas de servicio.

La programación mencionada no corresponde a los sectores que se abastecen de pozos tubulares, que son los que mantienen el servicio que tienen establecido, a excepción de eventuales inter-rupciones del servicio de energía eléctrica.

Para el abastecimiento de agua en la época de racionamiento eléctrico (años 1992, 1993), sobre todo en los sectores de Ate en los que se abastece mediante pozos tubulares, se tomó en cuenta los horarios de racionamiento eléctrico que Electrolima daba como información, ya que por lo general estos pozos no contaban con un grupo electrógeno que pudiera producir la energía para el funcionamiento de determinada estación de bombeo.

Para efectuar el abastecimiento en esta época de racionamiento eléctrico, se localizó en la información proporcionada por Electrolima los días y horas de restricción de suministro eléctrico (Cuadro N°3) y se

confeccionó, en base a estos datos, una programación semanal de abastecimiento de agua a las zonas que dependían de pozos tubulares (cuadro N°4).

Para la explicación del caso, de como veníamos operando el sistema con el parámetro de restricción de servicio eléctrico detallamos, como ejemplo, el abastecimiento de agua en la semana del 28 de Diciembre al 03 de Enero de 1993.

CUADRO N° 3

**RACIONAMIENTO ELECTRICO EN SEMANA
DEL 28 Dic.AL 03 Ene. 1993**

CODIGO ELECTRICO	SUB ESTACION	SUMIN.	N°POZO	RACIONAMIENTO ELECTRICO		
				01:0-09:0	09:0-17:0	17:0-01:0
A-17 A-17	774	378207	P-137 P-426		Martes y Domingo	Lunes, Miércoles y Sábado
SL-02	624	282830	CR-82		Lunes Miércoles	Martes Sábado Domingo
SL-09 SL-09 SL-14	1543	494245 913208	P-396 P-478 P-418	Jueves Domingo	Lunes Martes Miércoles Sábado	

* La cámara Bouster CR-82 es exclusivamente para elevar la presión en el abastecimiento a la Urbanización Valdiviezo Zona Urbana cuya fuente es la Planta I.

* En esta fecha el Pozo 612 no estaba reperforado.

CUADRO N ° 4

ABASTECIMIENTO CON RESTRICCIÓN DE FLUIDO ELECTRICO

Semana del 28 Diciembre al 03 Enero 1993.

URB, ASOC. COOPY/o AAHH	ETAPA y/o SECTOR	FUENTE	HORARIO DE ABAST.PROGRAMADO
Urb. Cahuache Villa Jardín Urb. JavierPrad.	1°2°Etapa 4°5°Etapa	PlantaI	De 07:00 a 11:00
Ind.El Pino	Zona Baja Zona Alta	PlantaI	De 21:00 a 06:00
Urb.San Luis		PlantaI	Mar,Jue,Sab.de 07:00 a 11:00
Urb.La Viña Urb.El Trebol Urb.La Mariner. Urb.Las Moras Urb.Castilla Urb.Los Reyes Urb.Túpac Amaru		PlantaI	Lun, Mie, Vie y Dom. De 07:00 a 11:00
Merc.de Frutas Parte El Pino Asoc.Yerbateros Av. México		PlantaI	De 07:00 a 11:00
Urb.Valdiviezo	Zona Baja Zona Alta	PlantaI +CR-82	Mar,Jue,Sab.de 06:00 a 10:00 Lu,Mie,Vie,Dom. 06:00 a 10:00
Limatambo Norte		PlantaI	De 07:00 a 11:00
Urb.JavierPrado		PlantaI	De 07:00 a 11:00
Grumete Medina	Zona Baja Zona Alta	PlantaII	06:00 a 13:00 y 16:00 a 23:00
Urb.Salamanca	Zona Baja Zona Alta	PlantaII	De 17:00 a 04:00
Urb.Recaudador.		PlantaII +P-418	Lu, Ma, Mie, Sab 02:00 a 09:00 y de 18:00 a 24:00 Jue y Dom. de 10:00 a 24:00 Viernes de 02:00 a 24:00

URB, ASOC. COOP. y/o AAHH	ETAPA y/o SECTOR	FUENTE	HORARIO DE ABASTECIMIENTO
AAHH Sicuani	Zona Baja Zona Alta	PlantaII	Lu, Mi, Vie, Dom. 09:00 22:00 Ma, Jue y Sab. de 09:00 22:00
Ind. Los Sauces Urb. El Ayllu Lot. Ind. Aurora Lot. Ind. StaRos.		PlantaII +P-426 P-137	Lu, Mie y Sab. de 02:00 13:00 Ma, Dom. de 02:00 a 09:00 Jue y Vie. de 02:00 a 15:00
Urb. Linda Vista		P-418	Lu, Ma, Mie, Sab. 18:00 a 10:00 Jue y Dom. de 10:00 a 24:00 Viernes 24 horas
Hto. Sta Lucía		P-137	Ma. de 17:00 a 01:00 Jue. de 15:00 a 01:00 Sab. de 13:00 a 17:00
Asoc. El Bosque		+R-137 P-426	Lun. y Mie. de 13:00 a 17:00 Viernes de 15:00 a 01:00 Domingo de 17:00 a 01:00
Urb. Olimpo	2°3°Etapa	P-396	Viernes de 14:00 a 01:00 y demás días de 18:00 01:00
	1°4°Etapa	+P-478	Lu, Ma, Mie, Sab. 02:00 09:00 Jue, Dom. de 10:00 a 17:00 Viernes de 02:00 a 13:00
Pq. Monterrico		P-478	Viernes de 14:00 a 01:00 y demás días de 18:00 01:00
Urb. Miguel Grau Urb. Los Alamos		P-478	Lu, Ma, Mie, Sab. 02:00 09:00 Jue y Dom. de 10:00 17:00 Viernes de 02:00 a 13:00

MICROESQUEMAS DE ABASTECIMIENTO

Las restricciones de horarios de servicio en las diferentes zonas, denominadas microesquemas, se detallan a continuación en las Láminas del 01 al 17; donde se especifica gráficamente la válvula que es operada para dar servicio al microsistema. También se especifica las presiones promedio en las redes (dentro de círculos rojos) en lb/pulg².

Los colores provienen de la elaboración de un plano integral del sistema, en el que se puede determinar inmediatamente a que sector corresponde una calle o parte de la red, con sus características de servicio.

Como un ejemplo, podemos mencionar la ocurrencia de un incendio en determinada calle, y siendo necesario la ubicación del GCI más apropiado, para satisfacer la demanda de agua en la sofocación del siniestro; nuestro plano integral ó las láminas presentes son de gran utilidad. Otro caso que es rutinario es la rotura de un tramo de tubería, el cual de inmediato se tiene que aislar para la reparación respectiva; con estos esquemas ubicamos las válvulas apropiadas para realizar el aislamiento de la zona evitando comprometer a la mayor cantidad de usuarios.

Aislamiento.- Consiste en cerrar el servicio a un circuito mediante los respectivos cierres y aperturas de válvulas, para dirigir el agua; a otras zonas de ser necesario. Dicho circuito debe ser suficiente para una reparación, cambio de tuberías y válvulas o cualquier imprevisto que pudiera ocurrir.

Presión de servicio.- Esta información del servicio refleja en que zonas tenemos presiones limitadas.

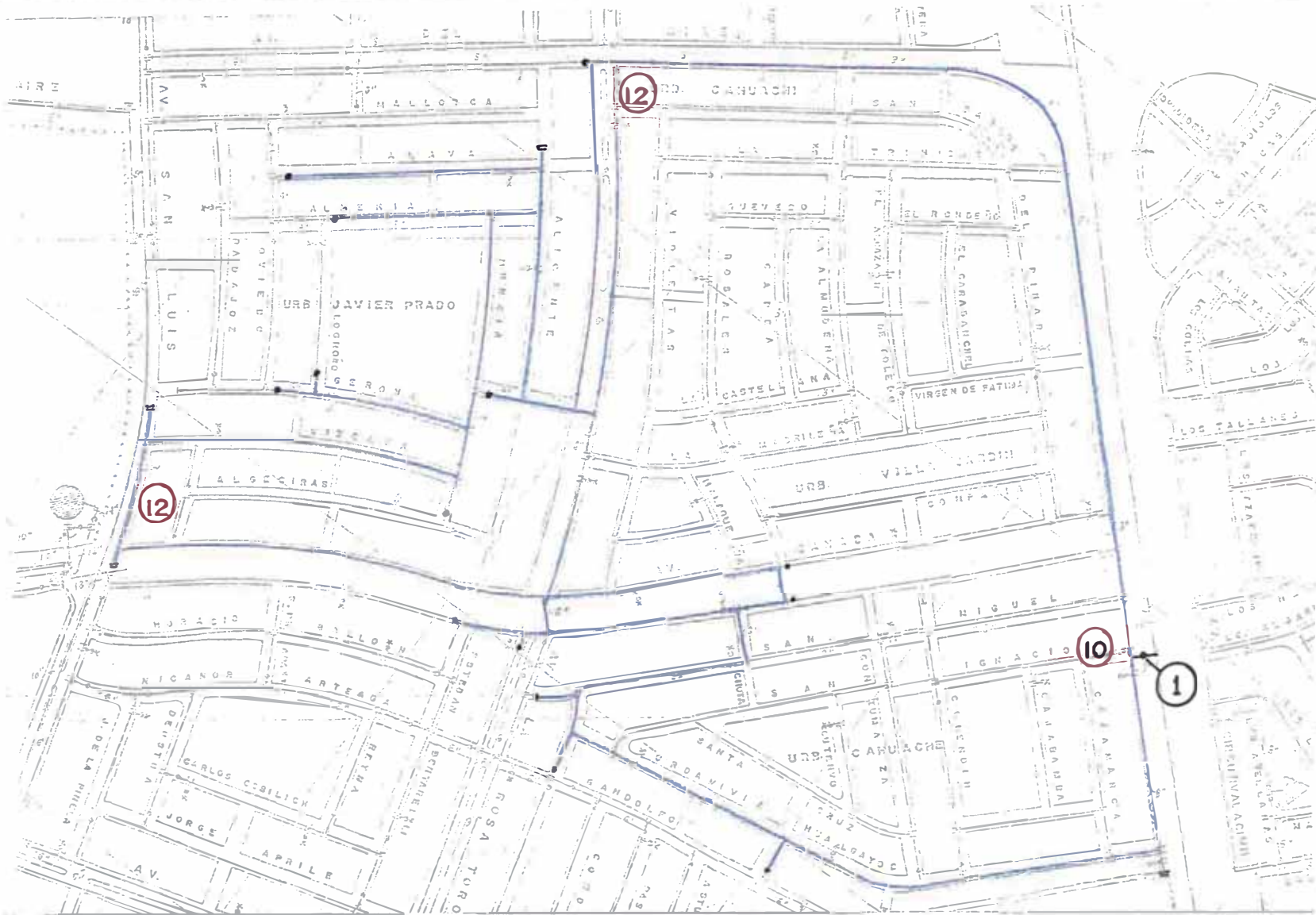
Es muy importante agregar que nuestra zona de estudio se encuentra en El Cono Este de Lima donde las cotas de terrenos son altas (respecto a la fuente), limitando el servicio que se hace desde La Atarjea.

Notamos que los servicios ofrecidos tienen como promedio 15 Lb/pulg.2 que mejora en los horarios nocturnos de menor consumo.

Microesquemas.- En principio la raíz de un esquema es la fuente de agua. Si se trata de un pozo tubular este esquema circunda al pozo o al reservorio con el que trabaja; tratándose de un ingreso de agua proveniente de La Atarjea la entrada de agua será a través de la tubería de mayor diámetro.

El servicio, es mejor, cuando ingresa por la cota más alta, por consiguiente, evitar mayor pérdida de carga en el trayecto y aprovechar la pendiente favorable. Se limita el microesquema, mediante el cierre de válvula, en el punto donde la presión en la red, no es suficiente para dar servicio en los aparatos sanitarios y puntos de agua dentro de las viviendas, comercio ó industria.

En base a estos parámetros de presión se han determinado microesquemas como los que se detallan a continuación.



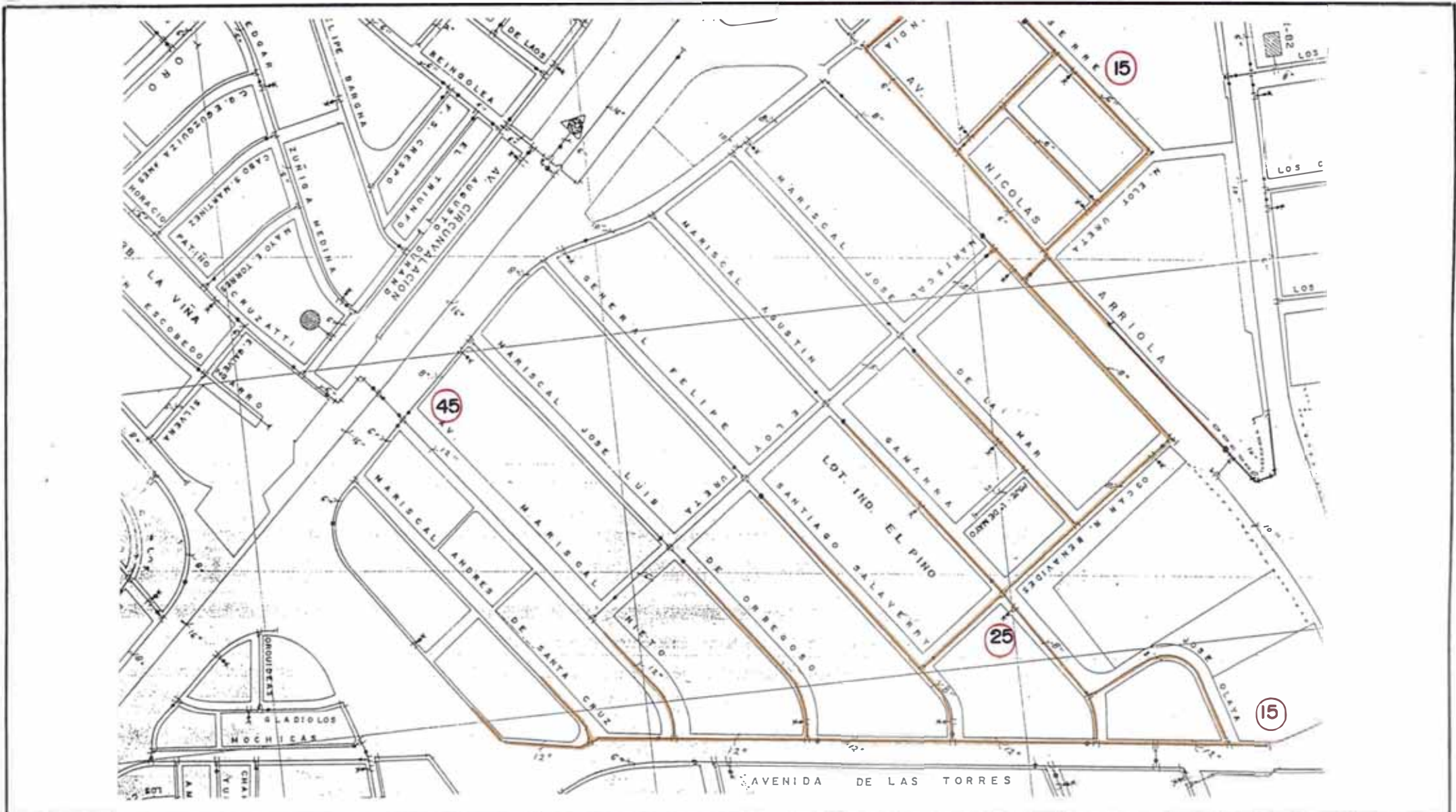
EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO: **URB. CAHUACHE**
URB. VILLA JARDIN
URB. JAVIER PRADO 4°, 5° ETAPA

FUENTE:
PLANTA I

ELABORADO:
 BACH. JORGE SILVA V.
 FECHA:
 JULIO 1993

LAMINA:
01



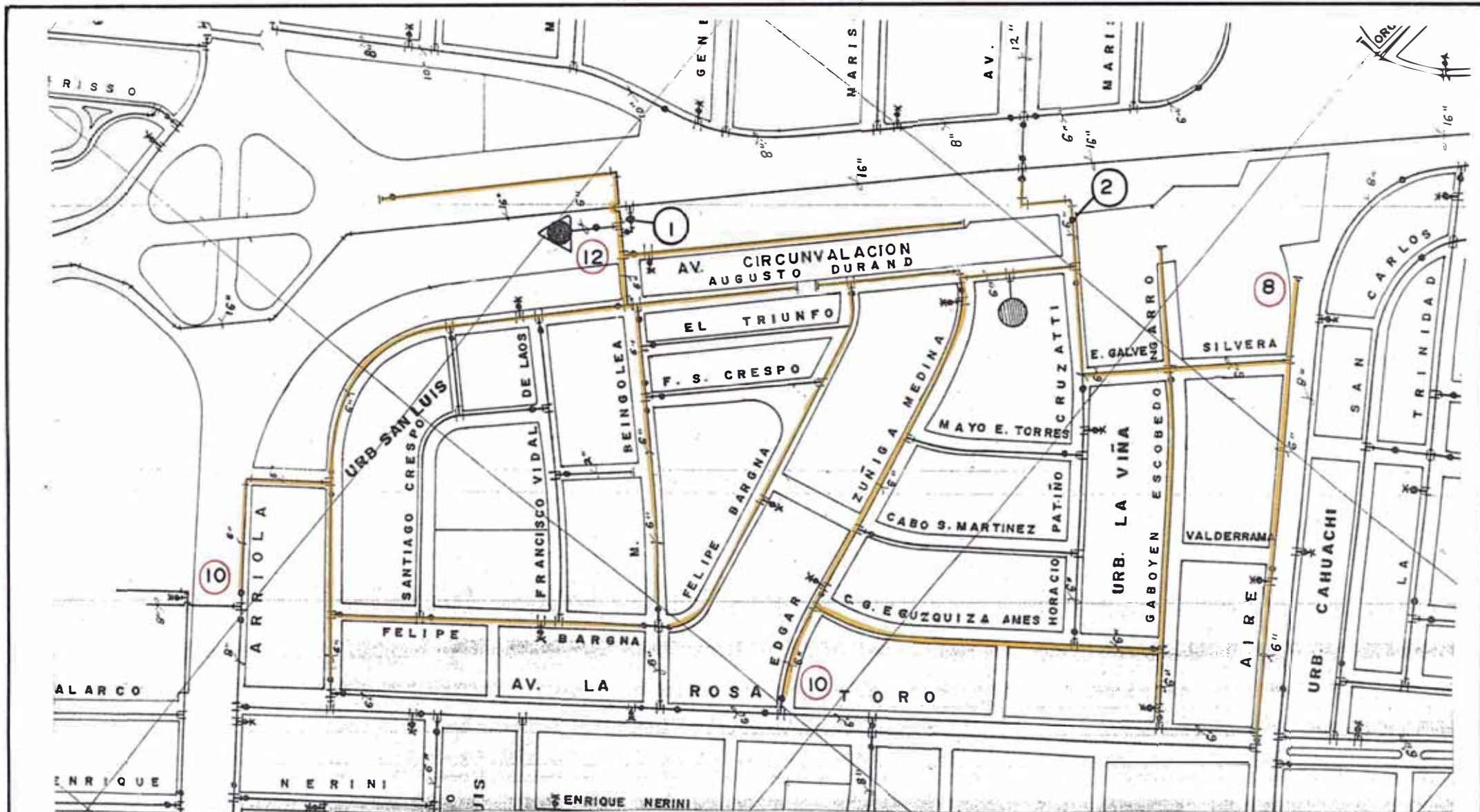
EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO :
URB. INDUSTRIAL EL PINO zona alta

FUENTE:
PLANTA I

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA
 FECHA:
JULIO 1994

LAMINA :
03



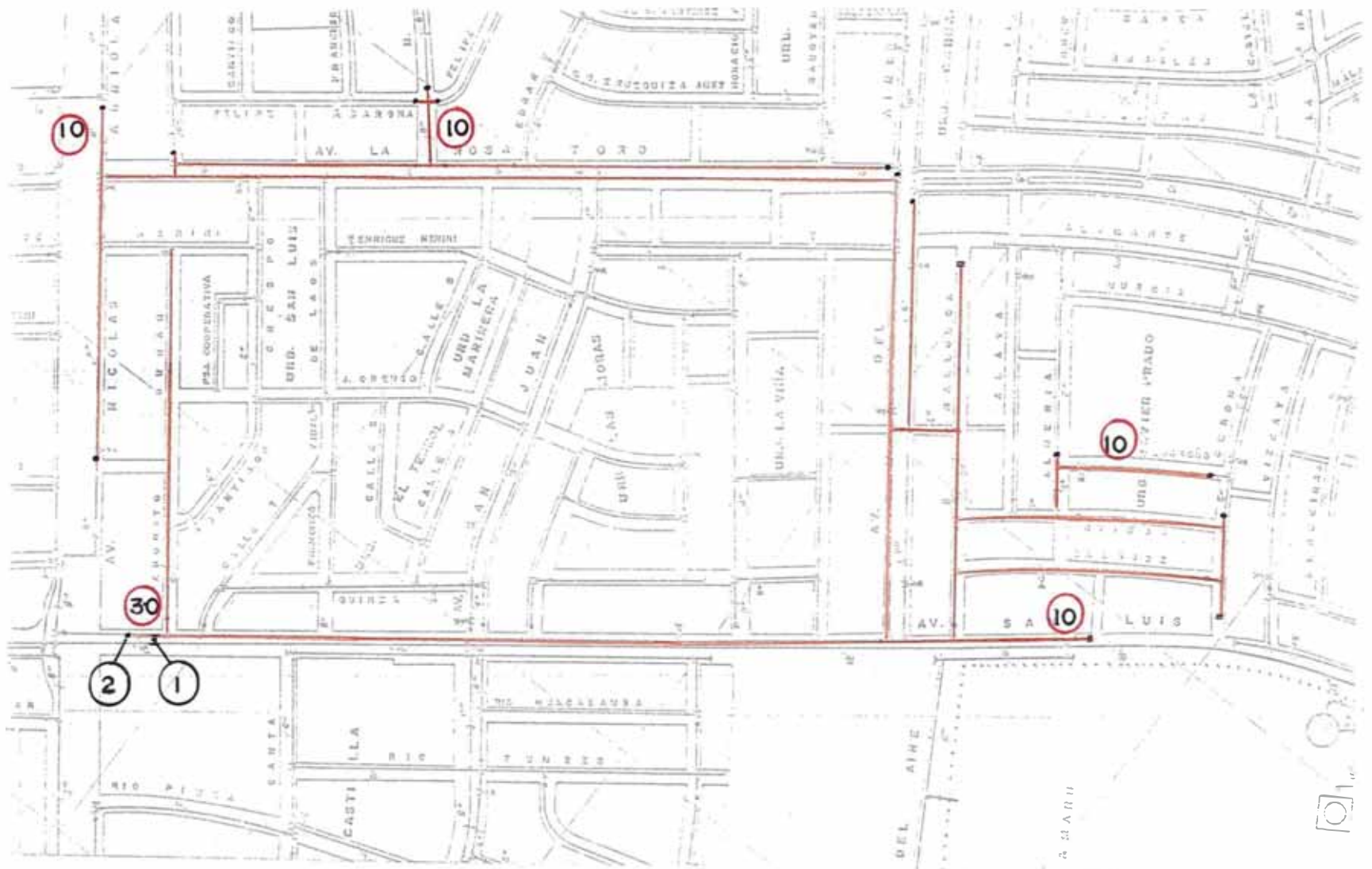
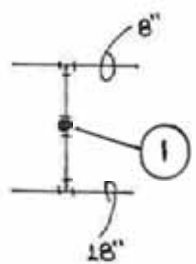
**EVALUACION DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO**

