

Apéndice 8: Plan Básico de Reducción de
Agua No Facturada



Pro Gestión

Para reducir las pérdidas de agua

"PLAN BÁSICO DE REDUCCIÓN DE AGUA NO FACTURADA"



ENACUAL

CRÉDITOS

Publicado por el Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la ciudad de Managua (PROGESTIÓN) dirigido por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Líder del equipo experto:

Koji Naito

CTI Engineering Internacional Co., Ltd.

Equipo de Progestión de ENACAL:

Ing. José Iván García

Lic. Octavio Aragón

Ing. Junior Cardoza

Ing. Julio López

Lic. Maritza Tellería

Ing. Jader Grillo

Ing. Francisco Reyes

Ing. Verónica Rivera

Ing. Aréllis Valdes

Lic. Eduardo Núñez

Managua, Diciembre de 2019



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

4★
2019

Aquí nos ilumina,
un Sol que no declina
El Sol que alumbra
las nuevas victorias
RUBÉN DARÍO

El Pueblo, Presidente!

Managua, 18 de diciembre de 2019

PRÓLOGO

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional establece el acceso al Agua Potable y el Saneamiento como un derecho humano de los nicaragüenses.

Con el apoyo de organismos internacionales, recursos del Tesoro y en Alianzas con las Alcaldías, se han ejecutado proyectos de Agua Potable y Saneamiento en diferentes ciudades del país, que han permitido incrementar la cobertura de Agua Potable de un 65.0% en el 2006 a un 90.0% en el 2019; proyectando alcanzar para el año 2023 un 95.0% de cobertura, incrementando la cantidad de horas de abastecimiento por día.

En cuanto a la cobertura de Alcantarillado Sanitario, de un 33.0% que teníamos en el año 2006, logramos un 51.5% en el año 2019, proyectando alcanzar un crecimiento entre 75.0 y 80.0% en el año 2023, lo que permitirá mejorar sustancialmente la calidad de vida de las familias nicaragüenses.

ASISTENCIA TECNICA JAPONESA

La asistencia técnica Japonesa ha sido muy importante para el desarrollo, fortalecimiento institucional y modernización de la Empresa.

En el 2017, a través del Programa Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la ciudad de Managua (PROGESTIÓN), se ha venido trabajado con los expertos japoneses en la reducción de pérdidas de agua, mejoramiento del abastecimiento en algunos barrios de Managua, incremento de la producción de este recurso en el campo de pozos de Managua II, reducción del agua no facturada y fortalecimiento institucional.

Se logró incrementar la producción de agua hasta 1.5 millones de galones diario en el campo de pozos de Managua II mediante la perforación y equipamiento de 2 nuevos pozos de agua.

Estas obras mejoraron los horarios de abastecimiento en los barrios de Managua ubicados en el sector de Sabana Grande al Paso a Desnivel de Rubenia, entre ellos: Jardines de Veracruz, Villa Venezuela, Laureles Norte y Sur, Sabana Grande, Mirador La Sabana, Américas I y III, 8 de marzo, 9 de julio, Colonia Primero de Mayo, La URSS, y barrios ubicados en el distrito VI y VII.



CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS ENACAL -
PRESIDENCIA EJECUTIVA, Dirección: km. 5 Carretera Sur - Teléfonos: 2253-8000
Ext.3001- 3004 Fax: 2266-7872, Email: ervin.barrada@enacal.com.ni



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

4★
2019

Aquí nos ilumina,
un Sol que no declina
El Sol que alumbra
las nuevas victorias
RUBÉN DARÍO

El Pueblo, Presidente!

La Cooperación Japonesa, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Cooperación Técnica Alemana contribuyen en el proyecto de descentralización del nivel central de la Empresa, que consiste en transferir las responsabilidades de gestión de pérdidas de agua a las delegaciones, filiales y sucursales de Managua; descentralización que ya se inició en la Sucursal Altamira.

Asimismo, en el año 2017, se implementó un proyecto piloto en Asososca 3 Managua, para reducir el agua no facturada, que consistió en la reparación de las fugas, la instalación y reemplazo de medidores, capacitación y entrenamiento práctico con nuevas tecnologías al personal de ENACAL.

Otro aspecto importante del apoyo de JICA a ENACAL ha sido el fortalecimiento de las capacitaciones al personal. Se han impartido cursos a los trabajadores en Japón y Nicaragua, sobre gestión de agua no facturada, lectura de medidores y la aplicación de tecnologías avanzadas como el uso de un geo-radar para detectar conexiones ilegales de agua potable.

Para reforzar estos conocimientos les presentamos tres manuales de gestión: Plan Básico de Reducción de Agua No Facturada, Manual Práctico de Reducción de Agua No Facturada y Guía Técnica para la Instalación de las Conexiones Domiciliarias y Micro-Medición.

Estos manuales son una guía técnica de trabajo, donde se establecen procedimientos para realizar de una forma ordenada y sistematizada la instalación de conexiones domiciliarias y micro-medidores para incidir en la reducción del Agua No Facturada.

Instamos a los Trabajadores a aprovechar estos conocimientos y orientaciones, ponerlos en práctica en la labor diaria que desarrollan las cuadrillas en el campo y empujar decididamente en todos los niveles las acciones que conlleven a reducir el Agua No Facturada y con esto alcanzar, en el corto y mediano plazo, la Sostenibilidad Financiera de ENACAL.



Ervin Barrera Rodríguez
Presidente Ejecutivo
ENACAL

CON FE Y
ESPERANZA!



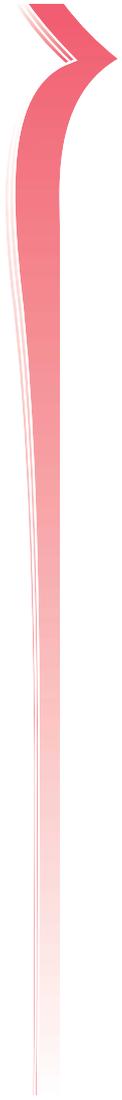
CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS ENACAL -
PRESIDENCIA EJECUTIVA, Dirección: km. 5 Carretera Sur - Teléfonos: 2253-8000
Ext.3001- 3004 Fax: 2266-7872, Email: ervin.barrada@enacal.com.ni

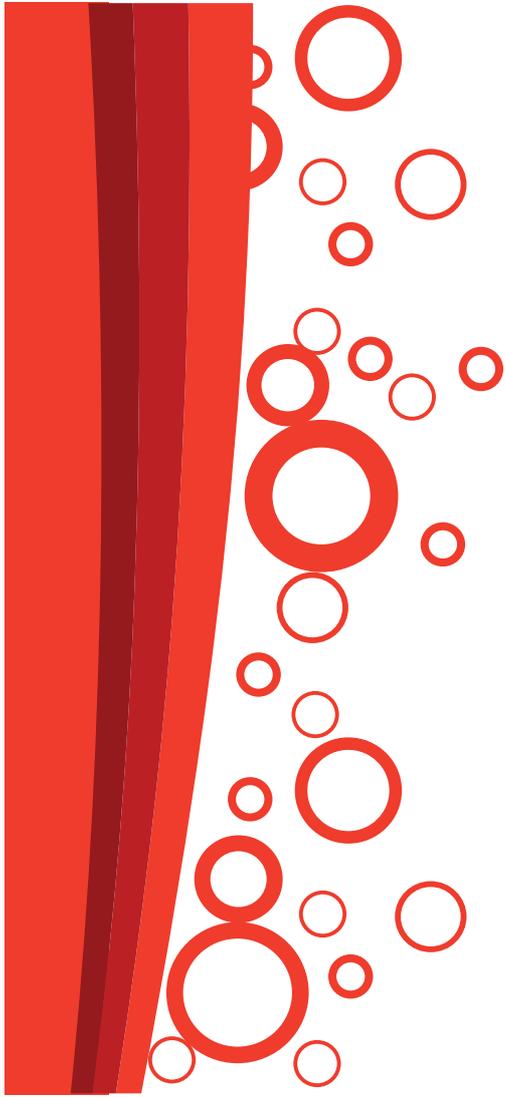
CONTENIDO

Capítulo 1	Introducción	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Objetivos del Plan Básico de Reducción de ANF	4
1.3	Para lograr la reducción de ANF	4
1.4	Uso del Plan Básico de Reducción de ANF	6
Capítulo 2	Metas de reducción de ANF	9
2.1	Definición de Agua No Facturada (ANF)	9
2.2	Situación actual de ANF en la ciudad de Managua	13
2.3	Evaluación de las pérdidas físicas	16
2.4	Evaluación de las pérdidas comerciales	21
2.5	Establecimiento de las metas de reducción de ANF	27
Capítulo 3	Política de macrosectorización y gestión descentralizada	29
3.1	Definición del macrosector	29
3.2	Objetivos de la macrosectorización	30
3.3	Gestión descentralizada	31
3.4	Utilización actual de los macrosectores	33
3.5	Creación de la Delegación Altamira	35
3.6	Creación de otras Delegaciones aparte de la de Altamira	38
3.7	Elaboración de balance hídrico por Delegaciones	38
3.8	Monitorio de operación de agua a nivel de Delegaciones	48
Capítulo 4	Política de microsectorización y métodos de utilización	53
4.1	Definición del microsector	53
4.2	Objetivos de microsectorización	55
4.3	Situación actual de los microsectores existentes	56
4.4	Medición del caudal mínimo nocturno de los microsectores	60
4.5	Actividades para la reducción de ANF en los microsectores existentes	61
Capítulo 5	Reforma organizativa e institucional	79
5.1	La necesidad de la reforma	79
5.2	Mejora del sistema organizacional de ENACAL	79

5.3	Gestión de ANF en las Delegaciones	83
5.4	Los roles del Comité de ANF	84
5.5	Los roles de las Delegaciones	85
5.6	Mejora del sistema de capacitación	88
Capítulo 6	Procedimientos de las actividades para la reducción de ANF física	89
6.1	Identificación de las áreas con severo problema de ANF a nivel de macrosectores	89
6.2	Identificación de las áreas con severo problema de ANF a nivel de microsectores	95
6.3	Priorización de las áreas para tomar las medidas	96
6.4	Construcción del Distrito Hidrométrico (DHM) y monitoreo de ANF	98
6.5	Detección de las pérdidas reales y reparación de las fugas	102
6.6	Renovación de las tuberías de suministro	115
6.7	Medidas contra las fugas en los acueductos de transmisión y en los tanques	116
6.8	Gestión de la presión	119
Capítulo 7	Procedimientos de las actividades para la reducción de ANF comercial	123
7.1	Reestructuración del catastro de usuarios y redefinición de las rutas de lectura	123
7.2	Optimización del proceso de facturación	126
7.3	Plan de renovación periódica de los medidores	137
7.4	Mejora de los medidores	141
7.5	Mejora de la precisión de lectura de medidores del cliente	147
Capítulo 8	Programa de acción de corto/medio/largo plazo	148
Capítulo 9	Fortalecimiento de la capacidad de recursos humanos	157
9.1	Introducción	157
9.2	Elaboración del Plan Anual de Capacitación	161
9.3	Implementación y operación de la capacitación	164
9.4	Documentos de referencia	171
Anexos		
1.	Situación actual del sistema de suministro de agua en la ciudad de Managua	
2.	Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación Altamira	
3.	Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación Portezuelo	
4.	Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación Sábana	
5.	Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación Asososca	



Capítulo 1
Introducción



Capítulo 1 Introducción

1.1 Antecedentes

El agua potable es necesaria e indispensable para la vida diaria de los seres humanos. La misión de la empresa de servicio de agua que suministra ese vital líquido es brindar un ambiente para que los usuarios puedan seguir utilizando el servicio de agua potable con confianza.

Para cumplir esta misión del negocio de servicio de agua, es necesario no sólo operar, mantener y administrar adecuadamente las instalaciones de agua potable sino también realizar una sana gestión empresarial del negocio de servicio de agua. Sobre todo, para lograr una sana gestión empresarial, se requiere implementar las medidas que eliminen los eventos causantes de los factores negativos y las que promuevan los eventos causantes de los factores positivos.

Nicaragua es un país con abundantes lluvias y fuentes de aguas subterráneas en comparación con otros países aledaños, sin embargo, la explotación de los recursos hídricos se ve afectada seriamente por el cambio climático a nivel global en los últimos años. Particularmente, la sequía a nivel nacional en el 2014 afectó enormemente las actividades socioeconómicas, obligando a ENACAL reconocer la fuerte necesidad de trabajar con los retos como el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos.

Es una responsabilidad requerida a la empresa de servicio de agua potable aprovechar eficientemente los limitados recursos hídricos, recuperar el costo necesario para el suministro de agua con los ingresos de la tarifa de agua y reinvertirlos para mantener las instalaciones en estado sano. Es decir, para una empresa de servicio de agua potable, es una tarea de máxima prioridad distribuir el agua obtenida de las fuentes de agua sin desperdiciarla, y de esta agua distribuida, reducir el "Agua No Facturada (ANF)" que incluye las fugas, el robo de agua y el agua no medida.

En el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) de ENACAL, la reducción de ANF es considerada como la tarea más importante, y esta política seguirá vigente.

Trabajar para la reducción de ANF es convertir la actual espiral negativa (Figura 1.1) en una espiral positiva (Figura 1.2).

La reducción de ANF no sólo genera el efecto en el volumen de agua, de crear nuevos recursos hídricos, sino también el efecto económico, de crear nuevas fuentes de ingresos. La reducción de las pérdidas físicas como las fugas, implica aumentar el volumen de agua como una nueva fuente de agua para abastecer a los usuarios, por ende, se puede reducir el costo de desarrollo de nuevas

fuentes de agua.

Por otro lado, la reducción de las pérdidas físicas contribuye a la reducción del costo de operaciones del sistema de agua potable, y la reducción de las pérdidas comerciales aumenta los ingresos provenientes del cobro de la tarifa.

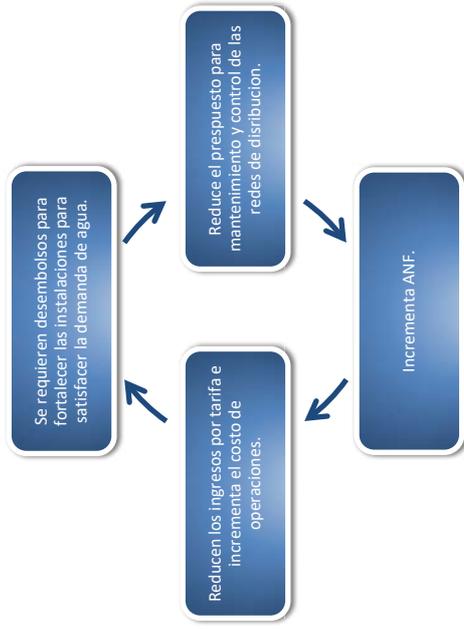


Figura 1.1 Espiral negativa alrededor de ANF

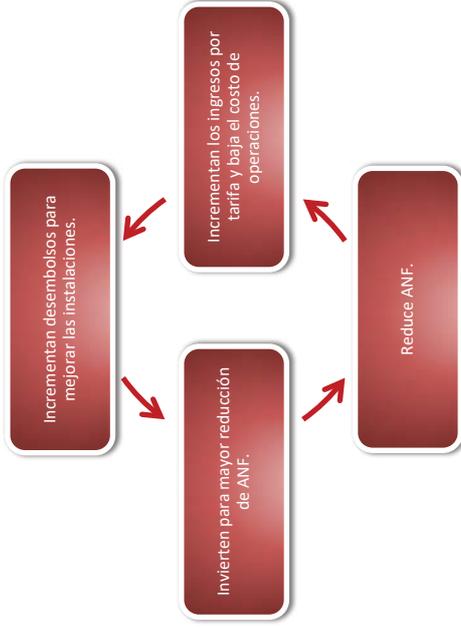


Figura 1.2 Espiral positiva alrededor de ANF

Para lograr esta primera estrategia que es la reducción de ANF, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) inició el proyecto de cooperación técnica para ENACAL, denominado como "Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada", a partir de enero del 2017. ENACAL aprovechó al máximo esta cooperación técnica y formuló el Plan Básico para reducir ANF de manera continua en la ciudad de Managua.

Este Plan Básico muestra clara y específicamente los procedimientos y métodos de reducción eficiente y efectiva de ANF en la ciudad de Managua, basándose en las lecciones aprendidas y conocimientos obtenidos a través de dos proyectos piloto, asimismo, señala el Plan de Acción concreto que debe tomar ENACAL para alcanzar las metas de reducción de ANF.

Por otro lado, para promover las acciones señaladas en este Plan, las Secciones encargadas deberán tomar como referencia los procedimientos técnicos y métodos concretos, los cuales están recopilados en el "Manual de Reducción de ANF" elaborado aparte.

Por lo tanto, se espera que los funcionarios de ENACAL que se dedican a las medidas de ANF utilicen efectivamente estas dos bibliografías y cumplan con sus responsabilidades requeridas como empleados de la empresa de servicio de agua.

1.2 Objetivos del Plan Básico de Reducción de ANF

Este plan fue formulado para brindar apoyo a los funcionarios de ENACAL para que comprendan los procedimientos y métodos de reducción de ANF en la ciudad de Managua y que elijan e implementen las medidas de ANF adecuadas según las circunstancias locales, además, para mostrar claramente en forma de plan anual las acciones que debe trabajar la institución hacia las metas establecidas.

1.3 Para lograr la reducción de ANF

Para reducir ANF, se debe tener cuidado con las medidas que piensan tomar. Estas deben ser adecuadas al nivel actual de ANF. Las empresas de servicio de agua de los países del mundo no logran alcanzar una reducción efectiva de ANF por las siguientes razones principales.

- Los funcionarios no entienden el nivel de importancia del problema.
- Falta el apoyo financiero.

- Falta la capacidad de los recursos humanos.
- El líder de la institución no está suficientemente interesado en ANF.

La gestión de ANF no son actividades temporales con un comienzo y un fin definido, son actividades permanentes que involucran todas las Secciones y continúan por mucho tiempo.

Por ello, es necesario que los líderes de todas las Secciones tengan derecho de acceso a los datos internos de la gestión empresarial de agua, comprendan la situación actual de ANF y que acondicionen el ambiente que permita monitorear constantemente cuales son los aportes de sus secciones, sea el área de operaciones, asuntos financieros o atención al cliente.

Se puede afirmar que la gestión de ANF es una gestión de operación del agua donde participan todas las Secciones de la institución.

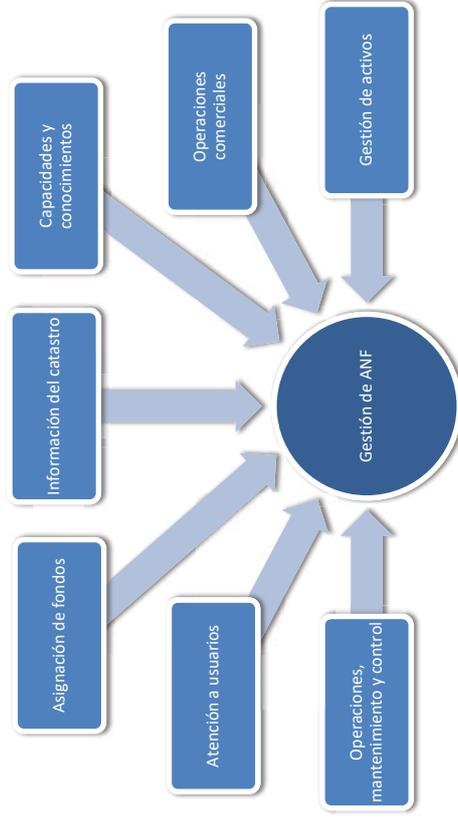


Figura 1.3 Relación de todas las Secciones con la gestión de ANF

La carencia de la gobernanza institucional también es un factor que impide la reducción de ANF.

Algunos funcionarios de nivel gerencial de la empresa de servicio de agua carecen de discrecionalidad, rendición de cuentas, habilidades técnicas y administrativas. Por ello, en la gestión empresarial de servicio de agua, se debe trabajar con un sinnúmero de retos institucionales como obstáculos políticos, capacidades técnicas insuficientes e infraestructuras obsoletas, entre otros.

Un diseño del proyecto insuficiente entorpece los esfuerzos para la reducción de ANF y produce la subvaloración en las medidas presupuestarias necesarias.

Para evitar estos eventos negativos, es necesario ir promoviendo las medidas de reducción de ANF cumpliendo el presente Plan Básico.

1.4 Uso del Plan Básico de Reducción de ANF

El presente “Plan Básico de Reducción de ANF” es el resumen de los procedimientos y métodos de reducción eficiente y efectiva de ANF en la ciudad de Managua para ENACAL. El “Manual de Reducción de ANF” es la recopilación de las técnicas y procedimientos específicos basados en lo dispuesto en el Plan que se deben emplear en las redes de distribución de la ciudad de Managua.

Básicamente, la naturaleza del Plan es la guía de teorías y procesos y la del Manual, la guía de técnicas prácticas.

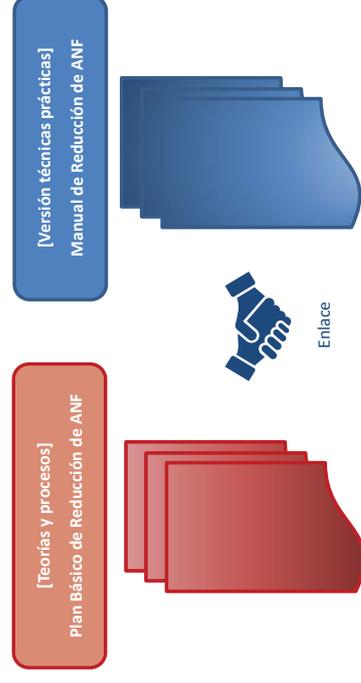


Figura 1.4 Relación de las guías

Lo que debe hacer primero ENACAL para desarrollar la reducción de ANF es adoptar el enfoque diagnóstico. Con esto, podrá implementar las medidas prácticas y factibles para resolver problemas. Como el primer paso para comprender las redes de distribución y la situación real de su operación, los asuntos que se deben esclarecer son los siguientes.

- ¿Cuántas pérdidas de agua se generan?
- ¿Dónde se generan las pérdidas?
- ¿Por qué se generan las pérdidas?
- ¿Cuáles son las estrategias que se puede introducir para reducir las pérdidas y mejorar el rendimiento?
- ¿De qué manera ENACAL podrá mantener las estrategias y sostener los logros obtenidos?

El presente Plan Básico de Reducción de ANF se utiliza como un plan estratégico para la reducción de ANF y sirve para orientar a los líderes de las Secciones y Delegaciones hacia la dirección correcta basándose en las teorías y metodologías comunes.

Las medidas necesarias para alcanzar las metas de reducción establecidas por la institución están descritas por separado como ANF física y ANF comercial. Se requiere que los líderes y funcionarios de las Secciones responsables comprendan suficientemente este lineamiento, se coordinen hacia una meta común, tomen las medidas y que monitoreen los resultados.

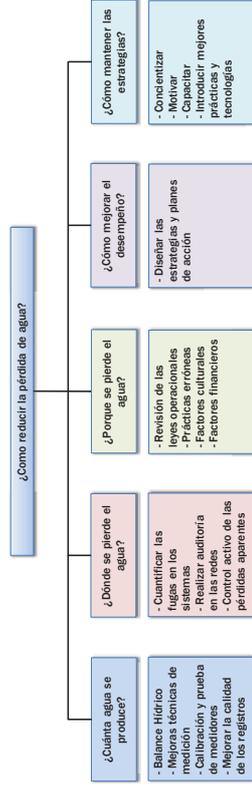
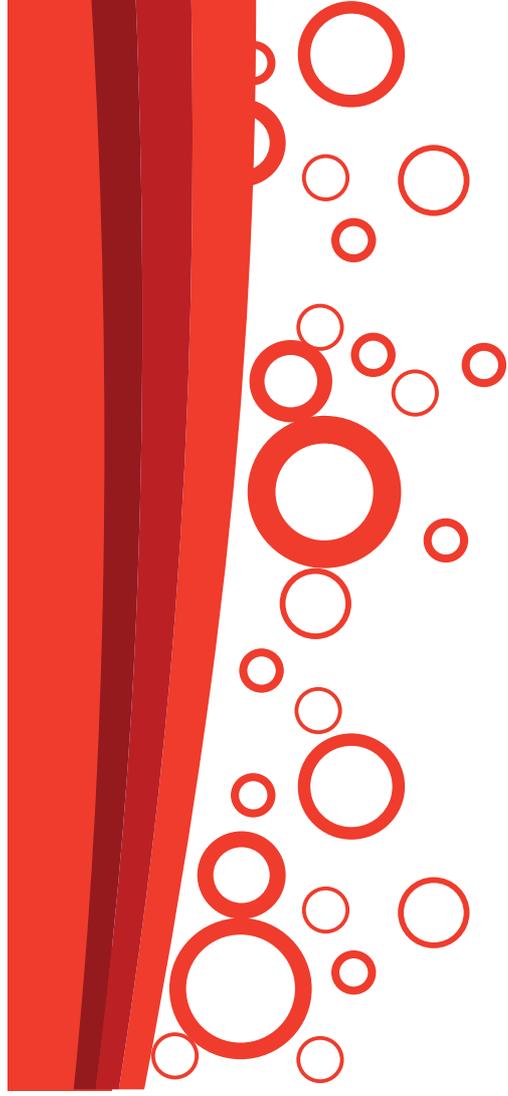


Figura 1.5 Mapa de ruta para la reducción de ANF

Capítulo 2
Metas de reducción de ANF



Capítulo 2 Metas de reducción de ANF

2.1 Definición de Agua No Facturada (ANF)

La definición del Agua No Facturada (ANF) estipulada por la Asociación Internacional del Agua (IWA) es la siguiente.

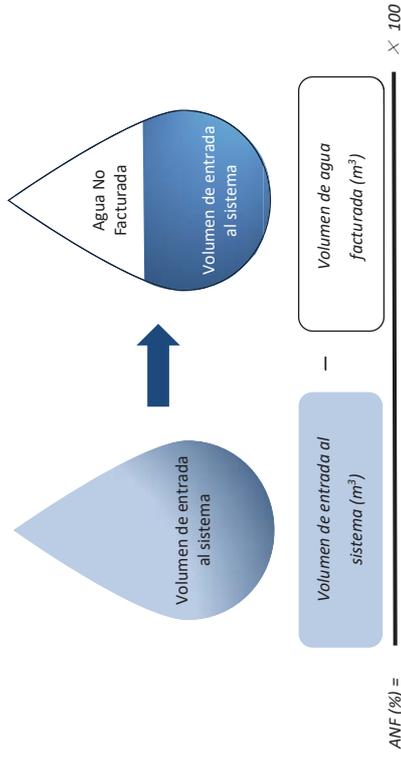


Figura 2.1. Definición de ANF

Volumen de entrada al sistema El "Volumen de entrada al sistema" es el volumen suministrado a los usuarios a través de las tuberías de distribución o sistemas. En caso de la ciudad de Managua, las fuentes de agua son pozos o laguna, y como no existe ninguna planta de tratamiento de agua, potabilizadora el "Volumen de entrada al sistema" puede ser reemplazado por el "Volumen de producción de agua". Sin embargo, en caso de las Delegaciones departamentales o regionales donde existen plantas de tratamiento sencillas, el "Volumen de entrada al sistema" es el volumen excepto el volumen consumido en la planta de tratamiento para su mantenimiento y control.

Volumen de agua facturada El "Volumen de agua facturada" es el volumen a facturar autorizado por la empresa, e incluye no sólo el volumen de los resultados de la lectura de medidores sino también el volumen estimado de la facturación. El período de contabilización del "Volumen de agua facturada" debe ser el mismo del "Volumen de entrada al sistema".

El primer paso para la reducción de ANF es comprender todo el panorama del sistema de agua potable. A los funcionarios en posición de revisar las medidas, se les requiere elaborar una tabla de balance hídrico.

La elaboración de este balance hídrico permite comprender de manera integral la envergadura, las causas, el costo necesario, etc. de ANF del sector a su cargo.

La IWA recomienda la siguiente Tabla de balance hídrico estándar.

Tabla 2.1. Tabla de balance hídrico que muestra la composición de ANF

Volumen de entrada al sistema	Consumo facturado autorizado	Consumo facturado medido	Agua facturada
	Consumo no facturado autorizado	Consumo no facturado no medido	Consumo no facturado medido
Pérdidas de agua	Pérdidas aparentes (comerciales)	Consumo no suministrado a las áreas específicas tales como barrios pobres, refugios etc.)	Agua no facturada
		Consumo no facturado no medido (Consumo requerido para la operación y mantenimiento de servicios)	
	Pérdidas reales (físicas)	Consumo no autorizado (Consumo por conexiones ilegales)	Agua no facturada
		Errores de micromedidores y errores en el manejo de datos	
		Fugas en acueductos y tuberías de distribución	
		Fugas y rebose en reservorios	
		Fugas en tuberías de acometida y medidores de usuario	

Fuente: Indicadores de Rendimiento / Primera Edición 2000, IWA

No obstante, en los últimos años, se han realizado investigaciones sobre las pérdidas aparentes, y considerando las circunstancias especiales de los países, se permite la idea de segmentar el consumo medido facturado y las pérdidas aparentes como la siguiente:

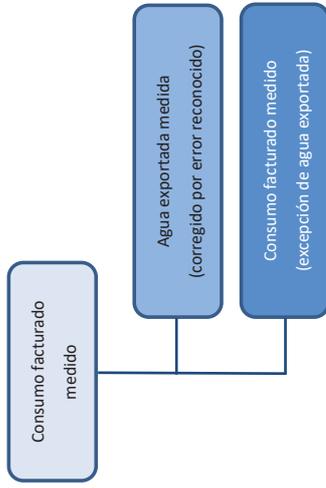


Figura 2.2 Segmentación del consumo medido facturado

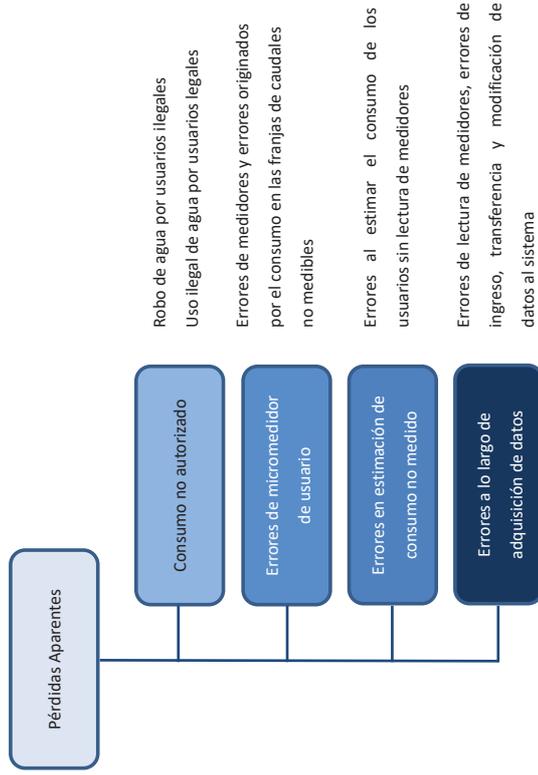


Figura 2.3 Segmentación de las pérdidas aparentes

El balance hídrico según la IWA se basa en el valor técnico que es el volumen de agua y no contempla los factores comerciales como el monto actual de la tarifa. Algunas empresas de agua anotan en el balance hídrico el “volumen facturado y cobrado” separando del “volumen facturado

pero no cobrado”. Esta práctica es útil como indicador de negocios a lo interno de la empresa, sin embargo, no es adecuada como aplicación universal. Lógicamente, el período de medición del volumen facturado y el período de cobro/pago son cosas diferentes, y esto causa confusiones.

Por ejemplo, cuando se abastece de agua potable una zona donde habitan personas de bajos ingresos sin capacidad de pagar la tarifa de agua, si se factura, los valores de ANF se registran bajos, pero la tarifa no cobrada va acumulándose. En el balance hídrico se registran cifras favorables, sin embargo, no es favorable como negocio de una empresa.

Por esta razón, cuando se piensa en el negocio de la empresa, es importante no enfocarse únicamente en la reducción de la tasa de ANF sino también monitorear simultáneamente la tasa de recuperación de la tarifa y señalarla como un indicador de rendimiento, aunque no es prudente compararla en el mismo balance hídrico.

Los componentes de las pérdidas aparentes son cuatro:

- Consumo no autorizado
- Errores de medidores de usuario
- Errores en estimación de consumo no medido
- Errores a lo largo de adquisición de datos

Es extremadamente difícil calcular exactamente el porcentaje de cada rubro. Por ejemplo, la tolerancia de un medidor abarca el rango positivo y negativo, y algunas veces calcula un consumo excesivo. En otras ocasiones, estima un consumo excesivo a un usuario sin medidor.

Por consiguiente, bajo la circunstancia actual donde se utilizan medidores de baja confiabilidad o existen muchos usuarios sin lectura de medidores, se adopta un método para estimar un cierto porcentaje sobre el consumo facturado medido y considerarlo como pérdidas comerciales, tomando como referencia el caso del proyecto piloto. No obstante, cuando se puede mostrar claramente el porcentaje de cada rubro con justificaciones, indudablemente, es recomendable calcularse de manera individual.

2.2 Situación actual de ANF en la ciudad de Managua

La siguiente Tabla 2.2 muestra los indicadores del negocio de servicio de agua en la ciudad de Managua del 2014 al 2016.

Los indicadores que representa el rendimiento del negocio de servicio de agua (indicadores de rendimiento) se calculan basándose en los parámetros obtenidos tanto operativos como comerciales, y uno de estos indicadores es la tasa de ANF.



Fuente: Datos proporcionados por la Gerencia de Operación y la Gerencia Comercial

Figura 2.4 ANF de la ciudad de Managua

La tasa de ANF es fácil de calcular y para cualquier tercero es intuitivamente comprensible. Sin embargo, cuando se maneja esta tasa como indicador de rendimiento de la empresa de agua, podría provocar una interpretación errónea.

La tasa de ANF es un valor que incluye tanto las pérdidas físicas como las pérdidas comerciales, y con sólo esta tasa no se puede identificar exactamente los problemas del negocio de agua. Además, en una empresa donde el agua se suministra a baja presión, con muchos consumidores grandes y con limitado horario de abastecimiento, existe la posibilidad de que se calcule baja tasa de ANF y que se equivoque la evaluación del rendimiento como negocio de agua.

A pesar de todo, la tasa de ANF es conveniente para motivar a las partes interesadas para que tomen las medidas y es un indicador válido para mostrar el nivel de mejoramiento de la gestión empresarial de cada ejercicio comercial. Asimismo, se puede usar como un "indicador de desarrollo sostenible" para evaluar el nivel de utilización efectiva de los recursos hídricos.

2.3 Evaluación de las pérdidas físicas

Una vez elaborada la Tabla de balance hídrico, se logra cuantificar los componentes de ANF, se puede evaluar las pérdidas físicas y las pérdidas comerciales respectivamente utilizando los indicadores de rendimiento.

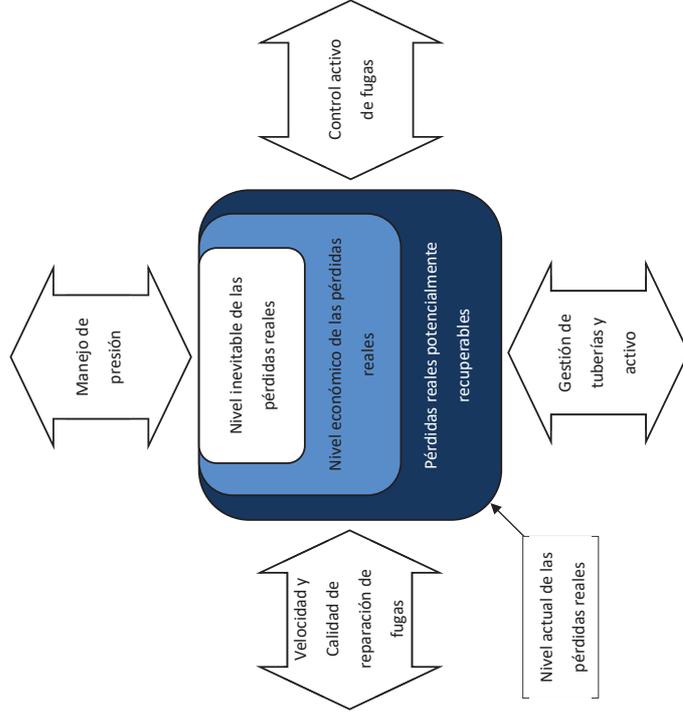


Figura 2.5 Esquema dinámica de las pérdidas reales

Los indicadores de rendimiento de las pérdidas físicas son los siguientes.

Categoría 1	Categoría 2	Parámetros	Unidad	Año			Observaciones	Utilidad como Punto de Referencia
				2014	2015	2016		
Parámetros Operacionales								
(1)		Producción de Agua	m3	175,346,868	179,219,865	186,676,110		
(2)		Longitud de tuberías en la red	km	2,415	2,415	2,415		Estimación en 2014
Parámetros Comerciales								
(3)		Producción Total en Managua	No.	1,033,870	1,039,290	1,039,290		Año 2005
(4)		Número de personas por vivienda	No. viviendas	5.3	5.3	5.3		Censo 2005
(5)		Número de Conexiones Activas	No.	205,631	210,478	213,971		
(6)		Número de medidores en buen estado	No.	120,345	132,847	140,135		
(7)		Volumen de agua facturada	m3/no	83,915,161	83,915,161	84,185,454		
(8)		Monto de facturación	CS/no	1,035,048,166	1,035,048,166	1,180,854,423		
(9)		Monto de recuperación	CS/no	755,915,600	775,211,704	1,026,925,630		
Parámetros Energéticos (Estaciones de Bombeo y Pisos)								
(10)		Consumo de energía del Distribuidor	MWh/año	73,092,266	76,610,218	100,387,310		
(11)		Consumo de energía del generador	MWh/año	62,773,310	62,473,225	42,089,279		
(12)		Consumo total de energía	MWh/año	135,865,576	139,086,443	142,476,589		
(13)		Gasto en energía del Distribuidor	CS/año	375,350,819	336,486,471	268,334,539		
(14)		Gasto en energía del generador	CS/año	141,319,332	134,917,164	100,167,333		
(15)		Gasto total de energía	CS/año	524,444,656	479,124,428	374,110,207		Se paga hasta Sep/Oct/2016
(16)		Consumo específico de energía por agua producida	MWh/m3	0.77	0.78	0.76		
(17)		Costo específico de compra por Distribuidor	CS/MWh	5.14	5.14	4.39		
(18)		Costo específico de compra por generador	CS/MWh	1.81	1.81	2.38		Se paga hasta Oct/2016
Parámetros Administrativos								
(19)		Gasto de consumo de energía	CS	561,506,105	494,767,810	448,637,257		
(20)		Depreciación	CS	50,565,889	51,901,935	70,274,242		
(21)		Gasto de operación y otros gastos	CS	668,038,006	609,277,124	1,274,705,813		
(22)		Gasto operativo total	CS	1,280,110,006	1,155,886,869	1,793,618,312		
(23)		Otros gastos	CS	312,040,308	100,133,914	47,089,778		
(24)		Gasto total	CS	1,592,150,313	1,256,020,783	1,840,688,090		
(25)		Número de funcionarios (MJC/CL/Managua)	No.	-	-	1,287		
Indicadores como Línea de Base								
(26)		Volumen de Agua No Facturada	m3/año	91,823,293	95,308,413	102,490,296		
(27)		Tasa de Agua No Facturada	%	52.4	53.2	54.9		
(28)		Volumen de ANF por conexión por día	m3/conex./día	1.23	1.24	1.31		
(29)		Tasa de microconexión	%	58.5	63.1	65.5		
(30)		Tasa de Cobranza	%	-	74.9	87.0		
(31)		Costo de energía de bombeo por agua producida	CS/m3	2.87	2.87	2.00		
(32)		Costo de Producción de Agua (Péf.)	CS/m3	9.1	7.6	9.9		
(33)		Costo Unitario de Suministro de Agua (Péf.)	CS/m3	19.1	15.6	21.9		
Aspectos Técnicos								
(34)		Medidas contra ANF	m3/año	92,308,413	95,308,413	102,490,296		
Aspectos No Técnicos								
(35)		Etiqueta	No./1000 conex.	-	-	6.0		
(36)		Gestión Financiera						
(37)		Costo Unitario de Suministro de Agua (Péf.)	CS/m3	19.1	15.6	21.9		
(38)		Costo de Producción de Agua (Péf.)	CS/m3	9.1	7.6	9.9		
(39)		Costo de energía de bombeo por agua producida	CS/m3	2.87	2.87	2.00		
(40)		Tasa de Cobranza	%	-	74.9	87.0		
(41)		Nivel actual de las pérdidas reales						

Tabla 2.2 Parámetros de la operación del servicio de agua

(1) Pérdidas Reales Anuales Actuales (PRAA)

$$PRAA \text{ (Litros/día)} = \frac{\text{Pérdidas reales anuales (m}^3\text{/año)}}{\text{Número de días en los que el sistema está presurizado}} \times 1000$$

(2) Pérdidas reales por conexión

$$Q_{\text{red}} \text{ (Litros/conexión/día)} = \frac{\text{Pérdidas Reales Anuales Actuales (PRAA)}}{\text{Número de conexiones de servicio}}$$

Cabe señalar que para las zonas de baja densidad de conexiones con respecto a la longitud de tuberías de distribución (menos de 20 conexiones/km), la IWA recomienda el uso de la longitud total de tuberías de distribución (L/km/día) en el indicador en vez de usar el número de conexiones. De todas maneras, no es el caso de la ciudad de Managua.

(3) IFI: Índice de Fugas Infraestructurales

El IFI es el valor recomendado por la IWA como indicador de vulnerabilidad de tuberías de distribución. Para calcular esto, se calcula previamente las PRAI (Pérdidas Reales Anuales Inevitables) con la siguiente fórmula.

$$PRAI \text{ (Litros/día)} = (18 \times L_m + 0.8 \times N_c + 25 \times L_c) \times P$$

L_m : Longitud total de tuberías de distribución (km)

N_c : Número de conexiones de servicio

L_c : Longitud total de tubería de acometida (km)

$$= \text{Longitud promedio por conexión (km/conex.)} \times \text{Número de conexión}$$

P : Presión operativa promedio (m-H₂O)

Las PRAI indican el volumen mínimo que ya no se puede reducir más aunque se implemente cualquier medida contra las fugas. Se habla de que en cualquier empresa de agua esta cifra es alrededor de 2-4% del volumen total de distribución, por lo que se puede considerar como volumen de fugas permisible.

El IFI se obtiene dividiendo el volumen de pérdidas reales (PRAA) anteriormente mencionado entre este valor PRAI, y se utiliza para determinar el nivel de mantenimiento sano de las redes de tuberías distribuidas.

$$IFI = \frac{\text{Pérdidas Reales Anuales Actuales (PRAA)}}{\text{Pérdidas Reales Anuales Inevitables (PRAI)}}$$

Según el informe del Grupo de Trabajo de la IWA, se puede aplicar la comparación de valores de IFE en los sistemas relativamente grandes como a nivel nacional, municipal, macrosectores, etc. Las condiciones de su aplicación son las siguientes:

Número de conexiones : Más de 3,000 conexiones. Sin restricciones de densidad.

Promedio de presiones de suministro : Más de 25 m-H₂O

En caso de una red de distribución idónea sin ningún problema, se obtiene el IFI=1.0, aunque es un índice netamente técnico y la meta última. Es un valor imposible en la realidad ya que ignora la relación costo-efectividad, por lo que no es necesario pretender alcanzar este nivel.

Una vez establecidos el IFI actual y el valor meta, se utiliza la siguiente matriz según el valor del IFI y el promedio de presiones de suministro para determinar la meta de las pérdidas físicas.

Tabla 2.3 Meta de las pérdidas físicas

Categoría de desempeño técnico	IFI	Meta de pérdidas físicas (Litros/conexión/día) según rango de presión promedio de:				
		10m	20m	30m	40m	50m
País en desarrollo	De 1 a 2	< 50	< 75	< 100	< 125	
	De 2 a 4	50 – 100	75 – 150	100 – 200	125 – 250	
	De 4 a 8	100 – 200	150 – 300	200 – 400	250 – 500	
	Mayor a 8	> 200	> 300	> 400	> 500	
País en desarrollo	De 1 a 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	De 4 a 8	50 – 100	100 – 200	150 – 300	200 – 400	250 – 500
	De 8 a 16	100 – 200	200 – 400	300 – 600	400 – 800	500 – 1000
Mayor a 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000	

Fuente: Roland Liemberger, Conferencia sobre las Fugas, IWA, 2005

- Categoría A** Excelente. Una mayor reducción de las pérdidas puede ser no económica, a menos que haya escasez; un análisis cuidadoso requerido para identificar la mejora de la relación costo-efectividad
- Categoría B** Potencial para mejoras notables; considerar la gestión de la presión; una mejor práctica activa para el control de las fugas y un mejor mantenimiento de las redes
- Categoría C** Deficiente registro de fugas; tolerable sólo si el agua es abundante y barata; aun así, analizar el nivel y la naturaleza de las fugas e intensificar los esfuerzos de reducción de fugas
- Categoría D** Altamente ineficiente; es imperativo formular programas de reducción de fugas y con alta prioridad

(4) Datos del proyecto piloto

Durante los años 2017-2019, se realizó el proyecto piloto en dos áreas. Como resultado, se comprobó que las pérdidas comerciales en el volumen de pérdidas son un factor importante, al igual que las pérdidas físicas. Aunque no se llegó a calcular el porcentaje exacto de ambas pérdidas, se estimó que las pérdidas físicas ocupaban alrededor del 60% del volumen total de las pérdidas. Bajo estas condiciones se realizó la evaluación de las pérdidas físicas en dos áreas del proyecto piloto. Los resultados son los siguientes.

Los valores del IFI señalados aquí son valores de referencia, son cálculos tentativos para estimar la situación actual de la ciudad de Managua. Las áreas piloto son unidades muy pequeñas, por lo que habría que evitar el cálculo en otros microsectores utilizando los valores de estas áreas y comparar los dos valores.

Tabla 2.4 Evaluación de las pérdidas físicas en las áreas piloto

Sitio	Nro. de Conexión (conex.)	Longitud de tubería de distribución (km)	Longitud de tubería de acometida (km)	Presión del agua (m)	Antes de Acción Correctiva			Pérdida real (L/con/día)	PRAI (m ³ /h)	IFI
					Pérdida total del agua (m ³ /h)	Pérdida real (m ³ /h)	Pérdida comercial (m ³ /h)			
AZA No.3	1324	13.70	3.97	35	40.30	24.20	16.10	438.7	2.05	8.9
M5 No.61	990	7.74	2.97	25	18.66	11.20	7.46	271.5	1.05	10.7

Fuente: Informe del Proyecto de Cooperación Técnica por JICA - ProGestión

Como se indica la Tabla arriba mencionada, el IFI del área piloto se encuentra en el rango de 8-11 y se ubica en el rango C según la categoría de la Tabla 2.3. Sería pertinente establecer una

meta de reducción de las pérdidas reales de 200-300L/conex/día por el momento y en el futuro subir el IFI al rango B.

2.4 Evaluación de las pérdidas comerciales

En el pasado, en la evaluación de las pérdidas comerciales, se analizó la pertinencia de establecer un volumen mínimo similar a las PRAI (Pérdidas Reales Anuales Inevitables) de las pérdidas físicas, no obstante, debido a los distintos antecedentes económicos y sociales de diferentes empresas, no se llegó a mostrar un índice común.

[Información]

El borrador de las Notas de Guía de Pérdidas Aparentes fue elaborado entre noviembre del 2007 y abril del 2010 por algunos miembros del grupo de expertos de la IWA (WISLG), sin embargo, no está aprobado como documento oficial. Posteriormente, en 2016, los principales autores se dedicaron a actualizar la información y publicaron la versión actualizada de las Notas de Guía.
Una serie de estos informes están disponible gratuitamente en la página Web de LEAKSuite.

En el Informe de Indicadores de Rendimiento (Performance Indicators Report: Alegre et al, 2000) publicado por IWA, se recomendó utilizar el mismo indicador de consumo autorizado (m^3 /conexión/año) como indicador de las pérdidas aparentes.

Posteriormente, en la segunda actualización del 2006, como método de cálculo de las pérdidas aparentes, se propuso mostrar el volumen con el porcentaje (%) sobre el agua suministrada en caso del sistema de abastecimiento por redes de distribución.

Sin embargo, cuestionaron la pertinencia de estos procesos de modificación ya que fueron desarrollados sin participación del Grupo de Trabajo de Pérdidas de Agua de la IWA.

En el año 2007, el Grupo de Trabajo nuevamente reconoció la necesidad de mostrar los indicadores de pérdidas aparentes y comenzaron a revisar. Los indicadores de pérdidas aparentes del presente "Plan Básico de Reducción de ANF" se basan en la propuesta de las "Notas de Guía de Pérdidas Aparentes y Planificación de la Reducción de Fugas (15 de septiembre del 2016).

Para determinar los indicadores de pérdidas reales, ya existe un indicador generalmente conocido llamado IFI (Índice de Fugas de Infraestructura), por lo que evidentemente no se debe utilizar el "porcentaje (%) sobre el volumen de entrada al sistema" con fines evaluativos de la eficiencia de las redes de distribución. Es decir, el parámetro propio del sistema del que dependen directamente las pérdidas reales no es el volumen de entrada sino la longitud de tuberías, el número de

conexiones, la presión de suministro, etc.

En caso de las pérdidas aparentes también se adopta esta idea, y el porcentaje sobre el volumen de entrada no tiene ningún sentido.

