

Anexo 3

**PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE GESTION DE
AGUA NO FACTURADA EN LA CIUDAD DE MANAGUA**

**PROPUESTA DE MACROSECTORES
QUE CONFORMAN LA DELEGACIÓN ASOSOSCA**



Agosto de 2019

CTI Engineering International Co., Ltd.

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Contenido

Capítulo 1. Introducción	4
Capítulo 2. Antecedentes	5
2.1 Concepto de macrosectorización	5
2.2 Objetivo de estudio y propuesta	5
Capítulo 3. Situación actual del área comercial de Asososca	7
3.1 Macrosectores existentes	7
3.2 Concepto de descentralización	10
Capítulo 4. Propuesta para la mejor gestión de la delegación Asososca	11
4.1 Gestión de ANF por la delegación descentralizada	11
4.2 Proceso para la gestión precisa de ANF	12
4.3 Propuesta de delimitación del área de gestión comercial de Asososca	13
4.4 Información de las fuentes de agua que conforman la delegación Asososca	14
4.5 Instalaciones y materiales mínimos necesarios para tener condición de control de ANF	15
4.5.1 Macrosector Asososca Baja	15
4.5.2 Macrosector Asososca Alta	16
4.5.3 Macrosector Asososca Alta Superior	17
4.5.4 Macrosector UNAN	18
4.5.5 Macrosector San Judas	19
4.6 Costo aproximado de inversión necesaria	20
4.6.1 Macrosector Asososca Baja	21
4.6.2 Macrosector Asososca Alta	22
4.6.3 Macrosector Asososca Alta Superior	23
4.6.4 Macrosector Asososca UNAN	24
4.6.5 Macrosector Asososca San Judas	25
Capítulo 5. Mejora de los servicios de abastecimiento de agua	26
5.1 Establecimiento de las condiciones para cálculos hidráulicos	26
5.2 Descripción general y resultados del análisis hidráulico	29

5.2.1 Macrosector Asososca Baja 29

5.2.2 Macrosector Asososca Alta..... 36

5.2.3 Macrosector Asososca Alta Superior 40

5.2.4 Macrosector UNAN..... 46

5.2.5 Macrosector San Judas..... 52

Capítulo 6. Operación del agua y plan de monitoreo..... 58

6.1 Operación del agua 58

6.2 Rubros de monitoreo 58

6.3 Plan de monitoreo 61

Capítulo 7. Plan de Inversión para el futuro 68

Capítulo 8. Conclusiones 71

Capítulo 1. Introducción

En este documento se encontrará una descripción de las actividades realizadas, por parte del Proyecto de fortalecimiento de la capacidad de gestión de agua no facturada en la ciudad de Managua como una parte del resultado esperado número 1, “Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la elaboración de un plan de reducción de ANF.

Para obtener un empoderamiento con referencia al conocimiento de operación actual del sistema de Agua Potable en la ciudad de Managua, se ha realizado numerosas visitas de campo a fin de;

- Sistematizar la información de funcionamiento actual del Sistema de Agua Potable en la ciudad de Managua.
- Conocer los caudales y presiones de las principales fuentes que conforman el sistema de agua potable de Managua.
- Conocer los horarios de trabajo y horarios de servicio de abastecimiento de agua.
- Identificar el estado actual, las fortalezas y debilidades de las distintas estaciones de bombeo.
- Conocer el almacenamiento de agua, así como los límites de influencia de cada pozo, etc.

El avance y la recopilación de toda la información ha sido el resultado del apoyo incondicional por parte de las autoridades de ENACAL, teniendo acceso por parte de la Gerencia de Operaciones a la cartografía digital de la Red de AP y a los registros de producción de todas la fuentes, por parte de la Gerencia Comercial se obtenido toda la información relacionada con la cantidad de usuarios, los datos de consumos facturados por usuario, así como una caracterización de las zonas, rutas y cuentas comerciales basadas en micro-sectores comerciales, la caracterización de las cuatro áreas comerciales que conforman las red comercial de ENACAL.

Un elemento fundamental en la ejecución de las actividades ha sido el apoyo con el recurso humano y técnico proporcionado por el Departamento de ANF con quien se ha trabajado de manera conjunta y articulada.

Capítulo 2. Antecedentes

2.1 Concepto de macrosectorización

En la gestión de ANF por delegación, se requiere medir el caudal de todas las entradas de agua y las salidas hacia otros macrosectores adyacentes, identificando el índice de ANF por macrosector que se ubica en el área de gestión comercial. Además de eso, se requiere aclarar la distribución de ANF de cada una de las distintas zonas de cada delegación dentro de la ciudad de Managua.

A continuación, se indica el perfil del método de la gestión por macrosector;

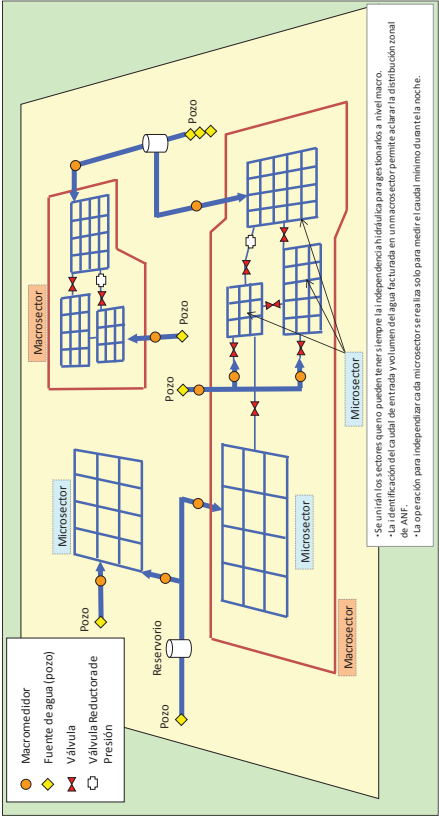


Figura 2.1 Perfil de la gestión de ANF a nivel de macrosectores

2.2 Objetivo de estudio y propuesta

En ENACAL, se tiene planeado definir el área de la Delegación Portezuelo que se encuentra ubicada en la zona central de la ciudad de Managua en una zona de administración comercial descentralizada, y teniendo como base la transformación en una delegación y el establecimiento de una estructura orgánica, hacerla responsable tanto del aspecto comercial como el operativo a nivel de delegación.

El presente informe se ha preparado con el fin de mostrar una propuesta sobre delimitación ideal de la futura delegación Altamira y los ítems de inversión necesaria para la mejor gestión de ANF de dicha delegación.

Con el objeto de llevar adelante en forma eficaz y efectiva las medidas contra Agua No

Facturada en la ciudad de Managua, es indispensable tener conocimiento no sólo del índice general de ANF a nivel de toda la ciudad, sino también del Índice de ANF y la situación de las fugas por cada macrosector y contar con medidas planificadas. Para cumplir este objetivo, es necesario llevar a cabo prioritariamente el control de ANF a nivel de macrosector, y reducir el ANF en corto tiempo y en forma eficaz.

Capítulo 3. Situación actual del área comercial de Asososca

3.1 Macrosectores existentes

En el Plan Maestro del suministro de agua formulado en el año 2005 bajo la asistencia técnica de la JICA, se propusieron planes de distribución de agua como macrosectores que se menciona a continuación;

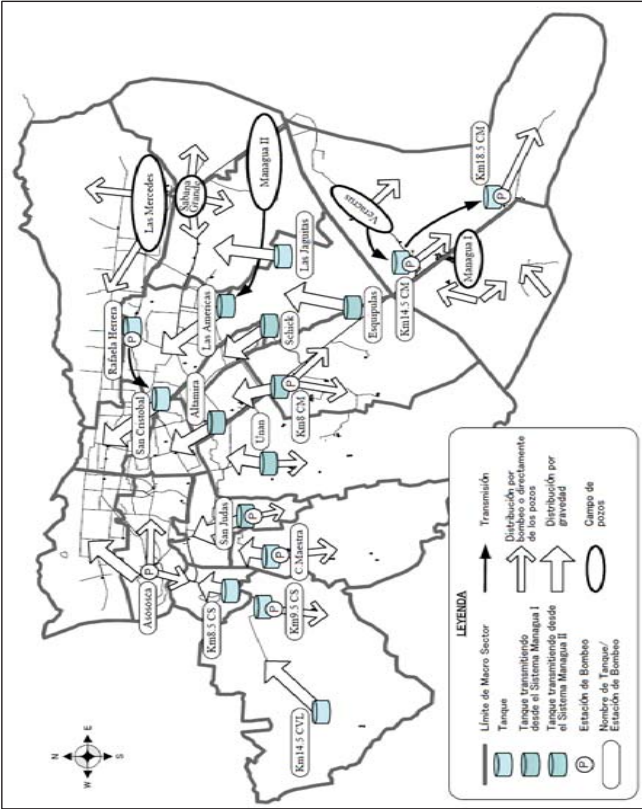


Figura 3.1 Sistema de distribución de agua propuesto en el Plan Maestro (año 2005)

Sin embargo, la operación actual del servicio de agua no se realiza en base a dicho concepto del Plan Maestro debido a las condiciones inesperadas de la demanda, por lo que actualmente existen 12 macrosectores como se muestra a continuación;

Tabla 3.1 Cantidad de conexiones y volumen de facturación por macrosectores

MacroSector	Cantidad de conexiones	Volumen de facturación mensual (m³/mes)	Volumen de facturación diaria (m³/día)	Volumen de facturación mensual por usuario (m³/mes/conex)	Conexiones que usan más de 30 m³/mes		Conexiones que usan más de 100 m³/mes	
					(Casos)	(%)	(Casos)	(%)
Carlos Fonseca Amador (MS1)	34,092	1,085,007	35,002	31.8	7,187	21.1%	526	1.5%
San Cristóbal (MS2)	19,957	577,560	18,631	28.9	4,987	25.0%	341	1.7%
Asososca baja (MS3)	21,021	573,998	18,516	27.3	4,712	22.4%	316	1.5%
Asososca alta (MS4)	16,920	584,953	18,869	34.6	3,883	22.9%	406	2.4%
Altamira (MS5)	23,044	830,417	26,788	36.0	5,727	24.9%	714	3.1%
Villa Austria (MS6)	23,679	693,684	22,377	29.3	7,618	32.2%	322	1.4%
R. Shick (MS7)	20,022	545,575	17,599	27.2	4,651	23.2%	242	1.2%
Sabana Grande (MS8)	21,902	566,782	18,283	25.9	4,754	21.7%	214	1.0%
Km8 C. Masaya (MS9)	29,992	738,781	23,832	24.6	5,882	20.2%	584	2.0%
UNAN (MS10)	4,134	179,872	5,802	43.5	1,273	30.8%	197	4.8%
San Judas (MS11)	19,215	458,597	14,793	23.9	3,415	17.8%	171	0.9%
Asososca alta superior (MS12)	11,870	375,486	12,112	31.6	2,921	24.6%	369	3.1%
Total	245,848				57,010		4,402	

Fuente: Gerencia Comercial (febrero de 2019)

3.2 Concepto de descentralización

Hasta la actualidad en ENACAL, la información de los usuarios esta ordenada en base a las 12 zonas presentadas anteriormente, pero se tiene la intención de revisar la división de área comercial modificando la clasificación de catastro de usuarios junto con la ruta de lectura, integrándolos en las siguientes 4 delegaciones.

Tabla 3.2 Zonas de gestión comercial

No	Delegación proyectada	Ubicación	Observación
1	Asosoca	Oeste de la ciudad de Managua	Principalmente la zona de distribución de agua del sistema de Asosoca
2	Portezuelo	De norte a este de la ciudad de Managua	Principalmente la zona de distribución de agua del sistema de Carlos Fonseca Amador.
3	La Sábana	Este de la ciudad de Managua	Principalmente la zona de distribución de agua del sistema de Sabana Grande y Managua II
4	Altamira	De centro a sur de la ciudad de Managua	Principalmente la zona de distribución de agua del sistema de Managua I

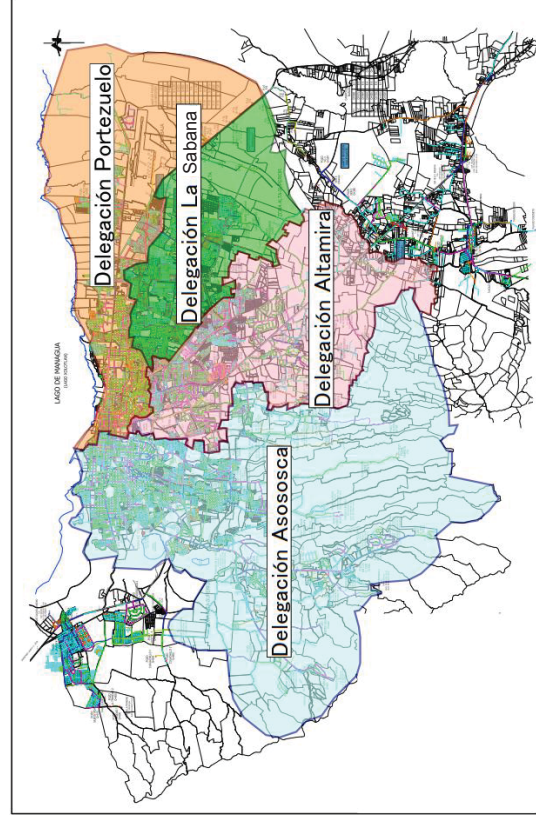


Figura 3.3 Alcance del área de gestión comercial

Capítulo 4. Propuesta para la mejor gestión de la delegación Asososca

4.1 Gestión de ANF por la delegación descentralizada

Se ha tomado como referencia el proyecto (NI-L-1145) iniciado por el BID en el año 2018, y se pretende replicar las actividades ejecutadas en las demás delegaciones proyectadas.

- Mejora en el aspecto del software.
- Reforma orgánica y establecimiento de sistemas de gestión para la descentralización independencia de la Delegación de Asososca.

- Mejora en el aspecto del hardware

Control del volumen de agua de la fuente de agua de los pozos (caudal, presión y nivel del agua), renovación de la frágil red de distribución de agua principalmente del área de Asososca, mejoramiento de la red de distribución de agua para la macrosectorización de la zona de Asososca.

En el proyecto de cooperación técnica de la JICA, se analizó la necesidad de construir un sistema de gestión de ANF a nivel de cada delegación hacia el futuro, y se propuso un conjunto de medidas de mejora de la red de distribución con miras a definir el límite del macrosector de Asososca.

Una vez transferidas exitosamente las facultades a la delegación de Altamira, se recomienda tomar las mismas medidas también en las zonas de jurisdicción de otras delegaciones restantes. De esta manera, se podrán tomar las medidas necesarias priorizando los sectores vulnerables (por fugas de agua) y de alta tasa de ANF de entre múltiples macrosectores. Es posible también aplicar las tecnologías probadas en las áreas piloto del Proyecto de cooperación de JICA, identificando las zonas densamente pobladas y que presentan alta tasa de ANF.

4.2 Proceso para la gestión precisa de ANF

Por parte de JICA proyecto ProGestión se ha realizado un estudio para formular una propuesta del límite más adecuado desde el punto de vista hidráulico.

A través del estudio de 2018, se ha tenido conocimiento de que el límite de la zona comercial de la delegación de Asososca (ámbito de clientes objeto de facturación) y el límite del macrosector existente no coinciden. Para que la delegación de Asososca puede gestionar correctamente ANF, es necesario compartir con el proyecto del BID el límite del sector propuesto por el lado del Proyecto de JICA, y hacer coincidir las zonas de distribución del agua con las condiciones hidráulicas de la zona comercial.

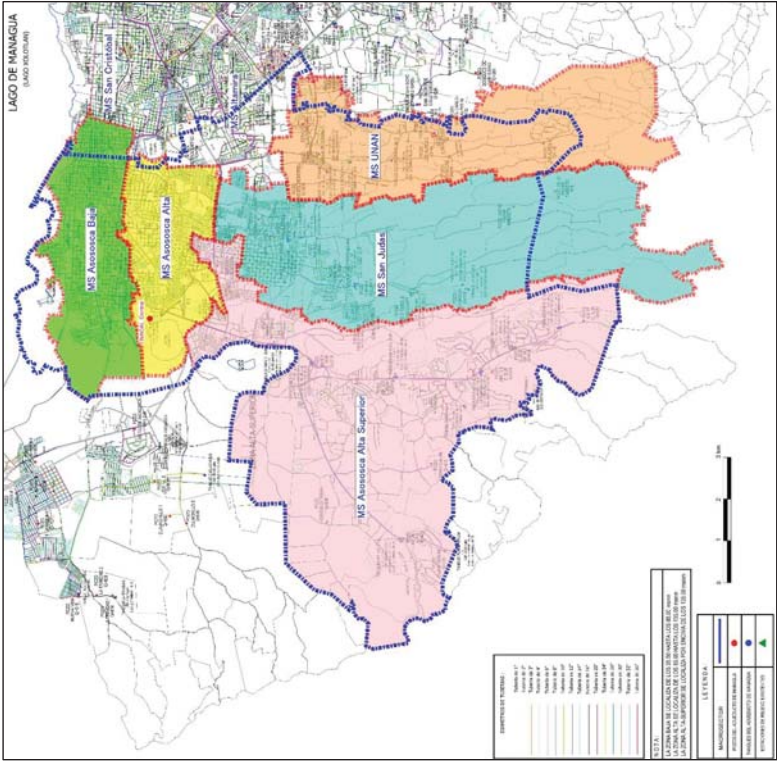
Para el cumplimiento de este objetivo, se aclaró la situación actual e informaciones de la red de distribución de agua existente y después de investigar los puntos de conexión entre los macrosectores actuales, se examinaron las válvulas, su ubicación y la cantidad de cajas de medición indispensables para el control de caudal.