SECTOR ABASTECIDO :
URB. SAN LUIS zona alta
URB. LA VIÑA

FUENTE:
PLANTA I

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA
FECHA:
JULIO 1994

LAMINA :
04



EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO: URB. EL TREBOL
 URB. LA MARINERA
 URB. SAN LUIS zona baja
 URB. LAS MORAS

FUENTE: PLANTA I

ELABORADO: BACH. JORGE SILVA V.
 FECHA: JULIO 1993

LÁMINA: 05



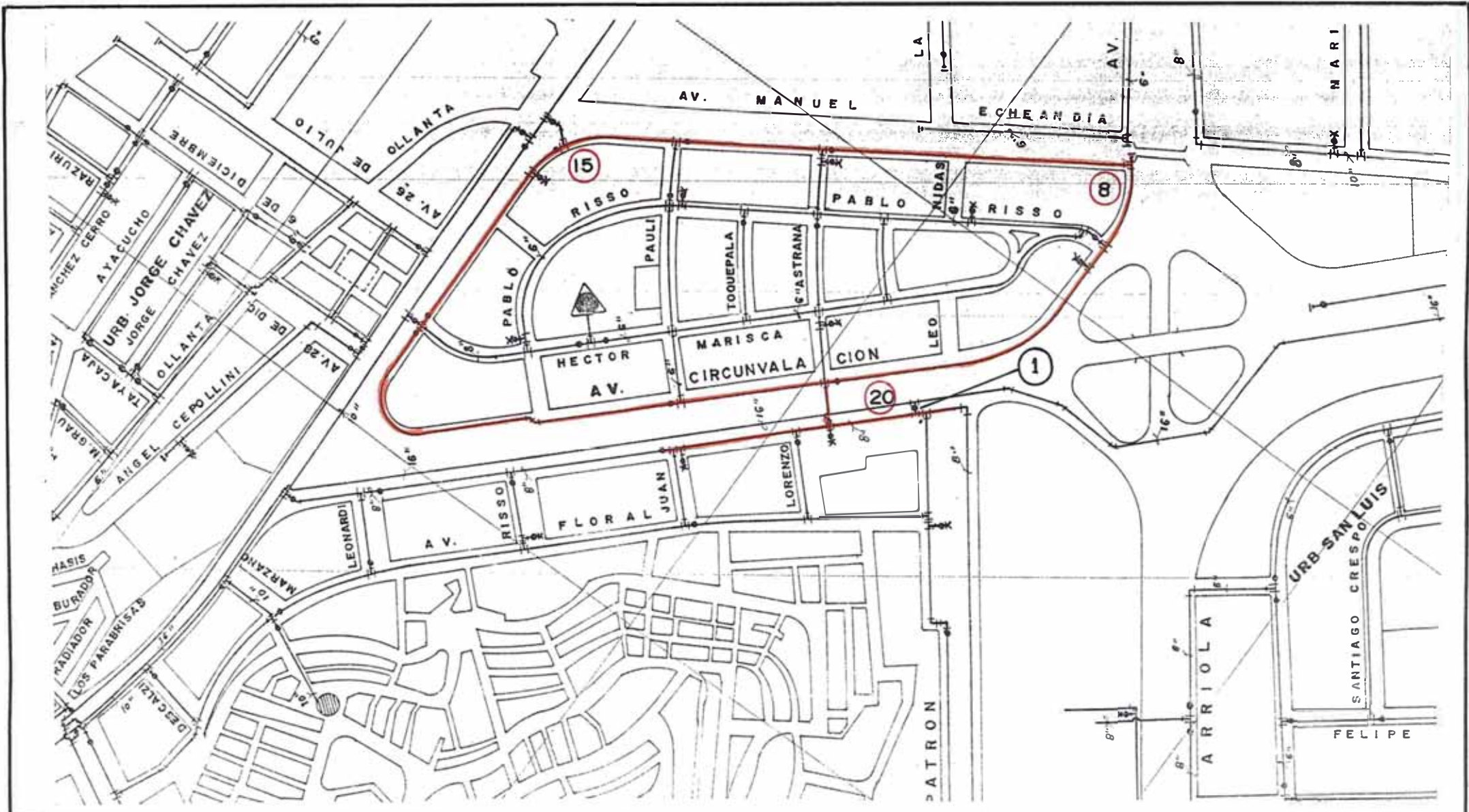
EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO: URB. COMERCIAL CASTILLA
 URB. LOS REYES
 URB. TUPAC AMARU

FUENTE:
 PLANTA I

ELABORADO:
 BACH. JORGE SILVA
 FECHA:
 JULIO 1994

LAMINA:
 06



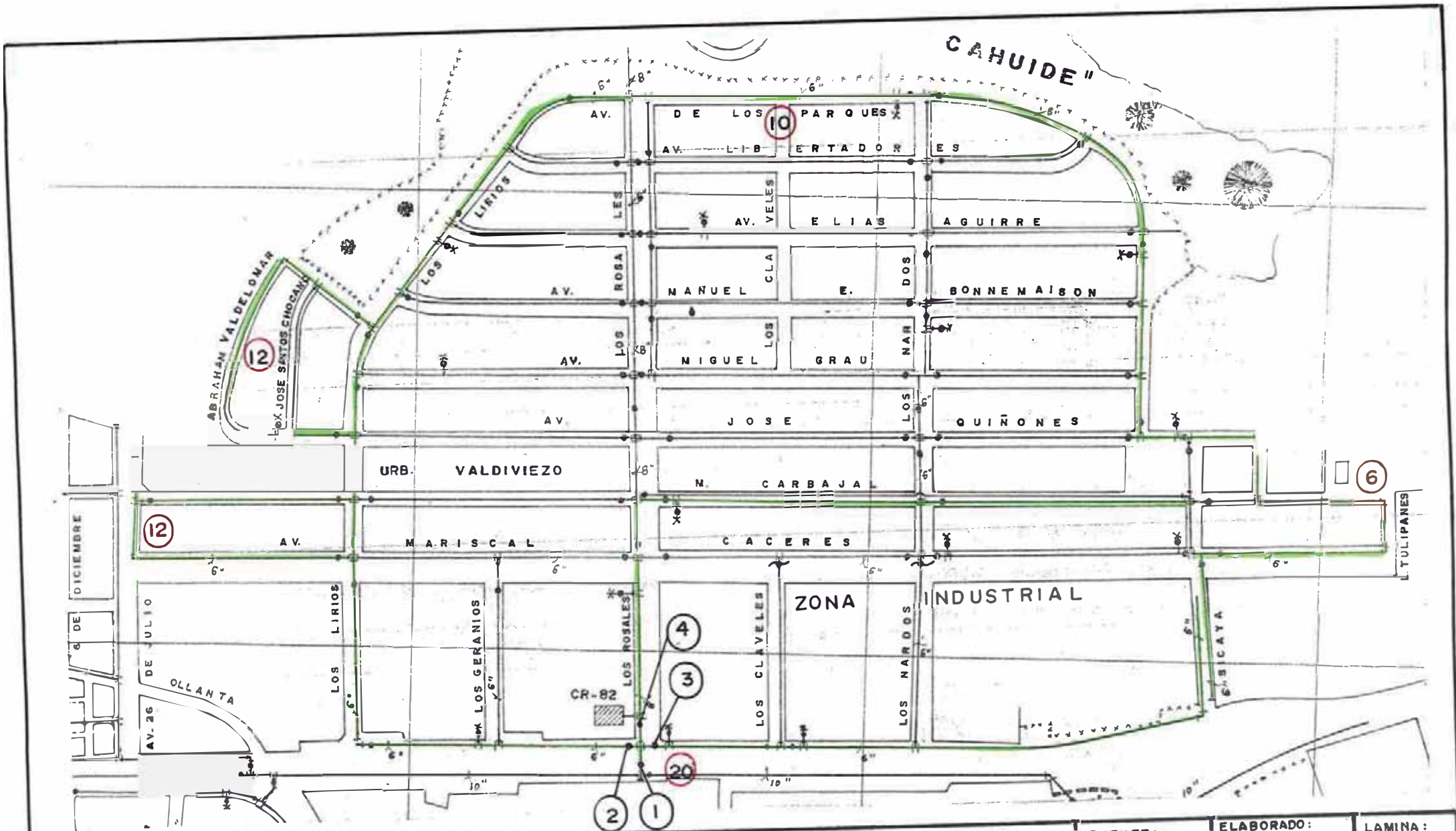
**EVALUACION DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO**

SECTOR ABASTECIDO:
MERCADO DE FRUTAS
URB. INDUSTRIAL EL PINO (parte)
ASOC. YERBATEROS

FUENTE:
PLANTA 1

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA
FECHA:
JULIO 1994

LAMINA:
07



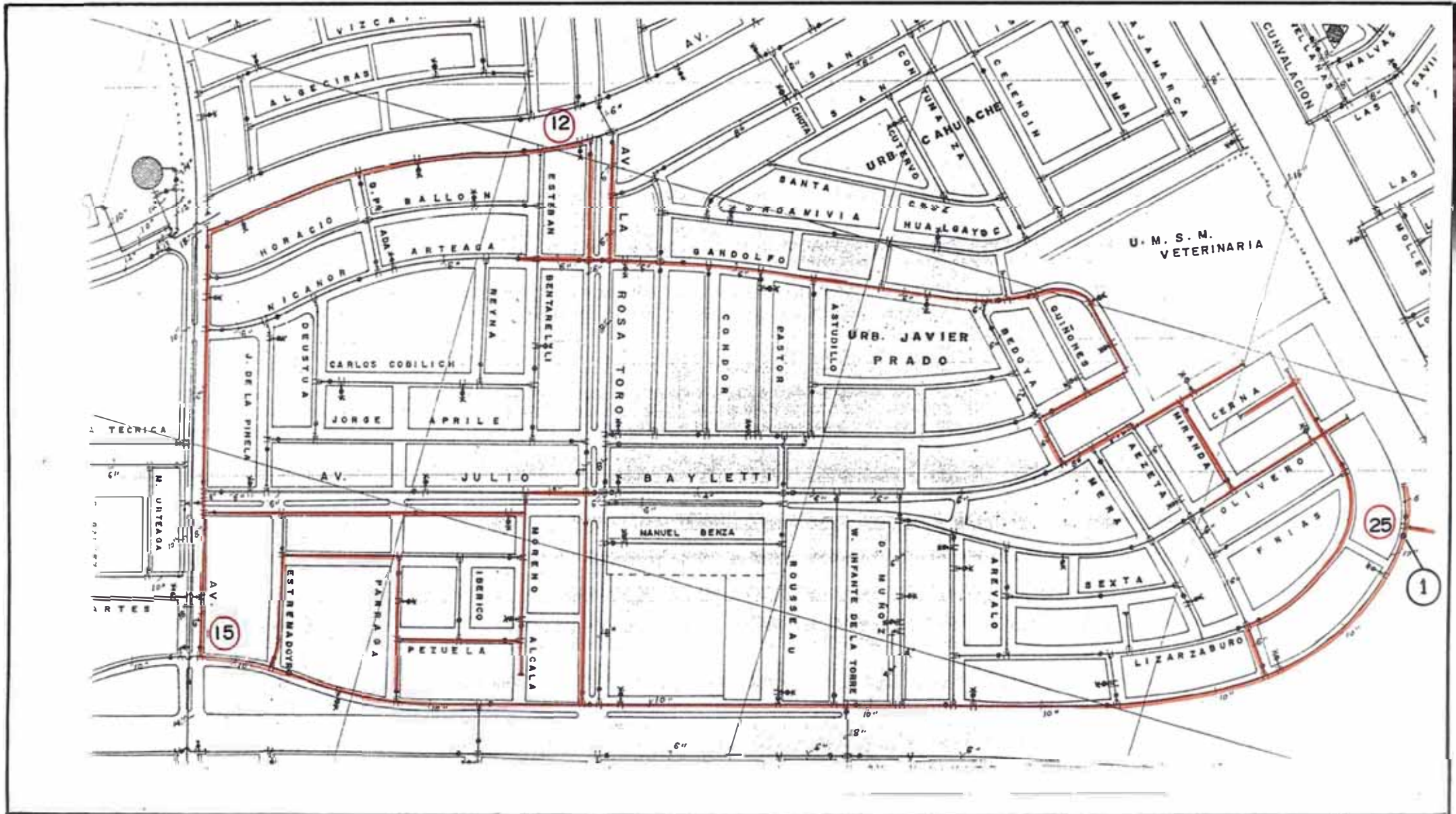
EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO:
URB. VALDIVIEZO

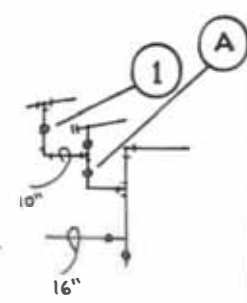
FUENTE:
PLANTA 1
CR-82

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA
FECHA:
JULIO 1994

LAMINA:
08



<p>EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO</p>	<p>SECTOR ABASTECIDO : URB. JAVIER PRADO 1º, 2º y 3º ETAPA</p>	<p>FUENTE: PLANTA II</p>	<p>ELABORADO: BACH. JORGE SILVA FECHA: JULIO 1994</p>	<p>LAMINA: 09</p>
--	--	--------------------------------------	--	-------------------------------



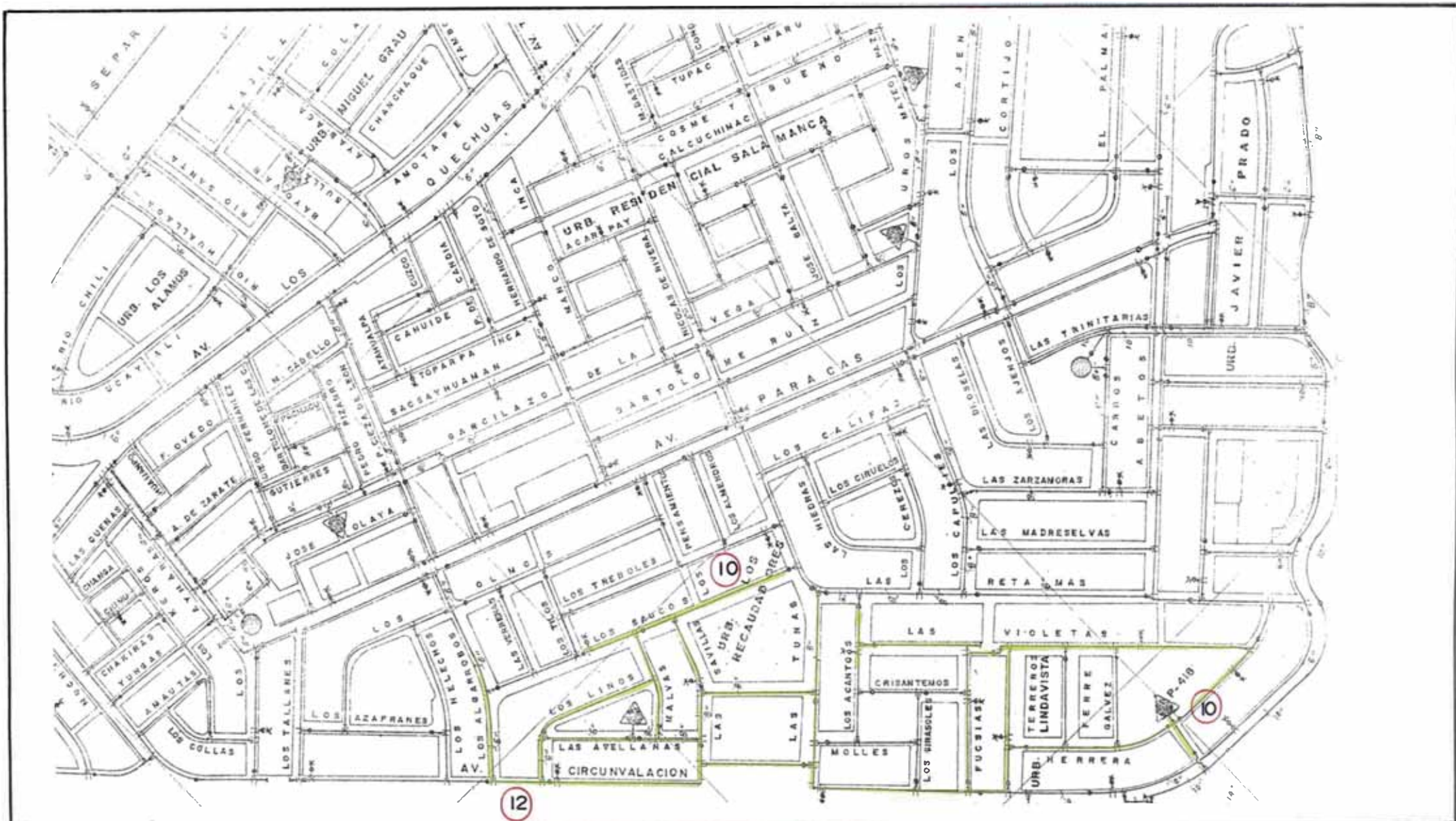
EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO:
URB. RESIDENCIAL SALAMANCA DE MONTEERRICO

FUENTE:
PLANTA II

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA
FECHA:
JULIO 1994

LAMINA:
10



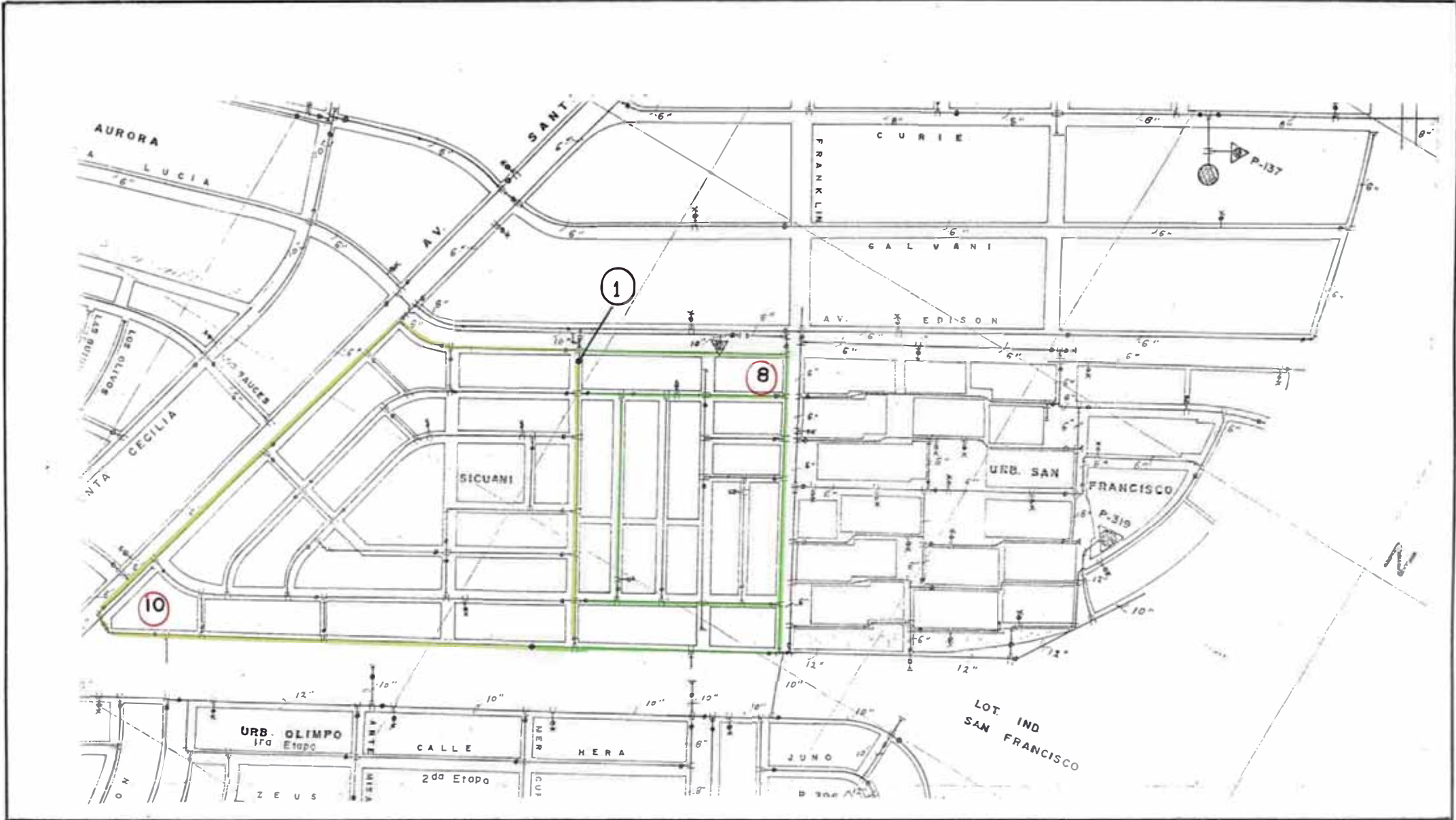
**EVALUACION DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO**

