

(2) Instalaciones de pozos

1) Alternativa A

Referente a lo antes descrito, al comparar integralmente las alternativas hasta 2018 desde el punto de vista del aumento de la producción en las fuentes de agua, caudal excedente, la reducción de la cantidad de la obra de construcción de nuevos depósitos, etc., resultó apropiada la alternativa del “40%”, que consiste en que el 40% del agua abastecida a Zona Baja se envía del depósito de San Isidro. En esta alternativa, el aumento que se necesita en las fuentes de agua de San Isidro es de 138 litros/s. para 2008 y 140 litros/s. para 2018 sobre la actual producción básica. Actualmente en la mayoría de los casos cada pozo abastece su zona de servicio, formando una unidad, y los pozos no forman un sistema que abastezca orgánicamente una amplia zona interconectándose entre sí mediante los depósitos. Por esta razón, al poner en orden e integrar el sistema de impulsión de agua, pueden presentarse casos de aumento de caudal bombeado con bombas existentes por haber cambiado el nivel de descarga de bombas y bajado la carga hidrostática total. O, al revés, puede haber casos de requerir la renovación de bombas por haber aumentado la carga hidrostática total. Teniendo en cuenta el aumento espontáneo en el caudal bombeado por haber cambiado el sistema de impulsión de agua y el aumento forzado por la renovación de bombas, se determinó la producción de cada pozo en el año proyectado. El caudal bombeado se calculó a partir de la curva de capacidad de bomba conforme al modelo de bombas existentes (tabla 2.16) y la carga hidrostática total según el cálculo hidráulico de las rutas de la tubería (tabla 2.17). La producción proyectada para este Proyecto se indica en la tabla 2.5. En el sistema Colonia Molina, debido a que existe excedente en la producción de los pozos existentes para 2008, no será necesario utilizar los pozos de Las Rosas, Cefemerq y Xeul Alto para la zona urbana.

Como consecuencia, el aumento de la producción en las fuentes de agua para el año objetivo 2008, debido a que existe un aumento espontáneo en la producción por cambiar el sistema de impulsión de agua, se necesitarán sólo 8 litros/s. de aumento en el sistema de San Isidro, además de la operación de 24 horas de las bombas de pozos y la adopción de pozos actualmente pertenecientes a comités (Cipresada y Choqui Bajo). Sin embargo, como es recomendable considerar cierto margen, se procurará aumentar hasta 35 litros/s. que es dentro del límite de la capacidad de la bomba sumergible para una camisa de 8” y también un caudal apropiado, en los dos pozos de Zoológico y Pacajá. (La suma del aumento en los dos pozos es de 30.43 litros/s.)

Respecto a Pacajá, puesto que se van a terminar para 2004 la tubería de impulsión y el depósito de Mampostería en Zona 10 que estaban bajo construcción con un proyecto de FIS, el caudal bombeado del pozo Pacajá se enviará tanto para el depósito San Isidro como para el de Mampostería. En el punto de bifurcación para ambas direcciones es necesaria una presión diferencial de 0,4 Mpa, por lo que se instalará una válvula reductora de presión en la bifurcación hacia el depósito San Isidro.

Por otra parte, debido a que la altura del depósito Colonia Molina a construir será 40m más alta, lo que

requerirá renovar la bomba del pozo Rotonda. En Chirriez, donde los 5 pozos están operando de manera poco eficiente, se va a construir una nueva estación de bombeo para el depósito Colonia Molina suprimiendo un pozo existente. Y, los 4 pozos restantes serán unificados e integrados.

Los pozos existentes deben estar equipados de válvulas y flujómetro para ajustar y medir el caudal producido, válvulas de aire, manómetro, retén, tubo de pequeño diámetro como guía para el medidor de nivel de agua y una llave para el muestreo de calidad de agua en el tubo de salida de los pozos, pero muchas de las instalaciones existentes se encuentran en un estado deficiente. Por consiguiente, en el proyecto para 2008, excepto 4 lugares excluidos del proyecto, 9 de los 19 lugares se dotarán de estos equipos alrededor de los pozos.

Por otra parte, en esta zona, es grande el impacto de la fluctuación del voltaje en los cables de transmisión y causa 2 ó 3 accidentes al año como la avería del panel de control para la bomba sumergible y quemado del motor de la bomba. El estado de preservación de panel de control es malo en todos los pozos. Por tanto, se dotará de panel de control con su protector renovando los existentes en 11 pozos.

2) Alternativa B

En esta alternativa, para 2008 se necesitará una producción equilibrada contra el caudal abastecido en las zonas de servicio proyectadas y siguiendo una idea similar a la de la alternativa A, las fuentes de agua serán los nacimientos y los 7 pozos de Cipresada, San Isidro, Democracia, Zoológico, Paraíso, Pacajá y Américas. Los pozos de Salida a San Marcos, Floresta, Zona 8 y Cenizal no estarán disponibles porque tienen áreas de servicio de agua independientes y apartadas de los límites de las zonas de servicio según la alternativa B. No se construirán nuevos pozos. No se producirán excedentes de fuentes de agua. La rehabilitación del contorno de pozos incluyendo la instalación de flujómetro se hará en 6 lugares excluyendo Democracia, y la renovación de paneles de control de bomba de pozos se hará en 7 lugares.

La tabla 2.18 muestra el contenido del plan de construcción de instalaciones de pozos.

Tabla 2.16 Especificaciones de bombas existentes de los pozos de EMAX

Trifásica 60Hz

Pozo	Marca	Modelo	Etapas	Voltaje	Motor	Potencia HP	Potencia kW	Profundidad de Bomba m	Transformador	Panel de control de bomba a renovar
					Marca	HP	kW	m	Capacidad kVA	Fase
1	Crown	GH300-275CDT	5	240	Franklin	25	18.5	73.2	1 x 50, 1 x 25	Trifásica
2	Crown	7M-340/4	4	240	Franklin	25	18.5	85.3	1 x 50, 1 x 25	Trifásica
3	Berkely	7T-500	5	480	Franklin	75	55	121.9	3 x 37.5	Trifásica
4	Meyers		12	480	Franklin	15	11	164.6	2 x 25	Trifásica
5	Berkeley	6TP60-275	14	480	Franklin	60	45	103.6	1 x 50, 1 x 37.0	Trifásica
6	Berkeley	6TP30-275	7	240	Franklin	30	22	91.4	1 x 50, 1 x 25	Trifásica
7	Berkeley	7T40-450	5	480	Franklin	40	30	54.9	2 x 25	Trifásica
8	Berkeley	6TP60-225	18	480	Franklin	60	45	103.6	3 x 25	Trifásica
9	Meyers	66T40-300	9	480	Franklin	40	30	91.4	3 x 37.5	Trifásica
10	Meyers	66T60-225	19	480	Franklin	60	45	91.4	3 x 25	Trifásica
11	Crown	7M340/5	3	480	Franklin	40	30	80.8	3 x 25	Trifásica
12			11	240	Hitachi	30	22	61.0	1 x 110	Trifásica
13	Berkeley	6TP40-225	12	240	Franklin	40	30	67.1	2 x 25	Trifásica
14	Berkeley	7T60-500	5	480	Franklin	60	45	97.5	3 x 25	Trifásica
15			12	240	Franklin	10	7.5	18.3		
						40	30			
						40	30			
16				240		10	7.5	9.1		
17	Berkeley	6T7.5-200	3	240	Hitachi	10	7.5	24.4		
18				240		15	7.5			
19				240		20	15			
20			14	480		50	37	106.7		
21	Berkeley	6TP30-200	12	480	Franklin	30	22		2 x 50	Trifásica
22				240		15	11	30.5	3 x 25	Trifásica
23	Berkeley	7T50-450	5	480	Franklin	50	37	91.4	2 x 25	Trifásica
						50	37		3 x 25	Trifásica

: Nueva instalación

: Instalación existente

C=110

Tabla 2.17 Análisis de las especificaciones de bombas de pozos(para el caso de la producción básica en las fuentes de agua)