Se ha comprobado que los procesos abajo mencionados deben ser llevados a cabo para la gestión de ANF en la delegación de Portezuelo:

- Hacer coincidir el área de la zona comercial con los límites del macrosector existente de la delegación de Asososca.
- Controlar correctamente el volumen de agua en movimiento entre los numerosos macrosectores de la jurisdicción de la delegación de Asososca.
- Renovar los datos de control de clientes de la zona comercial de la delegación de Asososca.
- Medir correctamente el volumen de distribución de agua y el volumen de agua facturada dentro de la zona comercial de Asososca.

4.3 Propuesta de delimitación del área de gestión comercial de Asososca

A continuación, se muestra una propuesta para la delimitación del área de gestión comercial, considerando las áreas de distribución de cada macrosector y su condición hidráulica.



Área de gestión comercial Asososca (Actual)
Área de gestión comercial Asososca (Plan)
Figura 4.1 Delimitación ideal del área de gestión comercial Asososca

4.4 Información de las fuentes de agua que conforman la delegación Asososca

Tabla 4.1 Listado de fuentes de agua

Delegación Portuñuelo				
Fuentes que conforman los Macrosectores				
Macro Sector	No	Código	Pozo	Otras Fuentes ***
Asososca Baja	1	MAN0014	San conexión SCADA	Con conexión SCADA
	2	MAN0015	Monsenor Lezcano	San Antonio
	3	MAN0013	Las Brisas	Laguna de Asososca
	4	MAN0150	M.T.I.	
	5	MAN0149	La Morazan	
	6	MAN0051	PP Módulos Nuevo	
	7		Ouf Párrino	
	8	MAN0017	Mercado Oriental (El Novillo)	
Asososca Alta	9	MAN0014	CUM Ailes Arguello	
	2	MAN0057	Monsenor Lezcano	
	3	MAN0058	Parque Las Madres	Parque Las Madres
	4	MAN0052	Unión Fénix	
	5	MAN0083	La Nunciatura	
	6	MAN0051	Rene Clarrero (El Relino)	
		MAN0051	PP Módulos Nuevo	
	1	MAN0093	San Párrino	Campo de Pozos Carlos Fontecilla
Asososca Alta Superior	2	MAN0094	Km. 9 1/2 C/Sur	
	3	MAN0095	Km. 11 1/2 C/Sur	
	4	MAN0096	Km. 13 1/2 C/Sur	
	5	MAN0097	Km. 14 1/2 C/Sur	
	6	MAN0098	Km. 17 C/Sur	
	7	MAN0099	Km. 14 1/2 C/Veja León	
	8	MAN0101	Chiquitagua	
	9	MAN0139		Bertha Calderón
	10	MAN0100	Cedro Gallán	
	11	MAN0109	Serranía	
	12	MAN0108	Maroma	
	13	MAN0102	El Planetarium	
	14	MAN0140	Veliz Palz	
	1	MAN0142	San Isidro de la Cruz Verde	
UNAN	2	MAN0143	Unan	
	3	MAN0137	Villa Fontana	
	4	MAN0381	Alpes N2	
	5	MAN0082	Alpes N4	
	6	MAN0083	Alpes N5	
	7	MAN0082	Alpes N5	
	1	MAN0134	Torres Molina N°1	Managua I
san Judas	2	MAN0135	Torres Molina N°2	
	3	MAN0133	Loma Linda (Sierra Manatza)	
	4	MAN0118	San Judas N°1	
	5	MAN0119	San Judas N°2	
	6	MAN0120	San Judas N°3	
	7	MAN0141	Julio Martinez	
	8	MAN0126	Haleah	
	9	MAN0123	Bosques de Nejapa	Colea del Memorial
	10	MAN0144	La Bolla	
	11	MAN0136	La Bolla	
	12	MAN0129	Camilo Ortega #1	
	13	MAN0179	Camilo Ortega #2	
	14	MAN0122	Padre Fabre	
	15	MAN0156	Pochouage	
	16	MAN0180	Loma de Blancos Ailes	
	17	MAN0184	Loma Sur	

*** Otras fuentes = Grupo o campo de pozos, fuentes de agua superficiales como Asososca.

4.5 Instalaciones y materiales mínimos necesarios para tener condición de control de ANF

4.5.1 Macrosector Asososca Baja

Tabla 4.2 Listado de instalaciones y materiales en MS Asososca Baja

Ubicación	Ubicación	Veredas de compañía												Valdes de Margaza												Electromagnetico	Monitoreo												Ata de observacion Comunero (UCC)
		Z'	4'	6'	8'	10'	12'	16'	24'	30'	12'	16'	24'	30'	Z'	4'	6'	8'	10'	12'	16'	24'	30'																
AB-1	De donde fue el cire Cárceres, esquina Nor Ocho																																						
AB-2	De donde fue el cire Cárceres 1 cuadra al Oeste		1																																				
AB-3	De donde fue el cire Cárceres 2 cuadra al Oeste		1																																				
AB-4	De las verificaciones de la CST 3 esquina al este.																																						
AB-5	De las verificaciones de la CST 2 esquina al este.		1																																				
AB-6	De las verificaciones de la CST 2 esquina al este.		1																																				
AB-7	De la Iglesia al campo 1 cuadra al sur 1 cuadra al																																						
AB-8	De la Iglesia las Palmas 1 cuadra al Este																																						
AB-9	De la Iglesia las Palmas 1 cuadra al Este																																						
AB-10	De la Iglesia las Palmas 1 al este. 1 al Norte		1																																				
AB-11	De la Iglesia las Palmas 4 cuadra al oeste.		1																																				
AB-12	De donde fue donde se encuentra la Nor Ocho.																																						
AB-13	De donde fue el barrio popular 1 cuadra al Oeste.		1																																				
AB-14	De donde fue el barrio popular 2 cuadra al Oeste 1 cuadra al Sur		1																																				
AB-15	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-16	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-17	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-18	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-19	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-20	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-21	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-22	Barrio de Managua (Sector)																																						
AB-23	Barrio de Managua (Sector)																																						
Cantidad Total		0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3									

4.5.2 Macrosector Asososca Alta

Tabla 4.3 Listado de instalaciones y materiales en MS Asososca Alta

Ubicación	Utilización	Vitrinas de compañías												Vitrinas de Maestros												Mediciones	Unidad de medida (UdC)						
		Z'	4'	6'	8'	10'	12'	16'	24'	30'	12'	16'	24'	30'	Z'	4'	6'	8'	10'	12'	16'	24'	30'										
AA-1	De las verificaciones de la Junta Municipal 1 cuadra al Este.		1																														
AA-2	Señalización del Zócalo 1 cuadra al Norte.																																
AA-3	Señalización del Zócalo 1 cuadra al oeste 20 metros.																																
AA-4	Presencia de la bandera 1 cuadra al Oeste.																																
AA-5	Presencia de la bandera 2 cuadra al Oeste.																																
AA-6	Presencia de la bandera 3 cuadra al Oeste.																																
AA-7	Presencia de la bandera 4 cuadra al Oeste.																																
AA-8	Presencia de la bandera 5 cuadra al Oeste.																																
AA-9	Presencia de la bandera 6 cuadra al Oeste.																																
AA-10	Presencia de la bandera 7 cuadra al Oeste.																																
AA-11	Presencia de la bandera 8 cuadra al Oeste.																																
AA-12	Presencia de la bandera 9 cuadra al Oeste.																																
AA-13	Presencia de la bandera 10 cuadra al Oeste.																																
AA-14	Presencia de la bandera 11 cuadra al Oeste.																																
AA-15	Presencia de la bandera 12 cuadra al Oeste.																																
AA-16	Presencia de la bandera 13 cuadra al Oeste.																																
AA-17	Presencia de la bandera 14 cuadra al Oeste.																																
AA-18	Presencia de la bandera 15 cuadra al Oeste.																																
AA-19	Presencia de la bandera 16 cuadra al Oeste.																																
AA-20	Presencia de la bandera 17 cuadra al Oeste.																																
AA-21	Presencia de la bandera 18 cuadra al Oeste.																																
AA-22	Presencia de la bandera 19 cuadra al Oeste.																																
AA-23	Presencia de la bandera 20 cuadra al Oeste.																																
AA-24	Presencia de la bandera 21 cuadra al Oeste.																																
AA-25	Presencia de la bandera 22 cuadra al Oeste.																																
AA-26	Presencia de la bandera 23 cuadra al Oeste.																																
AA-27	Presencia de la bandera 24 cuadra al Oeste.																																
AA-28	Presencia de la bandera 25 cuadra al Oeste.																																
AA-29	Presencia de la bandera 26 cuadra al Oeste.																																
AA-30	Presencia de la bandera 27 cuadra al Oeste.																																
AA-31	Presencia de la bandera 28 cuadra al Oeste.																																
AA-32	Presencia de la bandera 29 cuadra al Oeste.																																
AA-33	Presencia de la bandera 30 cuadra al Oeste.																																
AA-34	Presencia de la bandera 31 cuadra al Oeste.																																
AA-35	Presencia de la bandera 32 cuadra al Oeste.																																
AA-36	Presencia de la bandera 33 cuadra al Oeste.																																
AA-37	Presencia de la bandera 34 cuadra al Oeste.																																
AA-38	Presencia de la bandera 35 cuadra al Oeste.																																
AA-39	Presencia de la bandera 36 cuadra al Oeste.																																
AA-40	Presencia de la bandera 37 cuadra al Oeste.																																
AA-41	Presencia de la bandera 38 cuadra al Oeste.																																
AA-42	Presencia de la bandera 39 cuadra al Oeste.																																
AA-43	Presencia de la bandera 40 cuadra al Oeste.																																
AA-44	Presencia de la bandera 41 cuadra al Oeste.																																
AA-45	Presencia de la bandera 42 cuadra al Oeste.																																
AA-46	Presencia de la bandera 43 cuadra al Oeste.																																
AA-47	Presencia de la bandera 44 cuadra al Oeste.																																
AA-48	Presencia de la bandera 45 cuadra al Oeste.																																
AA-49	Presencia de la bandera 46 cuadra al Oeste.																																
AA-50	Presencia de la bandera 47 cuadra al Oeste.																																
AA-51	Presencia de la bandera 48 cuadra al Oeste.																																
AA-52	Presencia de la bandera 49 cuadra al Oeste.																																
AA-53	Presencia de la bandera 50 cuadra al Oeste.																																
AA-54	Presencia de la bandera 51 cuadra al Oeste.																																
AA-55	Presencia de la bandera 52 cuadra al Oeste.																																
AA-56	Presencia de la bandera 53 cuadra al Oeste.																																
AA-57	Presencia de la bandera 54 cuadra al Oeste.																																
AA-58	Presencia de la bandera 55 cuadra al Oeste.																																
AA-59	Presencia de la bandera 56 cuadra al Oeste.																																
AA-60	Presencia de la bandera 57 cuadra al Oeste.																																
AA-61	Presencia de la bandera 58 cuadra al Oeste.																																
AA-62	Presencia de la bandera 59 cuadra al Oeste.																																
AA-63	Presencia de la bandera 60 cuadra al Oeste.																																
AA-64	Presencia de la bandera 61 cuadra al Oeste.																																
AA-65	Presencia de la bandera 62 cuadra al Oeste.																																
AA-66	Presencia de la bandera 63 cuadra al Oeste.																																
AA-67	Presencia de la bandera 64 cuadra al Oeste.																																
AA-68	Presencia de la bandera 65 cuadra al Oeste.																																
AA-69	Presencia de la bandera 66 cuadra al Oeste.																																
AA-70	Presencia de la bandera 67 cuadra al Oeste.																																
AA-71	Presencia de la bandera 68 cuadra al Oeste.																																
AA-72	Presencia de la bandera 69 cuadra al Oeste.																																
AA-73	Presencia de la bandera 70 cuadra al Oeste.																																
AA-74	Presencia de la bandera 71 cuadra al Oeste.																																
AA-75	Presencia de la bandera 72 cuadra al Oeste.																																
AA-76	Presencia de la bandera 73 cuadra al Oeste.																																
AA-77	Presencia de la bandera 74 cuadra al Oeste.																																

4.6.1 Macrosector Asososca Baja

Tabla 4.8 Desglose del costo en MS Asososca Baja

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo liso	7	\$156.82	\$1,097.75
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo liso	4	\$249.73	\$998.92
Caja protectora de válvula de 6"	11	\$150.00	\$1,650.00
Unión Dresser de Ø 4"	14	\$93.08	\$1,303.08
Unión Dresser de Ø 6"	8	\$132.97	\$1,063.74
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	1	\$8,450.00	\$8,450.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	6	\$9,360.00	\$56,160.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 10"	2	\$11,360.00	\$22,720.00
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	2	\$293.80	\$587.60
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	12	\$478.40	\$5,740.80
Válvulas HF de compuerta Ø 10" extremo bridado	4	\$550.00	\$2,200.00
Filtro HF Ø 6" con flange	1	\$189.80	\$189.80
Filtro HF Ø 8" con flange	6	\$592.80	\$3,556.80
Filtro HF Ø 10" con flange	2	\$650.00	\$1,300.00
Válvula anti retorno de Ø 6" con flange	1	\$433.99	\$433.99
Válvula anti retorno de Ø 8" con flange	6	\$706.16	\$4,236.96
Válvula anti retorno de Ø 10" con flange	2	\$750.00	\$1,500.00
Flange PVC de Ø 6"	6	\$15.18	\$91.10
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	2	\$117.00	\$234.00
Flange PVC de Ø 8"	36	\$30.17	\$1,086.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 8"	12	\$150.00	\$1,800.00
Flange PVC de Ø 10"	12	\$45.00	\$540.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 10"	4	\$180.00	\$720.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	9	\$13.64	\$122.73
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	54	\$20.00	\$1,080.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 10"	18	\$30.00	\$540.00
Medidores HidrINS II	2	\$6,500.00	\$13,000.00
Válvula de incorporación Ø1"	2	\$50.00	\$100.00
Logers con envío de datos GPRS	11	\$2,850.00	\$31,350.00
En los sitios donde instalaran los medidores HidrINS II y donde los medidores electromagnéticos se instalaran sobre la red se tiene que fabricar una caja de control se considera un costo referido según caja de control construida en el Sector AZA.3. Se considera un costo de mano de obra por instalación de los equipos de medición y control equivalente a un 40% del costo de materiales	Sub total		\$163,853.27
	3	\$3,333.20	\$9,999.60
	1	\$65,541.31	\$65,541.31
Total			\$239,394.18

4.6.2 Macrosector Asososca Alta

Tabla 4.9 Desglose del costo en MS Asososca Alta

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvulas HF de compuerta Ø 2" extremo liso	1	\$136.00	\$136.00
Caja protectora de válvula de 6"	1	\$150.00	\$150.00
Unión Dresser de Ø 2"	2	\$65.15	\$130.31
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 2"	5	\$4,820.00	\$24,100.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 4"	2	\$6,180.00	\$12,360.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	2	\$8,450.00	\$16,900.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	2	\$9,360.00	\$18,720.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 10"	1	\$11,360.00	\$11,360.00
Válvulas HF de compuerta Ø 2" extremo bridado	10	\$160.00	\$1,600.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo bridado	4	\$184.50	\$737.98
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	4	\$293.80	\$1,175.20
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	4	\$478.40	\$1,913.60
Válvulas HF de compuerta Ø 10" extremo bridado	2	\$550.00	\$1,100.00
Filtro HF Ø 2" con flange	5	\$150.00	\$750.00
Filtro HF Ø 4" con flange	2	\$171.60	\$343.20
Filtro HF Ø 6" con flange	2	\$189.80	\$379.60
Filtro HF Ø 8" con flange	2	\$592.80	\$1,185.60
Filtro HF Ø 10" con flange	1	\$650.00	\$650.00
Válvula anti retorno de Ø 2" con flange	5	\$180.00	\$900.00
Válvula anti retorno de Ø 4" con flange	2	\$213.82	\$427.65
Válvula anti retorno de Ø 6" con flange	2	\$433.99	\$867.98
Válvula anti retorno de Ø 8" con flange	2	\$706.16	\$1,412.32
Válvula anti retorno de Ø 10" con flange	1	\$750.00	\$750.00
Flange PVC de Ø 2"	30	\$10.00	\$300.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 2"	10	\$50.00	\$500.00
Flange PVC de Ø 4"	12	\$12.52	\$150.18
Adaptador Brida espiga universal Ø 4"	4	\$85.00	\$340.00
Flange PVC de Ø 6"	12	\$15.18	\$182.20
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	4	\$117.00	\$468.00
Flange PVC de Ø 8"	12	\$30.17	\$362.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 8"	4	\$150.00	\$600.00
Flange PVC de Ø 10"	6	\$45.00	\$270.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 10"	2	\$180.00	\$360.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 2"	45	\$6.06	\$272.73
Juego de Empaques y pernos para Ø 4"	18	\$9.09	\$163.64
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	18	\$13.64	\$245.45
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	18	\$20.00	\$360.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 10"	9	\$30.00	\$270.00
Logers con envío de datos GPRS	12	\$2,850.00	\$34,200.00
Sub total			\$137,093.65
En los sitios donde instalaran los medidores HidrINS II y donde los medidores electromagnéticos se instalaran sobre la red se tiene que fabricar una caja de control se considera un costo referido según caja de control construida en el Sector e AZA 3.			
	8	\$3,333.20	\$26,665.60
Se considera un costo de mano de obra por instalación de los equipos de medición y control equivalente a un 40% del costo de materiales			
	1	\$54,837.46	\$54,837.46
Total			\$218,596.70