SECTOR ABASTECIDO :
URB. LOS RECAUDADORES
URB. LINDA VISTA

FUENTE :
PLANTA II
P-418

ELABORADO :
BACH. JORGE SILVA
FECHA :
JULIO 1994

LAMINA :
11



EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO :
ASOCIACION SICUANI

FUENTE:
PLANTA II

ELABORADO:
 BACH. JORGE SILVA
 FECHA:
 JULIO 1994

LAMINA :
12



**EVALUACION DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO**

SECTOR ABASTECIDO:
URB. JORGE CHAVEZ

FUENTE:
PLANTA I

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA
FECHA:
JULIO 1994

LAMINA:
12-A



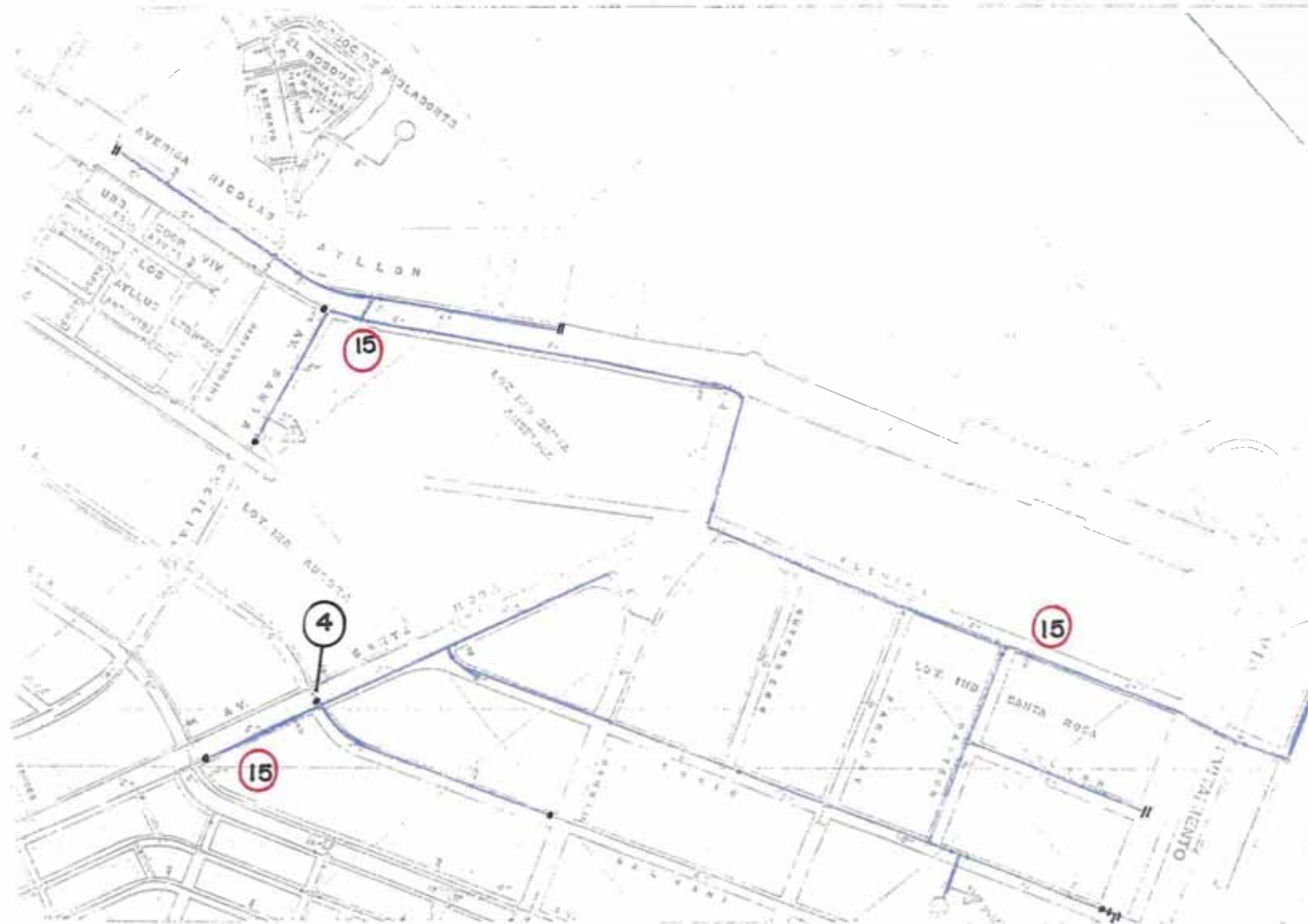
**EVALUACION DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO**

SECTOR ABASTECIDO: **URB. INDUSTRIAL LOS SAUCES
URB. EL AYLLU
URB. INDUSTRIAL AURORA**

FUENTE:
**P - 426
P - 137**

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA V.
FECHA:
JULIO 1993

LAMINA:
13



EVALUACION DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO:

URB. LOTIZAC. INDUSTRIAL STA. ROSA

FUENTE:

P-426
P-137

ELABORADO:

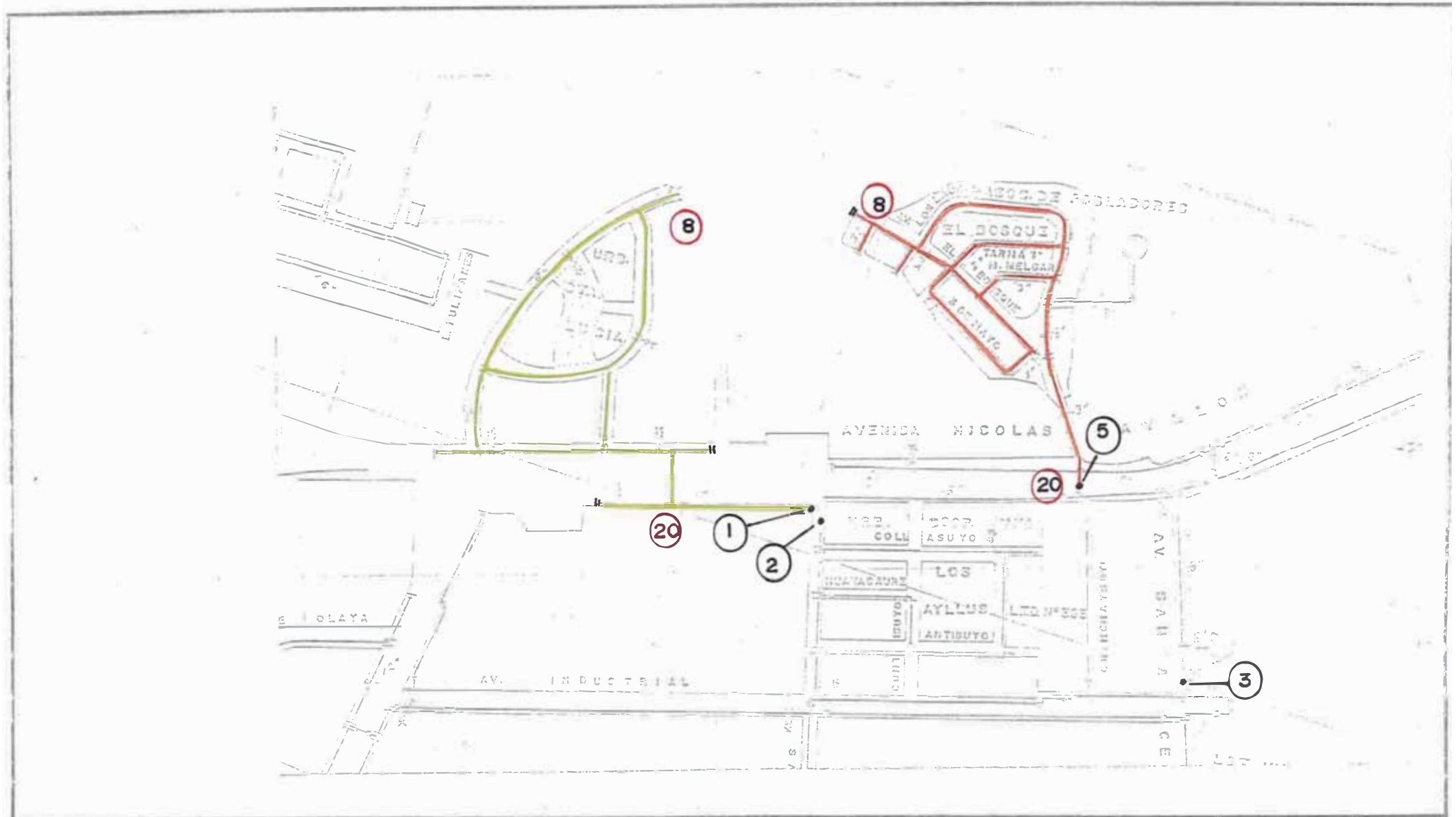
BACH. JORGE SILVA V.

FECHA:

JULIO 1993

LAMINA:

14



EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO:

**ASOC. HUERTOS DE SANTA LUCIA
ASOC. EL BOSQUE**

FUENTE:

**P - 426
P - 137**

ELABORADO:

BACH. JORGE SILVA V.

FECHA:

JULIO 1,993

LAMINA:

15



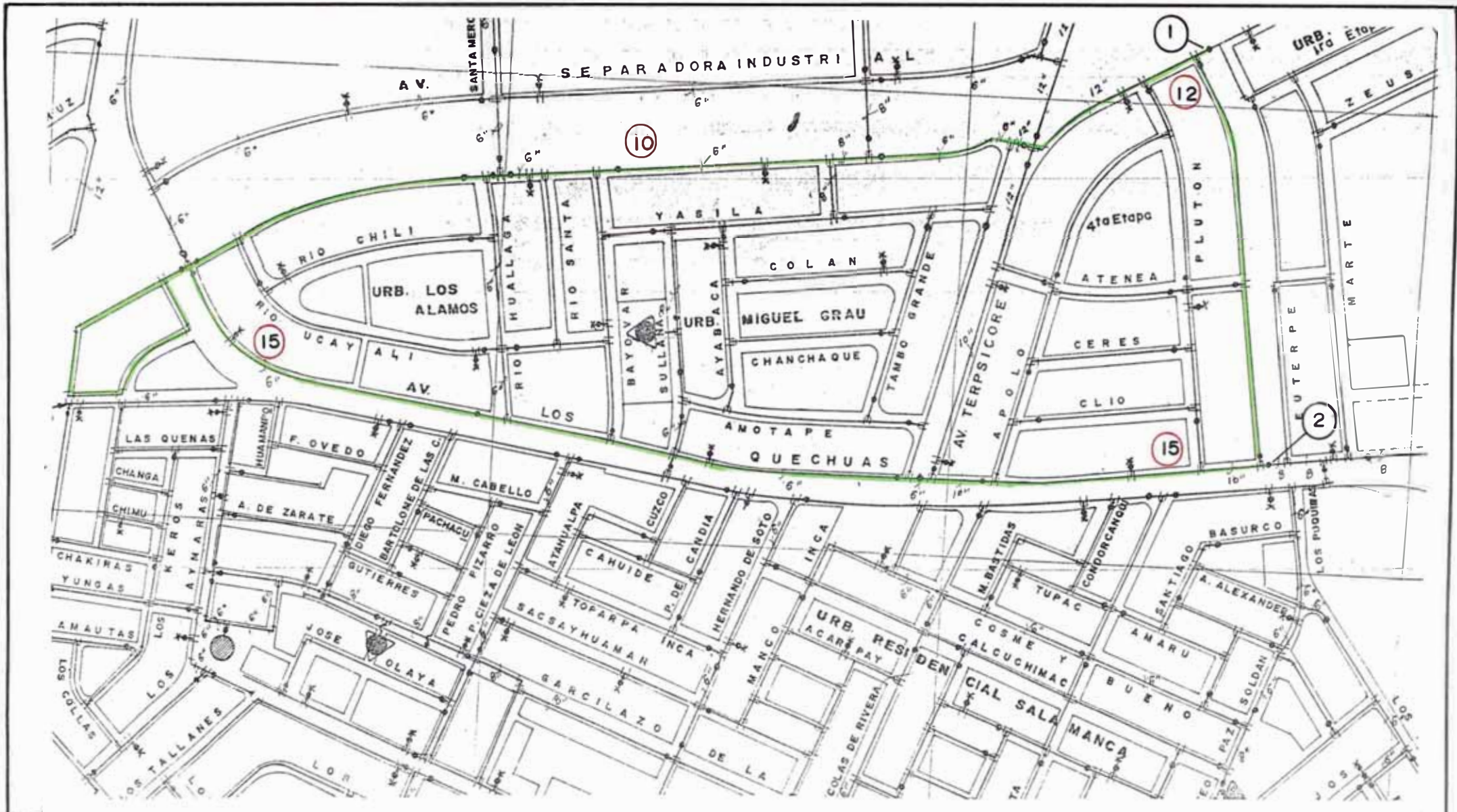
**EVALUACION DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO**

SECTOR ABASTECIDO:
URB. OLIMPO 2°, 3° ETAPA
URB. PARQUE DE MONTERRICO

FUENTE:
P-396
P-478

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA V.
 FECHA:
JULIO 1993

LAMINA:
16



EVALUACION DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

SECTOR ABASTECIDO: URB. OLIMPO 1º, 4º ETAPA
 URB. MIGUEL GRAU
 URB. LOS ALAMOS

FUENTE:
 P - 396
 P - 478

ELABORADO:
 BACH. JORGE SILVA
 FECHA:
 JULIO 1994

LAMINA:
 17

UBICACION DE VALVULAS QUE SE MANIPULAN

En las Láminas anteriores se ubican las válvulas que se manipulan para dar servicio, con el siguiente detalle:

Vt = Vueltas Totales de La Válvula.

Vf = Vueltas Falsas (No abren ni Cierran)

Vw = Vueltas de Trabajo

Horario de Apertura y Cierre, Diámetro.

De no especificarse se asume El Sentido Horario.

Apertura = Abrir Vt

Cierre = Cerrar Totalmente

Regulado = Abrir Vw.

Los círculos rojos indican la presión promedio en lb/pulg² . Con variación de +/- 1 lb/pulg².

Lámina N°1 : Válvula 1 - Cahuache

Vt = 25	Apertura : 04:00 Horas
Vf = 4	Cierre : 14:00 "
Vw = 25	Diámetro : 8"
Ubicación : Av.Circunvalación / San Ignacio	

Lámina N°2 : Válvula 1 - Mariscal Nieto

Vt = 32	Regulado : Las 24 horas
Vf = 2	Cierre :
Vw = 15	Diámetro : 12"
Ubicación : Av.Circunvalación / Mcal. Nieto	

Lámina N°3 : Válvula 1 - Mariscal Nieto

ES LA MISMA VALVULA DE LA LAMINA ANTERIOR

Lámina N°4 : Válvula 1 - M. Beingolea

Vt = 23 1/2	Regulado : 04:00 Horas
Vf = 2 1/2	Cierre : 14:00 "
Vw = 10	Diámetro : 6"
Ubicación : Av.Circunvalación / Av. Beingolea	

Válvula 2 - H. Patiño

Vt = 13	Regulado : 04:00 Horas
Vf = 1/2	Cierre : 14:00 "
Vw = 4	Diámetro : 6"
Sentido : Antihorario	
Ubicación : Av.Circunvalación/Horacio Patiño	

Lámina N°5 : Válvula 1 - Duránd

Vt = 23	Apertura : 04:00 Horas
Vf = 1/2	Cierre : 14:00 "
Vw = 23	Diámetro : 8"
Ubicación : Av.San Luis / Augusto Duránd	

Válvula 2 - Duránd

Vt = 24	Regulado : 04:00 Horas
Vf = 1	Cierre : 14:00 "
Vw = 6	Diámetro : 8"
Ubicación : Av.San Luis / Augusto Duránd	

Lámina N°6 : Válvula 1 - San Juan

Vt = 21	Apertura : 04:00 Horas
Vf = 1/2	Cierre : 14:00 "
Vw = 21	Diámetro : 6"
Ubicación : Av.San Luis / Av.San Juan	

Lámina N°7 : Válvula 1 - P. Patrón

Vt = 30 Regulado : 04:00 Horas
 Vf = 3 Cierre : 14:00 "
 Vw = 10 Diámetro : 8"

Ubicación: Av. Circunvalación/Pablo Patrón

Lámina N°8 : Válvula 1

Vt = 30 Apertura : Permanece Abierto.
 Vf = 4
 Vw = 30

Ubicación : Av. Nicolás Ayllon / Av. Los Rosales

Valvula 2

Vt = 27 1/2 Apertura : 05:00 Horas
 Vf = 6 1/2 Cierre : 16:00 "
 Vw = 27 1/2 Diámetro : 6"

Ubicación : Av. Nicolás Ayllon / Av. Los Rosales

Válvula 3

Vt = 26 Apertura : 16:00 Horas
 Vf = 1 1/2 Cierre : 22:00 "
 Vw = 26 Diámetro : 6"

Ubicación : Av. Nicolás Ayllon / Av. Los Rosales

Válvula 4

Vt = 24 1/2 Apertura : 05:00 Horas
 Vf = 3 Cierre : 16:00 "
 Vw = 24 1/2 Diámetro : 8"

(Ingreso a Bouster)

Ubicación : Av. Los Rosales (1ra. Cuadra)

Lámina N°9 : Válvula 1 - Javier Prado

Vt = 31 1/2	Regulado : 04:00 Horas
Vf = 2	Cierre : 14:00 "
Vw = 18	Diámetro : 10"
Ubicación: Av. Javier Prado/Av. Circunvalación	

Lámina N°10 : Válvula A - Salamanca

Vt = 14 1/2	Regulado : 14:00 Horas
Vf = 1 1/2	Cierre : 04:00 "
Vw = 10	Diámetro : 10"
Ubicación : Av. Circunvalación / Nuevo Trebol	

LLENADO DE RESERVORIO DE SALAMANCA**Válvula 1**

Vt = 14 1/2	Regulado : 03:00 Horas
Vf = 1 1/2	Cierre : 00:00 "
Vw = 10	Diámetro : 10"
Ubicación : Av. Circunvalación / Nuevo Trebol	

Válvula 2

Vt = 32 1/2	Apertura : 03:00 Horas
Vf = 1 1/2	Cierre : 00:00 "
Vw = 32 1/2	Diámetro : 8"
Ubicación : Jr. Mateo Paz Soldán	

Válvula 3

Vt = 32	Regulado : 03:00 Horas
Vf = 1 1/4	Apertura : 00:00 "
Vw = 10	Diámetro : 8"
Ubicación : Jr. Mateo Paz Soldán	

Válvula 4

Vt = 29	Regulado : 16:00	Horas (*)
Vf = 3/4	Cierre : 03:00	"
Vw = 10	Apertura : 00:00	"
	Diámetro : 8"	

Ubicación : Jr. Mateo Paz Soldán
(ingreso a Reservorio)

(*) VACEADO DE RESERVORIO AL ABASTECIMIENTO

Lámina N°11 :

No se realiza movimiento de Válvulas.
Se abastece con el movimiento de la
válvula N°1 del Esquema de
Salamanca. El abastecimiento es de
16:00 a 24:00.

Lámina N°12 : Válvula 1 - Sicuani

Vt = 21	Apertura : 16:00	Horas
Vf = 1/2	Cierre : 04:00	"
Vw = 21	Diámetro : 6"	
Ubicación : Av. Edison / Calle 2		

Lámina N°12-A :

No se realiza movimiento de válvulas.

Lámina N° 13 : Válvula 1

Vt = 18	Apertura : 15:00	Horas
Vf = 2	Cierre : 03:00	"
Vw = 18	Diámetro : 6"	
Ubicación : Av. Nicolás Ayllon / Sta. Ana		

Válvula 2

Vt = 16 1/2	Apertura : 03:00 Horas
Vf = 3	Cierre : 15:00 "
Vw = 16 1/2	Diámetro : 6"
Ubicación : Av. Nicolás Ayllon / Sta. Ana	

Válvula 3

Vt = 21 1/2	Regulado : 03:00 Horas
Vf = 2 1/2	Cierre : 15:00 "
Vw = 8 1/2	Diámetro : 8"
Ubicación : Av. Industrial / Sta. Cecilia	

Válvula 4

Vt = 24 1/2	Apertura : 24:00 Horas
Vf = 2 1/2	Cierre : 15:00 "
Vw = 24 1/2	Diámetro : 6"
Ubicación : Av. Sta. Rosa / Galvani	

Válvula 5 (día impar) *

Vt = 23	Apertura : 15:00 Horas
Vf = 1 1/2	Cierre : 03:00 "
Vw = 23	Diámetro : 6"
Ubicación: Av. Nicolás Ayllon/Chinchaysuyo.	

* Este movimiento de válvula se realiza el día impar para abastecer exclusivamente a la Asociación El Bosque.

El día par permanece cerrado para abastecer a la Asociación Huertos de Sta. Lucía.

Lámina N° 14 : Válvula 4

Vt = 24 1/2 Apertura : 24:00 Horas

Vf = 2 1/2 Cierre : 15:00 "

Vw = 24 1/2 Diámetro : 6"

Ubicación : Av.Sta. Rosa / Galvani

Lámina N° 15 : Movimientos de válvulas similares al de la lámina N°13.
 Pero solo intervienen las válvulas 1, 2, 3 y 5.