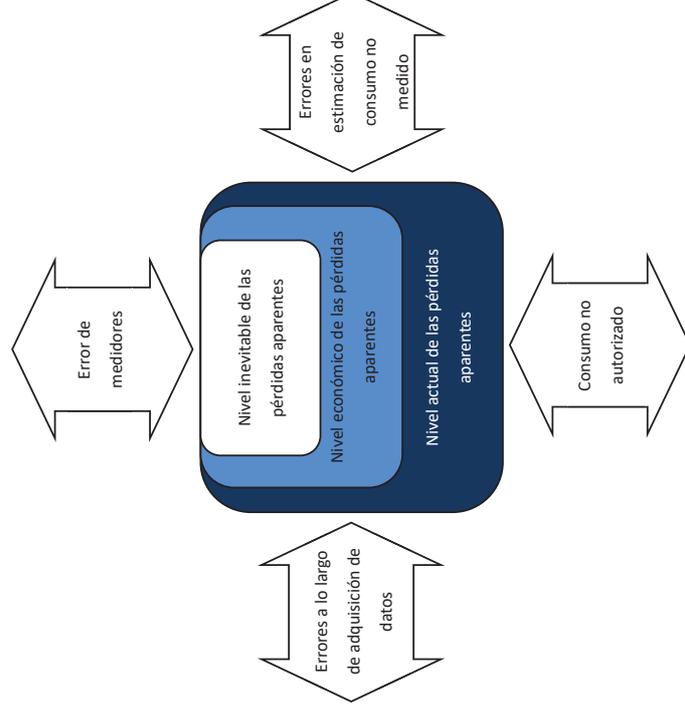


Figura 2.6 Esquema dinámico de las pérdidas aparentes

Las pérdidas aparentes no están vinculadas directamente con el número de conexiones ni la longitud de tuberías, pero existe un vínculo directo con el consumo facturado.

En otras palabras, se puede interpretar que el verdadero consumo de agua para los usuarios es la suma del consumo facturado autorizado y las pérdidas aparentes, por lo que es pertinente evaluar las pérdidas aparentes utilizando el porcentaje (%) sobre el consumo facturado autorizado (se excluye el agua exportada).

(1) Método de estimación de las pérdidas aparentes

Existen dos métodos para dividir el volumen de pérdidas en pérdidas reales y pérdidas aparentes.

【Método de arriba hacia abajo】

Este método se basa en el consumo facturado medido y se calcula suponiendo un cierto porcentaje de esto como Pérdidas Aparentes Anuales Actuales (PAAA). El consumo facturado medido se puede obtener de los datos del volumen facturado. Restando del volumen de pérdidas el valor de las Pérdidas Aparentes Anuales Actuales (PAAA), se obtiene las Pérdidas Reales Anuales Actuales (PRAA).

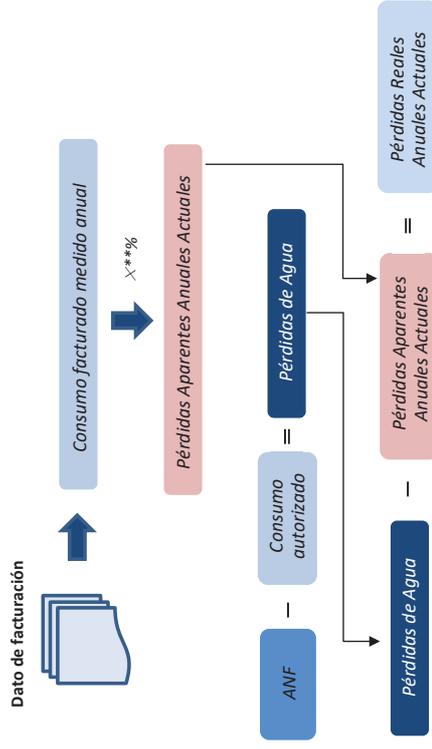


Figura 2.7 Imagen ilustrativa del método de arriba hacia abajo

【Método de abajo hacia arriba】

En este método, inicialmente se calcula la Pérdida Real Actual Anual (PRAA) a través del análisis del Caudal Mínimo Nocturno (Q_{nmf}), luego, restando este valor obtenido del volumen de pérdidas, se obtiene la Pérdida Aparente Actual Anual (PAAA).

El método de abajo hacia arriba tiene diversas restricciones, por lo que en muchas ocasiones se utiliza el método de arriba hacia abajo.

Para utilizar el método de abajo hacia arriba, es necesario construir un Distrito Hidrométrico (DHM) hidráulicamente independiente en la red de distribución y preparar los equipos de medición del Caudal Mínimo Nocturno (Q_{nmf}). Asimismo, se requiere una enorme labor para calcular exactamente las pérdidas reales, ya que el Q_{nmf} contiene el consumo ilegal de agua y el consumo nocturno.

Además, existe el riesgo de que las pérdidas reales estimadas a partir de Q_{nmf} contengan el volumen verdaderamente utilizado, ya que los medidores utilizados en las franjas de microcaudales no detectan el consumo.

(2) Índice de Pérdidas Aparentes

Referente a los indicadores para evaluar las pérdidas aparentes, el Grupo de Trabajo de la IWA continúa investigando y propuso el siguiente índice en el informe publicado en septiembre del 2016 (Notas de Guía de Pérdidas Aparentes y Planificación de la Reducción de Fugas).

[IPA: Índice de Pérdidas Aparentes]

$$IPA = \frac{\text{Pérdidas Aparentes Anuales Actuales (PAAA)}}{\text{Pérdidas Aparentes Actuales de Referencia (PAAR)}}$$

PAAA: Pérdida Aparente Actual Anual

$$PAAA \text{ (m}^3/\text{día)} = \frac{\text{Pérdida aparente anual (m}^3/\text{año)}}{\text{Número de días en los que el sistema está presurizado}}$$

PAAR: Pérdida Aparente Anual de Referencia

$$PAAR = \text{Consumo facturado medido autorizado (m}^3/\text{día)} \times 5\%$$

La PAAR es un parámetro adoptado estableciendo las siguientes condiciones de una empresa con una buena gestión. Esto no significa que esto es el límite inferior que no se puede bajar más.

- El volumen de errores de lectura puede reducir hasta el 4% del consumo medido autorizado.
- El consumo no autorizado puede reducir a menos de 1% del consumo autorizado.
- Otros elementos relacionados con las pérdidas aparentes están bajo control.

Muchos países registran muy alto IPA. Los factores son la mala gestión de los medidores y la gran cantidad de consumo de agua por usuarios ilegales. Frecuentemente se observan casos del IPA superior al 5. Sin embargo, si existe una buena gestión de medidores y usuarios, el IPA es inferior al 1.

(3) Datos del proyecto piloto

Los resultados del proyecto piloto realizado junto con JICA dejaron suponer que las pérdidas comerciales ocupaban alrededor del 40% del volumen total de pérdidas. Basándose en esta premisa, se calculó el IPA en ambas áreas piloto como lo siguiente:

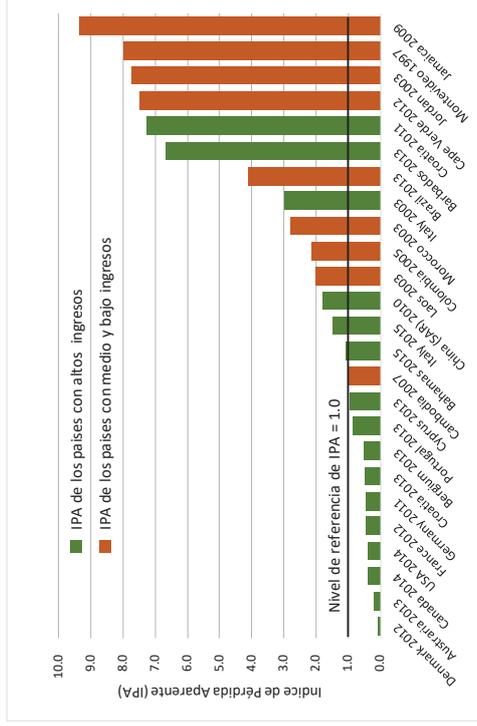
Tabla 2.5 Evaluación de las pérdidas comerciales en las áreas piloto

Sitio	Antes de Acción Correctiva		Pérdida comercial (PAAA) (m ³ /día)	(Nota) Consumos medidos autorizados (a) (m ³ /día)	Pérdida Anual de Referencia (PAAR)=(a)*0.05 (m ³ /día)	Índice de Pérdida Aparente (IPA) =PAAA / PAAR
	Pérdida total del agua (m ³ /h)	Pérdida real (m ³ /h)				
AZA No.3	40.30	24.20	16.10	386.4	964.8	48.2
MS No.61	18.66	11.20	7.46	179.0	792.0	39.6

Nota 1: Consumo medido autorizado en AZA No.3: 27,982 m³ en 29 días (Septiembre 2017)

Nota 2: Consumo medido autorizado en MS No.61: 23,758 m³ en 30 días (Septiembre 2018)

Fuente: Informe del Proyecto de Cooperación Técnica por JICA – ProGestión



Fuente: Notas de Guía de Pérdidas Aparentes y Planificación de la Reducción de Fugas (15 de septiembre del 2016)

Figura 2.8 Ejemplo de muestra sobre Índice de Pérdida Aparente

2.5 Establecimiento de las metas de reducción de ANF

En la planificación de las estrategias de reducción de ANF, se debe establecer las metas de ANF en su totalidad considerando otras metas estratégicas que posee ENACAL, las políticas del sector de agua, lo que contribuye complementariamente a la reducción de ANF o lo que impide.

Las metas de reducción de ANF suelen ser establecidas sin considerar el análisis de costo-beneficio o la factibilidad, sin embargo, identificar el nivel económico de ANF es un trabajo importante y es necesario considerarlo siempre en el establecimiento de las metas de reducción de ANF. La relación entre el costo de medidas de ANF y los beneficios económicos se puede mostrar de la siguiente manera.

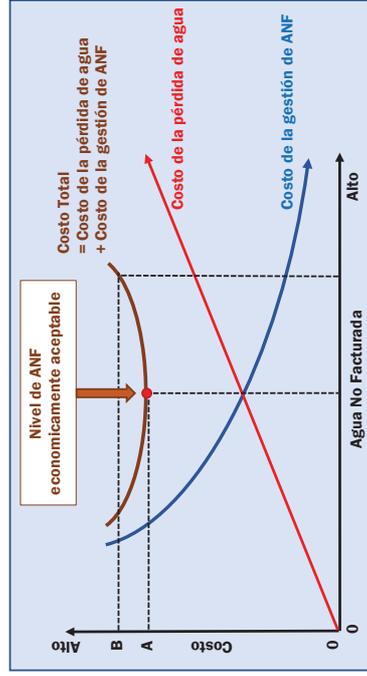


Figura 2.9 Equilibrio entre las medidas de ANF y la relación costo-efectividad

Costo de la pérdida de agua Se calcula tanto de las pérdidas físicas como de las pérdidas comerciales. Cuando aumenta ANF, aumenta este costo también.

Pérdidas físicas = Volumen de pérdidas físicas × Costo de producción

Pérdidas comerciales = Volumen de pérdidas comerciales × Costo unitario promedio de la tarifa

Costo de la gestión de ANF Costo para reducir ANF (equipos y materiales, mano de obra, transporte, etc.). Cuando disminuye ANF, aumenta este costo.

Sumando estos dos tipos de costos, se obtiene el costo total y es la tasa de ANF económicamente permisible con el menor nivel de ANF. Por consiguiente, cuando se analizan las medidas de ANF, es importante revisar el nivel de ANF que se pretende lograr desde la perspectiva económica, y obviamente no es necesario pretender lograr un bajo nivel de la tasa de ANF.

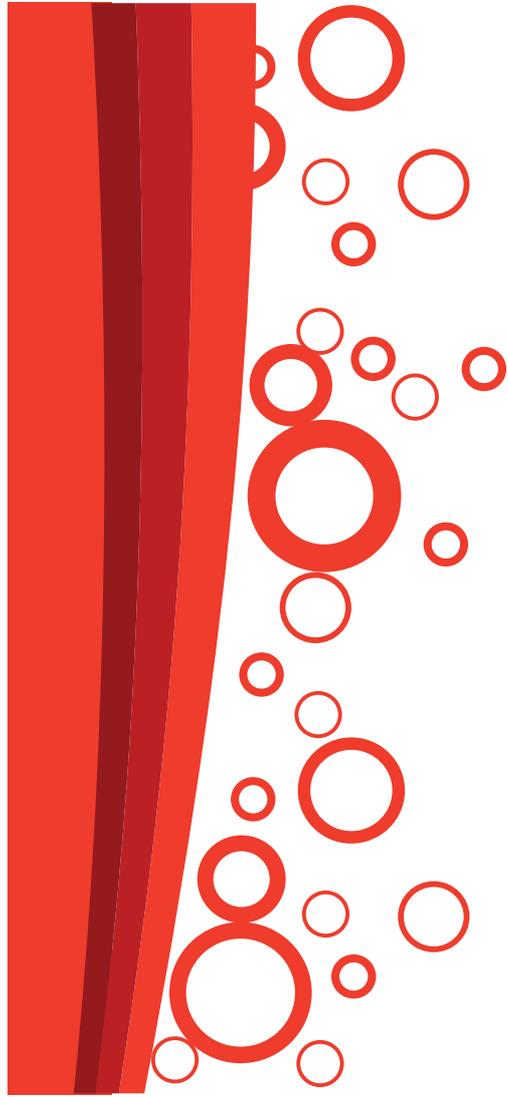
En el proyecto piloto realizado durante los años 2017-2019, se logró disminuir la tasa de ANF en AZA No.3 y MS No.61 hasta 38% y 17% respectivamente y se comprobó suficiente efectividad en la relación costo-efectividad.

En general, económicamente el umbral de rentabilidad de la tasa de ANF tiende a ser alrededor del 15-20%, por lo que hasta acercarse a este nivel se recomienda implementar las medidas sin considerar mucho la relación costo-efectividad.

En base a las revisiones anteriores, se establecen las siguientes metas de reducción de ANF en la ciudad de Managua.

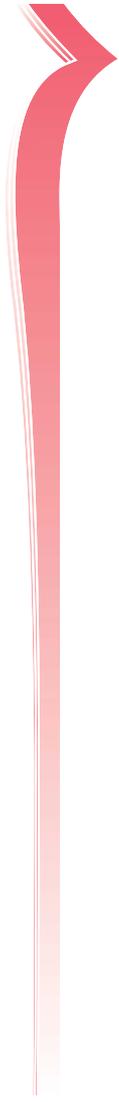
Tabla 2.6 Meta estratégica de índice promedio de ANF a nivel Managua

Índices	Línea de base en 2016	Meta estratégica en futuro		
		2025	2030	2035
Tasa de ANF(%)	54.9	45.0	30.0	25.0
Pérdidas Físicas				
Pérdidas Reales Anuales por conexión(Litros/conex./día)	-	500	400	200
Índice de Fugas de Infraestructura (IFI)	-	6.0	5.0	4.0
Pérdidas Comerciales				
Índice de Pérdidas Aparentes (IPA)	-	5.0	4.5	4.0



Capítulo 3

Política de macrosectorización y gestión descentralizada



Capítulo 3 Política de macrosectorización y gestión descentralizada

3.1 Definición del macrosector

En el presente plan, el macrosector se define como lo siguiente.

Macrosector

Un macrosector es una unidad del área de red de distribución hasta donde llega el agua suministrada desde la fuente o el tanque de agua, y es un sector donde se controla el volumen de distribución y el consumo generado en esa área por medio de instrumentos de medición.

Macrosectorización

Es un proceso de construcción de macrosectores donde se consideran las condiciones naturales como la ubicación, tamaño, capacidad y topografía de las fuentes de agua, así como las condiciones socioeconómicas como los tipos de usuarios, volumen de demanda del agua y densidad poblacional, con el objetivo de lograr una distribución eficiente con pocas pérdidas de energías basándose en la revisión hidráulica. El número de conexiones estándar de un macrosector es de unos 20,000, aunque varía dependiendo de la densidad poblacional o condiciones locales.

【Condiciones complementarias】

- Se permiten tuberías de conexión entre los macrosectores colindantes para corregir la desigualdad de las condiciones locales de abastecimiento o para distribuir el agua en caso de accidentes o desastres.
- Cuando los macrosectores colindantes están conectados, se debe instalar equipos que permitan medir constantemente el caudal de entrada o salida de ambos macrosectores.
- Cuando los macrosectores colindantes están conectados, se debe instalar válvulas que permitan controlar el volumen de agua entre ambos macrosectores.
- El caudal de entrada y salida de ambos macrosectores debe ser medido y registrado en un intervalo previamente establecido y coincidente con el período de monitoreo del volumen de distribución y el volumen facturado.

3.2 Objetivos de la macrosectorización

Los objetivos de la macrosectorización son los siguientes.

- Facilitar la operación de distribución por sectores y aumentar la independencia, interdependencia y simplicidad de la gestión de distribución.
- Intentar adecuar e igualar la presión de distribución dentro del sector y mejorar el servicio de suministro de agua.
- Monitorear constantemente el volumen suministrado en el sector y el volumen consumido por los usuarios y facilitar el análisis del balance hídrico.
- Calcular la tasa de ANF por sectores e identificar eficientemente las áreas con alta incidencia de ANF.
- Elaborar el balance hídrico por sectores y comprender las características de ANF y las medidas efectivas.

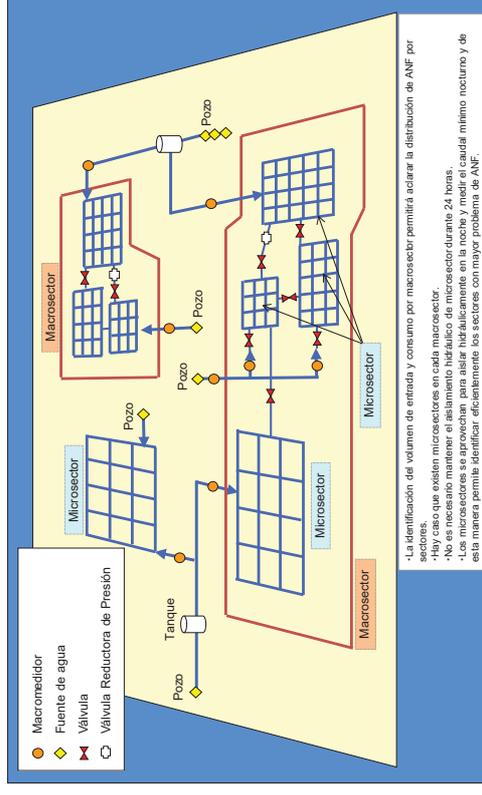


Figura 3.1 Imagen ilustrativa de la gestión de ANF con el uso de los macrosectores

3.3 Gestión descentralizada

Con el objetivo de mejorar la precisión de la gestión de ANF en la ciudad de Managua y lograr mayor eficiencia en las actividades de reducción de la tasa de ANF, se promueve la descentralización de las redes de distribución de la ciudad de Managua bajo la gestión de cuatro Delegaciones.

Tabla 3.1 Área de jurisdicción de las Delegaciones

No	Delegación	Ubicación	Observaciones
1	Asoscosca	Al oeste de la ciudad de Managua	Principalmente áreas de distribución del sistema Asoscosca
2	Portezuelo	Al norte y al este de la ciudad de Managua	Principalmente áreas de distribución del sistema Las Mercedes
3	La Sábana	Al este de la ciudad de Managua	Principalmente áreas de distribución del sistema Sábana Grande y Managua II
4	Altamira	En el centro y al sur de la ciudad de Managua	Principalmente áreas de distribución del sistema Managua I

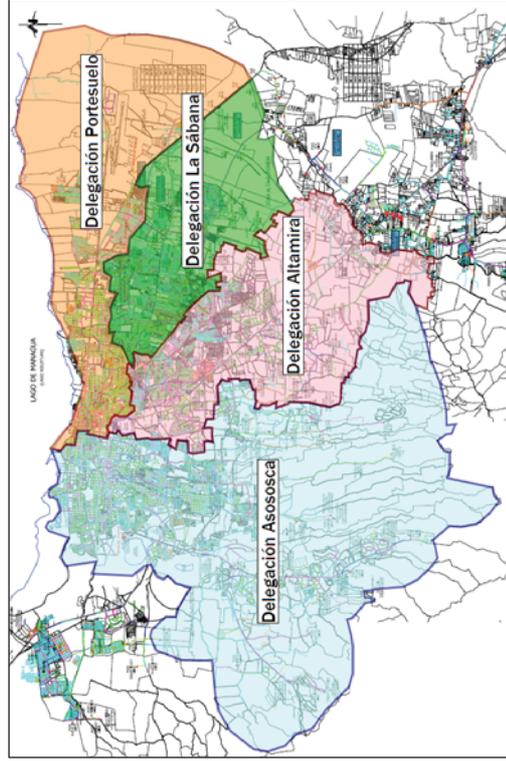


Figura 3.2 Gestión de las redes de distribución por cuatro Delegaciones

En la gestión de ANF por Delegaciones, las Delegaciones deben monitorear puntualmente el volumen de distribución y el consumo generado en varios macrosectores que pertenecen a las áreas de su jurisdicción.

Asimismo, deben gestionar los caudales exactos de entrada y salida entre los macrosectores colindantes utilizando los instrumentos de medición.

Las áreas cubiertas por el catastro de usuarios de las Delegaciones deben coincidir con los límites de estos macrosectores, y el volumen de consumo mensual se contabiliza por macrosectores.

Estas actividades que se realizan bajo la responsabilidad del Delegado sirven para conocer la incidencia de ANF en su Delegación y comparar la incidencia y la severidad de ANF entre diferentes Delegaciones.

Después de esclarecer la distribución sectorial de ANF en la ciudad de Managua con estas actividades, se toman las medidas priorizando las áreas con severa tasa de ANF para lograr una reducción eficiente y efectiva de la tasa de ANF.

3.4 Utilización actual de los macrosectores

Las redes de distribución de Managua se dividen en los siguientes 12 macrosectores.

En este momento, los límites de cada macrosector no coinciden con los límites de las áreas de jurisdicción de las Delegaciones, por lo que junto con el trabajo de creación de nuevas Delegaciones se desarrolla la demarcación de los límites, y se actualiza la información de los contratantes del servicio de agua existentes en los macrosectores de su jurisdicción.

Tabla 3.2 Detalles de los macrosectores

Macrosectores	Número de conexión			Volumen de agua facturada (m ³ /mes)	Número de conexión por el rango de consumo mensual			
	Total	Con medidor	Sin medidor		Otro	De 0 a 5 m ³	De 5 a 10 m ³	De 10 a 30 m ³
Carlos Fonseca Amador (MS1)	34,092	26,198	7,568	326	3,642	2,502	19,672	7,187
San Cristóbal (MS2)	19,957	12,075	7,684	198	3,556	1,740	9,673	4,987
Asosocsa baja (MS3)	21,021	14,377	6,405	239	3,249	1,446	11,268	4,712
Asosocsa alta (MS4)	16,970	10,066	6,696	158	2,150	965	10,016	3,883
Alhambra (MS5)	23,044	16,169	6,526	349	3,421	1,618	11,839	5,727
Villa Austria (MS6)	23,679	20,657	2,831	191	2,610	1,802	12,332	7,618
Reparto Schick (MS7)	20,022	14,408	5,491	123	2,043	1,656	12,295	4,651
Sábana Grande (MS8)	21,902	17,107	4,589	206	2,141	1,725	13,026	4,754
Km8 C. Masaya (MS9)	29,992	24,009	5,511	472	5,218	2,482	14,029	5,882
UNAN (MS10)	4,134	2,683	1,376	75	533	215	1,960	1,273
San Judas (MS11)	19,215	13,035	6,029	151	2,701	1,704	11,517	3,415
Asosocsa alta superior (MS12)	11,870	8,377	3,317	176	2,195	907	5,553	2,921
Total	245,848	179,161	64,023	2,664				

Fuente: Datos de la Gerencia Comercial (Febrero de 2019)

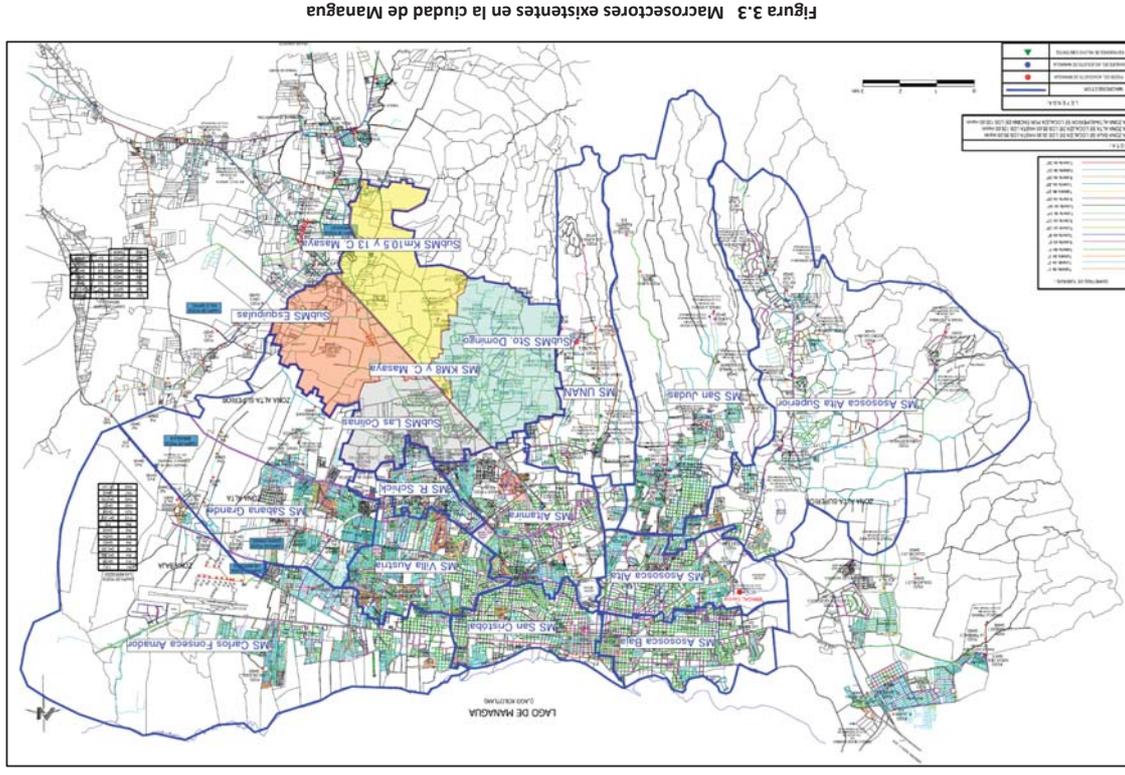


Figura 3.3 Macrosectores existentes en la ciudad de Managua

3.5 Creación de la Delegación Altamira

Con el objetivo de lograr una gestión descentralizada por Delegaciones, se promueven los siguientes trabajos donde la máxima prioridad es la creación de la Delegación Altamira.

【Trabajos administrativos】

- Establecer nuevos procedimientos de trabajo y reglamento interno, e institucionalizar la Delegación.
- Seleccionar a los recursos humanos asignados en la Delegación.
- Construir la oficina de la Delegación y adquirir equipos y materiales para la operación.
- Reestructurar el catastro de usuarios y las rutas de lectura de medidores por macrosectores en la jurisdicción de la Delegación.
- Cuando existe un microsector que puede estar hidráulicamente independiente dentro del macrosector, reestructurar el catastro de usuarios para finalizar las rutas de lectura de medidores dentro del microsector.
- Actualizar los datos de gestión de usuarios en las áreas de gestión comercial de la Delegación a los más recientes y reflejar la información en el sistema GIS (SIGIL).
- Mejorar la tasa de micromedidores instalados (Tasa de micromedición) en la Delegación.
- Mejorar la tasa de lectura de medidores (Facturación efectiva) en la Delegación.
- Luchar contra las conexiones ilegales en la Delegación.
- Crear un mecanismo de incentivos para funcionarios capaces de promover las actividades de reducción de ANF.

【Trabajos técnicos】

- Coincidir los límites de las áreas de gestión comercial de la Delegación con los límites de macrosectores existentes.
- Realizar trabajos necesarios para la macrosectorización como mejoras de las redes de distribución e instalación de las válvulas.

- Construir un sistema de monitoreo en línea para el volumen de producción y los datos de niveles de agua de todas las fuentes de agua, y compilar los datos en el Puesto de Mando ENACAL Central.
- Construir un sistema de monitoreo de instrumentos de medición necesarios para la gestión de caudales en los macrosectores. Este sistema de monitoreo puede ser un Sistema Basado en Web de forma rápida.
- Gestionar puntualmente el volumen transferido entre los macrosectores de las áreas de gestión comercial de la Delegación.
- Medir exactamente el volumen de distribución y el volumen facturado de las áreas de gestión comercial de la Delegación y monitorear mensualmente.
- Identificar los macrosectores con severo problema de ANF y elaborar el balance hídrico para definir claramente las medidas de ANF necesarias.



Figura 3.5 Procedimientos de elaboración del balance hídrico

- [Paso 1] Determinar el volumen de entrada al sistema
- Contabilizar el “volumen de entrada al sistema” suministrado a los macrosectores bajo la jurisdicción de la Delegación. Cuando existe la “Importación” o la “Exportación” de agua entre las Delegaciones, se miden exactamente estos volúmenes para conocer exactamente los caudales suministrados en los macrosectores.
- Agua que se suministra a la red de distribución desde las fuentes

- Agua que se transfiere entre las redes colindantes
 - Agua que se compra de otras Delegaciones
 - Agua que se exporta hacia otras redes de distribución
- Verificar la precisión de los medidores que miden el volumen.
- Establecer la precisión de medidor según manuales de fabricante (por ejemplo, +/-2%)
 - Chequear la certeza de medición utilizando un macromedidor de patrón o un caudalímetro de inserción.
 - Reemplazar o recalibrar medidores según necesidad
 - Corregir el volumen de entrada al sistema por los errores conocidos
 - Aplicar el límite de confiabilidad del 95%

[Paso 2] Determinar el consumo autorizado

Consumo facturado medido

- Extraer el consumo de usuarios de diferentes categorías (por ejemplo, doméstico, comercial, industrial) desde el sistema de facturación.
- Analizar los datos prestando atención especial a los consumidores grandes

Procesar informaciones del consumo facturado medido anual registrada en el sistema de facturación tomando en consideración retraso de tiempo de lectura de medición.

- Asegurar que el período del consumo facturado medido que se utiliza en el auditor es consecuente con el período de auditoría.
- Establecer la precisión de medidor según manuales de fabricante (por ejemplo, +/-2%)
- Aplicar el límite de confiabilidad del 95%

Consumo facturado no medido

- Extraer el consumo de usuarios desde el sistema de facturación.
- Identificar y monitorear usuarios domésticos no medidos durante un cierto período, poniendo medidor en la conexión de dichos usuarios o midiendo un área pequeña

formada por varios usuarios no medidos. (el último puede evitar al usuario cambiar la costumbre de consumo)

Consumo no facturado medido

- Establecer el volumen del consumo medido no facturado por la manera similar a lo para el consumo medido facturado.

Consumo no facturado no medido

Esto tiende a sobreestimarse porque el volumen de agua que se utiliza para las operación y mantenimiento se calcula por cierto porcentaje (%) del caudal de entrada.

El componente de los consumos no medido no facturado deberá ser identificado individualmente estimado, por ejemplo,

- ¿Cuántas veces se realiza la limpieza de sitio de la fuente de agua y reservorios?
- ¿Cuánto volumen del agua se utiliza en cada acción?
- ¿Cuánto volumen del agua se utilizó en hidrante para el trabajo de bombero?

[Paso 3] Estimar las pérdidas comerciales

Consumo no autorizado

Es difícil proveer la guía general para la estimación del consumo no autorizado. Hay varios factores amplios de la situación de dicho consumo, y cada delegación enfrenta su propia característica de la situación.

- Conexiones ilegales
- Uso irregular de hidrantes
- Consumo por la conexión de bypass o medidor manipulado
- Práctica corrupta de lecturas de medidor
- Agua que se exporta a otras áreas sin control.

La estimación del consumo no autorizado es siempre una tarea difícil y deberá ser realizada en la manera transparente según componente para que la suposición pueda ser chequeada y fácilmente modificada en tiempo posterior.

Inexactitud de medición y error en el manejo de datos

Con respecto a la inexactitud de la medición, por ejemplo, el consumo escaso o excesivo marcado en los medidores domiciliarios, es necesario establecer los errores basándose en los resultados del estudio de muestreo de medidores representativos. En el estudio de muestreo, se seleccionan las muestras agrupando por años de uso de medidores o clasificando por fabricantes de medidores.

Las pruebas se realizan en el terreno utilizando el Banco de Pruebas de calidad de dispositivos comprobada o por los funcionarios que tengan técnicas especializadas. La prueba de medidores de los grandes usuarios se realiza usualmente en el terreno utilizando los equipos de pruebas.

Se calcula el volumen de errores de medidores aplicando el promedio de errores de medidores (%) obtenido de los resultados de las pruebas al consumo medido por grupos de consumidores.

El error en el manejo de datos a veces representa un gran factor de pérdidas comerciales. Muchos sistemas de facturación no han llegado al nivel esperado de la empresa, pero este error ha sido abandonado por mucho tiempo y tiende a no ser reconocido. Es posible extraer los datos de facturación de 24 meses al menos y analizar el error en el manejo de datos.

Los problemas identificados deben ser esclarecidos como cifras de errores y calcular el volumen anual de errores.

[Paso 4] Calcular la pérdida física

El cálculo de la pérdida física de manera más simple es lo siguiente:

$$\text{Volumen de Pérdida Física} = \text{Volumen de ANF} - \text{Volumen de Pérdida Comercial}$$

Este valor es útil para el comienzo de análisis en lo que los funcionarios puedan tener una sensibilidad de la magnitud de pérdida física. Sin embargo, se debe tener en cuenta de que el balance hídrico podría tener un error y el valor estimado en dicho cálculo podría ser incorrecto.

[Paso 5] Estimación de componentes de la pérdida física

Dividir la pérdida física en sus componentes de forma precisa es solamente posible con el análisis detallado. Sin embargo, el primer paso de estimación podrá realizarse con el simple análisis:

Fugas en los acueductos y/o tubería de distribución

Las rupturas de los acueductos de transmisión es un evento que causa una gran pérdida de agua. Estas son visibles y se reportan desde el lugar de los hechos, por lo tanto usualmente se reparan inmediatamente. Se puede calcular el número de fugas en las tuberías reparadas en un año utilizando los datos de registro de reparaciones. La estimación de la tasa promedio de fuga y el volumen anual de fugas se calcula de la siguiente manera.



Es deseable que cada empresa establezca la duración promedio de fuga por un lugar de fuga a partir de los datos estadísticos, pero si no están disponibles los datos detallados, se puede tomar como referencia las siguientes cifras.

Tabla 3.4 Volumen de fugas por rupturas

Ubicación de la ruptura	Tasa de fuga por rupturas reportadas (L/hora/m-H ₂ O)	Tasa de fuga por rupturas reportadas (L/hora/m-H ₂ O)
Acueducto	240	120
Tubería de acometida	32	32

Fuente: Grupo de Trabajo para Pérdidas de Agua, IWA

Además, se puede contabilizar las fugas no detectadas y las pérdidas de fondo.

Fugas y rebose en reservorios

El rebose en los reservorios se puede calcular fácilmente si el operador registra el tiempo de duración de fuga y el caudal promedio.

En caso de las fugas, se puede calcular cerrando momentáneamente la válvula de entrada y la válvula de salida del reservorio y midiendo la caída de niveles de agua por un determinado tiempo.

Fugas en tuberías de acometida y conexiones domiciliarias

Se puede estimar el volumen de pérdidas desde las tuberías de acometida y conexiones domiciliarias restando del Volumen Total de Pérdida Física el volumen de fugas desde el acueducto y el volumen de fugas y rebose desde el reservorio.

(2) WB-Easy Calc

“WB-Easy Calc” es una herramienta que brinda apoyo al cálculo del balance hídrico.

Es una hoja de cálculo desarrollada por un equipo conformado por Liemberger y otros con el patrocinio del Banco Mundial. Cualquier persona involucrada en las medidas de ANF puede hacer el uso de esta aplicación gratuitamente.

La gran ventaja de Easy Calc es que permite considerar el factor de exactitud de los datos físicos ingresados al sistema.

Por ejemplo, cuando ingresa al sistema el volumen de producción, el usuario necesita estimar la exactitud de los datos basándose en el modelo del caudalímetro o los años de uso. Aparte del factor de exactitud del volumen, también se puede establecer en porcentaje (%) el factor de exactitud de los errores de medidores y otros datos estimados.

Por ejemplo, cuando Easy-Calc calcula la tasa de ANF como 21% y su exactitud, +/-66%, se entiende fácilmente que actualmente la tasa de ANF oscila entre 7% y 35%.

CALCULADORA DE BALANÇOS HÍDRICOS PARA SERVIDA EM SIMULAÇÕES RÁPIDAS			
Estimativa de perdas aparentes para obtenção de perdas reais correspondentes a cada unidade consumidora			
População abastecida	377.000	Número de ligações reais de água	98.610
Consumo per capita efetivo (total entregue) (L/hab/dia)	231,3	Tempo médio de abastecimento (horas/dia)	23,00
VOLUME DE ENTREGA ANUAL	4.000.000 m³/ano 1.122 L/dia 289 L/hab/dia 1.204 l/s	CONSUMO AUTORIZADO 3.919,720 m³/ano 663 L/dia 297 L/hab/dia 903 l/s	Consumo Autorizado Faturado 2.908,120 m³/ano 800 L/dia 206 L/hab/dia
			Consumo Autorizado Não Faturado 105,000 m³/ano 2,90 L/dia 0,75 L/hab/dia
			TOTAL DE PERDAS APARENTES 3484,275 m³/ano 11,84% % de Consumo Autorizado 28 L/hab/dia
			TOTAL DE PERDAS REAIS 8129,975 m³/ano 22 L/hab/dia 1,28 l/hab/dia 19,92% % de VE
			Consumo Micromedido 29.096,120 Consumo Não Medido (estimado) 0
			Origem: % de VE: 0,18% % de VE: 0,00% % de Vol Corri: 5,65% Fraudes: 2,10% Clandestinos: 2,10% Vaz em ramais: 85,05% % de PR: 1,28% Vaz em redes locais: 1,28% % de PR: 1,00%
			Volume de Água Faturada 2.908,120 m³/ano
			Volume de Água Não Faturada (Perdas de Faturamento) 1.179,849 m³/ano
			Perdas de Água Não Faturada 322 L/dia 372 l/s
			% de VE 26,72%

Figura 3.6 Herramienta de elaboración del balance hídrico (Banco Mundial)

(3) Uso del límite de confiabilidad de 95%

Algunas cifras del balance hídrico incluyen valores estimados, errores varios o elementos inciertos, por lo que es importante comprobar la veracidad del volumen calculado de pérdidas y ANF.

El "Uso del límite de confiabilidad de 95%" conocido estadísticamente se estableció como un proceso de evaluación del grado de incertidumbre que tienen los componentes del balance hídrico. Esta teoría se fundamenta en las siguientes reglas.

La distribución normal es una de las distribuciones más representativas. Por ejemplo, los errores que poseen los valores medidos de caudales y presión muchas veces obedecen a la distribución normal. Cuando la media es μ , las cifras con 95% de confiabilidad se encuentra en el rango de $\pm 1.96\sigma$, y este rango se denomina como límite de confiabilidad de 95%.

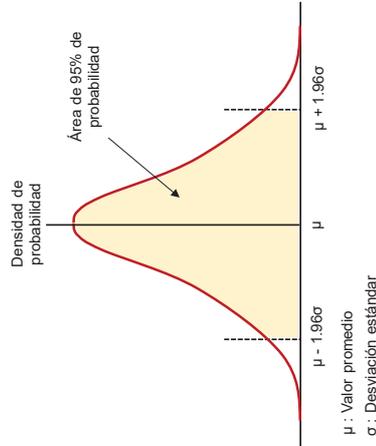


Figura 3.7 Límite de confiabilidad de 95%

En el balance hídrico, los resultados calculados a partir del valor estimado tienen mayor rango de límite de confiabilidad en relación a los resultados calculados a partir del valor medido confiable. Para cada parámetro ingresado al sistema a partir del valor medido y parámetro ingresado al sistema a partir de la estimación, habría que establecer el rango de exactitud como \pm "*/. ** %", por lo que el valor real existe en la probabilidad del 95%. Entre más precisos los datos, más pequeño el límite superior/inferior del rango de exactitud.

Varianza = Media cuadrática de la diferencia entre el valor medido y la media
 Desviación estándar = Indica el nivel de dispersión de los datos (Varianza)^{0.5}

El valor de varianza se calcula en base al límite de confiabilidad de 95% y sobre las cifras de cada componente. Los componentes con mayor valor de varianza poseen mayor impacto sobre la exactitud en relación al volumen derivado. Es decir, el volumen calculado en el balance hídrico posee mayor incertidumbre según el valor de varianza de los respectivos datos ingresados al sistema.

El uso del límite de confiabilidad de 95% en el balance hídrico sirve para identificar los componentes con mayor valor de varianza e implica conocer el impacto más grande sobre la exactitud del valor finalmente calculado. En otras palabras, una vez conocido esto, se entiende que es necesario tomar las medidas para mejorar la exactitud de los componentes que tenga gran impacto sobre la precisión de los resultados.

Por ejemplo, cuando el valor ingresado es 1,000 y el error en la confiabilidad de 95% es +/-2%, se obtiene la siguiente distribución normal. Es decir, el rango de confiabilidad es +2% y -2% de 1,000.

Estadísticamente se conoce que el rango de confiabilidad de 95% se encuentra en el tramo +/-1.96σ de la media, por lo tanto, en este caso, la desviación típica (σ) se puede calcular de la siguiente manera.

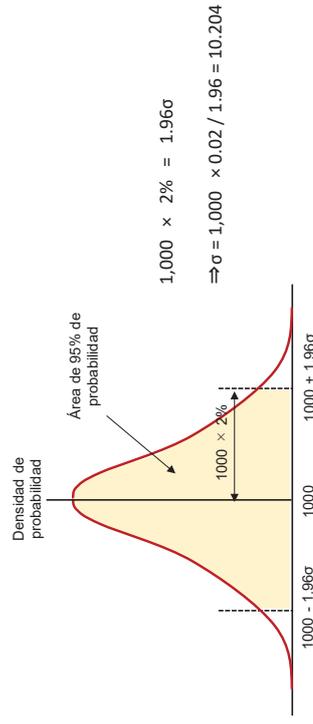


Figura 3.8 Método para obtener la desviación típica a partir del valor ingresado

De esta manera, calculando la desviación típica y la varianza a partir del valor ingresado y los errores en el balance hídrico, se puede comprobar el rango del límite de exactitud que posee la tasa de ANF o el volumen de pérdidas.

Tabla 3.5 Ejemplo para comprobar el límite de confiabilidad del 95% en el balance hídrico

Componente	Origen de valor	Volumen (V) [m³/día]	Límite de Confiabilidad de 95% (LC)		Desviación Estándar (DE) $V \times LC / 1.96$	Varianza DE^2
			+/-	%		
Volumen que ingresa al sistema	Medido	300,000	+/-	2.0	3,061	9,369,721 (a)
Consumo facturado autorizado	Medido	200,000	+/-	1.0	1,020	1,040,400 (b)
Volumen de ANF	Derivado	100,000	+/-	6.3	3,226	10,410,121 (a)+(b)
Consumo no facturado autorizado	Estimado	5,000	+/-	50.0	1,275	1,625,625 (c)
Pérdida de agua	Derivado	95,000	+/-	7.2	3,469	12,035,748 (a)+(b)+(c)
Pérdida comercial	Estimado	30,000	+/-	30.0	4,591	21,077,281 (d)
Pérdida física	Derivado	65,000	+/-	17.4	5,734	33,113,027 (a)+(b)+(c)+(d)

xxx. Valor derivado por el cálculo de rumbo contrario

3.8 Monitoreo de operación de agua a nivel de Delegaciones

3.8.1 Operación de agua

Para garantizar un suministro de agua estable, habría que operar eficientemente la fuente de agua y regular minuciosamente la distribución, además, hacer un uso efectivo máximo de los recursos hídricos a través de la estrategia integral de las medidas como la mejora de las instalaciones de agua potable. Para ello, es necesario lograr una regulación de volumen de distribución de acuerdo a los cambios cronológicos del consumo de agua a nivel de Delegaciones.

Al alcanzar la demarcación de los límites y el aislamiento hidráulico de los macrosectores actualmente desarrollados en el caso modelo de Delegación Altamira, se esclarece el consumo (volumen facturado) de los macrosectores y sus subsectores. Además, al analizar el volumen actual de distribución y el balance hídrico de cada macrosector, es posible proyectar el volumen de distribución, por ende, la realización de la eficiente operación de agua contribuye a la reducción de la tasa de ANF.

3.8.2 Rubros de monitoreo

Los rubros de monitoreo que deben velar diariamente las Delegaciones son los siguientes.

【Rubros comerciales】

- Todos los contratantes de agua y sus tipos en las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Información de medidores en las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Consumo de los contratantes de agua en las áreas de gestión comercial de la Delegación y porcentaje en cada franja de volumen
- Información de grandes usuarios en las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Situación del pago de los contratantes de agua en las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Situación de conexiones ilegales en las áreas de gestión comercial de la Delegación

【Rubros técnicos】

- Volumen de producción de los pozos que distribuyen el agua a las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Niveles de agua, caudales de entrada y salida del reservorio de las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Presión y volumen de distribución de las bombas de distribución de las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Caudales de entrada y salida de cada macrosector en las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Volumen bruto de distribución en las áreas sin medidores instalados
- Presión de suministro en los principales puntos de las áreas de gestión comercial de la Delegación
- Información de las fugas generadas en las áreas de gestión comercial de la Delegación y tiempo hasta finalizar la reparación

3.8.3 Sistema de monitoreo

El sistema estándar para monitorear los asuntos técnicos es el siguiente.

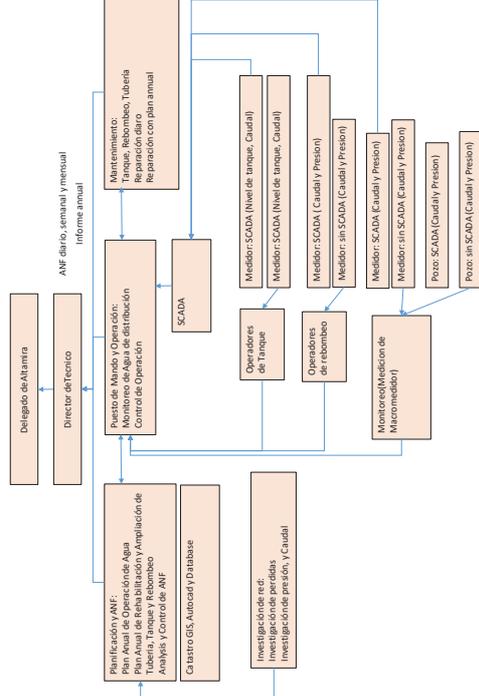


Figura 3.9 Ejemplo del sistema de monitoreo y operación en las Delegaciones

Algunos pozos están equipados con instrumentos compatibles con la plataforma SCADA. El Puesto de Mando y Operación (P3) de la Dirección General de Operaciones de ENACAL Central administra estos datos. El encargado de las Delegaciones verifica constantemente estos datos en línea, y cuando detecta algún problema de las comunicaciones de SCADA, el encargado se dirige al lugar de los hechos y recoge los datos de manera directa.

Aunque es deseable integrar la información de presión y caudales de entrada y salida entre los macrosectores al sistema de SCADA existente, como alternativa, es posible construir un Sistema Basado en Web y monitorear a través de este sistema.

El Jefe Técnico de las Delegaciones da instrucciones a los operadores para las operaciones diarias como manipulación de válvulas de entrada en los tanques de distribución, operación de las bombas de distribución y apertura y cierre de válvulas en los principales puntos.

En la Delegación, es deseable asignar a un encargado en cada macrosector para delimitar las

responsabilidades.

El Puesto de Mando y Operación de las Delegaciones mantiene una comunicación permanente con el Puesto de Mando y Operación (P3) de la Dirección General de Operaciones y la Oficina de Mantenimiento y Control de ENACAL Central para compartir los datos necesarios para la gestión de distribución de las Delegaciones.

La ejecución del mantenimiento y control diario de las redes de tuberías de distribución es responsabilidad del encargado de mantenimiento y control de las Delegaciones.

La Oficina encargada de planificación de las Delegaciones se encarga de la planificación de los planes de mejoramiento de las instalaciones a corto y mediano plazo y del análisis de la situación de ANF en las Delegaciones según la información del monitoreo compartida por el encargado de ANF con el Puesto de Mando y Operación. Los resultados son retroalimentados al Puesto de Mando y Operación y la Oficina de Mantenimiento y Control.

Se asigna el Equipo de detección de ANF en la Oficina encargada de planificación de las Delegaciones, el cual realiza de forma programada los estudios de ANF generado en las Delegaciones. Además, se crea el Equipo de aplicación en la Oficina de Mantenimiento y Control para reparar las fugas de forma directa ante el reporte de las fugas detectadas.

【Ejemplo del monitoreo utilizando el navegador Web】

El programa facilitado por “Halma Water Management” es útil para el monitoreo de las UOC y por macrosectores. ENACAL ya tiene este programa, por lo tanto, utilizando este programa se puede realizar la gestión diaria de caudales y presión, transfiriendo los datos del registrador de datos instalado en la UOC hacia el servidor exclusivo de ENACAL.