Nombre de pozo	Caudal bombeado Q lit/s	Altitud GLm	Nivel dinámico WL	Nivel de descarga WL	Altura de descarga	Carga hidrostática real m	Tubo de columna D f inch	Velocidad en el tubo de columna m/sec	Profundidad de bomba GL-m	Longitud del tubo de columna L m	Pérdida en el tubo de columna Hf m	Tubo de impulsión D f inch	Velocidad en el tubo de impulsión m/sec	Longitud del tubo de impulsión L m
18.07			①	②		③=②-①					④			
Benito Juárez	Existente 17.00	2357.50	2288.9	2367.85		78.9	4	2.10	73.15	83.15	5.42	8	0.52	1.160
	Plan 15.00	2357.50	2288.9	2370.88	Depósito RB a reparar	82.0	4	1.85	73.15	83.15	4.30	6	0.82	1.160
Actual caudal enviado es inferior al valor medido por EMAX. Al enviar el agua el depósito RB aprovechando la bomba existente, el caudal bombeado bajará a 15.0 lit./s.														
12.78	Existente 12.85	2391.18	2318.6	2395.41	Depósito SI	76.8	4	1.58	85.34	95.34	3.70	4	1.58	1.5
	Plan 12.60	2391.18	2318.6	2397.30	Nuevo vertedero del depósito SI	78.7	4	1.55	85.34	95.34	3.57	6	0.69	50
Se utilizará la bomba existente. El caudal bombeado bajará algo del actual.														
34.81	Existente 34.05	2419.31	2318.5	2419.57	Depósito Z8 existente	101.1	6	1.87	121.92	131.92	4.32	6	1.87	32
	Plan 34.05	2419.31	2318.5	2419.57	Nuevo vertedero del depósito SI (Depósito)	101.1	6	1.87	121.92	131.92	4.32	6	1.87	32
Se utilizará la bomba existente. El caudal bombeado no cambiará.														
5.18	Existente 5.15	2462.61	2325.4	2465.48	Depósito SSM	140.1	4	0.64	164.59	174.59	1.25	4	0.64	1
	Plan 5.15	2462.61	2325.4	2510.00	Nuevo depósito ZA1	184.6	4	0.64	164.59	174.59	1.25	4	0.64	2.100
El plan para 2008 utiliza la bomba existente. En plan para 2018 contempla la prolongación de la tubería de impulsión hasta el depósito Zona Altal y la renovación de la bomba, asimismo se necesita construir DELCOII.														
16.66	Plan 25.00	2462.61	2320.0	2510.00	Nuevo depósito ZA1	190.0	6	1.37	164.59	174.59	3.22	8	0.77	1.370
	Existente 16.20	2405.84	2322.0	2486.63	Depósito FL	164.6	4	2.00	103.60	113.60	6.77	4	2.00	950
	Plan(2008) 21.40	2405.84	2320.0	2433.80	Nuevo depósito ZM	113.8	4	2.64	103.60	113.60	11.34	8	0.66	100
Se utilizará la bomba existente. Por el cambio del destino de la impulsión al depósito Zona Media, se estima un aumento de 5 lit./s.														
19.28	Plan(2018) 22.00	2434.00	2322.0	2433.80	Nuevo depósito ZM	111.8	5	1.74	103.60	113.60	4.02	6	1.21	50
	Existente 20.35	2377.48	2321.1	2380.00	Envío directo	58.9	4	2.51	91.44	101.44	9.22	6	1.12	250
	Plan(2008) 35.00	2377.48	2318.0	2407.40	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI	89.4	5	2.76	91.44	101.44	8.48	8	1.08	250
	Plan(2018) 35.00	2377.48	2318.0	2412.10	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI	94.1	5	2.76	91.44	101.44	8.48	8	1.08	250
En el plan para 2008 se renovará la bomba. Tubo de columna 5" y Tubo de impulsión 8"														
15.07	Plan(2018) 30.00	2377.48	2318.0	2412.10	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI	94.1	5	2.37	91.44	101.44	6.38	8	0.93	30
	Existente 18.60	2368.41	2320.4	2430.00	Envío directo	109.6	4	2.29	54.86	64.86	4.99	4	2.29	10
	Plan(2008) 24.00	2368.41	2318.4	2412.10	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI	93.7	4	2.96	54.86	64.86	8.00	4	2.96	10
	Plan(2018) 23.00	2368.41	2318.4	2416.60	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI	98.2	4	2.84	54.86	64.86	7.40	4	2.84	10
Se utilizará la bomba existente. Por el cambio del destino de la impulsión al depósito Zona Media, se estima un aumento de 5 lit./s.														
16.02	Existente 18.22	2371.79	2320.7	2460.00	Envío directo	139.3	4	2.25	103.63	113.63	8.42	4	2.25	10
	Plan(2008) 34.00	2371.79	2317.0	2460.00	2455.5+2.66+ margenes	143.0	5	2.68	103.63	113.63	9.01	5	2.68	10
	Plan(2008) 20.11	2371.79	2317.0	2413.50	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI, presión reducida a 2413.5m									
	Plan(2008) 13.89	2371.79	2317.0	2455.50	Depósito Mampostería									
	Plan(2018) 34.00	2371.79	2317.0	2460.00	2455.5+2.66+ margenes	143.0	5	2.68	103.63	113.63	9.01	5	2.68	10
	Plan(2018) 20.11	2371.79	2317.0	2418.00	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI, presión reducida a 2418.0m									
	Plan(2008) 13.89	2371.79	2317.0	2455.50	Depósito Mampostería									
En el plan para 2008 se renovará la bomba. Tubo de columna de 5". La tubería de impulsión tiene dos direcciones, una para el depósito Mampostería y la otra para el depósito San Isidro. En la bifurcación para San Isidro se ajustará el caudal medido.														
20.19	Existente 15.10	2367.21	2319.0	2455.00	Tubo de impulsión SI	136.0	5	1.19	91.44	101.44	1.79	4	1.86	10
	Plan(2008) 21.00	2367.21	2318.0	2415.60	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI	97.6	5	1.66	91.44	101.44	3.30	5	1.66	10
	Plan(2018) 20.50	2367.21	2318.0	2420.00	Descarga en el tubo de impulsión LA-SI	102.0	5	1.62	91.44	101.44	3.15	5	1.62	10
Tanto en el plan para 2008 como en el plan para 2018, es posible el uso de la bomba existente.														

Pérdida en el tubo de impulsión	Carga hidroestática total proyectada	Caudal bombeado	Potencia de bomba	Potencia de bomba	Encamisado	Bomba existente	Plan de renovación de instalaciones de pozos	Nombre de pozo
Hf m	H' m	Q m ³ /h	HP	kW	Díámetro"	HP		
⑤	⑥+⑦+⑧+⑨			x 0.736				
2.59	86.96	61.2	25	18.4	8	25	Equipo de bomba Berkeley/T25-250 o similar	Pozos a renovar
8.33	94.61	54.0	25	18.4	8	25	Uso continuo de la bomba existente	Benito Juárez
0.58	81.10	46.3	25	18.4	8	25	Berkeley/T25-350 o similar	San Isidro
0.26	82.53	45.4	25	18.4	8	25	Uso continuo de la bomba existente	
1.05	106.43	122.6	75	55.2	10	75	Berkeley/T75-500	Zona 8
1.05	106.43	122.6	75	55.2	10	75	Uso continuo de la bomba existente	
0.01	141.34	18.5	15	11.0	8	15	Berkeley/T15-90 o similar	Salida a San Marcos
15.03	200.88	18.5	20	14.7	8	-	Renovar con bomba 20HP	
6.23	199.46	90.0	100	73.6	10	-	Instalación de la bomba nueva	Delco II
41.59	212.99	58.3	60	44.2	8	60	Berkeley/TP60-275	Florista
0.34	125.48	77.0	60	44.2	8	60	Uso continuo de la bomba existente	
0.54	116.36	79.2	60	44.2	8	-	Instalación de la bomba nueva	Zona Media
3.16	71.28	73.3	30	22.1	8	30	Berkeley/TP30-275	Zoológico
2.12	100.00	126.0	75	55.2	8	-	Renovar con bomba 75HP	
2.12	104.70	126.0	75	55.2	8	-		
0.19	100.67	108.0	50	36.8	10	-	Instalación de la bomba nueva	Zoológico Nuevo
0.77	115.36	67.0	40	29.4	8	40	Berkeley/T40-450	Colonia el Paraíso
1.23	102.94	86.4	40	29.4	8	40	Uso continuo de la bomba existente	
1.14	106.74	82.8	40	29.4	8	40	Uso continuo de la bomba existente	
0.74	148.46	65.6	60	44.2	8	60	Berkeley/TP60-225	Pacaja
0.79	152.80	122.4	100	73.6	8	60	Renovar con bomba 100HP	
0.30	0.30	72.4						
2.66	2.66	50.0						
0.79	152.80	122.4	100	73.6	8	60		
0.30	0.30	72.4						
2.66	2.66	50.0						
ante una válvula reductora.								
0.52	138.32	54.4	40	29.4	8	40	Berkeley/TP40-275 o similar	Las Américas
0.33	101.22	75.6	40	29.4	8	40	Uso continuo de la bomba existente	
0.31	105.46	73.8	40	29.4	8	40	Uso continuo de la bomba existente	