Lámina N°16 : Válvula 1 - Olimpo

Vt = 38 3/4 Apertura : 00:00 Horas

Vf = 2 1/2 Cierre : 13:00 "

Vw = 38 3/4 Diámetro : 12"

Ubicación: Av. Separadora Industrial / Calle Euterpe

Válvula 2

Vt = 14 1/2 Apertura : 00:00 Horas

Vf = 1/2 Regulado : 13:00 "

Vw = 2 1/2 Diámetro : 10"

Ubicación : Av.Separadora Industrial / Calle Artemisa

Válvula 3

Vt = 14 Apertura : 00:00 Horas

Vf = 1/2 Regulado : 13:00 "

Vw = 2 Diámetro : 10"

Ubicación : Av.Separadora Industrial / Calle Hermes

Válvula 4

Vt = 11 1/2	Apertura : 00:00 Horas
Vf = 1/2	Cierre : 13:00 "
Vw = 11 1/2	Diámetro : 8"
Ubicación : Calle Ares / Calle Hefestos	

Válvula 5

Vt = 12 1/2	Apertura : 00:00 Horas
Vf = 3/4	Cierre : 13:00 "
Vw = 12 1/2	Diámetro : 8"
Ubicación : Av.Los Quechuas / Calle Euterpe	

Lámina N°17 : Válvula 1 - Olimpo

Vt = 38 3/4	Apertura : 13:00 Horas
Vf = 2 1/2	Cierre : 00:00 "
Vw = 38 3/4	Diámetro : 12"
Ubicación : Av.Separadora Industrial / Euterpe	

Válvula 2

Vt = 14 1/2	Apertura : 13:00 Horas
Vf = 1/2	Regulado : 00:00 "
Vw = 2 1/2	Diámetro : 10"
Ubicación : Av.Separadora Industrial / Artemisa	

Válvula 3

Vt = 14	Apertura : 13:00 Horas
Vf = 1/2	Regulado : 00:00 "
Vw = 2	Diámetro : 10"
Ubicación : Av.Separadora Industrial / Hermes	

50

Válvula 4

Vt = 11 1/2 Apertura : 13:00 Horas

Vf = 1/2 Cierre : 00:00 "

Vw = 11 1/2 Diámetro : 8"

Ubicación : Calle Ares / Hefesto

Válvula 5

Vt = 12 1/2 Apertura : 13:00 Horas

Vf = 3/4 Cierre : 00:00 "

Vw = 12 1/2 Diámetro : 8"

Ubicación : Av. Los Quechuas / Euterpe

CAPITULO III

EVALUACION DEL SISTEMA

Y MANEJO OPERACIONAL

EVALUACION DEL SISTEMA Y MANEJO OPERACIONAL

Los medios para lograr un abastecimiento de agua potable adecuado consiste en llevar a cabo eficientemente la operación y el mantenimiento de los sistemas de agua potable. El máximo beneficio para la población se obtiene cuando los servicios de agua potable funcionan permanentemente y dentro de las normas.

El sistema operacional comprende el conjunto de recursos y actividades necesarios para administrar la elaboración de proyectos, construcción de obras y la operación propiamente dicha de las partes y el mantenimiento de los equipos e instalaciones en los sistemas.

**ACTIVIDADES DEL SISTEMA OPERACIONAL - OPERACION
Y MANTENIMIENTO**

- Control de Cuencas
- Control de Fuentes
- Operación:
 - . Captación
 - . Plantas de Tratamiento
 - . Sistema de Bombeo
 - . Sistema Regulación Distribución
- Control de Calidad
- Macromedición
- Micromedición
- Control de Fugas y Pérdidas
- Mantenimiento:
 - . Captación
 - . Plantas de Tratamiento

- . Sistemas de Bombeo
 - . Eléctrico
 - . Mecánico
- . Redes de agua
- . Conexiones domiciliarias
- . Medidores
- . Reservorios y Cisternas de Rebombeo

OPERACION DE SISTEMA DE BOMBEO

Consiste en :

- Supervisar el funcionamiento de los equipos y elementos instalados en las cámaras de bombeo y rebombeo. Estos son los siguientes :
 - . Tableros eléctricos
 - . Accesorios Hidráulicos
 - . Sistema de Clorinación
- Mantener en funcionamiento el equipo de bombeo, de acuerdo a los horarios establecidos.
- Llevar un control de la Operación, indicando lo sgte:
 - . Hora de Arranque del Equipo.
 - . Hora de parada del Equipo.
 - . Presiones de Trabajo según corresponda a la estación (salida).
 - . Lectura del Amperaje y Voltaje en función del motor eléctrico.
 - . Mantener limpia la estación (Accesorios, Ambiente, SSHH, etc.)
 - . Custodia de los Equipos bajo control

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

- **Mantenimiento Preventivo de Válvulas tipo Compuerta**
 - . Desarmado de válvula
 - . Limpieza de Espejo y asiento de Válvula
 - . Cambio de Empaquetadura de Eje
 - . Armado de Válvula y puesta en Operación

- **Mantenimiento Preventivo de Válvula Mariposa**
 - . Desarmado de Válvula
 - . Limpieza de Espejo y Asiento de Válvula
 - . Cambio de Empaquetadura de Eje
 - . Engrase de caja de engranaje de válvula
 - . Cambio de pernos oxidados
 - . Armado y puesta en operación

- **Mantenimiento Preventivo de Bombas Centrífugas de Eje Horizontal Tipo Hidrostral o Similar**
 - . Desacoplar Bomba
 - . Revisión y Engrase de Acoplamientos
 - . Cambio de Empaquetadura de Eje
 - . Engrase de Bomba
 - . Acoplar Bomba y Prueba

- **Cambio de Rodamientos de Bombas Centrífugas de Eje Horizontal tipo Hidrostral o similar**
 - . Desmontaje de Bomba
 - . Revisión de Accesorios (eje, impulsor, anillos, chaveta)
 - . Cambio de Rodamientos
 - . Armado de Bomba, Montaje y Prueba

- **Mantenimiento Preventivo de Tableros Eléctricos**
 - . Control de Funcionamiento
 - . Limpieza general de Accesorios y Ajuste de Conexiones
 - . Limpieza externa e interna del tablero eléctrico.

- **Mantenimiento Preventivo de Motores Eléctricos Tipo Delcrosa o similar**
 - . Desacoplar Equipo
 - . Desconectar, desacoplar y desarmar motor
 - . Limpieza de Rodamientos
 - . Limpieza de Estator y Rotor con Solvente SS-25, y secado
 - . Lubricación de Rodamientos
 - . Armado, Montaje y prueba en vacío del Motor
 - . Alineamiento y Acoplamiento de Equipo
 - . Prueba y puesta en funcionamiento de la Electrobomba.

- **Cambio de Rodamiento a Motores Eléctricos Marca Delcrosa o similar**
 - . Desacoplar equipo
 - . Desconectar, desmontar y desarmar motor eléctrico
 - . Limpieza de estator y rotor con solvente SS-25, y secado
 - . Armado ,montaje y prueba en vacío de motor
 - . Alineamiento y acoplamiento de equipo
 - . Prueba y puesta en funcionamiento de la electrobomba

- **Mantenimiento Preventivo de Válvulas de Alivio**
 - . Desmontaje de Válvula
 - . Limpieza de asientos de diafragma
 - . Montaje, Regulación y puesta en Funcionamiento.

- **Mantenimiento Preventivo de Válvula de Retención tipo pie Check**
 - . Desmontaje de Válvula Check
 - . Revisión y Limpieza de Asiento de la Válvula y Eje.
 - . Montaje y prueba de Válvula.

- **Mantenimiento Preventivo de Cámaras Reductoras de Presión**
 - . Desmontaje de Válvulas
 - . Revisión y Limpieza de Accesorios de Regulación
 - . Montaje, Regulación y puesta en Funcionamiento
 - . Cambio de Manómetros en mal estado.

- **Mantenimiento Preventivo de Válvulas de Aire**
 - . Desmontaje de Válvula
 - . Revisión y Limpieza de Válvula, incluyendo accesorios
 - . Montaje, Prueba y puesta en Funcionamiento

- **Mantenimiento Preventivo de Bomba de Eje Vertical**
 - . Cambio de Empaquetadura del Eje
 - . Ajuste de Empaquetadura
 - . Engrase.

SISTEMA REGULACION - DISTRIBUCION

La operación en el Sistema de Regulación-Distribución es uno de los componentes del sistema operacional y comprende el conjunto de actividades requeridas para operar las instalaciones mediante el movimiento de válvulas.

ACTIVIDADES EN REGULACION - DISTRIBUCION

- **Trabajo Programado en Esquemas Definidos.-** Consiste en dirigir el servicio de agua de acuerdo a la programación de horarios establecidos, y por lo general, estos movimientos son rutinarios.

- **Regulación y definición de Nuevos Esquemas.-** La creación de Nuevos Esquemas se lleva a cabo por la ocurrencia de algún factor imponderable, que pudiera ser la falla en alguna estación de bombeo; que a su vez puede ser temporal (falla en el Equipo) o permanente, debido al agotamiento del pozo (descenso de la Napa Freática). También puede estar relacionado con la recepción de nuevas obras o ampliaciones del esquema.

- **Cierre y Reapertura de Circuitos.-** Se realiza para reparar o cambiar tuberías, reparación o cambio de válvulas o GCI y conexiones domiciliarias. Una situación especial para realizar esta actividad es la presentación de un siniestro, como por ejemplo; un incendio.

- **Revisión y ajuste del Sistema.-** se realiza cuando se tiene sospechas que el sistema no está siendo bien operado, esto se aprecia con los reclamos de

usuarios de la zona. Pudiendo ser la causa, algún error del operador de válvulas.

- **Llenado, Control y Descarga en Reservorios.-** En zonas como la de nuestro estudio donde el agua no es suficiente, o por las condiciones propias del terreno, el funcionamiento de los reservorios es de Cabecera.

- **Purga de Redes a Traves de Grifos contra Incendios.-** Se realiza para desaguar un tramo de red por repararse, instalación de tuberías, válvulas, accesorios, empalmes, presencia de aire en la red, etc.

- **Toma de Presiones.-** En la práctica se aprovecha los GCI para realizar esta actividad.

- **Verificación del llenado de reservorios y funcionamiento** de las cámaras de rebombeo, estaciones de bombeo.

- **Revisión hidráulica de nuevos sistemas** recepcionados por la empresa Administradora.

HERRAMIENTAS PARA ACTIVIDAD DE REGULACION - DISTRIBUCION

Cada grupo de trabajo (cuadrilla) que labora en un turno debe tener a disposición las mínimas herramientas necesarias ;

- . 02 Crucetas Standard
- . 02 juegos de dados de 3",4",6",8",10".
- . 03 llaves Stillson (8",10",12").
- . 01 Arco de sierra

- . 03 Hojas de sierra 1/2 x 12"
- . 01 martillo de bola de 2 1/2 Libras
- . 01 comba de 25 Libras
- . 02 Lampas tipo cuchara
- . 02 picos punta y pala
- . 02 cucharas para limpieza de caja de válvulas
- . 01 Manómetro de 0-150 psi.
- . 01 Escofina 1/2 caña de 12"
- . 01 Escofina 1/2 caña de 18"
- . 02 Linternas, y pilas (para el 2do. turno)
- . 01 barreta hexagonal de 1"
- . Maletin porta herramientas.

MANTENIMIENTO DE REDES DE AGUA

Con este título nos ocuparemos de una parte muy importante en el manejo operacional de redes de agua ,que hasta hace 4 años se había dejado de lado en la administración del sistema de agua potable en Lima Metropolitana, esta parte importante es el Mantenimiento Preventivo y Correctivo de Válvulas y Grifos Contra Incendios.

Como complemento de la actividad de mantenimiento de válvulas y GCI a continuación se describen las demás actividades del mantenimiento de Redes de Agua Potable :

INSTALACION, REPARACION Y MEJORAMIENTO DE REDES DE AGUA

- . Reparación de Tuberías
- . Cambio de Tuberías
- . Empalme de Tuberías
- . Inserción de Válvula
- . Cambio de Válvula
- . Traslado de Válvula
- . Instalación y cambio de accesorios de Fo Fdo.
- . Inserción de Grífo Contra Incendio
- . Traslado de Grífo Contra Incendio
- . Cambio de Grífo Contra Incendio.

**INSTALACION, REPARACION Y MANTENIMIENTO DE CONEXIONES
DOMICILIARIAS DE AGUA**

- . Limpieza de Caja de Medidor
- . Instalación o retiro de Medidor
- . Bombeo del Servicio
- . Cambio de Tubería
- . Reparación de fuga de agua en la tubería
- . Reparación de fuga de agua en la caja del medidor.
- . Cambio de accesorios de toma en la tubería matriz.
- . Reflotamiento de la caja del medidor
- . Instalación de nueva conexión domiciliaria de agua potable de 1/2" a más.
- . Cambio de marco y tapa de Fo Gdo. para caja de Medidor de 1/2" a 2".
- . Cambio de caja de concreto para medidor
- . Traslado de caja de medidor.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE VALVULAS Y
GRIFOS CONTRA INCENDIOS**

El Mantenimiento Preventivo y Correctivo consiste en corregir fallas y defectos propios de la manipulación constante, también, los ocasionados por hechos ajenos o por el tiempo en que se encuentran funcionando. En este último caso, por lo general, es necesario el reemplazo de piezas esenciales.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Consiste en mantener en estado óptimo de funcionamiento la válvula o GCI en sus partes esenciales que permiten su manipulación sin problema alguno.

El cambio programado y oportuno de pernos, empaquetaduras, engrase, etc. Tal que se adelante al hecho de tener una válvula en mal estado corresponde a un mantenimiento preventivo correcto.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.- Cuando a la válvula no se le da el mantenimiento oportuno anterior, ocurre que el desgaste por el uso es tal que llega a afectar a otras piezas mas esenciales, y por lo tanto es necesario cambiarlas. Estas piezas cuyo material es de bronce, pueden ser: Vástago, Portaclán, Nuez, Discado, etc. Una vez realizado este cambio de piezas la válvula vuelve a funcionar, de lo contrario habrá terminado su vida útil.

Como se mencionó anteriormente se describirá detalladamente las actividades siguientes :

- . Mantenimiento Preventivo de Válvulas de Fo.Fdo.
- . Mantenimiento Correctivo de Válvulas de Fo.Fdo.
- . Mantenimiento Preventivo de Grifos Contra Incendio
- . Mantenimiento Correctivo de Grifos Contra Incendio.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VALVULAS DE FIERRO FUNDIDO

Consiste en el desarrollo de las siguientes actividades:

- . Rotura de pista y/o vereda promedio (1.0 x 1.0 x 0.10)
- . Excavación de zanja promedio (1.0 x 1.0 x 1.50)
- . Retiro de tubo de señal
- . Desmontaje de válvula a mantener
- . Mantenimiento preventivo (lijado, engrase, empaque, cambio de pernos y tuercas).
- . Montaje de Válvula
- . Relleno y compactación de zanja, (incluye colocación de tubo de señal).
- . Instalación de losa de concreto (1.0 x 1.0 x 0.15) y colocación de marco de tapa de caja de válvulas.
- . Eliminación de Desmonte.

MATERIALES EMPLEADOS

- . Empaquetadura Grafitada
- . Empaquetadura de jebe
- . Lija
- . Grasa
- . Waype
- . Pernos de Fo de 1/2" o 5/8" x 6"
- . Pernos de Fo de 1/2" o 5/8" x 3"
- . Tuercas de Fo de 1/2" o 5/8"
- . Marco y tapa de Fo Fdo. para caja de válvulas
- . Tubo de señal de Coocreto simple normalizado
- . Cemento
- . Arena
- . Piedra chancada.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VALVULAS DE FIERRO FUNDIDO

Consiste en el desarrollo de las siguientes actividades:

- . Rotura de pista y/o vereda promedio (1.0 x 1.0 x 0.10)
- . Excavación de zanja promedio (1.0 x 1.0 x 1.50)
- . Retiro de tubo de señal
- . Desmontaje de válvula a mantener
- . Mantenimiento preventivo (lijado, engrase, empaque, cambio de pernos y tuercas).
- . Montaje de Válvula
- . Relleno y compactación de zanja, (incluye colocación de tubo de señal).
- . Instalación de losa de concreto (1.0 x 1.0 x 0.15) y colocación de marco de tapa de caja de válvulas.
- . Eliminación de Desmonte.

MATERIALES EMPLEADOS

- . Empaquetadura Grafitada
- . Empaquetadura de jebe
- . Lija
- . Grasa
- . Waype
- . Pernos de Fo de 1/2" o 5/8" x 6"
- . Pernos de Fo de 1/2" o 5/8" x 3"
- . Tuercas de Fo de 1/2" o 5/8"
- . Marco y tapa de Fo Fdo. para caja de válvulas
- . Tubo de señal de Cocreto simple normalizado
- . Cemento
- . Arena
- . Piedra chancada.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE VALVULAS

Se da los pasos anteriores similares al Mtto. preventivo.

MATERIALES EMPLEADOS

Además de los materiales anteriores se cambiara piezas esenciales como:

- . Disco de Compuerta para válvula (espejo) de 3", 4", 6", 10", 12", 14".
- . Nuez de Bronce para válvula de 3", 4", 6", 8", 10", 12", 14".
- . Portaclán hembra de Fo Fdo. de 3", 4", 6", 8", 10", 12", 14".
- . Portaclán Macho de Fo Fdo. de 3", 4", 6", 8", 10", 12", 14".
- . Vástago de Bronce para válvula de 3", 4", 6", 8", 10", 12", 14".

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE GRIFOS CONTRA INCENDIO

- . Desmontaje del Grífo Contra Incendio
- . Mantenimiento Preventivo (Limpieza, Lijado, Engrase y Empaque, Cambio de pernos y pintado)
- . Montaje de Grífo Contra Incendio

MATERIALES EMPLEADOS

- . Empaquetadura grafitada
- . Empaquetadura de jebe
- . Lija
- . Grasa

- . Waype
- . Pernos Fo de 5/8"
- . Tuercas de Fo de 5/8"
- . Pintura Anticorrosiva

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE GRIFOS CONTRA INCENDIO

- . Se da los pasos anteriores similares al Mtto. Preventivo

MATERIALES EMPLEADOS

Además de los materiales anteriores se cambiará piezas esenciales como:

- . Disco de Compuerta para válvula (espejo) de 4"
- . Nuez de bronce para válvula de 4"
- . Portaclán hembra de Fo Fdo. de 4"
- . Portaclán Macho de Fo Fdo. de 4"
- . Vástago de Bronce para válvula de 4".

**ANALISIS DE COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
VALVULAS Y GRIFOS CONTRA INCENDIO**

Las proporciones de los materiales empleados se han encontrado en base a la experiencia en el mantenimiento de las redes de agua potable de la Regional Este de Sedapal.

Las proporciones de la unidad móvil y del personal designado se encuentra en los cálculos realizados para hallar el rendimiento del personal, en la página N° del presente estudio.

A continuación se determinará el costo del mantenimiento de válvulas y Grifos contra incendio en forma global :

<u>DESCRIPCION</u>	<u>UND</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>PROPORCION</u>	<u>PARCIAL</u>
Emp. grafitada 1/2"	ml.	25.70	0.25	6.420
Emp. de jebe	m2.	212.15	0.0225	4.770
Lija	un.	1.20	0.50	0.600
Grasa	kg.	20.50	0.05	1.025
Waype	kg.	2.12	0.05	0.106
Pernos de "T" 1/2 x6"	un.	6.90	2.00	13.800
Tuercas 1/2"	un.	0.40	4.00	1.600
Tubo de señal 6"x0.40m.	un.	3.20	4.00	12.800
Cemento	bl.	12.00	0.87	10.440
Arena	m3.	14.83	0.051	0.756
Piedra chancada	m3.	38.13	0.076	2.898
			(1)	<u>S/. 55.215</u>
Unidad vehicular	Hm.	6.50	2.67	17.35
Combustible	Gl.	4.10	1.33	5.46
			(2)	<u>S/. 22.81</u>
M.O.Capataz incluye leyes sociales	Hh.	10.81	2.67	28.86
M.O.Operario incluye leyes sociales	Hh.	7.21	2.67	19.25
M.O.Peón incluye leyes sociales.	Hh.	5.92	5.33	31.55
			(3)	<u>S/. 79.66</u>
			(1) + (2) + (3) =	<u>S/. 157.68</u>

Se concluye que el costo global del mantenimiento preventivo de una válvula o Grifo contra incendio es de ciento cincuenta y siete con 68/100 nuevos soles.

En el caso de realizar un mantenimiento correctivo, se tiene que agregar al costo anterior el costo específico de las piezas a cambiar de acuerdo al siguiente resumen de precios :

<u>DESCRIPCION</u>	<u>UN</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>
Disco de compuerta p/valv. 3"	Un.	S/ 23.92
Disco " " " 4"	Un.	32.90
Disco " " " 6"	Un.	59.81
Disco " " " 8"	Un.	107.66
Disco " " " 10"	Un.	143.54
Disco " " " 12"	Un.	207.34
Disco " " " 14"	Un.	398.74
Nuez Bronce p/valvula de 3"	Un.	13.96
Nuez " " " 4"	Un.	16.95
Nuez " " " 6"	Un.	25.92
Nuez " " " 8"	Un.	30.90
Nuez " " " 10"	Un.	35.89
Nuez " " " 12"	Un.	51.84
Nuez " " " 14"	Un.	99.68
Portaclán Hembra de Fo Fdo. 3"	Un.	9.17
Portaclán " " " 4"	Un.	13.75
Portaclán " " " 6"	Un.	22.92
Portaclán " " " 8"	Un.	34.84
Portaclán " " " 10"	Un.	39.42
Portaclán " " " 12"	Un.	50.43
Portaclán " " " 14"	Un.	84.35
Portaclán macho Fo Fdo. 3"	Un.	12.84
Portaclán " " " 4"	Un.	16.50
Portaclán " " " 6"	Un.	26.59
Portaclán " " " 8"	Un.	38.51
Portaclán " " " 10"	Un.	43.09
Portaclán " " " 12"	Un.	54.09
Portaclán " " " 14"	Un.	89.85
Vástago Bronce p/válv. de 3"	Un.	44.86
Vástago " " " 4"	Un.	59.81
Vástago " " " 6"	Un.	65.79
Vástago " " " 8"	Un.	79.75
Vástago " " " 10"	Un.	155.51
Vástago " " " 12"	Un.	207.34
Vástago " " " 14"	Un.	259.18
Marco y tapa Fo Fdo. p/caja Válv.	Un.	13.50
Pintura anticorrosiva (p/GCI)	Gl.	25.00

Todos los precios y salarios que se mencionan en los cálculos de costos y en la relación anterior, están actualizados hasta Julio de 1995, y no están incluidos el IGV, Gastos generales, desgaste de herramientas y utilidades, (US. \$1.00 = S/. 2.25, a Julio de 1995).

**HERRAMIENTAS PARA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO DE VALVULAS
Y GRIFOS CONTRA INCENDIOS**

Cada grupo de trabajo (cuadrilla) que labora en un turno debe tener a disposición las mínimas herramientas necesarias, como:

- . 01 Carretilla Bugui de 3 pie cúbicos
- . 01 pisón de mano
- . 01 Zaranda de 1.80 x 1.20 mt.
- . 02 tranqueras de madera
- . 04 picos
- . 04 Lampas
- . 01 Comba de 25 Libras
- . 01 Comba de 4 Libras
- . 01 Barreta exagonal de 1/2" x 2 mt.
- . 01 Barreta exagonal de 1" x 1.6 mt.
- . 01 Wincha metálica de 3 mt.
- . 01 llave Stilson de 10"
- . 02 llaves Stilson de 8"
- . 01 llave Francesa de 8"
- . 01 Arco de Sierra
- . 01 Frotacho de Madera
- . 01 Plancha de pulir
- . 01 Badilejo.