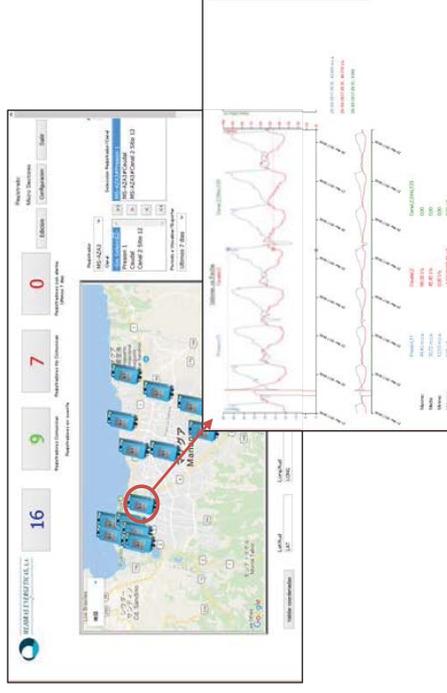
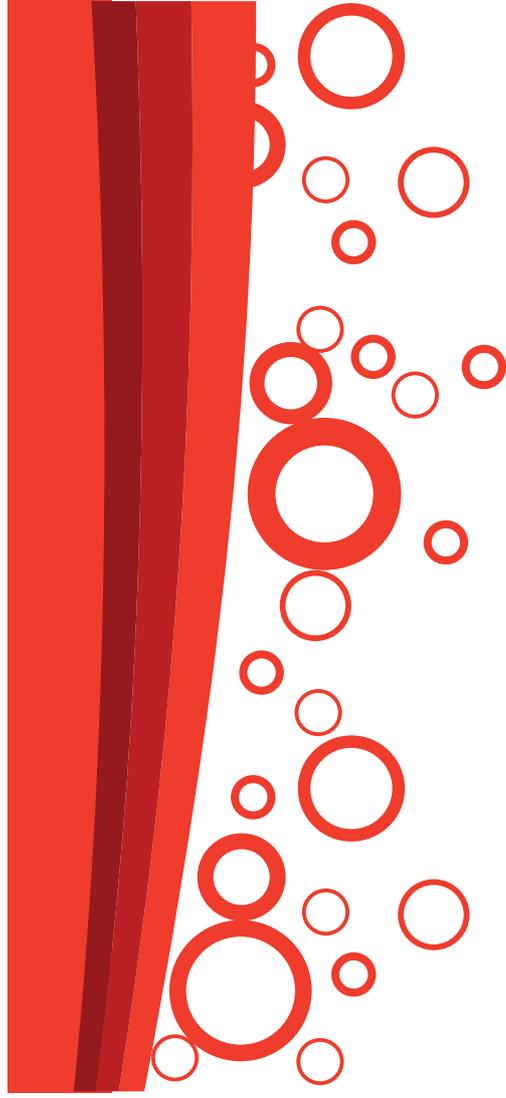


Figura 3.10 Sistema de monitoreo en base a sitio Web



Capítulo 4

Política de microsectorización y métodos de utilización



Capítulo 4 Política de microsectorización y métodos de utilización

4.1 Definición del microsector

En el presente plan, el microsector se define como lo siguiente.

Microsector

Un microsector es el sector de gestión de fugas más pequeño creado en las redes de distribución de la ciudad de Managua. Se utiliza para estimar el volumen de pérdidas generadas en el sector a través de la medición del caudal mínimo nocturno (Q_{min}) que entra al microsector después del aislamiento hidráulico sólo en la noche cuando hay menos demanda de agua.

【Condiciones complementarias】

- Se permite la conexión de agua entre las redes de distribución colindantes, sin embargo, se debe instalar válvulas en los lugares establecidos y permitir el aislamiento hidráulico de la red de tuberías de distribución (aislar de las redes de distribución de su alrededor) cuando sea necesario.
- Se permite la entrada desde un lugar o varios lugares.

- Aunque la instalación del caudalímetro en la entrada no es una condición absoluta, se instala un equipo móvil de medición de caudales para permitir la medición del caudal de entrada en la noche.

Microsectorización

Es un proceso de establecimiento de sectores de gestión de fugas tomando en cuenta las condiciones de redes de distribución, volumen de demanda de agua, densidad de usuarios, etc. Desde el punto de vista de eficiencia del desarrollo de las actividades de reducción de las fugas en un sector, es deseable establecer unas 500-3.000 conexiones por un microsector.

Un microsector ideal es un sistema hidráulicamente aislado siempre 24 horas, de las redes de distribución de su alrededor para poder comparar el volumen suministrado al sector con el volumen consumido en un período establecido. Este sistema se denomina como “Distrito Hidrométrico (DHM)”. Para construir un DHM, se requiere un enorme costo y tiempo, ya que se tiene que realizar cálculos hidráulicos en base a los datos de tuberías de distribución y construir

redes de tuberías que no generen una notable falta de demanda de agua.

La diferencia entre un DHM y un microsector es la siguiente.

Diferencia entre un DHM y un microsector

Un Distrito Hidrométrico (DHM) significa un “área separada que permite gestionar el volumen de suministro por medio de caudalímetros”. Se puede medir el volumen de pérdidas de un cierto período en un DHM, midiendo con caudalímetros el caudal de entrada desde un lugar o varios lugares y restando de ese caudal la suma de consumo de todas las viviendas registrado en los medidores instalados en cada vivienda del área separada.

Existen 3 tipos de DHM como se muestra en el siguiente esquema.

Tipo 1: DHM con un punto de entrada

Tipo 2: DHM con más de 2 puntos de entrada

Tipo 3: DHM con un punto de entrada y un punto de salida hacia el DHM colindante

Los microsectores construidos en Managua cuyas redes de distribución están hidráulicamente independientes o que permiten medir los caudales que entran y salen del microsector colindante son considerados iguales que DHM.

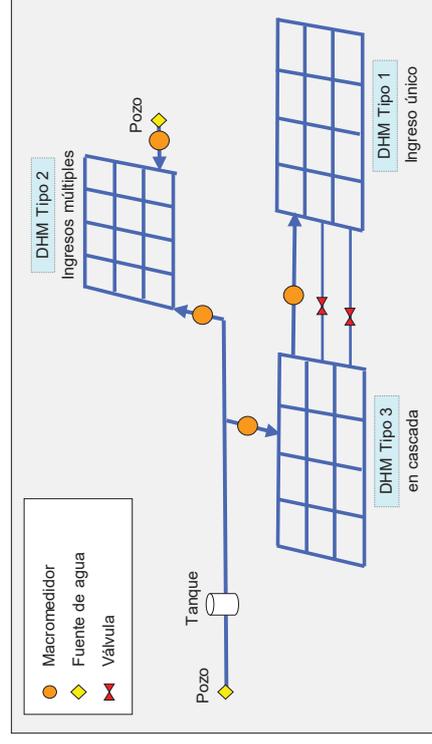


Figura 4.1 Tipos de DHM

4.2 Objetivos de microsectorización

Los objetivos de la microsectorización son los siguientes.

- Aislar algunas redes de distribución de sus alrededores en la noche, luego medir el caudal mínimo nocturno (Q_{minf}) y obtener la información global del volumen de pérdidas generadas en ese sector.
- Dividir el Q_{minf} entre el número de usuarios existentes en el sector y calcular el caudal mínimo nocturno por conexión ($Q_{minf}/conexión$).
- Comparar el $Q_{minf}/conexión$ de todos los microsectores de la ciudad de Managua, identificar los sectores con alta sospecha de existencia de ANF y tomar las medidas de reducción de ANF eficientes y efectivas.
- Es deseable medir al menos una vez al mes el caudal mínimo nocturno de los microsectores que requieren las medidas y comprobar periódicamente los efectos de las medidas.

Algunos microsectores poseen condiciones para un aislamiento hidráulico total de 24 horas. Estos microsectores se denominan como Distrito Hidrométrico y pueden ser utilizados para conocer la situación de ANF por microsectores.

En la ciudad de Managua, la prioridad urgente es conocer la distribución sectorial de ANF. Para ello, se realiza la demarcación de los límites de macrosectores bajo la jurisdicción de las Delegaciones para coincidirlos con los límites reales de distribución. Una vez lograda la comparación de incidencias de ANF por macrosectores, se desarrolla la microsectorización del macrosector con mayor severidad de ANF.

Para la microsectorización, se debe estudiar suficientemente la situación actual de las redes de tuberías de distribución y realizar un análisis hidráulico para que el diseño no produzca la falta de presión de suministro. Para lograr un aislamiento hidráulico total del microsector, es indispensable contar con la información detallada de las redes de tuberías y se requiere un enorme costo y labor para el estudio. Por consiguiente, se prioriza la creación de microsectores que permitan medir el caudal nocturno, en vez de pretender construir un DHM a cualquier costo.

4.3 Situación actual de los microsectores existentes

A la fecha de febrero del 2019, en la ciudad de Managua existen los siguientes microsectores.

Tabla 4.1 Microsectores existentes

Zonas	Número de microsectores	Resumen
Zona Baja (MS#1 ~ MS#65)	65	Diseñado con el apoyo del Gobierno español (Proyecto Wasser I). En todas las entradas a los microsectores estaban instaladas las Unidades de Operación y Control (UOC) y los caudalímetros, sin embargo, algunos ya no funcionan. Existen pocas redes de tuberías de distribución totalmente independientes. Únicamente No.61 puede utilizarse como DHM.
Zona Alta (MS#66, MS#67)	2	Diseñado con el apoyo de los expertos del tercer país a través del programa de JICA (Sabesp). En todas las entradas a los microsectores están instalados las UOC y los caudalímetros. Las redes de tuberías de distribución están totalmente independientes y pueden utilizarse como DHM. Sin embargo, por la inseguridad ciudadana que causa frecuentes robos de caudalímetros y equipos de monitoreo, la operación como DHM está pendiente.
Zona Alta/Alta Superior (A#1 ~ A#7) (AZA#1 ~ AZA#15) (AZAS#1 ~ AZAS#6)	27	Diseñado con el apoyo del Banco Mundial (PRASMA). 7 lugares en Altamira, 15 lugares en Asososca Alta y 5 lugares en Asososca Alta Superior. En todas las entradas a los microsectores estaban instalados las UOC y los caudalímetros, sin embargo, existen pocas redes de tuberías de distribución totalmente independientes. Únicamente AZA No.3 puede utilizarse como DHM. Algunas UOC fueron trasladadas y aún no se han reinstaladas.
Reparto Schick (Zona Alta Superior) (RS1 ~ RS7)	7	Diseñado con el apoyo del BID-2461. En todas las entradas a los microsectores fueron instalados las UOC y los caudalímetros, sin embargo, el diseño en sí tiene problemas y es difícil lograr un aislamiento total de las redes de tuberías de distribución. Para utilizarlo como un microsector, es necesario realizar un nuevo estudio de redes de distribución y obras de sectorización.
Zona Alta Superior (Carretera Vieja a León)	9	Diseñado con el apoyo del Gobierno español (Proyecto Wasser II). Estaba diseñado como un microsector, sin embargo, debido a las obras de la carretera nacional, el uso de las UOC existentes fue suspendido. Se puede considerar toda el área de 9 sectores como un macrosector.
Total	111	

Nº de MS (Total 110)	Nº de conexión	Nº de conexión Corriente 2018	Volumen promedio de abastecimiento por microsector (m³/hora)				Estado actual de macrosector				
			2016	2017	2018	2019	Buena	Mala	Otro		
51	533	533	11,780	17,897	22,527	16,444	33,377	22,987	✓	No hay macrosector	
52 (Total 110)	1,215	1,215	94,252	74,720	97,377	72,377	61,177	94,252	✓	No hay macrosector	
54	968	1,223	69,990	74,720	97,377	72,377	61,177	94,252	✓	No hay macrosector	
55	652	5,281	4,793	41,247	38,544	2,959	47,477	4,793	✓	No hay macrosector	
56	631	869	32,031	2,453	41,247	38,544	2,959	47,477	✓	No hay macrosector	
57	1,063	1,079	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
58	663	678	29,013	24,008	40,437	34,471	35,417	40,437	✓	No hay macrosector	
59 (Total 110)	310	313	28,044	20,829	22,721	30,468	27,187	28,044	✓	No hay macrosector	
60	390	397	17,428	6,264	15,051	44,868	21,187	17,428	✓	No hay macrosector	
61	965	1,002	45,581	47,113	48,308	45,817	46,227	45,581	✓	No hay macrosector	
62	1,285	1,421	32	0	0	0	0	32	✓	No hay macrosector	
63	1,040	1,050	12,943	7,708	2,854	13,187	2,854	12,943	✓	No hay macrosector	
64	982	1,003	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
65	3,899	3,893	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 1	0	0	3,708	23,228	11,435	23,228	0	3,708	✓	No hay macrosector	
AZA # 2	0	0	12,848	0	0	0	0	12,848	✓	No hay macrosector	
AZA # 3	0	1,429	122,530	107,025	91,435	91,435	63,999	122,530	✓	No hay macrosector	
AZA # 4	0	0	28,752	18,305	11,052	0	0	28,752	✓	No hay macrosector	
AZA # 5	0	0	62,651	9,822	1,387	0	0	62,651	✓	No hay macrosector	
AZA # 6	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 7	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 8	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 9	0	0	22,019	13,263	0	0	0	22,019	✓	No hay macrosector	
AZA # 10	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 11	0	0	7	27,419	2,682	0	0	7	✓	No hay macrosector	
AZA # 12	0	0	19,981	14,262	27,419	0	0	19,981	✓	No hay macrosector	
AZA # 13	0	0	2,691	2,318	2,248	0	0	2,691	✓	No hay macrosector	
AZA # 14	0	0	0	0	1,248	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 15	0	0	3,938	1,492	1,803	384	0	3,938	✓	No hay macrosector	
AZA # 16	0	0	120	83,472	4,529	1,941	0	120	✓	No hay macrosector	
AZA # 17	0	0	32,198	4,529	10,868	0	0	32,198	✓	No hay macrosector	
AZA # 18	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 19	0	0	1,723	0	0	0	0	1,723	✓	No hay macrosector	
AZA # 20	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 21	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 22	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 23	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 24	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 25	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 26	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 27	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 28	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 29	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 30	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 31	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 32	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 33	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 34	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 35	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 36	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 37	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 38	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 39	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 40	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 41	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 42	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 43	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 44	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 45	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 46	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 47	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 48	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 49	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
AZA # 50	0	0	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	

Nota: 10 Microsectores candidato para el desarrollo de las acciones correctivas en 2020.

Nº de MS (Total 110)	Nº de conexión	Nº de conexión Corriente 2018	Volumen promedio de abastecimiento por microsector (m³/hora)				Estado actual de macrosector				
			2016	2017	2018	2019	Buena	Mala	Otro		
1	627	627	34,193	37,693	33,816	73,487	66,669	53,939	✓	No hay macrosector	
2	281	281	7,776	7,013	27,719	27,719	25,232	27,719	✓	No hay macrosector	
3	1,920	1,920	45,016	74,925	4,411	68,269	38,737	27,477	✓	No hay macrosector	
4	3,120	3,120	75,039	27,593	12,938	25,339	67,987	21,177	✓	No hay macrosector	
5 (Total 110)	1,089	1,089	15,127	16,079	16,079	16,079	16,079	16,079	✓	No hay macrosector	
6	3,120	3,120	38,144	12,938	12,938	12,938	12,938	12,938	✓	No hay macrosector	
7	2,639	2,639	13,961	121,646	0	0	0	13,961	✓	No hay macrosector	
8 (Total 110)	1,257	1,257	54,888	60,199	60,199	60,199	60,199	60,199	✓	No hay macrosector	
9	2,722	2,722	109,861	7,084,448	0	0	0	109,861	✓	No hay macrosector	
10 (Total 110)	1,740	1,740	11,972	9,190	72,320	103,320	39,779	72,320	✓	No hay macrosector	
11	3,133	3,133	-13,708	-10,628	-9,072	-4,488	-2,477	-3,477	✓	No hay macrosector	
12	570	570	20,775	0	0	0	0	20,775	✓	No hay macrosector	
13	1,667	1,667	39,832	9,471	27,128	20,742	16,337	27,128	✓	No hay macrosector	
14 (Total 110)	842	842	49,831	49,830	62,039	79,617	57,879	62,039	✓	No hay macrosector	
15	2,456	2,456	66,009	45,372	50,296	26,699	20,779	22,477	✓	No hay macrosector	
16	794	794	3,542	0	0	0	0	3,542	✓	No hay macrosector	
17	1,410	1,425	1,951	1,925	3,963	1,367	1,367	1,367	✓	No hay macrosector	
18	1,779	1,779	43,031	46,701	37,059	37,059	28,837	28,837	✓	No hay macrosector	
19 (Total 110)	782	782	62,869	62,869	62,869	62,869	62,869	62,869	✓	No hay macrosector	
20	2,925	2,925	9,989	89	0	0	0	9,989	✓	No hay macrosector	
21	2,025	2,025	58,578	527	8	16,337	0	58,578	✓	No hay macrosector	
22	1,089	1,089	52,585	47,498	34,819	49,299	49,299	52,585	✓	No hay macrosector	
23	2,393	2,393	2,199	2,287	7,287	3,188	3,188	2,199	✓	No hay macrosector	
24	4,325	4,325	223,167	193,357	199,414	77,527	48,117	199,414	✓	No hay macrosector	
25	505	505	13,098	4,036	2,094	0	0	4,036	✓	No hay macrosector	
26	434	434	19,016	3,911	11,433	5,527	1,444	28,968	✓	No hay macrosector	
27	966	966	28,520	25,099	14,775	16,339	14,429	16,339	✓	No hay macrosector	
28 (Total 110)	1,175	1,175	-39,087	2,519	966	-12,444	0,817	0,817	✓	No hay macrosector	
29 (Total 110)	897	897	6,329	20,678	69,052	11,272	36,599	69,052	✓	No hay macrosector	
30	1,659	1,659	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
31	1,025	1,025	36,036	31,486	25,154	43,111	24,547	36,036	✓	No hay macrosector	
32	2,160	2,160	6,734	8,002	26,037	3,871	36,247	6,734	✓	No hay macrosector	
33	1,719	1,719	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
34	1,071	1,071	15,856	14,576	15,737	15,737	15,737	15,856	✓	No hay macrosector	
35	931	944	4,721	1,006	6,277	5,088	1,088	6,277	✓	No hay macrosector	
36	805	813	62,227	53,970	1,463	77,377	67,044	62,227	✓	No hay macrosector	
37	2,373	2,373	18,529	21,200	27,834	7,977	9,127	11,737	✓	No hay macrosector	
38	680	680	0	0	0	0	0	0	✓	No hay macrosector	
39	1,059	1,021	14,253	11,028	11,930	13,969	10,879	13,969	✓	No hay macrosector	
40	802	873	44,543	24,518	19,339	51,027	28,088	21,689	✓	No hay macrosector	
41	180	185	6,133	6,120	6,127	43,968	33,088	32,228	✓	No hay macrosector	
42	1										

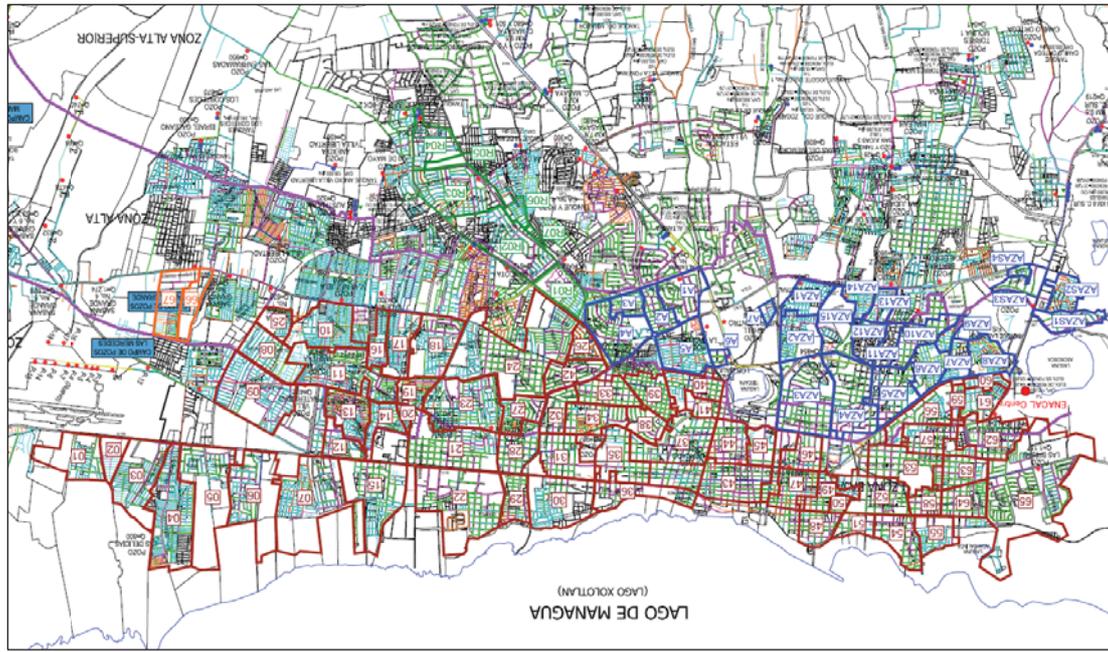


Figura 4.2 Situación actual de los microsectores existentes en la ciudad de Managua

4.4 Medición del caudal mínimo nocturno de los microsectores

Para medir el caudal mínimo nocturno de los microsectores, es necesario seleccionar un método adecuado dependiendo de la situación de cada microsector.

El flujo de selección del método de medición es el siguiente.

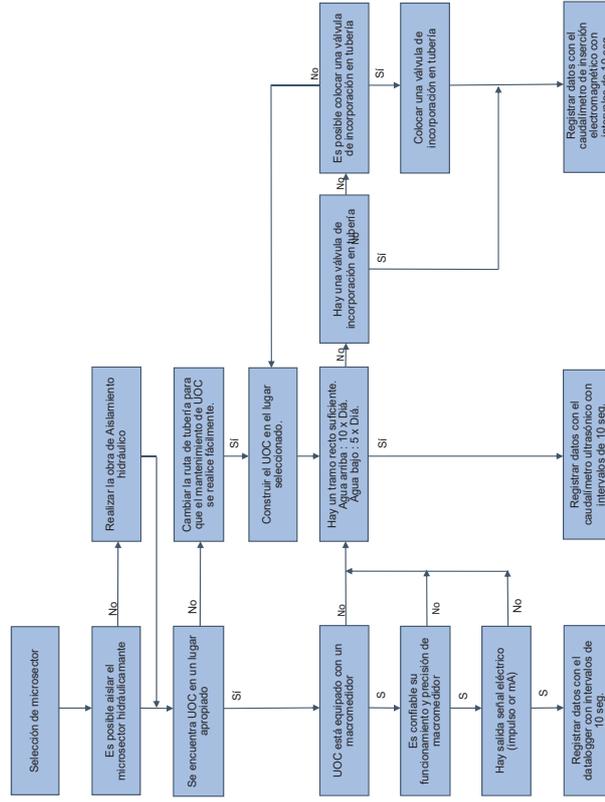


Figura 4.3 Flujo de selección del método de medición del caudal mínimo nocturno

4.5 Actividades para la reducción de ANF en los microsectores existentes

4.5.1 Política de actividades en los microsectores existentes

Desde el año 2017, se ha venido implementando el proyecto piloto en 2 lugares de la Ciudad de Managua. Desarrollar las actividades de reducción de ANF en otras zonas de Managua utilizando las técnicas adquiridas en este proyecto piloto es sumamente importante desde la perspectiva de garantizar la sostenibilidad.

En la Ciudad de Managua, existen 110 microsectores creados con el apoyo del Gobierno de España, el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y Banco Mundial, entre otros donantes. No obstante, no todos los microsectores han logrado el aislamiento hidráulico y la medición exacta del volumen de entrada.

Para lograr una gestión de ANF a nivel de macrosectores y desarrollar radicalmente la reducción de ANF, es necesario garantizar fondos de gran envergadura, por lo tanto, el éxito o fracaso de la gestión depende de la coherencia en la estrategia de negocios de ENACAL, así como de la donación de otros donantes.

Por otro lado, para implementar las medidas de ANF como operaciones diarias, es necesario desarrollar actividades en los microsectores existentes e ir resolviendo los inconvenientes para poder realizar la gestión de ANF en todos los microsectores.

En el presente Plan Básico, se pretende implementar las actividades de reducción de ANF en 10 microsectores a partir del año 2020 y mediante estas actividades fortalecer las capacidades de los técnicos de 4 Delegaciones, posteriormente desarrollar las actividades en 20 microsectores cada año.

- De los microsectores existentes actualmente, se clasifican los sectores donde se puede medir el caudal mínimo nocturno.
- Se mide el caudal mínimo nocturno de los microsectores seleccionados y se verifican los microsectores con grave problema de ANF
- En los microsectores con grave problema de ANF, se desarrollan actividades piloto aprendidas en el proyecto de JICA.
- No se debe dedicar el mismo período y la misma labor del proyecto de JICA en un área piloto.

- Se establece como un 30% la tasa meta de ANF en un microsector.
- Se establece como aproximadamente 50% del costo del proyecto de JICA como referencia el costo de aporte a los microsectores.
- En las actividades del 2020 en 10 microsectores, se toma en cuenta la OJT (capacitación en el trabajo) para funcionarios técnicos de la Delegación bajo la orientación del Departamento de ANF para fortalecer a los recursos humanos a nivel de Delegaciones.
- A partir del 2021, se realiza la mejora necesaria de las redes de distribución para poder realizar las actividades en todos los microsectores existentes y para desarrollar las actividades de reducción de ANF en 20 microsectores cada año.

4.5.2 Método de evaluación del nivel de vulnerabilidad

Para implementar estas iniciativas, a continuación se muestra el resumen de la información de los microsectores existentes y el método para cuantificar los niveles de deterioro y de gravedad de ANF mediante el uso de los indicadores.

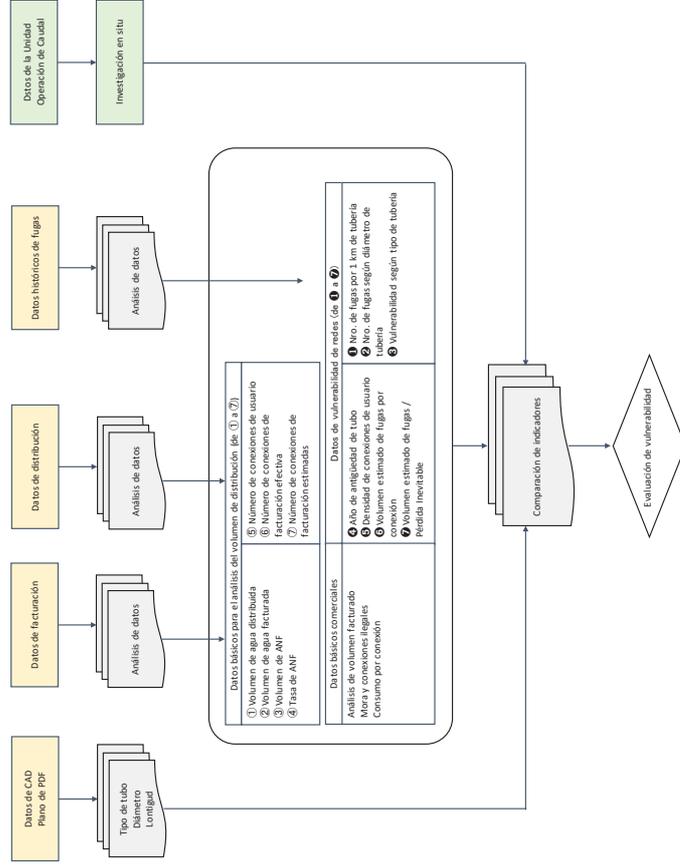


Figura 4.4 Flujo de evaluación de vulnerabilidad de los 10 microsectores

A continuación, se muestra el resumen de calificación del nivel de vulnerabilidad de un microsector en 5 escalas para cada indicador. El siguiente caso se puede calificar como Nivel I.

Tabla 4.3 Ejemplo de evaluación del nivel de vulnerabilidad

Nivel	Vulnerabilidad	1	2	3	4	5	6	7	8
I	Alto	✓							
II	Mediano		✓					✓	
III	Bajo			✓					✓
IV	Menudo					✓			
V	Sano								

Hipotéticamente, si la mayoría de los 10 microsectores es calificada como Nivel I, con el objetivo de comparar de manera más cuantitativa el nivel de gravedad de estos microsectores, se realiza la calificación en 2 escalas basada en el caudal mínimo nocturno.

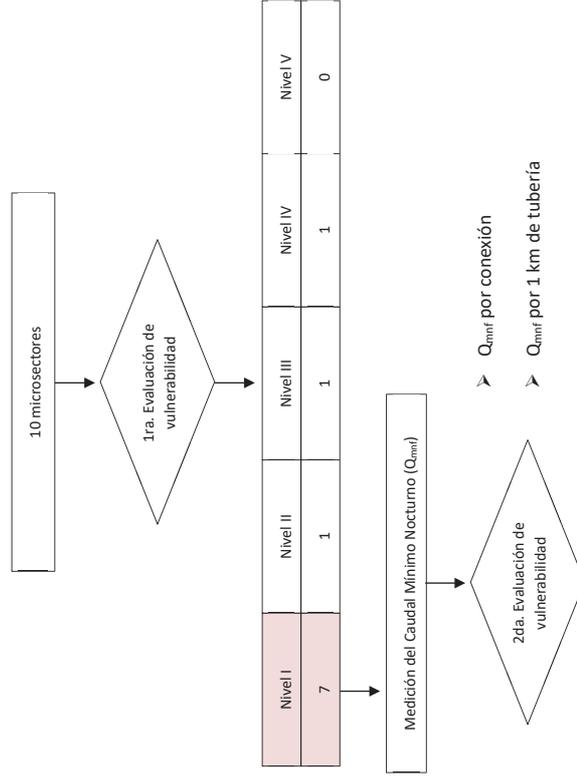


Figura 4.5 Flujo de evaluación de vulnerabilidad de los microsectores seleccionados

4.5.3 Ejemplo de evaluación del nivel de vulnerabilidad

En el siguiente caso, se muestra un ejemplo de comparación de niveles de vulnerabilidad utilizando la información existente de los siguientes microsectores.

El volumen de distribución, la tasa de ANF y el número de usuarios cambian cada mes, por lo que en este caso se utiliza la media del primer semestre del 2019.

Tabla 4.4 Datos de tuberías de distribución en los 10 microsectores

Material	Día (mm)	Longitud de tuberías de distribución (m)													
		MS No.1	MS No.5	MS No.8	MS No.10	MS No.14	MS No.19	MS No.28	MS No.29	MS No.52	MS No.59				
Asfalto Cemento (AC)	75				567	2,004		464							
	100	1,531		2,762	6,25	1,602	5,070	3,698	3,325	952					
	150	1,249		973	8,79	1,387	580	1,342	1,832	997					
	200	60					650								
Subtotal	300	60	2,280	0	4,302	1,504	4,933	6,300	6,241	6,271	1,114				
	50	0	0	0	0	0	363	0	0	0	0	0	0	0	0
Hierro Galvanizado	100														
	400														
Hierro Fundido	600														
	900					446		700		434					
Subtotal	25	3,703	2,972	7,336	11,069	4,037	617	445	1,065	1,552	209				
	75										70				
PVC	100	2,302	1,132	4,242	194	1,751									
	150	6,608	4,104	11,578	11,640	5,788	617	445	1,065	3,338	614				
Subtotal	6,688	6,884	11,578	13,942	7,738	5,610	7,808	7,740	9,734	2,563					

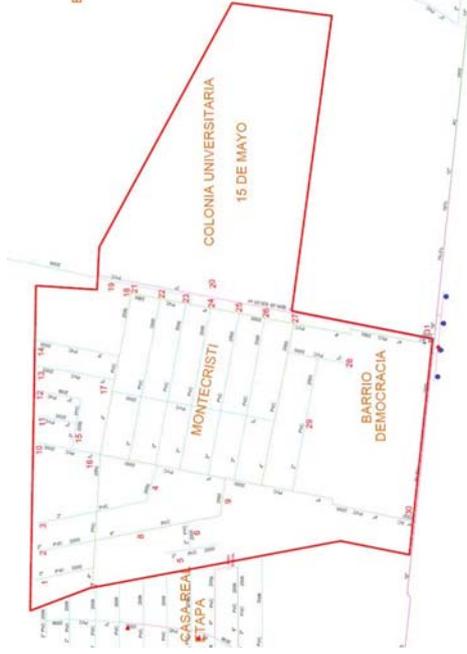
Tabla 4.5 Datos de ANF en los 10 microsectores

Parámetros	Datos de ANF (Promedio entre enero y junio de 2019)									
	MS No.1	MS No.5	MS No.8	MS No.10	MS No.14	MS No.19	MS No.28	MS No.29	MS No.52	MS No.59
① Distribución (m³/mes)	37,685	76,125	63,385	86,545	63,375	43,292	52,372	62,110	100,610	24,413
② Facturación (m³/mes)	16,923	35,118	32,520	44,931	23,285	19,644	28,699	29,052	31,649	9,033
③ Volumen de ANF (m³/mes)	20,762	41,007	30,865	41,614	40,090	23,648	23,673	33,058	68,961	15,381
④ Tasa de ANF	55%	54%	49%	48%	63%	55%	45%	53%	69%	63%

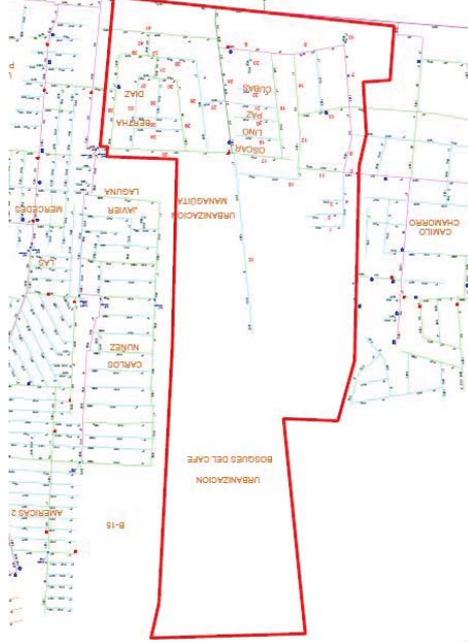
Tabla 4.6 Datos de usuarios en los 10 microsectores

Parámetros	Datos de usuarios (Promedio entre enero y junio de 2019)									
	MS No.1	MS No.5	MS No.8	MS No.10	MS No.14	MS No.19	MS No.28	MS No.29	MS No.52	MS No.59
⑤ Nro. de conexiones	721	1,125	1,312	1,845	851	791	1,179	929	1,306	313
⑥ Nro. de facturación efectiva	459	745	640	904	356	655	893	548	820	233
⑦ Nro. de facturación estimada	262	380	672	941	485	136	286	381	486	60

MS No.1



MS No.5



MS No.8



MS No.10



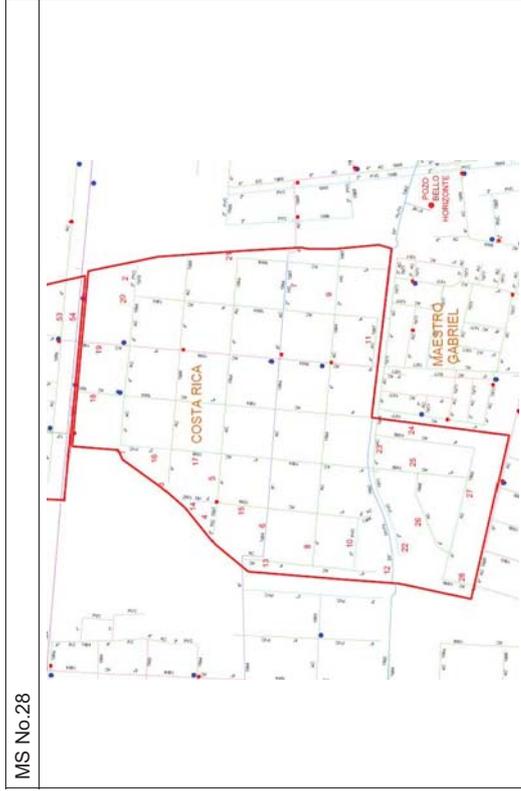
MS No.14



MS No.19



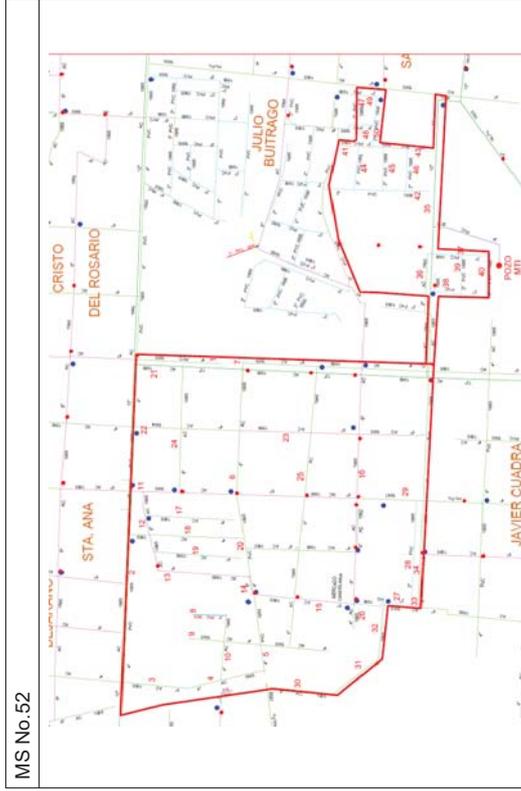
MS No.28



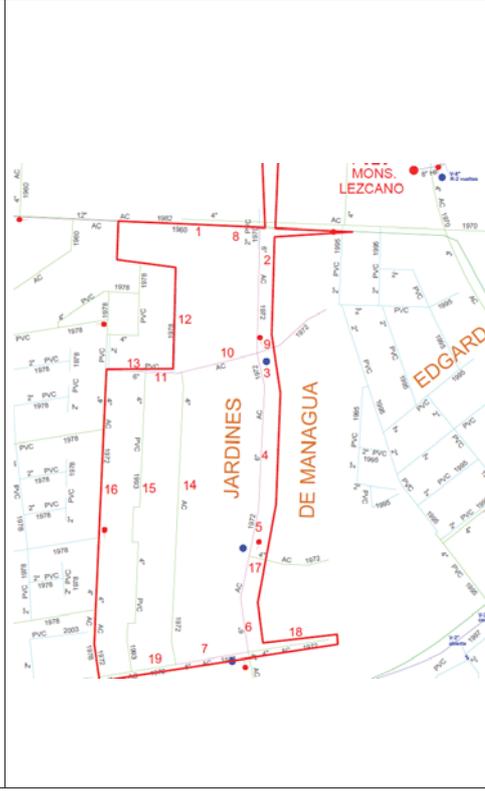
MS No.29



MS No.52



MS No.59



4.5.4 Resultado de análisis del nivel de vulnerabilidad

A continuación, se muestra un ejemplo de determinación de los niveles de vulnerabilidad utilizando los siguientes 7 indicadores.

Tabla 4.7 Datos de usuarios en los 10 microsectores

Indicadores	Descripciones
1	Nro. de fugas por 1km de tubería de distribución Valor obtenido convirtiendo el número de casos del historial de fugas en casos/km, luego calculando los niveles de vulnerabilidad según los criterios de determinación.
2	Nro. de fugas según diámetro de tubería Valor de puntaje del número de casos por diámetro mediante el coeficiente de riesgos.
3	Vulnerabilidad según tipo de material de tubería Valor de puntaje por tipo de tubería de distribución. Se establece el coeficiente de riesgos de la tubería de asbesto cemento como 5, el más alto.
4	Año de antigüedad de tuberías Valor de puntaje de los años transcurridos después de la instalación mediante el coeficiente de riesgos.
5	Densidad de conexiones de usuario (conexión/km) Valor de puntaje de la densidad planar de usuarios. Se establece el coeficiente de riesgos de más de 100 conexiones/km como 10.
6	Volumen estimado de fugas por conexión (L/conexión/día) Se supone que el volumen de fugas es el 60% de ANF. El valor obtenido dividiendo el volumen estimado de fugas entre el número de usuarios es el indicador del nivel de gravedad de fugas.
7	Volumen estimado de fugas / Volumen de pérdidas inevitables Valor de porcentaje del volumen de fugas estimado como el 60% de ANF en el volumen de pérdidas reales anuales inevitables (UARL). Equivale al Índice de Fugas Estructurales (II) recomendado por la IWA (Asociación Internacional del Agua) y es el indicador del nivel de vulnerabilidad de la red de distribución.

(1) Número de fugas por 1km de tubería de distribución

No hay datos en este momento.

Los siguientes criterios de evaluación es sólo un ejemplo, por lo que esto debe modificarse según situación real para facilitar la comparación de diferentes microsectores.

Caso/km	Criterio		Nro. de fugas	Evaluación
	Grado	Nivel		
$20 \leq x$	10	I	Distribución	Acometida
$15 \leq x < 20$	9	I		
$10 \leq x < 15$	8	II	Enero	
$5 \leq x < 10$	7	II		
$4 \leq x < 5$	6	III	Febrero	
$3 \leq x < 4$	5	III	Marzo	
$2 \leq x < 3$	4	IV	Abril	
$1 \leq x < 2$	3	IV	Mayo	
$0 \leq x < 1$	2	V	Junio	
$x=0$	1	V	Julio	
			Agosto	
			Septiembre	
			Octubre	
			Noviembre	
			Diciembre	
			Total	

(2) Número de fugas según diámetro de tubería

Puntaje de evaluación = \sum (Porcentaje de fugas según diámetro x Coeficiente de riesgos)

No hay datos en este momento.

Los siguientes criterios de evaluación es sólo un ejemplo, por lo que esto debe modificarse según situación real para facilitar la comparación de diferentes microsectores.

Diámetro (mm)	Coeficiente de riesgo	Número de fugas	Porcentaje (%)	Puntaje	Criterio	
					Puntaje	Nivel
12	1	A	A/Fx100	A/Fx100xCoef.	50 ≤ x	I
18	2	B	B/Fx100	B/Fx100xCoef.	40 ≤ x < 50	II
25	3				30 ≤ x < 40	III
50	4				20 ≤ x < 30	IV
80	5				0x < 20	V
100	6					
150	7					
200	8					
250	9					
300	10	F	100.00			
Total						
Promedio						

(3) Vulnerabilidad según tipo de material de tubería

Puntaje de evaluación = $\sum(\text{Longitud de tubería según tipo de material} \times \text{Coeficiente de riesgos}) / \text{Número de conexiones} \times 100$

Los siguientes criterios de evaluación es sólo un ejemplo, por lo que esto debe modificarse según situación real para facilitar la comparación de diferentes microsectores.

Tipo y Diámetro	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje
AC150	5		
AC100	5		
HG150	4		
HG100	4		
HGS0	4		
HF 200	3		
HF 300	3		
PVC150	2		
PVC100	2		
PVC50	2		
HDPE	1		
Total			
Nro. de conexiones			
Evaluación			Puntaje total/Nro. de conexiones x 100

Criterio	
Puntaje	Nivel
$5 \geq x$	I
$3 \leq x < 5$	II
$2 \leq x < 3$	III
$1 \leq x < 2$	IV
$0 \leq x < 1$	V

Tabla 4.8 Ejemplo de evaluación de vulnerabilidad según tipo de material

MS No.1				MS No.19			
Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje	Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje
Asbesto Cemento (AC)	5	0.060	0.300	Asbesto Cemento (AC)	5	4.991	24.955
Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000	Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000
Hierro Fundido (HF)	3	0.000	0.000	Hierro Fundido (HF)	3	0.000	0.000
PVC	2	6.688	13.376	PVC	2	0.617	1.234
PEAD	1	0.000	0.000	PEAD	1	0.000	0.000
Total		13.516	7.11	Total		26.199	26.199
Número de conexiones			721	Número de conexiones			791
Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			1.87	Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			3.31

MS No.5				MS No.8			
Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje	Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje
Asbesto Cemento (AC)	5	2.780	13.900	Asbesto Cemento (AC)	5	6.300	31.500
Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000	Hierro Galvanizado (HG)	4	0.363	1.452
Hierro Fundido (HF)	3	0.000	0.000	Hierro Fundido (HF)	3	0.700	2.100
PVC	2	4.108	8.208	PVC	2	0.445	0.890
PEAD	1	0.000	0.000	PEAD	1	0.000	0.000
Total		22.108	11.25	Total		35.942	35.942
Número de conexiones			1125	Número de conexiones			1179
Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			1.97	Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			3.05

MS No.8				MS No.9			
Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje	Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje
Asbesto Cemento (AC)	5	0.000	0.000	Asbesto Cemento (AC)	5	6.241	31.205
Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000	Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000
Hierro Fundido (HF)	3	0.000	0.000	Hierro Fundido (HF)	3	0.434	1.302
PVC	2	11.578	23.156	PVC	2	1.065	2.130
PEAD	1	0.000	0.000	PEAD	1	0.000	0.000
Total		23.156	11.25	Total		34.637	34.637
Número de conexiones			1312	Número de conexiones			929
Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			1.76	Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			3.73

MS No.10				MS No.52			
Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje	Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje
Asbesto Cemento (AC)	5	4.302	21.510	Asbesto Cemento (AC)	5	6.271	31.355
Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000	Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000
Hierro Fundido (HF)	3	0.000	0.000	Hierro Fundido (HF)	3	0.125	0.375
PVC	2	11.640	23.280	PVC	2	3.338	6.676
PEAD	1	0.000	0.000	PEAD	1	0.000	0.000
Total		44.790	18.45	Total		38.406	38.406
Número de conexiones			1845	Número de conexiones			1306
Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			2.43	Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			2.94

MS No.14				MS No.59			
Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje	Tipo de material	Coefficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje
Asbesto Cemento (AC)	5	1.504	7.520	Asbesto Cemento (AC)	5	1.949	9.745
Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000	Hierro Galvanizado (HG)	4	0.000	0.000
Hierro Fundido (HF)	3	0.446	1.338	Hierro Fundido (HF)	3	0.000	0.000
PVC	2	5.788	11.576	PVC	2	0.614	1.228
PEAD	1	0.000	0.000	PEAD	1	0.000	0.000
Total		20.434	8.51	Total		10.972	10.972
Número de conexiones			851	Número de conexiones			313
Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			2.40	Puntaje (Total/Nro. conexiones*100)			3.51

(4) Año de antigüedad de tuberías

Puntaje de evaluación = $\{ \text{Longitud de tubería según año de antigüedad} \times \text{Coeficiente de riesgos} \}$

No hay datos en este momento.

Los siguientes criterios de evaluación es sólo un ejemplo, por lo que esto debe modificarse según situación real para facilitar la comparación de diferentes microsectores.

Tipo de tubo	Año de antigüedad	Coeficiente de riesgo	Longitud de tuberías (km)	Puntaje	
				Puntaje	Nivel
Adiestro Cemento	$70 \leq x$	10			
	$60 \leq x < 70$	9			
	$50 \leq x < 60$	8			
	$40 \leq x < 50$	7			
	$30 \leq x < 40$	6			
	$x < 30$	5			
	$30 \leq x$	4			
PVC	$20 \leq x < 30$	3			
	$10 \leq x < 20$	2			
	$x < 10$	1			
Otro					

Criterio	
Puntaje	Nivel
$25 \leq x$	I
$20 \leq x < 25$	II
$15 \leq x < 20$	III
$10 \leq x < 15$	IV
$0 \leq x < 10$	V

(5) Densidad de conexiones de usuario

Puntaje de evaluación = $\text{Densidad de conexiones (Nro. de conexión/km)} \times \text{Coeficiente de riesgos}$

Los siguientes criterios de evaluación es sólo un ejemplo, por lo que esto debe modificarse según situación real para facilitar la comparación de diferentes microsectores.

Densidad de conexión (con/km)	Coeficiente de riesgo	Criterio	
		Puntaje	Nivel
$100 \leq x$	10	$1000 \leq x$	I
$90 \leq x < 100$	9	$500 \leq x < 1000$	II
$80 \leq x < 90$	8	$300 \leq x < 500$	III
$70 \leq x < 80$	7	$100 \leq x < 300$	IV
$60 \leq x < 70$	6	$0 < x < 100$	V
$50 \leq x < 60$	5		
$40 \leq x < 50$	4		
$30 \leq x < 40$	3		
$20 \leq x < 30$	2		
$10 \leq x < 20$	1		

Microsector	Nro. de conexiones	Longitud de tuberías (km)	Densidad de conexiones (con/km)	Coeficiente de riesgo	Puntaje
MS No.1	721	6.668	108.13	10	1.081
MS No.5	1.125	6.884	163.42	10	1.634
MS No.8	1.312	11.578	113.32	10	1.133
MS No.10	1.845	15.942	115.73	10	1.157
MS No.14	851	7.738	109.98	10	1.100
MS No.19	791	5.610	141.00	10	1.410
MS No.28	1.179	7.808	151.00	10	1.510
MS No.29	929	7.740	120.03	10	1.200
MS No.52	1.306	9.734	134.17	10	1.342
MS No.59	313	2.563	122.12	10	1.221

(6) Volumen estimado de fugas por conexión

El criterio de evaluación se muestra a continuación;

Criterio	Nivel
Volumen estimado de fugas (l/con/día)	
1000 ≤ x	I
500 ≤ x < 1000	II
300 ≤ x < 500	III
200 ≤ x < 300	IV
0x < 200	V

Microsector	Nro. de conexiones	Volumen de ANF (m ³ /mes)	Volumen estimado de fugas por conexión (l/con/día)	Nivel	
MS No.1	721	20,762	415.2	575.92	II
MS No.5	1,125	41,007	820.1	720.01	II
MS No.8	1,312	30,865	617.3	470.50	III
MS No.10	1,845	41,554	831.1	450.45	III
MS No.14	851	40,090	801.8	942.19	II
MS No.19	791	23,648	473.0	597.93	II
MS No.28	1,179	23,673	473.5	401.58	III
MS No.29	929	33,058	661.2	711.69	II
MS No.52	1,306	68,961	1,379.2	1,056.06	I
MS No.59	313	15,381	307.6	982.81	II

(7) Volumen estimado de fugas / Volumen de Pérdidas Inevitables

El criterio de evaluación se muestra a continuación;

Criterio	Nivel
Volumen estimado de fugas / Pérdida Inevitable	
30 ≤ x	I
20 ≤ x < 30	II
10 ≤ x < 20	III
5 ≤ x < 10	IV
0x < 5	V

Microsector	Nro. de conexiones	Longitud de tuberías (km)	Longitud de acometidas (km)	Presión de agua (m ² /H ₂ O)	Pérdidas Reales Anuales Inevitables (m ³ /día)	Vol. de ANF (m ³ /mes)	Volumen estimado de fugas (m ³ /día)	Nivel
MS No.1	721	6,668	2,163	30	23	20,762	415.2	18.4
MS No.5	1,125	6,884	3,375	30	33	41,007	820.1	24.7
MS No.8	1,312	11,578	3,936	30	41	30,865	617.3	15.2
MS No.10	1,845	15,942	5,535	30	57	41,554	831.1	14.6
MS No.14	851	7,738	2,553	30	27	40,090	801.8	30.2
MS No.19	791	5,610	2,373	30	24	23,648	473.0	19.9
MS No.28	1,179	7,808	3,537	30	35	23,673	473.5	15.5
MS No.29	929	7,740	2,787	30	29	33,058	661.2	23.1
MS No.52	1,306	9,734	3,918	30	40	68,961	1,379.2	34.9
MS No.59	313	2,563	0,939	30	10	15,381	307.6	32.0

(8) Resultado final

A continuación, se muestra el resumen de los resultados del análisis anterior. Por ejemplo, se observa que en comparación con el MS No.1, el MS No.52 o el MS No.59 tienen mayor nivel de vulnerabilidad, por ende, mayor prioridad para tomar las medidas.