25.55	10	Cenizal	Existente	16.37	2342.55	2294.3	2446.49	Depósito SA existente	152.2	4	2.02	85.30	95.30	5.79	4	2.02	1,015
			Existente	17.50	2342.55	2287.0	2446.49	Depósito SA existente	159.5	4	2.16	85.30	95.30	6.55	6	0.96	1,015
		Cenizal II	Plan	20.00	2342.55	2287.0	2446.49	Depósito SA existente	152.2	5	1.58	85.30	95.30	2.83	6	1.10	1,400
		Actualmente cuenta sólo con 16,4 lit./s. de producción. No hay problema en el abastecimiento de agua a la zona urbana y parte de la zona rural con el uso de las instalaciones de bomba existentes, pero el tubo de impulsión será renovado con el día ejecución de un plan de abastecimiento de agua a la zona rural, las instalaciones existentes son deficientes en la capacidad del pozo, el diámetro del tubo de impulsión y en la capacidad de la bomba. Por tanto, será necesaria la construcción de un plan de abastecimiento de agua en la zona rural y el Municipio se encargará de la construcción del pozo y la renovación de la bomba. El diámetro del tubo de columna será de 5".															
17.46	11	Rotonda	Existente	15.30	2317.78	2309.6	2391.58	Depósito CM existente	82.0	4	1.89	80.77	90.77	4.87	6	0.84	793
			Plan	17.50	2317.78	2309.6	2442.00	Depósito CM nuevo	132.4	4	2.16	80.77	90.77	6.24	6	0.96	1,150
18.55	12	En el plan para 2008 se renovará la bomba existente.															
		Las Rosas	Existente	13.14	2313.54	2300.5	2440.00	Envío directo	139.5	4	1.62	60.96	70.96	2.87	4	1.62	10
			Plan	18.00	2313.54	2300.5	2454.00	Descarga en el tubo de impulsión Lr-Col	153.5	4	2.22	60.96	70.96	5.14	4	2.22	10
12.42	13	Del plan para 2008 está excluido. En el plan para 2018 se renovará la bomba existente.															
		Cefemetq	Existente	8.07	2371.86	2318.5	2485.00	Tanque elevado Choqui Alto	166.5	3	1.77	67.06	77.06	5.14	4	1.00	2,500
		Excluido del plan	Plan	12.40	2371.86	2318.5	2394.39	Tanque elevado	75.9	3	2.72	67.06	77.06	11.38	4	1.53	2,500
			Plan	18.00	2371.86	2317.5	2396.00	Descarga en el tubo de impulsión ChoA-	78.5	3	3.95	67.06	77.06	22.67	4	2.22	10
34.45	14	Tanto en el plan para 2008 como en el plan para 2018, se utilizará la bomba existente. En el plan para 2018, por el cambio del destino de la impulsión al depósito Chirteez, se estima un aumento de 5.5 lit./s.															
		Chiqui Alto	Existente	33.53	2374.35	2312.3	2392.39	Tanque elevado	80.1	6	1.84	97.54	107.54	3.42	6	1.84	300
			Plan	35.00	2374.35	2311.3	2383.00	Descarga en el tubo de impulsión ChoA-	71.7	6	1.92	97.54	107.54	3.70	6	1.92	20
9.52	15	Tanto en el plan para 2008 como en el plan para 2018, se utilizará la bomba existente. En el plan para 2018, por el cambio del destino de la impulsión al depósito Chirteez, se estima un aumento de 1 lit./s.															
		Chirteez 1	Existente	10.05	2318.69	2308.0	2365.00	Depósito ChiP existente, envío directo	57.0	4	1.24	18.29	28.29	0.70	4	1.24	50
			Plan	11.00	2318.69	2305.0	2320.00	Depósito Chirteez G	15.0	4	1.36	18.29	28.29	0.82	4	1.36	50
22.71	16	Tanto en el plan para 2008 como en el plan para 2018, se utilizará la bomba existente. En el plan para 2018, por limitar el destino de la impulsión en el depósito Chirteez G, se estima un aumento de 1 lit./s.															
		Chirteez 4	Existente	14.28	2320.83	2310.1	2341.70	Depósito Ra existente, Depósito ChiP ex	31.6	4	1.76	9.14	19.14	0.90	4	1.76	200
		Chirteez 5	Existente	5.28	2321.66	2311.0	2340.00	Envío directo	29.0	4	0.65	24.38	34.38	0.26	4	0.65	2,320
6.06	18	Chirteez 6	Existente	3.57	2324.01	2311.4	2380.00	Envío directo	68.6	4	0.44	31.00	41.00	0.15	4	0.44	500
9.59	19	Chirteez 7	Existente	4.01	2323.46	2310.9	2400.00	Envío directo	89.1	4	0.49	31.00	41.00	0.18	4	0.49	500
		Chirteez Nuevo Plan	Plan	45.00	2321.00	2305.0	2324.00	Depósito Chirteez G 2321+3	19.0	6	2.47	31.00	41.00	2.25	8	1.39	40
28.39	20	Unificar los 4 pozos 4,5,6 y 7 existentes de Chirteez para renovarlos en un pozo.															
		La Cipresada	Existente	34.29	2401.99	2314.2	2403.52	Depósito CS existenteCS	89.3	5	2.71	106.68	116.68	9.40	5	2.71	10
			Plan	34.00	2401.99	2314.2	2403.52	Nuevo vertedero del depósitoSI (Deposí	89.3	5	2.68	106.68	116.68	9.25	5	2.68	10
		Construcción de nuevo pozo Plan(2018)	Plan	26.30	2401.99	2314.2	2403.52	Nuevo vertedero del depósitoSI (Deposí	89.3	5	2.08	106.68	116.68	5.75	4	3.24	100
11.22	21	Se utilizará la bomba existente. El caudal bombeado casi no cambiará del actual. Para 2018 se construirá nuevo pozo.															
		Xeul Alto	Existente	11.10	2386.89	2310.4	2434.10	Depósito XA	123.7	4	1.37	139.69	149.69	4.43	4	1.37	370
			Plan	11.00	2386.89	2310.4	2449.30	Descarga en el tubo de impulsión Lr-Col	138.9	4	1.36	139.69	149.69	4.36	6	0.60	700
10.09	22	Se utilizará la bomba existente.															
		Choqui bajo	Existente	7.30	2334.36	2311.5	2372.10	Depósito CB	60.6	3	1.60	30.48	40.48	2.24	4	0.90	350
			Plan	7.30	2334.36	2311.5	2372.10	Depósito Choqui Bajo	60.6	3	1.60	30.48	40.48	2.24	4	0.90	350
24.62	23	Se mantendrá el estado actual. Se utilizará la bomba existente.															
		Democracia	Plan(2008)	26.04	2385.51	2317.9	2380.00	Tubo de impulsión SI	62.1	5	2.06	91.44	101.44	4.91	6	1.43	2,397
			Plan(2008)	32.00	2385.51	2315.9	2397.00	Nuevo vertedero del depósitoSI	81.1	5	2.53	91.44	101.44	7.19	8	0.99	460
		Es posible el uso de la bomba existente. Por el cambio del destino de la impulsión al nuevo vertedero de San Isidro, se estima un aumento de 5 lit./s.															

61.70	219.69	58.9	60	44.2	8	60	BerkeleyTP60-225 o similar	Cenizal
9.69	175.74	63.0	60	44.2	8	60	Uso continuo de la bomba existente	
17.11	172.13	72.0	60	44.2	8	-	Renovar con bomba 60HP	Cenizal II
metro 8". Para la futura nizalII, que pertenece al								
5.91	92.75	55.1	40	29.4	8	40	BerkeleyTI40-500 o similar	Rotonda
10.98	149.62	63.0	50	36.8	8	-	Renovar con bomba 50HP	
0.40	142.78	47.3	30	22.1	8	30	BerkeleyGT30-200 o similar	Las Rosas
0.72	159.37	64.8	50	36.8	8	-	Renovar con bomba 50HP	
41.07	212.71	29.1	40	29.4	6	40	BerkeleyTP40-225	Cefernetq
90.91	178.18	44.6	40	29.4	6	40	Uso continuo de la bomba existente	
0.72	101.89	64.8	40	29.4	6	40	Uso continuo de la bomba existente	
9.54	93.05	120.7	60	44.2	10	60	BerkeleyTI60-500	Chiqui Alto
0.69	76.09	126.0	60	44.2	10	60	Uso continuo de la bomba existente	
1.23	58.93	36.2	10	7.4	8	10	BerkeleyTI10-115 o similar	Chirriez 1
1.46	17.28	39.6	10	7.4	8	10	Uso continuo de la bomba existente	
9.44	41.95	51.4	10	7.4	10	10	BerkeleyTI10-250 o similar	Chirriez 4
17.39	46.64	19.0	10	7.4	8	10	BerkeleyTI10-275 o similar	Chirriez 5
1.82	70.57	12.9	15	11.0	8	15	BerkeleyTI15-275 o similar	Chirriez 6
2.25	91.54	14.4	20	14.7	8	20	BerkeleyTI20-275 o similar	Chirriez 7
0.54	21.79	162.0	25	18.4	10	-	Renovar con bomba 25HP	
0.81	99.52	123.4	60	44.2	8	50	BerkeleyTI60-450相当	La Cipresada
0.79	99.36	122.4	60	44.2	8	50	Uso continuo de la bomba existente	
14.61	109.69	94.7	50	36.8	8	-	Renovar con bomba 50HP	
10.96	139.10	40.0	30	22.1	8	30	BerkeleyTP30-200	Xcul Alto
2.83	146.09	39.6	30	22.1	8	30	Uso continuo de la bomba existente	
4.78	67.62	26.3	15	11.0	8	15	BerkeleyTI15-250 o similar	Choqui bajo
4.78	67.62	26.3	15	11.0	8	15	Uso continuo de la bomba existente	
47.74	114.75	93.7	50	36.8	8	50	BerkeleyTI50-450	Democracia
3.30	91.59	115.2	50	36.8	8	50	Uso continuo de la bomba existente	