RENDIMIENTO DEL PERSONAL PARA REGULACION - DISTRIBUCION

El Análisis referente a la mano de obra lo expresamos en Hora-Hombre.

En un área de servicio de aproximadamente 16.8 Kms. cuadrados que viene a ser el servicio en los Distritos de San Luis-Ate Zona Norte-El Agustino se ha determinado 1.5 horas para el trayecto del personal, es decir, uso del tiempo de refrigerio, trayecto para las coordinaciones con el ente administrativo y/o jefaturas de supervisión. Por lo tanto, este tiempo de hora y media quedarán incluidas en el turno de 8 horas.

El personal necesario para estas labores son los sptes. :

- Capatáz u Operario Especializado.- Es el personal calificado para este tipo de servicio, el cual, ha sido adiestrado por el ingeniero encargado, para las labores a realizar. De preferencia debe tener secundaria completa y debe conocer la lectura de planos, conocimiento básico de hidráulica, sobretodo en los factores recomendables para la buena operación de válvulas; conocer además, la ubicación de las principales válvulas a manipular.

El capatáz u operario especializado es el responsable de la labor realizada en el día y del comportamiento del grupo en el trabajo; es el que coordina directamente, con el ingeniero responsable, las decisiones diarias y prepara sus informes diarios rutinarios donde incluye las acciones tomadas ocasionalmente.

- **Operario** .- Es el mismo operario de construcción civil con conocimiento de gasfitería, que con la labor rutinaria adquiere experiencia y conoce el sistema en el que opera . En base a esta experiencia puede reemplazar al capatáz temporalmente por cualquier razón solicitada.

- **Peón**.- Seguirá las indicaciones de los operarios y se nivela de acuerdo al peón de construcción civil, en lo que se refiere a salarios, responsabilidad, experiencia, etc.

Descripción.- Regulación-Distribución en Redes de Agua Potable.

Rendimiento.- 50 Movimientos/día

Cuadrilla.- 1 Op. Esp. + 1 Op. + 1 Peon

Descripción	Unidad	Cantidad (*)
<u>Mano de Obra:</u>		
Operario Esp.	HH	0.16
Operario	HH	0.16
Peón	HH	0.16

* Es la cantidad de horas que necesita cada trabajador, para que en conjunto, realicen un número de vueltas en determinada válvula.

Los datos de Rendimiento se han logrado en base a la experiencia del manejo operacional de válvulas en la Región Este de Sedapal; Esquema Ate Norte-San Luis-El Agustino.

En nuestra zona de estudio, los horarios de manipulación de válvulas, es durante las 24 horas. Por lo cual, el manejo se realiza con 2 cuadrillas en turnos de 12 horas c/u.

Si el movimiento de válvulas, para la zona en estudio, es menor al rendimiento de 12 horas, es decir, que el sistema no requiere para la regulación-distribución, dentro de las primeras 12 horas, de 75 movimientos de válvulas; entonces, es necesario darle a la cuadrilla, además, otro grupo de actividades de trabajo para evitar las horas muertas del personal designado.

Se pueden complementar actividades, programando otros trabajos, como : Ubicación de Válvulas, Limpieza de cajas de válvulas, Replanteo de Redes, Muestreo y comparación de Cloro Residual en las Redes, Catastro, Toma de presiones en GCI y conexiones domiciliarias, Supervisión de funcionamiento de pozos, Excavación de zanjas para mantenimiento de válvulas a realizar por otra cuadrilla, etc.

Por tal motivo los partes diarios de la cuadrilla de Regulación-Distribución viene generalizado con otras actividades, el nombre del grupo que lo conforma y el control de recorrido de la unidad móvil, según se muestra en el modelo de Parte Diario siguiente:

PARTE DIARIO DE ACTIVIDADES EN REGULACION - DISTRIBUCION

Fecha: _____

Esquema: _____

Turno: _____

ACTIVIDAD	N°	HORA	DIRECCION/ZONA	COMENTARIOS
REVISION				
UBICACION				
LIMPIEZA				
TRABAJO PROGRAMADO EN ESQUEMAS DEFINIDOS				
REGULACION Y DEFINICION DE NUEVOS ESQUEMAS				
CIERRE Y REAPER TURA DE CIRCUITOS				
REVISION Y AJUSTE DEL SISTEMA				
lLENADO CONTROL Y DESCARGA EN RESER VORIOS				
PURGA DE REDES A TRAVES DE GCI				

ACTIVIDAD	N°	HORA	DIRECCION/ZONA	COMENTARIOS
TOMA DE PRESION EN GCI Y CONEXIONES DOMICILIARIAS				
ORIENTACION Y APOYO DE EMERGENCIA EN SECTORES DESABAS TECIDOS				
REVISION Y AJUSTE DE REDES POR RECLAMOS				
EXCAVACION DE ZANJAS				
INSPECCION DE POZOS Y CAMARAS DE REBOM BEO				
TOMA DE MUESTRAS PARA COMPARACION DE CLORO RESIDUAL				
OTRAS ACTIVIDADES				

CUADRILLA :

UNIDAD:

Op. Esp. : _____
 Operario: _____
 Peon : _____

Odómetro .Inicio: _____
 Final: _____

OPERARIO ESPECIALIZADO

SUPERVISION

**RENDIMIENTO DEL PERSONAL PARA MANTENIMIENTO DE
VALVULAS Y GCI**

Igualmente el análisis se expresará en Horas-Hombre. Dentro de un área de servicio de aproximadamente 16.8 Km.cuadrados, que comprende, los distritos de Ate Zona Norte-San Luis-El Agustino. Para el mantenimiento Preventivo y/o correctivo de válvulas o Grifos contra incendios, se ha evaluado un rendimiento de 3 válvulas/día, en un día normal de 8 horas, con el sgte. personal :

Descripción: Mantenimiento de Válvulas y GCI.

Rendimiento: 3 válvulas o GCI/día

Cuadrilla : 1 Op.Esp. + 1 Operario + 2 Peones

Descripción	Unidad	Cantidad (*)
<u>Mano de Obra:</u>		
Op.Especializado	HH	2.67
Operario	HH	2.67
Peón	HH	5.33

* Es la cantidad de horas que necesita cada trabajador, para que en conjunto puedan realizar el mantenimiento a una válvula.

El rendimiento corresponde a un promedio de igual número de válvulas ubicadas en pista o vereda y otras en jardines, donde no es necesario romper y resanar concreto.

Para cumplir con el rendimiento se debe tener en Stock los accesorios o partes reemplazables de válvulas y GCI, como son :

pernos, tuercas, marco y tapa, vástagos, portaclán, empaquetaduras, etc. Los cuales son retirados del almacén al comienzo de la jornada y se informa su utilización al final de la misma en los correspondientes partes diarios.

A continuación se muestra el modelo de Parte Diario correspondiente a la reparación y mantenimiento de válvulas y GCI :

PARTE DIARIO DE REPARACION Y MANTENIMIENTO DE VALVULAS Y G.C.I.

ZONA _____

Unidad de Transporte:

VAL	ACTIVIDADES	MATERIALES USADOS	DIRECCION	OBSERVACIONES
4" 6" 8" 10" 12"	DE: LINEA ... G.C.I.... ROTURA : PISTA ... VEREDA... EXCAVACION ... TAPADO... LIMP. Y LIJADO ... ENGRAS... VAL.UBIC: P... V...B... J... EMPAQUETAMIENTO:... DESARME DE TAPA ... RESANE : PISTA ...VEREDA... UBIC. DE VALVULA...	GRAFIT. ____ cm X ____ plg GRASA ____ gr.WYPE ____ gr ____ uni.PERNOS "T" ____ X ____ uni.TUERCAS ____ ____ uni.PERNOS ____ X JEBE ____ X ____ Cm2 PORTACLAN: .H. .M. CEMENTO _____	DISTRITO : _____ URB...COOP...ASOC... P.J.. _____ _____ PERSONAL : _____ _____ HORA INIC: _____ HOR.TERM: _____	* ACCESORIOS ROTOS O FALTANTES PORTACLAN...VASTAGO...ANILLO.. NUEZ... ESPEJO ... * VALV.DE ESP: MACIZO...DOBLE... * MARCO Y TAPA : NO... SI ... * CONDICION DE TRABAJO : VT. _____ VLoc. _____ VOP. _____ PASE LIBRE... ESPEJO CAIDO... * OTROS:
4" 6" 8" 10" 12"	DE: LINEA ... G.C.I.... ROTURA : PISTA ... VEREDA... EXCAVACION ... TAPADO... LIMP. Y LIJADO ... ENGRAS... VAL.UBIC: P... V...B... J... EMPAQUETAMIENTO:... DESARME DE TAPA ... RESANE : PISTA ...VEREDA... UBIC. DE VALVULA...	GRAFIT. ____ cm X ____ plg GRASA ____ gr.WYPE ____ gr ____ uni.PERNOS "T" ____ X ____ uni.TUERCAS ____ ____ uni.PERNOS ____ X JEBE ____ X ____ Cm2 PORTACLAN: .H. .M. CEMENTO _____	DISTRITO : _____ URB...COOP...ASOC... P.J.. _____ _____ PERSONAL : _____ _____ HORA INIC: _____ HOR.TERM: _____	* ACCESORIOS ROTOS O FALTANTES PORTACLAN...VASTAGO...ANILLO.. NUEZ ...ESPEJO ... * VALV.DE ESP: MACIZO...DOBLE... * MARCO Y TAPA : NO... SI ... * CONDICION DE TRABAJO : VT. _____ VLoc. _____ VOP. _____ PASE LIBRE... ESPEJO CAIDO... * OTROS:
4" 6" 8" 10" 12"	DE: LINEA ... G.C.I.... ROTURA : PISTA ... VEREDA... EXCAVACION ... TAPADO... LIMP. Y LIJADO ... ENGRAS... VAL.UBIC: P... V...B... J... EMPAQUETAMIENTO:... DESARME DE TAPA ... RESANE : PISTA ...VEREDA... UBIC. DE VALVULA...	GRAFIT. ____ cm X ____ plg GRASA ____ gr.WYPE ____ gr ____ uni.PERNOS "T" ____ X ____ uni.TUERCAS ____ ____ uni.PERNOS ____ X JEBE ____ X ____ Cm2 PORTACLAN: .H. .M. CEMENTO _____	DISTRITO : _____ URB...COOP...ASOC... P.J.. _____ _____ PERSONAL : _____ _____ HORA INIC: _____ HOR.TERM: _____	* ACCESORIOS ROTOS O FALTANTES PORTACLAN...VASTAGO...ANILLO.. NUEZ ...ESPEJO ... * VALV.DE ESP: MACIZO...DOBLE... * MARCO Y TAPA : NO... SI ... * CONDICION DE TRABAJO : VT. _____ VLoc. _____ VOP. _____ PASE LIBRE... ESPEJO CAIDO... * OTROS:

FECHA :

CAPATAZ :

SUPERVISOR :

CAPITULO IV

OPTIMIZACION DEL SERVICIO

OPTIMIZACION DEL SERVICIO

Para mejorar el servicio de abastecimiento de agua en nuestra zona estudio, tenemos que alcanzar las condiciones necesarias que un buen servicio requiere y lograr abastecer agua de calidad, en suficiente cantidad y con una presión de acuerdo a las normas.

Para determinar la cantidad de agua que se le suministra a una zona, es necesario, conocer, el caudal que circula por las líneas matrices del que se alimenta; en el caso de que la fuente sea la Planta de Tratamiento de La Atarjea.

En el caso de que la fuente sea por medio de pozo profundo, en el interior de la caseta de bombeo se debe tener dispositivos de control o un Spich para la colocación de los caudalímetros y manómetros con el que se determina la información.

Las actividades necesarias para determinar la cantidad de agua suministrada esta relacionada a otras actividades muy importantes que finalmente nos mejorará el servicio y evitará consumos excesivos .

Las actividades son:

- **Macromedición**
- **Catastro de redes de distribución**
- **Mejora de conexiones domiciliarias**
- **Medición de consumo predial**
- **Control de fugas**
- **Mantenimiento de redes de Distribución.**

En las láminas siguientes, se muestra la ubicación de las estaciones pitométricas proyectadas, en la que se considera las restricciones de distancia de 10 a 50 veces el diámetro de tubería a partir de una válvula y de 5 a 20 veces el diámetro de tubería a partir de un Codo Tee.

En estas estaciones se mide el caudal suministrado a los diferentes microsistemas, los cuales están perfectamente delimitados por válvulas o tapones de final de circuito en óptimas condiciones operativas.

Es recomendable para este tipo de medidas de caudal el sistema "Distrito Pitométrico" al que le estamos denominando micro sistema y según el procedimiento cumple con tener entre 20 y 50 Km. de Longitud cada uno.

Para llevar a cabo esta actividad es necesario previamente confirmar la operación de las válvulas dentro del micro sistema, sobretodo las que delimitan el esquema, evitando así, obtener valores irreales al haberse interconectado un sistema con otro durante las medidas.

Finalmente el volumen suministrado, que se registra en las lecturas a diferentes horas y días se comparará con las lecturas de consumo predial (medidores domiciliarios) y la diferencia viene a ser pérdida de agua por fugas. Dicha pérdida puede ser por conexiones clandestinas, por fugas en las redes, conexiones o reservorios. Estos últimos datos lo determinará el catastro previamente realizado.

Si la diferencia de volumen de agua no se debe a conexiones clandestinas o fugas en conexiones, ni rebose

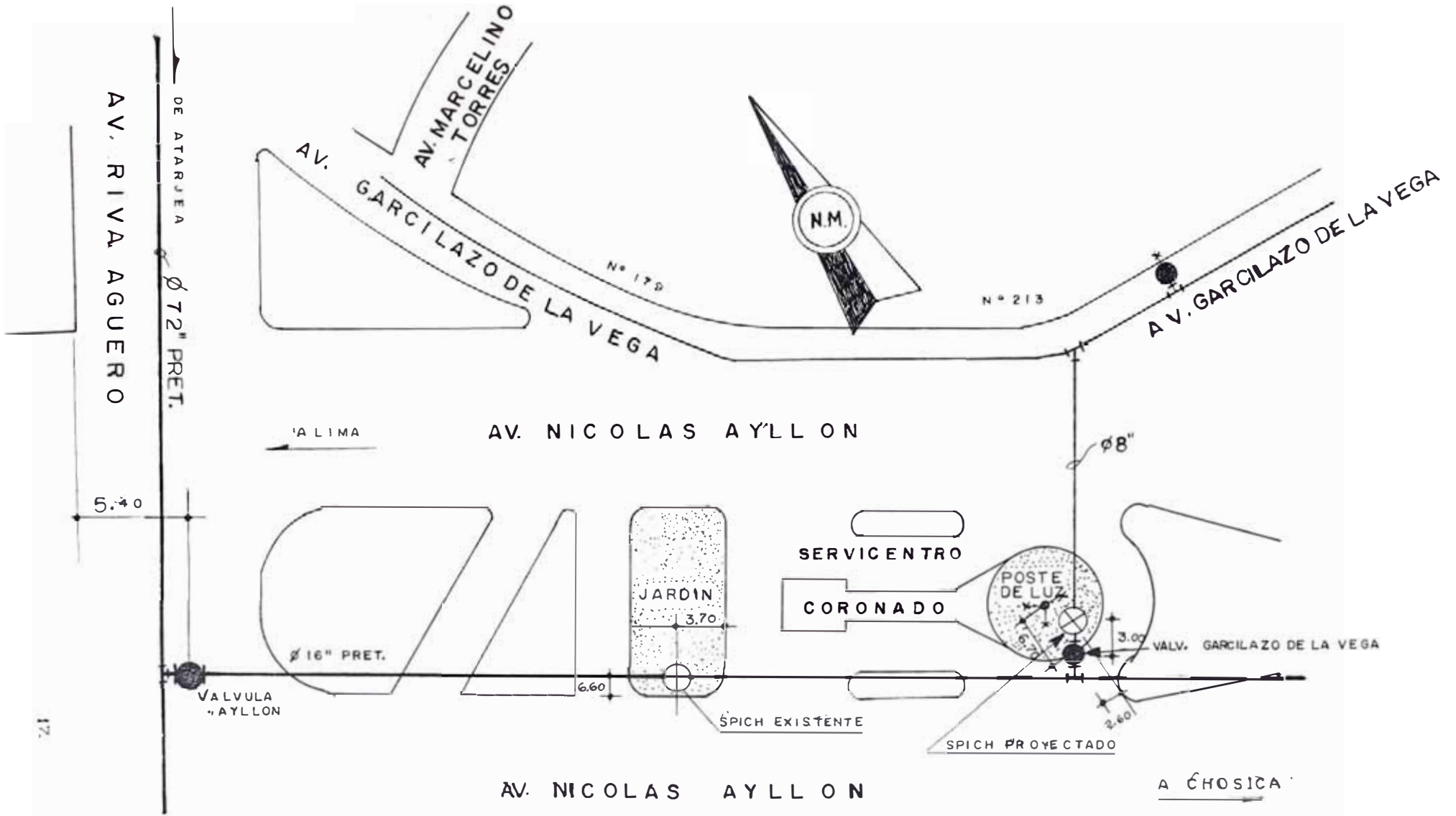
en algún reservorio, entonces, se concluye que se encuentra en las redes. Las fugas en redes puede ser por rotura de tubería o filtraciones en accesorios o válvulas.

Generalmente las fugas por rotura son apreciables y fácilmente detectables por la baja de presión en las redes y evidencia de humedad en la superficie del terreno. Además que existen instrumentos portátiles de medición de localización de fugas.

Las fugas en válvulas se evidencia, por lo general, en la misma caja de válvula, la cual almacena agua; también se detecta mediante el instrumento "Acuófono" que se coloca en la parte superior de la cruceta encajada en el vástago de la válvula examinada. De esta manera determinamos si existe fuga en la válvula que puede ser a través de la empaquetadura o por el asiento (entre la compuerta y cuerpo) de la válvula.

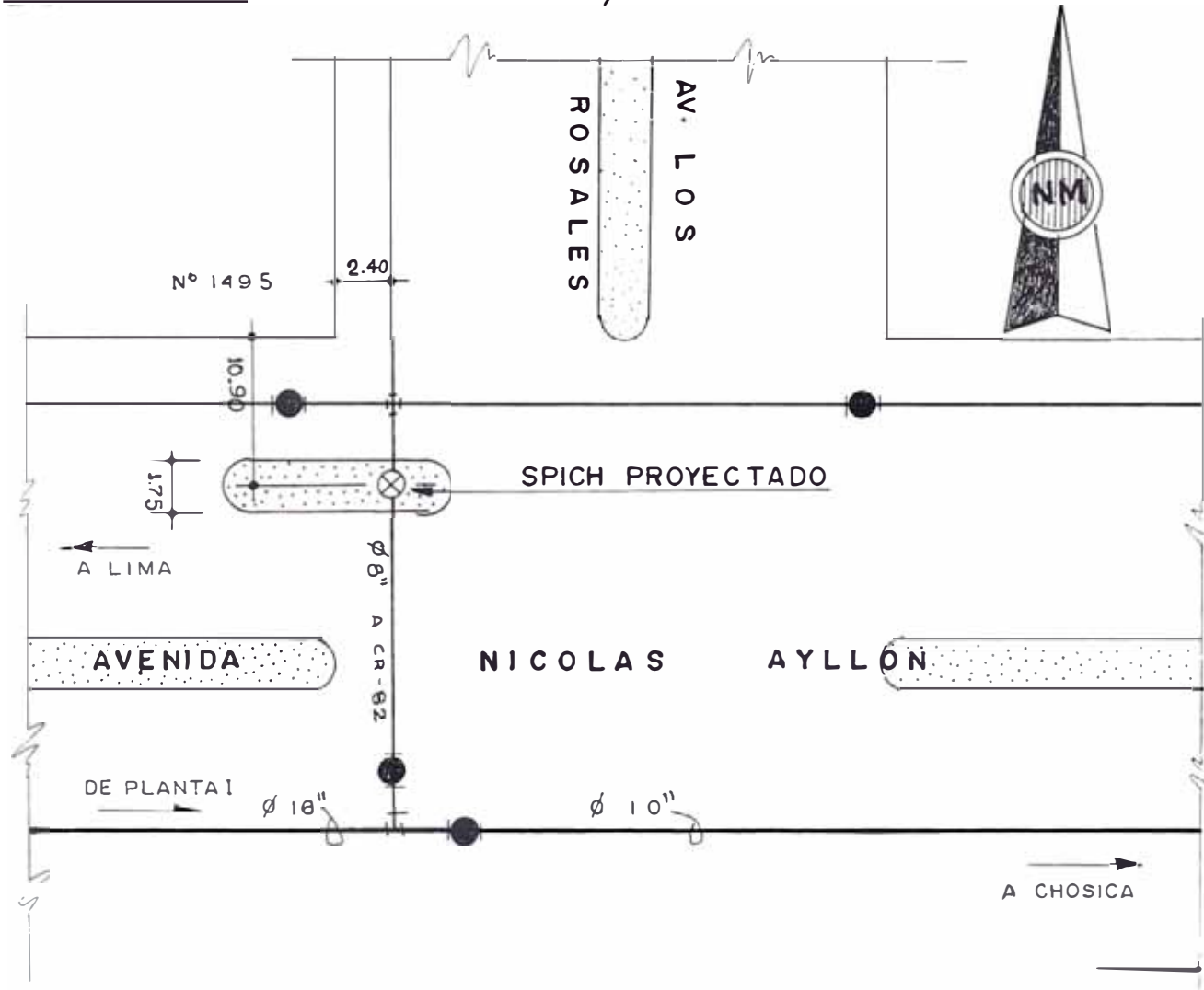
A continuación, se muestran la ubicación de las estaciones pitométricas, proyectadas para la medición de caudales en los distritos pitométricos, identificados en la zona de estudio.

Las estaciones consisten en la construcción de una caseta de inspección con un spich de salida en la red, para la instalación del pitómetro cuando sea requerido. Las medidas de caudal por este método están destinadas solo para los ingresos de agua provenientes de las plantas I y II de La Atarjea.