Tabla 4.9 Evaluación final de los 10 microsectores

Indicadores	MS No.1	MS No.5	MS No.8	MS No.10	MS No.14	MS No.19	MS No.28	MS No.29	MS No.52	MS No.59
1 Nro. de fugas / Longitud de tubería de distribución	No hay datos									
2 Nro. de fugas por diámetro de tubo	No hay datos									
3 Vulnerabilidad según tipo de tubo	1.87	1.97	1.76	2.48	2.40	3.31	3.05	3.73	2.94	3.51
4 Año de antigüedad	No hay datos									
5 Densidad de conexión de usuarios	1,081	1,634	1,133	1,197	1,100	1,410	1,510	1,200	1,342	1,221
6 Vol. Estimado de fugas por conexión (l/con/día)	575.9	729.0	470.5	460.4	942.2	597.9	401.6	711.7	1,056.1	982.8
7 Vol. estimado de fugas / Pérdidas inevitables	18.4	24.7	15.2	14.5	30.2	19.9	13.5	23.1	34.9	32.0

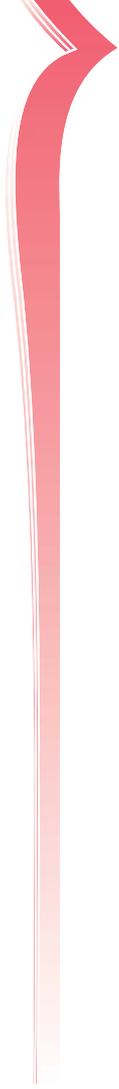
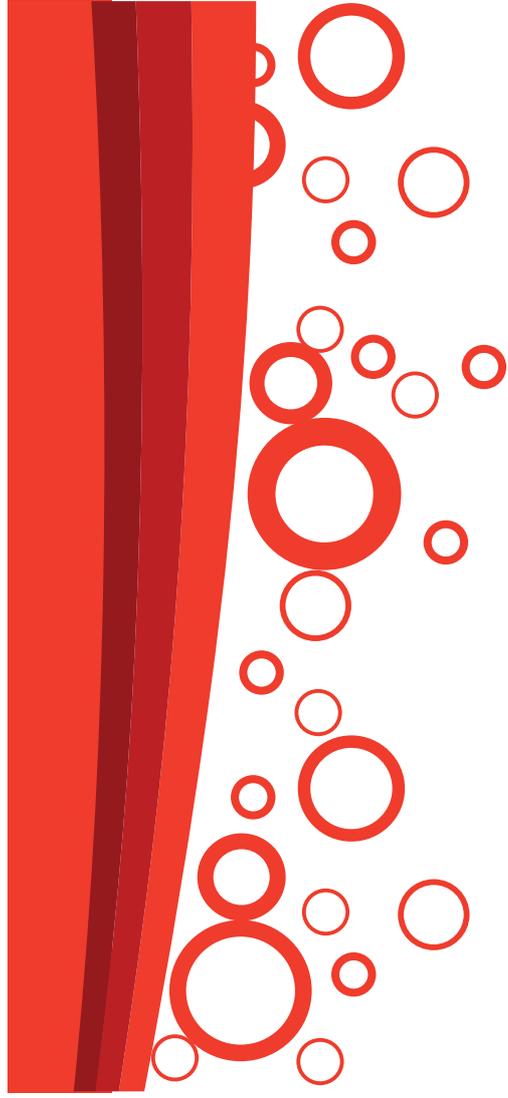
Indicadores	MS No.1	MS No.5	MS No.8	MS No.10	MS No.14	MS No.19	MS No.28	MS No.29	MS No.52	MS No.59
1 Nro. de fugas / Longitud de tubería de distribución	No hay datos									
2 Nro. de fugas por diámetro de tubo	No hay datos									
3 Vulnerabilidad según tipo de tubo	IV	IV	IV	III	III	II	II	II	III	II
4 Año de antigüedad	No hay datos									
5 Densidad de conexión de usuarios	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
6 Vol. Estimado de fugas por conexión (l/con/día)	II	II	III	III	II	II	III	II	II	II
7 Vol. estimado de fugas / Pérdidas inevitables	III	II	III	III	I	III	III	II	I	I

Nivel de vulnerabilidad
I
Alto
II
Mediano
III
Bajo
IV
Muy bajo
V
Suro

Tabla 4.10 Agrupación de microsectores según prioridad

Prioridad	Microsectores
1	No.14, No.52, No.59,
2	No.1, No.5, No.19, No.29
3	No.8, No.10, No.28

Capítulo 5
Reforma organizativa e institucional



Capítulo 5 Reforma organizativa e institucional

5.1 La necesidad de la reforma

Los factores de la no reducción de ANF en la ciudad de Managua en los últimos 10 años o más no son atribuibles únicamente a la falta de componentes estructurados como las instalaciones o equipos.

Lo más importante para implementar las medidas de reducción de ANF es cómo elevar la motivación de los servidores públicos encargados de implementación de las medidas en el terreno y cómo mantenerla, es decir, el acondicionamiento de las bases organizativas e institucionales.

Un servidor público con excelentes conocimientos o grandiosos equipos de estudio pero sin motivación para realizar las actividades no garantiza el éxito en la reducción de ANF.

En esta sección, se orientará la dirección hacia el mejoramiento organizacional para desarrollar eficiente y efectivamente la reducción de ANF de la ciudad de Managua.

5.2 Mejora del sistema organizacional de ENACAL

Las medidas de ANF que ha venido desarrollando ENACAL en el pasado tenían problemas de amplia dispersión de las responsabilidades relacionadas a las medidas de ANF en la organización, debido a la ejecución individual de las medidas dentro de las responsabilidades de cada Sección, como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 5.1 Secciones responsables de las medidas de ANF

Sección	Jurisdicción
Departamento de ANF	Fugas subterráneas de las redes de distribución
Gerencia Comercial	Fugas y pérdidas comerciales alrededor de las conexiones domiciliarias
Gerencia de Operaciones	Fugas visibles en instalaciones o facilidades así como fugas visibles en la red de distribución y los acueductos.

Cuando hay suficiente presupuesto para las medidas de Gestión del ANF y las Secciones están cumpliendo puntualmente sus responsabilidades laborales, la necesidad de crear una nueva Sección Supervisora de ANF es baja. Sin embargo, con este sistema existente, es difícil resolver el problema de la reducción de ANF que tiene que ver con varios factores, por ende, puede producir una situación donde las Secciones se atribuyen responsabilidades entre ellas. Con respecto a la distribución

presupuestaria para una meta común que es la reducción de ANF, es necesario ejecutarla bajo una Sección de gestión con fuerte liderazgo, conforme a las estrategias de las medidas de ANF.

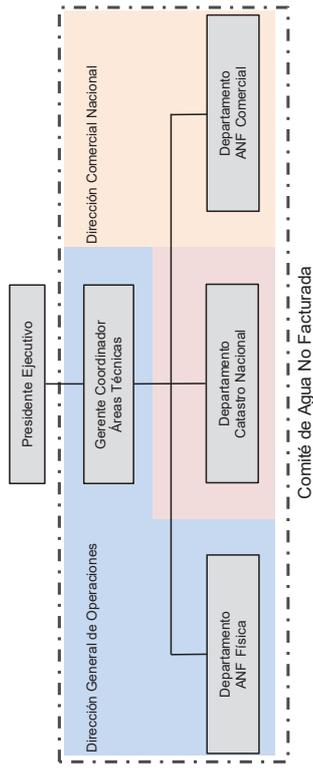
Por consiguiente, es necesario contar con una Sección de gestión única con fuerte poder y capaz de dar respuesta de manera ágil y transversal entre Secciones, hacia una meta común que es la Reducción de ANF.

Asimismo, para implementar las actividades de reducción de ANF de manera continua, son indispensables las iniciativas para mejorar y mantener la motivación de los funcionarios que se dedican a las actividades en el terreno.

La creación de un órgano de gestión única y la reforma institucional para garantizar la motivación son las dos caras de la misma moneda, y debe ser reflejada en el plan de ejecución de la reducción de ANF bajo la firme voluntad de las autoridades de ENACAL.

Con el objetivo de mejorar radicalmente esta situación, la organización para impulsar las futuras medidas de ANF con mayor fuerza se conforma de la siguiente manera.

【ENACAL Central】



【Delegación Departamental】

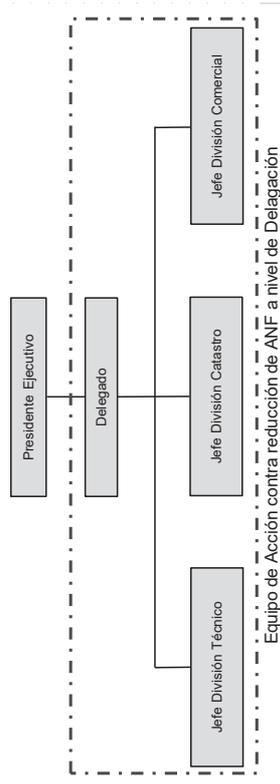


Figura 5.1 Organización para impulsar las medidas de ANF

Como órganos directamente adscritos al Presidente de ENACAL, se asignan el “Departamento de ANF Física”, el “Departamento de ANF Comercial” y el “Departamento de Catastro Nacional”. El anterior “Departamento de ANF” es renombrado como “Departamento de ANF Física” el cual se encarga de la formulación de estrategias de las medidas de ANF física de toda la ENACAL, la supervisión de la situación de ANF en las Delegaciones y la orientación técnica, entre otras responsabilidades.

Por otro lado, las medidas contra las pérdidas aparentes están a cargo del “Departamento de ANF

Comercial” el cual se responsabiliza por la instalación/renovación de los medidores, las medidas contra las conexiones ilegales, la formulación de estrategias de reducción de las pérdidas aparentes y el análisis de volumen facturado, entre otras responsabilidades.

La formulación de estrategias de las medidas de ANF de toda la ENACAL, el monitoreo y evaluación de los resultados obtenidos de las Delegaciones y otros trabajos se realizan a través del Comité de Agua No Facturada donde el “Gerente de Operaciones o el Coordinador de Áreas Técnicas” funge como líder.

Las Delegaciones son responsables de la reducción de ANF de las localidades bajo su jurisdicción. La gestión del volumen de producción en las fuentes de agua está a cargo de la Gerencia de Operaciones para el monitoreo diario, pero las Delegaciones tienen acceso a la base de datos del nivel Central para vigilar el comportamiento del ANF de sus localidades como parte de su trabajo diario y realizar las actividades diarias para la reducción.

5.3 Gestión de ANF en las Delegaciones

Para lograr la gestión y reducción de ANF a nivel de Delegaciones, es indispensable crear un mecanismo para elevar la motivación del personal de las Delegaciones, así como reflejar ese mecanismo en su Plan Operativo.

Es un mecanismo donde los logros del personal dedicado a las medidas de ANF en las Delegaciones son evaluados justamente y reconocidos, no sólo por los Delegados sino también por la Dirección de Recursos Humanos de ENACAL Central. Es decir, con este mecanismo de evaluación, es posible elevar el nivel de motivación del personal.

Para alcanzar estos objetivos, ENACAL desarrolla las siguientes iniciativas.

Tabla 5.2 Sistema de evaluación de los resultados obtenidos

No	Medidas a implementar	Año meta			
		2020	2021	2022	2023
1	Fortalecimiento de Delegación Altamira para la Gestión del ANF	X	X	X	
2	Creación y Fortalecimiento de Otras Delegaciones de Managua para la Gestión del ANF	X	X	X	
3	Fortalecimiento de otras Delegaciones del país para la Gestión del ANF	X	X	X	
4	Creación y Fortalecimiento de los CRAI de Juigalpa, León, Estelí, Granada, Managua, Bilwi, Bluefields	X	X	X	
5	Realización de "Barrido Catastral" para la Actualización del Catastro de Usuarios	X	X	X	
6	Levantamiento del Catastro Técnico de las Localidades	X	X	X	X
7	Auditoría a la Producción de Agua en las Fuentes	X			

5.4 Los roles del Comité de ANF

El Comité de ANF de ENACAL Central juega un rol de "Centro de Monitoreo y Control" que evalúa periódicamente la situación actual de ANF bajo la gestión de las Delegaciones y establece las metas de ANF que deben establecer las Delegaciones. Luego, desde la perspectiva de mediano y largo plazo, monitorea el presente Plan Básico de Reducción de ANF en toda la ciudad de Managua y formula las estrategias de reducción de ANF de ENACAL a nivel nacional, incluyendo las delegaciones departamentales y regionales.

El Comité de ANF monitorea ANF de las Delegaciones y evalúa el rendimiento de cada Delegación a finales del año. Los logros obtenidos en la reducción de ANF por todas las Delegaciones del país son informados al Presidente quien considera premiar a las Delegaciones con mayores logros con reconocimiento u otros beneficios. De esta manera, la creación de un mecanismo para fomentar el sentido de competencia entre las Delegaciones también es un rol del Comité de ANF.

Una de las tareas importantes del Comité de ANF es establecer criterios de evaluación del rendimiento de reducción de ANF en las Delegaciones.

Las Delegaciones se encuentran en distintas situaciones. Las características de los usuarios de cada Delegación, el nivel de deterioro de las redes de distribución, el promedio de las presiones de suministro y las tendencias del consumo de agua varían enormemente, los cuales afectan considerablemente los componentes de ANF.

El nivel de dificultad para lograr la reducción de ANF también varía dependiendo de las circunstancias de cada Delegación. Por ejemplo, el logro de 1% de reducción en una Delegación puede ser evaluado con la equivalencia del 2% de reducción en otra Delegación.

Por consiguiente, el Comité de ANF tiene la responsabilidad de establecer las metas de reducción de ANF y los criterios de evaluación desde la perspectiva imparcial después de realizar suficiente intercambio de opiniones y socialización de la información con las Delegaciones.

- Evaluar el rendimiento de la reducción de ANF de las Delegaciones.
- Establecer los criterios de evaluación del rendimiento y revisarlos periódicamente.
- Establecer las metas de reducción de ANF de mediano y largo plazo.
- Apoyar el establecimiento de las metas de reducción de ANF por Delegaciones en coordinación con ellas.

- Revisar los proyectos de presupuesto para la reducción de ANF entregados por las Delegaciones y dar instrucciones para su corrección.
- Celebrar reuniones periódicas con las Delegaciones y monitorear los logros de las actividades de reducción de ANF.
- Brindar apoyo técnico para las medidas de ANF de las Delegaciones.
- Planificar y organizar la capacitación técnica interna para la reducción de ANF.

5.5 Los roles de las Delegaciones

Para alcanzar las metas de reducción de ANF del siguiente año establecidas por el Comité de ANF, las Delegaciones entregan el proyecto de presupuesto al Comité de ANF, en donde se incluyen las actividades y los costos previstos.

El Comité de ANF revisa la propuesta entregada de las Delegaciones y da instrucciones de corrección según sea necesario. La propuesta corregida es entregada al Presidente Ejecutivo de ENACAL a través de la Dirección de Planificación para proceder a su aprobación. Como regla general, el presupuesto necesario para las medidas de ANF se asigna priorizando las Delegaciones que tengan mayor cantidad de usuarios y mayores índices de ANF.

Las Delegaciones proponen las actividades de reducción de ANF, aunque desde la perspectiva de la gestión empresarial, es preferible establecer mayor prioridad para medidas contra las pérdidas comerciales más que las pérdidas físicas. Esto obedece a la mayor efectividad de la reducción de las pérdidas comerciales en la relación costo-efectividad, en la mayoría de los casos, en comparación con la de las pérdidas físicas. Particularmente, en las áreas con muchos establecimientos comerciales el efecto es notable. Por ejemplo, se puede implementar algunas medidas sin enorme presupuesto para adquirir materiales y equipos, entre ellas, la mejora de la precisión en la lectura de medidores de los usuarios que son grandes consumidores como supermercados grandes, centros comerciales, hoteles y restaurantes, la legalización de las conexiones ilegales y la instalación de medidores para usuarios sin medidores, entre otras.

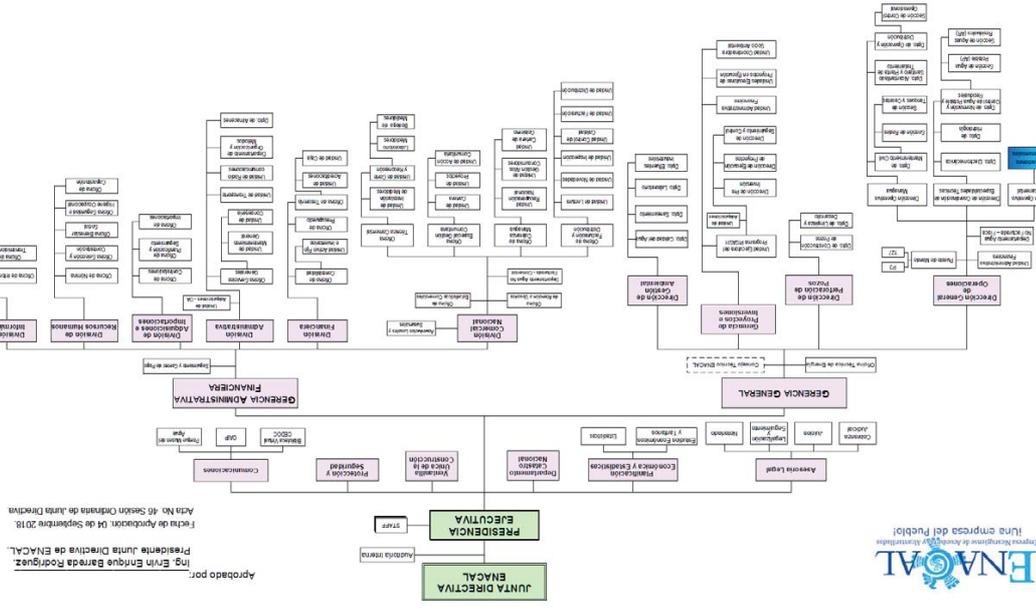


Figura 5.2 Organigrama de ENACAL Central (Septiembre de 2018)

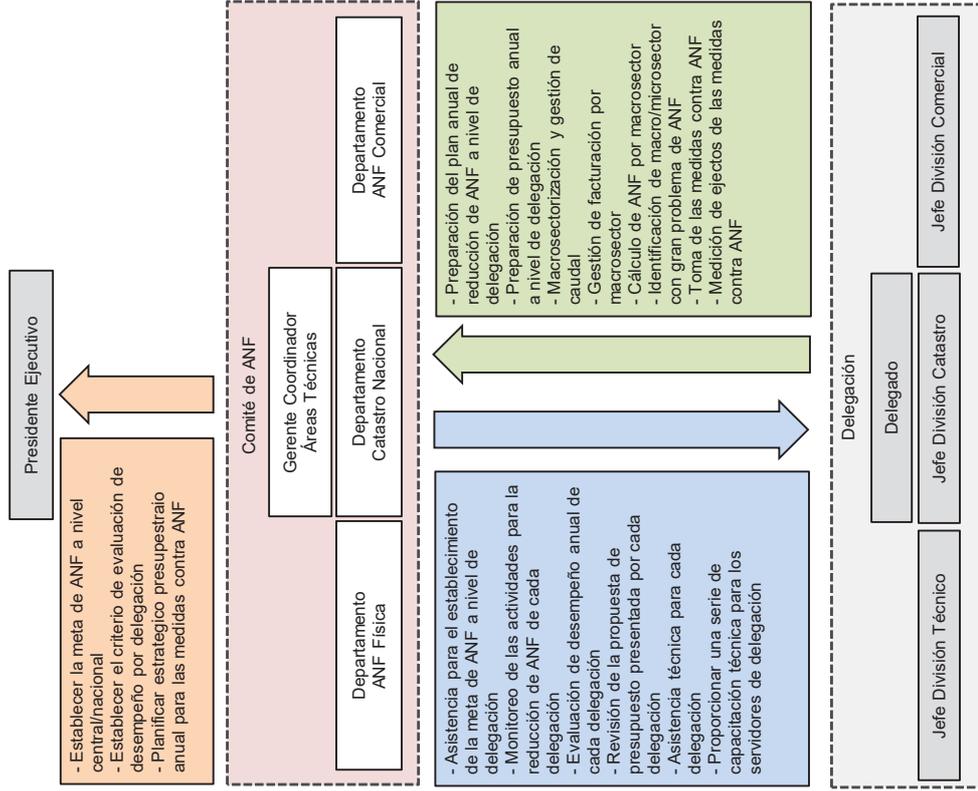


Figura 5.3 Relación entre el Comité de ANF y las Delegaciones

5.6 Mejora del sistema de capacitación

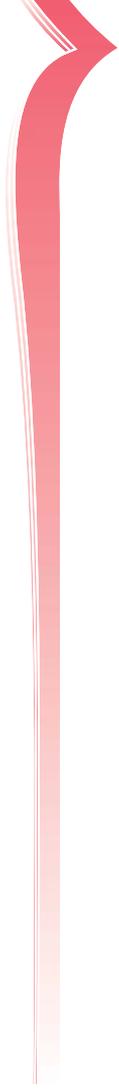
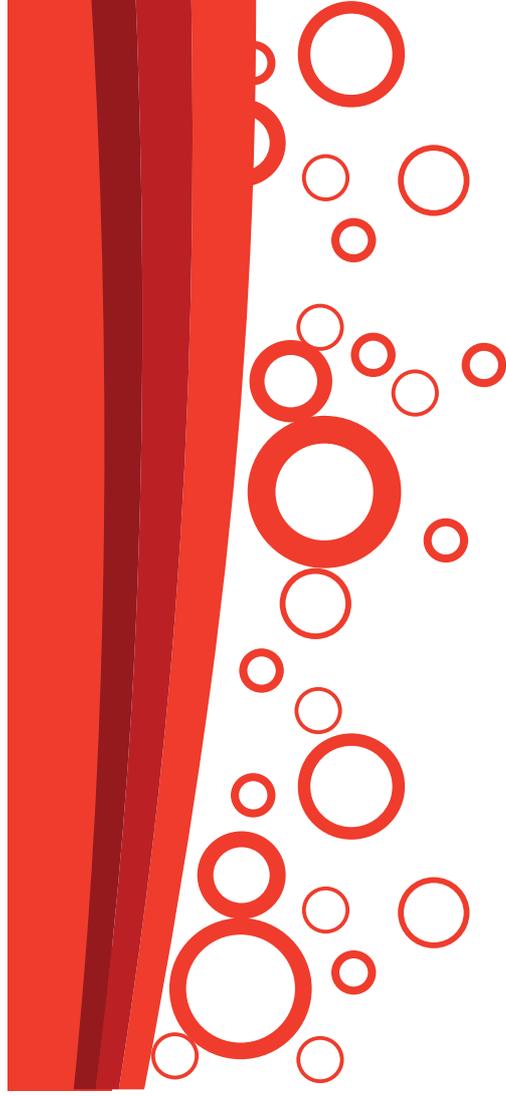
En la reforma organizativa e institucional, las iniciativas para mejorar la capacidad técnica de los funcionarios son importantes para garantizar la sostenibilidad de la institución.

En 2017, se compartió a nivel interno la necesidad de trabajar con la mejora de las capacidades medibles de los funcionarios y desde entonces es obligatoria la formulación de programas de capacitación anual. Esta capacitación interna se realiza bajo la coordinación de la Dirección de Planificación.

Como parte de la reforma institucional financiada por GIZ a partir del 2012, se está concretando la creación del Centro Regional de Atención Inmediata (CRAI) en las Delegaciones departamentales y regionales. A través del proyecto de GIZ (PROATAS), se desarrollará el acondicionamiento de las bases encaminadas a las medidas de ANF en las Delegaciones departamentales y regionales, incluso se prevé la asignación de responsables técnicos de las medidas de ANF a las Delegaciones.

Ante esta situación, se programa el sistema de capacitación interna para desarrollar el fortalecimiento de la capacidad técnica relacionada con la gestión de ANF a lo interno de ENACAL. En el Capítulo 9, se describen los detalles de este programa de capacitación.

Capítulo 6
Procedimientos de las actividades para la reducción de
ANF física



Capítulo 6 Procedimientos de las actividades para la reducción de ANF física

6.1 Identificación de las áreas con severo problema de ANF a nivel de macrosectores

Uno de los objetivos de macrosectorización, es conocer exactamente la situación de la generación sectorial de ANF. Además, es necesario desarrollar la microsectorización priorizando los macrosectores con alto índice de ANF.

Para calcular ANF de cada macrosector, son indispensables los siguientes trabajos.

- Medir exactamente el volumen de producción de todos los pozos.
- Medir exactamente el caudal de entrada a los macrosectores.
- Calcular exactamente el caudal de entrada y salida entre los macrosectores colindantes.
- Extraer todos los usuarios de agua que existen en los macrosectores y reestructurar los datos del catastro de lectura.
- Calcular exactamente el consumo en los macrosectores.
- Elaborar el balance hídrico de los macrosectores y seleccionar las medidas que deben ser implementadas prioritariamente.

6.1.1 Cálculo exacto del volumen de producción

La primera medida que se debe implementar es calcular exactamente el volumen de producción de todos los pozos.

Las fuentes de agua utilizadas para el abastecimiento de agua en la ciudad de Managua, son pozos y la Laguna de Asososca. A la fecha de abril del 2019, existen 159 pozos en funcionamiento, y los macromedidores o caudalímetros funcionan de la siguiente manera.

- Hay 48 caudalímetros electromagnéticos instalados por el Proyecto BID-2471.
- De 48 pozos del Proyecto BID-2471, uno no tiene instalado el panel indicador de caudal en el terreno.
- De 48 pozos del Proyecto BID-2471, cinco no muestran valores en el panel indicador de caudal.

- De 48 pozos del Proyecto BID-2471, dos tienen problemas en el sistema de comunicación de la plataforma SCADA.
- En marzo del 2019, la División de ANF instaló caudalímetros ultrasónicos tipo permanente en 19 pozos.
- Del total de caudalímetros existentes, hay 13 con fallas evidentes y 92 modelos antiguos sin posibilidad de monitorear con SCADA.

Por otro lado, el 86% de los pozos no cumplen con las condiciones adecuadas para la instalación de un caudalímetro (preferiblemente, tramo en línea recta), por lo que sufren afectaciones por el flujo turbulento causado por válvulas o codos. Como consecuencia, tienen baja confiabilidad de valores medidos. En estos pozos, cuando se realiza la renovación de caudalímetro, es necesario corregir el diseño de las tuberías en las partes no enterradas.

Un caudalímetro ultrasónico es susceptible a las afectaciones causadas por burbujas en la corriente, flujo turbulento y corrosión de la pared interior del tubo. Si no se toma una distancia adecuada en línea recta antes y después del sensor, fácilmente se generan errores de medición.

Por otro lado, el caudalímetro electromagnético tiene la ventaja de no sufrir afectaciones de burbujas y flujo turbulento, lo cual permite disminuir el tramo en línea recta necesario, además, la conexión de la unión ampliadora/reductora justo debajo del curso inferior no afecta la precisión de la medición.

Tabla 6.1 La longitud más adecuada del tramo en línea recta en la medición con caudalímetro ultrasónico

Tipo	Parte agua arriba	Parte agua abajo
Codo 90°		
Tee de derivación		
Unión ampliadora		
Unión reductora		
Válvula		
Salida de bomba		

Tabla 6.2 Situación actual de los pozos que suministran el agua a la ciudad de Managua

No.	Nombre de Pozo	Fecha de Construcción	Capacidad (m³/día)	Profundidad (m)	Estado	Observaciones
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

6.2 Identificación de las áreas con severo problema de ANF a nivel de microsectores

6.2.1 Evaluación de los microsectores existentes

En el Capítulo 5, se mostró la situación actual de los microsectores creados hasta la fecha y la política de aprovechamiento de los mismos. En esta sección, se mostrarán los procedimientos para identificar las áreas con severo problema de ANF según la situación de los microsectores creados hasta la fecha.

(1) Microsectores aislables de las redes de distribución

Algunos microsectores existentes tienen un buen sistema de UOC y medición de caudales, y pueden estar hidráulicamente independientes utilizando las válvulas. En la actualidad, no se han manipulado las válvulas para aislarse para evitar la inestabilidad del abastecimiento en los alrededores. En los microsectores que poseen buenas condiciones físicas, se mide el caudal mínimo nocturno aislando de las redes de distribución de sus alrededores únicamente en la noche.

(2) Microsectores incompletamente aislados de las redes de distribución

En base al plano existente de las redes de tuberías de distribución, se instalan válvulas de cierre necesarias para la separación de las redes de distribución.

Como el aislamiento hidráulico del microsector se realiza únicamente en la noche por un tiempo mínimo, las afectaciones al servicio de agua son limitadas, aunque se produzcan caídas de presión de suministro. Por lo tanto, se puede omitir el cálculo hidráulico detallado.

En la comprobación de la separación hidráulica, se instalan registradores de datos (Datalogger) de presión en las viviendas cercanas a los límites de microsectores, y se determinan los resultados viendo las fluctuaciones de la presión después de cerrar las válvulas de cierre de la UOC en la entrada al sector.

6.2.2 Creación de nuevos microsectores

La creación de nuevos microsectores se realiza en los macrosectores con severo problema de ANF, después de esclarecer la situación de la generación de ANF a nivel de macrosectores, con el fin de seleccionar y ejecutar las medidas más concretas y efectivas.

(1) Diseño de los microsectores

Cuando se planea crear nuevos microsectores, se debe definir, tomando en cuenta la información existente de las redes de distribución, si se adopta un diseño que permita operar como DHM en el futuro o un diseño exclusivo para medir el caudal mínimo nocturno por la dificultad de separar el microsector de las redes de distribución.

Lo ideal es que todos los microsectores puedan operar como DHM, sin embargo, esto es sumamente difícil llevar a cabo con las mejoras de las redes de distribución actuales, además, se requiere un enorme tiempo y gastos de inversión.

Por consiguiente, si la situación no permite el aislamiento hidráulico constante, es más eficiente operar los microsectores presuponiendo únicamente la gestión del caudal mínimo nocturno sin pretender la construcción de DHM.

6.3 Priorización de las áreas para tomar las medidas

Se separa el microsector creado de las redes de distribución alejadas por un corto tiempo en la noche para medir el caudal mínimo nocturno (Q_{min}). Se divide este Q_{min} entre el número de usuarios del microsector ($L/conex./min$). De esta manera, se puede comparar los grados de severidad de ANF entre varios microsectores.

Cabe señalar que el número de conexiones en los microsectores es muy pequeño, por lo que no se adopta el Indicador de Fuga de Infraestructura (IFI) en la evaluación de ANF, sino se utiliza el valor $L/conex/min$.

Una vez determinados los niveles de peligrosidad de los microsectores utilizando el caudal mínimo nocturno, se procede a mejorar las redes de distribución para poder operar como DHM el microsector con alto índice de ANF.

El flujo de identificación de microsectores y las medidas de ANF posteriores son los siguientes.

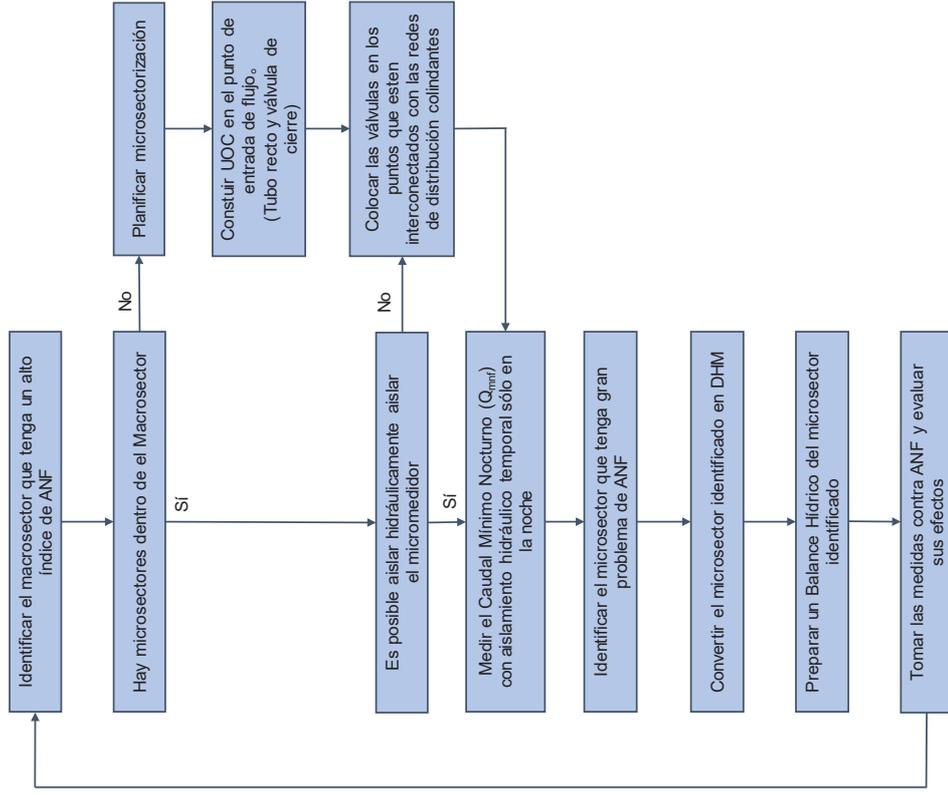


Figura 6.2 Flujo de identificación de microsectores con severo problema de ANF

6.4 Construcción del Distrito Hidrométrico (DHM) y monitoreo de ANF

Una vez identificados los microsectores con severo problema de ANF dentro del macrosector, se implementan las medidas de ANF en esos microsectores.

El primer paso de implementación de las medidas de ANF en los microsectores, es la construcción del Distrito Hidrométrico (DHM).

6.4.1 Descripción general del DHM

El DHM es un “área demarcada que permite realizar la gestión del volumen de suministro mediante caudalímetros”. Se mide constantemente el caudal de entrada desde un lugar o varios lugares. Las pérdidas generadas dentro del DHM se obtienen restando de la suma total del caudal de entrada, el volumen consumido en el período de lectura de medidores en los hogares y el consumo no facturado por algunas razones. El período de medición es de unos 30 días, aunque habría que coincidir con el ciclo de lectura de medidores en los hogares.

Las pérdidas calculadas de esta manera incluyen, aparte de las pérdidas físicas, las pérdidas comerciales como errores de medidores, errores de lectura y uso ilegal.

Cuando los microsectores con severo problema de ANF no tienen una única entrada sino están conectados con las redes de distribución aledañas, se debe instalar el sistema de medición de caudales en sus puntos de conexión adecuados.

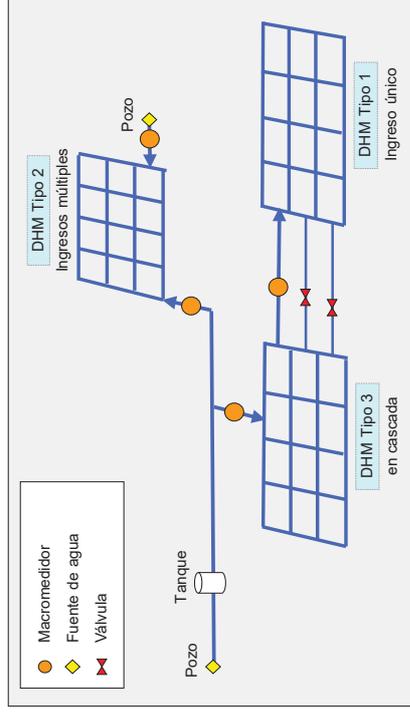


Figura 6.3 Tipos de DHM

Para la construcción del DHM, es necesario considerar todos los elementos incluyendo el elemento hidráulico, práctico y económico.

El tamaño adecuado de un DHM es de 500-3.000 conexiones según la recomendación de la IWA.

Entre más pequeño el tamaño de DHM, más alto el costo por número de conexión (instalación, mantenimiento y control), sin embargo, tiene la ventaja de poder detectar más rápido las fugas generadas.

La construcción del DHM tiene otras ventajas aparte del cálculo exacto de las pérdidas.

A diferencia del microsector, el DHM está diseñado para poder monitorear constantemente el caudal de entrada y el consumo o caudal de salida. Esto permite identificar más rápido y más exacto las nuevas fugas y los lugares de fugas no detectadas hasta entonces. Es decir, con el sistema de vigilancia remota se puede monitorear constantemente el caudal de entrada del sector, por ende, conocer inmediatamente la anomalía. Por ejemplo, el aumento repentino del caudal de entrada anteriormente estable, como resultado, implica reducir el tiempo necesario para dar respuesta.

Cuando las pérdidas físicas ocupan una gran porción en los componentes de ANF del DHM, el ajuste de la presión de suministro es una medida efectiva para la reducción de fugas. Si se instala una válvula reductora de presión en la entrada del DHM construido, es más fácil regular la presión en el DHM hasta un rango adecuado. El DHM regulado de presión de esta manera se denomina como Sector de Gestión de la Presión (SGP).

6.4.2 Diseño de DHM

El diseño de un DHM requiere conocimientos profundos sobre el sistema de distribución de agua. Asimismo, es indispensable contar con la información, no sólo la información más actualizada de las redes de tuberías de distribución sino también la del catastro de clientes y la topográfica. Además, para el trabajo de diseño son necesarios los datos operativos de patrones de fluctuaciones del consumo y sobre los caudales y la presión.

Cuando se trabaja con las complicadas redes de tuberías de distribución, se construye un modelo hidráulico y se estiman los cambios de presión y el impacto después de la sectorización. En este caso, también se debe identificar las tuberías que se convertirán en cuello de botella en el abastecimiento y las tuberías con márgenes, además, conocer los riesgos de la calidad del agua causados por las tuberías sin salida.

Los asuntos básicos que se deben tomar en cuenta en el diseño del DHM son los siguientes.

- No planear un tanque de almacenamiento en el interior del DHM.
- Diseñar priorizando un único punto de medición de caudales en los DHM.
- Se permite garantizar varios puntos de entrada para la seguridad del sistema contra incendios, sin embargo, todos los puntos de entrada deben tener instalados caudalímetros y válvulas de cierre.
- Es deseable que los DHM estén conectados al sistema de monitoreo que permita medir el caudal instantáneo, el caudal acumulado y la presión, y con vigilancia remota por Delegación u Oficina Central.
- El caudalímetro que se instala en los DHM se elige entre los siguientes tipos: ultrasónico, electromagnético o de turbina. Además, el caudalímetro debe tener potencia que permita registrar el caudal instantáneo en el registrador de datos.
- Se debe garantizar una suficiente distancia en el tramo en línea recta antes y después del caudalímetro de los DHM para eliminar afectaciones negativas a la precisión de la medición debido al flujo turbulento.
- Como el perímetro del DHM se aísla con válvulas de cierre, es deseable reducir el número de válvulas en la medida que sea posible. Por lo tanto, los límites se establecen a lo largo de la topografía natural como ríos, calles o canales.
- Se debe minimizar los desniveles dentro de los DHM en la medida que sea posible, para evitar la complejidad de la gestión de la presión.
- Se debe conocer el tipo de usuarios de agua existentes en cada DHM y prever la demanda de abastecimiento para cada tipo.
- Si ocurren problemas de presión al cerrar una válvula de cierre instalada en los límites de DHM, esa válvula de cierre puede mantenerse abierta, pero se debe instalar un caudalímetro junto con la válvula para poder medir exactamente el caudal de entrada/salida.
- Al cerrar las válvulas de cierre en los límites para construir el DHM, se generan muchas tuberías sin salida. A la hora de realizar el análisis hidráulico, es necesario realizar una revisión para prevenir el deterioro de la calidad del agua.

6.5.2 Actividades encaminadas a la reducción de las pérdidas reales

(1) Flujo general

En primer lugar, se realizan actividades de reducción de las pérdidas reales para conocer el volumen de fugas detectables y reparables con la capacidad técnica actual, así como los efectos de la reparación. El análisis posterior de las pérdidas remanentes permite decidir si es necesario implementar las medidas contra las pérdidas aparentes.

La siguiente Figura muestra el flujo general de las actividades.

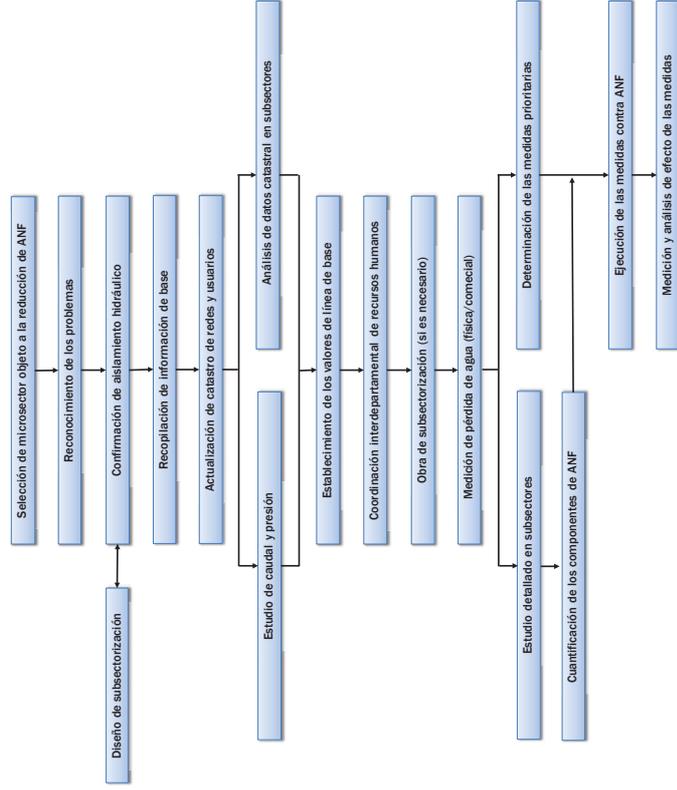


Figura 6.5 Flujo de actividades para la reducción de las pérdidas reales

La siguiente Figura muestra el resumen de los procesos desde la subsectorización hasta la medición real.

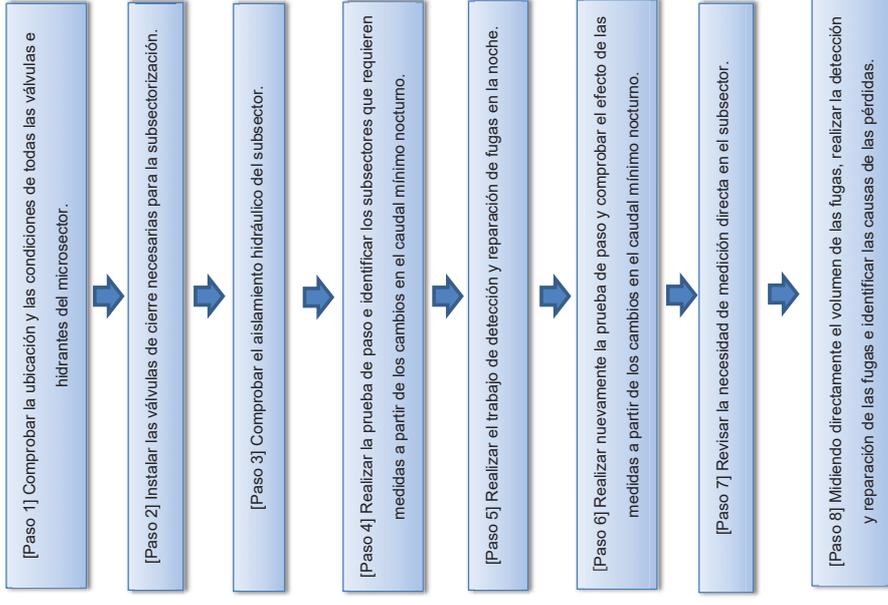


Figura 6.6 Flujo de subsectorización y actividades de reducción de las pérdidas reales

(2) Realización de Prueba de paso

El trabajo para conocer la distribución del volumen de distribución en el microsector, estimar las áreas con mayores fugas y las condiciones de deterioro de la red de distribución se denomina

la prueba de paso.

La prueba de paso afecta todo el microsector por el corte de servicio de agua, por lo tanto, debe realizarse en el horario cuando se utiliza menos agua. Usualmente, las horas principales de medición son entre las ZAM y 4AM, y dependiendo de la situación real del uso en el sector, también se realiza la medición antes y después de este horario.

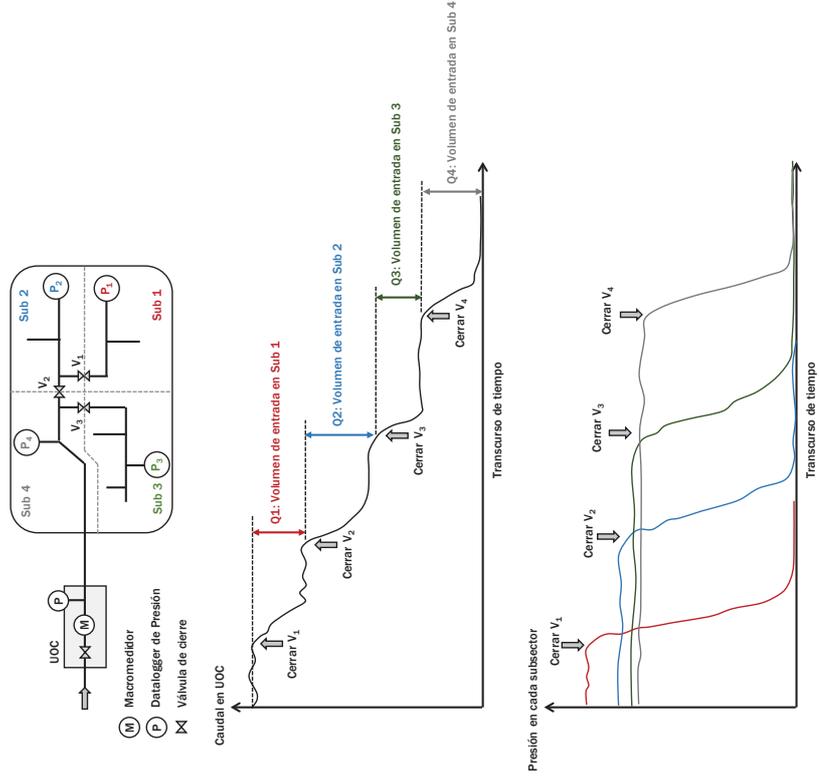


Figura 6.7 Descripción general de la prueba de paso

Para la medición, se manipulan las válvulas de cada subsector monitoreando el caudal mínimo nocturno (Q_{min}) con caudalímetro instalado en la UOC o caudalímetro ultrasónico. Cuando se utiliza el caudalímetro existente, se registra la potencia de pulso en un intervalo de 10 segundos para poder conocer los cambios de caudales de corto tiempo.

El momento oportuno para clausurar el subsector se revisa suficientemente con anterioridad utilizando la Tabla de plan de ejecución. Hay que programar para que un subsector esté cerrado por lo menos 10 minutos.

En los subsectores, se instalan registradores de datos de presión en más de un lugar para registrar las fluctuaciones de presión durante la prueba de paso. Los subsectores que no registran cero en la presión después de cerrar la válvula indican que el aislamiento hidráulico es incompleto.

[Referencia] Comprobación de la precisión del caudalímetro en la UOC

En caso del caudalímetro tipo turbina, el caudal y las rotaciones de la turbina siempre son proporcionales, y la medición de caudales se realiza rotando la turbina con la fuerza del flujo del fluido y contando las rotaciones. El conteo de las rotaciones se realiza incrustando un imán en el extremo de la turbina o en el eje de rotación, y extrayendo los pulsos como señales las cuales son convertidas en caudales.

Es vulnerable a los objetos extraños en el fluido como basura o arena minúscula, la cual desgasta la turbina o el eje, causando errores con uso prolongado.

Si el caudalímetro instalado en los microsectores es de tipo turbina y su rendimiento no es muy confiable, es deseable comprobar los errores instalando caudalímetros ultrasónicos en paralelo.

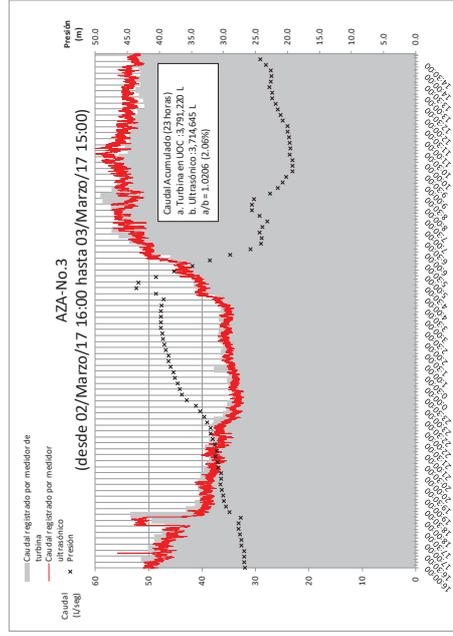
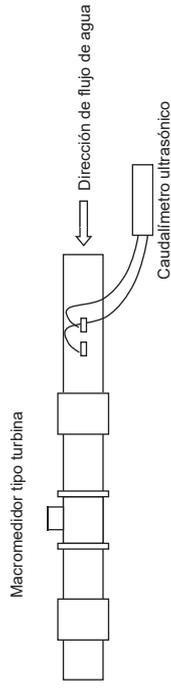


Figura 6.8 Comparación de caudalímetro ultrasónico y caudalímetro tipo turbina

(3) Estimación del consumo nocturno

El caudal mínimo nocturno (Q_{min}) medido en la prueba de paso incluye el consumo nocturno y el consumo ilegal a parte de las fugas.

Los detalles del volumen de agua incluido en el caudal mínimo nocturno son los siguientes.

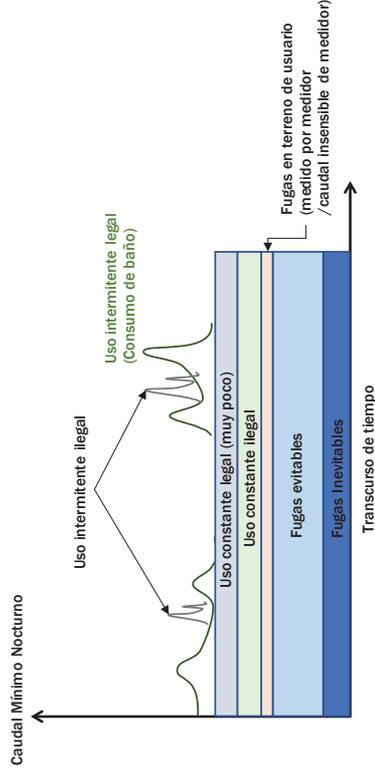


Figura 6.9 Detalles del caudal mínimo nocturno

Ahora, si se logra estimar el consumo en el caudal mínimo nocturno a partir del valor medido, se podría calcular el volumen de fugas existentes en el subsector.