Tabla 2.18 Contenido de la rehabilitación de instalaciones de pozos

No.	Nombre de pozo	Plan de rehabilitación de instalaciones de pozos		
		2008 (Alternativa A)	2008 (Alternativa B)	2018
1	Beito Juarez	Renovación del panel de control de bomba		
2	San Isidro	Renovación de la tubería alrededor del pozo 4", Renovación del panel de control de bomba	Renovación de la tubería alrededor del pozo 4", Renovación del panel de control de bomba	
3	Zona 8	Renovación de la tubería alrededor del pozo 6", Renovación del panel de control de bomba		
4	Salida a San Marcos			Renovación de la bomba (18.5m ³ /h, H=201m, 15kW)
	Delco II	-	-	Construcción de pozo (25lit./s., φ10", H=270 m, instalación de bomba 90m ³ /h, H=200m, 75kW)
	Zona Media	-	-	Construcción de pozo (22lit./s., φ8", H=240m), instalación de bomba 79m ³ /h, H=116m, 45kW)
5	Floresta	Renovación del panel de control de bomba		
6	Zoológico	Renovación de la bomba (126m ³ /h, H=105m, 55kW), Renovación del panel de control de bomba Renovación del tubo de columna 4" - 5", Renovación de la tubería alrededor del pozo 4" - 5"	Renovación de la bomba (126m ³ /h, H=105m, 55kW), Renovación del panel de control de bomba Renovación del tubo de columna 4" - 5", Renovación de la tubería alrededor del pozo 4" - 5"	-
	Zoológico Nuevo	-	-	Construcción de pozo (30lit./s., φ10", H=190m), instalación de bomba (108m ³ /h, H=100m, 37kW)
7	Colonia el Paraíso	Renovación de la tubería alrededor del pozo 4", Renovación del panel de control de bomba	Renovación de la tubería alrededor del pozo 4", Renovación del panel de control de bomba	
8	Pacajá	Renovación de la bomba (122.4m ³ /h, H=153m, 75kW), Renovación del panel de control de bomba Renovación del tubo de columna 4" - 5", Renovación de la tubería alrededor del pozo 4" - 5", Instalación de la válvula reductora	Renovación de la bomba (122.4m ³ /h, H=153m, 75kW), Renovación del panel de control de bomba Renovación del tubo de columna 4" - 5", Renovación de la tubería alrededor del pozo 4" - 5", Instalación de la válvula reductora	-
9	Av. Las Américas	Renovación de la tubería alrededor del pozo 5", Renovación del panel de control de bomba	Renovación de la tubería alrededor del pozo 5", Renovación del panel de control de bomba	
10	Cenizal			
	Cenizal II	-	-	Construcción de pozo (23lit./s., φ8", H=150m), instalación de bomba 82.8m ³ /h, H=160m, 45kW)
11	Rotonda	Renovación de la bomba (63m ³ /h, H=150m, 37kW), Renovación del panel de control de bomba Renovación de la tubería alrededor del pozo 4", Renovación de la caja del pozo		-
12	Las Rosas			Renovación de la bomba (64.8m ³ /h, H=159m, 37kW)
13	Cefemerq			
14	Choqui Alto	Renovación del panel de control de bomba		
15	Chirriez 1	Renovación del panel de control de bomba		
16	Chirriez 4	Construcción de pozo (45lit./s., φ10", H=140m), instalación de bomba 162m ³ /h, H=22m, 18.5kW), Renovación del tubo de columna 6"		
17	Chirriez 5			
18	Chirriez 6			
19	Chirriez 7			
20	La Cipresada	Renovación de la tubería alrededor del pozo 5", Renovación del panel de control de bomba	Renovación de la tubería alrededor del pozo 5", Renovación del panel de control de bomba	
	La Cipresada II	-	-	Construcción de pozo (26lit./s., φ8", H=210m), instalación de bomba 94.7m ³ /h, H=110m, 37kW)
21	Xeul Alto			
22	Choqui bajo	Renovación de la tubería alrededor del pozo 3", Renovación del panel de control de		
23	Democracia	Renovación del panel de control de bomba	Renovación del panel de control de bomba	

(3) Depósitos y estación de bombeo

1) Alternativa A

En San Isidro, Zona Media, Zona Alta, Chirriez y Colonia Molina se construirán depósitos o estación de bombeo. Entre la cuales, las 3 zonas de Zona Media, Zona Alta y Colonia Molina disponen ya de terrenos suficientes para las instalaciones proyectadas para 2018. El caudal, la estructura proyectada y las especificaciones de cada instalación son las siguientes:

Caudal entrante y de salida de cada instalación

Depósito y estación de bombeo de San isidro

Tanto en el plan para 2008 como el plan para 2018, el agua proveniente de 1 sistema de nacimientos y 5 sistemas de pozos entra en el depósito de San Isidro. El agua de los nacimientos entra en el depósito existente por la altura del nivel dinámico, la totalidad del agua de los pozos pasa por el nuevo vertedero y una vez estabilizado el nivel de agua y medio el caudal en el dique, se enviará a la nueva bomba impulsora. El agua que entra en el depósito existente, luego de medir el caudal y desinfectar con el cloro, se distribuye por la gravedad a las zonas de distribución de Zona Baja. El caudal entrante y de salida de las instalaciones se indica en la siguiente tabla:

Tabla-2.19 Caudal del depósito y estación de bombeo de San Isidro (Alternativa A)

Tipo de fuentes de agua	Fuentes de agua para los depósitos	Caudal entrante proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Nacimientos		11.491	11.491
Pozos	Las Américas y otros	8.650	11.111
	Democracia	2.765	2.765
	San Isidro	1.089	1.089
	Cipresada	2.938	5.210
	Zona 8	2.942	2.942
Total		29.875	34.608
Excedente		1.925	0

División de salida	Destino	Caudal de salida proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Tubería de impulsión	Depósito Zona Media	22.060	26.748
Tubería de distribución	Área de servicio de Zona Baja	5.890	7.860
Total		27.950	34.608

Depósito y estación de bombeo de Zona Media

Las instalaciones proyectadas en este lugar son todas nuevas. Según el plan para 2008, el agua proveniente de un pozo existente y la estación de bombeo de San Isidro entra en el depósito de Zona Media y en el plan para 2018 se agrega el agua proveniente de un pozo nuevo. Toda el agua, una vez entrada en el vertedero, entra en la bomba impulsora con destino al depósito de Zona Alta y en el

depósito. Desde el depósito se distribuye el agua bajo la gravedad a Zona Media mediante la tubería de distribución. El caudal entrante y de salida de las instalaciones se indica en la siguiente tabla:

Tabla-2.20 Caudal del depósito y estación de bombeo de Zona Media (Alternativa A)

Tipo de fuentes de agua	Fuentes de agua para los depósitos	Caudal entrante proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Agua impulsada	Estación de bombeo de San Isidro	22.060	26.748
Pozos	Floresta	1.849	1.849
	Zona Media(Construcción prevista)	-	1.901
Total		23.909	30.498

División de salida	Destino	Caudal de salida proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Tubería de impulsión	Depósito de Zona Alta	3.228	2.657
Tubería de distribución	Área de servicio de Zona Media	20.681	27.841
Total		23.909	30.498