VALDIVIEZO

AV. NICOLAS AYLLON / AV. LOS ROSALES



ESTUDIO Y EVALUACION DE SISTEMAS DE
AGUA POTABLE

ESTACIONES PITOMETRICAS

ELABORADO:

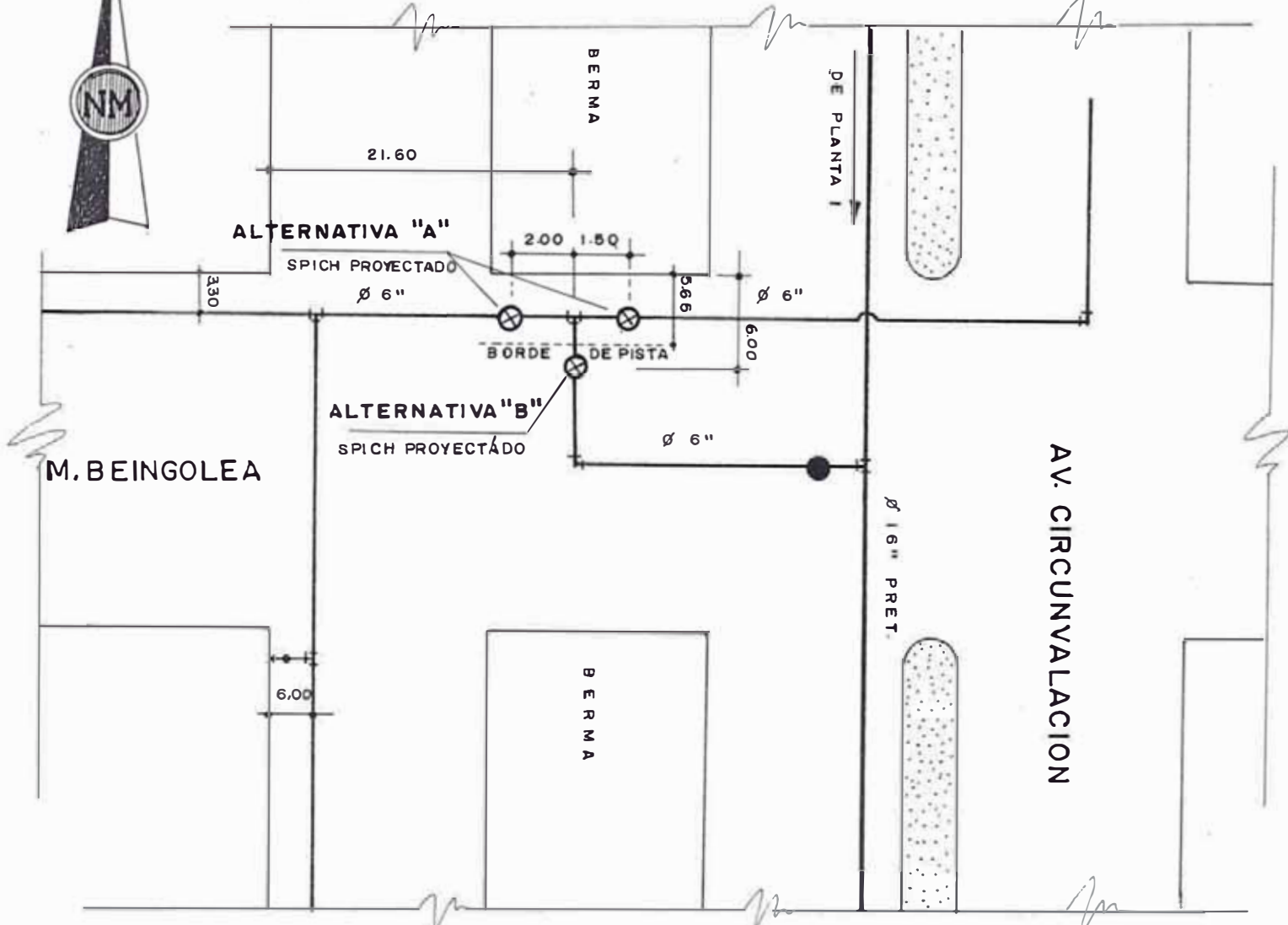
BACH. JORGE SILVA V.

FECHA :
DICIEMBRE 1, 1994

LAMINA :

EP-2

M. BEINGOLEA AV. CIRCUNVALACION AV. M. BEINGOLEA



ESTUDIO Y EVALUACION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

ESTACIONES PITOMETRICAS

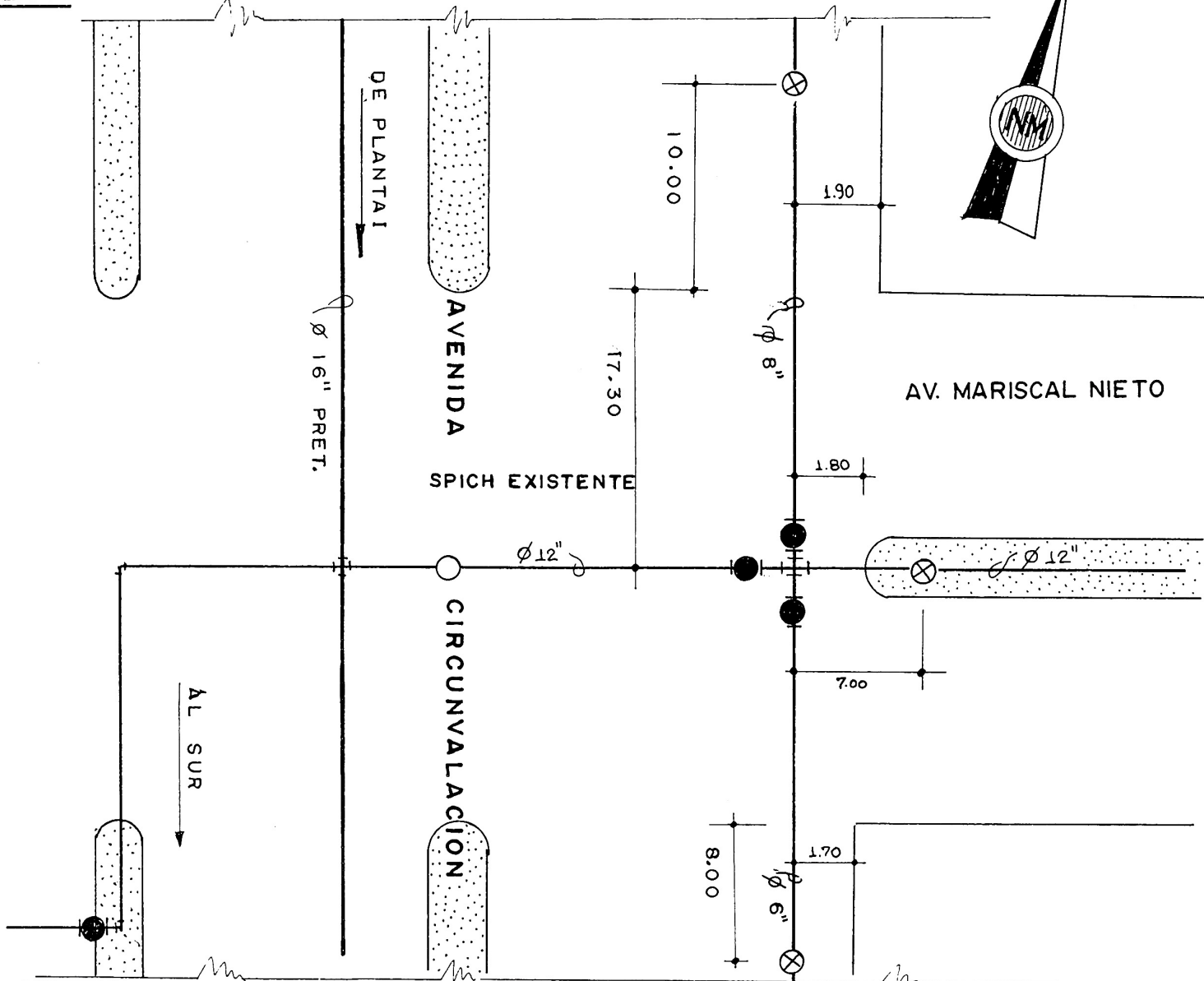
ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA V.

FECHA:
DICIEMBRE 1, 1994

LA MINA:
EP-3

M. NIETO

AV. CIRCUNVALACION / AV. M. NIETO URB. EL PINO



ESTUDIO Y EVALUACION DE SISTEMAS DE
AGUA POTABLE

ESTACIONES PITOMETRICAS

ELABORADO:

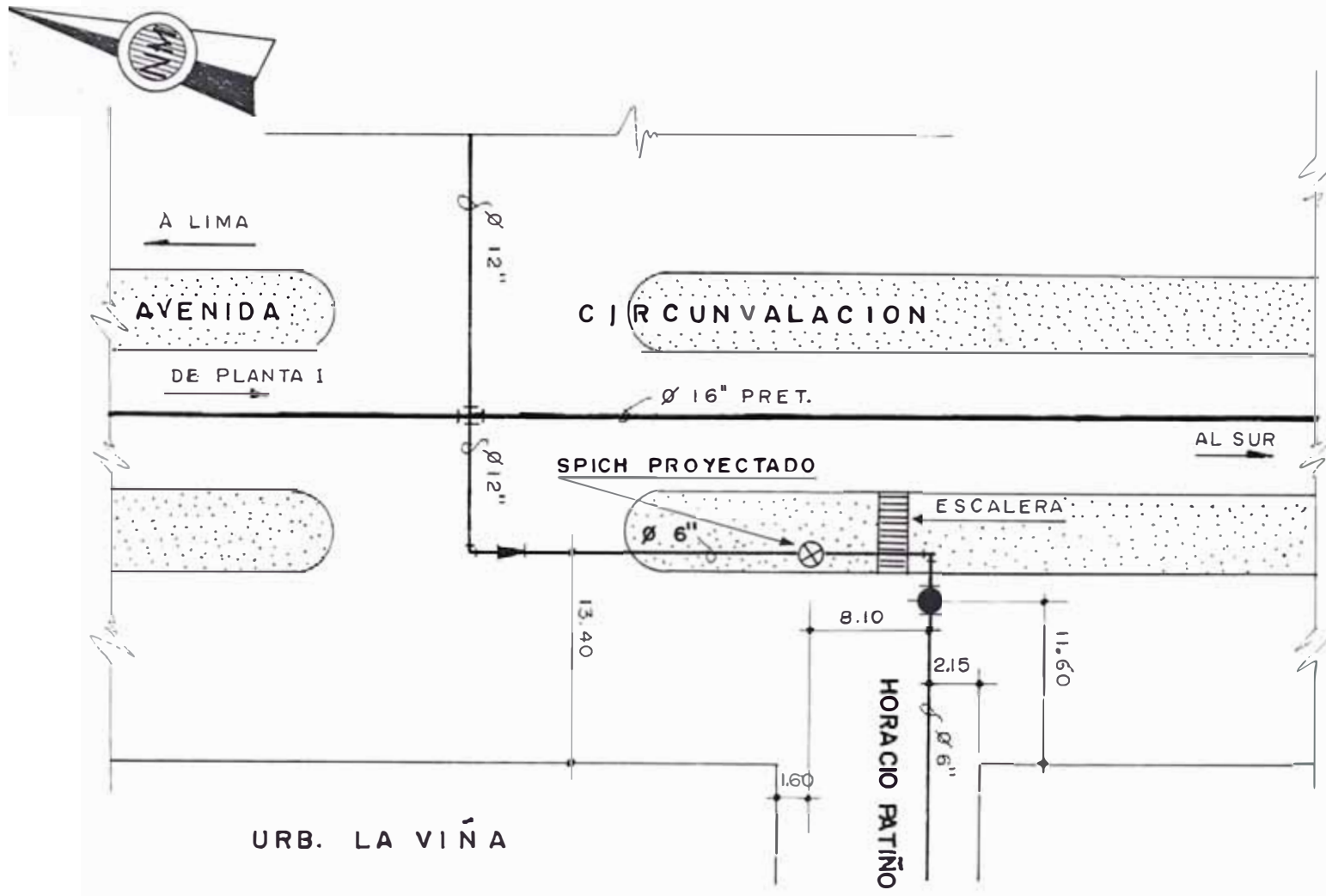
BACH. JORGE SILVA V.

FECHA :
DICIEMBRE 1,994

LAMINA :

EP-4

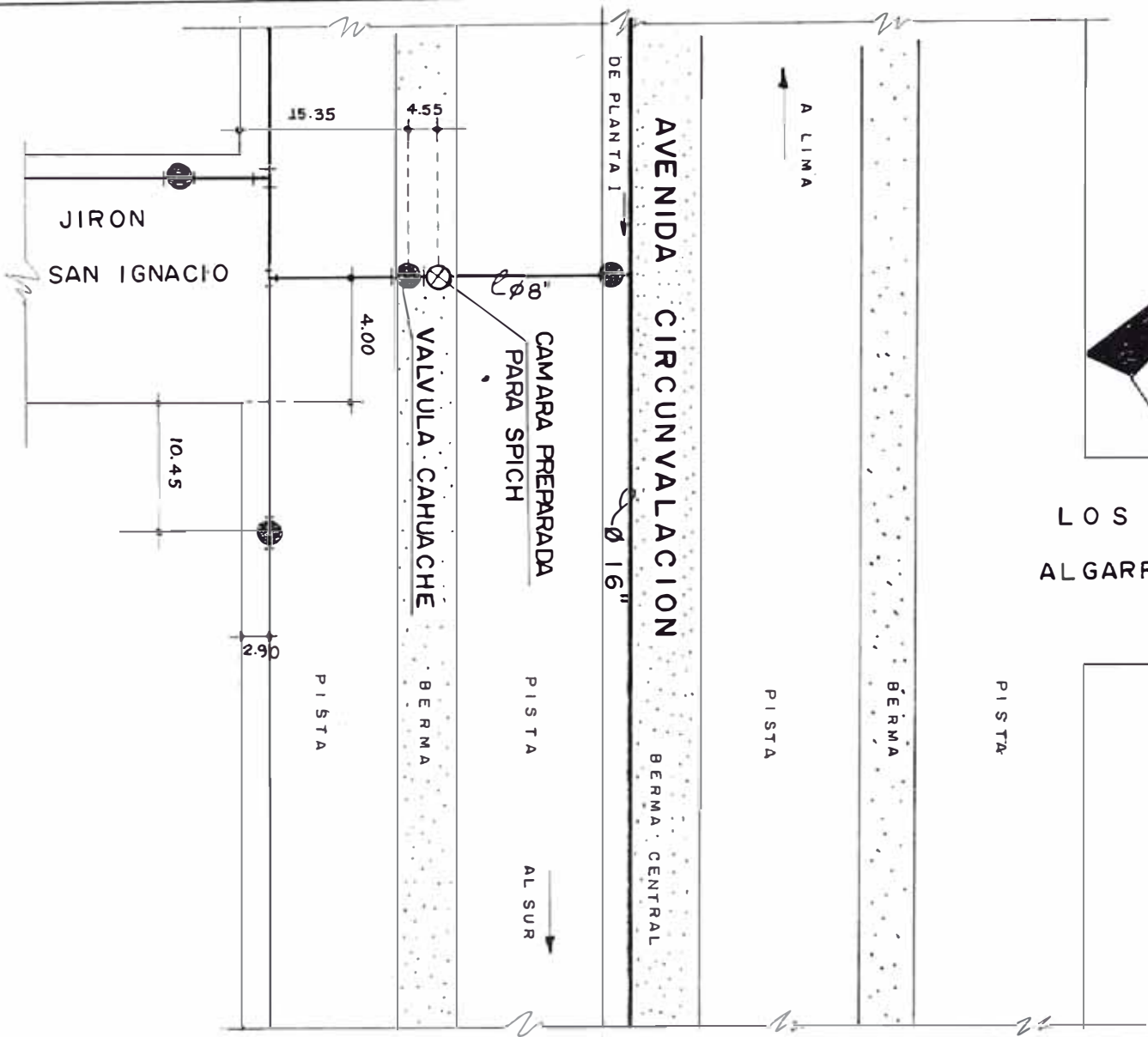
HORACIO PATIÑO AV. CIRCUNVALACION / HORACIO PATIÑO - URB. LA VINA



CAHUACHE AV. CIRCUNVALACION / SAN IGNACIO-URB. CAHUACHE



LOS ALGARROBOS



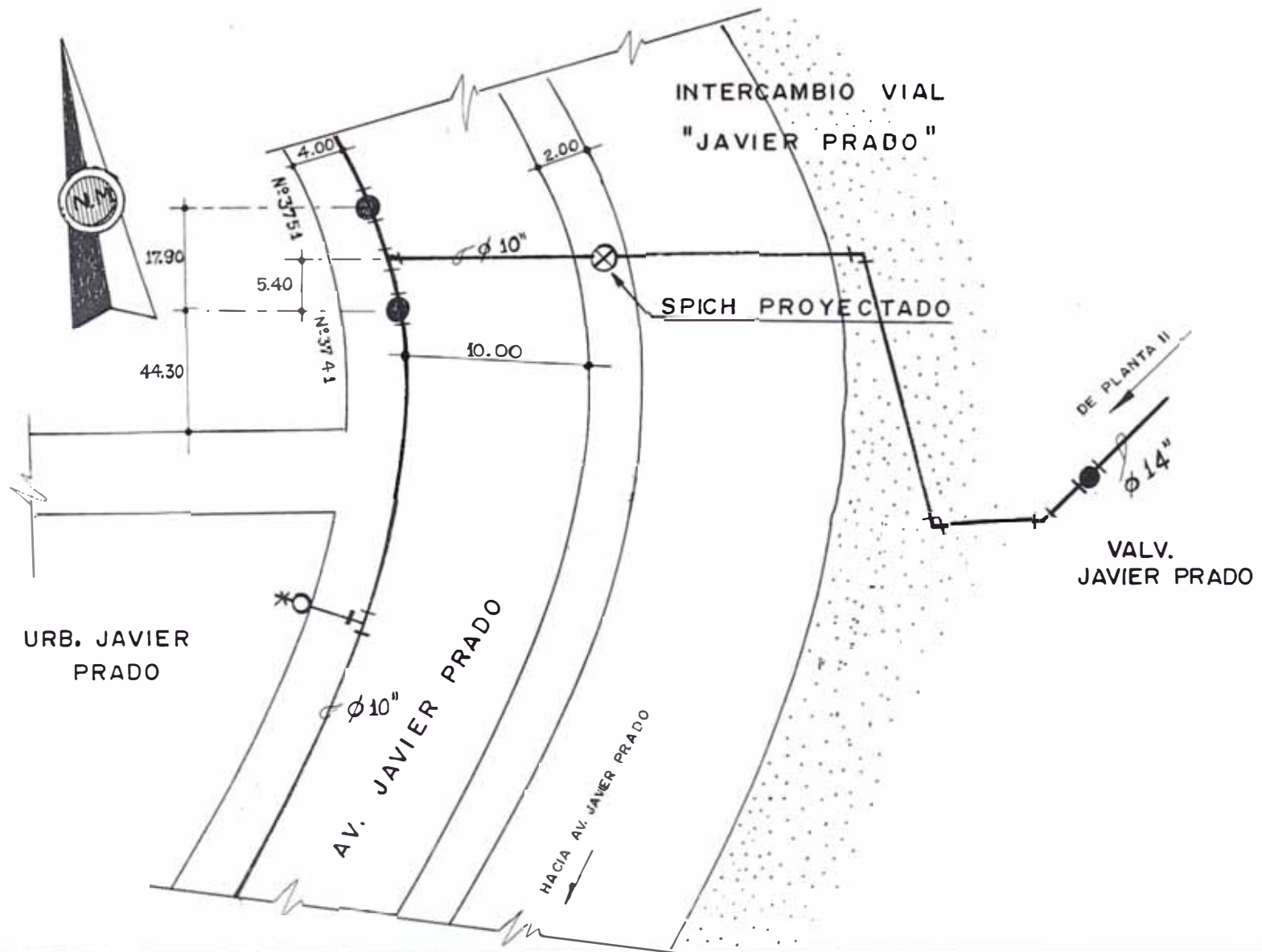
ESTUDIO Y EVALUACION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE

ESTACIONES PITOMETRICAS

ELABORADO:
BACH. JORGE SILVA V.

FECHA:
DICIEMBRE 1, 1994

LAMINA:
EP-6



ESTUDIO Y EVALUACION DE SISTEMAS DE
AGUA POTABLE

ESTACIONES PITOMETRICAS

ELABORADO:

BACH. JORGE SILVA V.