4.6.3 Macrosector Asoscosca Alta Superior

Tabla 4.10 Desglose del costo en MS Asoscosca Alta Superior

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvulas HF de compuerta Ø 2" extremo liso	3	\$ 136.00	\$408.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo liso	1	\$156.82	\$156.82
Caja protectora de válvula de 6"	4	\$150.00	\$600.00
Válvula de mariposa Ø 12"	2	\$2,900.00	\$5,800.00
Unión Dresser de Ø 2"	6	\$65.15	\$390.92
Unión Dresser de Ø 4"	2	\$93.08	\$186.15
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 4"	6	\$6,180.00	\$37,080.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	12	\$8,450.00	\$101,400.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	10	\$9,360.00	\$93,600.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo bridado	12	\$184.50	\$2,213.95
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	24	\$293.80	\$7,051.20
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	20	\$478.40	\$9,568.00
Filtro HF Ø 4" con flange	6	\$171.60	\$1,029.60
Filtro HF Ø 6" con flange	12	\$189.80	\$2,277.60
Filtro HF Ø 8" con flange	10	\$592.80	\$5,928.00
Válvula anti retorno de Ø 4" con flange	6	\$213.82	\$1,282.94
Válvula anti retorno de Ø 6" con flange	12	\$433.99	\$5,207.90
Válvula anti retorno de Ø 8" con flange	10	\$706.16	\$7,061.60
Flange PVC de Ø 4"	36	\$12.52	\$450.55
Adaptador Brida espiga universal Ø 4"	12	\$65.00	\$1,020.00
Flange PVC de Ø 6"	72	\$15.18	\$1,093.20
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	24	\$117.00	\$2,808.00
Flange PVC de Ø 8"	60	\$30.17	\$1,810.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 8"	20	\$150.00	\$3,000.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 4"	54	\$9.09	\$490.91
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	108	\$13.64	\$1,472.73
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	90	\$20.00	\$1,800.00
Medidores HidrINS II	3	\$6,500.00	\$19,500.00
Válvula de incorporación Ø1"	3	\$50.00	\$150.00
Logers con envío de datos GPRS	32	\$2,850.00	\$91,200.00
		Sub total	\$412,668.09
En los sitios donde instalaran los medidores HidrINS II y donde los medidores electromagnéticos se instalaran sobre la red se tiene que fabricar una caja de control se considera un costo referido según caja de control construida en el Sector e AZA 3.		22	\$3,333.20
Se considera un costo de mano de obra por instalación de los equipos de medición y control equivalente a un 40% del costo de materiales		1	\$165,067.24
		Total	\$651,065.72

4.6.4 Macrosector Asoscosca UNAN

Tabla 4.11 Desglose del costo en MS UNAN

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 2"	1	\$4,820.00	\$4,820.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 4"	5	\$6,180.00	\$30,900.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	12	\$8,450.00	\$101,400.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	2	\$9,360.00	\$18,720.00
Válvulas HF de compuerta Ø 2" extremo bridado	2	\$160.00	\$320.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo bridado	10	\$184.50	\$1,844.96
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	24	\$293.80	\$7,051.20
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	4	\$478.40	\$1,913.60
Filtro HF Ø 2" con flange	1	\$150.00	\$150.00
Filtro HF Ø 4" con flange	5	\$171.60	\$858.00
Filtro HF Ø 6" con flange	12	\$189.80	\$2,277.60
Filtro HF Ø 8" con flange	2	\$592.80	\$1,185.60
Válvula anti retorno de Ø 2" con flange	1	\$180.00	\$180.00
Válvula anti retorno de Ø 4" con flange	5	\$213.82	\$1,069.12
Válvula anti retorno de Ø 6" con flange	12	\$433.99	\$5,207.90
Válvula anti retorno de Ø 8" con flange	2	\$706.16	\$1,412.32
Flange PVC de Ø 2"	6	\$10.00	\$60.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 2"	2	\$50.00	\$100.00
Flange PVC de Ø 4"	30	\$12.52	\$375.46
Adaptador Brida espiga universal Ø 4"	10	\$85.00	\$850.00
Flange PVC de Ø 6"	72	\$15.18	\$1,093.20
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	24	\$117.00	\$2,808.00
Flange PVC de Ø 8"	12	\$30.17	\$362.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 8"	4	\$150.00	\$600.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 2"	9	\$6.06	\$54.55
Juego de Empaques y pernos para Ø 4"	45	\$9.09	\$409.09
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	108	\$13.64	\$1,472.73
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	18	\$20.00	\$360.00
Medidores HidrINS II	1	\$6,500.00	\$6,500.00
Válvula de incorporación Ø1"	1	\$50.00	\$50.00
Logers con envío de datos GPRS	21	\$2,850.00	\$59,850.00
		Sub total	\$254,255.33
En los sitios donde instalaran los medidores HidrINS II y donde los medidores electromagnéticos se instalaran sobre la red se tiene que fabricar una caja de control se considera un costo referido según caja de control construida en el Sector AZA 3.		16	\$3,333.20
Se considera un costo de mano de obra por instalación de los equipos de medición y control equivalente a un 40% del costo de materiales		1	\$101,702.13
		Total	\$409,288.66

4.6.5 Macrosector Asoscosca San Judas

Tabla 4.12 Desglose del costo en MS San Judas

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvula de mariposa Ø 12"	1	\$2,900.00	\$2,900.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 4"	12	\$6,180.00	\$74,160.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	18	\$8,450.00	\$152,100.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	4	\$9,360.00	\$37,440.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo bridado	24	\$184.50	\$4,427.90
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	36	\$293.80	\$10,576.80
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	8	\$478.40	\$3,827.20
Filtro HF Ø 4" con flange	12	\$171.60	\$2,059.20
Filtro HF Ø 6" con flange	18	\$189.80	\$3,416.40
Filtro HF Ø 8" con flange	4	\$592.80	\$2,371.20
Válvula anti reborno de Ø 4" con flange	12	\$213.82	\$2,565.89
Válvula anti reborno de Ø 6" con flange	18	\$433.99	\$7,811.86
Válvula anti reborno de Ø 8" con flange	4	\$706.16	\$2,824.64
Flange PVC de Ø 4"	72	\$12.52	\$901.10
Adaptador Brida espiga universal Ø 4"	24	\$85.00	\$2,040.00
Flange PVC de Ø 6"	108	\$15.18	\$1,639.80
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	36	\$117.00	\$4,212.00
Flange PVC de Ø 8"	26	\$30.17	\$784.33
Adaptador Brida espiga universal Ø 8"	6	\$150.00	\$900.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 4"	108	\$9.09	\$981.82
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	162	\$13.64	\$2,209.09
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	36	\$20.00	\$720.00
Medidores HidrINS II	4	\$6,500.00	\$26,000.00
Válvula de incorporación Ø 1"	4	\$50.00	\$200.00
Logers con envío de datos GPRS	4	\$2,650.00	\$10,600.00
	36	Sub total	\$455,369.23
En los sitios donde instalaran los medidores HidrINS II y donde los medidores electromagnéticos se instalaran sobre la red se tiene que fabricar una caja de control se considera un costo referido según caja de control construida en el Sector AZA 3.	26	\$3,333.20	\$86,663.20
Se considera un costo de mano de obra por instalación de los equipos de medición y control equivalente a un 40% del costo de materiales	1	\$182,147.69	\$182,147.69
	Total		\$724,180.13

Capítulo 5. Mejora de los servicios de abastecimiento de agua

Se realizó una revisión general de las instalaciones de distribución existentes y se realizaron cálculos hidráulicos para formular las medidas de mejora de la situación de distribución y abastecimiento una vez dividida el área de gestión de la Delegación en macrosectores.

5.1 Establecimiento de las condiciones para cálculos hidráulicos

Las condiciones para el análisis hidráulico mediante los cálculos de las redes de tuberías son las siguientes.

(1) Programa de cálculos

" EPANET, versión 2.0" de la U.S Environmental Protection Agency (USEPA)

(2) Diámetros y longitudes de las tuberías de distribución

Se utilizarán los datos de AutoCAD de las redes de tuberías de distribución de la ciudad de Managua actualizados por el presente Proyecto, tomando la información de abril del 2018. El Departamento de Operaciones de Managua ha comprobado el estado actual de las tuberías y ha estado actualizando la información en CAD.

(3) Consumo de agua

El consumo de agua para cada nodo de tuberías se calculó dividiendo proporcionalmente el volumen facturado para cada clasificación (microsector comercial) según el catastro de usuarios de agosto del 2017 facilitado por el Departamento de Gerencia Comercial, tomando en cuenta el estado de las tuberías y la ubicación de las viviendas en el mapa de Google.

(4) Volumen de agua bombeada desde los pozos

Datos de agosto del 2017 ordenados por el Departamento de Operaciones de Managua (ver la Tabla 5.1).

En la Figura 5.1 se muestra el volumen mensual de agua bombeada de toda la ciudad de Managua del 2003 al 2015. El valor obtenido de agosto que estamos utilizando equivale al valor promedio de aproximadamente un año.

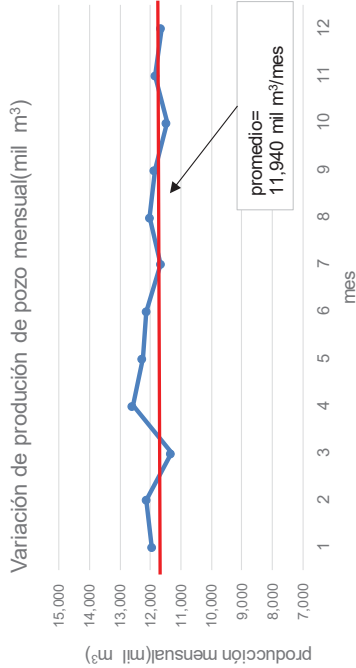


Figura 5.1 Volumen mensual de producción de agua en Managua del 2003 al 2015

(5) Valor de pico

De acuerdo a la distribución horaria del caudal de entrada (Figura 5.2) medido en el Proyecto Piloto (AZA No.3), se supone que el pico de demanda de agua es alrededor de las 8 de la mañana cuando alcanza 1.4 veces su caudal promedio. Por otro lado, la tasa de ANF es el 55% aproximadamente, aunque no toda esta cantidad se derrocha como pérdidas físicas sino una parte de estas son pérdidas comerciales y sí están llegando a los usuarios. Según las mediciones realizadas en AZA No.3, las pérdidas físicas ocupan aproximadamente el 60% de ANF, por lo que la tasa efectiva según los cálculos se establece como 70%, suponiendo que las pérdidas físicas en el caudal de distribución es el 30% aproximadamente. Con esta hipótesis, el caudal de distribución en la hora pico es 2.0 veces mayor que el caudal promedio diario.

ANF de toda la ciudad de Managua

= Caudal total de distribución x 55% (promedio de 2016)

ANF física = ANF x 60% (resultados del proyecto piloto)

= (Caudal total de distribución x 55%) x 60%

= Caudal total de distribución x 33%

Lo anterior indica que las pérdidas físicas en el caudal total de distribución (fugas) ocupan aproximadamente el 30%, por lo que la tasa efectiva es aproximadamente

el 70%. Ahora, el pico de demanda de agua es 1.4 veces su caudal promedio y la tasa efectiva de ese caudal de distribución es el 70%, por lo tanto, el coeficiente en la hora pico es 2.0, y el cálculo hidráulico se realiza suponiendo que son 2.0 veces más que el caudal promedio diario.

Coeficiente en la hora pico
= Pico de demanda de agua (1.4)/Tasa efectiva (70%)
= 2.0

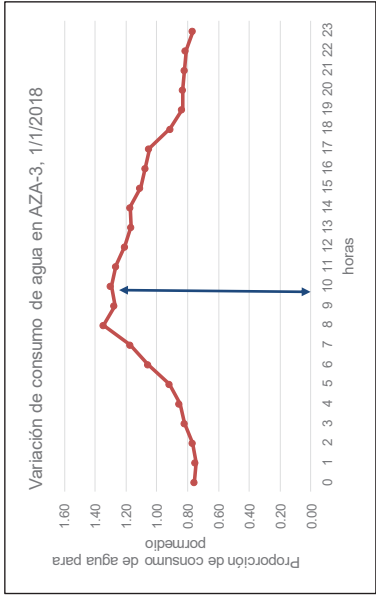


Figura 5.2 Caudal de distribución horario/ Caudal de distribución promedio en AZA No.3

(6) Bomba de agua para pozos

En los sectores de gestión, hay muchas bombas de agua para pozos directamente conectadas a la red de tuberías. El programa EPANET permite incorporar la bomba en el modelo, pero en este caso se necesita la curva de rendimiento de la bomba en su estado actual. El presente análisis tiene como objetivo esclarecer el balance hídrico en la hora pico, por lo que se configuró el modelo de la bomba de agua para pozos instalando un tanque hipotético en el punto del pozo, con el HWL (nivel máximo de agua) entre 10 y 30 m similar a la elevación real del pozo.

5.2 Descripción general y resultados del análisis hidráulico

Las fuentes de agua del Macrosector Asososca son la Laguna de Asososca, los pozos del área de distribución y el grupo de pozos de Managua I que envía el agua hasta el tanque de distribución de San Judas. Una vez bombeada el agua desde la Laguna de Asososca, el agua se distribuye por gravedad desde la tanque de oscilación ubicada dentro de la propiedad de ENACAL Central hacia los sectores bajos del norte, de igual manera, se distribuye por bombeo desde la estación de bombeo directamente conectada a la tanque de oscilación hacia los sectores altos y altos superiores.

Las fuentes de agua de la Laguna de Asososca son recargadas de las aguas subterráneas no confinadas de capas profundas. Por esta razón, el nivel de agua fluctúa según el equilibrio entre el volumen de recarga por precipitaciones en la cuenca y el volumen de toma de agua. Por otro lado, a una distancia de unos 5km, se encuentra el Lago de Managua, contaminado por las aguas residuales de las fábricas que existían en el pasado en las orillas del lago y por la entrada de aguas negras de la ciudad de Managua. Esto implica que el aumento del volumen de toma de agua desde la Laguna de Asososca puede provocar la caída del nivel de agua, por ende, la entrada del agua contaminada, si el nivel de agua continúa siendo más bajo que el del Lago de Managua. Según el "Estudio para el Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua en Managua, República de Nicaragua: 2005", el volumen de agua bombeada es básicamente menos de 30,000m³/día, aunque fluctúa según las precipitaciones. Por otra parte, el registro de volumen de producción de ENACAL entre enero y septiembre del 2017 indica que es aproximadamente 38,000m³/día. Esto es un volumen estimado basándose en las horas de operación, ya que todos los caudalímetros están averiados.

El análisis de distribución de agua en la Delegación Asososca se realizó dividiéndola en 5 macrosectores: Macrosector Asososca Baja, Asososca Alta, Asososca Alta Superior, UNAN y San Judas.

5.2.1 Macrosector Asososca Baja

Es el área de distribución por gravedad desde el tanque de oscilación de Asososca.

(1) Precondiciones del análisis hidráulico

- 1) Actualmente, el área de distribución del macrosector Asososca Baja aporta caudal al Macrosector San Cristóbal (110 L/s). Se considera que este caudal de distribución es necesario hasta que el tanque de distribución de San Cristóbal se reutilice como se mencionada en la propuesta para el Macrosector San Cristóbal y hasta que sea

cubierta la distribución de agua al Macrosector San Cristóbal con la conexión directa del pozo de Bello Horizonte fuente de agua de la Delegación Portezuelo.

- 2) El volumen de producción de los pozos varía dependiendo de la presión interna de la red de distribución. Por consiguiente, cuando se analiza la distribución de agua en la hora pico, el volumen de producción desde los pozos cambia (al bajar la presión interna de la red, se supone que el volumen se incrementa más que el promedio diario del volumen bombeado), sin embargo, en el presente análisis se utiliza el volumen promedio de producción.

- 3) Para las redes de tuberías, básicamente se supone un tubo de diámetro 150mm o mayor, sin embargo, en algunas áreas de distribución donde se utilizan mayoritariamente tuberías de diámetros pequeños, el análisis incluye las tuberías de diámetro 50 - 100mm.

- 4) En este macrosector, básicamente la distribución de agua es por gravedad, aunque se utiliza un tanque de oscilación en vez de un tanque de distribución. Este tanque de oscilación es un tanque de recepción del agua bombeada desde la Laguna de Asososca, además, es una instalación construida como una medida contra el golpe de arrete. Con una pequeña capacidad de aproximadamente 435m³, como tanque de distribución no posee suficiente capacidad de regulación. Por esta razón, creemos que el caudal de distribución 1,100m³/h medido en el estudio de caudales realizado en 2017 posiblemente reflejaba el caudal que tomaba simultáneamente desde la Laguna de Asososca. El análisis hidráulico para este tanque de oscilación se realizó estableciendo un 125.5m como HWL (nivel máximo de agua) y un 106m como LWL (nivel mínimo de agua).

- 5) Este macrosector no contaba con una instalación de almacenamiento de agua, pero en 2017 se construyó un tanque de distribución llamado Tanque de Seminario (capacidad: 1325m³). No obstante, en este momento no está siendo utilizado. Este tanque de distribución iba a ser conectado directamente con el pozo de Col. Morazán, y pozo Seminario ubicado dentro de la propiedad e iba a distribuir el agua en alrededor de esta área.