Depósito de Zona Alta

Las instalaciones proyectadas en este lugar son todas nuevas. Según el plan para 2008, el agua proveniente de la estación de bombeo de Zona Media entra en el depósito de Zona Alta y en el plan para 2018 se agrega el agua proveniente de un pozo nuevo. Toda el agua, una vez entrada en el vertedero, desde el depósito se distribuye por la gravedad a las zonas de distribución de Zona Alta. Entre las zonas de distribución, Floresta es una zona donde no es posible la distribución por la gravedad, por lo tanto a esta zona se distribuirá del depósito mediante una bomba de distribución. El caudal entrante y de salida de las instalaciones se indica en la siguiente tabla:

Tabla -2.21 Caudal del depósito y estación de bombeo de Zona Alta (Alternativa A)

Tipo de fuentes de agua	Fuentes de agua para los depósitos	Caudal entrante proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Agua impulsada	Estación de bombeo de Zona Media	3.228	2.657
Pozos	Delco II	-	1.463
Total		3.228	4.120

División de salida	Destino	Caudal de salida proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Tubería de distribución	Área de servicio de Zona Alta	2.855	3.747
Tubería de distribución	Área de servicio de Zona Floresta	373	373
Total		3.228	4.120

Caudal del depósito y estación de bombeo de Chirriez

Tanto en el plan para 2008 como el plan para 2018, el agua proveniente de 4 sistemas de pozos entra en el depósito existente de Chirriez G. Luego, desde una nueva estación de bombeo a construir al lado del depósito, se enviará el agua a nuevo depósito de Colonia Molina y al depósito existente de Rosario Bajo. El caudal entrante y de salida de las instalaciones se indica en la siguiente tabla:

Tabla –2.22 Caudal del depósito y estación de bombeo de Chirriez (Alternativa A)

Tipo de fuentes de agua	Fuentes de agua para los depósitos	Caudal entrante proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Pozos	Chirriez 1	950	950
	Chirries Nuevo	3.888	3.888
	Choqui Bajo	631	631
	Choqui Alto, Cefemerqu	3.024	4.350
Total		8.493	9.819
Excedente		187	360

División de salida	Destino	Caudal de salida proyectado(m ³ /día)	
		2008	2018
Tubería de impulsión	Depósito de Coloinia Molina	7.542	8.107
	Depósito de Rosario Bajo	764	1.352
Total		8.306	9.459

Instalaciones de distribución de agua

La capacidad de los nuevos depósitos determinada según el cálculo del balance de demanda y suministro de agua en el sistema de distribución general (Tabla-2.14) se muestra a continuación. La capacidad efectiva de un depósito será para 10 horas de la demanda máxima diaria.

Tabla-2.23 Capacidad de los depósitos proyectados (Alternativa A)

Nombre del depósito	Plan para 2008	Plan para 2018
Zona Media	Capacidad: 8.620 m ³ , Dimensiones:83,9m x 10,0m x H 3,5m.3unidades	Capacidad : 11.610 m ³
Zona Alta	Capacidad : 1.190 m ³ , Dimensiones:22,0m x 8,0m x H 3,5m, 2unidades	Capacidad : 1.720 m ³
Colonia Molina	Capacidad : 3.590 m ³ , Dimensiones:52,0m x 5,0m x H3,5m, 4unidades	Capacidad : 4.770 m ³

La estructura de los depósitos será de hormigón armado y tendrá más de 2 compartimientos por la facilidad de la limpieza, mantenimiento y administración. En cada depósito se instalará un vertedero para la necesidad de medir de caudal entrante a través de un dique y dividir el agua para otros depósitos. Además, como instalaciones secundarias se instalarán una abertura de ventilación que sirve también de

entrada del personal, medidor de nivel de agua, tubo de rebose, etc. y como tubería interior del depósito, tubos de entrada, salida, drenaje y rebose.

Actualmente la cloración para la desinfección se hace en algunos pozos y el tubo de entrada del agua de nacimientos en San Isidro, pero de los 23 pozos, apenas 9 tienen equipo de cloración. Ante la construcción de instalaciones de impulsión y distribución de agua en el Proyecto, con el fin de complementar la deficiencia de la cloración y facilitar su control, los lugares de flotación se limitarán sólo en 4 depósitos de Sal Isidro, Colonia Molina, Zona Media y Rosario Bajo y se instalarán nuevos equipos al efecto. Los equipos de cloración serán de tipo vacío en húmedo teniendo en cuenta la seguridad y las instalaciones existentes y tendrá control manual en la inyección. Continuará el uso del equipo de cloración instalado en el tubo de entrada de agua de nacimientos en San Isidro.

Instalaciones de bomba impulsora

Los lugares donde se proyecta la bomba impulsora son los 4 depósitos de Zona Alta, Zona Media, San Isidro y Chirriez. Las especificaciones de cada bomba se muestran en la siguiente tabla. El número de bombas se planeará teniendo en cuenta la manejabilidad del caudal a enviar y para que el movimiento de los puntos de acción de las bombas entre 2008 y 2018 sea mínimo.

Tabla-2.24 Especificaciones de bomba impulsora (Alternativa A)

Estación de bomba impulsora	Plan para 2008	Plan para 2018	Destino de agua
San Isidro	Bomba espiral con succión de ambos lados 5,11m ³ /min x 52m x 75kw x 4unidades (1de reserva)	5 unidades (1de reserva)	Depósito Zona Media
Zona Media	Bomba multiespiral con succión de un lado 2,24m ³ /min x 78m x 55kw x 2 unidades (1de reserva)	2 unidades (1de reserva)	Depósito Zona Alta
Zona Alta	Bomba sumergible 0,37m ³ /min x 40m x 5,5kw x 2 unidades (1de reserva)		Zonas de distribución de Zona AltaI
Chirriez	Bomba multiespiral con succión de un lado 2,62m ³ /min x 132m x 110kw x 3 unidades (1de reserva)	3 unidades (1de reserva)	Depósito Colonia Molina
	0,53m ³ /min x 58m x 11kw x 2 unidades (1de reserva)	3 unidades (1de reserva)	Depósito Rosario Bajo

2) Alternativa B

En San Isidro y Zona Media se construirá un depósito o una estación de bomba impulsora. Para la Zona Media está asegurado un terreno suficiente para las instalaciones proyectadas para 2018. El caudal proyectado, la estructura y las especificaciones de cada instalación son los siguientes:

Caudal de salida y entrada de cada instalación

(1) Depósito y estación de bomba impulsora de San Isidro

Según el plan para 2008, el agua conducida de un sistema de nacimientos y 4 sistemas de pozos entra

en el depósito de San Isidro. En el plan para 2018, se agrega el agua enviada de otro sistema de pozos. El agua de los nacimientos entra en el depósito existente. En la entrada se mide el caudal con un flujómetro de ultrasonido y se da la inyección de cloro. La totalidad del agua proveniente de los pozos pasa por el nuevo vertedero y una vez medido el caudal en el dique, se inyecta el cloro, luego el agua entra en un nuevo depósito. El agua del depósito existente y el del nuevo depósito se juntan a la salida del depósito y se distribuyen por la gravedad a las zonas de distribución de Zona Baja. Por otra parte, al depósito de Zona Media se envía de nuevo depósito mediante una bomba. El caudal de entrada y de salida de estas instalaciones es el siguiente:

Tabla 2.25 Caudal del depósito y estación de bomba impulsora de San isidro (Altanativa B)

Tipo de fuente	Destino de entrada	Caudal de entrada proyectado (m ³ /día)	
		2008	2018
Nacimientos		11.491	11.491
Pozos	Las Américas y otros	8.648	11.111
	Democracia	2.764	2.764
	San Isidro	1.088	1.088
	Cipresada	2.937	5.209
	Zona 8	-	2.941
	Agua enviada de Chirriez	0	3.423
Total		26.928	38.027

Clasificación de salida	Destino de salida	Caudal de entrada proyectado (m ³ /día)	
		2008	2008
Tubo de impulsión	Depósito de Zona Media	15.836	26.935
Tubo de distribución	Zonas de distribución de Zona Baja	11.093	11.003
Total		26.928	38.027

(2) Depósito y estación de bomba impulsora de Zona Media

Las instalaciones proyectadas en este lugar son todas nuevas. Según el plan para 2008, el agua proveniente de la estación de bomba impulsora de San Isidro entra en el depósito de Zona Media y según el plan para 2018, se le agrega el agua de un pozo existente y uno nuevo. La totalidad del agua enviada, luego de entrar en un vertedero, se divide en el depósito con dos compartimentos. Desde el depósito se distribuye el agua por la gravedad mediante la tubería de distribución a Zona Media. En el plan para 2008, aunque no se contempla la instalación de bombas, para el plan de 2018 será necesario instalar bombas y ampliar la capacidad de depósito en el futuro. El caudal de entrada y de salida de estas instalaciones es el siguiente:

Tabla 2.26 Caudal del depósito y estación de bomba impulsora de Zona Media (Alternativa B)

Tipo de fuente	Destino de entrada	Caudal de entrada proyectado (m ³ /día)	
		2008	2018
Impulsión de agua	Estación de bomba impulsora de San Isidro	15.836	26.985
Pozos	Floresta	0	1.848
	Zona Media (a construir)	-	1.900
Total		15.836	30.683

Clasificación de salida	Destino de salida	Caudal de entrada proyectado (m ³ /día)	
		2008	2008
Tubo de impulsión	Depósito de Zona Alta	0	2.898
Tubo de distribución	Zonas de distribución de Zona Media	15.836	27.785
Total		15.836	30.683

(3) Depósito y estación de bomba impulsora de Zona Alta, Zona Alta 1, Chirriez y Colonia Molina
El plan para 2008 no contempla estas instalaciones.