Para ellos, es necesario realizar la lectura de medidores por un corto tiempo en cada subsector, coincidiendo al horario de prueba de paso. En este estudio, únicamente se obtiene el promedio de consumo de cada subsector medido por medidores en apenas una hora, y no se puede esclarecer el volumen de uso intermitente de corto tiempo.

No obstante, se puede estimar el promedio de caudal mínimo nocturno promediando el caudal mínimo nocturno por conexión obtenido en los subsectores, y multiplicándolo por el número de conexiones de todo el microsector.

(4) Estimación de pérdidas en el caudal mínimo nocturno

Una vez calculado el promedio de consumo nocturno en el microsector, se puede calcular las pérdidas nocturnas sustrayendo este promedio del caudal mínimo nocturno.

Al repetir la prueba de paso y la detección y reparación de fugas, el caudal mínimo nocturno disminuye de la siguiente manera, sin embargo, cuando el caudal mínimo nocturno es más o menos estable, la diferencia son las pérdidas.

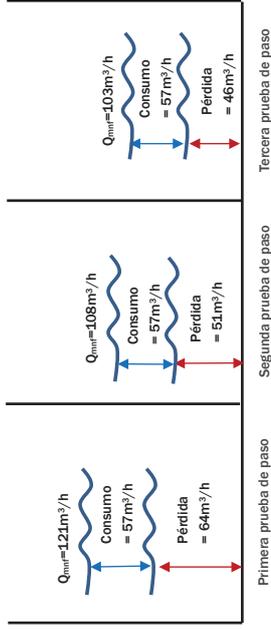


Figura 6.10 Esquema de cálculo de pérdidas nocturnas

El ejemplo anterior indica que el trabajo de detección y reparación de fugas logró reducir las pérdidas nocturnas hasta $46m^3/h$. Para convertir esto en volumen promedio diario, es necesario corregirlo considerando las fluctuaciones de la presión durante el día.

A continuación, se muestra un ejemplo en un DHM de Managua.

Se dividió la presión medida en la UOC en 4 horarios y se obtuvo el promedio de cada una. A altas horas de la noche de 0:00 a 6:00, el promedio es de $44.24mAg$, mientras el promedio diario es de $34.28mAg$. Como la presión es alta a altas horas de la noche, las pérdidas calculadas en este horario son mayores que las de durante el día.

La fórmula para convertirlo en promedio diario de pérdidas es la siguiente. En este caso, se calculó un promedio diario de pérdidas de $40.3m^3/h$. Restando de estas pérdidas las fugas inevitables según la IWA calculadas para todo el microsector, se obtiene el volumen de fugas que se deben atender en este momento.

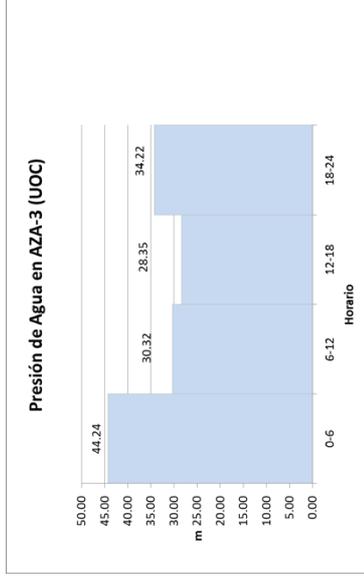


Figura 6.11 Presión de agua de entrada al Área Piloto AZA No.3

Tabla 6.3 Caudal media perdida diaria del Área Piloto AZA No.3

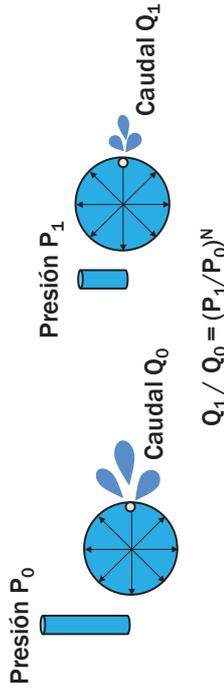
Items	Horario			Promedio
	0:00-6:00	6:00-12:00	12:00-18:00	
Presión (m)	44.24	30.32	28.35	34.28
Proporción (P_x/P_0)	1.00	0.685	0.641	0.773
$(P_x/P_0)^{0.5}$	1.00	0.828	0.801	0.879
Caudal (m^3/h)	46.00	38.09	36.85	40.34

$$Q_x = (P_x/P_0)^{0.5} \times Q_0$$

Q_0 : Caudal en franja de tiempo base

P_0 : Presión de agua en franja de tiempo base

P_x/P_0 : Relación frente a la presión de agua en franja de tiempo base



$$Q_1 / Q_0 = (P_1 / P_0)^N$$

[Exponente "N"]
 En caso que el agujero sea de orificio redondo) : N=0.5
 Según experiencia en campo, se aplica N=1.5 para el tubos plástico en áreas variables
 Para condiciones generales de la red de distribución, donde la forma de los daños es fija con área variable, estudios recientes muestran N=1.15.

Figura 6.12 Relación entre fuga y presión

(5) Cuando la tasa de medidores instalados en los microsectores es baja cuando muchos usuarios del microsector no tienen instalados los medidores de agua o cuando se trata de las áreas donde difícilmente existen condiciones para la gestión de medidores, es difícil determinar hasta donde es válida la detección de las fugas.
 En este caso, se revisan las medidas contra las fugas reales siguiendo los siguientes procesos empíricos.

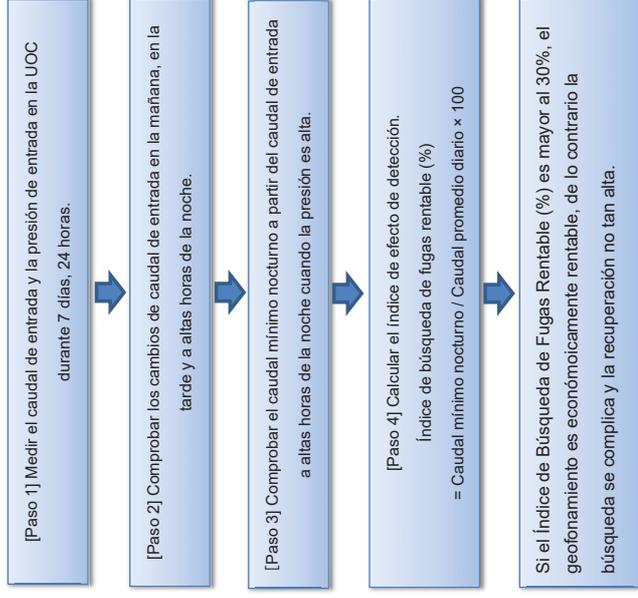


Figura 6.13 Valoración de las pérdidas en un sistema sin control de micromedición

(6) Revisión del trabajo de medición directa

Sobre la base de los resultados de la prueba de paso, suponiendo que el volumen de fugas se concentra en los sectores de mayor volumen de distribución, se realizan trabajos de detección y reparación de fugas. Una vez finalizada una serie de trabajos de detección y reparación de fugas, nuevamente se realiza la prueba de paso. En algunas ocasiones, el caudal mínimo nocturno no baja como se espera.

En este caso, se cierran las válvulas del medidor por subsector, se mide el caudal mínimo nocturno sin consumo nocturno y se investiga el volumen de fugas y las conexiones ilegales remanentes por subsector. Este método se denomina como "medición directa".

El caudal de entrada a los subsectores es muy pequeño en comparación con el volumen medido en la UOC. Para medir un caudal inferior a la capacidad mínima del caudalímetro instalado en la UOC, es necesario instalar un caudalímetro capaz de medir caudales pequeños y caudal instantáneo, junto con el tubo de bypass.

El método más deseable es el uso de un hidrante como entrada al tubo de bypass. Sin embargo, cuando existen fallas en el hidrante existente, es necesario realizar obras de instalación de válvulas de cierre y uniones en T en las tuberías de distribución.

Según las pérdidas generadas en el subsector, se selecciona adecuadamente el diámetro del tubo de bypass y el método de extracción. Cuando el diámetro del tubo de bypass o del caudalímetro es demasiado pequeño, la pérdida de carga aumenta, lo cual impide medir el volumen que debe entrar al subsector. Por esta razón, es necesario estimar el tamaño del subsector y el volumen latente de fugas, luego elegir el tubo de bypass y el caudalímetro.

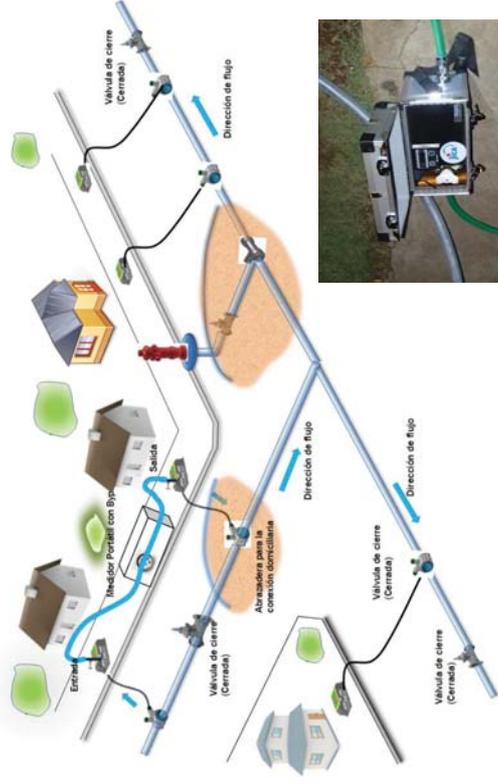
En el proyecto piloto en la ciudad de Managua, se adoptaron los siguientes métodos.

[Caudal de entrada entre $0.06\text{m}^3/\text{h}$ y $3\text{m}^3/\text{h}$]

- Utilizar la caja del medidor existente como punto de conexión provisional del tubo de bypass.
- Para el tubo de bypass, utilizar una manguera de vinilo resistente a la presión o un tubo de PVC de diámetro 25mm.
- Para el caudalímetro, utilizar un medidor de prueba de 20mm o un medidor electrónico equivalente que indique el caudal instantáneo.

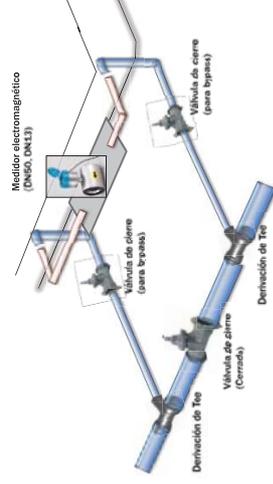
[Caudal de entrada de $2.5\text{m}^3/\text{h}$ o mayor]

- Instalar un tubo de unión en T antes y después de la válvula de cierre de la tubería de distribución e instalar un tubo de bypass de diámetro 50mm.
- En la salida de la parte no enterrada, dejar unos 30cm de tubo de acero y codo 90° (rosca).
- Para el tubo de bypass en la parte no enterrada, utilizar una manguera de vinilo resistente a la presión para uso de bomberos de diámetro 50mm.
- Para el caudalímetro, utilizar un medidor electromagnético de 50mm o un medidor tipo turbina que indique el caudal instantáneo.



Medidor de prueba de 20mm (Aichitokei)

Figura 6.14 Ejemplo del sistema de medición directa (para caudales pequeños)



Medidor casero combinando 2 caudalímetros

Figura 6.15 Ejemplo del sistema de medición directa (para caudales grandes)

6.6 Renovación de las tuberías de suministro

6.6.1 Situación actual de las tuberías de suministro

Actualmente, no existe la información de inventarios de tuberías de suministro existentes en las redes de distribución de la ciudad de Managua. Por esta razón, no existen datos básicos para planificar renovaciones, por ejemplo, año de instalación de la tubería de acometida, tipo de material, diámetro, etc.

Antiguamente se utilizaba el tubo de acero galvanizado, sin embargo, en los últimos años mayoritariamente se utiliza el tubo de policloruro de vinilo (PVC). Cuando se reparan las fugas, se reemplaza el tubo de acero por el tubo PVC.

Se estima que aproximadamente el 80% de las fugas en las redes de tuberías de distribución de Managua ocurre en las conexiones domiciliarias (en el tramo de la tubería de acometida, desde la abrazadera hasta el micromedidor). Este fenómeno se observa ampliamente también en otros países, y la renovación de las tuberías de suministro es una de las medidas más importantes en la reducción de ANF.

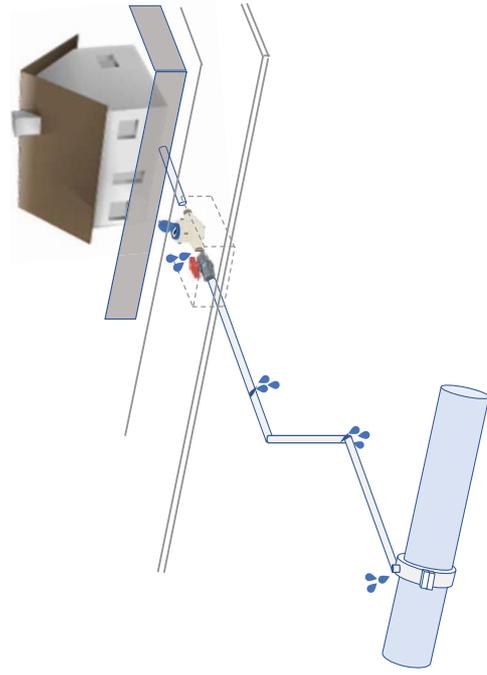


Figura 6.16 Pérdida en la conexión domiciliar

6.6.2 La idea de la renovación de las tuberías de suministro

En el momento cuando se estima que la causa principal son las fugas, según los resultados del estudio de microsectores con severo problema de ANF, se inicia la renovación de las tuberías de suministro en ese sector.

- Cuando aparecen tubos de acero galvanizado durante la reparación de fugas, estos tubos se renevan en su totalidad. Para seleccionar el material del tubo, se prioriza el tubo de polietileno de alta densidad (PEAD).
- Cuando es deseable el uso del tubo de policloruro de vinilo (PVC) según las circunstancias de la instalación y las condiciones de conexión con las tuberías de distribución existentes, se seguirá utilizando el tubo PVC.
- Cuando se realizan nuevas conexiones, se priorizará el uso del tubo PEAD, salvo en circunstancias especiales.

6.7 Medidas contra las fugas en los acueductos de transmisión y en los tanques

Desde noviembre de 2017 hasta 2018, se ha venido realizando investigaciones para conocer la situación de las fugas en las instalaciones, tales como pozos, tanques de distribución, estaciones de bombeo etc. En estos estudios, el departamento encargado tuvo conocimiento por el informe de los operadores que laboran en cada instalación, y posteriormente el equipo de DANF y JICA fueron a los lugares para comprobar las fugas.

Los principales resultados de las investigaciones son como se señala a continuación, y del total de 259 instalaciones se pudo comprobar fugas en 57 lugares. Aunque se supone que el volumen de fugas en general es de 347m³/día, debido a que estas investigaciones se realizaron durante el día que es cuando la presión baja, al considerar la elevación de la presión de agua en toda la red de distribución durante la noche, se estima que el volumen de fugas es mayor. A continuación, se señalan los lugares en donde se producen las fugas en cada instalación.

- Pozos: Fugas de agua desde el eje y la tubería de un pozo bomba de motor vertical
- Tanques de distribución: En las conexiones de las tuberías de afluencia y efluencia.
- Estaciones de bombeo de suministro: En las conexiones de tuberías de los alrededores de la bomba

➤ **Puente tuberías:** En las conexiones

Si se observan las instalaciones por tipos, en los pozos la cantidad de fuga por lugar es pequeño, pero, debido a que en muchas de las tuberías de pozos se están produciendo fugas, esto representa la mitad de las fugas totales.

El 37% del total de las fugas se producen en los reservorios de distribución. La fuga en las tuberías de afluencia de las represas de distribución, se cree que aumentan durante la noche al elevarse la presión en la red de distribución.

En las tanques de distribución, el volumen de fugas por sitio es grande, las cuales en su mayoría se producen en las conexiones de las tuberías de entrada y salida (bridas). Estos lugares son fáciles de reparar, por lo que se toman las medidas contra las fugas junto con el reemplazo de las válvulas.

En caso de las fugas en las tuberías de canalización, es urgente tomar las medidas para la fuga del puente-tubería de Managua I. La solución radical es renovar la tubería en la parte del puente, no obstante, es sumamente difícil ya que se requiere suspender la transmisión de agua de Managua I. Por esta razón, se puede considerar las siguientes reparaciones basadas en estos procesos.

- (Opción 1) Prevenir las fugas utilizando una abrazadera de reparación de fugas tipo acoplamiento hecha de acero.
- (Opción 2) Instalar un tubo de unión en T antes y después del puente para bypass utilizando el método sin cortar el suministro. Posteriormente, instalar un nuevo tubo de bypass desde la unión en T. Después de pasar el agua por el tubo de bypass, renovar totalmente el puente-tubería.

Tabla 6.4 Descripción general de los resultados del estudio de fugas en las instalaciones de distribución

Instalaciones	Volumen de fugas (m ³ /día)	Cantidad de lugares investigados	Número de lugares con fugas	Volumen de fugas por lugar (m ³ /día/lugar)
Pozos	174.7	164	43	4.06
Tanques de distribución	127.1	70	9	14.12
Bombas de agua	16.8	24	4	4.21
Puentes tuberías	28.8	1	1	28.80
Total	347.37	259	57	51.19

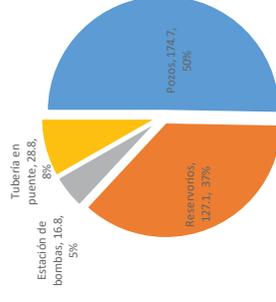


Figura 6.17 Proporción de tasa de fugas por instalaciones

Bomba de pozo: Se observa la fuga en el sello de eje.	Tubería de salida de bomba: Se observa la fuga en las uniones.
Tanque Altamira Fuga de la conexión de válvula	Acueducto de Managua I "Puente de la Carretera Masaya" Se observa la fuga de la conexión brida de la tubería de hierro.

6.8 Gestión de la presión

6.8.1 Definición y objetivos de la gestión de la presión

Una presión excesiva en las redes de tuberías de distribución es un factor que produce nuevas fugas. Entre la presión y el volumen de fugas existe una relación directa, por lo que la reducción de la presión hasta un rango adecuado para evitar que regrese el volumen anterior de fugas es una de las medidas fundamentales para la prevención de las fugas.

La gestión de la presión muestra los trabajos para mantener las cifras ideales de la presión de suministro en las redes de tuberías de distribución.

Gestión de la presión

La práctica de manejar presiones del sistema a niveles óptimos de servicio asegurando suministro suficiente y eficiente para usos y consumidores legítimos, a la vez que se reduce las presiones excesivas innecesarias, y se elimina las transiciones y los controles de nivel defectuosos, todo lo cual hace que el sistema de distribución fugue innecesariamente. (Fuente: Thornton et al)

Al reducir la presión, el plan debe garantizar la presión mínima de suministro necesaria en los puntos críticos de las redes de tuberías de distribución.

El punto crítico no necesariamente es un punto fijo, sino se desplaza según las fluctuaciones del consumo del sector. Asimismo, cuando se renuevan las redes de tuberías de distribución o cuando se alteran las condiciones hidráulicas, el punto crítico también cambia.

6.8.2 Presión mínima de suministro necesaria

La presión de suministro necesaria en una red de tuberías de distribución varía dependiendo de la altura del edificio. En caso de la ciudad de Managua, usualmente la presión mínima es de 15m-H₂O (0.15MPa). En muchos sectores, la presión máxima en la noche cuando hay menos consumo supera 60m-H₂O (0.65MPa). Esto indica que el volumen de fugas en la noche se puede reducir cuantiosamente mediante la regulación de la presión.

A continuación, se muestra el método más simple para la reducción de la presión. Muestra los cambios de la línea de grado hidráulico (HGL) cuando se instala la válvula reductora de presión (VRP) en la UOC cuando existe una sola entrada al microsector.

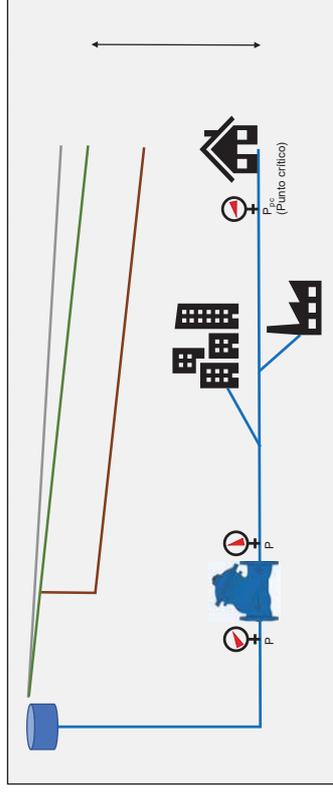


Figura 6.18 Método simple para la reducción de la presión

Cuando no se regula la presión con la válvula reductora de presión, la presión de la entrada al microsector (P_1) es consumida debido a las pérdidas por fricción cuando el agua fluye hacia el curso inferior por la red de tuberías. En este caso, la reducción de la presión varía dependiendo del volumen del flujo hacia el curso inferior hasta llegar al punto crítico, resultando en la presión más alta durante el día cuando hay mayor volumen de agua y la más baja en la noche.

La gestión de la presión permite regular la válvula reductora de presión según los cambios de caudales durante el día y la noche, además, reducir la presión en los puntos críticos para evitar una presión excesiva y mantener la presión necesaria todo el día.

La gestión de la presión también contribuye a la reducción de fugas a través de la reducción de la presión hasta la presión mínima necesaria.

6.8.3 Clasificación de gestión de la presión

El concepto de la gestión de la presión se clasifica en dos tipos.

Tabla 6.5 Concepto de gestión de la presión

Tipo	Descripción general
Mantenimiento de la presión en el punto local	<p>El método más simple.</p> <p>En la entrada del DHM, instalar una válvula reductora de presión que mantenga la presión estable en el lado secundario.</p> <p>Esta válvula reductora de presión posee la función de mantener estable la presión de salida de la válvula reductora de presión (P_2) independientemente de las fluctuaciones de la presión de entrada (P_1).</p> <p>Aunque tiene la ventaja de bajo costo de mantenimiento necesario, sólo puede mantener la presión de la entrada al microsector, y no puede mantener la presión del punto crítico (P_{pc}) en el valor óptimo.</p> <p>Sin embargo, con alta tasa de ANF y en la etapa donde se requiere la reducción hasta alrededor del 25%, es una medida muy efectiva.</p>
Mantenimiento de la presión en el punto crítico	<p>Control remoto de la apertura de la válvula reductora de presión para mantener la presión del punto crítico (P_{pc}) en el valor óptimo en coordinación con el sistema de monitoreo. El costo es más alto que el sistema de punto local por el requerimiento del sistema de comunicación con sensores de presión.</p>

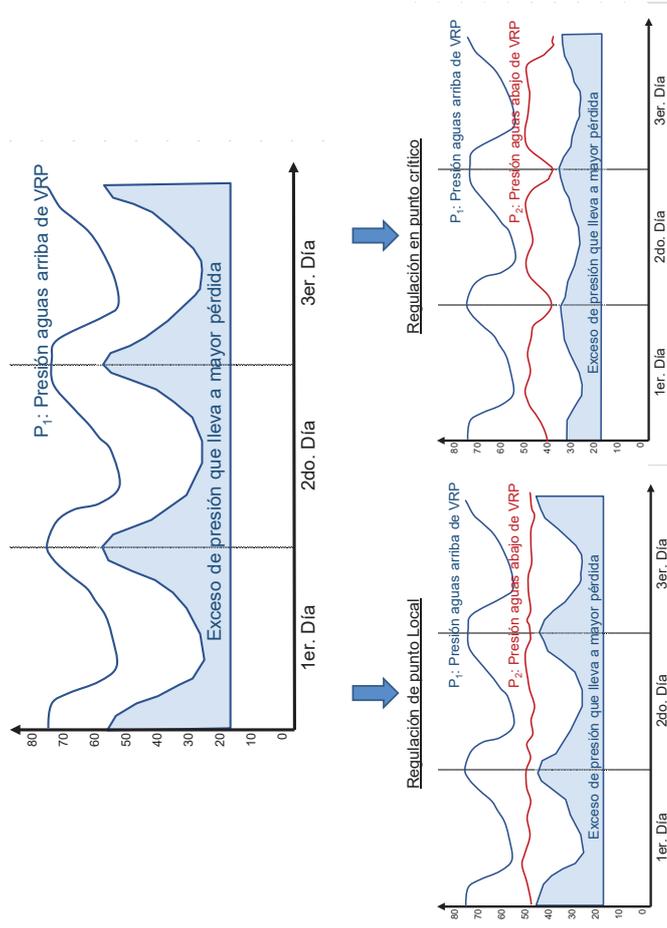
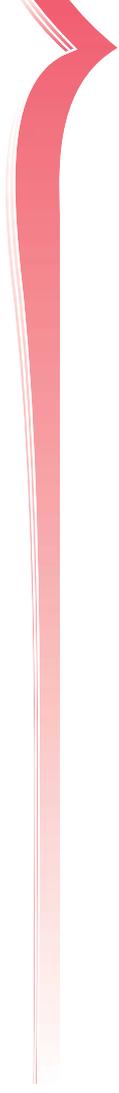
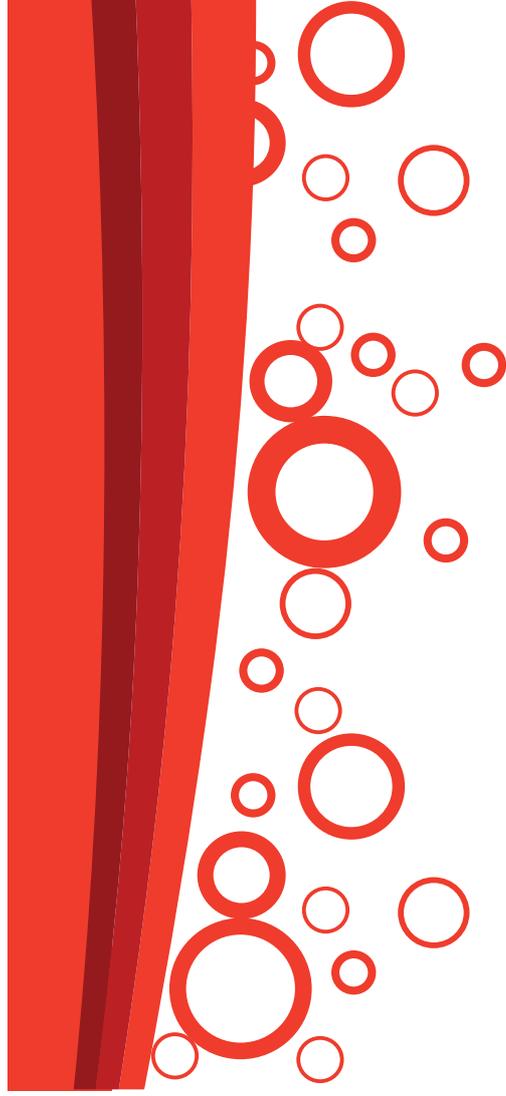


Figura 6.19 Tipos de gestión de la presión

Capítulo 7
Procedimientos de las actividades para la reducción de
ANF comercial



Capítulo 7 Procedimientos de las actividades para la reducción de ANF comercial

7.1 Reestructuración del catastro de usuarios y redefinición de las rutas de lectura

En el catastro de usuarios administrado por la Gerencia Comercial, la ciudad de Managua está dividida en 12 zonas y en cada zona hay varias rutas de lectura establecidas. Actualmente, las rutas de lectura no necesariamente coinciden con los macrosectores que indican límites de distribución, tampoco con los límites de barrios que indican divisiones administrativas.

Tabla 7.1. Zonas de gestión comercial de ENACAL y número de rutas de lectura

Zona ID	Número de Rutas	Ubicación de zonas
1	41	
2	58	
3A	40	
3B	45	
4	29	
5	60	
6A	60	
6B	60	
7	90	
9	60	
10	11	
18	35	
Sub-Urbana	1	
Total	590	

Las medidas básicas de reducción de ANF consisten en la gestión de redes de distribución de la ciudad de Managua por 4 Delegaciones quienes serán responsables de gestión tanto de pérdidas físicas como pérdidas comerciales.

Para ello, es necesario obtener la información exacta de los clientes en las áreas de gestión de las Delegaciones e ir actualizando la información registrada en SIGIL.

Además, tendrán que clasificar el consumo mensual de los clientes por macrosectores creados como zonas de gestión de distribución en las jurisdicciones de las Delegaciones, y monitorear la tasa de ANF por macrosectores comparando el volumen de distribución generado en cada macrosector.

Para este fin, se realizará una revisión sustancial del catastro actualmente utilizado para la lectura

de medidores y se redefinirán las rutas de lectura para que queden dentro de las áreas de macrosectores de las Delegaciones.

La siguiente figura muestra la diferencia entre las zonas de gestión comercial convencionales y los límites de macrosectores.

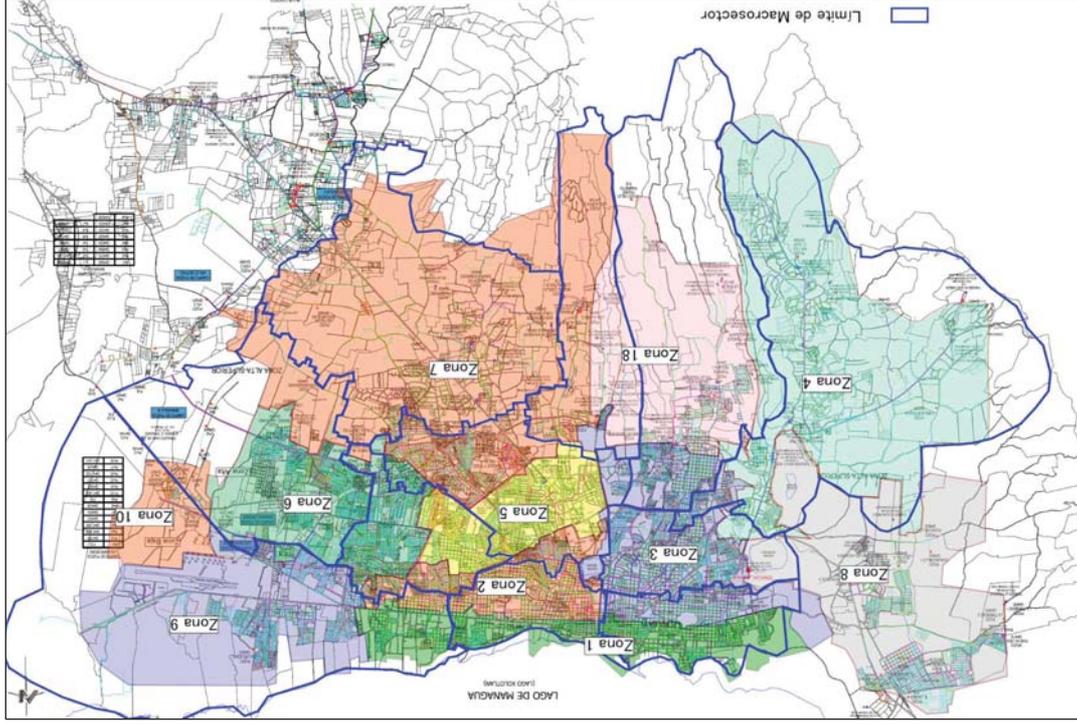


Figura 7.1 Zonas de gestión comercial convencional

7.2 Optimización del proceso de facturación

Para desarrollar la reducción de pérdidas comerciales que es el principal tema de las medidas de reducción de ANF, habría que optimizar el proceso de facturación y con máxima prioridad lograr la facturación del consumo real a los clientes. Las tareas pendientes y las medidas específicas son las siguientes.

7.2.1 Impulsar las medidas contra las conexiones ilegales

Atender el tema de los usuarios ilegales del agua es una tarea importante de las medidas de reducción de ANF comercial. Para ello, el presente Plan expresa claramente que se impulsarán las siguientes medidas.

- Promoción de las iniciativas activas contra las conexiones ilegales
- Mejora de la capacidad técnica de los funcionarios encargados de las medidas contra las conexiones ilegales
- Adquisición de las máquinas de estudio que contribuyan a lograr mayor eficiencia en las medidas contra las conexiones ilegales
- Mejora de la capacidad de comunicación del Equipo de medidas contra las conexiones ilegales
- Procedimiento judicial contra los usuarios ilegales
- (Distribución de recordatorios de pago, acompañamiento policial, coordinación con la Asesoría Legal de ENACAL Central, etc.)
- Revisión de los métodos para promover la declaración voluntaria de los usuarios ilegales y el aviso sobre otros infractores
- Construcción de un sistema de cooperación con los líderes comunitarios
- Actividades publicitarias para obtener la comprensión de los ciudadanos sobre las medidas contra las conexiones ilegales
- Mejora de servicios generales de agua que brinda ENACAL a largo plazo

(1) Impulsar activamente las medidas contra las conexiones ilegales

Se realiza la visita domiciliaria a cada cliente registrado en el catastro de usuarios y se actualizan

los datos del censo. Este trabajo es indispensable para reconfirmar la categoría del cliente y determinar si el uso es legal o no (para mayores detalles, véase “8.2.2 (1) Realización de la visita domiciliaria al cliente”).

(2) Mejora de los equipos utilizados para las medidas contra las conexiones ilegales

Las conexiones ilegales incluyen maniobras fraudulentas del medidor (dificultar la gira), bypass del medidor e instalación ilegal de una nueva tubería de abastecimiento. Es sumamente difícil detectar sobre todo el bypass y nuevas tuberías de abastecimiento.

En el proyecto de cooperación técnica realizado por JICA del 2017 al 2019, se aplicaron las siguientes tecnologías de detección para el estudio de conexiones ilegales y se han obtenido ciertos logros (para mayores detalles, véase el “Manual Práctico de Reducción de Agua No Facturada”).

El Equipo de medidas contra las conexiones ilegales llevará consigo los equipos donados por Japón y promoverá una mayor eficiencia en el trabajo diario, y la mejora de las capacidades de los funcionarios.

➤ Varilla acústica

Se utiliza para identificar la presencia de fugas de agua en contacto directo con el medidor de agua, tubería de abastecimiento, válvula y otros componentes en el extremo de la varilla metálica y escuchar con audífono la resonancia del sonido propagado a través de la varilla mediante el diafragma.

Al verificar la presencia de ruta de abastecimiento ilegal desde la tubería de bypass y las anomalías del medidor con el uso de la varilla acústica, se puede lograr una mayor eficiencia en el estudio de conexiones ilegales.



Figura 7.2 Varilla acústica

➤ Geófono localizador de fugas portátil

La pastilla de transductor colocada en el suelo detecta el sonido de vibraciones proveniente de la fuga, y se escucha ese sonido con audífono notando cambios.

Es efectivo cuando no se escucha bien con la varilla acústica, y se puede utilizar para trabajos de detección de presencia de tuberías de bypass o estimación de rutas de tuberías.



Figura 7.3 Geófono localizador de fugas

➤ Fibroscopio de manejo sencillo

Fue introducido experimentalmente a través del proyecto de JICA. Se toman fotografías del interior de la tubería de abastecimiento con una cámara integrada en el cable de fibra óptica de diámetro 3.9mm. La parte recta de la tubería permite obtener imágenes

claras con buena resolución y detectar la presencia de empalme de derivación en medio de la tubería.



Figura 7.4 Fibroscopio de manejo sencillo

(3) Mejora de la capacidad de comunicación y otras capacidades de los funcionarios

Las medidas contra las conexiones ilegales siempre son trabajos en terreno. Para realizar un trabajo eficiente y efectivo frente a las viviendas de los usuarios, es indispensable contar con las técnicas y experiencias propias, así como el know-how de buena comunicación con los usuarios.

Estas técnicas se mejoran acumulando experiencias en el terreno, sin embargo, para que los funcionarios que se dedican a este trabajo se apropien de manera eficiente de las técnicas de medidas contra las conexiones ilegales, hemos elaborado un manual de medidas contra las conexiones ilegales (para mayores detalles, véase el "Manual Práctico de Reducción de Agua No Facturada").

El uso de este manual tiene como objetivo mejorar la capacidad técnica y la eficiencia de los funcionarios encargados de las medidas contra las conexiones ilegales en ENACAL Central y en las Delegaciones departamentales y regionales, y servir como una guía práctica. Asimismo, se debe seguir mejorando o actualizando este manual según sea necesario para mejorar su calidad.

Los principales contenidos del manual de medidas contra las conexiones ilegales son los siguientes.

Tabla 7.2 Principales contenidos del manual de medidas contra las conexiones ilegales

Rubro	Descripción general
Planificación de inspección en terreno	Puntos de atención en la planificación de la inspección en terreno por el líder, procedimientos de planificación, etc.
Inspección en terreno	Métodos y flujo de inspección en terreno, tipos de conexiones ilegales y métodos de detección
Trámites de legalización	Procedimientos de legalización una vez detectadas las conexiones ilegales
Preguntas y respuestas y comunicación con usuarios legales/ilegales	Puntos de consideración en la comunicación con los usuarios legales/ilegales con respecto a las conexiones ilegales, etc.

(4) Procedimiento judicial (distribución de recordatorios de pago, acompañamiento policial, etc.)

En las medidas contra las conexiones ilegales, algunas veces se observan casos donde los usuarios ilegales no muestran su anuencia a la legalización aunque se haya detectado el uso ilegal del agua, luego el servicio de agua se suspende por mucho tiempo, y mientras se mantenga la situación, los mismos usuarios reestablecen las conexiones ilegales por su cuenta.

Para terminar rápidamente el proceso desde la detección del uso ilegal del agua hasta su legalización, según sea el caso, se distribuyen recordatorios de pago a las viviendas de los usuarios ilegales mencionando el procedimiento judicial o se realizan consultas con los usuarios con acompañamiento policial o del abogado.

Por consiguiente, en estas medidas contra las conexiones ilegales, es indispensable la participación activa de la Asesoría Legal de ENACAL Central.

(5) Introducción de las medidas efectivas adoptadas por otras empresas de agua

En los EE.UU. y Asia, las empresas exitosas en las medidas contra las conexiones ilegales han introducido el método denominado como "Amnistía Fiscal", un método de declaración voluntaria de los que no pagan impuestos. Se pretende iniciar la revisión para introducir de manera experimental estos métodos en la gestión de ANF en la Delegación Altamira.

➤ En Indonesia, en 2008 se implementó la Política de Puesta de Sol (Sunset Policy). Se anunció que si un individuo declaraba correctamente el monto imponible del impuesto sobre la renta, se exoneraban multas por mora de un 2%. Esta medida originó 5.6 millones de nuevas declaraciones y se produjeron 675 millones de dólares norteamericanos de ingresos por impuesto adicionales.

➤ En los EE.UU., en 2003 se implementó la Iniciativa de Cumplimiento Voluntario en el Paraíso Fiscal (Offshore Voluntary Compliance Initiative). El gobierno anunció la política

de exoneración de responsabilidad penal a los ciudadanos que declaraban voluntariamente los activos ocultos en el Paraíso Fiscal. Como el gobierno tenía una lista de sospechosos antes de anunciar la medida, se generaron 1,300 nuevas declaraciones y se produjeron 170 millones de dólares norteamericanos de ingresos por impuesto adicionales.

- En los EE.UU., en 2009 también se implementó el Programa de Transparencia Voluntaria en el Paraíso Fiscal (Offshore Voluntary Disclosure Program). Se redujeron sanciones civiles y penales si declaraban voluntariamente los activos ocultos en las cuentas bancarias fuera del país. Como resultado, participaron unos 15,000 contribuyentes y se pagaron adicionalmente impuestos de unos 400 millones de dólares norteamericanos.

La "Amnistía Fiscal" es un mecanismo que promueve la tributación voluntaria de las personas en mora o las que no pagan impuestos. En el fondo, hay una idea de "Es más efectivo fomentar la voluntad que restringirla".

Se podría aplicar algo parecido en la ciudad de Managua también en el futuro, una vez planificadas las medidas contra las conexiones ilegales concentradas en una determinada zona, es deseable que se inicie una nueva iniciativa tomando como referencia los casos exitosos mencionados anteriormente.

Se promoverá la declaración voluntaria de conexiones ilegales al ofertar un descuento de la multa a los ciudadanos que declaran voluntariamente las conexiones ilegales antes de implementar las medidas. Este tipo de acondicionamiento del entorno aportará a la enorme reducción de labores y costos contra las conexiones ilegales. Igualmente, la oferta de la recompensa a las personas que avisan sobre los usuarios ilegales cercanos incentivará la detección de usuarios ilegales con mayor eficiencia.

(6) Promoción de la cooperación con los líderes comunitarios

Se supone que los líderes comunitarios tienen fuertes vínculos con los habitantes locales y bastante influencia sobre ellos. Según sea necesario, sería bueno entrevistar con el líder comunitario, explicar bien la situación y solicitar su cooperación para que acompañe hasta la casa del usuario ilegal para legalizar la conexión ilegal o para que él hable con el usuario ilegal para salir de la ilegalidad.

7.2.2 Optimización del catastro de usuarios (actualización y revisión)

Mantener siempre actualizado y optimizado el catastro de usuarios es uno de los fundamentos importantes de la operación del negocio del agua. Además, también en la reducción de ANF, la optimización del catastro de usuarios es uno de los elementos muy importantes.

Específicamente, es necesario crear un sistema de revisión de la exactitud de los datos del cliente registrados en el catastro de usuarios a lo interno de ENACAL.

Tabla 7.3 Principales tipos de datos del cliente en posesión de ENACAL

Tipos de datos del cliente	
1.	Nombre
2.	Dirección
3.	Número de identificación del cliente
4.	Agua potable o alcantarillado
5.	Clasificación del cliente (domiciliario, comercial, etc.)
6.	Ciclo de lectura
7.	Orden de lectura
8.	Número, tamaño, marca y modelo del medidor
9.	Número, diámetro y material del hidrante, y consumo de agua
10.	Monto no pagado
11.	Observaciones de lectores y regadores de recibo, etc. (97 rubros en total)

La revisión de la exactitud de los datos del cliente se puede realizar principalmente con los siguientes dos métodos.

- Realizar la visita domiciliar al cliente de manera periódica por zonas o por bloques de varias zonas
- Reunión interna de las partes interesadas para verificar los datos del cliente (con respecto a los clientes que registran un volumen de consumo demasiado escaso y los que mantienen el mismo volumen por mucho tiempo, etc.)

(1) Realización de la visita domiciliar al cliente

Realizar la visita domiciliar al cliente por zonas o por bloques de varias zonas dirigida a un número que permita realizarla eficientemente, utilizando la Tabla 8.4 de objetivo, método y rubros de estudio.

Tabla 7.4 Objetivo y método de implementación de la visita domiciliaria al cliente

1.	Objetivo	Obtener los datos correctos del cliente y utilizarlos para la actualización del catastro de usuarios.
2.	Método de implementación	Varios funcionarios de ENACAL con cuestionarios o dispositivos electrónicos visitan centenares de casas de clientes y sus vecinos dividiendo el trabajo entre ellos para entrevistarlos durante un período establecido. Posteriormente, se revisan escrupulosamente los datos obtenidos para reflejarlos adecuadamente en el catastro de usuarios.
3.	Rubros de estudio	Nombre del representante, dirección, número de teléfono, número de cliente, clasificación del cliente, número de personas en la vivienda, activo/ inactivo, diámetro y número del medidor, estado físico del medidor, diámetro y número del hidrante, rutas y zona de lectura, uso del agua, etc.
4.	Otros	La visita se realiza tomando como referencia la información geográfica de SIGIL para verificar si son correctos los datos del cliente de esa ubicación (edificio, propiedad).

(2) Reunión de revisión de los datos del cliente

Periódicamente, por ejemplo, una vez al mes, se celebra la reunión para compartir la información del cliente y revisar las acciones que se tomarán, con la participación de la Oficina de Facturación y Distribución que maneja los datos del cliente, el Departamento de Catastro, así como los lectores de medidores, regadores de recibos y otros representantes con buena información del cliente. La reunión es presidida por el presidente nombrado por el Gerente Comercial y se desarrolla en base a la lista de clientes con dudas elaborada con anterioridad para decidir las acciones concretas compartiendo la información que posee cada participante. Para tomar las acciones, se elige a un responsable de implementación para cada caso y en la próxima reunión se verifican los avances del caso.

Los datos y las medidas compartidas se reflejan brevemente en el catastro de usuarios.

7.2.3 Revisión de la facturación según el rango de consumo

Una vez confirmada la legalidad del cliente en el catastro o una vez legalizado el usuario que anteriormente era ilegal, se verifica si el consumo es adecuado según el rango de consumo y la clasificación de la actividad económica.

- Estudio de clientes con consumo mensual de 0m³
- Estudio de clientes con consumo mensual menos de 2m³

- Estudio de clientes con consumo mensual menos de 5m³

Otro aspecto complementario e igualmente importante que contribuye a mejorar la cobranza y reducir el costo del sistema es extraer a los clientes con consumo mensual de 50m³ que no sean sujetos de aplicación de la tarifa de Generadores de Subsídido.

En estos clientes, el problema se radica en el evidente error de clasificación de la aplicación de tarifa o la existencia de una gran fuga dentro de su propiedad, cualquiera de los dos.

7.2.4 Erradicación del volumen facturado no medido

A los clientes sin medidores no funciona la estrategia de motivación para reducir el consumo de agua.

Generalmente, si no tienen limitaciones de horario de abastecimiento de agua, estos clientes consumen más de lo necesario o derrochan el agua. ¿Debemos considerar estos casos como pérdidas aparentes?

Cuando no existen medidores de agua, es extremadamente difícil determinar un límite entre el “volumen facturado (consumo de agua)” y las “pérdidas aparentes”. Por esta razón, la mayoría opina que el consumo excesivo y el derroche por no tener medidores no deben ser considerados como pérdidas aparentes.

Como una empresa de servicio de agua, si desea resolver el problema de las pérdidas aparentes, indiscutiblemente se debe erradicar a los clientes sin medidores. Mientras no se resuelva este tema, el balance hídrico que se elabora en las Delegaciones no tendría ningún sentido.

Por consiguiente, para ENACAL, las medidas para convertir a todos los usuarios del agua en sujetos de lectura de medidores debe ser la primera prioridad de las medidas comerciales.

Según los datos de la Gerencia Comercial de febrero del 2019, los clientes por macrosectores bajo la jurisdicción de las Delegaciones se clasifican como se muestra en la Tabla 8.5 donde el 26% de los clientes de toda la ciudad de Managua se clasifican como usuarios “sin medidores”.

El presente Plan promoverá la comprensión de estos clientes sin medidores sobre la importancia de instalar medidores a través de las persistentes visitas y el constante diálogo, y hará esfuerzos para reducir continuamente este tipo de clientes.

Tabla 7.5 Detalles de los clientes por macrosectores

Macrosectores	Total	Número de conexión			Volumen de agua facturada	
		Con medidor	Sin medidor	Otro	(m ³ /mes)	(m ³ /comex/mes)
Delegación Altamira						
Altamira (MS5)	23,044	16,169	6,526	349	830,417	36.04
Reparto Schick (MS7)	20,022	14,408	5,491	123	545,575	27.25
Km8 C. Masaya (MS9)	29,992	24,009	5,511	472	738,781	24.63
Subtotal	73,058	54,586	17,528	944	2,114,773	28.95
Delegación Portezuelo						
Carlos Fonseca Amador (MS1)	34,092	26,198	7,568	326	1,085,007	31.83
San Cristóbal (MS2)	19,957	12,075	7,684	198	577,560	28.94
Subtotal	54,049	38,273	15,252	524	1,662,567	30.76
Delegación La Sabana						
Villa Austria (MS6)	23,679	20,657	2,831	191	693,684	29.30
Sabana Grande (MS8)	21,902	17,107	4,589	206	566,782	26.87
Subtotal	45,581	37,764	7,420	397	1,260,466	27.65
Delegación Asososca						
Asososca baja (MS3)	21,021	14,377	6,405	239	573,998	27.31
Asososca alta (MS4)	16,920	10,066	6,696	158	584,953	34.57
UNAN (MS10)	4,134	2,683	1,376	75	179,872	43.51
San Judas (MS11)	19,215	13,035	6,029	151	458,597	23.87
Asososca alta superior (MS12)	11,870	8,377	3,317	176	375,486	31.63
Subtotal	73,160	48,538	23,823	799	2,172,906	29.70

Fuente: Datos de la Gerencia Comercial, febrero del 2019

Cabe resaltar que la facturación actual de ENACAL por el uso del agua de un cliente se realiza en varios regímenes: Tarifa fija para clientes sin medidores como se menciona anteriormente, Tarifa promedio para clientes con medidores pero imposibilitados a leer, por lo tanto sacan un promedio del pasado, y Tarifa ajustada para clientes con medidores pero requieren ajuste de los datos o acaban de reemplazar el medidor, o se aplica porque hay errores de lectura.

Para que ENACAL pueda facturar correctamente la tarifa de agua en base al consumo real, es

necesario hacer esfuerzos para instalar los medidores, además, reducir la facturación de Tarifa promedio y Tarifa ajustada e incrementar el porcentaje de facturación del volumen facturado medido según las cifras medidas. Para lograr lo anterior, podemos pensar en los siguientes métodos.

- Elaborar la lista de clientes de Tarifa ajustada y Tarifa promedio, y revisar las causas y las soluciones para cada caso entre las partes interesadas. Celebrar esta reunión de manera continua y periódica.
- En dicha reunión, si se confirma que el problema es el medidor, agregar el caso al plan de renovación de medidores.
- Para reducir la Tarifa ajustada después del reemplazo del medidor, reflejar la información de la renovación del medidor (incluyendo las cifras del medidor en el momento de la instalación) lo antes posible en el catastro de usuarios y avisar tempranamente a la Oficina encargada de lectura de medidores.

7.2.5 Revisión y corrección del volumen facturado, y traslado de la función de revisión a los departamentos y regiones

Aunque se haya logrado la reducción de la facturación en regímenes de Tarifa fija, Tarifa promedio y Tarifa ajustada cumpliendo lo indicado en "7.2.4 Erradicación del volumen facturado no medido", si no se transmiten o no se procesan correctamente las cifras leídas de los medidores (consumo), el volumen facturado puede diferir del consumo real del cliente y generar las pérdidas aparentes.