(2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

El volumen facturado y el volumen de producción de los pozos de esta área son los siguientes. La Figura 5.3 muestra la distribución de áreas de distribución, volumen

facturado del Macrosector Asososca Baja y ubicación de pozos.

Tabla 5.1 Información comercial del área de distribución por MS Asososca Baja

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m³/mes)	(L/seg)	
46	1,098	33,463	12.9	
47	1,011	24,713	9.5	
48	1,206	23,330	9.0	
49	523	13,459	5.2	
50	185	5,072	2.0	
51	556	12,168	4.7	
52	1,349	35,717	13.8	
53	1,284	35,850	13.8	
54	1,372	36,711	14.2	
55	824	20,562	7.9	
57	1,138	31,233	12.0	
58	708	16,038	6.2	
62	1,702	40,620	15.7	
63	1,212	32,465	12.5	
64	1,021	25,279	9.8	
65	4,944	144,804	55.9	
142	370	18,071	7.0	
143	279	7,025	2.7	
150	239	17,410	6.7	
43	888	28,126	10.9	
44	749	27,395	10.6	
45	55	7,749	3.0	
144	1,036	35,803	13.8	
Total	23,749	673,063	259.8	

Tabla 5.2 Pozos del área de distribución por MS Asososca Baja

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m³/hora)	(L/seg)
09	Las Brisas	142.2	39.5
59	PP Módulos Nuevo	250.2	69.5
07	Mons. Lezcano	330.8	91.9
11	Pozo MTI	176.8	49.1
05	San Antonio	177.1	49.2
04	Olf palme	195.1	54.2
	Col. Morazán	329.4	91.5
	Total	1,601.6	444.9

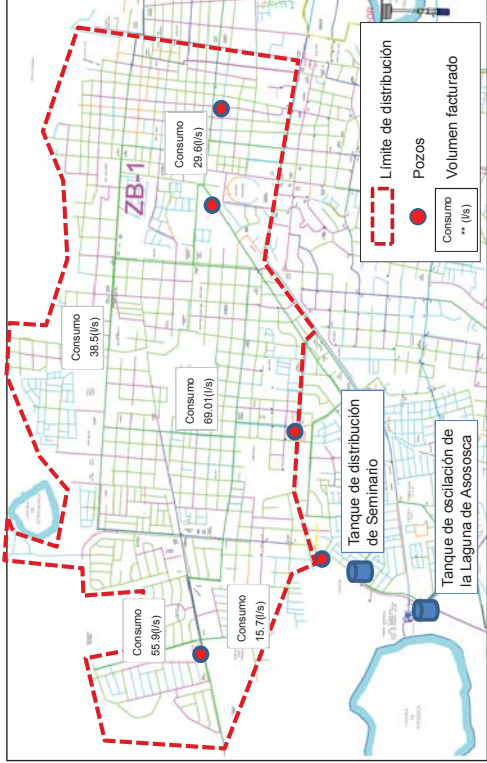


Figura 5.3 Ubicación de áreas de distribución y pozos en el Macrosector Asososca Baja

(3) Resultados del análisis y puntos de consideración.

El análisis hidráulico se realizó evaluando los tres casos siguientes:

Caso 1:

Con esta separación hidráulicamente en área de Asososca baja. Continúa aportando el caudal de conducción de agua [110(L/s)] para Macrosector San Cristóbal. Pozo de Col. Morazán es utilizado para distribución en área alrededor (ver Figura 5.4).

Caso 2:

Tanque de Seminario esta funcionado. Pozo Col. Morazán está conectado directamente a Tanque de Seminario. Tubería de distribución principal del tanque de Seminario está conectado a Tubería (diam. 300mm) directamente. No hay conducción de agua para Macrosector San Cristóbal (ver Figura 5.5).

Caso 3:

El factor de pico horario es 1.0, como Consumo promedio (ver Figura 5.6).

- 1) En caso 1, el agua se distribuye a toda el área desde la tubería madre de diámetro 30" extendida del Este al Oeste, a través de las tuberías secundarias de distribución

en la dirección Sur-Norte hacia las orillas del Lago de Managua. La presión es de 25m-50m aproximadamente, aunque los cálculos arrojan los resultados de más de 50m en una parte de la zona Noreste. En este cálculo, la columna de agua del pozo de Seminario se usa 20m sobre terreno, el resultando de cálculo tiene bajas presiones, pero este puede ser compensado por la presión de la bomba.

2) En caso 2, la tendencia de distribución de presión de agua es casi igual, pero la presión 14 - 25m tiene incremento en la parte baja del tanque seminario. Es resultado de fusión del tanque Seminario y el volumen de salida del tanque de oscilación de Asoscosca se puede reducir.

3) En caso 3, En esta figura muestra el condición con consumo promedio diario, y no se considera el suministro de agua desde la laguna de Asoscosca.

4) El nivel de agua del tanque de oscilación de la Laguna de Asoscosca es de +104.5m en la solera de plataforma y +125.0m en el rebose de la torre. Se opera manteniendo el nivel de agua del interior de la torre a unos 15 m. Entonces, más presión de agua se puede obtener en este caso.

5) El objetivo inicial del tanque de oscilación de Asoscosca no es el almacenamiento, por eso su capacidad es de apenas 440m³. En el estudio de caudales de 2017 (de 17:00 a 5:00 del siguiente día), se registró un caudal de distribución de 1100m³/h.

De Asoscosca se necesita 74.5L/s de agua en la hora pico después del aislamiento como se muestra en la tabla 5.3. Necesita más 110L/s de agua sin macrosector san Cristóbal necesita agua de transmisión de Asoscosca.

Ahora, el caudal desde Laguna de Asoscosca es más de 80,000 m³/día, pero si hay límite de este volumen, es más efectivo tener un tanque de distribución para almacenar cerca del tanque de oscilación de Asoscosca. La capacidad de almacenamiento de unos 1000m³ presuponiendo lo siguiente:

- a) Almacenar el faltante del volumen de producción de los pozos para el horario con mayor demanda entre las 6 am y las 2 pm (8 horas),
- b) Funcionar el tanque de distribución de Seminario (véase la Tabla 5.3).

Asimismo, al suministrar el agua desde este tanque de distribución hasta la estación de bombeo de Asoscosca, creemos que habrá mayor discrecionalidad en la operación de la bomba de transmisión y distribución utilizada para el Macrosector Asoscosca Alta y el Macrosector Asoscosca Alta Superior.

Tabla 5.3 Cálculo aproximado del volumen de almacenamiento necesario

	Rubro	Unidad	Cantidad
(1)	Suma de volumen facturado de Asoscosca Baja	(L/s)	259.8
(2)	Demanda de agua cuando el coeficiente en la hora pico es 2 [(1) x 2]	(L/s)	519.6
(3)	Suma de volumen de producción de los pozos de Asoscosca Baja	(L/s)	444.9
(4)	Caudal de distribución horaria [(2)-(3)]	(L/s)	74.7
(5)	Volumen de almacenamiento para 8 horas (6AM-2PM) [(4) x 60 x 60 /1,000 x 8]	m³	2,151.4
(6)	Volumen de almacenamiento en el tanque de distribución de Seminario	m³	1,325
(7)	Volumen de almacenamiento necesario [(5)-(6)]	m³	826.4

Con base en lo anterior, se recomienda construir un tanque de distribución con una capacidad de 1000m³ cerca del tanque de oscilación de Asoscosca.

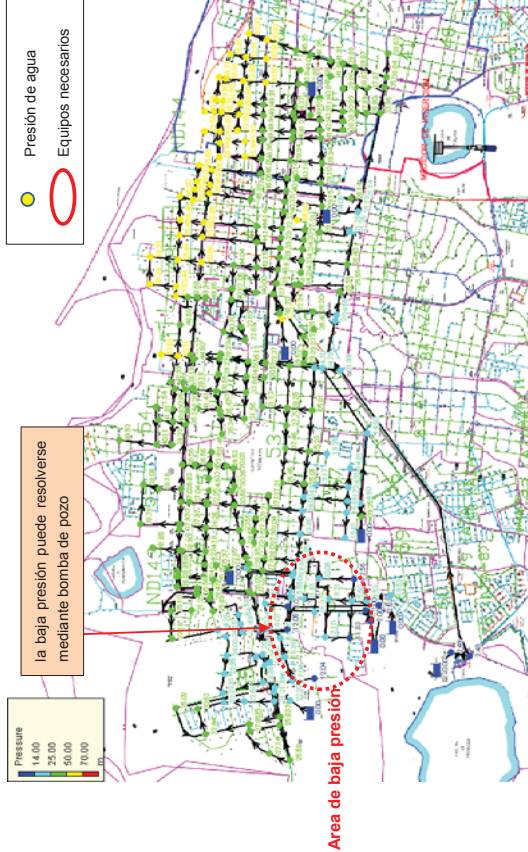


Figura 5.4 Presión de agua según los cálculos (caso 1)

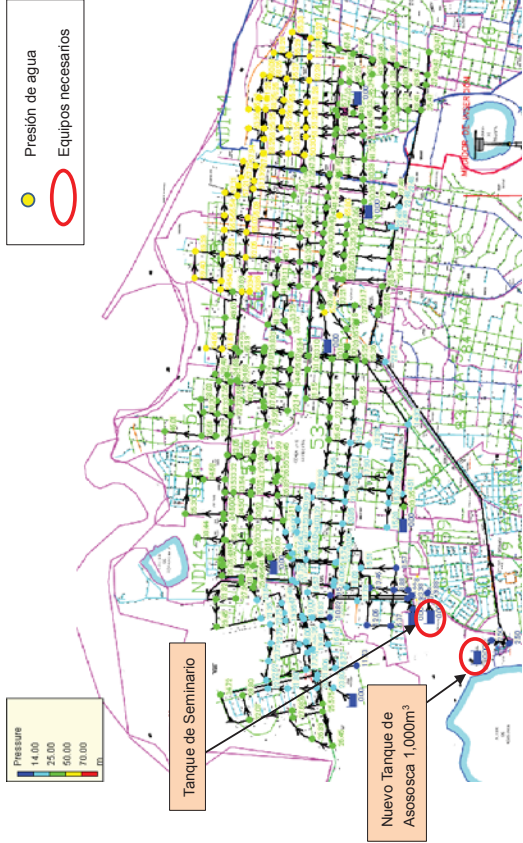


Figura 5.5 Presión de agua según los cálculos (caso 2) y cambios necesarios en las instalaciones del área de distribución de Asososca baja

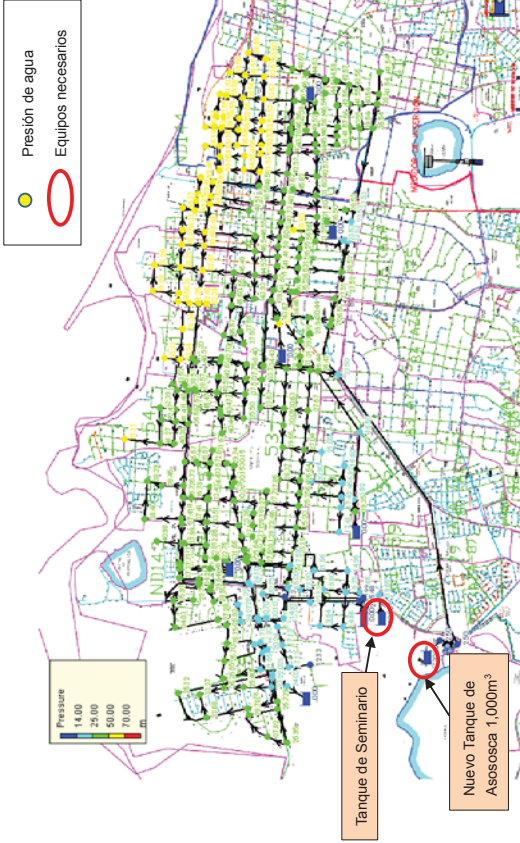


Figura 5.6 Presión de agua según los cálculos (caso 3) y cambios necesarios en las instalaciones del área de distribución de Asososca baja

5.2.2 Macrosector Asososca Alta

(1) Precondiciones del análisis hidráulico

1) La distribución de agua en esta área se realizaba por bombeo desde los pozos directamente conectados a la red y desde la estación de bombeo de Asososca, sin embargo, en 2015 se construyó el tanque de Pila (capacidad: 6,750m³) al sur de ENCAL Central y con esto fue posible distribuir el agua también por gravedad. Debido al problema de la bomba de distribución, etc., el tanque de Pila no está siendo utilizada actualmente, pero es posible utilizarla en el futuro, por lo tanto, el análisis presupone la utilización de este tanque de distribución.

2) La transmisión viable del agua desde la Laguna de Asososca está prevista para 9 horas de las 24 horas, tal como está actualmente.

3) El volumen de producción de los pozos varía dependiendo de la presión interna de la red. Cuando se analiza el estado de distribución de agua en la hora pico, el volumen de producción desde los pozos cambia (al bajar la presión interna de la red, se supone que el volumen se incrementa más que el promedio diario del volumen bombeado), sin embargo, en el presente análisis se utiliza el volumen promedio de producción.

4) Para el análisis de las redes de tuberías, básicamente se supone un tubo de diámetro 150mm o mayor, sin embargo, en algunas áreas de distribución donde se utilizan mayoritariamente tuberías de diámetros pequeños, el análisis incluye las tuberías de diámetro 50 - 100mm.

(2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

Tabla 5.4 Información comercial del Macrosector Asososca Alta

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m³/mes)	(L/seg)	
56	858	25,731	9.9	
59	355	10,217	3.9	
60	393	14,640	5.6	
61	992	30,338	11.7	
75	1,532	68,133	26.3	
76	1,255	37,038	14.3	
77	870	27,159	10.5	
78	1,446	44,960	17.3	
79	595	20,782	8.0	

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m³/mes)	(L/seg)	
80	974	28,835	11.1	
81	279	6,955	2.7	
82	978	26,409	10.2	
83	1,266	69,763	26.9	
84	975	33,203	12.8	
85	496	11,736	4.5	
86	1,085	26,394	10.2	
87	694	18,641	7.2	
88	483	23,311	9.0	
89	602	15,277	5.9	
149	844	19,450	7.5	
Total	16,972	558,972	215.5	

Tabla 5.5 Volumen de producción de los pozos en el Asososca Alta

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m³/hora)	(L/seg)
42	Parque Las Madres	191.9	53.3
43	ENEL Central	170.3	47.3
48	Rene Cisneros (El Retiro)	74.2	20.6
	Antigua Nubolatur	58.3	16.2
	Total	494.7	137.4

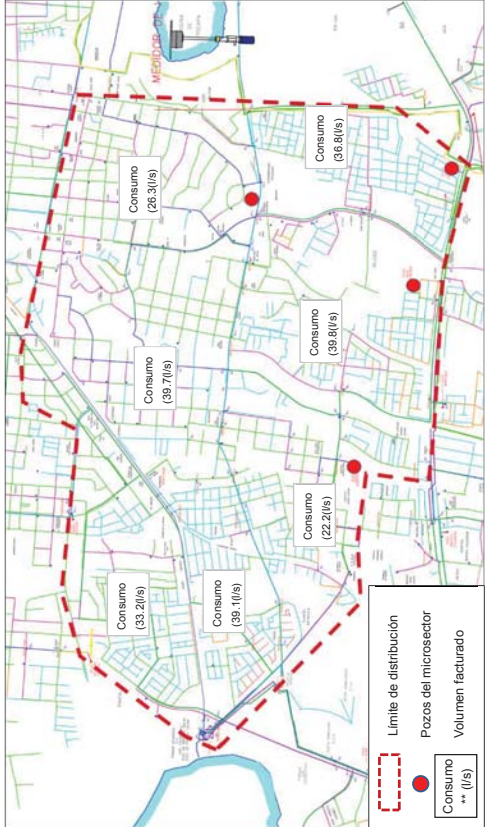


Figura 5.7 Ubicación de áreas de distribución y pozos en el Macrosector Asososca Alta

(3) Resultados del análisis y puntos de consideración.

La Figura 5.7 muestra la distribución de áreas de distribución y volumen facturado del Macrosector Asososca Alta y la Figura 5.8 muestra los resultados del análisis hidráulico.

La distribución de agua en 3 tuberías madre (24", 24" y 16") desde el tanque de Pila se realiza en toda el área de distribución sin problemas. Mientras el LWL (nivel mínimo de agua) del tanque de Pila es de +157m, la altura sobre el nivel del mar del área de distribución es de apenas 80m en las cercanías del límite norte con Asososca Baja, por lo que la presión de agua en la zona de mayor presión es de 60m-70m. En el este de la laguna Asososca, hay una sección con baja presión por que el diámetro de tubería dentro de la sección es 1/2" - 1". Figura 5.9 muestra los resultado de reemplazo de las tuberías.