Instalaciones de distribución de agua

Tabla-2.27 Capacidad de los depósitos proyectados (Alternativa B)

Nombre del depósito	Plan para 2008	Plan para 2018
San Isidro	Capacidad: 1.140 m ³ Dimensiones: 18,7 x 14,0 x H 5,5m, 1 compartimiento	Capacidad: 1.140 m ³
Zona Media	Capacidad: 5.280 m ³ Dimensiones: 75,4 x 10,45 x H 3,5m, 2 compartimientos	Capacidad: 9.270 m ³

El cloro se inyectará sólo en el depósito de San Isidro y se instalará nuevo equipo al efecto. El equipo de cloración instalado en San Isidro en el tubo de entrada del agua de los nacimientos se mantendrá en uso.

Instalaciones de bomba impulsora

Tabla-2.28 Especificaciones de bomba impulsora (Alternativa B)

Estación de bomba impulsora	Plan para 2008	Plan para 2018	Destino de agua
San Isidro	Bomba espiral con succión de ambos lados 5,5m ³ /min x 50m x 75kw x 3 unidades (1de reserva)	5 unidades (1de reserva)	Depósito Zona Media

3) Suelo base de los lugares objeto

En el presente estudio se hicieron estudios geológicos en los 3 lugares de Zona Alta, Zona Media y Colonia Molina contratando una empresa local. Los resultados aparecen en la tabla de abajo. Según los resultados, el suelo base de los lugares previstos para la construcción de los depósitos presenta una resistencia floja en la superficie y la profundidad que permita dar una fuerza de apoyo admisible será

de 5m para el depósito de Zona Alta y un promedio de 3m para el depósito de Zona Media. Para construir una estructura con una carga estándar (5-6 t./m²) como depósito, juzgamos que podrá adoptarse el cimiento directo. Respecto al agua subterránea, en ninguno de los lugares antes mencionados no se ha encontrado a la profundidad estudiada (25m), por lo que no causará impacto.

Tabla-2.29 Resistencia del suelo según el estudio geológico(t./m²)

Profundidad(m)	Zona Alta	Zona Media	Colonia Molina
1,0	6	5	4
2,0	7	12	5
3,0	17	7	15
4,0	19	15	26
5,0	21	18	11

Los factores básicos de las tierras (arenosas) para el recubrimiento en la obra del depósito son los siguientes:

- Peso volumétrico unitario (γ_t) = 19,0 kN/m³
- Ángulo de fricción interior (ϕ) = 30,0 grados
- Viscosidad (C) = 0,0 kN/m³

(4) Instalaciones de tubería de impulsión y distribución de agua

Los puntos de consideración para el diseño de las instalaciones de tubería de impulsión y distribución de agua son los siguientes:

División de las zonas de distribución de agua

De acuerdo con el Plan Maestro, el sistema de distribución de agua existente se divide en 6 zonas de distribución para reestructurarlo a un sistema de abastecimiento de agua eficaz y eficiente. Para este efecto, el agua producida de todas las fuentes se envía primero a los depósitos y luego de ser desinfectada con el cloro, se suministra bajo la gravedad a cada zona de servicio. En caso de la alternativa B, sólo se considerarán los 2 depósitos de San Isidro y Zona Media. Con este mecanismo se solucionará el desequilibrio en el caudal, presión y calidad de agua, presentando una presión proyectada de 0,2 – 0,8 Mpa en las zonas de servicio.

Tubería existente y proyectada

Con la transición del sistema de impulsión y distribución de agua causada por el cambio de zonas de servicio, las zonas que abastecen ahora directamente de agua de pozos recibirán el agua de nuevos depósitos. Las tuberías de distribución que se requieren nuevamente por este cambio será objeto de la cooperación del Proyecto, sin importar su diámetro. Estas tuberías serán consideradas como tuberías principales de distribución para conectar al sistema de distribución existente y no se harán acometidas domiciliarias directamente de estas tuberías. Las acometidas domiciliarias se planearán de manera que sean conectadas con las tuberías de distribución secundarias existentes. Además, el mejoramiento del

sistema de distribución con el Proyecto requerirá la re-conexión de la tubería principal de distribución existente, pero debido a que los tubos de suministro de agua a cada hogar están conectados con la tubería principal de distribución existente (más de 3" de diámetro), esta tubería se mantendrá tal como, por lo que no será necesario re-conectar los tubos de suministro de cada hogar.

Los tubos de cemento asbesto que causan problemas de resistencia y fugas de agua dentro de la tubería de distribución existente, serán objeto de la renovación en el Proyecto y las demás tuberías principales existentes serán incorporadas en el sistema nuevo y seguirán siendo utilizadas como tuberías principales o tuberías secundarias de distribución paralelas a la nueva tubería principal de distribución. Los tubos de pequeños diámetros en el sistema de abastecimiento existente seguirán como tubos exclusivamente de abastecimiento de agua. Para la conexión con la tubería de distribución existente, con el fin de formar una red de tuberías, se divide por cada ruta de tubería hasta su extremo, o en caso de que una ruta sea larga, se adoptan las pequeñas zonas de servicio que están divididas por cada 300m según el Plan Maestro, considerando esta es la distancia de división, la conexión se hará en cada 300m. En cada conexión se instalará la válvula de compuerta para el control de la red de tuberías.

En caso de la alternativa B, se considerarán las 5 rutas de tubería de impulsión de Las Américas – el depósito de San Isidro, Democracia – el depósito de San Isidro, San Isidro – el depósito de San Isidro, Chipresada – el depósito de San Isidro y el depósito de San Isidro – el depósito de Zona Media. Respecto a la tubería de distribución, se construirán aquellas relacionadas con los 2 depósitos de San Isidro y Zona Media.

Instalaciones secundarias

Como instalaciones secundarias de las rutas de tubería, se instalarán válvulas de compuerta, aire, y descarga de lodo e hidrantes.

Válvula de compuerta: Normalmente se instala en la bifurcación de las rutas de tubería para el reestablecimiento del servicio en caso de accidentes, reparación y revisión, obra de comunicación con nueva tubería, retención de aguas de la limpieza, etc. En caso de que la ruta sea larga, se instala en cada kilómetro.

Válvula de aire: Se instala en la parte convexa de la ruta de tubería para la succión de aire contenido en el tubo y el escape del mismo. En caso de instalar en una ruta de tubería de 14" a 24" de diámetro, como el volumen de aire a succionar y sacar es grande, será de 3", para los tubos de menos de "12 de diámetro, será de tipo exhaustación rápida.

Instalación de descarga de lodo: La válvula de descarga de lodo se instala en la parte cóncava o extremo de la ruta de tubería como boca de desagüe de la limpieza de tierra y arena después de obras

de tubería y también para el desagüe en caso de la limpieza, revisión y reparación de tubos. El tubo y la válvula de descarga de lodo tendrán un diámetro equivalente a 1/2 a 1/4 del diámetro del tubo principal.

Hidrantes: Ya están instalados en la tubería principal de distribución existente, por lo que las tuberías existentes serán fuera del objeto del presente estudio. En los lugares donde tienen prevista futura instalación, se instalará un tubo de bifurcación de 3" para que adaptable al tipo superficial y al subterráneo y estará preparada la bifurcación con una válvula y una tapa. El caudal necesario para un hidrante será de 27 lit./s., establecido en el Plan Maestro con la presión mínima de 0,15 Mpa.

Tipo y diámetro de tubos

La tubería de impulsión es una ruta importante que une las fuentes de agua con los depósitos y como no hay otra ruta sustituible, se utilizará tubo dúctil (HFD: Tubería de hierro fundido dúctil) que da alta resistencia y confiabilidad, en todas las rutas sin importar el diámetro. Guatemala tiene producción nacional de tubos de PVC de menos de 12" de diámetro, pero no produce HFD, por lo que es necesario importarlo. Por este motivo, para los tubos de menos de 12" será de PVC que son económicos y fáciles de adquirir en el país y para los de más de 14", se utilizará HFD.