Uno de los problemas del sistema de lectura actual es que en la oficina de ENACAL Central se corrigen los datos de los lectores sin tener suficiente información previa. Como resultado, puede provocar pérdidas en la facturación por la subvaloración del volumen que deberían facturar.

Como regla general del manejo de los resultados de la lectura, es deseable que estos datos de lectura sean revisados por los funcionarios que estén lo más cerca posible a los clientes. Por esta razón, es deseable que las Delegaciones de la ciudad de Managua tengan facultades para revisar si los datos de la lectura son adecuados.

Sin embargo, estar cerca de los clientes por mucho tiempo puede implicar fraude o negligencia, por lo que paralelamente se debe desarrollar las siguientes medidas.

- Asignación de funcionarios confiables y traslado rutinario de áreas a su cargo
- Para evitar la manipulación intencional de los resultados de la lectura, la gerencia realiza una inspección sin previo aviso del volumen facturado (Ej.: cada 2-3 meses, realizar el muestreo al azar extrayendo varias decenas de facturas para cotejar el valor real indicado por el medidor con el valor de la factura).
- Realizar capacitaciones periódicas para funcionarios administrativos de la Oficina de Facturación y Distribución, etc. para reducir los errores humanos y mejorar la eficiencia del procesamiento administrativo (correcto ingreso de los datos, métodos de cálculo de la tarifa, conocimientos relacionados a los medidores, etc.).

7.3 Plan de renovación periódica de los medidores

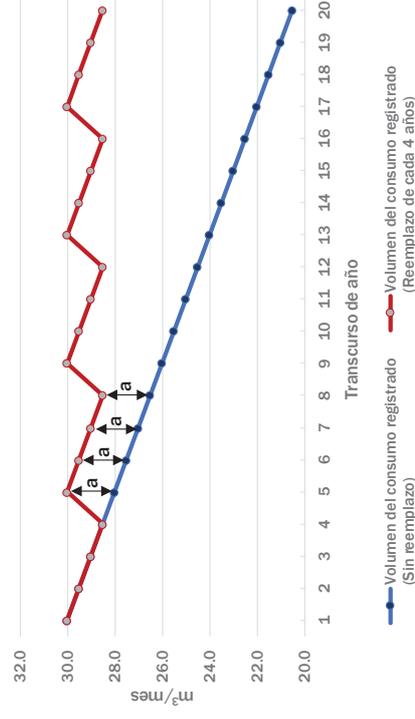
En el trabajo de reducción de las pérdidas comerciales, es indispensable tomar una medida para lograr la tasa de instalación de medidores de un 100%. Sin embargo, es un hecho evidente que los medidores se deterioran según los años de uso y pierden su precisión de la medición.

Por consiguiente, es importante reconocer el momento de renovación de los medidores instalados en la ciudad de Managua a través de los datos cuantitativos y sobre estos datos planificar la renovación.

A continuación, se muestran los resultados de un estudio realizado en Macao en 1998. El eje horizontal indica los años transcurridos y el eje vertical, el valor medido por un medidor, mostrando la tendencia al deterioro del medidor. En este ejemplo, si se reemplazan los medidores cada 4 años, el volumen facturado nunca baja de $28\text{m}^3/\text{mes}$.

Si no se reemplazan los medidores hasta el 8º año, el volumen que no se puede facturar debido al deterioro del medidor es de $4\text{a} \times 12 = 48\text{a}$. Es decir, si el costo de renovación de los medidores al 4º año resulta inferior al monto facturado correspondiente a 48º, esto indica que la renovación es costo-efectiva.

Efecto de reemplazo de micromedidor de cada 4 años



Fuente: Vermersch M, Corteado F 2008, Notas de Guía de Pérdidas Aparentes y Planificación de la Reducción de Fugas (15 de septiembre del 2016)

Figura 7.5 Deterioro de medidores con el transcurso de los años y variaciones en el volumen facturado por el reemplazo cada 4 años en Macao

A continuación, se muestra el gráfico elaborado a partir del estudio de muestreo de medidores con 2-20 años de uso en Macao, el cual indica el momento óptimo para reemplazar los medidores.

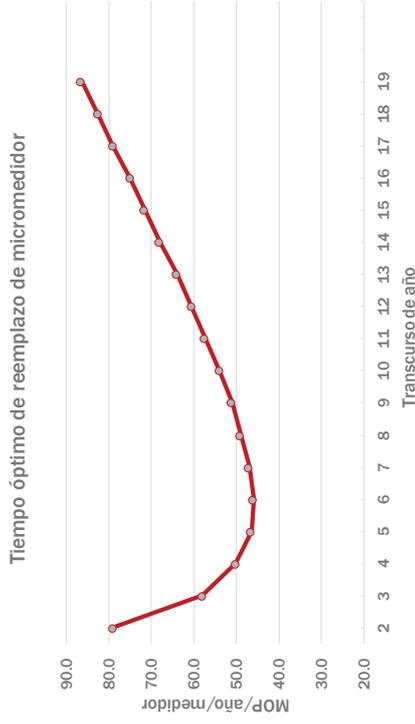
El eje horizontal indica los años transcurridos y el eje vertical, el costo anual en moneda local (diferencia obtenida restando del “costo de adquisición e instalación del medidor” el “incremento del monto facturado anual generado por la renovación del medidor”).

En otras palabras, se puede decir que la curva roja es la suma del “incremento del monto facturado si hubo reemplazo del medidor en ese año” frente al “costo promedio anual para la adquisición e instalación del medidor”.

Pareciera que entre más grande el monto facturado incrementado por el reemplazo del medidor, más favorable. No obstante, al contrario esto indica que eran tan grandes los errores que se generaban con el medidor anterior, ya que siempre es preferible que este monto sea pequeño.

El año transcurrido del punto más bajo de la curva corresponde al momento de renovación más deseable para alcanzar el costo más bajo.

Utilizando estos datos, esta empresa de agua decidió modificar el intervalo de renovación de medidores, de cada 10 años a cada 6-7 años.



Fuente: Vermeersch M, Cariteado F 2008, Notas de Guía de Pérdidas Aparentes y Planificación de la Reducción de Fugas (15 de septiembre del 2016)

Figura 7.6 El momento óptimo para reemplazar los medidores en Macao

De esta manera, es importante analizar la velocidad de deterioro común de los medidores utilizados en la ciudad de Managua a partir del estudio de muestreo y determinar el momento más eficiente y más económico para la renovación. Los elementos decisivos para determinar el momento de renovación de medidores son los siguientes.

- Deterioro del medidor tras años de uso y estado de instalación
- Tarifa de agua
- Costo de instalación del medidor
- Costo de reemplazo del medidor

El presente Plan propone los siguientes lineamientos de renovación de medidores de los clientes

mientras se obtengan los resultados del análisis. Cabe resaltar que esto es para seguir utilizando los medidores baratos de plástico antes mencionados. Si se seleccionan medidores de mayor rendimiento y mayor durabilidad, habría que establecer un nuevo momento de renovación.

- Elaborar una lista de usuarios que utilizan los medidores con más de 3 años de uso o los que indiquen una cifra acumulada de 3,000m³ o mayor.
- Formular un plan de renovación de los medidores de los clientes que sea factible financiera y técnicamente (costo total de reemplazo de todos los medidores enumerados en la lista, plan anual de financiamiento, número de reemplazos anuales, plan de adquisición e instalación, momento de renovación, etc.)
- Según sea necesario, revisar el plan de contratación y operación de funcionarios adicionales o temporales.

7.4 Mejora de los medidores

7.4.1 Requisitos de rendimiento de los medidores

Los medidores tienen establecidos sus requisitos de rendimiento.

Cuando está garantizada su medición exacta, el caudal máximo se expresa como Q_3 , el caudal mínimo como Q_1 y el rango de medición, $R=Q_3/Q_1$. Un medidor de $R=100$ indica que existe la diferencia de 100 veces entre el caudal pequeño y el caudal grande, y si son medidores del mismo diámetro, entre más grande el valor R , más exacta la medición, hasta se permite medir el rango de caudales pequeños.

Si un medidor cumple las normas de ISO4064, se garantiza el error instrumental de $\pm 0.5\%$ cuando $Q_1 \leq Q < Q_2$, y $\pm 2\%$ cuando $Q_2 \leq Q \leq Q_3$, como tolerancia de fabricación del medidor.

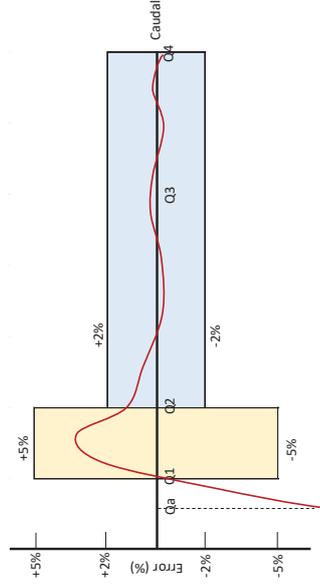


Figura 7.7 Curva de errores de un medidor

7.4.2 Verificación de la precisión de los medidores

Para verificar la precisión de los medidores de los clientes, se implementan las siguientes medidas.

- Determinar el área de verificación y la agenda de implementación, y en base a esto se verifica la precisión de los medidores.
- Utilizar el verificador portátil de medidores y el tanque estándar de 20 litros. Para mayores detalles de los métodos, véase el "Manual Práctico de Reducción de Agua No Facturada".

- Cuando se detectan medidores que no cumplen la precisión establecida o medidores averiados, integrarlos al proceso de renovación de medidores, y mientras se espera el reemplazo, procesar que se facture con Tarifa ajustada.

Cabe señalar que los medidores incluidas en la lista de "8.3 Plan de renovación periódica de los medidores" no se incluyen como objetos de esta medida de verificación de la precisión de los medidores de los clientes, ya que están en el proceso de renovación.

7.4.3 Selección de los medidores adecuados

Sin un plan de control de calidad de la micromedición, se producen más errores en la medición del volumen facturado. De igual manera, sin tomar ninguna medida para caudalímetros deteriorados de los pozos, se producen más errores en la medición del volumen de producción.

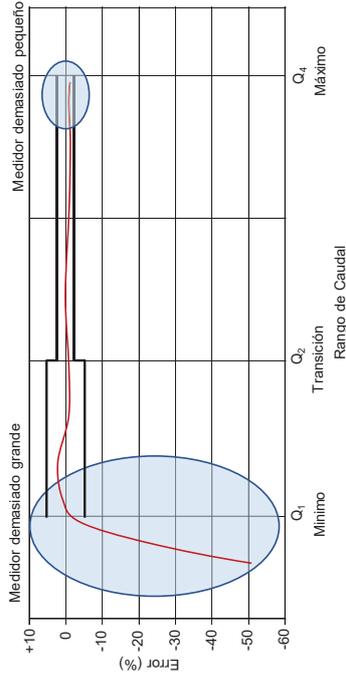
Con el fin de mejorar el control de calidad de los caudalímetros, es necesario establecer las especificaciones requeridas para medidores adecuados para la ciudad de Managua, establecer indicadores de control de calidad y crear un sistema de control que no permita la mezcla de productos defectuosos en los medidores a adquirir.

Los medidores de agua tienen establecidos límites de tolerancia según el rango de caudales. Los medidores de buen rendimiento tienen un rango de caudales más amplio que garantiza la tolerancia permitida, aunque su precio es más alto. Por consiguiente, es importante definir adecuadamente el rango de caudales objeto de medición y seleccionar uno que concuerde el objetivo del uso con el rendimiento del medidor. Por ejemplo, desde la perspectiva económica, el rendimiento requerido para un medidor de agua es el siguiente.

- Agua de consumo para uso industrial: R400
- Agua de consumo para usuarios especiales: R160
- Usuarios generales: R120
- Asentamiento: R80

La medición exacta de los caudales de un medidor depende del rango de caudales del usuario. Los errores de medidores varían según el rango de caudales que fluyen, por lo tanto, si el rango de caudales real utilizado no concuerda con las características del medidor, se producen grandes errores. Cuando hay uso frecuente en el rango de caudales pequeños y este uso ocupa la mayor parte del consumo total,

estos errores inciden enormemente en el volumen facturado. Al contrario, cuando el uso frecuente ocurre en el rango de caudales grandes, las piezas se desgastan más rápido y tienden a deteriorarse fácilmente en comparación con los medidores normales.



Fuente: Factores claves que afectan la precisión de los medidores de agua (Francisco Arregui, Enrique Cabrera Jr., Ricardo Cobacho, Jorge García-Sierra, Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica de Valencia)

Figura 7.8 Importancia de la selección del diámetro de los medidores

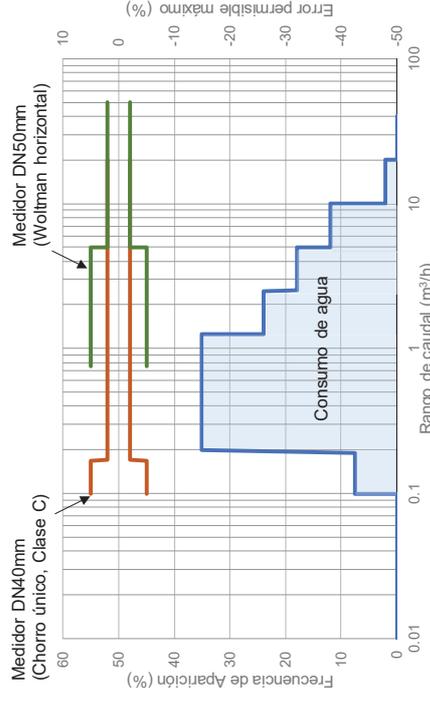
Considerando los problemas anteriores, es necesario tomar las siguientes medidas para seleccionar los medidores adecuados.

- Elaborar una tabla estándar para seleccionar un tamaño del medidor adecuado al consumo del cliente.
- Instalar un medidor equipado con registrador de datos (Datalogger) conectado en serie con el medidor del cliente y registrar el rango de caudales en uso.
- Cuando se realiza el estudio de caudales en las viviendas de usuarios generales, se requiere un medidor de baja frecuencia del pulso, ya que en las viviendas comunes el tiempo que dejan abierto el grifo cada vez que usan el agua es breve. El análisis será más fácil con el uso del medidor de frecuencia del pulso 0.017L/P donado por el proyecto de JICA (DN13mm Aichitokei).

- Cuando se realiza el estudio de rango de caudales en los medidores de uso comercial/industrial, se utiliza un caudalímetro ultrasónico o caudalímetro electromagnético de inserción por el gran diámetro del medidor. En este caso, el

estudio se centra principalmente en los rangos de caudales medianos y grandes. Si se establece el intervalo de medición de unos 10 segundos, se puede conocer la frecuencia de aparición en los rangos de caudales.

A continuación, se muestran los resultados del estudio de patrones de consumo en un hotel donde estaba instalado un medidor tipo turbina de diámetro 50mm. Este cliente utiliza el agua más frecuentemente en el rango de caudales de 0.2-1m³/h. El tiempo de uso en el rango de caudales de 10m³/h o mayor es de apenas 0.16%, equivalente a 14 horas en un año. En este caso, si cambia el medidor a un medidor de diámetro 40mm tipo chorro único, se puede calcular en un rango de caudales con menos errores y se puede reducir las pérdidas aparentes causadas por errores de medidores.



Fuente: Factores claves que afectan la precisión de los medidores de agua (Francisco Arregui, Enrique Cabrera Jr., Ricardo Cobacho, Jorge García-Sierra, Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica de Valencia)

Figura 7.9 Selección del diámetro del medidor adecuado al patrón de consumo de agua

A continuación, se muestran los resultados del estudio de muestreo en un microsector (AZA No.3) de la ciudad de Managua.

En caso de los usuarios generales, el 82% del consumo diario se encuentra en el rango de caudales de 30L/h o mayor. El uso en el rango de caudales de 120L/h o mayor es un 70%.

En caso de un medidor de diámetro 15mm, Clase B: $Q_2=120L/h$ y Clase C: $Q_2=22.50L/h$. En caso de AZA No.3, si se logra la medición exacta del consumo de agua en este rango de caudales de 120L/h o mayor, se puede reducir las pérdidas aparentes causadas por errores de medidores. Es decir, para

usuarios generales de AZA No.3, es importante seleccionar un medidor que priorice la precisión de la medición en el rango de caudales de 120L/h o mayor o la durabilidad, más que la precisión en el rango de caudales pequeños.

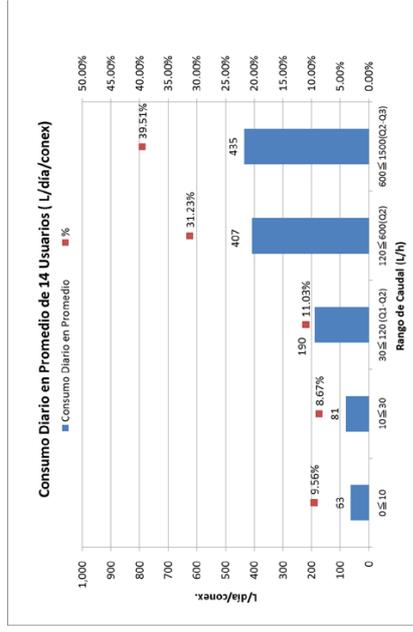


Figura 7.10 Consumo promedio por rango de caudales (excepto las conexiones ilegales)

Tabla 7.6 Rango de caudales dentro de la tubería de diámetro 15mm y errores instrumentales

Símbolos	Variable	Clasificación según ISO 4064			
		Clase A (R50)	Clase B (R100)	Clase C (R150)	Clase D
Q ₁	Caudal mínimo nominal	60 lit./h	30 lit./h	15 lit./h	11.25 lit./h
Q ₂	Flujo de transición	150 lit./h	120 lit./h	22.5 lit./h	17.5 lit./h
Q ₃	Caudal máximo nominal	1.5 m ³ /h	1.5 m ³ /h	1.5 m ³ /h	1.5 m ³ /h
Q ₄	Caudal límite	3.0 m ³ /h	3.0 m ³ /h	3.0 m ³ /h	3.0 m ³ /h



7.4.4 Mejora del método de instalación de los medidores

Los medidores tipo turbina producen cargas por fricción en las partes interiores si se instalan incorrectamente y pueden causar errores de medición. Estos errores son particularmente evidentes cuando se utilizan en el rango de caudales pequeños.

Los siguientes son los resultados de la prueba en diferentes medidores.

Tabla 7.7 Errores causados por la inclinación de los medidores

	Modelo 1 (Clase C)	Modelo 2 (Clase B)	Modelo 3 (Clase B)	Modelo 4 (Clase C)	Modelo 5 (Clase C)
Montaje Horizontal	1.5%	-0.6%	-5.7%	0.3%	0.2%
Montaje Inclinado de 45°	-2.9%	-10.1%	-37.9%	-2.6%	-4.5%
Diferencia de error	4.4%	9.5%	32.2%	-2.9%	4.7%

Fuente: Factores claves que afectan la precisión de los medidores de agua (Francisco Arregui, Enrique Cabrera Jr., Ricardo Cobocho, Jorge García-Sierra, Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica de Valencia)

Como se muestra en la Tabla 7.7, aunque son medidores de la misma clase metrológica, cada medidor arroja datos obviamente distintos. Esto se debe a diferentes diseños del mecanismo interior del medidor (cojinete del rodete) que producen cargas distintas aun con la misma inclinación.

Cuando se utiliza en caudales pequeños (baja velocidad del flujo), los errores negativos son notables, sin embargo, se observa que en los caudales medianos y grandes, hay pocas apariciones de errores causados por la inclinación.

En las viviendas generales, la frecuencia del uso en el rango de caudales pequeños es extremadamente baja, y la mayoría del consumo del día se produce en Q₂-Q₃. Por consiguiente, la inclinación del medidor influye muy poco sobre los errores. Se habla de que generalmente la influencia de la inclinación del medidor sobre los resultados de la medición del consumo es entre 1% y 4%. Sin embargo, la inclinación del medidor desgasta las piezas más rápido y finalmente produce el deterioro del medidor y más errores, por lo tanto, no podemos ignorar.

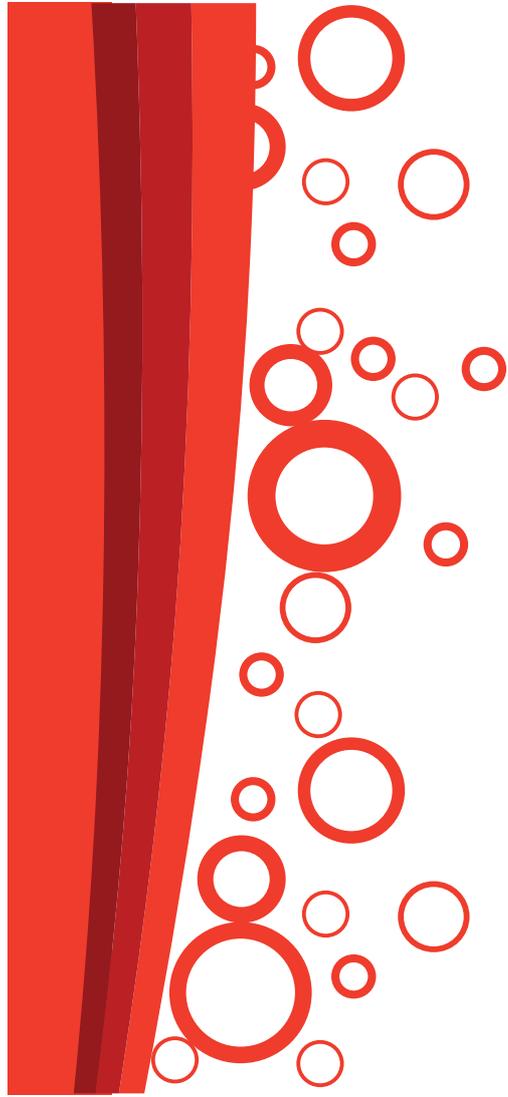
7.5 Mejora de la precisión de lectura de medidores del cliente

Se pretende reducir las pérdidas aparentes a través de la mejora de la precisión de lectura de medidores del cliente e intentar mejorar la satisfacción del cliente. Específicamente, se toman las siguientes medidas.

- Conocer periódicamente la precisión de lectura de los lectores (celebración de competencias)
- Realizar la prueba de precisión de lectura una vez cada 2-3 meses, sin previo aviso (visitar al azar los medidores de decenas de viviendas en el terreno para cotejar los valores de lectura reportados por los lectores)
- Realizar la capacitación y la competencia de lectura de medidores para lectores una vez en 6 meses y premiar a los ganadores. Si es posible, realizar un torneo compitiendo por equipos de Delegaciones o departamentales. Esto motiva a mejorar las técnicas de los lectores.

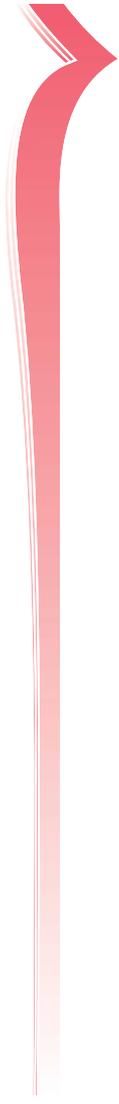
[Fotografía] Imágenes de la capacitación para la formación de instructores en lectura de medidores (realizado el 11 de abril del 2019)

		
Imagen de la prueba de lectura de medidores	Imagen de la competencia de lectura de medidores	Imagen de la competencia de lectura de medidores 2
		
Imagen de la competencia de lectura de medidores 3	Imagen del acto de premiación	Imagen de la entrega de diploma



Capítulo 8

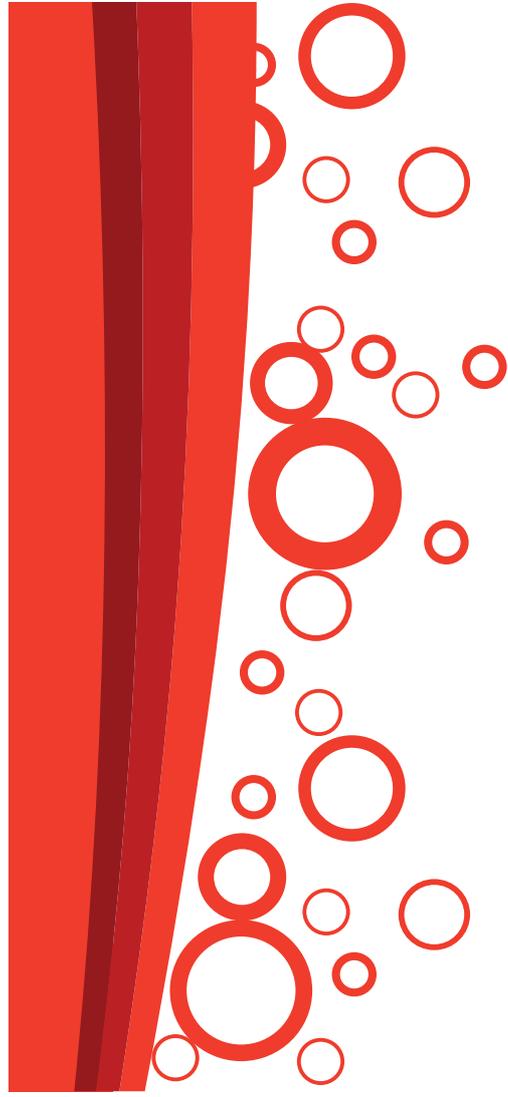
Programa de acción de corto/medio/largo plazo



Actividad	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
1.1.1. Adquisición de equipo de SDCAs modernas																							
1.1.2. Entrenamiento de la Dirección Administrativa																							
1.1.3. Mejora de gestión operativa																							
1.1.4. Compra de insumos para el área de distribución tecnológica																							

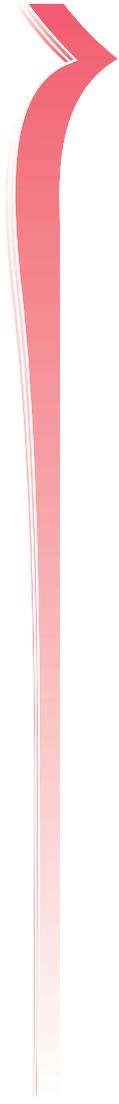
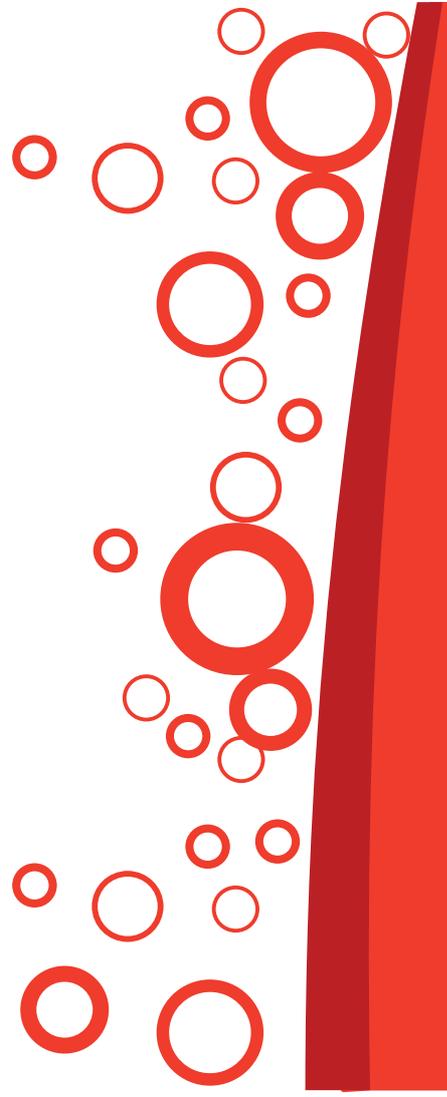
Actividad	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
1.1.1. Mejora de gestión (monitoreo, mantenimiento y reparación de una sola medición)																							
1.1.2. Adquisición de equipo moderno para la gestión de la zona de producción de agua (PDA)																							
1.1.3. Adquisición de equipo de medición de presión para la zona de producción de agua																							
1.1.4. Adquisición de equipo de medición de flujo para la zona de producción de agua																							
1.1.5. Adquisición de equipo de medición de temperatura para la zona de producción de agua																							
1.1.6. Adquisición de equipo de medición de humedad para la zona de producción de agua																							
1.1.7. Programa de monitoreo y mantenimiento de SDCAs																							

Capítulo 8. Programa de acción de acción de corto/mediano/largo plazo



Capítulo 9

Fortalecimiento de la capacidad de recursos humanos



Capítulo 9 Fortalecimiento de la capacidad de recursos humanos

9.1 Introducción

9.1.1 Objetivos del Plan de capacitación

El presente Plan de capacitación muestra el flujo de los procedimientos de capacitación desde la etapa de planificación y preparación, la operación en el día de la capacitación hasta el seguimiento posterior, para que los planificadores de capacitación puedan implementar de manera efectiva y eficiente la capacitación utilizando los módulos y los materiales didácticos de capacitación elaborados durante las actividades del proyecto de cooperación técnica, "Proyecto del Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua no Facturada en la ciudad de Managua en la República de Nicaragua".

9.1.2 Estructura del Plan de capacitación

El presente Plan de Capacitación describe sobre la planificación y la operación de la capacitación en temas de Agua no Facturada (ANF). En el Capítulo 9.2, se explica sobre la elaboración del Plan Anual de Capacitación y en el Capítulo 9.3, la implementación y la operación de la capacitación. Los documentos de referencia del Capítulo 9.4 son para que se utilicen en la formulación del Plan Anual de Capacitación principalmente. Asimismo, para la elaboración del Plan Anual de Capacitación en ANF, se adjunta como documento de referencia el "Manual de Operaciones de la Oficina de Capacitación" que define claramente las funciones de las organizaciones relacionadas.

Tabla 9.1 Estructura del presente documento

9.1 Introducción (esta página)
9.2 Elaboración del Plan Anual de Capacitación
9.2.1 Procedimiento para la elaboración del Plan Anual de Capacitación
9.2.2 Plan de Formación de Recursos Humanos (Análisis de las necesidades de capacitación)
9.2.3 Elaboración del programa de capacitación
9.2.4 Elaboración del Plan Anual de Capacitación
9.2.5 Proceso de aprobación del Plan de capacitación
9.3 Implementación y operación de la capacitación
9.3.1 Divulgación
9.3.2 Preparativos previos
9.3.3 Operación en el día de la capacitación
9.3.4 Evaluación y retroalimentación de la capacitación

9.4 Documentos de referencia

- 9.4.1 Análisis de las necesidades de capacitación (Ej.)
- 9.4.2 Tabla de currículo de capacitación
- 9.4.3 Programa de capacitación (Ej.)
- 9.4.4 Plan Anual de Capacitación (Ej.)
- 9.4.5 Cuestionario para participantes (Ej.)
- 9.4.6 Cuestionario para instructores (Ej.)
- 9.4.7 Documentos técnicos de la capacitación práctica para instructores de capacitación
- 9.4.8 Manual de Operaciones de la Oficina de Capacitación

9.1.2 Desarrollo del programa de capacitación

Para llevar a cabo la formación de los recursos humanos requeridos por ENACAL, es necesario diseñar adecuadamente el programa de capacitación que es una de las políticas a implementar. El procedimiento para diseñar el programa de capacitación se compone de los siguientes 6 procesos. En la planificación y la operación de la capacitación, es importante aplicar el procedimiento adecuado a los objetivos y las necesidades, ya que en algunos casos se tiene que implementar todos los procedimientos de trabajo y en otros casos es factible implementar solo con la aplicación de la parte necesaria.

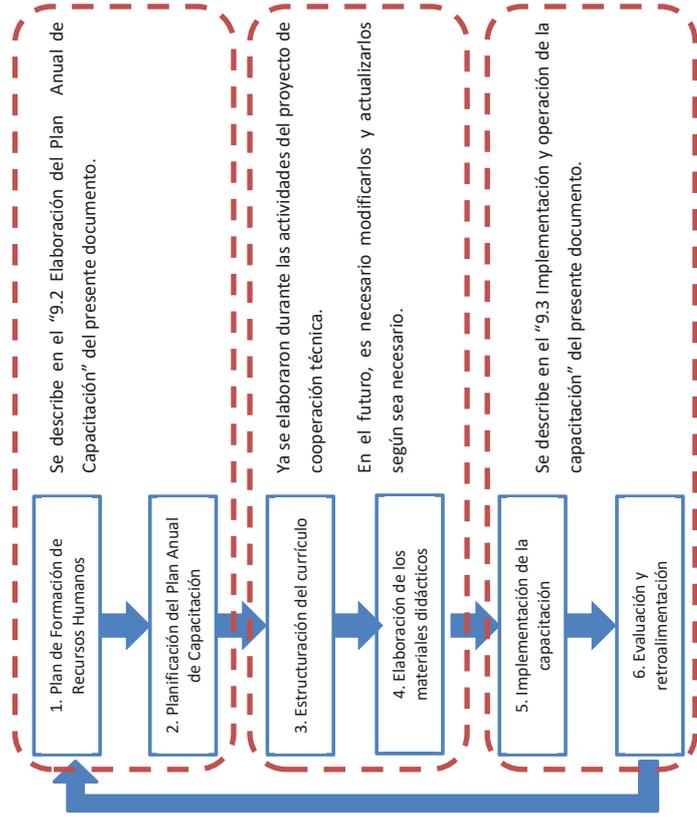


Figura 9.1 Estructura del presente documento

1. Plan de Formación de Recursos Humanos

Se obtiene y se analiza la imagen de los recursos humanos necesarios para ENACAL y la situación de los recursos humanos en este momento. Esto permite identificar claramente cuáles son las capacitaciones que se necesitan para la formación de los recursos humanos.

2. Planificación del Plan Anual de Capacitación

Se revisa el programa de capacitación necesario para ejecutar el Plan de Formación de Recursos Humanos y se resume como Plan Anual de Capacitación.

3. Estructuración del currículo

Se identifican claramente los módulos y temas que se implementan como rubros de capacitación. Asimismo, se identifican claramente los candidatos a instructores de capacitación y la modalidad de ejecución (metodología: clase en aula, práctica, etc.), entre otros.

Ya se ha estructurado el currículo de capacitación en temas de ANF (véase el "9.4.2 Tabla de currículo de capacitación"). En el futuro, se realizará la revisión del currículo según sea necesario.

4. Elaboración de los materiales didácticos

Para implementar la capacitación, se elaboran y se adquieren diferentes materiales didácticos incluyendo los libros de texto adecuados.

Ya se han elaborado los materiales didácticos para la capacitación. En el futuro, se realizará la corrección de los materiales didácticos para la capacitación según sea necesario.

5. Implementación de la capacitación

Para alcanzar las metas de capacitación, se realizan preparativos necesarios como el acondicionamiento del ambiente como el aula y la preparación de materiales didácticos, mobiliarios, etc. Asimismo, se requiere apoyo de diferentes índoles para ejecutar la operación sin contratiempos en el día de la capacitación.

6. Evaluación y retroalimentación

Se evalúa si los participantes de la capacitación lograron comprender suficientemente el contenido de capacitación, en base al estudio de encuesta aplicada a los participantes de la capacitación, y se reflejan los resultados en las próximas capacitaciones para mejorar la calidad de capacitación.

9.2 Elaboración del Plan Anual de Capacitación

En este Capítulo, se describen los procesos correspondientes a “1. Plan de Formación de Recursos Humanos” y “2. Planificación del Plan Anual de Capacitación” mencionados en los Procesos de desarrollo del programa de capacitación de la Figura 9.1

9.2.1 Procedimiento para la elaboración del Plan Anual de Capacitación

La capacitación en una organización es para adquirir habilidades como conocimientos y técnicas necesarias para ejecutar el trabajo. El objetivo de la capacitación en reducción de ANF a lo interno de ENACAL, es mejorar las capacidades de los funcionarios involucrados en las medidas de reducción de ANF, y bajar la tasa de ANF como resultado de los trabajos que ellos realizan. Para alcanzar este objetivo, es necesario conocer suficientemente las necesidades de capacitación cuando se revisa y se elabora el Plan Anual de Capacitación.

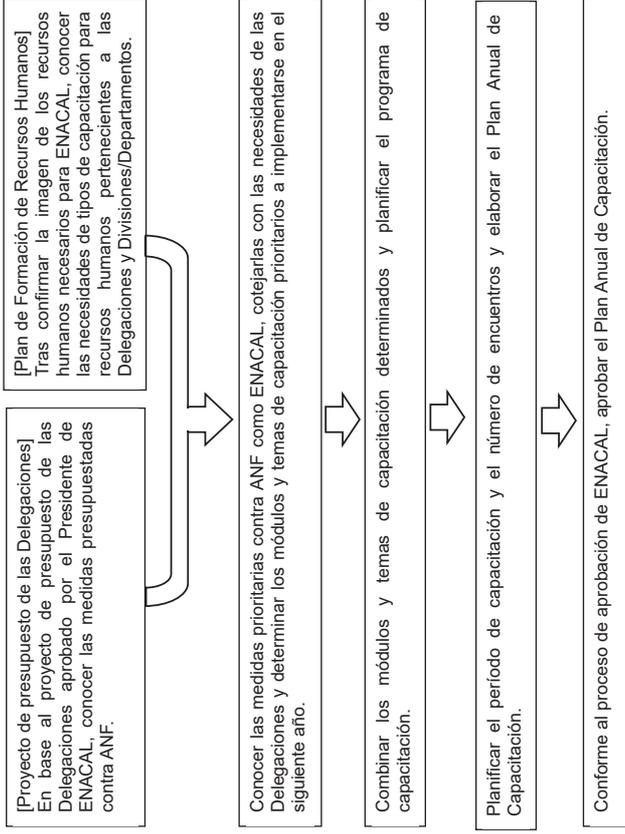


Figura 9.2 Flujo de elaboración del Plan Anual de Capacitación

9.2.2 Plan de Formación de Recursos Humanos (Análisis de las necesidades de capacitación)

Se distribuye y se recupera el formato del “9.4.1 Análisis de las necesidades de capacitación (Ej.)” a las Delegaciones y Divisiones/ Departamentos y se comprueban la situación actual y las tareas pendientes de las medidas contra ANF y de la formación de los recursos humanos. Esto permite conocer cuáles son los conocimientos y técnicas necesarias para los recursos humanos que trabajan con las medidas contra ANF pertenecientes a cada instancia.

Seguidamente, se recopila la información proveniente de las Delegaciones y Divisiones/ Departamentos. Al recopilar, se clasifican las necesidades en base a los módulos y temas de capacitación descritos en el currículo de capacitación. El uso de la Tabla de currículo de capacitación permite revisar fácilmente el programa de capacitación.

9.2.3 Elaboración del programa de capacitación

En la elaboración del programa de capacitación, es necesario colaborar con el Comité de ANF.

En base a los resultados de recopilación de las necesidades, el planificador de capacitación y el Comité de ANF determinan los módulos y temas de capacitación que deben ser implementados en el siguiente año como ENACAL.

Seguidamente, se combinan los módulos y temas de capacitación determinados y se elabora el programa de capacitación. En la elaboración del programa de capacitación, se toman en cuenta los siguientes aspectos refiriéndose al “9.4.3 Programa de capacitación (Ej.)”.

- Número de programas de capacitación al año
- Días de implementación de la capacitación por un programa de capacitación
- Número de participantes previsto en un programa de capacitación
- Frecuencia de implementación de un programa de capacitación
- Presupuesto necesario al año para la capacitación en ANF
- Identificación clara de los objetivos y las metas de cada programa de capacitación a la luz de las necesidades de capacitación

9.2.4 Elaboración del Plan Anual de Capacitación

Se refleja el resumen de cada programa de capacitación elaborado en “9.2.3 Programa de capacitación” en el formato indicado en el “9.4.4 Plan Anual de Capacitación (Ej.)” y se elabora el Plan Anual de Capacitación en ANF (borrador).

9.2.5 Proceso de aprobación del Plan Anual de Capacitación

El Plan Anual de Capacitación en ANF (borrador) elaborado tras la revisión final de Planificación Económica y Estadísticas de ENACAL se entrega al Presidente Ejecutivo de ENACAL y se procede al trámite de aprobación. El proceso de aprobación es el siguiente.

[Período aproximado de implementación]

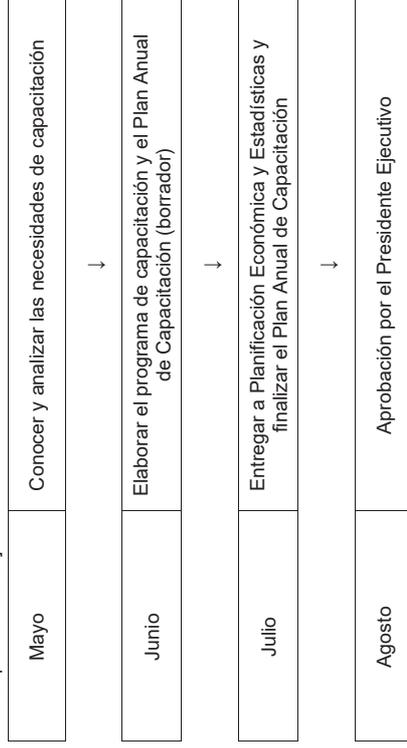


Figura 9.3 Proceso de aprobación del Plan Anual de Capacitación en ANF

9.3 Implementación y operación de la capacitación

En este Capítulo, se describen los procesos correspondientes a “5. Implementación de la capacitación” y “6. Evaluación y retroalimentación” mencionados en los Procesos de desarrollo del Programa de capacitación de la Figura 9.1.

9.3.1 Divulgación

(1) Comprobación del resumen de la capacitación

El planificador de capacitación inicia los siguientes preparativos a más tardar un mes antes de la implementación de la capacitación correspondiente conforme al Plan Anual de Capacitación.

a) Comprobación del programa de capacitación

Se comprueba el contenido mencionado en el programa de capacitación elaborado cuando se formuló el Plan Anual de Capacitación, incluyendo los objetivos de capacitación, participantes a quienes está dirigida la capacitación, número de participantes, candidatos a instructores, contenido de capacitación y horas de capacitación.

b) Solicitud a los instructores

Se selecciona a los instructores y asistentes (según sea necesario) de los módulos descritos en el programa de capacitación y se solicita que impartan los cursos de capacitación. Asimismo, se comprueba si es necesario modificar los materiales de capacitación ya preparados, y si es necesario, se solicita la modificación y la actualización.

c) Comprobación del ambiente de capacitación y garantizar el local

Se acondiciona el ambiente para la presente capacitación (local, equipos utilizados, etc.). Para los equipos, si la modalidad es clase en aula, es necesario preparar una computadora para la presentación, pantalla, proyector, micrófonos (para instructores y participantes), y si es práctica y ejercicio, los equipos necesarios para esa asignatura.

d) Conformación del equipo operativo de la capacitación

Se escoge a los miembros que trabajarán para la operación de la capacitación. Particularmente, en el día de la capacitación se producen diferentes roles como el trabajo de recepción de participantes, preparación del local, maestro de ceremonia, etc., por lo tanto, es

deseable contar con la disponibilidad de por lo menos 3 encargados de operación.

(2) Aviso

a) Elaboración y distribución de la convocatoria

Se elabora la convocatoria (volante de la capacitación). La convocatoria se elabora extrayendo del programa de capacitación la información necesaria y actualizando la información confirmada como la fecha, el local, el programa, etc. El aviso se distribuye (se notifica) a las Direcciones y Divisiones/Departamentos que pertenecen las personas a quienes está dirigida la capacitación.

b) Trabajo de recepción de la solicitud

La Figura 9.4 muestra el flujo de recepción de la solicitud de capacitación. Si se llenó el cupo limitado después de la fecha límite, se coordina el caso de manera individual. Cabe resaltar que algunos módulos realizan trabajo en equipo como parte del ejercicio. Para realizar un trabajo en equipo de manera efectiva, es deseable conocer el cargo, años de experiencia laboral, etc. de los participantes y dividirlos en grupos con antelación. Después de confirmar a los participantes, se notifica la aceptación o rechazo a la solicitud de participación a cada solicitante. En el aviso a los participantes, se les notifican nuevamente los datos del lugar, la fecha y la hora de reunión, los detalles del programa de capacitación (versión final) y los objetos a llevar (lapiceros, etc.), entre otros.

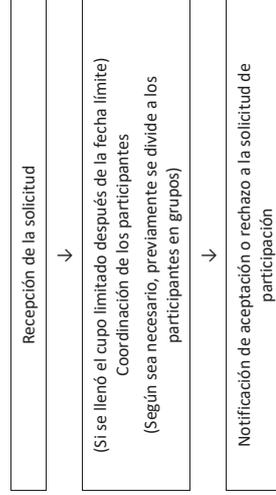


Figura 9.4 Flujo de solicitud y notificación sobre la capacitación

9.3.2 Preparativos previos

(1) Elaboración de los documentos de capacitación

Se elaboran diferentes documentos que se utilizan en la capacitación. A continuación, se muestran los documentos y equipos necesarios para la capacitación.

Tabla 9.2 Materiales y equipos necesarios para la capacitación

Rubro	Notas complementarias
Documentos y materiales	
Un juego de materiales didácticos para la capacitación	Para la cantidad de participantes
Lista de participantes	Lista de asistencia
Programa de capacitación	Para la cantidad de participantes
Cuestionario para participantes	Para la cantidad de participantes. Al finalizar la capacitación, se distribuye y se recupera (véase 4.5).
Diploma de participación en la de capacitación	Se distribuye a los participantes que hayan cumplido los requisitos. Para motivar a los participantes, preferiblemente con la firma del Presidente Ejecutivo de ENACAL.
Esquema de distribución de asientos (según sea necesario)	Se elabora en las capacitaciones que dividen a los participantes en grupos.
Prueba de nivel de comprensión (según sea necesario)	
Pizarra acrílica/marcadores	Se utilizan para la explicación complementaria.
Cuestionario para instructores (según sea necesario)	Se utilizan para la evaluación, retroalimentación y autoevaluación de los instructores.
Equipos	
Computadora para la presentación	
Pantalla	
Proyector	
Micrófonos (para instructores y participantes)	
Puntero láser	
Equipos de grabación y filmación (teléfono móvil, cámara de video, etc.) (según sea necesario)	Se utilizan para la evaluación, retroalimentación y autoevaluación de los instructores.
Computadoras para participantes (según sea necesario)	Cuando se utiliza para el ejercicio, se prepara la cantidad necesaria.
Materiales y equipos para el ejercicio (según sea necesario)	Cuando se utiliza para el ejercicio de práctica, se preparan los materiales y equipos necesarios.

(2) Reunión previa con los instructores de capacitación

Unos días antes de la capacitación, se realiza una reunión con los instructores y asistentes de

capacitación para comunicar y confirmar los detalles incluyendo el desarrollo en el día de la capacitación, los materiales didácticos y otros documentos necesarios. Cabe señalar que para los instructores de capacitación con poca experiencia como instructor, habría que compartir "4.7 Documentos técnicos de la capacitación práctica para instructores de capacitación (Ej.)" del Capítulo 4 Documentos de referencia y considerar tiempo suficiente de preparación.

Durante la reunión previa, es importante que los mismos instructores entiendan "¿Por qué es necesaria esta capacitación?" y estén conscientes de sus funciones.

(3) Otros

Cuando se distribuyen los lapiceros, etc. a los participantes, se prepara la cantidad de acuerdo al número de participantes de la capacitación.

Cuando es necesario el servicio de catering para almuerzo y refrigerio, se confirma el número de personas incluyendo a los instructores, el personal del equipo operativo y los participantes, luego se consulta con la empresa de catering para confirmarlo.

9.3.3 Operación en el día de la capacitación

Al iniciar la capacitación, es imprescindible que los participantes comprendan "¿Por qué recibo esta capacitación?" y estén conscientes de que son los protagonistas.

(1) Operación de la capacitación

Para la operación en el día de la capacitación, se utiliza la siguiente lista de revisión para facilitar la verificación.

[Antes de iniciar la capacitación]

- Distribución de asientos
- Comprobación de las funciones del personal del equipo operativo de capacitación (maestro de ceremonia, asistente de instructores, preparación de materiales y equipos, etc.)
- Conexión de la computadora para la presentación y el proyector, proyección al proyector

- Audio y número de micrófonos. Cuando se utiliza el video, se comprueba el sonido del video
- Comprobación de los documentos a distribuir (materiales didácticos para la capacitación, programa, cuestionario, diploma de participación en la capacitación, etc.)
- Verificación de la lista de participantes
- Se solicita a los instructores la comprobación final de los materiales didácticos para la clase (funcionamiento, audio, etc.).
- Instalación de bebidas (agua, café, etc.)

[Durante la capacitación]

- Recepción (comprobar la lista de participantes)
- Distribución de materiales didácticos y programa
- Toma de fotografías y filmación de las imágenes de capacitación
- Información sobre el refrigerio y el almuerzo
- Distribución y recuperación del cuestionario
- Otorgamiento del diploma de participación en la capacitación

[Después de finalizar la capacitación]

- Regresar y ordenar los equipos
- Ordenar el local y botar la basura
- Recopilar las respuestas del cuestionario y compartirlas con otras Divisiones/ Departamentos relacionados
- Elaborar el Informe de capacitación

(2) Distribución y recuperación del cuestionario

Al finalizar la capacitación, se distribuye el cuestionario para participantes. La plantilla del cuestionario se adjunta en el “9.4.5 Cuestionario para participantes (Ej.)”. A los instructores de capacitación con poca experiencia como instructor, se evalúa utilizando el “9.4.6 Cuestionario para instructores (Ej.)”. Los evaluadores serán otros instructores experimentados que hayan participado en las capacitaciones como parte del equipo operativo.

Se les pide a los participantes y evaluadores para que llenen y entreguen el cuestionario. Cabe resaltar que si el tiempo de llenado es poco, probablemente escribirán poco en la casilla de libre expresión, por lo que es necesario tomar en cuenta la asignación de tiempo cuando se elabora el programa de capacitación para que los participantes puedan escribir con suficiente tiempo.

9.3.4 Evaluación y retroalimentación de la capacitación

(1) Evaluación de los participantes de capacitación

Al finalizar la capacitación, se recopilan las respuestas del cuestionario respondido por los participantes.

Referente a los “puntos positivos” de la capacitación, se retroalimenta al planificador para motivarlo y también para que siga con estos “puntos positivos” en el futuro.