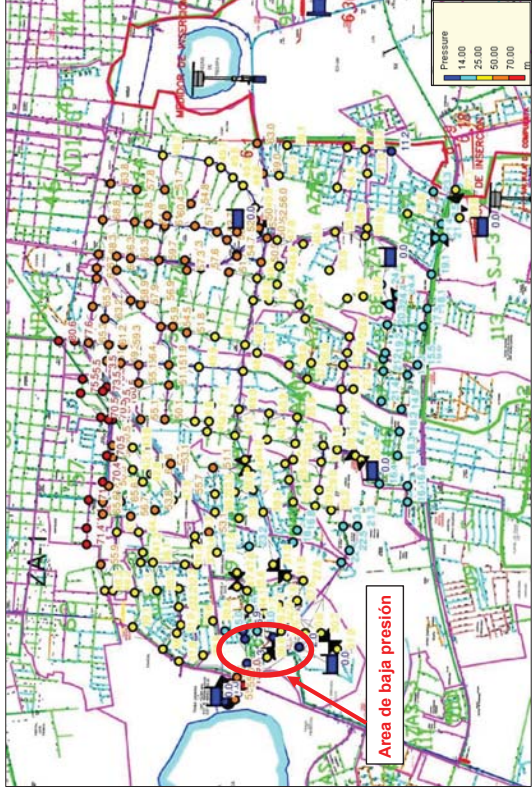


Figura 5.8 Resultados del análisis hidráulico del Macrosector Asoscosca Alta

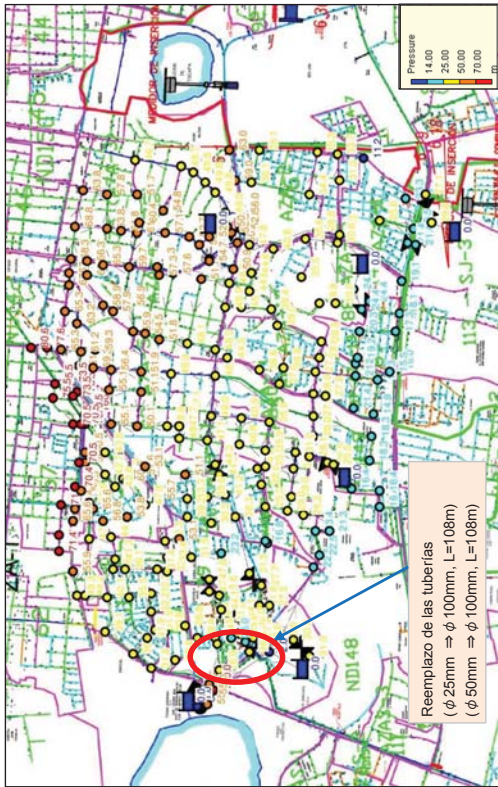


Figura 5.9 Presión de agua según los cálculos y cambios necesarios en las instalaciones del área de distribución de Asoscosca Alta

5.2.3 Macrosector Asoscosca Alta Superior

(1) Precondiciones del análisis hidráulico

En este macrosector, el agua se envía desde la Laguna de Asoscosca hacia 2 tanques de distribución construidos a lo largo de la Carretera Sur, el tanque del km 8 y del km 9.5, y desde ahí se rebombee o se distribuye por gravedad hacia los alrededores del curso inferior. El área de distribución al suroeste del tanque de distribución km 9.5 Carretera Sur (corresponde al microsector No.138) tiene mayor cantidad de pozos y mayor volumen de producción, por lo que se supone que estos pozos abastecen suficientemente. Por consiguiente, el cálculo hidráulico se realiza en el área al norte del tanque de distribución del km 9.5 Carretera Sur.

- Volumen facturado del microsector No.138: 72.2 (L/s)
- Suma de volumen de producción de los pozos en esta área de distribución: 326.2(L/s)

La distribución en este sistema se realiza mediante bombeo y por gravedad, la tubería de conducción entre Laguna de Asoscosca y el tanque km8 C. Sur tiene bastante puntos de distribución. Entonces, las válvulas de distribución se operan de forma manual por el puesto de mando (P3).

Figura 5.10 muestran el resultado de investigación de caudal y presión que se realizó en el 2018 en la estación de bombeo de Asoscosca específicamente para la bomba de la zona alta. Cuando se realizó la medición las bombas estaban operando en horarios de 19:00 pm - 6:00 am, registrando una presión de 120m similar al bombeo que se realizar hacia el tanque km8 C. Sur, además se observó que el caudal presenta variaciones y presiones de 100m.Entonces, para la realización del cálculo hidráulico se considerara una presión de la bomba de 100m.

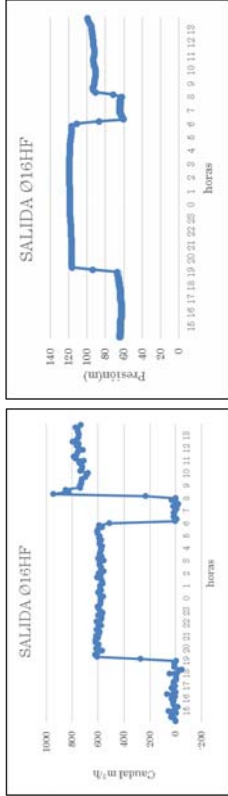


Figura 5.10 Los resultados de Caudal y Presión de las Bombas a zona alta

(2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

Tabla 5.6 Información comercial del Macrosector Asoscosca Alta Superior				
Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m³/mes)	(L/seg)	
105	252	16,147	6.2	
106	905	22,901	8.8	
107	488	15,502	6.0	
108	1,323	46,713	18.0	
109	1,493	53,785	20.8	
111	146	8,345	3.2	
112	5,331	130,699	10.0	Se divide proporcionalmente por un 20% del microsector.
138		6,214	187,229	72.2
Total		16,152	481,321	145.2

Tabla 5.7 Volumen de producción de los pozos en el Asoscosca Alta Superior			
No.	Nombre del pozo	Caudal de producción (L/seg)	Observaciones
98	San Patricio	19.8	Al norte del tanque de distribución del km 9.5 Carretera Sur
99	Km. 9.5 C/Sur	16.4	Igual que arriba
100	Km. 11 1/2 C/Sur	15.2	Dentro del área de distribución del microsector No.138
101	Km. 13 1/2 C/Sur	26.8	Igual que arriba
102	Km. 14 1/2 C/Sur	21.0	Igual que arriba
103	Km. 17 C/Sur	24.8	Igual que arriba
104	Km.14 1/2 C/Vieja a León	23.5	Igual que arriba
105	Chiquistagua	25.0	Igual que arriba
115	Bertha Calderón	50.0	Igual que arriba
133	Cedro Galán	17.5	Igual que arriba
151	Serranía	18.0	Igual que arriba
153	Maromo	25.7	Igual que arriba
158	Donatello	35.0	Igual que arriba
106	El Planetarium	27.6	Igual que arriba
60	La Nunciatura	16.2	Igual que arriba
	Total	362.4	

(3) Resultados del análisis y puntos de consideración

El equilibrio previsto y las capacidades de los tanques de distribución existentes en el área de distribución al norte del tanque de distribución del km 9.5 Carretera Sur del Macrosector AsoscoscaAlta Superior son los siguientes. Creemos que ambos tanques de distribución del km 8 y km 9.5 Carretera Sur tienen suficiente capacidad. Sin embargo, no se ha realizado el aislamiento hidráulico entre estas áreas de distribución, por lo tanto, estas cifras son aproximadas.

Tabla 5.8 Análisis de capacidades de los tanques de distribución existentes

Área de distribución	(1) Volumen total facturado (L/s)	(2) Demanda de agua en la hora pico (L/s)	(3) Volumen de producción de los pozos del área de distribución (L/s)	(4) Faltante en la hora pico x 12 horas (m³)	(5) Capacidad de tanque de distribución (m³)
Distribución de agua desde la estación de bombeo de Asoscosca	18.2	36.4	52.5	0	Ninguna
Distribución de agua desde la estación de bombeo de Asoscosca + Distribución por gravedad desde el tanque del km 8 Carretera Sur	40.2	80.4	49.9	1,320	2,350 m³
Distribución por gravedad desde el tanque del km 9.5 Carretera Sur + Distribución por bombeo hacia la zona sur	30.0	60.0	36.2	1,030	1,960 m³

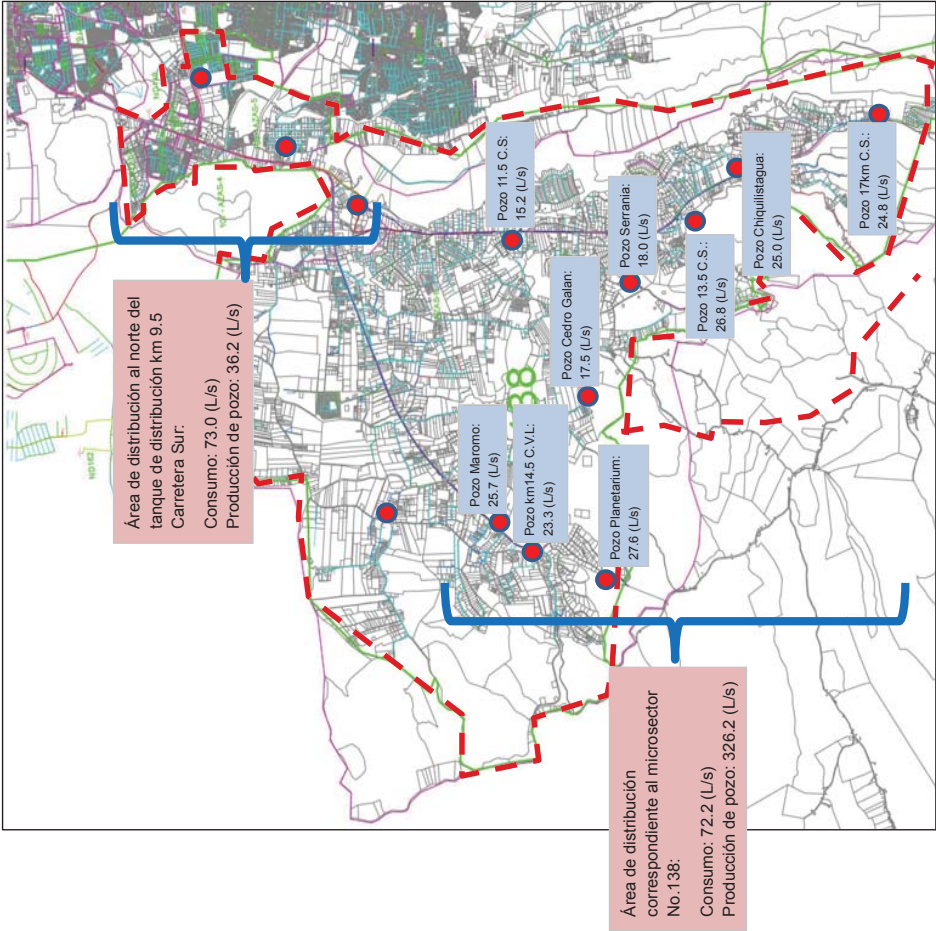


Figura 5.11 Distribución de pozos y demandas de agua en el Macrosector Asososca Alta Superior

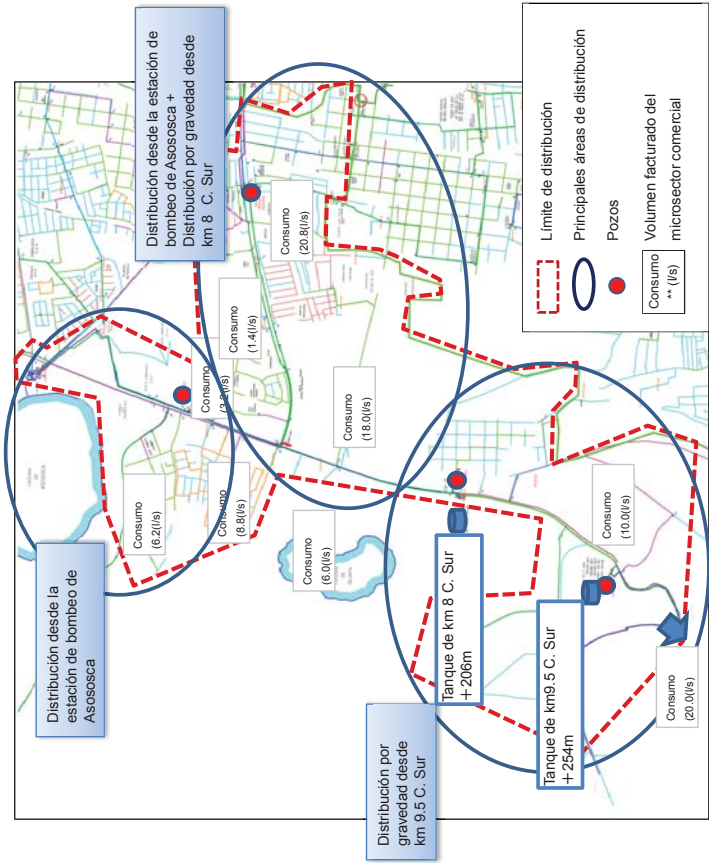


Figura 5.12 División del área de distribución en el Macrosector Asososca Alta Superior

Figura 5.13 muestra resultado de análisis, y ubicación de presión de agua. La tubería de transmisión de la bomba de km8 C. Sur está conectado con la tubería de distribución del tanque de km9.5 C. Sur, entonces, Los operadores necesitan control de las válvulas para mantener agua desde El tanque de km8 C. Sur.

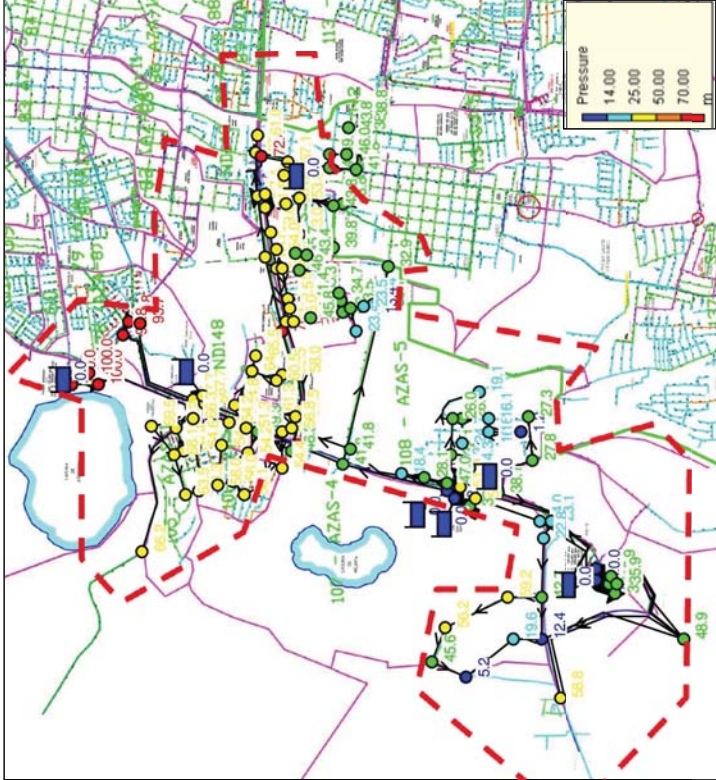


Figura 5.13 Presión de agua según los cálculos

5.2.4 Macrosector UNAN

(1) Precondiciones del análisis hidráulico

En este sector, el agua se distribuye por bombeo desde el tanque de distribución de UNAN hacia los alrededores y el curso superior mediante la bomba de transmisión y distribución y la bomba de aumento de presión. Anteriormente, se transmitía el agua del grupo de pozos de Managua I a través del tanque de Santo Domingo, sin embargo, actualmente la transmisión del agua está suspendida. Dentro de la propiedad hay un pozo directamente conectado al tanque de distribución, pero este tanque no puede recibir más agua ya que su capacidad es de 1,892m³.

Este macrosector se divide en dos zonas, la zona alrededor del tanque de distribución de UNAN (180m - 230m de altura sobre el nivel del mar) y la zona sur situada en el curso superior del tanque, (230m - 450m de altura sobre el nivel del mar). En la zona sur, existen las áreas residenciales, poblados y caseríos dispersos para los cuales se distribuye el agua desde varios pozos ubicados en la zona alta.

Muchos pozos tienen instalados a su lado los tanques de distribución de unos 200m³ de capacidad. El análisis para estos casos se realizó estableciendo como precondición la distribución por gravedad con el HWL (nivel máximo de agua) del tanque de distribución. No obstante, referente a los pozos directamente conectados a la red, el análisis se realizó ajustando el nivel entre 20m y 30m similar al volumen de producción de los pozos.