FECHA :
DICIEMBRE 1,994

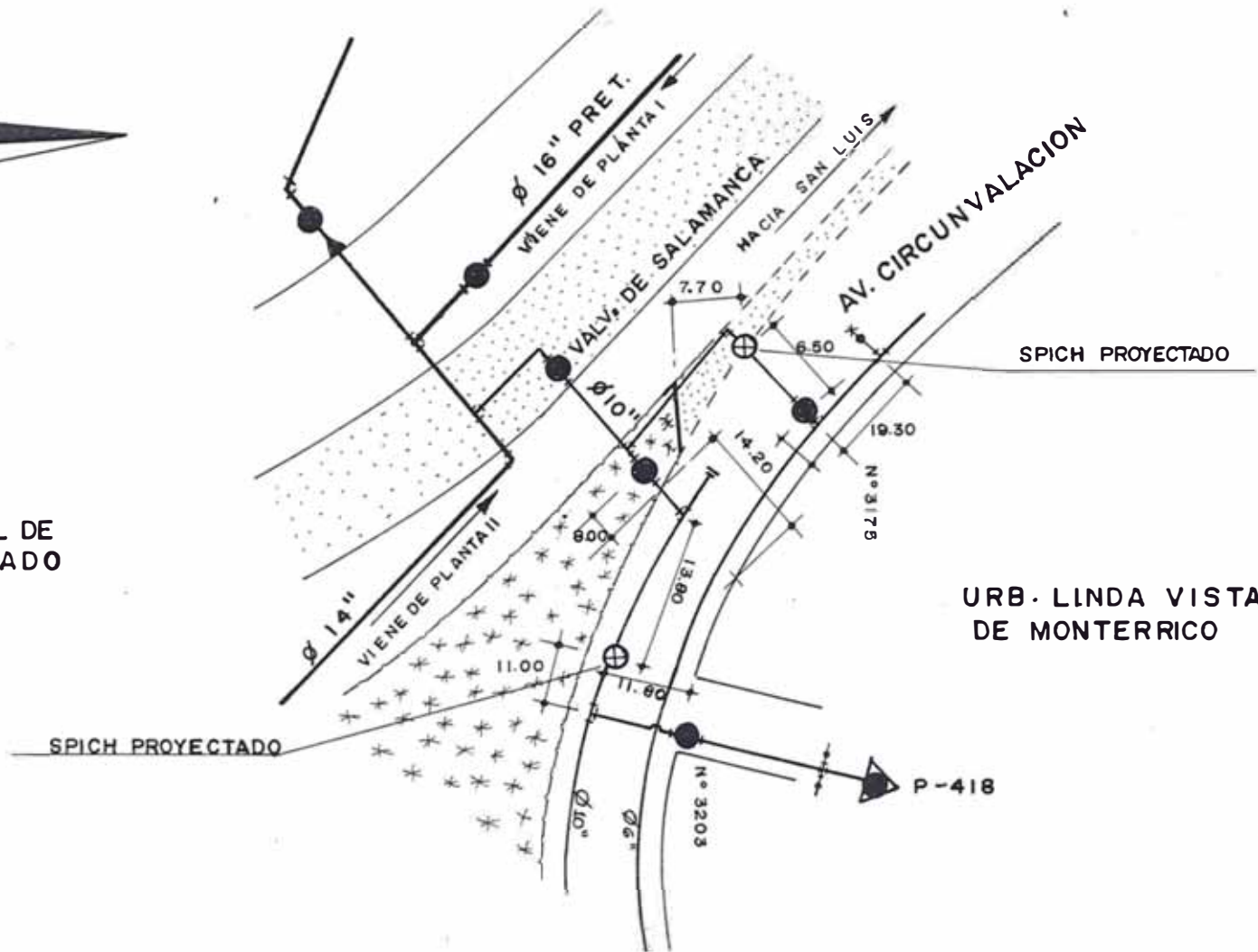
LAMINA :

EP-7

SALAMANCA AV. CIRCUNVALACION/EL TREBOL DE J.PRADO



EL TREBOL DE
JAVIER PRADO



ESTUDIO Y EVALUACION DE SISTEMAS DE
AGUA POTABLE

ESTACIONES PITOMETRICAS

ELABORADO:

BACH. JORGE SILVA V.

FECHA :
DICIEMBRE 1, 1994

LA MINA :

EP-8

**ANALISIS DE COSTOS DE LAS CASETAS PARA LAS ESTACIONES
PITOMETRICAS PROYECTADAS**

El siguiente análisis corresponde a una "caseta tipo" en el que se dejará un espacio de 1" para que se instale el equipo pitométrico.

Para que se mantenga la comodidad de los operadores que tomarán las lecturas se prevee un espacio considerable de 1.00 x 1.20 mt. de interior; el techo será de losa removible para que permanezca abierto facilitando la visibilidad y el control del equipo.

Puesto que esta caseta es una opción para una profundidad de 0.80 mt., las variaciones de medidas en las demás casetas, serán precisamente en lo que se refiere a profundidad, dependiendo de las redes en las que se construirán las casetas.

Los detalles de las medidas se aprecian en los gráficos siguientes N° DEP-1, DEP-2 y DEP-3.

1.000 CONSTRUCCION DE CASETA

<u>PART.</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UN</u>	<u>METRADO</u>	<u>P.U.</u>	<u>PRECIO</u>
1.001	Excavaciones-cortes en terreno normal a pulso	m3	2.145	13.66	29.30
1.002	Eliminación de desmonte, prov. del mov. en terreno normal	m3	2.253	7.59	17.10
1.003	Nivelación int. y apisonado final del terreno previo al piso	m2	1.95	1.41	2.75
1.004	Concreto 1:10 para solados y/o sub bases	m3	0.10	112.37	11.24
1.005	Concreto f'c 175 Kg/cm2 para losas de fondo-piso	m3	0.39	139.71	54.49
1.006	Encofrado y desencofrado para losas de fondo-piso	m2	1.12	20.56	23.03

1.007	Acero estructural trabajado para losas de fondo-piso	Kg	24.30	1.90	46.17
1.008	Concreto f'c 175 Kg/cm2 para muros reforzados	m3	0.60	200.39	120.23
1.009	Encofrado y desencofrado para muros rectos	m2	4.48	28.25	126.56
1.010	Acero estructural trabajado para muros	Kg	56.53	1.95	110.23
1.011	Concreto f'c 210 Kg/cm2 para losas removibles	m3	0.195	203.73	39.73
1.012	Encófrado y desencofrado para losas removibles	m2	3.30	14.19	46.83
1.013	Acero estructural trabajado para losas removibles	Kg	30.70	1.90	58.33
1.014	Contrapiso de 25 mm c/mortero 1:5x15mm base+1:2x10mm acabado	m2	1.20	10.46	12.55
1.015	Pintado de cielo raso c/pintura	m2	1.20	4.06	4.87
1.016	Pintado de muro interior c/pintura	m2	3.52	2.91	10.24
1.017	Prueba de calidad del concreto (prueba a la compresión)	Un	1.00	21.91	21.91

		(1)		S/.	735.56

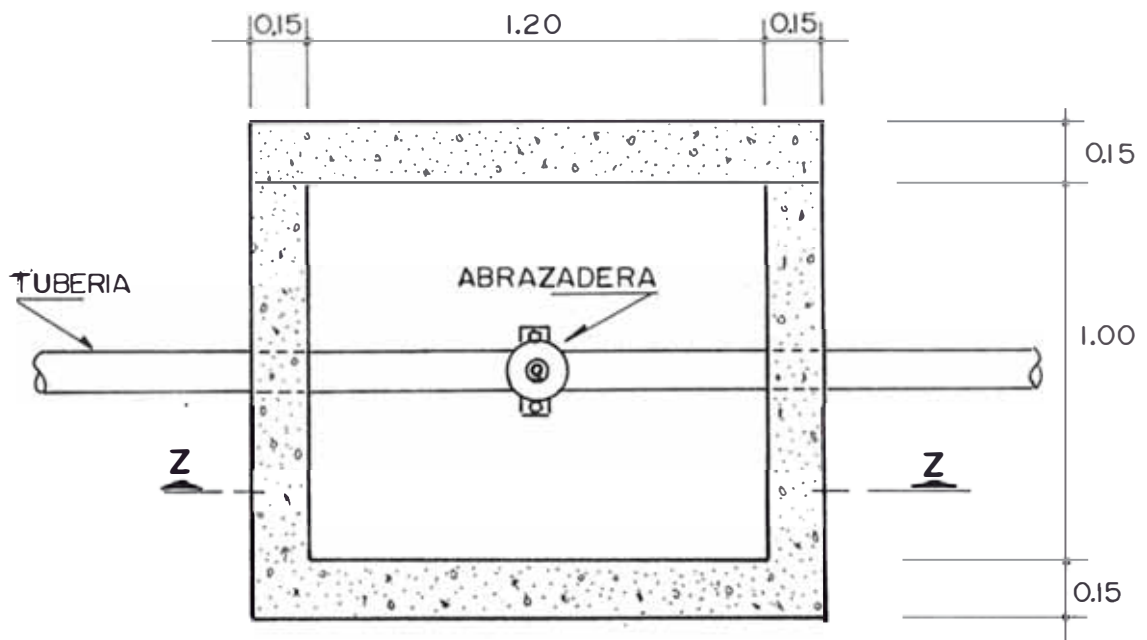
2.000**INSTALACION DE ACCESORIOS**

<u>DESCRIPCION</u>	<u>UN</u>	<u>P.U.</u>	<u>PRECIO</u>
- Suministro de abrazadera de 6" x 1"	Un	9.50	9.50
- Suministro de Valvula Corporation de bronce de 1"	Un	46.50	46.50
- M.O. Capataz (1.5 hora) inc leyes sociales	Hh	16.22	16.22
- M.O. Peón (1.5 hora) inc leyes sociales	Hh	10.82	10.82

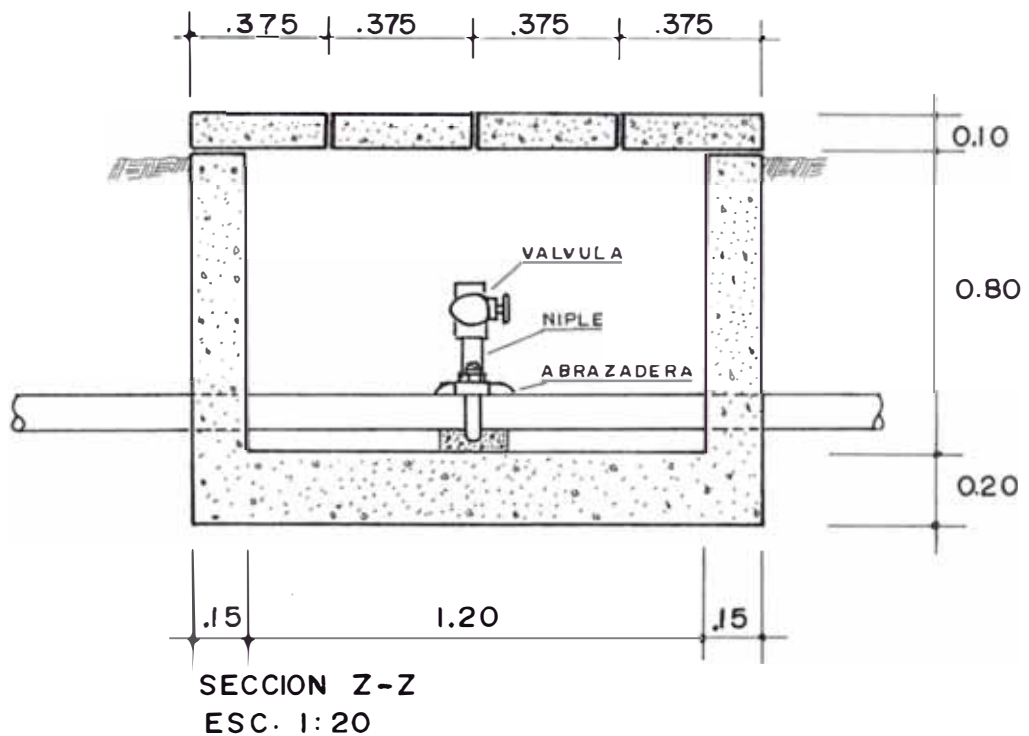
	(2)	S/.	83.04
	(1) + (2)	=	S/. 818.60

Se concluye que cada caseta pitométrica tiene un costo de ochocientos dieciocho con 60/100 Nuevos Soles.

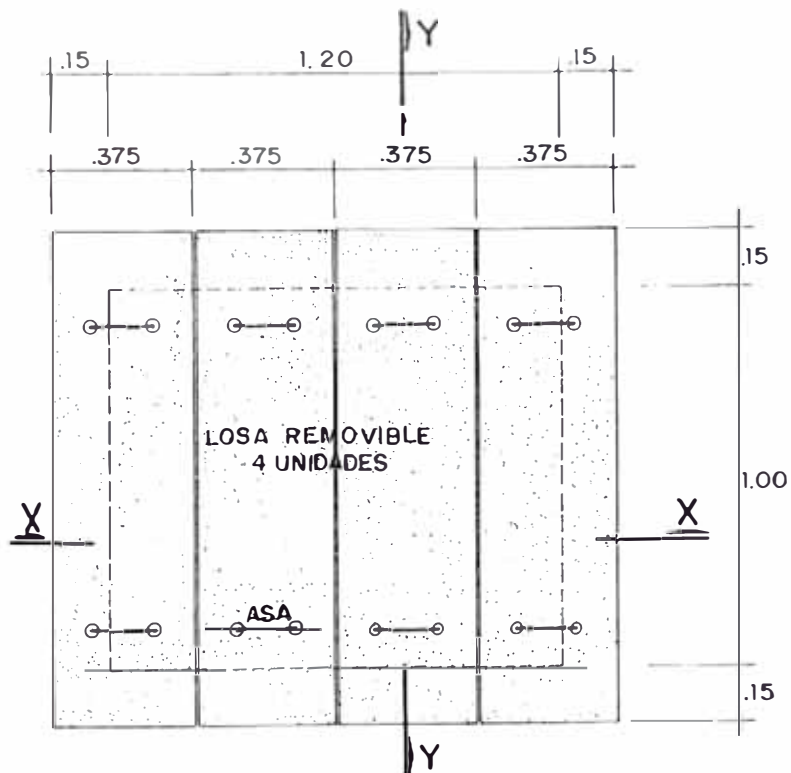
En los cálculos no se ha considerado los Gastos Generales, IGV, Utilidades; y los precios y salarios están actualizados al mes de Julio de 1995.



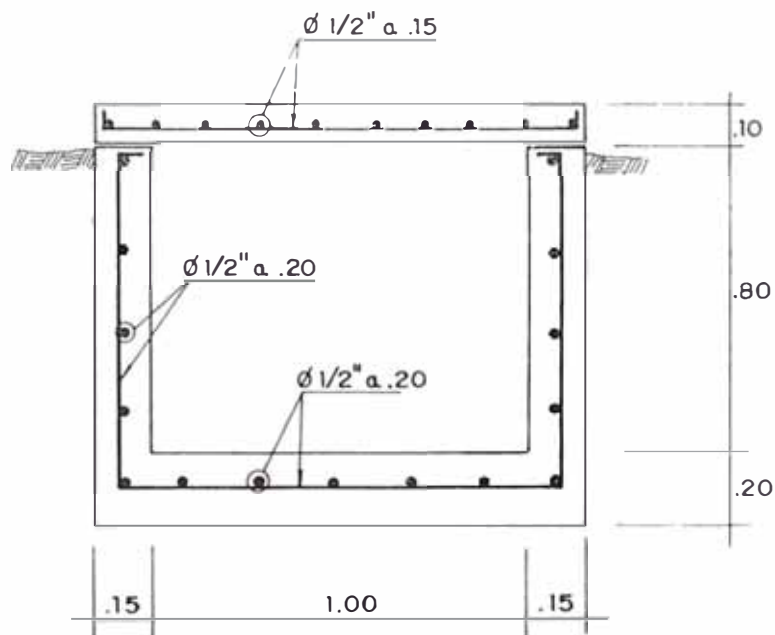
PLANTA DE CASETA PITOMETRICA
ESC. 1:20



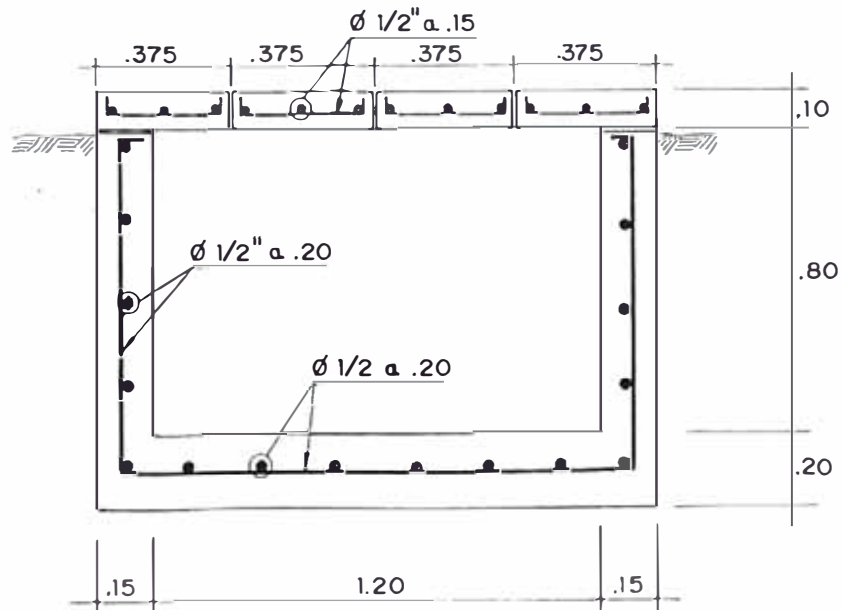
SECCION Z-Z
ESC. 1:20



PLANTA TECHO LOSA REMOVIBLE
ESC. 1:20



SECCION Y - Y
ESC. 1:20



SECCION X - X

ESC. 1: 20

CALIDAD DE AGUA SUMINISTRADA

La buena calidad del agua se puede relacionar con la potabilidad de ésta, es decir, debe reunir las características de ser clara, transparente, inodora e insípida (condiciones físicas) ; que disuelva bien el jabón, que no tenga sustancias tóxicas o venenosas (condiciones químicas), y que no contenga bacterias patógenas (condiciones bacteriológicas).

Todas estas condiciones están consideradas en el tratamiento de agua que se realiza en la Planta La Atarjea que se encarga del tratamiento en las siguientes fases:

- Represamiento del Río Rímac-Captación
- Desarenadores
- Precloración
- Estanque Regulador o Almacenamiento
- Dosificación del coagulante
- Sedimentación
- Filtración
- Cloración
- Depósitos de Regulación

Después del tratamiento el agua es distribuida a través de las tuberías troncales a los diferentes distritos. Previamente, al haber pasado el proceso de filtración el agua recibe la cloración final, para destruir toda contaminación que pueda haber quedado después de todos los anteriores procesos, y para dejar un residuo de cloro disponible como protección contra posibles contaminaciones en el transporte o distribución.

La dosis de cloro empleada es tal que, al final de un determinado tiempo de contacto, por ejemplo 20 minutos, el cloro residual libre se mantenga entre 0.1 y 0.2 p.p.m., cantidad que en la práctica se considera como suficiente para aguas no muy contaminadas.

En la Actividad Operativa de los Sistemas de Distribución se toma muestras periódicas para la determinación del cloro residual en las redes, mediante un Comparador Colorimétrico; el cual necesariamente nos debe indicar una concentración mayor de 0.1 p.p.m. Estas tomas de muestra se realizan tanto en los microsistemas cuya fuente es la Planta La Atarjea como el agua proveniente de Pozo Subterráneo, el cual, a su vez nos sirve, como indicador del buen funcionamiento de la dosificación de Cloro a las Redes de Impulsión dentro de las casetas de Bombeo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Cuando la tubería de Relleno o cualquiera de distribución no funciona a sección plena, y presente en consecuencia vacíos parciales, ocurre que pueden succionar agua del freático inmediato, que puede estar contaminado con aguas residuales provenientes de las filtraciones de los colectores cloacales quedando así contaminadas dichas redes.

La toma de muestras en conexiones domiciliarias en general y de prioridad en las zonas donde ha ocurrido un aniego de desagüe debido a atoros o rotura de tuberías de alcantarillado; se hace necesario.

De encontrar la muestra con resultado "cero" de Cloro Residual, se debe aislar dicha zona, tomar las muestras respectivas para un análisis bacteriológico, y llegado el caso proceder a la desinfección de las Redes.

La desinfección de las redes, que ya están en funcionamiento, se realiza con el mismo criterio que se realiza la desinfección en redes nuevas. Es decir, es necesario que las redes a desinfectar se mantengan en contacto con una dilución de 50 ppm. de cloro durante 24 horas por lo menos.

Previamente, se debe cerrar todas las conexiones domiciliarias comprometidas, dar la voz de alarma mediante volantes y perifoneo. Durante este proceso de desinfección se abastecerá a la población afectada mediante camiones cisterna.

Se buscará la forma de succionar toda el agua que quede en la tubería, luego mediante el cerrado de valvulas aislar el circuito; de ser necesario se taponeará tramos de redes y se buscará ingresos del agua con el desinfectante, por los GCI apropiados.

2.- El crecimiento poblacional en zonas de terreno abrupto (laderas de cerro), sin considerar un estudio de desarrollo urbano, hace que la demanda del servicio de agua aumente. Esta demanda ocurre aún, cuando no se puede asegurar presiones de servicio adecuadas.

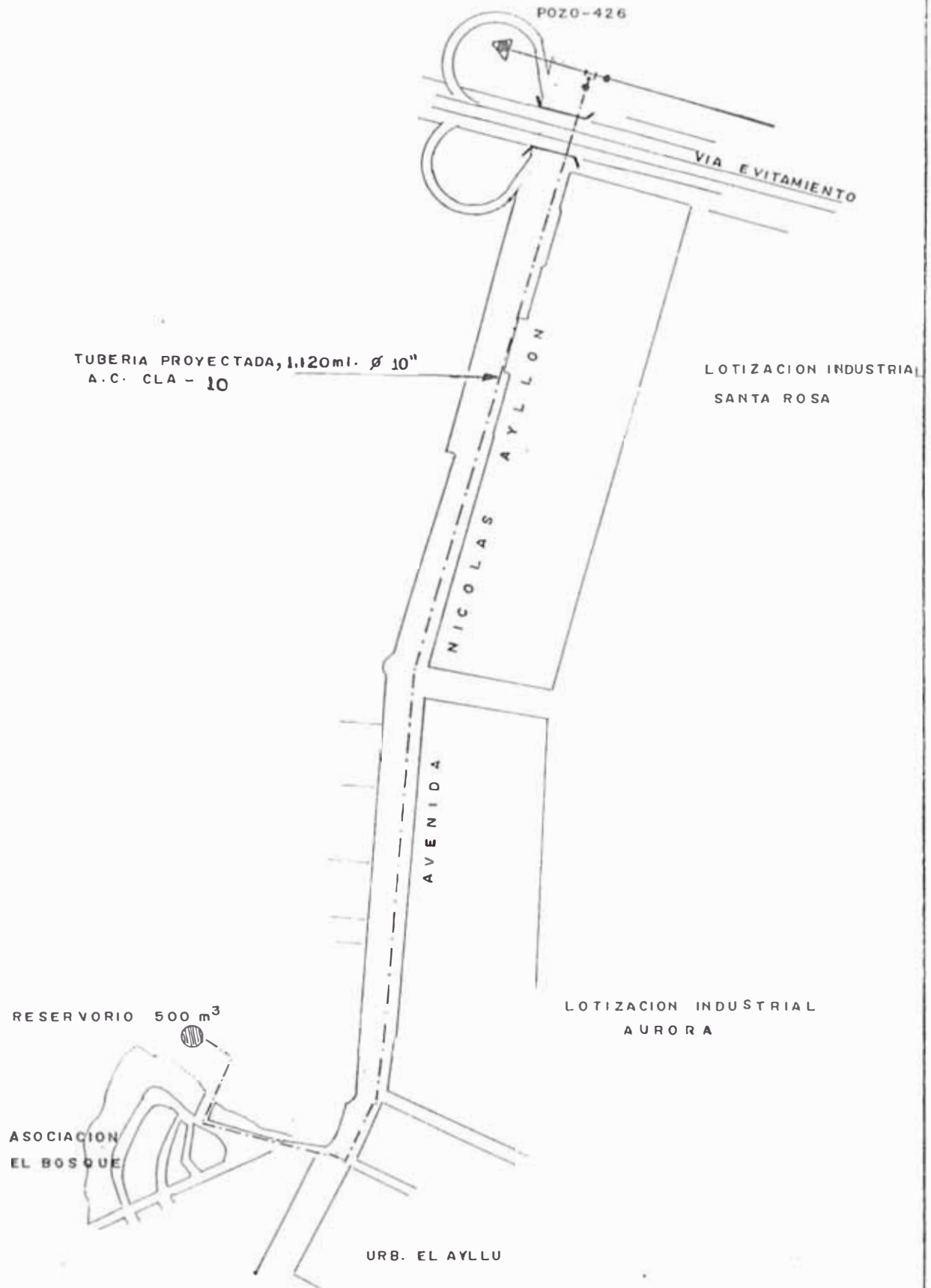
La atención a este tipo de solicitud, considerándola primordial, por ser un servicio social, dificulta el desenvolvimiento de la operación en las zonas para las cuales se diseñó el sistema de agua.