Análisis de la red de tubería

Basándose en los datos de la red de tubería elaborada en el Plan Maestro, se hará la revisión de la demanda actual y el estado de las rutas de tubería para hacer el análisis hidráulico. Suponiendo que las rutas de tubería existentes sean aprovechadas lo más eficiente posible, sólo en casos inevitables se hizo la modificación en la disposición de las rutas proyectadas. Como criterios de la determinación de diámetros en el cálculo hidráulico, se establecen las siguientes condiciones. Se indica en las Fig.2.9 - Fig.2.12 la ubicación de la tubería de impulsión y distribución de agua a instalar.

- Velocidad de caudal 0,5-1,2 m/s
- Inclinación de la aducción 3-8m/km
- Presión de agua en los puntos de conexión con la red de tubería existente: 0.2MPa

Puntos de consideración

Con el cambio de zonas de servicio del sistema existente, se hará necesario la separación o conexión de las tuberías de distribución secundarias ubicadas en los límites de las 6 zonas de servicio y será necesario que EMAX realice estos trabajos en lo posible de acuerdo con el avance del Proyecto. Una vez finalizado el Proyecto, EMAX tendrá que seguir sus esfuerzos en las obras de ampliación como la conexión de futuras rutas proyectadas y la bifurcación para los hidrantes.

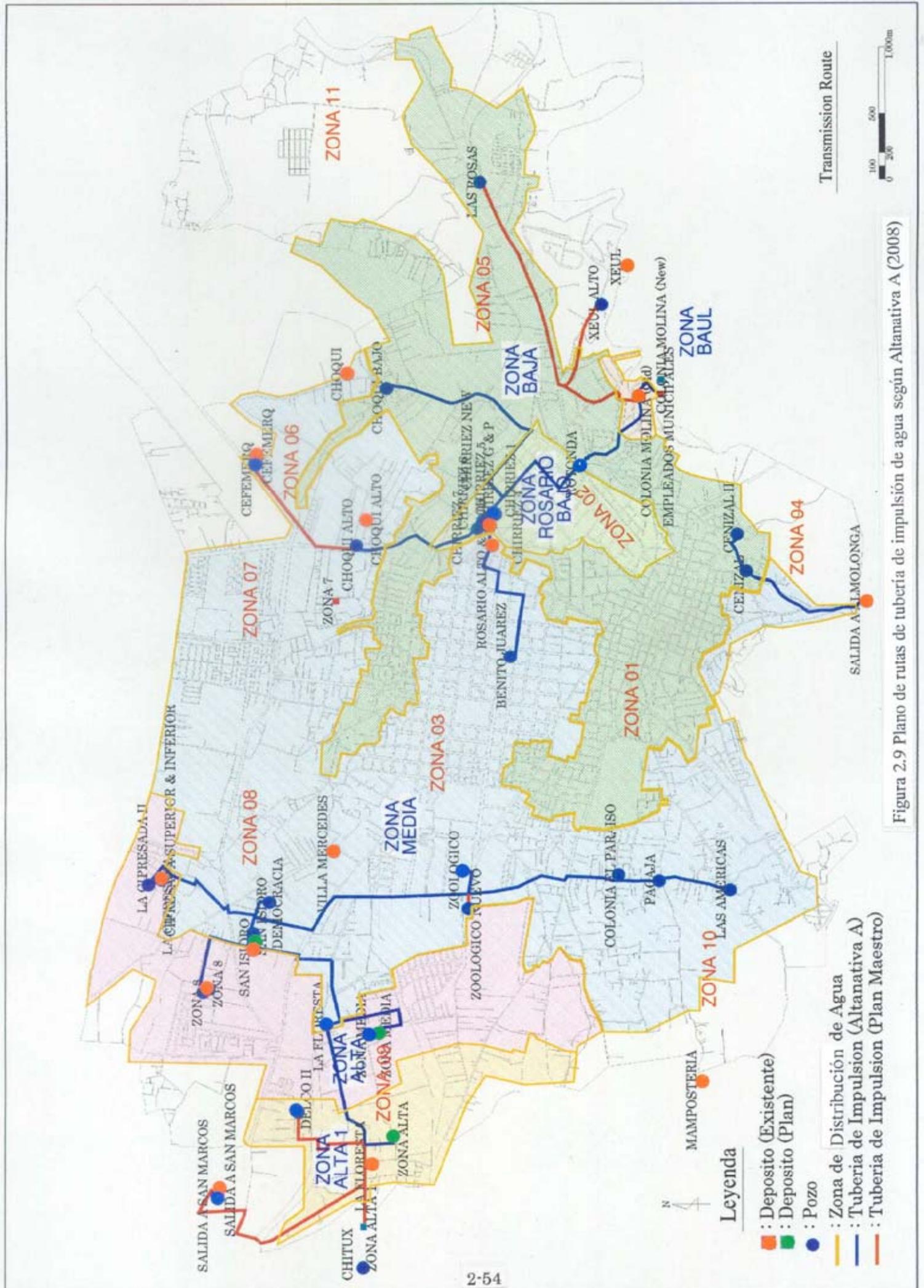


Figura 2.9 Plano de rutas de tubería de impulsión de agua según Altamira A (2008)

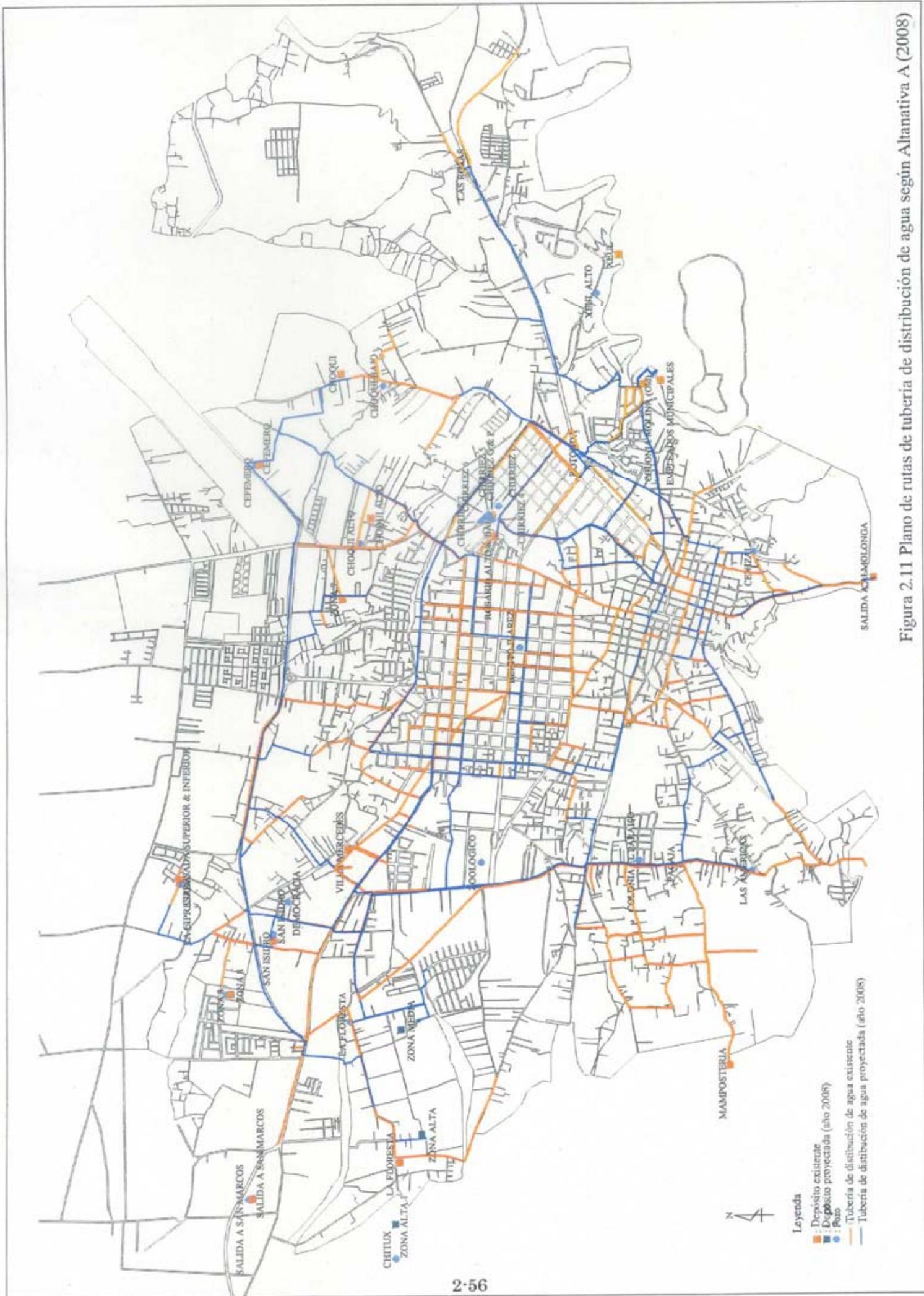


Figura 2.11 Plano de rutas de tubería de distribución de agua según Alternativa A (2008)

2-2-2-3 Plan de equipos

Mediante la ejecución del plan de instalaciones en el Proyecto se construirá la infraestructura para el sistema de abastecimiento de agua existente y así se mejorará el sistema de impulsión y distribución de agua. No obstante, para mejorar al mismo tiempo la tasa de rendimiento, es necesario impulsar la instalación de medidores domiciliarios y prevenir las fugas de agua en el sistema de abastecimiento de agua. Pero, EMAX no cuenta con suficientes equipos al efecto, por lo que en el Proyecto se hará la adquisición de equipos.