(2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

Tabla 5.9 Información comercial del Macrosector UNAN

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m³/mes)	(L/seg)	
118	602	46,980	18.1	
123	432	23,849	9.2	
136	1,368	43,144	16.6	
156	349	15,503	6.0	
Total	2,751	129,476	49.9	

Tabla 5.10 Volumen de producción de los pozos en el UNAN

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m³/hora)	(L/seg)
110	San Isidro de la Cruz Verde	72.2	20.1
116	UNAN	97.1	27.0
117	Villa Fontana	67.8	18.8
121	Alpes Nº2	70.2	19.5
122	Alpes Nº4	35.2	9.8
123	Alpes Nº5	64.0	17.8
140	Las Viudas	50.4	14.0
	Total	456.9	126.9

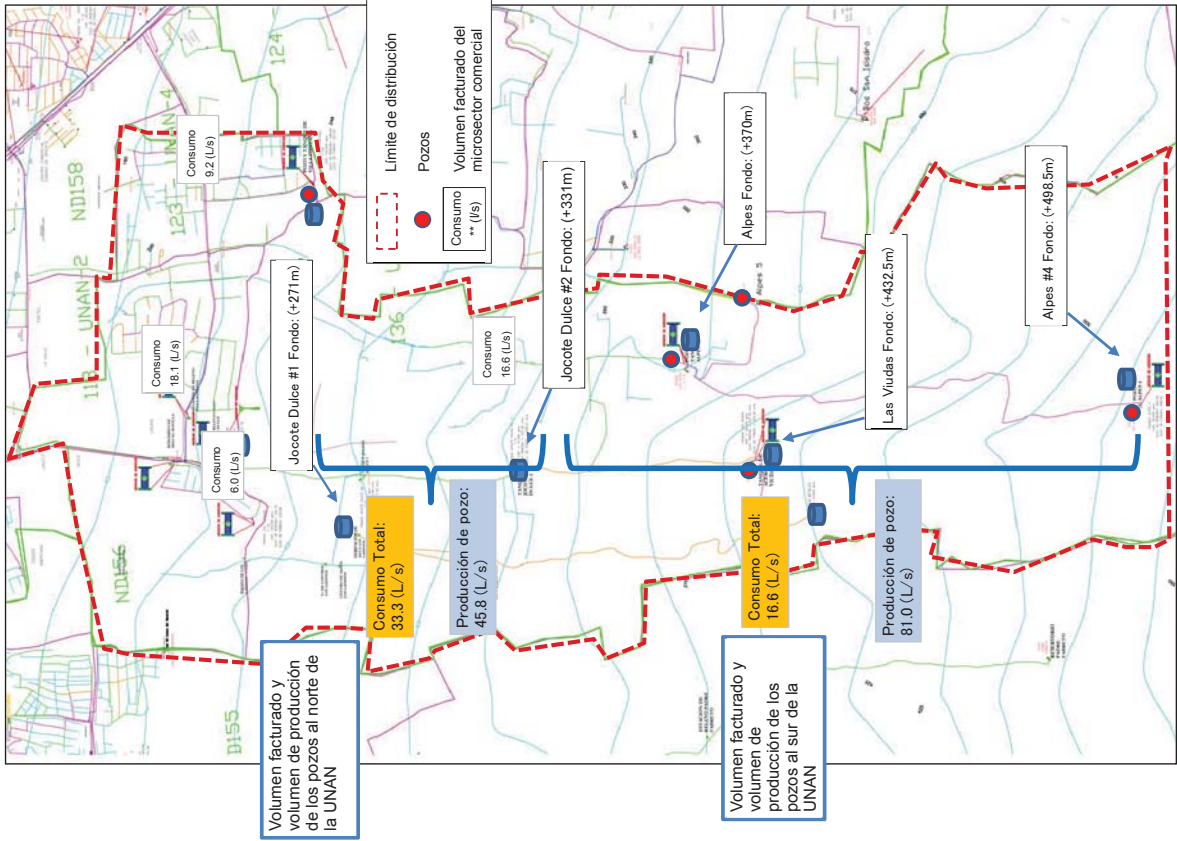


Figura 5.14 Pozos, tanques y demandas de agua en el Macrosector UNAN

(3) Resultados del análisis y puntos de consideración

El agua desde el tanque de distribución de UNAN abastece la zona alrededor del tanque mediante la bomba de aumento de presión en 2 estaciones de bombeo ubicadas en Miguel Bonilla y Villa Fontana. La capacidad del tanque de distribución de UNAN es de 1,920m³. El pozo ubicado dentro de la propiedad está operando las 24 horas y el volumen de producción del pozo es de 2,330 m³/día. El agua se distribuye por gravedad a 2 estaciones de bombeo mencionadas anteriormente y por bombeo a la zona sur (curso superior) operando la bomba de transmisión las 12 horas al día.

En este macrosector, hay más pozos en la zona sur. Como se muestra en la Figura 5.14, hay suficiente margen de volumen de producción de los pozos en la zona sur al comparar el volumen facturado y el volumen de producción de los pozos en la zona norte y la zona sur del área de distribución. Por esta razón, creemos que es válido reducir la cantidad de transmisión desde el tanque de distribución de UNAN y traer el agua de los pozos de la zona sur del macrosector.

Figura 5.15 muestra resultado de calculación con presión de agua. En la zona sur hay mayor diferencia de altura, por lo que habría que considerar la presión que puede ser excesiva y tomar las medidas para mantenerla por debajo de 70m. En la situación actual, el análisis hidráulico se realizó suponiendo la instalación de una válvula de cierre. Actualmente, en el Macrosector UNAN el acueducto de transmisión funge como tubería madre de distribución, por lo tanto, se considera que la presión va a mantenerse baja por la existencia de muchas derivaciones. La siguiente Figura muestra la altura sobre el nivel del mar del tanque de distribución. En el tanque de distribución se almacena el agua de los pozos y se regula la presión.

Resultado de calculación con las instalaciones necesarias muestra en Figura 5.16.

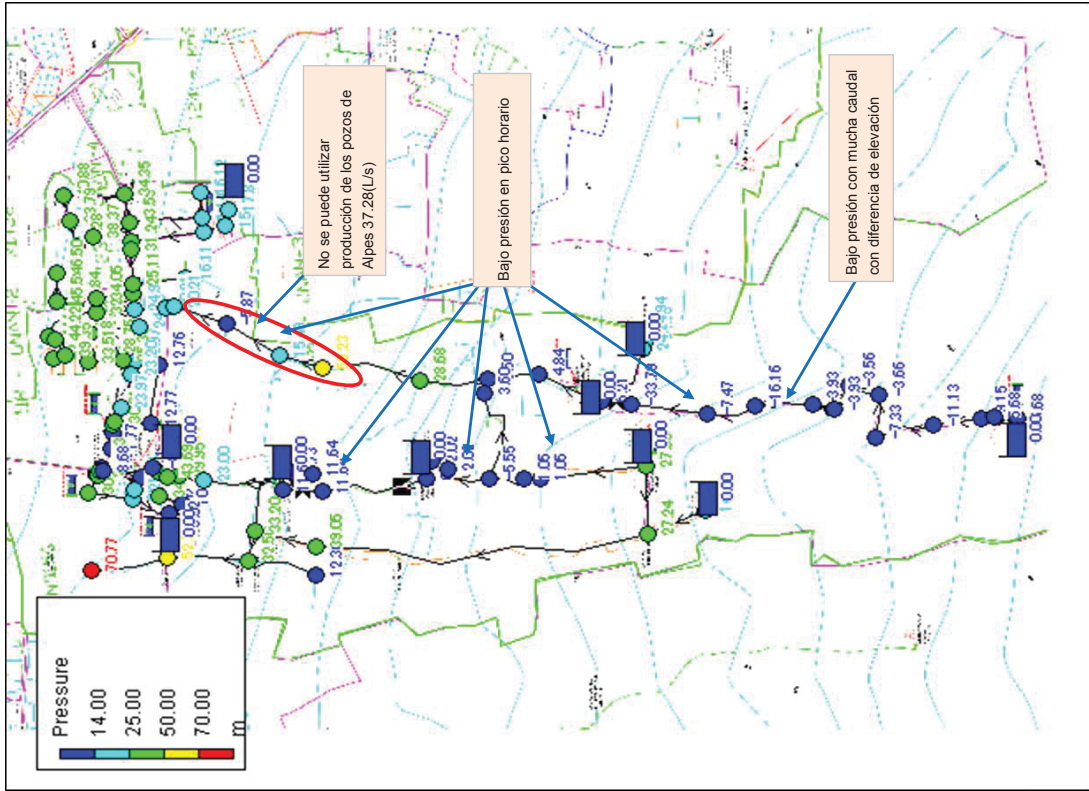


Figura 5.15 Presión de agua según los cálculos del área de distribución de UNAN

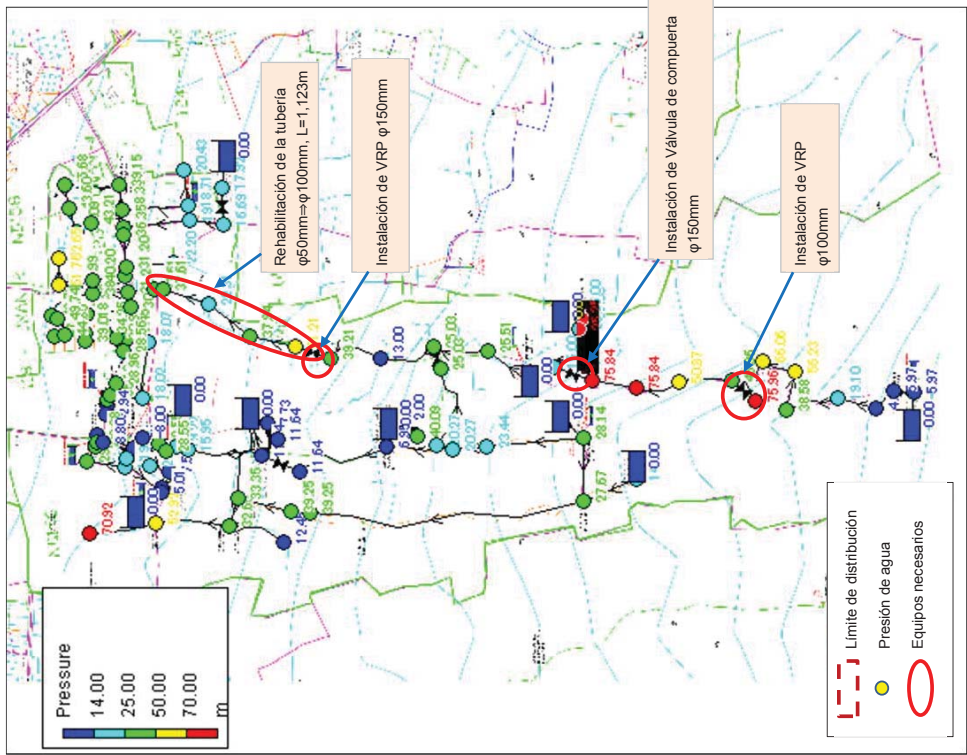


Figura 5.16 Presión de agua según los cálculos y cambios necesarios en las instalaciones del área de distribución de UNAN.

5.2.5 Macrosector San Judas

(1) Precondiciones del análisis hidráulico

En este sector, el agua se distribuye por bombeo desde el tanque de distribución de San Judas directamente conectado a los pozos del área de distribución y los pozos aledaños, y desde el grupo de pozos de Managua I.

El volumen de transmisión desde Managua I se monitorea en los puntos de derivación y se maneja como volumen de transmisión desde la Delegación Altamira.

La distribución de agua en este sector se divide en dos zonas, el área de distribución por gravedad desde el tanque de distribución de San Judas y la zona sur situada en el curso superior del tanque. La zona sur tiene una altura sobre el nivel del mar entre 220m y 480m, tiene mayor diferencia de altura y existen poblados y caseríos dispersos. En la zona alta de esta área hay pozos y se distribuye el agua desde el tanque de distribución contiguo al pozo o utilizando la presión de la bomba directamente conectada al pozo.

(2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

Tabla 5.11 Información comercial del Macrosector San Judas

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m³/mes)	(L/seg)	
112	5,331	130,699	32.0	Se divide proporcionalmente según el tamaño del área de distribución.
113	759	28,585	11.0	
114	2,731	67,546	26.1	
115	1,195	31,388	12.1	
116	1,383	50,394	7.0	
137	8,491	182,826	70.5	
155	708	17,552	6.8	
156	349	15,503	6.0	
Total	20,947	524,493	171.5	

Tabla 5.12 Volumen de producción de los pozos en el San Judas

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m³/hora)	(L/seg)
107	Torres Molina N°1	60.2	16.7
108	Torres Molina N°2	86.3	24.5
109	Loma Linda (Sierra Maestra)	52.6	14.6
111	San Judas N°1	49.2	13.7
112	San Judas N°2	127.9	35.5

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m³/hora)	(L/seg)
113	San Judas N°3	89.1	24.8
114	Julio Martínez	174.8	48.6
134	Hialeah	105.2	29.2
135	Colinas del Memorial	192.6	53.5
136	Bosques de Nejapa	141.9	39.4
137	La Bolsa	12.3	3.4
141	Camilo Ortega #1	88.1	24.5
142	Camilo Ortega #2	95.8	26.6
149	Padre Fabrelo	21.8	6.1
150	Pochocuape	96.5	26.8
156	Loma de Buenos Aires	110.2	30.6
157	Ticomo Sur	79.6	22.1
	Total	1,586.1	440.6

La ubicación de pozos consumos y área de distribución borrador es en Figura 5.17.

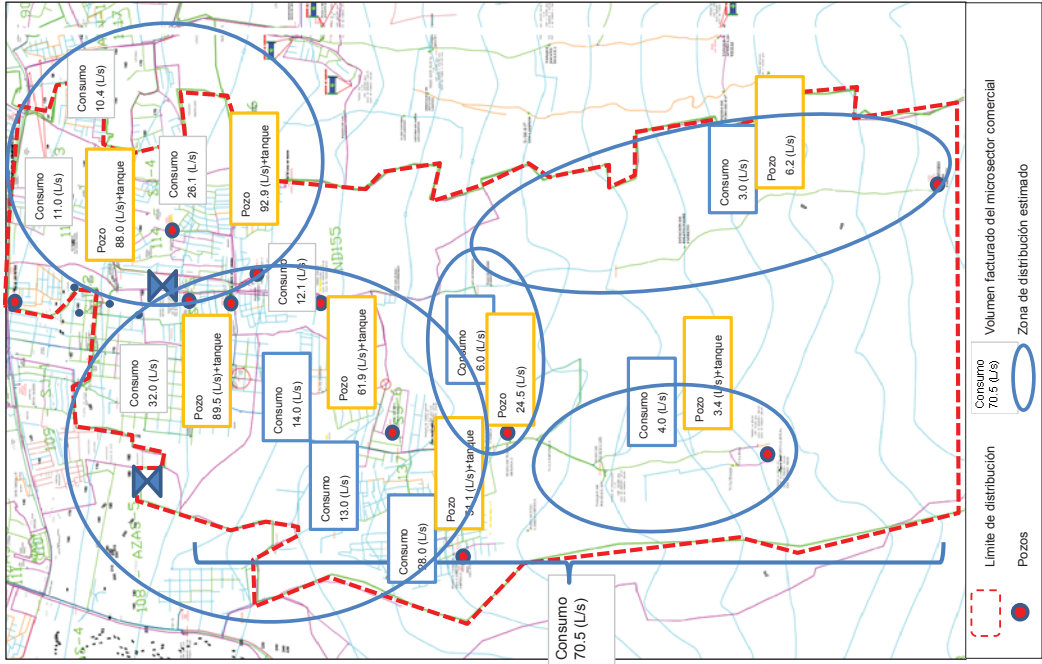


Figura 5.17 Distribución de pozos y demandas de agua en el MS San Judas

(3) Resultados del análisis y puntos de consideración

En el Macrosector San Judas, El volumen de producción de los pozos es más grande del volumen facturado en caso de pico horario como muestran en Tabla 5.11 y 5.12.

Figura 5.18 se muestra la presión de agua según los cálculos, observando como tendencia presiones bajas en el parte sur del microsector #114 y el parte noreste de #137. Figura 5.19 muestra la presión de agua según los cálculos y los cambios necesarios en las instalaciones.

- 1.-Para #114, cerrar 3 válvulas para mantener presión del pozo Lomas del memorial.
- 2.-Para #137, en dos sitios cambiar las tuberías que presentan pérdidas de la presión y cerras 2 válvulas están en la parte baja del macrosector.

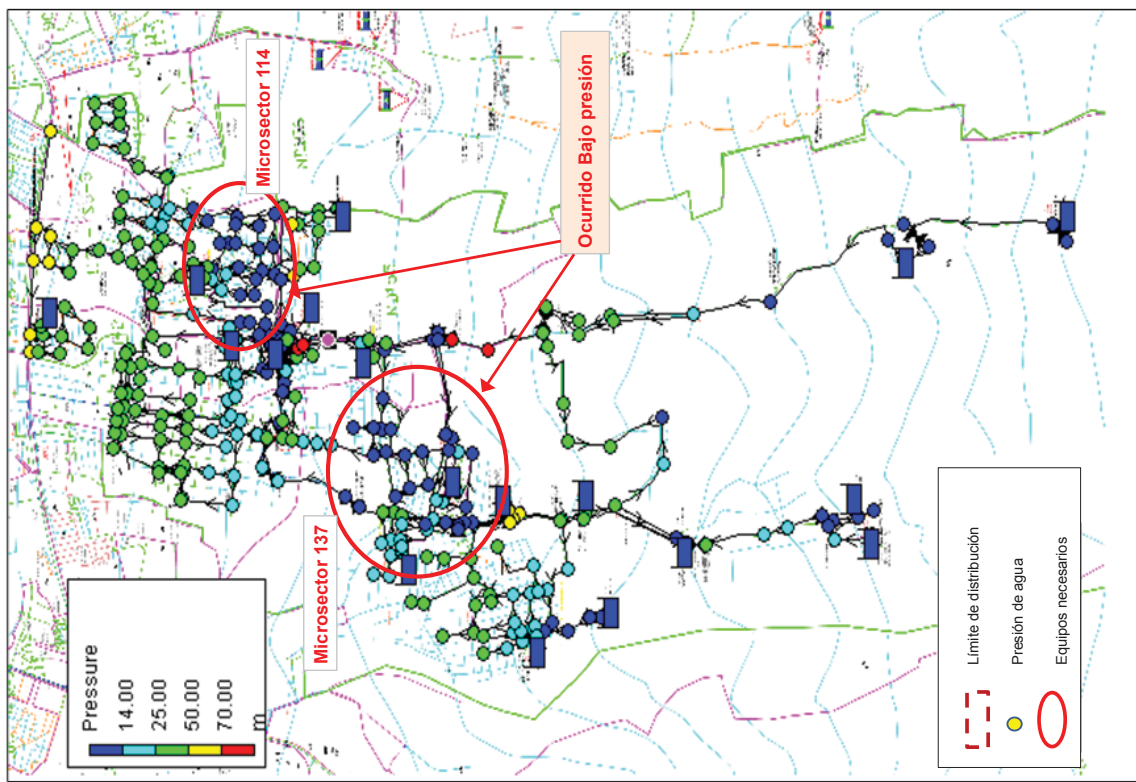


Figura 5.18 Resultados de los cálculos hidráulicos con separación del Macrosector de San Judas