Por otro lado, con respecto a los “puntos a mejorar” de la capacitación, se hace un resumen de los señalamientos.

(2) Mejora de la capacitación

En base a los resultados de la recopilación del párrafo anterior “9.3.4(1) Evaluación de los participantes de la capacitación”, se extraen los puntos a mejorar en el contenido de capacitación y en el aspecto operativo. Los puntos a mejorar también se describen en el Informe de capacitación y se llega a un consenso como ENACAL. Asimismo, si el contenido es fácil de mejorar, se refleja la mejora en la próxima capacitación y si el contenido requiere tiempo, en el plan de capacitación del siguiente año fiscal.

(3) Evaluación de los instructores de capacitación

Se recopilan las respuestas de la evaluación de los instructores que impartieron los módulos

respondidas en el “Cuestionario para participantes” y el “Cuestionario para instructores”. Después de finalizar la recopilación, el planificador de capacitación reúne a los instructores de capacitación para compartir el contenido de la recopilación, de igual manera, se comparte el video grabado durante la capacitación. Esto permite resolver las diferencias entre los señalamientos de las respuestas al cuestionario y el reconocimiento e imagen propia de los instructores, con la finalidad de mejorar la capacidad de los instructores.

(4) Elaboración del Informe de capacitación

Después de finalizar la capacitación, se elabora el Informe de implementación de la capacitación. En el Informe de capacitación, se describe el resumen de la capacitación, además, el cumplimiento de las metas de capacitación descritas en el programa de capacitación y la evaluación de la capacitación obtenida a través de la encuesta a los participantes.

9.4 Documentos de referencia

9.4.1 Análisis de las necesidades de capacitación (Ej.)

Formato 1 Análisis de las necesidades de capacitación: Conocer la situación actual de las medidas contra ANF y analizar las tareas pendientes en la formación de los recursos humanos

Nombre de la Delegación y División/Departamento:

Llenado por:

Fecha de llenado:

1) Situación actual	Situación actual de las medidas contra ANF	Situación actual de la formación de los recursos humanos	Situación actual de la formación de los recursos humanos
2) Plan	Medidas contra ANF programadas para el siguiente año	Plan de formación de recursos humanos para el siguiente año	Plan de formación de recursos humanos para el siguiente año
3) Tareas prioritarias*	Tareas pendientes de las medidas contra ANF	Tareas pendientes de la formación de los recursos humanos	Tareas pendientes de la formación de los recursos humanos

* La persona que completa un formulario puede escribir el número del Módulo en la tabla del currículo de capacitación

Paso 1: Conocer las necesidades de capacitación

9.4.2 Tabla de currículo de capacitación

Módulo	Tema no.	Contenidos; Tema	Lección	Práctica	Instructor	Sub Instructor	tiempo de capacitación (horas)
1. Gestión de ANF	1	Concepto y Metodología para Gestión de Sistema de Agua	o	x	Junior Cardoza		1.0
1.1 Unidad de gestión Básica	2	Consideraciones Fuentes-Usuarios-Red	o	x	Junior Cardoza		2.0
	3	Macro Sectorización	o	x	Junior Cardoza		2.0
1.2 Cálculo de Pérdidas	4	Micro Sectorización	o	x	Junior Cardoza		1.5
	1	Que es ANF	o	x	Junior Cardoza		1.5
	2	Balance Hídrico	o	x	Junior Cardoza		1.5
	3	Componente Principal de las pérdidas (Reales + Aparentes)	o	o	Junior Cardoza		4.0
1.3 Medidas Contra Pérdidas	4	Pérdidas Reales	o	o	Junior Cardoza		4.0
	5	Pérdidas Aparentes	o	o	Junior Cardoza		2.0
1.3.1 Medidas Para Reducir Pérdidas Reales	6	Determinación del Caudal Mínimo Nocturno, Cierres Escalonados	o	o	Junior Cardoza		2.0
	1.1	Sub Sectorización	o	o	Junior Cardoza		2.0
	1.2	Catastro de Redes	o	o	Junior Cardoza		2.0
	1.3	Mediciones Directas = Identificación de pérdidas de forma segura	o	o	Junior Cardoza		2.0
	2.1	Métodos Para Detección de Fugas (1. Uso de Corriador)	o	o	Junior Cardoza		3.0
	2.2	Métodos Para Detección de Fugas (2. Pre Localizador)	o	o	Junior Cardoza		1.0
	2.3	Métodos Para Detección de Fugas (3. Geofono)	o	o	Junior Cardoza		2.0
	2.4	Gestión de Presión	o	o	Junior Cardoza		1.0
	3.1	Dimensionamiento, selección válvulas apropiada (VRP)	o	o	Junior/Fontaneros		4.0
	3.2	Reemplazo de redes en sitios controlados	o	o	Junior Cardoza		2.0
	3.3	Selección de Materiales Correcto	o	x	Junior Cardoza		4.0
	4.1	Catastro de Usuarios	o	x	Junior Cardoza		4.0
	4.2	Mantenimiento Correctivo y Preventivo de Macro y Micro Medición	o	x	Junior Cardoza		2.0
4.3	Dimensionamiento de Hidromedios Macro	o	o	Junior Cardoza		3.0	
4.4	Tratamiento a Conexiones Faudulentas	o	x	Junior Cardoza		3.0	
4.5	Sistema Georreferenciado de Control de usuarios			Junior Cardoza			

Módulo	Tema no.	Contenidos, Tema	Lección	Práctica	Instructor	Sub Instructor	tiempo de capacitación (horas)
1.4 Modelación Hidráulica Enfoque Reducción Pérdidas.	1	Definición de Sitio a Trabajar	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	1.0
	1	Selección de Plataforma de Modelación (Epanel o Water Cad).	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	3.0
	2	Caracterización De consumo de agua (micro y macro si es el caso).	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	1.0
	2	Caracterización de Redes	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	1.0
1.5 Analisis Costo - Beneficio	2	Documentación de condiciones de operación (manipulación de válvulas y otras acciones).	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	1.0
	2	Realizar Mediciones	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	1.0
	3	Validación de Modelo Generado (período extendido)	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	2.0
	4	Toma de Decisiones.	o	o	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	2.0
1.6 Plan de Acción	1	Definición de Brecha amplia de trabajo.			Junior Cardoza		
	2	Determinación de costo de acciones (reales + Aparentes).	o	x	Junior Cardoza		3.0
	3	Calculo de beneficio por acciones Físicas y Aparentes.	o	x	Junior Cardoza		3.0
	4	Generar Estadísticas Operativas en acciones aparentes y reales.	o	x	Junior Cardoza		2.0
2. Controlar la calidad de la instalación de conexiones domiciliarias	1	Mediano	o	x	Junior Cardoza		2.0
	2	Largo plazo	o	x	Junior Cardoza		2.0
2.1 Introducción		Funciones del servicio de acueductos, descripción de los acueductos de la Ciudad de Managua, normas de calidad de agua	o	x	Veronica Rivera	Adela Martínez	0.5
		Definición de las conexiones domiciliarias, composición y estructura de los equipos de conexión, anomalías de la calidad de agua de las tuberías de acometida	o	x	Hector Rivas		0.5
2.3.o Básico sobre Conexiones Domiciliarias		Normas, tipos y propiedades de las tuberías de acometida, comparación de los tubos de PVC y de polietileno, costo del ciclo de vida (de los tubos de PVC y de polietileno), ejercicios (costo de ciclo de vida, revisión del grado de precisión de los medidores de agua)	o	x	Julio Lopez	Benjamin Monterrey	0.5
		Sistema de suministro de agua, consumo de agua de diseño, definición del sistema de suministro, selección del diámetro de las tuberías de acometidas, gestión de planos, ejercicio (definición del diámetro, elaboración del plano de terminación de obra)	o	x	Julio Lopez		1.5

Módulo	Tema no.	Contenidos, Tema	Lección	Práctica	Instructor	Sub Instructor	tiempo de capacitación (horas)
2.5 Trabajo de conexiones		Gestión de materiales, instalación adecuada (método de ejecución de ramales, corte y conexión de los tubos de PVC, y de polietileno, instalación de los medidores, excavación y relleno de tierra), ensayo (presión de agua, calidad de agua)	o	x	Oscar Gago	Benjamin Monterrey	1.5
	2.6 Casos Estudio	Fuga de agua debido a la ejecución inadecuada de obras, conexión cruzada, erosión de arena	o	x	Adela Martínez	Edwin Santamaia	0.5
2.7 Casos Conexiones Domiciliarias Japon		Presentación de los equipos de conexión de agua potable japoneses	o	x	Veronica Rivera		0.5
	2.8 Prácticas de Corte de Los materiales	Corte de las tuberías de acometida (de PVC y de polietileno)	x	o	Benjamin Monterrey	Edwin Santamaia	0.5
2.9 Prácticas Conexiones PVC		Ejecución de ramales, instalación de la válvula de distribución obras de perforación, instalación de las tuberías de acometida y de medidores, ensayo de presión de agua y de calidad de agua (PVC)					
		Ejecución de ramales, instalación de la válvula de distribución obras de perforación, instalación de las tuberías de acometida y de medidores, ensayo de presión de agua y de calidad de agua (PEAD)	x	o	Benjamin Monterrey	Edwin Santamaia	1.5
2.10 Prácticas Conexiones PEAD		Ejecución de ramales, instalación de la válvula de distribución obras de perforación, instalación de las tuberías de acometida y de medidores, ensayo de presión de agua y de calidad de agua (PEAD)	x	o	Benjamin Monterrey	Edwin Santamaia	1.5
		3. mejorar la capacidad de lectura del medidor	o	x	Julio Lopez		
3.1 Conferencia sobre el trabajo de lectura de medidores		Función y significado de la lectura del medidor, la importancia de la lectura precisa como leer un medidor de cada tipo, Implementación de la prueba	x	o	Julio Lopez	Rommel Alonso Valgas Romero	3.0
	3.2 Concurso de campo	Concurso de campo	o	x	Julio Lopez	Rommel Alonso Valgas Romero	2.0

Tabla de currículo de capacitación (para la recopilación de las necesidades de capacitación)

Formato 2 Tabla de recopilación de las necesidades de capacitación

Módulo	Contenidos, Tema	Temas de capacitación implementada en base a los resultados de recopilación	Horas de capacitación	Número de Delegaciones que desean capacitación (resultados de recopilación)	Observaciones
1. Gestión de ANF				17	
1.1 Unidad de gestión Básica	1. Concepto y Metodología para Gestión de Sistema de Agua 2. Consideraciones Fuentes-Usuarios-Red 3. Macro Sectorización 4. Micro Sectorización 1. Que es ANF 2. Balance Hídrico 3. Componente Principal de las pérdidas (Reales + Aparentes) 4. Pérdidas Reales 5. Pérdidas Aparentes 6. Determinación del Caudal Mínimo Nocturno, Cierres Escalonados	<input type="radio"/>	1.0 2.0 2.0 1.5 4.0 4.0	17 17 17 17 4 4 4 4 4	Paso 2: Recopilar las necesidades de capacitación
1.2 Cálculo de Pérdidas		<input type="radio"/>	4.0	4	
1.3 Medidas Contra Pérdidas					
1.3.1 Medidas Para Reducir Pérdidas Reales	Sub Sectorización Catastro de Redes Mediciones Directas = Identificación de pérdidas de forma segura Gestión de Presión Dimensionamiento selección válvulas apropiada Reemplazo de redes en sitios controlados Selección de Materiales Corrección Uso de Correlador Pre Localizador Geofono			1 1 1 1 1 1 12 12	Paso 3: Determinar los temas de capacitación
1.3.2 Métodos Acústicos Detección de Fugas				1	
1.3.3 Medidas para Reducir Pérdidas Aparentes	Catastro de Usuarios Mantenimiento Correctivo y Preventivo de Macro y Micro Medición Dimensionamiento de Hidromedios Macro Trasamiento a Conexiones Fraudulentas SIGIL			12	

9.4.3 Programa de capacitación (Ej.)

Formato 3 Programa de capacitación

Nombre del curso de capacitación	Capacitación en medidas contra ANF
Dirigido a	Unidad de gestión básica de ANF (primer encuentro)
Objetivo general de la Instrucción (GO: General Instructive Objective)	Funcionarios del Departamento de ANF de la Oficina Central y de las Delegaciones
Objetivos específicos conductuales (SBO: Specific Behavioral Objective)	Los funcionarios del Departamento de ANF adquieren conocimientos básicos y técnicas sobre ANF y aprenden las ideas del enfoque de las medidas contra las fugas. 1) Aprender los conocimientos básicos sobre ANF 2) Aprender los métodos de cálculo del volumen de las pérdidas
Periodo de capacitación previsto (días)	Abril del 2020 (2 días)
Sistema de implementación	División/Departamento ejecutor: Departamento de ANF Físico Instructor: Junior Pertenece a: Departamento de ANF Físico Número de participantes previstos: 30 personas Local: Suplente del instructor: Delegación Departamental de XXX Delegación Departamental de XXX XXXX (clase en aula), XXXX (OJT)
Costo de capacitación	C\$50.000- (Desglose)

Módulo de capacitación	Tema de capacitación	Método (clase, ejercicio, remoto, etc.)	Número de horas necesarias	Observación (materiales didácticos necesarios, etc.)
1.1 Unidad de gestión básica de ANF	1. Concepto y Metodología para Gestión de Sistema de Agua 2. Consideraciones Fuentes-Usuarios-Red 3. Macro Sectorización 4. Micro Sectorización	Clase	1.0 2.0 2.0	
1.2 Cálculo de pérdidas	1. Que es ANF 2. Balance Hídrico 3. Componente Principal de las pérdidas (Reales + Aparentes) 4. Pérdidas Reales 5. Pérdidas Aparentes	Clase	1.5 4.0/3.0	

Paso 4: Combinar los temas de capacitación y elaborar el programa de capacitación

9.4.4 Plan Anual de Capacitación (Ej.)

Nombre del curso de capacitación	Dirigido a	División/Departamento ejecutor	Instructor	Periodo de capacitación	Numero de participantes previstos	Presupuesto	Observaciones
Capacitación en medidas contra inundaciones	Dirigidos y Delegados y	Departamento de ANF Fisco		Marzo del 2020 (3 días)	10 personas	C\$30,000	
Capacitación en medidas contra inundaciones (primer semestre)	Funcionarios del Departamento de ANF de la Oficina Central y de las Delegaciones	ANF Fisco	Junior	Abril del 2020 (2 días)	30 personas	C\$50,000	
Capacitación en medidas contra inundaciones	Funcionarios del Departamento de ANF de la Oficina Central y de las Delegaciones	Departamento de ANF Fisco		Noviembre del 2020 (2 días)	30 personas	C\$50,000	
Capacitación en control de calidad de las conexiones domiciliarias	Delegados y Funcionarios del Departamento de ANF de las Delegaciones	Departamento de ANF Comercial		Julio - agosto del 2020 (2 días)	10 personas	C\$20,000	
Capacitación en control de calidad de las conexiones domiciliarias	Funcionarios del Departamento de ANF de la Oficina Central y de las Delegaciones	Departamento de ANF Comercial		Septiembre - octubre del 2020 (2 días)	30 personas	C\$40,000	

Paso 5: Reflejar el contenido del programa de capacitación en el Plan Anual de Capacitación

* El Plan Anual de Capacitación (borrador) se elabora a partir del programa específico de capacitación que se elaboró utilizando el Formato 3.

9.4.5 Cuestionario para participantes (Ej.)

< Cuestionario para la formación a los aprendices.>

Su nombre: _____
 Su cargo: _____
 Número de teléfono: _____

Evaluación general: Estuvo satisfecho con la capacitación esta vez?
 1. Satisfecho.
 Razón: _____
 2. No es suficiente.

Evaluación para cada sección.	Muy bueno,	Bueno,	Malo,	No necesario
	(4)	(3)	(2)	(1)
1 Concepto y Metodología para Gestión de Sistema de Agua	4	3	2	1
2 Consideraciones Fuentes-Usuarios-Red	4	3	2	1
3 Macro Sectorización	4	3	2	1
4 Micro Sectorización	4	3	2	1
5 Que es ANF + Balance Hidrico	4	3	2	1
6 Componentes Principal Perdidias	4	3	2	1
7 Perdidias Aparentes	4	3	2	1
8 Perdidias Fisicas	4	3	2	1
9 Evaluacion	4	3	2	1

<Contenido de capacitación favorable a usted>

<Contenido de capacitación a ser mejorado>

<Opiniones francas a los instructores>

9.4.6 Cuestionario para instructores (Ej.)

< Hoja de la realimentación para la formación a instructores>

Su nombre: _____
 Su cargo: _____
 Nombre de los instructores: _____
 Número de teléfono: _____

Evaluación para cada sección.	
1. ¿Cómo es la velocidad de habla?	<input type="checkbox"/> Apropiado <input type="checkbox"/> Rápido <input type="checkbox"/> Lento
2. ¿Hubo fuerza y acento de voz?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
3. ¿Fue buena la actitud durante la presentación? (NO meter una mano en el bolsillo etc.)	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
4. ¿Fue bueno el ambiente durante la capacitación? (Hubo humor etc)	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
5. ¿Fue fácil entender todos los contenidos y explicaciones?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
6. ¿A veces el instructor verifica la reacción y la comprensión de los alumnos?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
7. ¿Fue fácil ver el color de la tabla/figura y el diseño de la diapositiva?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
8. ¿Puede el instructor responder las preguntas de los alumnos?	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
9. ¿Cómo fue la asignación de tiempo?	<input type="checkbox"/> Apropiado <input type="checkbox"/> Antes <input type="checkbox"/> Despues
< Buen contenidos>	
<Contenido a ser mejorado>	
<Opiniones francas a los instructores>	

9.4.7 Documentos técnicos de la capacitación práctica para instructores de capacitación

Este libro de texto se emite para los instructores que no tienen suficiente experiencia como instructor o son nuevos instructores en ENACAL. El libro de texto menciona sobre la preparación para la capacitación, cómo hacer los materiales de capacitación y los métodos de enseñanza, etc.

Proyecto de Fortalecimiento de la capacidad de Gestión de Agua no Facturada en la Ciudad de Managua (Libro de Texto para el Desarrollo de Habilidades de Presentación)

1. Propósito de la capacitación: Cómo crear materiales que tengan en cuenta a los participantes

1.1 ¿Porqué se necesita materiales de enseñanza visuales?

La investigación ha demostrado que aumenta el efecto de aprendizaje en un período de tiempo determinado cuando se utilizan materiales de enseñanza visual. En su libro "Presentation Plus, (autor: David A. Peoples, un instructor de consultoría de IBM", dice que el 75 por ciento de lo que saben ha obtenido por visualmente, el 13 por ciento es a través de la audición y el resto de 12 por ciento es a través del olfato, el tacto y el gusto. Una imagen, dice, es tres veces más efectiva que las palabras solas, y las palabras y las imágenes juntas son seis veces más efectivas que las palabras solas.

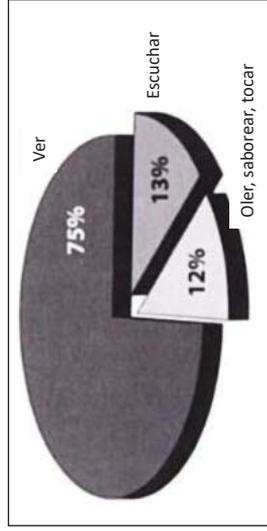


Figura 1 Relación de memoria por los cinco sentidos.

10 razones por las cuales es importante crear y usar materiales visuales cuidadosamente seleccionados.

1. Atraer y Mantener la atención de los participantes

Cierra los ojos, luego escucha e imagina la explicación.

"El individuo promedio habla entre 110 y 160 palabras por minuto, pero las personas piensan a una velocidad de 400 a 500 palabras por minuto. "Dar a las personas una simulación visual puede ayudar a mantenerlos atados a la presentación en lugar de permitir que sus mentes divaguen en otra parte"

Abre tus ojos. ¿Puedes entender la explicación? Por favor, compare con su comprensión con o sin ver la figura de abajo.

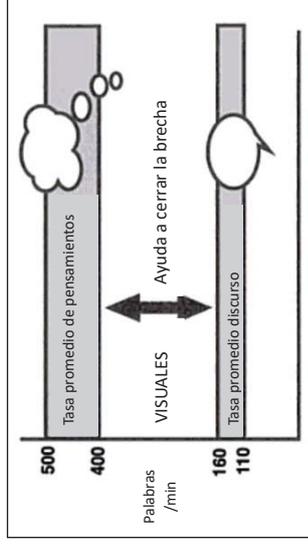


Figura 2 La brecha entre la velocidad del habla y la velocidad del pensamiento

2. Reforzar la idea principal
3. Visualizar lo que se transmite en palabras y apoyar de una manera fácil de entender.
4. Minimizar el malentendido.
5. Aumentar la retención de memoria
6. Añadir un toque de realidad,
7. Ahorrar tiempo y dinero
8. Ayudar a organizar sus pensamientos.
9. Aclarar los puntos clave
10. Construir confianza en si mismo

2. Romper el hielo

2.1 ¿Qué es un rompehielo (Ice Breaker)?

Ice Breaker es un juego o actividad que se utiliza para presentar a las personas entre sí para que se sientan más relajados juntos. Los rompehielos juegan un papel importante en eventos en los que la comunicación y el nivel de comodidad del participante son factores importantes. Te ayudan a asegurar que todos los asistentes sean participantes iguales. Rompen las barreras que existen inherentemente y por diseño en los lugares de trabajo. Estas son algunas de las razones por las que querrá considerar el uso de un rompehielos.

- Ejemplo de Introducción y ¡Problemos!

1. Cadena de cumpleaños (para relajar su mente)

Este juego es que los participantes se sientan en círculo en el orden de su cumpleaños. Las personas se preguntarán el cumpleaños (solo el día y el mes, no el año) y se comunicarán. El instructor también participa de este juego con ellos.

2. Cadena Humana (para relajar su cuerpo)

Los participantes ponen sus manos en los hombros delante de ellos en un círculo. Se sientan en la rodilla de la persona que está detrás doblando las rodillas (consulte la figura a continuación).

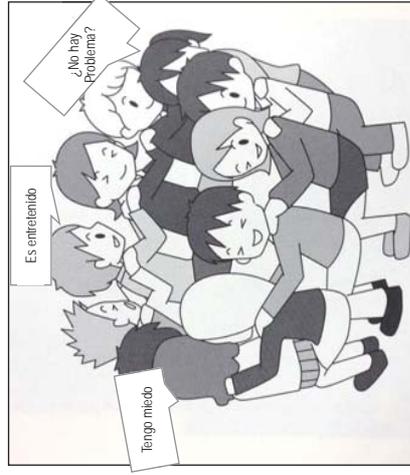


Figura 3 Romper el hielo (eje)

3. Nombra a quien atrapa la pelota (para hacer equipos)

Un participante lanza la pelota a otra persona diciendo su nombre. Si un participante no sabe el nombre, puede mirar la etiqueta del nombre en su ropa. La persona que ha recibido los lanzamientos de pelota a otra persona y los participantes continúan esta acción hasta que todos toquen la pelota. Si los participantes dejan caer la pelota una vez, deben comenzar desde el principio.

2.2 Cuestionario Rompe Hielo

El cuestionario se utiliza como una herramienta para mejorar la próxima conferencia al escuchar los comentarios de otros.

Cuestionario Rompe Hielo

Gracias por su participación. Por favor, rellene la hoja de cuestionario para la actividad de rompehielos hoy Permítame usar su opinión como referencia en mi seminario de ahora en adelante.

- 1) ¿Cómo fue el contenido de Rompe Hielo de hoy?
- 2) ¿Qué lección es la más interesante para usted?
- 3) Por otra parte, ¿qué lección es la más aburrida o innecesaria para usted si la tiene?
- 4) Por favor escribame las impresiones generales y / o los consejos, si los hay.

Gracias por su cooperación.

Figura 4 Cuestionario Rompe Hielo (eje)

3. Acordar las reglas principales

Se pueden esperar los siguientes efectos al estableciendo una regla básica. • Promete entre los participantes tomar las medidas necesarias para alcanzar los objetivos.

- El facilitador / instructor es el responsable de la moderación de los comentarios y los participantes deben involucrarse por completo en el proceso.

<Ejemplo>

- Todos los miembros participan. La posición es igual durante el capacitación.
- Escuche con firmeza hasta que el orador termine un comentario, ¡NO interrumpa su conversación!
- Regreso a tiempo después del descanso
- No use el teléfono móvil
- No niegue la opinión de repente
- Expresa sus verdaderos sentimientos

4. Facilitación

4.1 Diferencia entre conferencista (ponente) e instructor de capacitación

conferencista:

El conferencista es un protagonista, los participantes se convierten en oyentes. La comunicación se convierte en una forma de la conferencia. Las habilidades para hablar con los labios son necesarias para el conferencista.

Instructor de capacitación: los participantes son protagonistas, y la posición del instructor es liderar el capacitación. La habilidad de involucrar a los participantes en el capacitación es necesaria para el instructor.

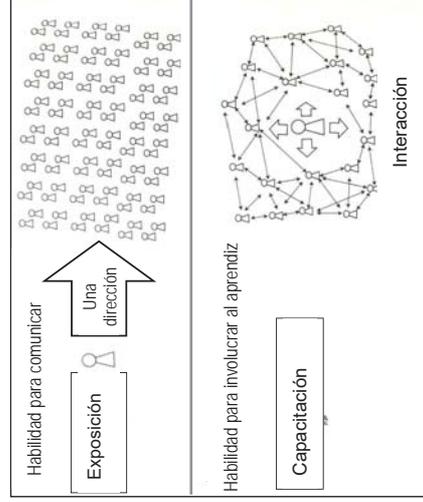


Figura 5 Diferencia entre conferencista e instructor de capacitación

El instructor no debe usar "Usted" sino a "Nosotros". La razón es que el propósito de la capacitación tanto para el instructor como para los participantes es el mismo. Por favor compare la impresión de la siguiente oración.

Instructor: A menudo cometemos tal error.

Instructor: A menudo cometes ese error.

Si el instructor usa "Usted", se da la impresión por la cual se critica a un participante.

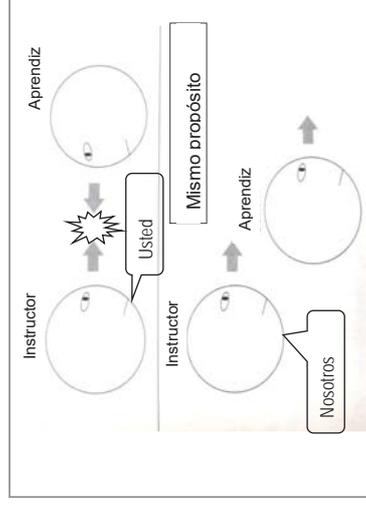


Figura 6 Postura como instructor de capacitación

4.2 Diferencia entre educación y estudio, la importancia de pensar

Educación: Es un método pasivo. Los profesores (el lado de la enseñanza) educan las cosas necesarias que consideran. La educación se lleva a cabo por la voluntad del lado de la enseñanza.

Estudio : Es método activo. Los aprendices (lado de aprendizaje) se consideran lo que es necesario. El estudio depende de la voluntad de lado de aprendizaje.

4.3 La importancia de las actividades participativas.

La importancia de las actividades participativas se describe a continuación.

Investigación factioide

"El aprendizaje activo es más efectivo que el aprendizaje pasivo. Pero la actividad, en sí misma, no resulta en un aprendizaje superior. El aprendizaje activo ocurre cuando los estudiantes invierten energías físicas y mentales en actividades que les ayudan a hacer que lo que están aprendiendo sea significativo, y cuando están conscientes de que eso significa ".
(Angelo, 1993, p.5)

Según el resultado estadístico de la forma de memorizar, la memoria se arregla actuando y hablando.

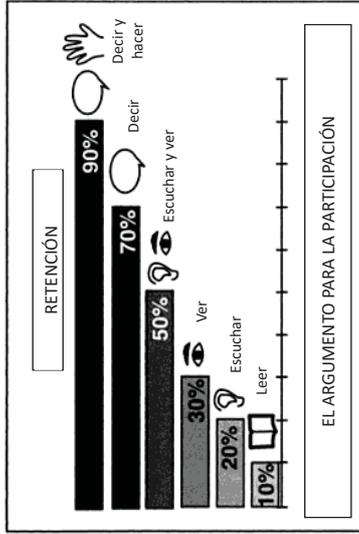


Figura 7 El resultado estadístico de la forma de memorizar

5. ¿Qué son una Buena materiales de enseñanza visual? (Consulte el propósito)

Paso 1: ¿Cuáles son las buenas materiales de enseñanza visual para los participantes? Escriba su opinión e idea. (5 minutos)

Paso 2: ¡Discuta sobre las buenas materiales de enseñanza visual dentro de su grupo! (10 minutos)

Paso 3: Haga una tabla o figura con más atención a lo visual y en consideración a los oyentes. Luego, explique su tabla o figura en un minuto. Además, escuche los consejos de otros participantes. (30 minutos)

<Ejemplo> ¿Cuál es mejor para cada ítem?

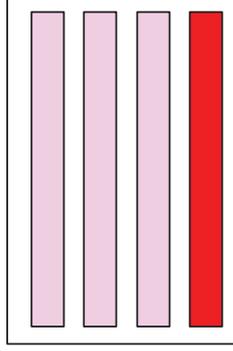
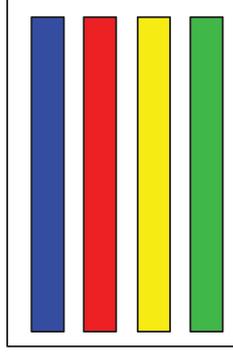
- Claridad (Balance de Colores)

Academia	Academia	Academia
Academia	Academia	Academia
Academia	Academia	Academia

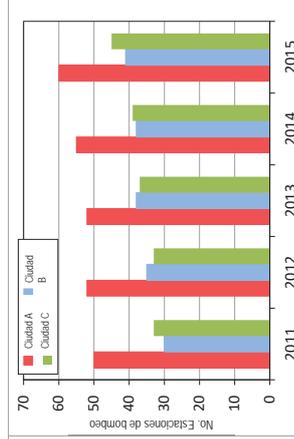
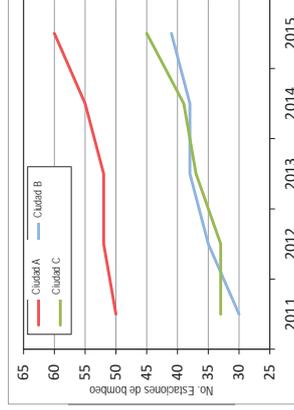
- ¿Es posible de leerlo (Fuente, Tamaño de las letras etc.)?

ENACAL	ENACAL	ENACAL
ENACAL	ENACAL	ENACAL
ENACAL	ENACAL	ENACAL
ENACAL	ENACAL	ENACAL
ENACAL	ENACAL	ENACAL

- ¿Ha concentrado en un punto?



- ¿Tiene relación con lo que dices?



• ¿Es interesante ?



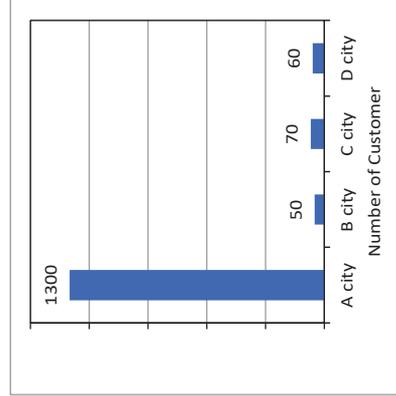
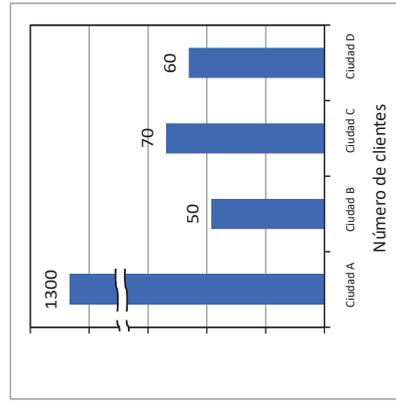
• ¿Es Sencillo (Mayúsculas y minúsculas etc.)?

HOY ES MIÉRCOLES
Hoy es miércoles
hoy es miércoles

HOY ES MIÉRCOLES
Hoy es miércoles
hoy es miércoles

HOY ES MIÉRCOLES
Hoy es miércoles
hoy es miércoles

• ¿Es Correcto (diseño, etc.)?



6. Trate de usar una hoja de comentarios

- La hoja de comentarios es una herramienta que el instructor hace referencia a las opiniones de los participantes (cosas buenas y malas) y mejora el siguiente programa de capacitación.
- El instructor de capacitación debe preparar la hoja de comentarios antes de comenzar la capacitación, y luego el instructor pasa la hoja a los participantes. Esta hoja de comentarios se usa generalmente al final de la capacitación. Pero si el instructor quisiera recopilar una opinión sobre un programa específico, el instructor tendría que prepararlo mejor en cada plan de estudios. Por ejemplo, "Cuestionario Rompehielos", que se presenta el primer día, es uno de ellos.

Hoja de Comentarios y Evaluación para Instructor / Entrenador				Fecha: / /
Permitame usar su opinión como referencia en mi seminario de ahora en adelante. Por favor complete el siguiente cuestionario y póngalo en la casilla. Agradezco su honesta respuesta.				
Nombre y Dirección				
Nombre:		Posición:		
Organización:				
Número de teléfono:				
Dirección E-mail:				
Evaluación para cada tema	Util	Inutil	Tiempo: Largo(TL), adecuado(TA), corto(TC)	
< Ejemplo >				
1. Rompe hielo	7 6 5 4 3 2 1	TL	PP	TS
2. De acuerdo con las reglas de la capacitación	7 6 5 4 3 2 1	TL	PP	TS
3. Facilitación	7 6 5 4 3 2 1	TL	PP	TS
4. Qué es una Buena materiales de enseñanzavisual?	7 6 5 4 3 2 1	TL	PP	TS
Por favor evalúe los artículos a continuación	Alto			
1. Programa de capacitación general	7 6 5 4 3 2 1	Bajo		
2. Conocimiento del Instructor	7 6 5 4 3 2 1			
3. Actitud del Instructor	7 6 5 4 3 2 1			
4. Programa y estilo de capacitación	7 6 5 4 3 2 1			
5. Eficacia de la capacitación	7 6 5 4 3 2 1			
6. Eficacia de las materiales de enseñanza visuales	7 6 5 4 3 2 1			
¿Qué capacitación es el más interesante para usted?				
¿Qué capacitación es el más interesante para usted?				

Figura 8 Hoja de comentarios (eje.)

- Usamos una lista de verificación en lugar de una hoja de comentarios para la presentación individual en esta capacitación. Los participantes deben recibir las opiniones de los demás, así como evaluarlas.

7. Atención a la presentación de diapositivas.

- Considere y discuta acerca de una diapositiva de ejemplo. ¿Qué es bueno y qué debería mejorarse? Hagamos una diapositiva mejorada en cada grupo. Luego el líder de cada grupo hace una presentación frente a los participantes. No se olvida de las reglas básicas y cuida el punto de aprendizaje para corregir una diapositiva.

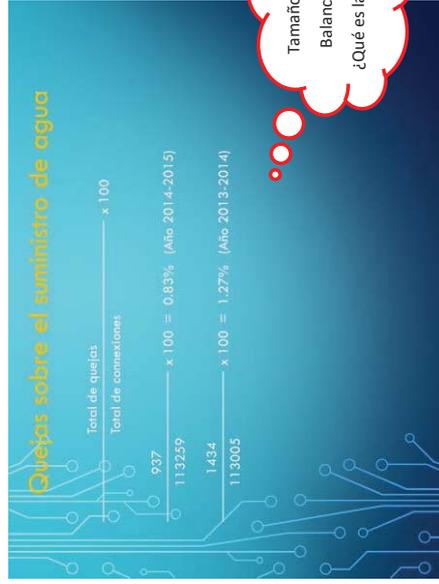
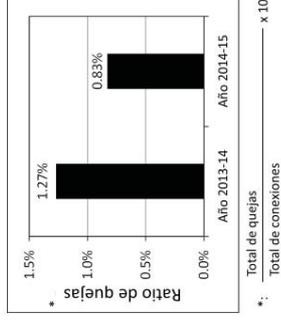


Figura 9 La diapositiva de ejemplo para discusión

- Al hacer una diapositiva, preste atención a que los oyentes muestren la tabla y la figura en lugar de que lean el texto. Pero a veces, se requiere una conclusión en cada diapositiva. Mejoremos la diapositiva que se muestra en la figura 9 según los contenidos de la discusión. Además, haga un manuscrito para la presentación porque explicará la diapositiva más adelante. Considere la longitud del manuscrito como el tiempo de presentación es de un minuto.
- El ejemplo de diapositiva mejorada se muestra a continuación.

Quejas sobre el suministro de agua



Las quejas de suministro de agua se han reducido

Figura 10 La diapositiva mejorada (eje)

8. Atención a la presentación (Vamos a practicar con todos).

- 1) Fuerza y acento

"**Ayer**, el Sr. Antonio hizo este documento hasta medianoche."

"**Ayer**, **el Sr. Antonio** hizo este documento hasta medianoche."

"Ayer, el Sr. Antonio hizo **este documento** hasta media noche."

"Ayer, el Sr. Antonio hizo este documento **hasta media noche**."

- 2) Entonación y velocidad

La impresión para los oyentes es diferente con o sin entonación. Y el cambio de ritmo es necesario porque la velocidad constante les da sueño.

Leamos en voz alta la oración en un minuto, no demasiado corta ni demasiado larga. Tenga en cuenta la entonación.

Tengo dos días libres / fin de semana, / sábado y domingo.
 Me siento afortunado / porque algunas personas tienen que trabajar / los fines de semana. bueno / tener un descanso / del trabajo.

A algunas personas les gusta no hacer nada/ durante el fin de semana, pero me gusta mantenerme ocupada.

Si estoy aburrido / en el fin de semana, Siento como si / estoy perdiendo el tiempo.

Así que practico deportes, / salgo a pasear, / tengo fiestas con mis amigos o salgo a restaurantes.

Cuando llega la hora / el domingo por la noche, / siempre estoy listo / para una buena noche de sueño. Lo único que lamento es que/ el fin de semana es demasiado corto.

Pero supongo que/ así es la vida.

3) Voz (Emoción)

Leamos con emoción.

- "Te amo" (con amor)
- "Te amo" (con tristeza)
- "Te amo" (con odio)

4) intervalo

Puede atraer la atención de los oyentes creando un intervalo en las declaraciones.

Refiérase a la presentación de Steve Jobs, veamos su película.

la presentación de Steve Jobs (Ingles):

<https://www.youtube.com/watch?v=x7qPAY9JqE4>

la otro presentación (Ingles):

<https://www.youtube.com/watch?v=ToID5r2S5mwl>

5) (Practica) Hagamos una presentación de la diapositiva mejorada en un minuto en referencia a los puntos de atención anteriores. Otros participantes verifican al presentador por Lista de verificación. Luego, los participantes discuten y mejoran sus habilidades de presentación.

<Check-List>

No	Item	Check
Acercas de la diapositiva		
1	El tamaño de letra es fácil de ver	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
2	Se selecciona la fuente apropiada	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3	El color de la mesa / figura es fácil de ver.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4	El balance o el diseño de la diapositiva es bueno (el espacio no es tanto, no está sesgado hacia un lado, etc.)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5	Es fácil entender lo que el presentador quiere decir cuando el oyente solo ve una diapositiva	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
6	Otros comentarios	
Sobre la Presentación		
Cómo es la velocidad de lo que expresa		<input type="checkbox"/> Apropiado <input type="checkbox"/> Rápido <input type="checkbox"/> Lento
1		
2	Hay fuerza y acento	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
3	El presentador hizo pausas para variar la entonación de su discurso	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4	La actitud durante la presentación fue buena (No se puso la mano en el bolsillo etc.)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5	Hubo humor	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
6	Es fácil de entender todos los contenidos y explicaciones.	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
7	Otros comentarios	

9. iSesión de cierre, Juguemos!

1) Lea cuidadosamente la siguiente descripción.

< Por favor lea en voz alta los siguientes números claramente en voz alta.>

6, 9, 12

4, 14, 7, 5

8, 11

2) Por favor escriba la respuesta de las siguientes preguntas sin mirar la tabla

Q1. ¿Cuál es el primer número?

Q2. ¿Cuál es el último número?

Q3. ¿Cuál es el número del medio?

La gente puede recordar fácilmente al principio y al final más que medio. El método efectivo para planificar la capacitación es describir los contenidos más importantes al principio y al final. Luego, se debe considerar el método de refuerzo para evitar aburrirse para los participantes.

10. Práctica necesaria para el instructor de formación

1) No memorice todos los escenarios

Si un instructor memoriza todos los escenarios sin comprender bien su contenido, él / ella no podrá dar una sincera presentación para los participantes. Es importante que el instructor imagine el flujo general de presentación con la ilustración de estructuras, sobre la cual se explicará con sus propias palabras.

2) Practica en voz alta y clara

La simulación en la cabeza del instructor o la práctica con voz baja y rápida es buena para la confirmación de los contenidos, pero es inútil para la práctica del rendimiento. Si el instructor no está seguro de la presentación, su voz puede disminuir gradualmente. El instructor puede notar su comprensión de los contenidos y lo que debe corregir practicando con voz alta y clara.

3) Imaginar su presentación

Debe imaginar su programa de capacitación y / o presentación en su cabeza. Si usted fue un aprendiz y / o un oyente, ¿cómo siente él / ella su presentación? ¿Los participantes y / o los oyentes pueden entender, disfrutar y conservar bien su presentación? Tiene que preguntarse muchas veces durante la práctica.

4) Juego de roles con cámara de video

Hay una gran diferencia entre "imaginarse a si mismo" y "real", pero es difícil encontrar el hecho por su cuenta. Por lo tanto, el instructor toma su práctica de presentación y luego verifica la cámara de video. Al instructor no le gusta admitir los hallazgos de otros. Sin embargo, es posible que él / ella se dé cuenta de eso al verificarlo por si mismo (use la hoja de

verificación).

5) Vamos a jugar roles con la cámara de video

En primer lugar, recuerde los consejos recibidos por otros miembros en el segundo día, luego hagamos un juego de roles con atención a la mejora mientras se realice la presentación. Los instructores tratan de verificar su presentación por sí mismos y escriben la opinión.

11. Cierre

- 1) Diseño de la capacitación
El instructor debe diseñar la agenda para la formación curricular, aclarando la descripción de los temas y su objetivo que se debe informar a los participantes.
- 2) La preparación por parte del instructor es importante para la capacitación y presentación.
Si el instructor puede realizar la capacitación de buena calidad se determinará en un 80% según su preparación. Por favor, mantenga en su mente de 6P“Presentación y práctica adecuadas, Prevenir el bajo rendimiento”.

9.4.8 Condiciones para el Seguimiento a la Capacitación en ANF (Manual de Operaciones de la Oficina de Capacitación)

(1) Introducción

1.1 Autorización

Se publicó el presente Manual que define claramente las responsabilidades de la Oficina de Capacitación (el órgano gestor de capacitación) con el objetivo de que la Oficina de Capacitación gestione y opere adecuadamente el sistema de capacitación en ENACAL. El presente documento entrará en vigencia a partir de diciembre del 2019.

1.2 Antecedentes

Cada año, en ENACAL se planifican y se implementan diversas capacitaciones en diferentes áreas de especialización (diseño y mantenimiento de las instalaciones, calidad de agua, gestión de recursos humanos, estudio de impacto ambiental, contabilidad, seguridad y salud laboral, etc.), inglés y computación (operaciones, Excel, AutoCAD, GIS, etc.).

Antes del 2016, las capacitaciones se realizaban de manera individual cuando fuera necesario donde los jefes de cada organización se coordinaban con la Oficina de Capacitación, es decir, las funciones de la Oficina de Capacitación se centraban en el trabajo de logística como comunicación y coordinación.

A partir del 2017, bajo la instrucción de la Presidencia, se compartió a lo interno de ENACAL la necesidad de trabajar para mejorar continuamente las capacidades de los funcionarios, por lo que se mandató elaborar el Programa Anual de Capacitación. Bajo esta tendencia, se preveía que la Oficina de Capacitación se ubicaría bajo la gestión de Planificación Económica y Estadísticas, por lo que era necesario el fortalecimiento institucional de la Oficina de Capacitación.

Sin embargo, en 2018, mientras se reconocía la importancia de las funciones de la Oficina de Capacitación que debe administrar el sistema de capacitación, se atrasaba la creación del sistema organizacional con la renuncia del Jefe de la Oficina de Capacitación y se requería más tiempo para seleccionar a su sucesor. Por otro lado, la Oficina de Capacitación continúa bajo el mando de la División de Recursos Humanos.

Antes esta situación, en la actualidad del 2019, la creación del sistema organizacional de la Oficina de Capacitación no se ha llevado a cabo, tampoco está funcionando el sistema plenamente. La planificación de las capacitaciones está a cargo de Planificación Económica y Estadísticas quien

coordina y desarrolla responsablemente los procesos de capacitación. En el futuro, cuando comience a funcionar la Oficina de Capacitación como un órgano para garantizar la sostenibilidad o cuando se instaure una nueva organización, deseamos que tomen como referencia el presente Manual para ratificar y reconocer la ubicación de la organización.

Cabe señalar el presente Manual fue elaborado básicamente para la Oficina de Capacitación. Sin embargo, también se referirá a la nueva organización conformada en 2019, el "Comité de Gestión de ANF", ya que hasta la fecha la Oficina de Capacitación no ha trabajado con los planes de capacitación en ANF.

1.3 Organigrama

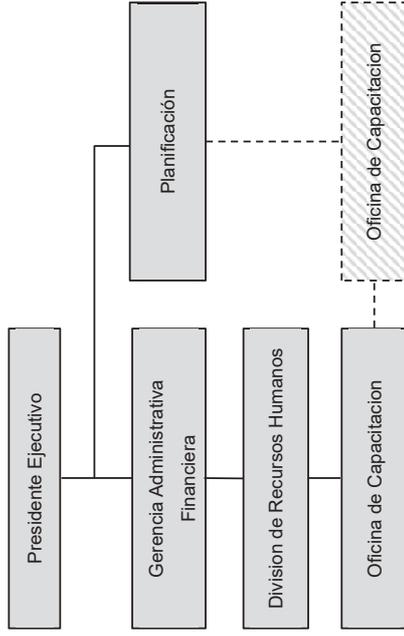


Figura 1 Planificación Económica y Estadísticas y Oficina de Capacitación

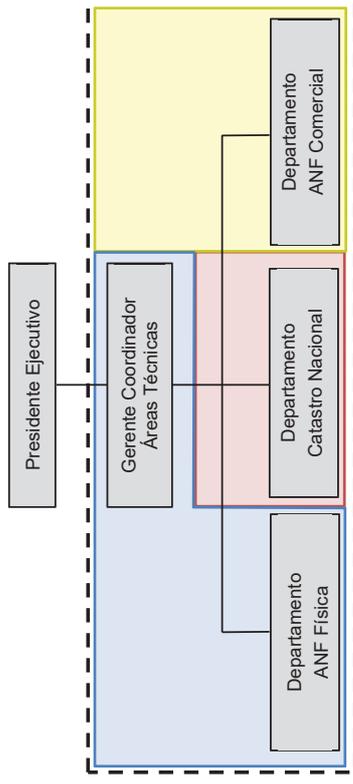


Figura 2 Comité de ANF

(2) Oficina de Capacitación**2.1 Oficina de Capacitación**

1. Identificación del Cargo	
Sector de Desempeño	Oficina de Capacitación
Nombre del Cargo	Responsable del Oficina de Capacitación
Relación Superior	División de Recursos Humanos
Relación Horizontal	Oficina de Nómina, Oficina Selección y Contratación, Oficina Bienestar Social, Oficina Seguridad e Higiene Ocupacional
Relación Inferior	Ninguna
2. Descripción del Cargo	
Objetivo General	Gestionar el sistema de capacitación
Objetivo Específico	Apoyar las actividades del proyecto desde la perspectiva conforme a las estrategias de gestión empresarial y formar a los recursos humanos capaces de demostrar su desempeño
3. Autoridad y Funciones Principales del Cargo	
<ul style="list-style-type: none"> - Promover el Plan de Formación de Recursos Humanos dirigido a los funcionarios de ENACAL - Conforme al Plan de Formación de Recursos Humanos, seleccionar a los recursos humanos que participen en las capacitaciones y el contenido de la misma - Colaborar con los organismos y Divisiones/ Departamentos que implementan la capacitación - Elaborar el Plan Anual de Capacitación y presupuestar para ello en el siguiente año fiscal - Evaluar la capacitación y retroalimentar para la siguiente capacitación - Certificar la calificación y las capacidades de los participantes de las capacitaciones y proveer la información a la División de Recursos Humanos como elementos de promoción y ascenso - Planificar e implementar la capacitación para funcionarios de nuevo ingreso no incluida en el plan de capacitación 	
4. Requisitos y Especificaciones para el Desempeño en el Cargo	
Nivel Académico	Universitario
Especialización	Educación, economía, administración de empresas, desarrollo humano

Experiencia	<p>Deseable si tiene experiencia laboral en recursos humanos y educación</p> <p>Experiencia laboral de más de 5 años en trabajos afines</p>
Conocimientos específicos	Ninguno en particular
Otras Especificaciones	Capacidad de procesamiento de la información
5. Otras Competencias	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y solución de problemas • Trabajo en cambio • Proactividad • Habilidades gerenciales • Flexibilidad • Comunicación Efectiva • Habilidades informáticas • Integridad • Liderazgo
6. Condiciones de Trabajo	
Riesgos del empleo	Los riesgos a los que se someten las personas que se desempeñan en cargos gerenciales horario conforme a las actividades, cansancio físico y mental, etc.
7. Responsabilidades Principales	
• Responsabilidad por Departamento	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce funciones de coordinación de personas a su cargo.
• Responsabilidad por equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Por la apropiada utilización de equipos, tales como: computadoras e impresoras, equipo audiovisual, etc.
• Responsabilidades por materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Por la custodia y mantenimiento de útiles y materiales de oficina.

2.2 Sistema de colaboración con el Comité de ANF (Cooperación con el Comité de ANF)

El Comité de ANF es una organización conformada transversalmente por todas las Divisiones/Departamentos que implementan las medidas contra ANF y posee la facultad de administrar a las Divisiones/Departamentos de manera centralizada. Por lo tanto, es posible determinar rápidamente cuáles son las áreas prioritarias para implementar la capacitación. Al planificar las capacitaciones relacionadas con ANF, es indispensable coordinar con la nueva organización, el Comité de ANF.