En nuestro estudio observamos que este caso se refleja en el abastecimiento a la Asociación El Bosque y Huertos de Santa Lucía.

Para el mejoramiento del abastecimiento en las zonas de la asociación Huertos de Santa Lucía y El Bosque se ha realizado un Proyecto de Mejoramiento del Abastecimiento. Este proyecto consiste en independizar la línea de impulsión del pozo 426 - Peaje, hacia el reservorio de 500 mt³ que se encuentra en el cerro colindante con la Asociación El Bosque; a través 1120 ml. de tubería de 10" de diámetro, según se aprecia en el gráfico N°2.

El beneficio consiste en dar servicio a los usuarios de ambas asociaciones en forma diaria.

INDEPENDIZACION INGRESO AL RESERVORIO EL BOSQUE
DEI. POZO-426



3.- Si bien, los cálculos hidráulicos en los proyectos de agua en la zona de estudio fueron diseñados, de acuerdo al Reglamento Nacional de Construcción, para una presión mínima de 15 mts. y una presión máxima de 50 mts.; en la práctica nos encontramos con presiones de servicios que oscilan entre 10 y 25 lb/pulg.2, que equivale a 7.14 y 17.85 mts. de servicio respectivamente.

En esta consideración, podemos definir a nuestro sistema, como deficiente en las zonas donde no se llega a conseguir estar dentro del rango permisible de presiones. Mientras que en las zonas que entran al rango permisible, pueden ser eficientes pero no es eficaz mientras no se pueda asegurar esta presión permanentemente.

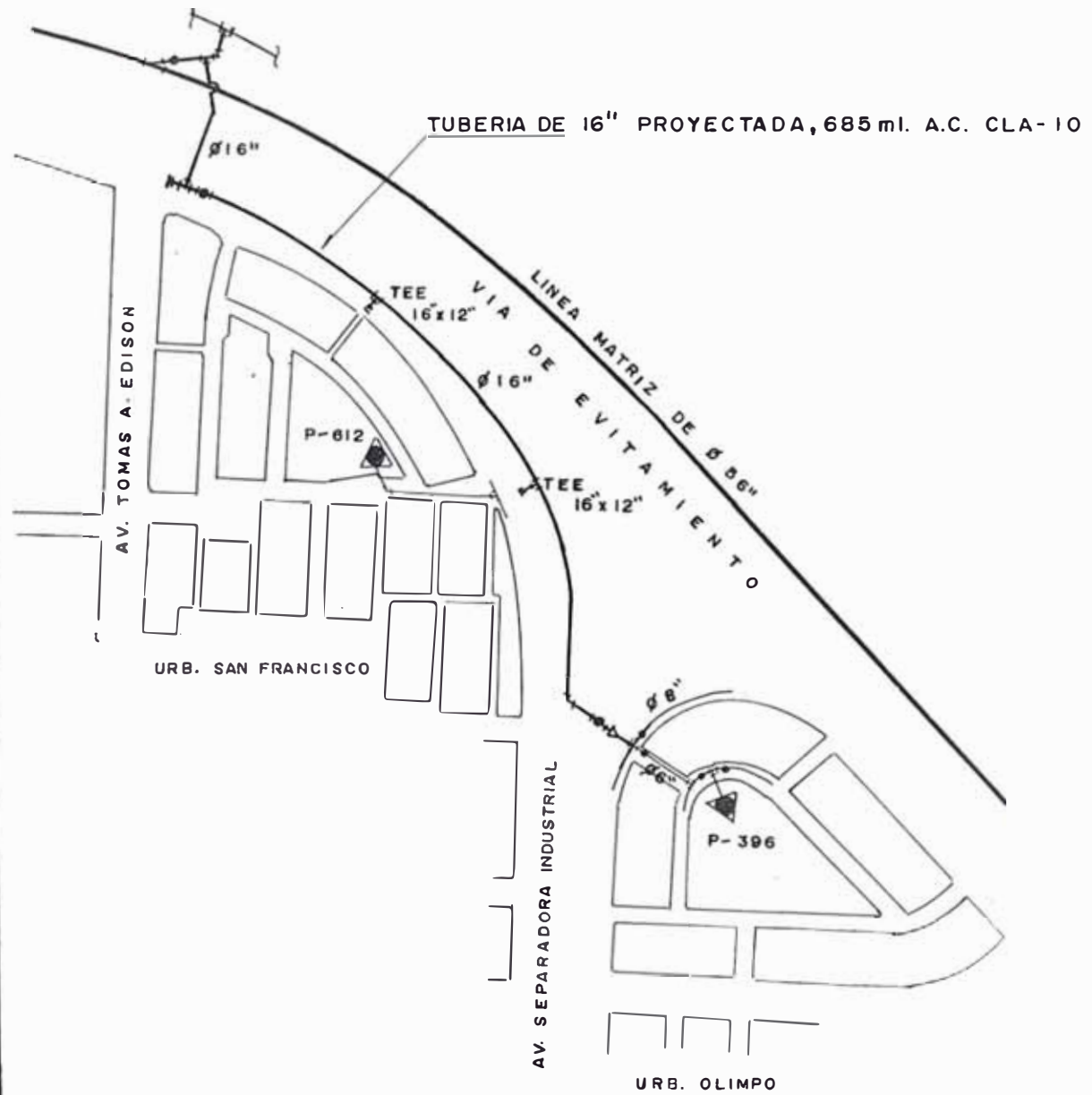
Actualmente se ha realizado una obra de mejoramiento en la Urb. Olimpo, el cual se encuentra en proceso de prueba.

La obra consiste en la instalación de 685 ml. de tubería clase-10 de 16", construcción de una cámara de válvula de dos niveles, montaje e instalación hidráulica en la cámara de válvula, tuberías de acero SCH-40 Peq/ y accesorios.

En la figura N° 3 se aprecia los detalles de la obra, la cual, mejorará el servicio directamente a las Urbanizaciones Olimpo y Salamanca de Monterrico.

4.- Para complementar la obra ya realizada, de la derivación de la línea de 56", y mejorar el abastecimiento a Salamanca, se ha proyectado la ejecución de la instalación de 505 ml. de tubería de 8" A.C. clase

DERIVACION TUBERIA \varnothing 16" DE LA LINEA MATRIZ \varnothing 56"
URB. OLIMPO ATE



7.5 en la Av. Los Quechuas cuadras 8, 9, 10 y 11, en la Urb. Salamanca.

Esta obra, tiene la finalidad de mejorar las redes de distribución, ya que no cuentan con la capacidad suficiente para aprovechar los caudales, una vez ejecutado el empalme a la línea de 56" Urb. Olimpo.

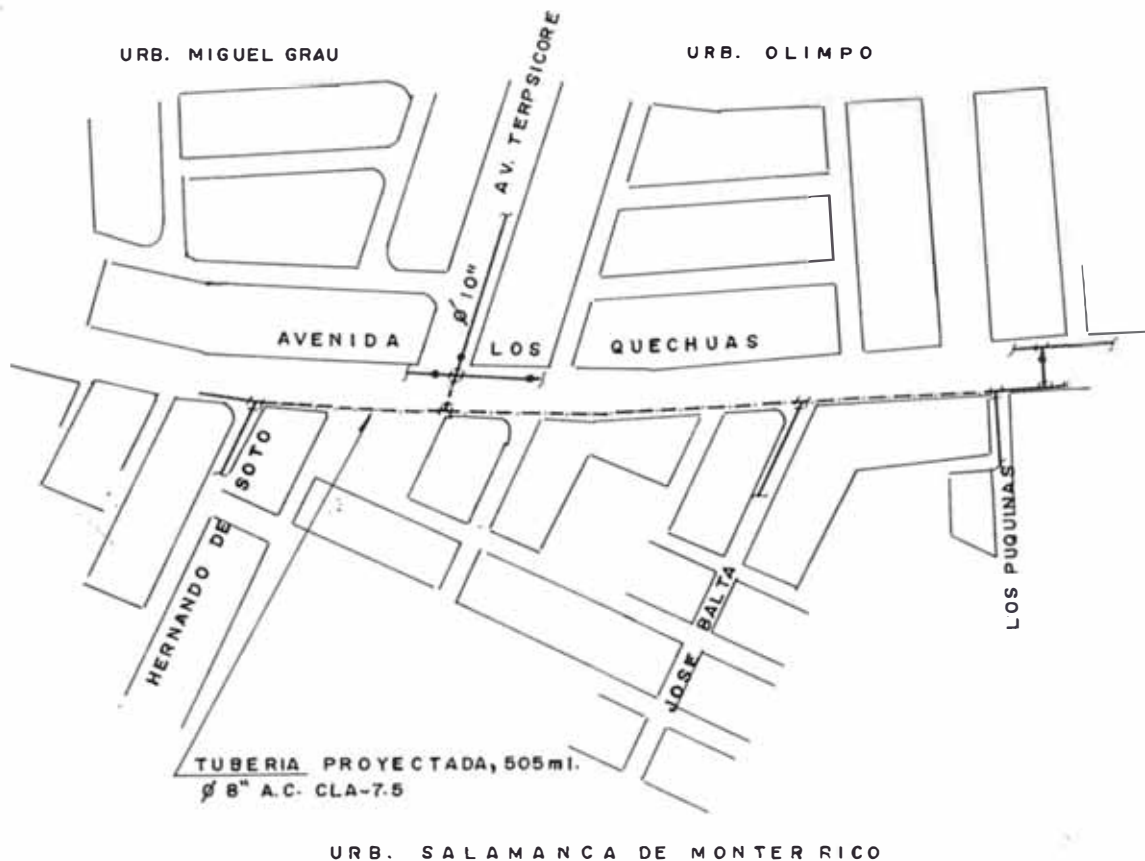
En la figura N° 4 se aprecia, por qué calles, pasará esta tubería de 8", que reemplazará a la tubería existente de 4" de diámetro.

5.- La evaluación de los sistemas de agua potable, sobretodo, el control de pérdidas y fugas, se consigue determinando la cantidad de agua suministrada a una zona bien delimitada. Esta delimitación debe tener la información del N° de conexiones domiciliarias e industriales, con su respectiva información de micromedición, y así encontrar en términos reales los consumos.

La adecuación de cámaras, con su respectivo spich, para la instalación de pitómetros y la medida de caudal en las acometidas respectivas nos asegurará una buena evaluación de las redes, además de un control de pérdidas y desperdicios.

6.- Se observa que gran cantidad de reservorios de nuestra zona de estudio están en desuso, y esto se debe entre otras a que los pozos profundos tienen que apoyar a las zonas de abastecimiento colindantes para las cuales no fueron diseñadas.

AMPLIACION DIAMETRO DE 4" A 8" EN AV. LOS QUECHUAS
CUADRAS 8, 9, 10 y 11 URB. SALAMANCA - ATE



Esto ocurre por la salida de operación de pozos y por los problemas asociados al crecimiento de la demanda descritos en el ítem. 2.

7.- Todo personal, encargado de la distribución de agua mediante movimientos de válvulas debe tener conocimiento de las características de funcionamiento de dicha válvula como son: el sentido, vueltas operativas, vueltas falsas o locas, vueltas de trabajo y zonas a las que abastece; para no deteriorar el equilibrio conseguido, mediante pruebas iniciales, en la delimitación de los microsistemas.

En este sentido, se propone, el uso de cartillas con información de las características de válvulas y GCI, el cual además, debe contener un esquinero para facilitar la ubicación de éstas. Los encargados del mantenimiento de válvulas deben proporcionar los datos necesarios para la confección de estas cartillas.

9.- En el caso de un siniestro de incendio, puesto que no se tiene muchas veces la presión mínima suficiente de 20 Lb/pulg.2 para los carros bomba de la Compañía de Bomberos, los operarios del sistema de esa zona dirigen el servicio hacia el GCI más apropiado para la toma, mediante cierres de circuito.

10.- Para el movimiento de válvulas en cajas de señal que se encuentran ubicadas casi al centro de las pistas de avenidas o calles, es obligatorio el uso de tranqueras, para proteger al personal encargado en esta actividad, de cualquier accidente que pudiera ocurrir por la circulación vehicular.

Lo recomendable es realizar el traslado de las válvulas hacia los jardines, veredas o en el peor de los casos al borde de la pista, para reducir el riesgo de accidentes.

11.- Como sabemos, las pérdidas de carga en las tuberías aumentan conforme sean más antiguas, pero existen casos muy particulares en los que se tuvo una experiencia de ver como raíces de árboles se introducen y crecen dentro de las tuberías hasta hacerlas colapsar. Esto ocurre en zonas donde prolifera la vegetación y cuando las raíces encuentran espacios para ingresar a las tuberías, como por ejemplo fugas en las uniones.

12.- Las tuberías de nuestra zona de estudio son por lo general de Asbesto-Cemento, cuyas características entre otras es su coeficiente de Hazen de $C=130$. La tendencia a la rotura es por lo general por factores externos. Como ejemplo podemos citar, que cuando se produce un aniego en la calle, éste lava el terreno interiormente bajo las pistas que con el tiempo y paso de vehículos tiende a asentarse provocando el quiebre de la tubería.

Otro caso de rotura es la sobre presión en las redes más antiguas, en las que su capacidad ha disminuido, y se ve afectada por los cambios de presión interna debido al continuo movimiento de válvulas.

13.- Con respecto al mantenimiento de válvulas, sea preventivo o correctivo, es necesario que la empresa encargada tenga en stock todos los materiales y piezas renovables antes de abrir la zanja en el terreno.

Es necesario confeccionar piezas de reemplazo como vástagos, nuez, pernos, y otros, similares al modelo que producen los diferentes fabricantes, ya que las piezas varían en medidas y modelos; por ejemplo de Fundición Moreno y Fundición Cárdenas que son los más utilizados.

Es necesario tener las piezas a disposición en el almacén, mientras no se tenga el replanteo de las válvulas, con sus respectivas características. Otra razón es que la válvula puede tener sentido invertido o de doble espejo, que se da en menor escala.

El stock debe contar además con válvulas similares para el cambio respectivo, llegado el caso, y no tener que tapar la zanja sin cambiarla o que la apertura de zanja se prolongue por más días por no tener el repuesto o cambiarla oportunamente.

14.- El número de vueltas en válvulas de salida, del árbol de descarga del pozo tubular, lo realiza el encargado de mantenimiento de dicho pozo y coordina con el encargado de la distribución, para considerar la permanencia o no del microsistema afectado. La deficiencia en la fuente origina directamente la deficiencia en el servicio. En caso de desperfecto del equipo del pozo, u otro problema, en la que se desabastece la zona, interviene la fuente del microsistema adyacente que pueda ayudar en algo al microsistema afectado. No se descarta el uso de camiones cisterna que trasladen agua a las zonas totalmente desabastecidas, que generalmente se encuentran en terrenos con cotas desfavorables.

15.- Del análisis de costos de mantenimiento preventivo en válvulas y GCI se encontró el valor de S/. 157.68 por cada una, en una frecuencia de 1 a 2 veces al año.

Se concluye, que no hay justificación para dejar de realizar el mantenimiento preventivo a las válvulas y GCI, ya que con el tiempo muchas de éstas quedan inoperativas, representando un mayor costo su mantenimiento correctivo.

Además, puede suceder que para la válvula no es suficiente el mantenimiento correctivo y se hace necesario el cambio. Este es un caso extremo que puede evitarse, dando un mantenimiento oportuno, por el alto costo de las válvulas y GCI nuevas en comparación con el costo de mantenimiento preventivo, según se aprecia en la información siguiente :

<u>DESCRIPCION</u>	<u>UN</u>		<u>PRECIO</u>
- Válvula de comp. Fo Fdo. de 4"	Un.	S/.	248.05
- Válvula " " " " 6"	Un.		423.54
- Válvula " " " " 8"	Un.		706.08
- Válvula " " " " 10"	Un.		1,140.95
- Válvula " " " " 12"	Un.		1,794.54
- Válvula " " " " 14"	Un.		2,368.81
- Grifo contra incendio t/poste de 2 bocas.	Un.		521.90

Precios actualizados a Julio de 1995.

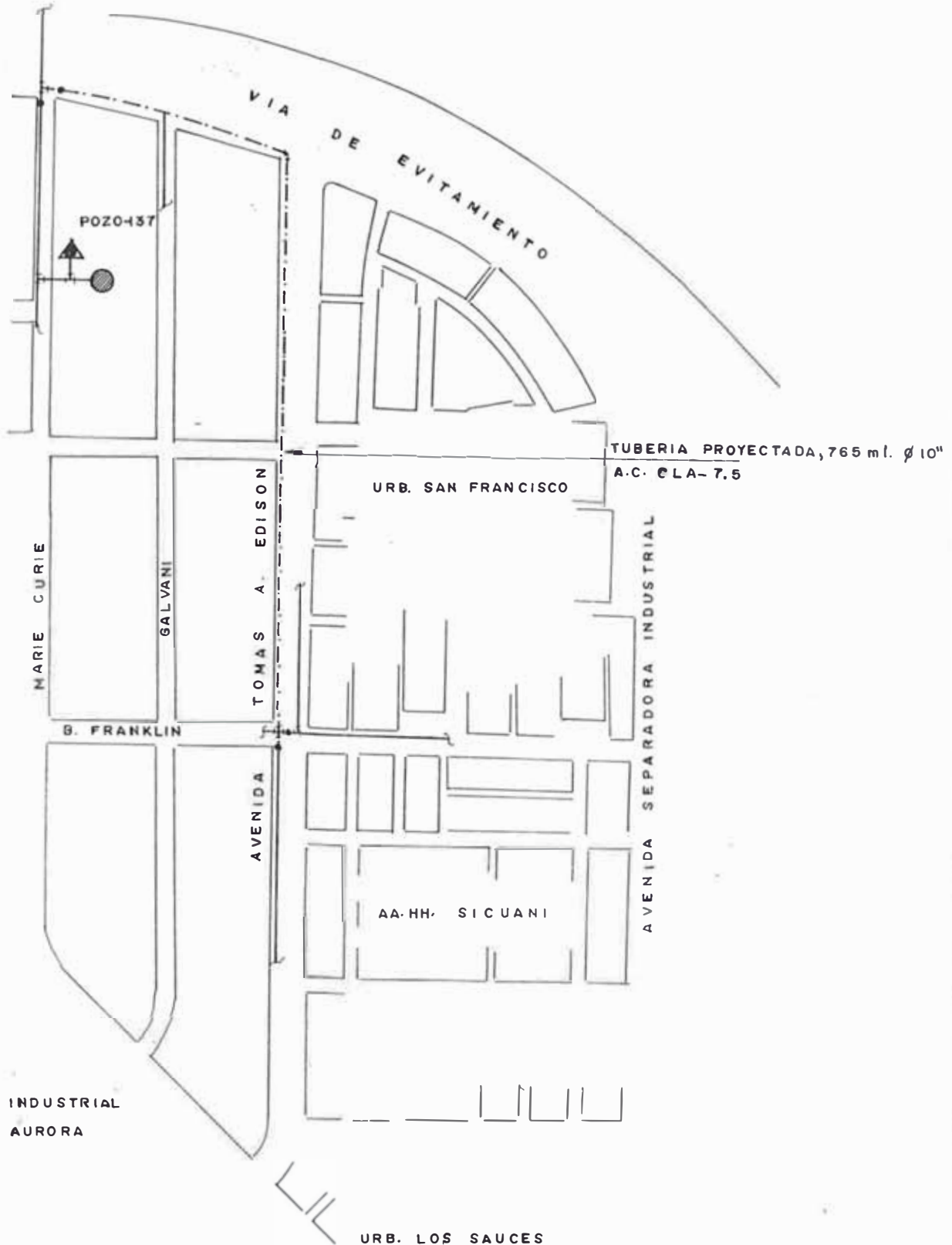
A esto se tendría que agregar el impacto negativo que ocasiona la interrupción del servicio.

16.- En el AA.HH. Sicuani se tiene el servicio interdiario, en las zonas alta y baja correspondiente. Un

proyecto de mejoramiento; es el cambio de tubería existente de 6" por 10", en longitud de 765.0 ml., a través de la Av. Tomás Alva Edison y la vía auxiliar de Evitamiento.

Este proyecto mejorará el servicio en Sicuani, y a su vez a las Urbanizaciones Aurora y Los Sauces. El detalle se puede apreciar en el gráfico N°5.

CAMBIO TUBERIA DE 6" A 10" EN AV. TOMAS A. EDISON Y VIA AUXILIAR DE EVITAMIENTO. URB. SANTA ROSA - ATE.



ESTUDIO Y EVALUACION DE
SISTEMAS DE AGUA POTABLE

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA EN
URB. LOS SAUCES, AURORA Y A.H. SICUANI.

LAMINA :
GRAFICO
N° 5

BIBLIOGRAFIA

1.- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE, Lima. Control de fugas en los sistemas de distribución de agua potable. Lima, CEPIS, 1985.

2.- CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE, Lima. Pitometria. Lima, CEPIS, 1984.

3.- RIVAS MIJARES Gustavo, "Abastecimientos de agua y alcantarillados", Venezuela, Ed. Vega, 1984.

4.- AROCHA RAVELO Simón, "Abastecimientos de agua. Teoría y Diseño", Venezuela, Ed. Vega, 1980.

5.- JOHNSON Edward E., "El agua subterránea y los pozos", Saint Paul, Minnesota, Prim. Ed. 1975.