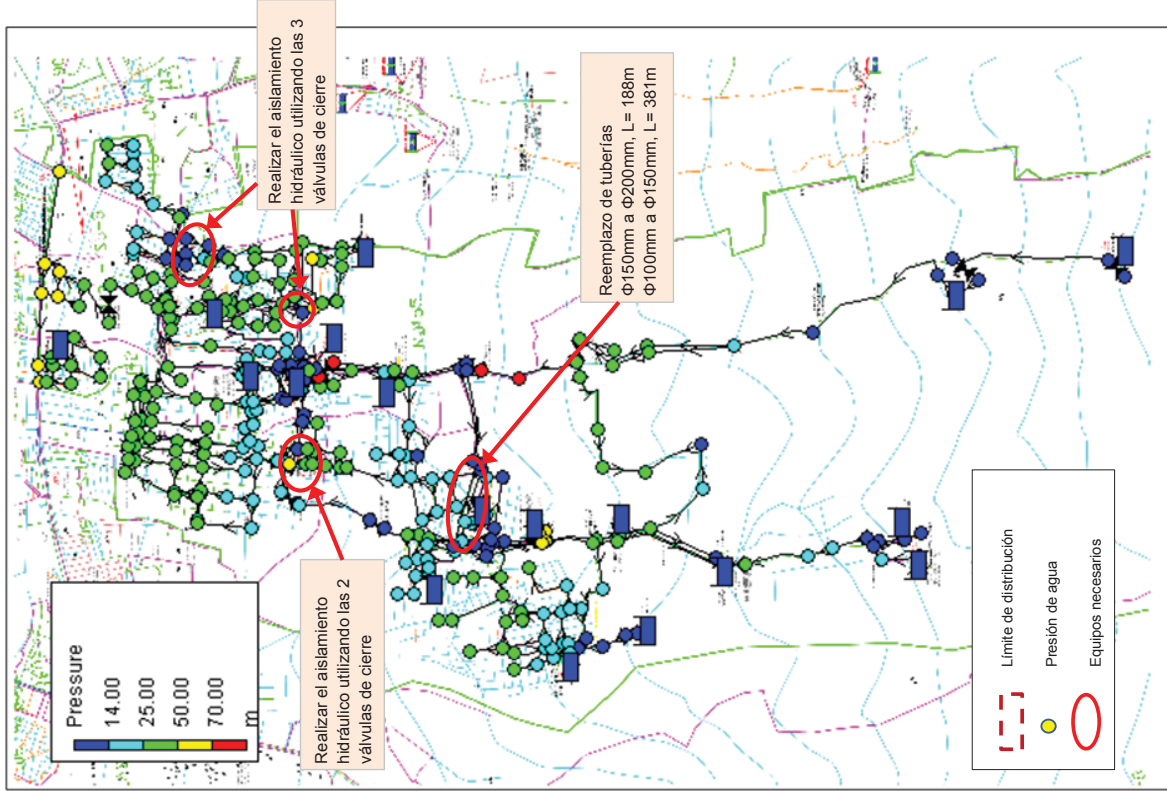


Figura 5.19 Resultados de los cálculos hidráulicos e inversiones necesarias en equipos del Macrosector de San Judas

Capítulo 6. Operación del agua y plan de monitoreo

6.1 Operación del agua

Para garantizar un abastecimiento estable de agua potable, es necesario administrar eficientemente el agua producida, regular minuciosamente la distribución de agua, además, promover de manera integral la implementación de las medidas de mejora de las instalaciones de agua potable para aprovechar al máximo los limitados recursos hídricos.

Para ello, es necesario regular el caudal de distribución de acuerdo a las variaciones horarias de consumo de agua. La macrosectorización permitirá planificar el caudal de distribución en base al consumo de agua (volumen facturado) por macrosectores. Además, el análisis de los problemas cotejando con el plan actual de distribución de agua permitirá revisar las medidas de mejora y lograr una eficiente operación del agua, por ende, mejorar la tasa de ANF.

6.2 Rubros de monitoreo

Una vez iniciadas las operaciones en la Delegación Asososca, es necesario que el delegado administre el caudal de distribución hacia los sectores por día o por tiempo unitario para conocer con alta precisión el volumen de ANF por macrosectores (o subsectores).

Además, al conocer la presión de agua y el volumen de almacenamiento (nivel de agua) en los tanques, podrá reflejar la información en las actuales operaciones diarias, asimismo, al registrar y analizar estos resultados del monitoreo podrá revisar la operación del agua a corto y mediano plazo y la necesidad de las instalaciones.

A continuación, se muestra el resumen de los rubros que deben ser monitoreados en la operación del agua en las áreas de gestión de Delegación Asososca.

- Caudal de transmisión desde el Grupo de pozos Carlos Fonseca Amador
- Caudal de entrada y salida y nivel de agua en los tanques, así como caudal de distribución y presión de agua de las bombas de distribución
- Volumen de producción de pozos, nivel y presión de agua en cada macrosector.
- Caudal de entrada o caudal de salida entre los sectores de gestión de otras delegaciones
- Caudal de entrada y salida entre los macrosectores y subsectores de la Delegación Asososca

A continuación, se muestran los rubros de monitoreo para cada instalación.

Laguna de Asoscosca	Nivel de Laguna Caudal de bombeo de la laguna	
Asoscosca (Oscilación)	Entrada de Tanque 30" x 2 Salida de Tanque 28" para Asoscosca Baja Salida de Tanque 30" para Estación de Bombeo Nivel de Oscilación	
Estación de Bombeo de Asoscosca	Rebombeo Salida de rebombeo 24" Salida de rebombeo 16" Salida de rebombeo 12"	
Asoscosca Baja	Pozos San Antonio Las Brisas M.T.I. La Morazan	Red • Salida de 12" a San Cristóbal Macrosector • Salida de 16" a San Cristóbal Macrosector • Salida de 24" a San Cristóbal Macrosector
Tanque de Seminario	Nivel de Tanque Salida de 10" para Asoscosca baja	
Asoscosca Alta	Rebombeo Salida de 12" Salida de 10" Salida de 6"	Pozos y Red • Monseñor Lezano • Parque Las Madres • Unión Fenosa • Rene Cisneros (El Retiro) • PP Módulos Nuevo • Vélez Paiz • La Nunciatura
Tanque de Pila	Nivel de Tanque Entrada/Salida de 12" Entrada/Salida de 8"	
Asoscosca Alta Superior Tanque del km 8 Carretera Sur	Rebombeo Salida de 12" Salida de 10" Salida de 6"	Pozos y Red • San Patricio • Km. 9 1/2 C/Sur • Km. 11 1/2 C/Sur • Km. 13 1/2 C/Sur • Km. 14 1/2 C/Sur • Km. 17 C/Sur • Km.14 1/2 C/Vieja León • Chiquilistagua Bertha Calderón • Cedro Galán • Serranía Maromo • El Planetarium • La Nunciatura
Tanque de km 9.5 C. Sur	Nivel de Tanque Entrada/Salida de 12"	

Figura 6.1 Rubros de monitoreo para los macrosectores Asoscosca (1/2)

UNAN	Tanque de UNAN Entrada de Managua 1.12" Salida 12" Rebombeo de UNAN Salida de rebombeo 4" Rebombeo de Miguel Bonilla Entrada de rebombeo 4" Salida de rebombeo 6" Rebombeo de Villa Fontana Salida de rebombeo 8" Salida de rebombeo 8" Tanque de Jocote Dulce 1 Entrada de 4" Salida de Rebombeo 4"	Pozos • San Isidro de la Cruz Verde • Unan • Villa Fontana • Alpes N°2 • Alpes N°4 • Alpes N°5 • Las Viudas
San Judas	Tanque de San Judas 3 Nivel de Tanque Entrada 14" Salida 14" Tanque de San Judas Nivel de Tanque Entrada 14" de Tanque San Judas3 Entrada de pozo San Judas Salida 12" Rebombeo 6" hasta Tanque Haleah Rebombeo 6" Rebombeo 6" Tanque de Torres Molina Nivel de Tanque Entrada 8" de Tanque San Judas Entrada de 8" Rebombeo 12" Rebombeo 12"	Pozos • Torres Molina N°1 • Torres Molina N°2 • Loma Linda (Sierra Maestra) • San Judas N°1 • San Judas N°2 • San Judas N°3 • Julio Martínez • Haleah • Colinas del Memorial • Bosques de Nejapa • La Bolsa Camilo • Ortega #1 • Camilo Ortega #2 • Padre Fabreto • Pochocuape • Loma de Buenos Aires • Ticomo Sur

Figura 6.2 Rubros de monitoreo para los macrosectores Asoscosca (2/2)

6.3 Plan de monitoreo

(1) Instalaciones sujetas al monitoreo y su ubicación

A continuación, se muestra la ubicación del monitoreo de los de la Delegación Asososca. Lo ideal sería separar completamente los macrosectores, sin embargo, si no se puede detener la distribución de agua, en esta propuesta se permite obtener el caudal de entrada y salida entre los sectores mediante la instalación de caudalímetros. El caudalímetro debe permitir la medición bidireccional, y se instalará una válvula para poder cerrar en caso de emergencias. Para mayores detalles sobre la cantidad de caudalímetros, diámetro, etc., véase el Capítulo 4.

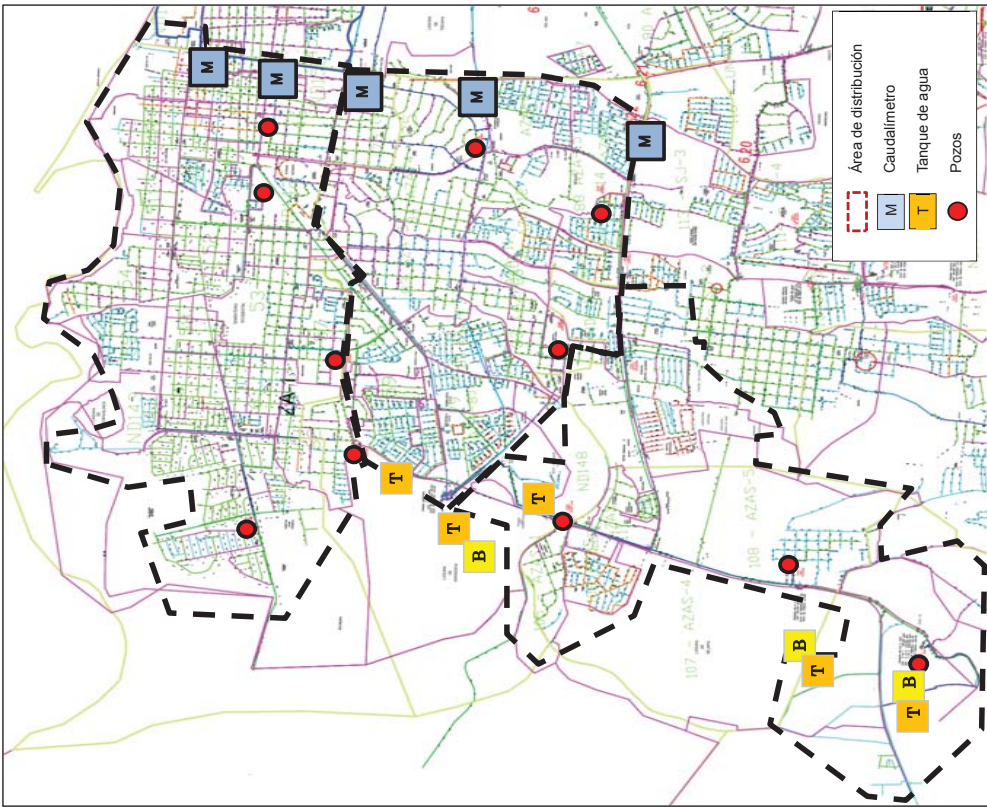


Figura 6.3 Ubicación del monitoreo en los Macrosectores Asososca Baja, Asososca Alta y Asososca Alta Superior

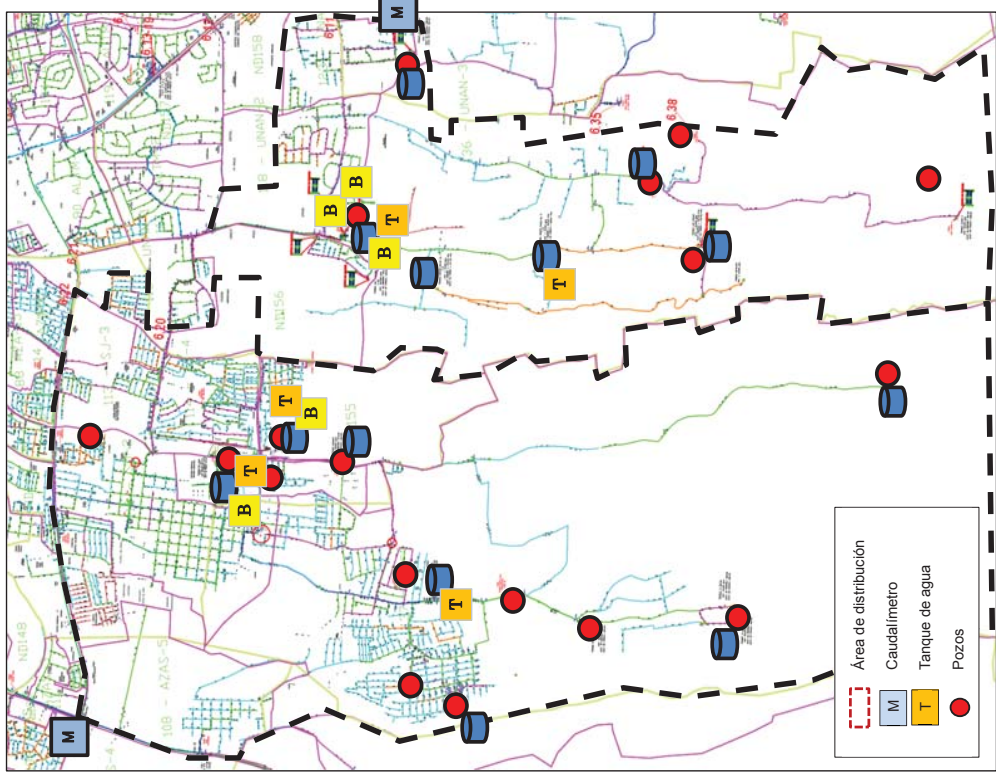


Figura 6.4 Ubicación del monitoreo en los Macrosectores UNAN y San Judas

(2) Ejecución del monitoreo y operaciones

A continuación, se muestra el flujo de monitoreo. Actual, algunas instalaciones poseen instrumentos compatibles con la plataforma SCADA, si estos están disponibles, se utilizan si no cuenta con los instrumentos o existe algún problema de utilización de

SCADA, es necesario realizar la medición en el terreno con un operario o encargado de monitoreo.

La información proveniente de SCADA o del encargado de monitoreo se recopila a través de la radio en el Puesto de Mando y Operación de la Delegación Asoscosca (Director Técnico). Según los resultados, se dan instrucciones para la operación diaria a los operarios, entre ellas, manipulación de válvulas de entrada al tanque, operación de rebombeo y apertura y cierre de válvulas en los principales puntos. El Puesto de Mando y Operación de la Delegación Asoscosca asigna a un encargado para cada macrosector para delimitar claramente las responsabilidades.

El Puesto de Mando y Operación mantiene una comunicación diaria con la Oficina de Planificación y la Oficina de Mantenimiento y Control, y comparte los datos necesarios. La Oficina de Mantenimiento y Control atiende el mantenimiento y control diario de tanques, rebombeo y tuberías conforme a lo programado, así como las reparaciones de emergencia.

La Oficina de Planificación se encarga de los planes de mejora de las instalaciones a corto y mediano plazo, así como el análisis de la situación de ANF de la Delegación Asoscosca basándose en la información del encargado de ANF sobre el monitoreo compartida con el Puesto de Mando y Operación. Los resultados del análisis son retroalimentados al Puesto de Mando y Operación y la Oficina de Mantenimiento y Control.

Como un órgano dependiente de la Oficina de Planificación, la Delegación contará con un Equipo de investigación de ANF el cual realizará estudios programados en la Delegación. A la vez, contará con un Equipo de ejecución de obras para realizar reparaciones directas ante los reportes de fugas de agua.

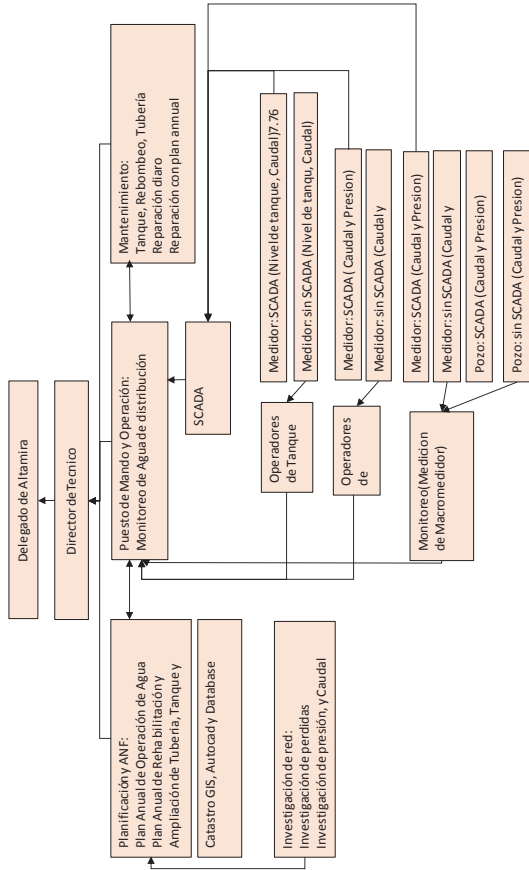


Figura 6.5 Flujo de monitoreo y operaciones

(3) Acerca de la operación del sistema SCADA

1) Situación actual

ENACAL cambió el sistema SCADA para la gestión de distribución de agua, del SCADA basado en el convencional sistema de radio UHF al SCADA que utiliza el sistema GPRS.