(1) Equipos preventivos de fugas de agua

Se informa de que en los trabajos de reparación realizados entre 2000 y 2001, la mayoría de las fugas superficiales fueron reparadas. Sin embargo, además de que siguen informando de 45 casos de fugas diariamente y las fugas subterráneas están intactas. Como que en el Proyecto la parte japonesa cubrirá sólo hasta la construcción de la tubería principal de distribución, es necesario que EMAX lleve adelante activamente la detección y reparación de fugas. EMAX posee sólo un detector de fugas tipo auricular, donado de Austria, pero no lo está usando absolutamente.

Para desarrollar las actividades preventivas de fugas de agua, habrá que formar como mínimo dos unidades de prevención de fugas y para repararlas luego de detectarlas, se requieren por lo menos los siguientes equipos, que serán adquiridos por la parte japonesa. Para una detección rápida de fugas, es eficaz el detector de fugas tipo correlativo y para buscar fugas subterráneas, además del mencionado equipo, serán necesarios el detector de fugas tipo auricular, vara de escucha y flujómetro de ultrasonido para medir el caudal de la fuga. Para instalar el flujómetro, es necesario excavar la superficie del camino para que quede expuesto el tubo, por lo tanto se requieren excavadora pequeña, compactador de relleno, materiales de pavimentación y camión mediano para transportar los equipos. La tabla 2.32 presenta el contenido de los equipos a adquirir.

(2) Equipos relacionados con medidor de agua

Para el reemplazo de medidores de 1/2" de diámetro, serán adquiridos 200 medidores, previendo su uso en el asesoramiento para el mejoramiento de la administración del servicio de agua como parte del componente de apoyo técnico. El estado de los medidores en función, según la encuesta realizada a habitantes, unos 20% de los mismos se encuentran averiados. Esto representa unos 4.000 de los 19.218 usuarios de EMAX y hay que inspeccionar, reparar y reemplazarlos incluyendo también otros deteriorados. Será necesario adquirir un medidor de caudal en la tubería de agua para examinar la precisión de los mismos.

(3) Programa para el diseño de acueducto

EMAX tiene ordenados los datos electrónicos de la red de tubería existente, pero el programa que tiene actualmente no puede hacer el cálculo hidrológico de la red de tubería de distribución, por lo que no está

aprovechado eficazmente en los trabajos proyectados como el análisis hidrológico. Por esta razón será necesaria la adquisición de un programa para el cálculo de red de tubería en el diseño de acueducto.

2-2-2-4 Resultados de la comparación de las alternativas

Los resultados del análisis del contenido del Proyecto comparando las alternativas A y B se muestran en la tabla-2.30.

Tabla-2.30 Contenido del Proyecto

Ítems solicitados	Contenido de la solicitud a Japón	Plan A (tentativo)	Plan B (tentativo)
1 . Construcción de instalaciones			
Ampliación de nacimientos	Estudio y ampliación	No hay	Instalación de válvulas de aire en 10 lugares en el túnel de aducción de los nacimientos.
Rehabilitación de pozos	Aumento del caudal bombeado (Bombeo de 24 horas, mejoramiento de instalaciones)	Construcción de un pozo por la integración de los pozos Chirriez 4,5,6 y7 ϕ 250mm, profundidad 140m, caudal bombeado 45 lit./s, H=22m Renovación de bombas en pozos existentes 3 pozos Zoológico 35lit./s, H=105m Pacaja 34 lit./s, H=153m Rotonda 17,5lit./s, H=140m Renovación de tubería alrededor de pozos 3" ~ 6" 9 pozos Renovación de paneles de control 14 pozos	Renovación de bombas en pozos existentes 2 pozos Zoológico 35 lit./s, H=105m Pacaja 34 lit./s, H=153m Renovación de tubería alrededor de pozos 4",5" 6 pozos Renovación de paneles de control 7 pozos
Construcción de nuevos depósitos	3 lugares 20.700m ³	2 lugares 9.810m ³	1 lugar 5.280m ³
Zona Media	4.000, 6.000, 4.600	8.620 m ³ (1 depósito con 3compartimentos)	5.280 m ³ (1 depósito con 2 compartimentos)
Zona Alta	2.000, 2.700	1.190 m ³ (1 depósito con 2 compartimentos)	(Fuera del objeto)
Zona Alta 1	700, 700	(Fuera del objeto)	(Fuera del objeto)
Ampliación de depósitos	2 lugares 5.500m ³	1 lugar 3.590 m ³	1 lugar 1.140 m ³
San Isidro	3.500m ³	No hay (depósito existente 2.560 m ³)	1.140 m ³ (depósito existente 2.560 m ³)
Col. Molina	2.000m ³	Nuevo 3.590 m ³	Fuera del objeto
Construcción de instalación de bombeo	5 lugares	4 lugares	1 lugar
Chirriez	Pozos con bomba, 4 bombas	2,62 m ³ /min.× 115m, 75kw 3 unidades	Fuera del objeto
Col. Molina	Pozos con bomba, 4 bombas	No hay	Fuera del objeto

San Isidro	Pozos con bomba, 5 bombas	5,11 m ³ /min. × 52m, 75kw 4 unidades	5,5 m ³ / min. × 50m, 75kw, 3 unidades
Zona Media	Pozos con bomba, 4 bombas	2,24 m ³ /min. × 78m, 55kw 2unidades	Fuera del objeto
Zona Alta	Pozos con bomba, 3 bombas	0,37 m ³ /min., 5,5kw 2 juego (Para Zona Alta Floresta)	Fuera del objeto
Renovación de bomba Chirriez	1 lugar 2 bombas	Para el depósito de Rosario Bajo, 0,53m ³ /min. × 58m, 8kw, 2unidades	Fuera del objeto
Instalación de tubería de impulsión	unos 25km	HFDφ150 ~ 500mm 22,3 km	HFD φ 150-500 mm 7,8km
Instalación de tubería de distribución primaria	unos 95km	HFD φ350 ~ 600mm 4,5 km PVC φ 75 ~ 300mm 48,3 km	HFD φ 350-600 mm 4,5km PVC φ 75-300 mm 28,1km
Instalación de tubería de distribución secundaria	unos 49km	No hay	No hay
Equipo de cloración	10 lugares	Rosario Bajo, Colonia Molina, San Isidro, Zona Media, Zona Alta 5 lugares	San Isidro, 1 lugar
Sistema de abastecimiento existente	Separación o conexión	Separación o conexión	Conexión
2. Adquisición de equipos	-	Equipo relacionado con medidor de agua: un juego Equipo para prevenir fugas: un juego 1 juego de programa para el diseño de acueducto	Equipo relacionado con medidor de agua: un juego Equipo para prevenir fugas: un juego 1 juego de programa para el diseño de acueducto
3. Apoyo técnico	Asesoramiento técnico para la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones (en el aspecto técnico y administrativo)	Asesoramiento técnico para la prevención de fugas (Componente de apoyo técnico) Asesoramiento para el mejoramiento de la administración del servicio de agua (Componente de apoyo técnico)	Asesoramiento técnico para la prevención de fugas (Componente de apoyo técnico) Asesoramiento para el mejoramiento de la administración del servicio de agua (Componente de apoyo técnico)
4. Población beneficiaria del Proyecto (2008)		(mil personas)	(mil personas)
Población domicilia servida		131	80
Población convertida de otros usos de agua		33	20
Total		164	100
5. Costo del Proyecto (cien millones de yenes)		28	17.9
6. Producción en la fuente de agua (m ³ /día)		49,347	28,133