El sistema actual permite acceso a la Delegación a través del Internet. Aunque los puntos donde realmente se puede realizar mediciones son limitados debido al insuficiente mantenimiento de los equipos, ya que siempre hay un problema en el cableado, etc. aun cuando los pozos ya tienen instalados los caudalímetros y otros compatibles con SCADA. No puedan ser operados

En la situación actual, se ha construido el SCADA con los siguientes rubros.

- Pozo: caudal, nivel de agua y presión de agua
- Tanque: nivel de agua
- Rebombeco: caudal y presión de agua

Los datos originales de los resultados medidos por cada segundo están guardados en el disco duro de la Oficina de SCADA y están disponibles a partir de los datos del 2017.

La presentación de la pantalla de SCADA se muestra básicamente por clasificación de Zona Baja, Zona Alta y Zona Alta Superior. También se puede mostrar los datos detallados por Grupo de pozos Managua I, pozos individuales, etc.

Asimismo, se puede mostrar los registros de los pozos, etc. en el formato de informe diario. Sin embargo, no se puede extraer una parte del gráfico como un caudal, un nivel de agua del pozo o una determinada porción cronológica. Únicamente se puede mostrar los datos originales de un día entero.

2) Puntos de consideración relacionados a la operación en el futuro

Al utilizar la plataforma SCADA en la Delegación Asososca, inicialmente es necesario mejorar el monitoreo a través de las mediciones, analizar su contenido y crear un mecanismo que permita aportar a la operación y a los futuros planes.

Para ello, se proponen las siguientes mejoras al SCADA actual.

- (a) Al operar el SCADA, reparar las averías del Hardware del Puesto de Mando y Operación (P3) del Departamento de Operación.
- (b) En el área de gestión de Delegación Asososca, compatibilizar con SCADA los equipos de medición previstos a instalarse en los pozos, caudalímetros de redes de tuberías, tanques y estaciones de rebombeco.
- (c) En el programa de software, agregar los siguientes contenidos.
 - Agregar nuevos puntos de medición
 - Permitir mostrar por delegaciones, macrosectores y subsectores.
 - Innovar el contenido para mostrar para que el Puesto de Mando y Operación de la Delegación Asososca pueda operar y gestionar viendo los resultados de monitoreo de todas las instalaciones.
 - Permitir mostrar los datos cronológicos para cada hora, fecha, mes, etc. indicado.
 - En el análisis, permitir descargar los datos originales en el formato de Excel, etc.

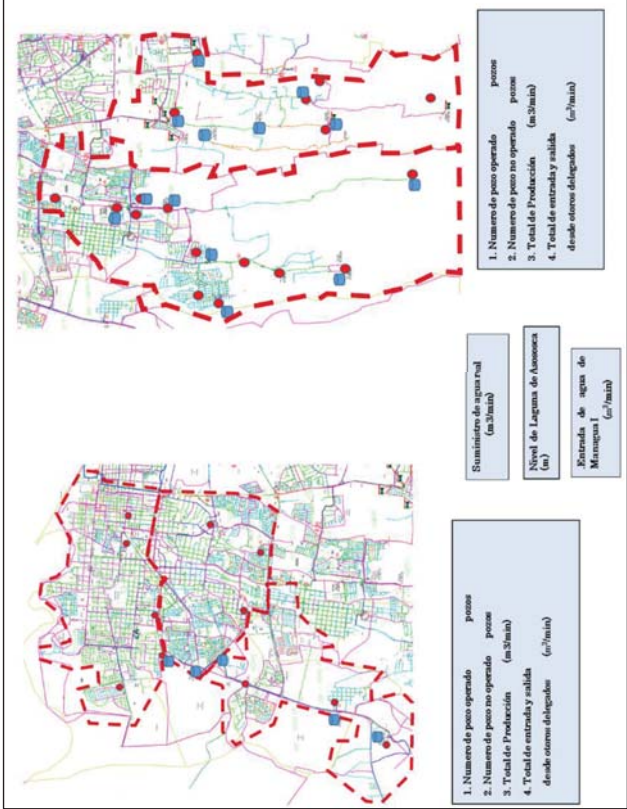


Figura 6.6 Imagen de la pantalla principal, Delegación Asoscosca

Pantalla (secundaria) MS Asoscosca	Pantalla (secundaria) MS UNAN y San Judas
1. Numero de pozo operado	1. Numero de pozo operado
2. Numero de pozo no operado	2. Numero de pozo no operado
3. Total de Producción (m ³ /min)	3. Total de Producción (m ³ /min)
4. Total de entrada desde otros MS	4. Total de entrada desde otros MS
5. Total de salida para otros MS (m ³ /min)	5. Total de salida para otros MS (m ³ /min)
5. Nivel de Laguna de Asoscosca (m)	5. Nivel de Laguna de Asoscosca (m)
6. Entrada y Salida de Asoscosca (Oscilación) (m ³ /min)	6. Entrada y Salida de Tanque de UNAN (m ³ /min)
Entrada y Salida de Tanque de Pila (m ³ /min)	Entrada y Salida de Tanque de San Judas (m ³ /min)
Entrada y Salida de Tanque de km8 C. Sur (m ³ /min)	Entrada y Salida de Tanque de San Judas #3 (m ³ /min)
Entrada y Salida de Tanque de km9.5 C. Sur (m ³ /min)	7. Total de suministro de agua (m ³ /min)
7. Total de suministro de agua (m ³ /min)	8. Suministro de agua planificado (m ³ /min)
8. Suministro de agua planificado(m ³ /min)	9. Presión de algunos pozos:
9. Presión de Algunos Pozos:.....	

Figura 6.7 Rubros de gestión de la pantalla de SCADA, Imagen de los Macrosectores

Capítulo 7. Plan de Inversión para el futuro

A.-Contenido de inversiones necesarias para mejorar la tasa de ANF

1.- SCADA y Macrosectorización

1.1 - Integración de nuevos elementos al sistema SCADA para la Delegación Asoscosca. Modificación de Plan maestro, administración variable de monitoreo, aumento de licencia actual, suministro e instalación software de control.

1.2 - Equipamiento y accesorios para aislamiento de la Delegación Asoscosca.

Instalación de medidores, válvulas y construcción de Unidades de control Operativo (UOC) para el monitoreo de la producción de las distintas fuentes, entradas y salidas de tanques y estaciones de bombeo y aislamiento entre macro sectores.

2.- Conexiones domiciliarias y micro medición.

2.1 - Reemplazo de tuberías de acometidas

Se requiere realizar el remplazo de las tuberías de las acometidas para 70,200 conexiones que es el total de las conexiones de la Delegación de Asoscosca.

2.2 - Instalación de Micro Medición

Instalación de 39,300 micromedidores, esta cantidad equivale al 56 % de los usuarios de la delegación propuesta considerando usuarios que no tienen medición y usuarios a los que se necesita reemplazar medidor.

B.-Efectos para mejor los servicios de Agua

3.- Macrosector Asoscosca Baja

3.1 - Construcción de nuevo tanque en predio Asoscosca planta de Rebombeo

Construcción de un tanque en área de rebombeo de Asoscosca con capacidad 1,000 m³ equivalente a unas 8 horas de servicio para un caudal de distribución 74.5 L/s.

4.- Macrosector Asoscosca Alta

4.1 - Reemplazo de tuberías

Reemplazar el diámetro del tubo de 25mm a 100mm (108m)

Reemplazar el diámetro del tubo de 50mm a 100mm (108m)

5.- Macrosector Asososca UNAN

- 5.1 - Instalación de VRP diam. 4"
Instalación de una VRP de diam. 4" , 1400 metros al Norte del Pozo Alpes N°3.
- 5.2 - Instalación de VRP diam. 6"
Instalación de una VRP de diam. 6" ,1300 metros al Norte del Pozo Alpes N° 4.
- 5.3 - Instalación de Válvula de Compuerta diam. 6"
Instalación de una válvula de compuerta de diam. 6" en el sector sur de Tanques los Alpes N°1

- 5.4 - Reemplazo de Tubería
Reemplazar el diámetro del tubo de 50mm a 100mm (1,123m)

6.- Macrosector Asososca San Judas

- 6.1 - Instalación de Válvula de Compuerta diam. 6"
Instalación de 3 Válvula de Compuerta diam. 6" .
- 6.2 - Instalación de Válvula de Compuerta diam. 4"
Instalación de 2 Válvula de Compuerta diam. 4" .

- 6.3 - Reemplazo de Tubería
Reemplazar el diámetro del tubo de 150mm a 200mm (188m)
Reemplazar el diámetro del tubo de 100mm a 150mm (381m)

Tabla 7.1 Resumen de las inversiones de la Delegación Asososca

No.	Rubro	Descripción general	COSTO Aprobó	Observaciones
A.-Efecto de reducción de ANF				
1	SCADA y Macrosectorización		\$4,248,756.54	
1.1	Integración de nuevos elementos al sistema SCADA para la Delegación de Asososca.	Modificación del programa Maestro.		El monto se determinó en relación a la inversión requerida para La Delegación de Asososca, tomando como referencia la cantidad de usuarios por Delegación
		Elaboración de variables de monitoreo, con posibilidad de descarga de caudales y consumos energéticos.		
		Aumento de Licencia actual en 400 punto de medición adicional por estación.	\$1,100,220.00	
		Suministro e instalación de software de control RTU.		
1.2	Equipamiento y accesorios para suministro de datos	Suministro de 4 usuarios para visualización de datos		Informe de Proyecto ProCesión Tabla 4.6 Este es el costo de los materiales y mano de obra mínima necesaria para realizar el monitoreo y control de la Delegación de Asososca.
		Instalación de medidores, válvulas y construcción de Unidades de control Operativo (UCO) para el monitoreo de la producción de las distintas fuentes, entradas y salidas de tanques y estaciones de bombeo y suministro entre macrosectores.	\$3,139,535.54	
		Instalación de medidores, válvulas y construcción de Unidades de control Operativo (UCO) para el monitoreo de la producción de las distintas fuentes, entradas y salidas de tanques y estaciones de bombeo y suministro entre macrosectores.	\$2,975,000.00	
		Se requiere realizar el reemplazo de las tuberías de las acometidas domiciliarias que es el total de las conexiones de la delegación.	\$1,404,000.00	
2	Conexiones Domiciliarias y Micro Medición	Instalación de 39,300 micromedidores, esta cantidad equivale al 56 % de los usuarios de la Delegación de Asososca, propuesta, considerando usuarios que no se han instalado y usuarios los que se necesitan reemplazar medidor.	\$1,572,000.00	Precio de referencia tomado de compra de medidores en proyecto plato N°2 ProCesión.
B.-Efecto de mejora de los servicios de agua				
3	Macrosector Asososca Baja		\$ 560,000.00	
3.1	Construcción de nuevo tanque en predio Asososca, para planta de Rebombao.	Construcción de un tanque en área de embalse de Asososca con capacidad 1000 m3 equivalente a unas 8 horas de servicio para un caudal de distribución 74.5 l/s.	\$ 560,000.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PRISASH, en ejecución actualmente en ENACAL
4	Macrosector Asososca Alta		\$ 6,640.00	
4.1	Reemplazo de tubería	Comutar el diámetro del tubo de 25mm a 100mm (108m), para corregir las presiones bajas. Sector norte de Embajada de Americana.	\$ 4,320.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PRISASH, en ejecución actualmente en ENACAL
5	Macrosector UNAN		\$ 80,248.00	
5.1	Instalación de VRP diam. 4"	Instalación de una VRP de diam. 6" , 1400 metros al Norte del Pozo Alpes N°3.	\$ 13,000.00	
5.2	Instalación de VRP diam. 6"	Instalación de una VRP de diam. 6" , 1300 metros al Norte del Pozo Alpes N° 4.	\$ 21,600.00	
5.3	Instalación de Válvula de Compuerta diam. 6"	Instalación de una válvula de compuerta de diam. 6" en el sector sur de tanques los Alpes N°1	\$ 720.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PRISAS
5.4	Reemplazo de Tubería	Comutar el diámetro del tubo de 50mm a 100mm (1,123m), para corregir presiones bajas.	\$ 44,920.00	
6	Macrosector San Judas		\$ 50,086.00	
6.1	Instalación de Válvula de Compuerta para aislamiento interno de Macrosector	Instalación de 3 Válvula de Compuerta diam. 6" para aislamiento interno de macrosecciones de acuerdo a figura 5.19	\$ 2,184.00	
6.2		Instalación de 2 Válvula de Compuerta diam. 4" para aislamiento interno de macrosecciones de acuerdo a figura 5.19	\$ 600.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PRISAS
6.3	Reemplazo de Tubería	Comutar el diámetro del tubo de 150mm a 200mm (188m) para corregir presiones bajas.	\$ 20,680.00	
		Comutar el diámetro del tubo de 100mm a 150mm (381m), para corregir presiones bajas.	\$ 27,432.00	
Total			\$7,924,639.54	

Capítulo 8. Conclusiones

En este documento se puede observar de manera gráfica y descriptiva el resultado de las visitas de campo realizadas por el equipo de trabajo del proyecto ProGestión, en las cuales se realizó la recopilación de la información sobre las instalaciones; Campo de Pozos, pozos, reservorios y estaciones de relevo que forman el acueducto de Managua y específicamente los macrosectores que de manera preliminar están propuesto para la conformación de la Delegación Asososca tal es el caso de macrosector Asososca Baja, Asososca Alta, Asososca Alta Superior, UNAN y macrosector San Judas, dentro la investigación se realizó el monitoreo de caudales y presiones instantáneas en las entradas y salidas, de las fuentes y estaciones de relevos y reservorios, así como la determinación de las zonas de influencias según la operación actual del sistema, la información recopilada se condensa en la definición de los lineamientos preliminares de los macrosectores mencionados y la definición misma de la delegación de Asososca.

Tomando como referencia el Plan Maestro presentado por JICA en el 2005, nos encontramos que el sistema actual no está trabajando de acuerdo a las recomendaciones que se definieron en este Plan, esto como consecuencia de las condiciones inesperadas de la demanda, por parte de ProGestión se han redefinido de manera preliminar 12 macrosectores en los que se han considerado el estado actual del sistema:

(MS1)	Carlos Fonseca Amador	(MS7)	R. Shick
(MS2)	San Cristóbal	(MS8)	Km8 C. Masaya
(MS3)	Asososca baja	(MS9)	Sabana Grande
(MS4)	Asososca alta	(MS10)	UNAN
(MS5)	Altamira	(MS11)	San Judas
(MS6)	Villa Austria	(MS12)	Asososca alta superior

ENACAL está en un proceso de reestructuración de la parte comercial de cara a un plan descentralización y reducción de Agua no Facturada en el que pretende hacer coincidir las delimitaciones comerciales con las delimitaciones hidráulicas. Tomando como referencia los 12 macrosectores presentados se pretende conformar 4 delegaciones comerciales:

- Delegación Altamira
- Delegación La Sabana
- Delegación Portezuelo
- Delegación Asososca

ENACAL está enfocado de cara al desarrollo del proyecto (NIL-1145) iniciado por el BID en el año 2018, y pretende replicar las en las demás delegaciones los siguientes aspectos:

Definición y reestructuración de los sistemas de gestión, capacitación de personal, creación de manuales de procedimientos administrativos y operativos acompañados de la construcción de nuevas instalaciones.

Implementación de sistemas tecnológicos e informáticos para el control del volumen en las fuentes de agua de los pozos (caudal, presión y nivel del agua), renovación de la frágil red de distribución de agua principalmente del área de Asososca, mejoramiento de la red de distribución de agua para la macrosectorización.

Como parte del aporte de ProGestión y como resultado del seguimiento y trabajo de campo se ha definido de manera preliminar la cantidad de medidores y accesorios necesarios para el aislamiento y monitoreo de la delegación Asososca obteniendo un costo estimado de material más mano de obra de **USD 3.139.535.54**.

El proyecto ProGestión dentro de la presentación del resultado 1, "Fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para la elaboración de un plan de reducción de ANF" incluye el análisis hidráulico de las redes principales del acueducto de modo que mediante la utilización del software "EPANET, versión 2.0" de la U.S Environmental Protection Agency (USEPA) se han realizado simulaciones hidráulicas con el fin de recomendar las modificaciones y creación de nuevas estructuras que permitan optimizar el funcionamiento de la red actual de ENACAL, para el periodo de alcance de este informe se presentan las recomendaciones propias para la Delegación Asososca, presentada de manera individual por cada macro sector que la conforman.

Macro sector Asososca Baja

- Construcción de nuevo tanque en predio Asososca planta de Rebombeo.

Macro sector Asososca Alta

- Reemplazo de tubería (de 25mm a 100mm [108m], de 50mm a 100mm [108m])

Macro sector UNAN

- Instalación de VRP diám. 4"
- Instalación de VRP diám. 6"
- Instalación de Válvula de Compuerta diám. 6"