(3) Comité de ANF

3.1 Comité de ANF

Con respecto a la reestructuración organizacional de ENACAL, se ha venido revisando en la Oficina Central y las Delegaciones departamentales a través del proyecto de GIZ (PROATAS), y antes del terminar el año 2018 se logró el acuerdo sobre el borrador de la reestructuración organizacional para la primera fase. En el futuro, la estructura organizacional relacionada con ANF será como se muestra en la "Figura 1.2 Comité de ANF".

El Comité de ANF es un órgano directamente adscrito al Presidente Ejecutivo de ENACAL donde se asignan el "Departamento de ANF Física", el "Departamento de ANF Comercial" y el "Departamento de Catastro Nacional".

1. Identificación del Cargo	
Sector de Desempeño	Comité de Agua No Facturada
Nombre del Cargo	Gerente Coordinador Áreas Técnicas y/o Gerente de Operaciones
Organización	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de ANF Física (subórgano del Dirección General de Operaciones) • Departamento de Catastro Nacional (órgano directamente adscrito al Presidente Ejecutivo) • Departamento de ANF Comercial (subórgano de la División Comercial Nacional)
2. Descripción del Cargo	
Objetivo General	Definir claramente a los órganos responsables a través de la administración organizacional centralizada para la reducción de ANF y tomar rápidamente las acciones necesarias para las medidas contra ANF
Objetivo Específico	Elevar la motivación de los funcionarios que se dedican a las actividades de campo
3. Autoridad y Funciones Principales del Cargo	
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar de manera periódica la situación actual y el desempeño de ANF bajo la jurisdicción de las Delegaciones como "Centro de Monitoreo y Control" - Establecer las metas de ANF que deben establecer las Delegaciones - Realizar el monitoreo para reducir ANF de toda las ciudad de Managua desde la perspectiva a mediano y largo plazo 	

- Formular estrategias de reducción de ANF de ENACAL a nivel nacional incluyendo los Departamentos	
- Crear un mecanismo para inspirar el sentido de competencia entre las Delegaciones	
4. Requisitos y Especificaciones para el Desempeño en el Cargo	
Nivel Académico	Universitario
Especialización	Conocimientos y habilidades necesarias para cada División/Departamento (División de ANF Física, División de ANF Comercial, División de Catastro Nacional)
Experiencia	Experiencia laboral de más de 5 años en trabajos de reducción de ANF
Conocimientos Específicos	Ninguno en particular
Otras Especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y solución de problemas • Pensamiento estratégico • Capacidad de coordinación
5. Otras Competencias	
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de recursos • Habilidades gerenciales • Comunicación Efectiva • Habilidades informáticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Armonía • Proactividad • Flexibilidad • Liderazgo • Conducta ética
6. Condiciones de Trabajo	
Riesgos del empleado	Los riesgos a los que se someten las personas que se desempeñan en cargos gerenciales horario conforme a las actividades, cansancio físico y mental, etc.
7. Responsabilidades Principales	
<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad de evaluar las medidas de reducción de ANF en las Delegaciones • Establecer los criterios para evaluar el desempeño y revisar periódicamente • Elevar el sentido de competencia entre las Delegaciones a través de la evaluación del desempeño para que tomen las iniciativas, para otorgar incentivos y mejorar y mantener la motivación 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el desempeño de reducción de ANF en las Delegaciones • Establecer los criterios para evaluar el desempeño y revisar periódicamente • Elevar el sentido de competencia entre las Delegaciones a través de la evaluación del desempeño para que tomen las iniciativas, para otorgar incentivos y mejorar y mantener la motivación

<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad de establecer las metas de reducción de ANF 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer las metas de reducción de ANF a mediano y largo plazo • Apoyar el establecimiento de las metas de ANF de cada Delegación en coordinación con las Delegaciones • Revisar el plan presupuestario para la reducción de ANF entregado por las Delegaciones y dar instrucciones de corrección • Celebrar reuniones periódicas con las Delegaciones y monitorear los resultados de las actividades de reducción de ANF
<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad de brindar apoyo técnico para las medidas de reducción de ANF 	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar apoyo técnico para las medidas de ANF en las Delegaciones • Planificar y operar la capacitación interna en técnicas de reducción de ANF

3.2 Sistema de colaboración con las Delegaciones

Para alcanzar las metas de reducción de ANF del siguiente año fiscal establecidas por el Comité de ANF, las Delegaciones entregan el borrador de la propuesta (plan operativo anual, presupuesto) al Comité de ANF.

El Comité de ANF revisa la propuesta entregada por las Delegaciones y da instrucciones de corrección. También el Comité de ANF determina el nivel de prioridad en la asignación presupuestaria a las Delegaciones considerando la Relación Costo-Efectividad como regla general.

Pro Gestión

Para reducir las pérdidas de agua

PLAN BASICO DE REDUCCION DE AGUA NO FACTURADA EN LA CIUDAD DE MANAGUA

DOCUMENTOS ANEXOS



CONTENIDO

- Anexo 1. Situación actual del sistema de suministro de agua en la ciudad de Managua
- Anexo 2. Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación Altamira
- Anexo 3. Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación Asososca
- Anexo 4. Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación Portezuelo
- Anexo 5. Propuesta de macrosectores que conforman la Delegación La Sábana

Anexo 1

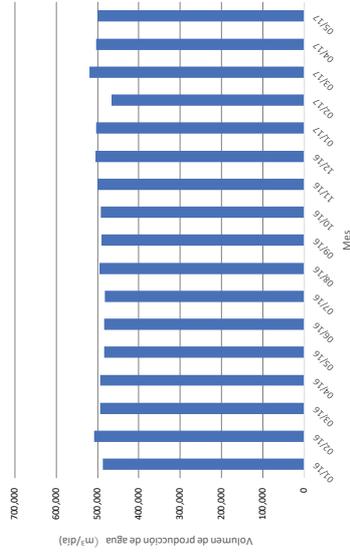
Anexo.1 Situación actual del sistema de suministro de agua en la ciudad de Managua

1.1 Fuentes de agua

Las fuentes de agua de la ciudad de Managua, están conformadas por los casi 160 pozos profundos existentes en la ciudad y por la toma de agua del Lago Asososca.

En las instalaciones de pozos profundos, existen algunos que están conectados directamente a los tanques de distribución y otros que están conectados directamente a la red de distribución de agua. Por otro lado, en el caso de que la fuente de agua estuviera conformada por varios pozos como Managua I y Managua II, el agua después de ser concentrada y enviada al depósito de distribución en una zona elevada, se distribuye a otros tanques de suministro de agua.

Al calcular el volumen promedio de producción diaria de agua por meses a partir de enero de 2016 hasta mayo de 2017, es de 500 mil m³/día aproximadamente.



Fuente: Datos proporcionados por la Gerencia de Operación

Figura 1.1 Volumen de producción de agua de la ciudad de Managua

1.2 Instalaciones de distribución de agua

El área de distribución de agua de la ciudad de Managua, según las condiciones topográficas se clasifican en zonas bajas, zonas altas, zonas altas superiores. Sin embargo, debido a que las redes de tuberías de distribución de agua no son completamente independientes, han sido distribuidas aproximadamente en base a la ubicación de las principales fuentes de agua. Las principales instalaciones de distribución de agua han sido ordenadas como se muestra a continuación.

Tabla 1.1 Principales instalaciones de distribución de agua de la ciudad de Managua

Sistema de distribución de agua	Resumen
Sistema de Las Mercedes	Tiene como fuente el campo de pozos ubicados en el lado sur del aeropuerto al este de la ciudad de Managua, y distribuye el agua a las zonas bajas de la ciudad de Managua a través de tuberías principales de 900mm de diámetro.
Sistema de Asososca	Tiene como fuente de agua la toma del lago Asososca de la zona oeste de la ciudad de Managua, desde donde se realiza la distribución de agua a las zonas bajas por gravedad y a las zonas altas y altas superiores a través de bombas.
Sistema de Managua I	Es la fuente de agua del grupo de pozos desarrollados por proyecto Managua I de JICA. Su volumen total es enviado una vez al Tanque Santo Domingo para de allí ser enviado por gravedad a los tanques de Reparto Schick, Km8 C. Masaya, UNAN, San Judas y Altamira. Desde cada tanque se distribuye a cada área ya sea por gravedad o mediante bombas.
Sistema de Managua II	Tiene como fuente de agua el grupo de pozos ubicados al este de la ciudad de Managua y que fueron desarrollados por el proyecto Managua II de JICA. El volumen total es enviado al Tanque Villa Austria, desde donde ya sea por gravedad o mediante bombas es distribuido a las áreas correspondientes.
Sistema de Sábana Grande	Tiene como fuente de agua el grupo de pozos de la zona Sábana Grande al este de la ciudad de Managua. La red de distribución en su mayoría está conectado directamente al pozo, suministrando a la zona alrededor del grupo de pozos.

En la ciudad de Managua existen 97 tanques de distribución de agua. El 60% de los cuales tienen una capacidad inferior a los 500m³ y son tanques de pequeña envergadura. También hay numerosos tanques que funcionan como tanques de relevo para enviar agua mediante bombas desde el pozo, de los cuales no se puede esperar que funcionen para regular la distribución en las horas punta.

Por otro lado, existen tanques como el de San Cristóbal que, a pesar de ser de una envergadura con suficiente capacidad, no son utilizados como tanques de distribución de agua.

Con el fin de hacer realidad la utilización de los macroreservorios existentes y la gestión eficiente del agua, es necesario considerar el uso efectivo de estos tanques de distribución de agua no utilizados.

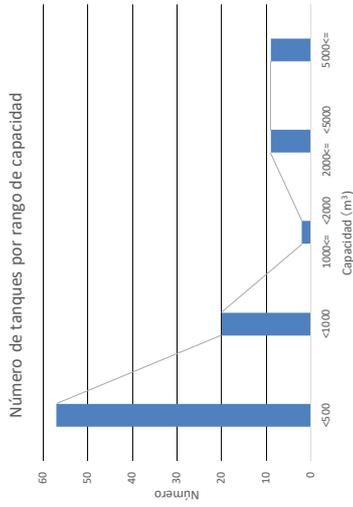
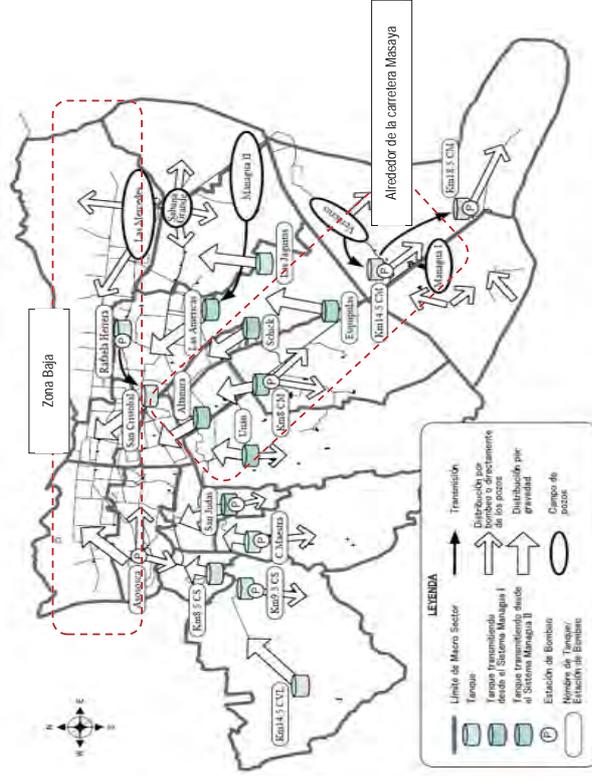


Figura 1.2 Número y capacidad de tanques existentes de distribución de agua

1.3 Problemas de los macrosectores

En el Plan Maestro del suministro de agua formulado en el año 2005, se proponen planes de distribución de agua que se menciona a continuación. En estas propuestas, en base a las circunstancias de los estudios de entonces, junto con la rehabilitación y reubicación (re-perforación) de los pozos existentes, la distribución eficiente por gravedad hacia las zonas bajas de la ciudad de Managua, se mencionó el incremento de tanques de distribución, respondiendo al incremento de población a lo largo de la carretera de Masaya.



Fuente: Estudio de desarrollo para el abastecimiento de agua potable a mediano y largo plazo de la ciudad de Managua (IICA, Diciembre de 2005)

Figura 1.3 Sistema de distribución de agua propuesto en el Plan Maestro (año 2005)

Sin embargo, en el 2018, se comprobó que dicho plan de distribución propuesto en 2005 no se cumplió y que no se ha logrado obtener la información del balance hídrico en los macrosectores. La macrosectorización tenía como objetivo lograr la gestión adecuada de la presión de suministro, la igualación del volumen de suministro y el sistema de distribución eficiente con poco consumo de energía, sin embargo, hasta la fecha no ha sido completada. Asimismo, como no se puede medir el volumen de distribución suministrado al sector, no se puede conocer la distribución sectorial de ANF, por ende, formular estrategias de reducción de ANF.

A continuación, se muestran los asuntos concluidos y comprobados hasta el año 2018.

- No se está realizando la distribución de agua por gravedad desde el tanque de distribución en el Km 8 de la carretera de Masaya, y solamente se está realizando la distribución mediante bombas hacia la zona de la corriente arriba a gran altitud.
- Desde un pozo de Managua I, se envía agua hacia sur donde se ubica el tanque de distribución de Km18 Carretera Masaya.
- El tanque UNAN, no recibe agua de Managua I como se había planeado al principio. El agua del campo de pozos de Managua I se envía al tanque San Judas, desde donde por gravedad y por medio de bombas se realiza la distribución del agua. No obstante, existe la posibilidad de que la tubería de agua de Managua I esté directamente conectada a la red de distribución de agua en una tubería de derivación desde la carretera de Masaya hacia UNAN y otros puntos.
- El tanque UNAN, no tiene caída por gravedad, y se realiza la distribución hacia la zona alta mediante bombas, sin embargo, en previsión al futuro, sería favorable incluir en el macrosector también la extensión cubierta por la distribución por gravedad.
- En el macrosector UNAN, existe tendencia al incremento de demanda de agua en la zona de nivel más alto (al sur) que el nivel donde se encuentra el tanque UNAN, y el alcance de distribución por gravedad desde este tanque UNAN depende del caudal distribuido del campo de pozos de Managua I.
- El reservorio de San Cristóbal no recibe agua desde el lago Asososca, encontrándose actualmente suspendido el servicio. El suministro de agua que se realizaba por gravedad desde el tanque San Cristóbal hacia las zonas bajas, se efectúa desde el lago Asososca y del campo de pozos de Las Mercedes mediante bombas y directamente desde los pozos existentes en las zonas alledañas.

- Aunque el tanque San Cristóbal actualmente no está en uso, se supone que en el futuro nuevamente será puesto en funcionamiento, siendo deseable que se conserve como base estratégica del macrosector.
- En cuanto al macrosector de "Altamira", se está realizando la distribución de agua por gravedad y mediante bombas, y el ámbito de distribución se extiende hasta el macrosector de "Reparto Schick" y el macrosector de "Villa Austria".
- El tanque de Reparto Schick, anteriormente recibía agua de Managua I a través del tanque de Santo Domingo, sin embargo, ha sido cambiado el suministro desde 2 pozos construidos recientemente en los alrededores. No obstante, sólo en las horas punta se suministra agua directamente a la zona de Reparto Schick desde el tanque de Santo Domingo.
- El área de distribución de "Reparto Schick" se ha reducido considerablemente más que antes. Al tanque de Altamira se envía agua por gravedad desde el campo de pozos de Managua I, y el hecho de enviar mediante bombas hasta el área de distribución de Reparto Schick, visto desde el punto de vista energía – costo, no resulta rentable. Por esta razón, en los sectores donde se vea este tipo de situación en el momento actual, sería recomendable en lo posible enfocar hacia el incremento de áreas de distribución mediante gravedad.
- Desde el tanque de Altamira se realiza la distribución de agua por gravedad y de bombas. Sin embargo, la distribución por gravedad está limitada a unas 5 horas diarias.
- Al principio, el tanque de Altamira distribuía agua hasta el lado oeste de la carretera de Masaya, pero al realizar la ampliación de la carretera se cortaron las tuberías, por lo cual una parte de esa área recibe el agua desde el tanque de Santo Domingo.
- No se está realizando la distribución de agua por gravedad hacia las zonas alledañas (lado norte) desde el tanque Km8 C. Masaya, se está enviando la totalidad del agua mediante bombas hacia la zona alta superior.
- El alcance del macrosector de la zona baja, en el momento actual es tal como estaba previsto.
- Los microsectores construidos mediante la cooperación del Gobierno español y del

BID, se encuentran en la zona baja y en la zona alta de la ciudad de Managua, donde se realiza el ajuste al lugar de distribución operando las válvulas de compuerta instaladas dentro de la red de distribución.

- Dentro de los microsectores, hay lugares en donde utilizando la válvula existente queda cerrada el área de distribución de agua siendo posible una distribución hidráulicamente independizada.
- Los pozos esparcidos por la ciudad, no solo están directamente conectados con las tuberías principales de distribución, sino que hay casos en que también están conectados a las tuberías secundarias o terciarias de agua dentro del microsector.

1.4 Condición hidráulica del sistema de distribución de agua

En la siguiente figura se muestra la relación de la altitud de los reservorios con el sistema de distribución del agua.

En tanques y zonas de distribución de agua como UNAN y Reparto Schick cuya diferencia de altitud alcanza a 90m, se cree que se produce una gran presión de suministro de agua. Al reconstruir el macrosector, es necesario revisar la relación de ubicación entre el reservorio y la zona de distribución de agua, y también tener cuidado en el control de la presión.

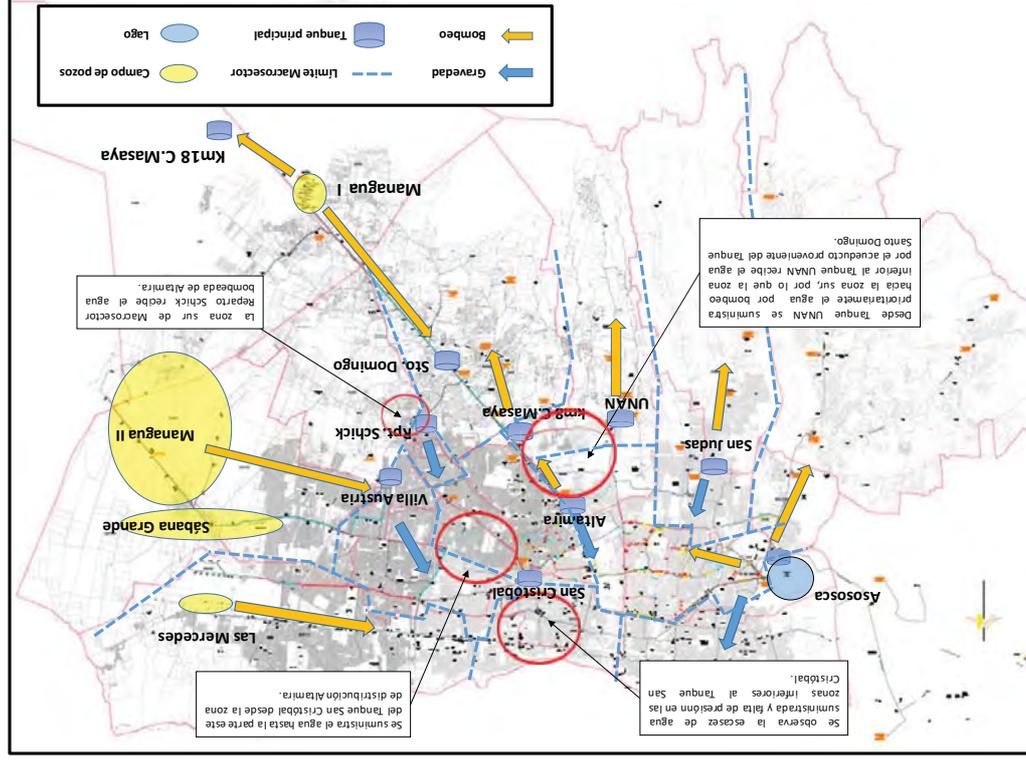


Figura 1.4 Situación actual de la distribución de agua en la ciudad de Managua

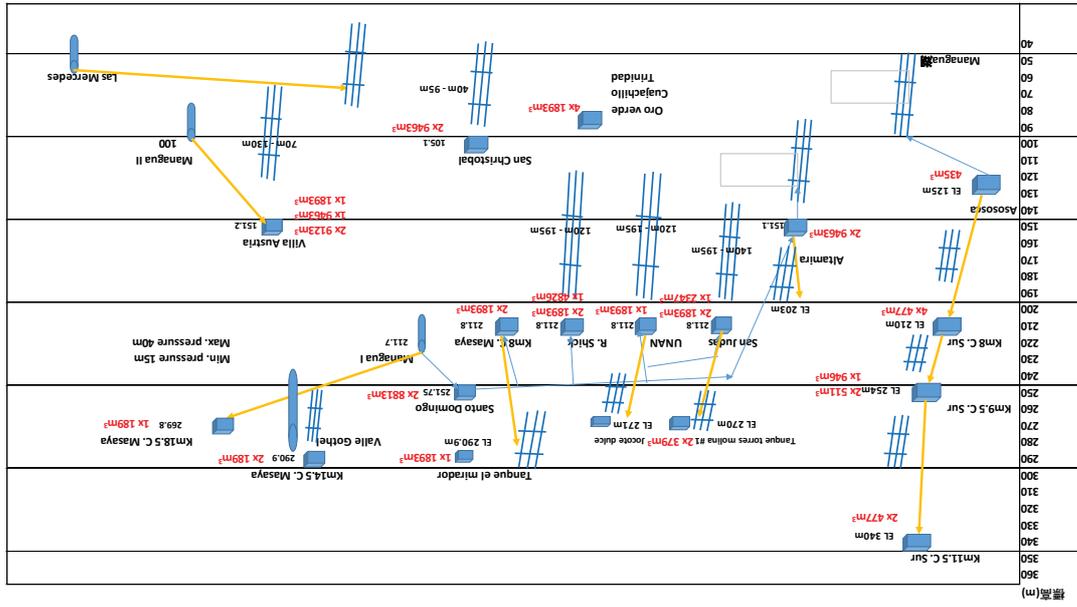


Figura 1.5 Relación entre las instalaciones del sistema de distribución de agua y su altitud

1.5 Distribución de la presión de suministro

Con el fin de conocer la distribución de presión de suministro agua en toda la ciudad de Managua, se realizó a principios de agosto, estudios de la presión de agua en varios puntos durante 48 horas. Los puntos de medición y los cambios de presión son como sigue.

En las zonas bajas, se recibe agua que llegan de los pozos conectados directamente a la red de distribución y del campo de pozos de Las Mercedes, siendo sumamente grande el cambio de la presión de agua según las horas. En los horarios nocturnos cuando desciende la demanda de agua, se ha registrado presiones de 40m a 50m, sin embargo, desde las 5 de la mañana hasta las 5 de la tarde, ha habido zonas en que la presión bajó hasta unos 5m. Especialmente la presión de agua de las zonas cercanas al campo de pozos de Las Mercedes, desciende hasta entre 5 a 10m.

Para mejorar la situación de la distribución de agua en las zonas bajas, es deseable el aprovechamiento efectivo del tanque de San Cristóbal que se encuentra a una altitud de 105m. Sin embargo, la altitud del grupo de pozos de Las Mercedes es de aproximadamente 65m, en el tramo de conducto que sirve al mismo tiempo como para el transporte y distribución del agua desde el mismo grupo de pozos, es imposible suministrar agua a dicho tanque con una diferencia de altitud de 40m.

En la zona alta, la presión máxima de agua durante la noche fue de entre 10 a 50m lo cual varía considerablemente según los puntos, no habiendo presión alguna durante el día en 2 puntos de medición, lo cual significa que no es posible el suministro de agua. Además, en la zona alta superior, al parecer se realiza el abastecimiento de agua por horas mediante bombas, observándose la inexistencia de presión en las horas en que se supone que estaba interrumpida la bomba.

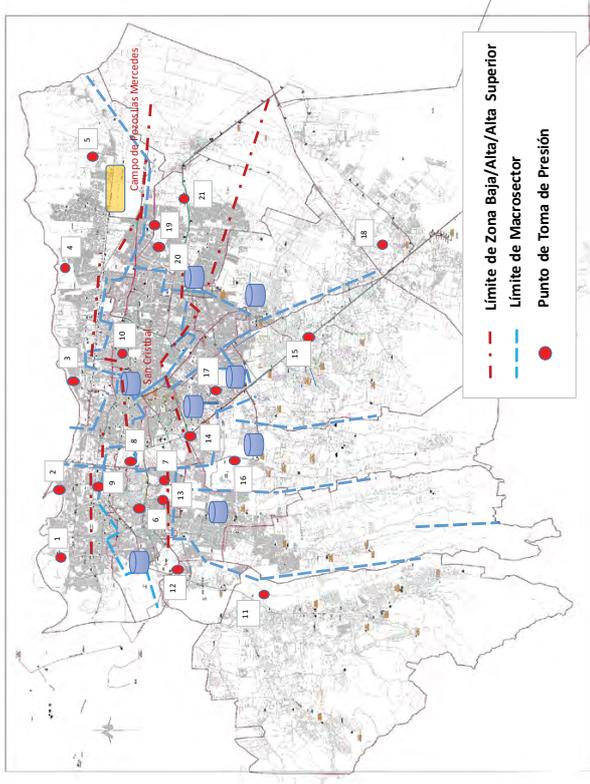


Figura 1.6 Puntos de medición de la presión de suministro de agua

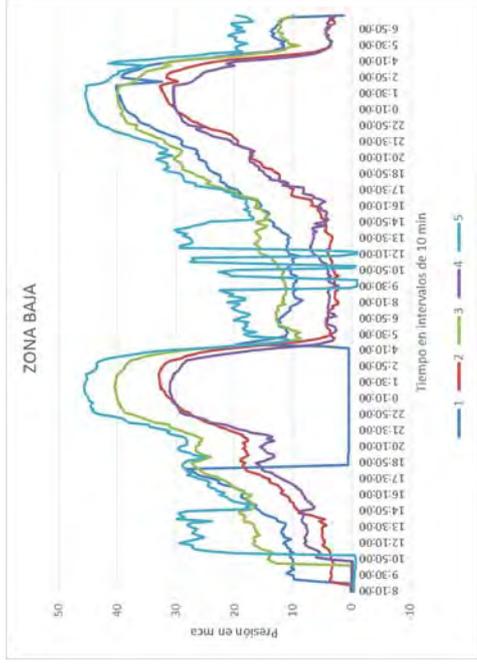


Figura 1.7 Presión de agua de las zonas bajas

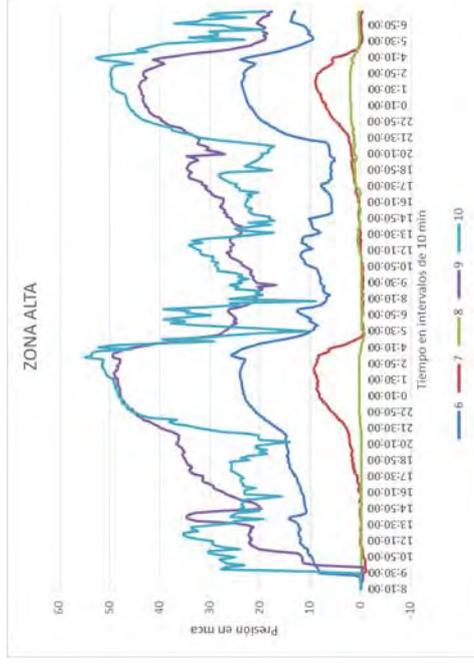
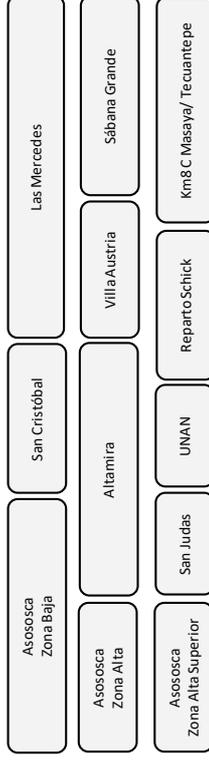


Figura 1.8 Presión de agua de las zonas altas

1.6 Problema de la demanda de abastecimiento y el balance hídrico

Por cada uno de los macrosectores supuestos anteriormente, se realizó el análisis del balance hidráulico utilizando los datos como el volumen de producción de los pozos en el mes de agosto de 2017, el volumen de agua transportado desde el lago Asosoca y del campo de pozos de Managua I que fueron medidos en los estudios en el sitio, y los datos del volumen de agua facturada proporcionado por la Gerencia Comercial.

El resultado, teniendo en la parte superior a las zonas bajas de la costa del lago Managua, se imaginó de la siguiente manera la ubicación de los macrosectores, y se representó el balance de agua por sector. Ahora, el volumen de demanda de agua dentro de las zonas está substituido por el volumen de agua facturada.



- Ítems de balance hídrico por sector
- (1) Volumen de agua facturada (m³/día)
 - (2) Volumen de agua producida por pozos que se conectan directamente con las redes (m³/día)
 - (3) Agua transportada por otros fuentes
 - (4) Volumen total de agua distribuida ((2)+(3))
 - (5) Volumen de agua suministrada bajo 50% de ANF ((4) x 0.5)

Figura 1.11 Macrosectores e ítems de análisis del balance hidráulico

Tomando como ejemplo la zona baja de Asosoca, con relación al volumen de agua facturada que viene a ser el volumen de demanda que es de 18,516m³/día, el volumen de agua de distribución supuesto es de 26,231m³/día. Sin embargo, el volumen real de suministro de agua en el caso de suponer que la proporción de ANF sea del 50%, sería de 13,116m³/día, lo que significa que en esta situación faltarían 5,400m³/día.

De acuerdo a esta idea, al calcular el balance hidráulico en cada macrosector, es posible ordenarlo de la siguiente manera. Como resultado de los análisis, el volumen de suministro de agua es escaso en la zona baja de Asosoca, en San Cristóbal y UNAN. En realidad, aunque la isiamiento hidráulico de los macrosectores se está realizando en una parte considerable, aún no está completa. Por esta

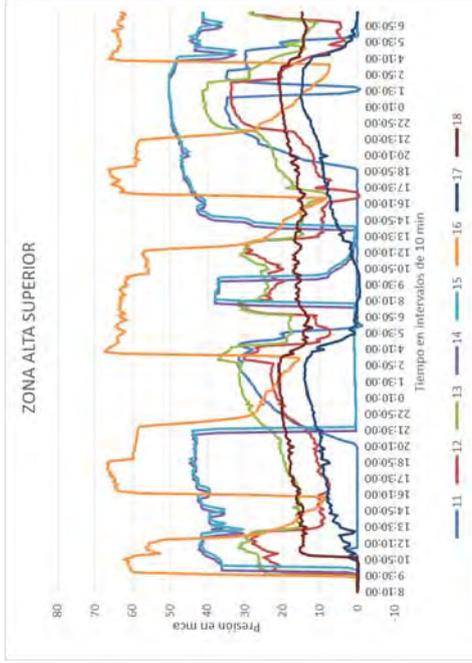


Figura 1.9 Presión de agua en las zonas altas superiores

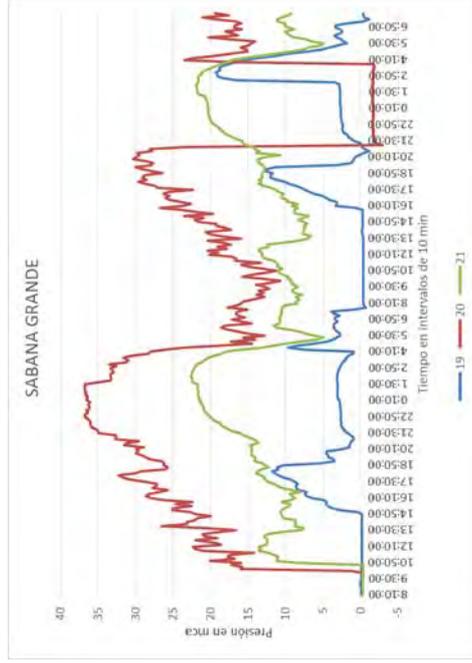


Figura 1.10 Presión de agua de la zona de Sabana Grande

razón, para la zona baja de Asososca, se considera que se está llevando a cabo una distribución superior a la calculada en esta oportunidad, desde la zona alta y la zona alta superior de Asososca. Además, aunque se está distribuyendo agua hacia San Cristóbal, desde Las Mercedes al este de la ciudad, Asososca al oeste, Altamira y Villa Austria en el centro, para conocer exactamente el volumen que se distribuye, se debe instalar medidores de caudal en los principales lugares. En las zonas de distribución de las zonas bajas cercanas al lago Managua, se está restringiendo por horas el suministro de agua en muchos lugares.

Tabla 1.2 Análisis diario del balance hidráulico por sectores

Opción 1		ANF= 50%		unidad: m ³ /día
Balance de agua por día		San Cristobal	Las Mercedes	
Asososca baja		(1) 18,630	(1) 35,002	
(1)	18,516	(2) 7,241	(2) 92,435	
(2)	19,452	(3) -	(3) -	
(3)	6,779	(4) 7,241	(4) 92,435	
(4)	26,231	(5) 3,621	(5) 46,217	
(5)	13,116			
Asososca Alta		Altamira	Villa Austria	Sabana Grande
(1)	18,869	(1) 26,787	(1) 22,377	(1) 18,283
(2)	25,032	(2) 43,097	(2) 22,878	(2) 38,443
(3)	24,236	(3) 15,840	(3) 41,955	(3) -
(4)	49,268	(4) 58,937	(4) 64,833	(4) 38,443
(5)	24,634	(5) 29,469	(5) 32,417	(5) 19,222
Asososca Alta Superior		UNAN	R. Shick	km 8 & Tecuntepe
(1)	12,112	(1) 5,802	(1) 17,599	(1) 23,831
(2)	30,722	(2) 9,082	(2) 30,667	(2) 43,476
(3)	6,443	(3) -	(3) 18,100	(3) 15,312
(4)	37,165	(4) 9,082	(4) 48,767	(4) 56,788
(5)	18,582	(5) 4,541	(5) 24,384	(5) 29,394

(1) Volumen de agua facturada (m³/día)

(2) Volumen de agua producida por pozos que se conectan directamente con las redes (m³/día)

(3) Agua transportada por otras fuentes (m³/día)

(4) Volumen total de agua distribuida ((2)+(3))

(5) Volumen de agua suministrada bajo 50 % de ANF ((4) x 0.5)

Tabla 1.3 Resultado del balance hidráulico por sectores

Déficit de agua por día		ANF= 50%		unidad: m ³ /día
Asososca baja		San Cristobal	Las Mercedes	
-5,400		-15,009	11,215	
Asososca soc	5,765	Altamira	Villa Austria	Sabana Grande
	6,470	UNAN	R. Shick	km 8 & Tecuntepe
Asososca Alta Superior	9,441	-1,261	6,785	5,563

Los resultados arriba mostrados, son las cantidades de agua promedio por día que han sido consideradas en forma simple, sin embargo, en el caso de juzgar el nivel del servicio de suministro, es necesario considerar el balance hidráulico en los horarios punta de un día.

La cantidad de agua por día se dividió entre 24 horas, se estableció el volumen por hora, y se dispuso el factor 1.5 como coeficiente de variación de tiempo para la cantidad de demanda (volumen de agua facturada), y se efectuó el siguiente análisis.

Como resultado, se puede ver que muchos sectores no pueden cubrir el volumen de agua en las horas punta. Por esta razón, se hace necesario contar con un reservorio que cubra la demanda de agua en las horas punta por sectores, sin embargo, la situación real es que la capacidad de almacenamiento de agua en el sector de la zona baja de Asososca, San Cristóbal, Sabana Grande es muy escasa. Además, existen muchos pozos profundos que están directamente conectados a la red de distribución, por lo cual es necesario que en adelante se estudie la capacidad de los reservorios considerando también este punto.

Tabla 1.4 Análisis del balance de agua por horas punta por sectores

Balance hídrico en hora pico		ANF= 50%		Unidad: m ³ /día	
Asosoca Zona Baja		San Cristóbal		Las Mercedes	
(1)	1157	(1)	1164	(1)	2188
(2)	811	(2)	302	(2)	3851
(3)	282	(3)	0	(3)	0
(4)	1093	(4)	302	(4)	3851
(5)	546	(5)	151	(5)	1926
Asosoca Zona Alta		Alamirra		Sabana Grande	
(1)	1179	(1)	1674	(1)	1399
(2)	1043	(2)	1796	(2)	953
(3)	1010	(3)	660	(3)	1748
(4)	2053	(4)	2456	(4)	2701
(5)	1026	(5)	1228	(5)	1351
Asosoca Zona Alta Superior		UNAN		R. Schick	
(1)	757	(1)	925	(1)	1100
(2)	1280	(2)	1495	(2)	1278
(3)	268	(3)	524	(3)	754
(4)	1549	(4)	2019	(4)	2032
(5)	774	(5)	1010	(5)	1016
				km.8 & Tecuntepe	
(1)	1489	(1)	1100	(1)	1489
(2)	1812	(2)	378	(2)	1278
(3)	638	(3)	0	(3)	754
(4)	2450	(4)	378	(4)	2032
(5)	1225	(5)	189	(5)	1016

(1) Volumen de agua facturada (m³/hora)

(2) Volumen de agua producida por pozos que se conectan directamente con las redes (m³/hora)

(3) Agua transportada por otras fuentes (m³/hora)

(4) Volumen total de agua distribuida ((2)+(3))

(5) Volumen de agua suministrada bajo 50% de ANF ((4) x 0.5)

Tabla 1.5 Comparación del balance de agua en las horas punta y la capacidad de los tanques

Balance hídrico con la capacidad de tanque en hora pico		ANF= 50%		Unidad: m ³	
Asosoca Zona Baja		San Cristóbal		Las Mercedes	
(5) - (1)	-611	(5) - (1)	-1,014	(5) - (1)	-262
(5) - (1) x 6 hr	-3,665	(5) - (1) x 6 hr	-6,081	(5) - (1) x 6 hr	-1,571
Capacidad de Tanque	1,325	Capacidad de Tanque	0	Capacidad de Tanque	7,572
Asosoca Zona Alb		Alamirra		Sabana Grande	
(5) - (1)	-153	(5) - (1)	-446	(5) - (1)	-48
(5) - (1) x 6 hr	-917	(5) - (1) x 6 hr	-2,678	(5) - (1) x 6 hr	-287
Capacidad de Tanque	6,753	Capacidad de Tanque	18,926	Capacidad de Tanque	27,709
Asosoca Zona Alta Superior		UNAN		R. Schick	
(5) - (1)	17	(5) - (1)	-173	(5) - (1)	-84
(5) - (1) x 6 hr	104	(5) - (1) x 6 hr	-1,040	(5) - (1) x 6 hr	-504
Capacidad de Tanque	4,830	Capacidad de Tanque	1,893	Capacidad de Tanque	8,612
				km.8 & Tecuntepe	
(5) - (1)	-265	(5) - (1)	-265	(5) - (1)	-265
(5) - (1) x 6 hr	-1,588	(5) - (1) x 6 hr	-1,588	(5) - (1) x 6 hr	-1,588
Capacidad de Tanque	3,786	Capacidad de Tanque	3,786	Capacidad de Tanque	3,786

※ La capacidad de tanque se comparó con la demanda de agua de 6 horas.

Anexo 2



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

**PROPUESTA DE MACROSECTORES
QUE CONFORMAN LA DELEGACIÓN**

ALTAMIRA



Agosto de 2019

CTI Engineering International Co., Ltd.

Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

Contenido

Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Antecedentes	2
2.1 Concepto de macrosectorización	2
2.2 Objetivo de estudio y propuesta	2
Capítulo 3. Situación actual del área comercial de Altamira	4
3.1 Macrosectores existentes	4
3.2 Concepto de descentralización	7
Capítulo 4. Propuesta para la mejor gestión de la delegación Altamira	8
4.1 Gestión de ANF por la delegación descentralizada	8
4.2 Proceso para la gestión precisa de ANF	9
4.3 Propuesta de delimitación del área de gestión comercial de Altamira	10
4.4 Información de las fuentes de agua que conforman la delegación Altamira	11
4.5 Instalaciones y materiales mínimos necesarios para tener condición de control de ANF	12
4.5.2 Macrosector Km.8 y Carretera Masaya	13
4.5.3 Macrosector Reparto Schick	14
4.5.4 Subsectores que conforman el macrosector Km.8 y C. Masaya	15
4.6 Costo aproximado de inversión necesaria	16
4.6.1 Macrosector Altamira	17
4.6.2 Macrosector Km.8 y Carretera Masaya	18
4.6.3 Macrosector Reparto Schick	19
4.6.4 Subsectores que conforman el macrosector Km.8 y C. Masaya	20
Capítulo 5. Mejora de los servicios de abastecimiento de agua	21
5.1 Establecimiento de las condiciones para cálculos hidráulicos	21
5.2 Descripción general y resultados del análisis hidráulico	24
5.2.1 Macrosector Altamira	24
5.2.2 Macrosector Reparto Schick	37
5.2.3 Macrosector km8 Carretera a Masaya	42

Capítulo 6. Operación del agua y plan de monitoreo.....	56
6.1 Operación del agua	56
6.2 Rubros de monitoreo	56
6.3 Plan de monitoreo	59
6.4 Volumen de distribución desde la fuente de Managua I.....	69
Capítulo 7. Plan de Inversión para el futuro.....	71
A.-Contenido de inversiones necesarias para mejorar la tasa de ANF	71
Capítulo 8. Conclusiones	80

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;

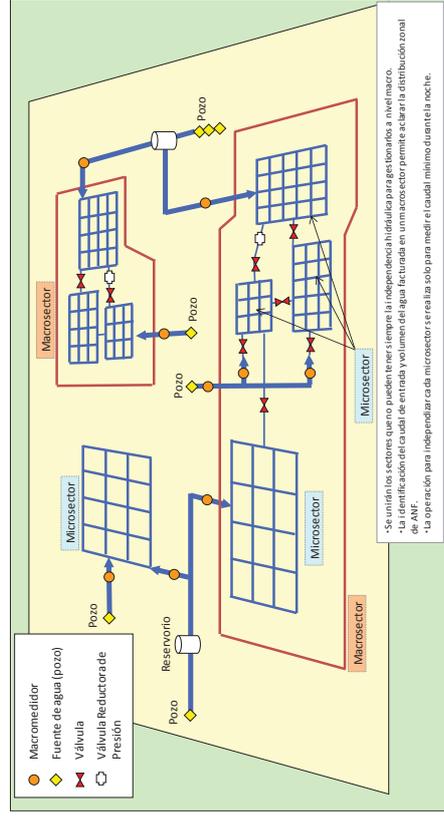


Figura 2.1 Perfil de la gestión de ANF a nivel de macrosectores

2.2 Objetivo de estudio y propuesta

En el Proyecto del BID (NI-L-1145), se tiene planeado definir del área de Altamira 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, harería 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 necesario 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 Altamira

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;

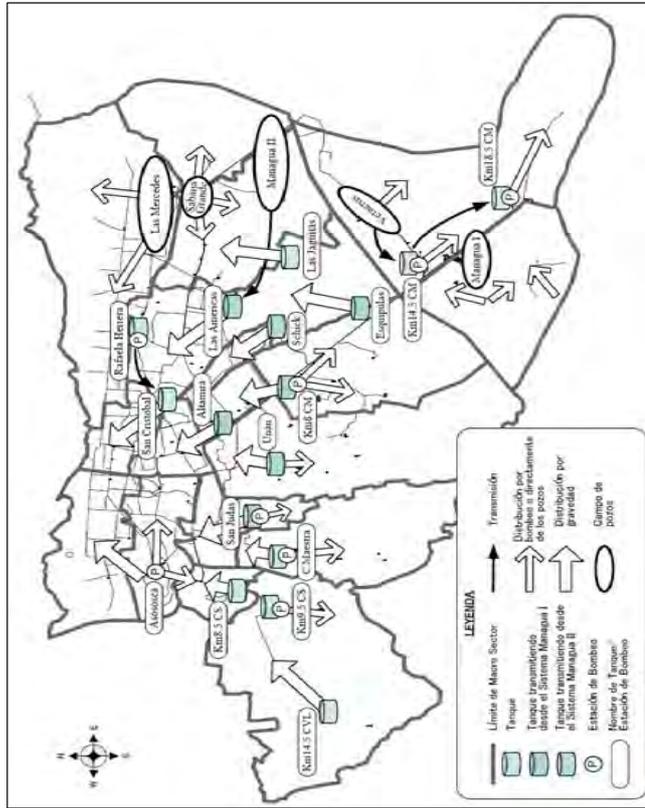


Figura 3.1 Sistema de distribución de agua propuesto en el Plan Maestro (año 2005)

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/usuario)	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%
Asosocsa baja (MS3)	21,021	573,998	18,516	27.3	4,712	22.4%	316	1.5%
Asosocsa 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%
Asosocsa 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)

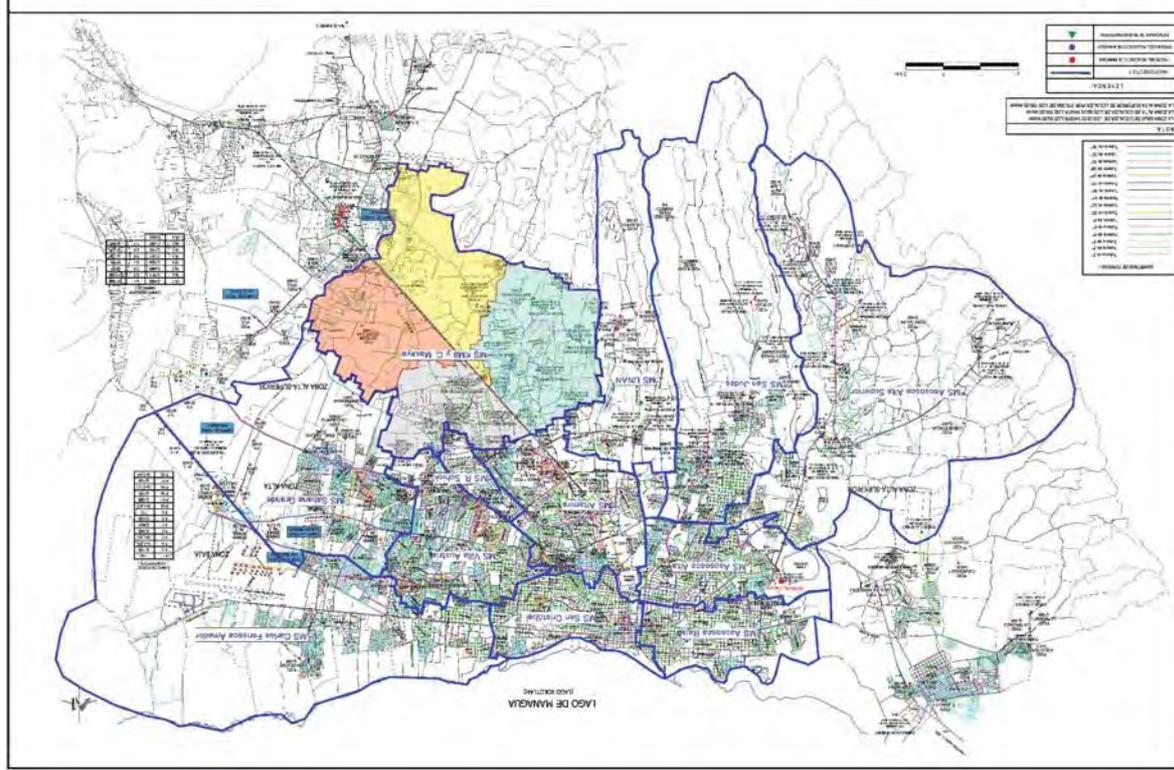


Figura 3.2 Perfil general de macrosectores existentes

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	Asoscosca	Oeste de la ciudad de Managua	Principalmente la zona de distribución de agua del sistema de Asoscosca
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

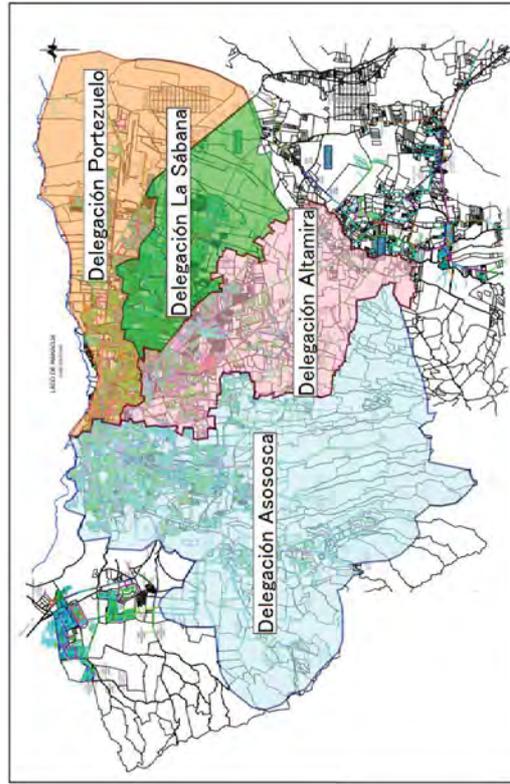


Figura 3.3 Alcance del área de gestión comercial

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

4.1 Gestión de ANF por la delegación descentralizada

En el nuevo proyecto (NI-L1145) iniciado por el BID en el año 2018, se incluyen los siguientes contenidos:

- Mejora en el aspecto del software.
- Reforma orgánica y establecimiento de sistemas de gestión para la descentralización independiente de la Delegación de Altamira.
- 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 Altamira, mejoramiento de la red de distribución de agua para la macrosectorización de la zona de Altamira.

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 Altamira, en coordinación con el proyecto del BID.

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

Hasta finales de 2018, teniendo en cuenta la cooperación entre JICA y el BID, en lo que se refiere a la definición del área que debe estar bajo la jurisdicción de la delegación de Altamira, en base a las condiciones de macrosectores existentes y de la distribución de agua, se está realizando 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 Altamira (ámbito de clientes objeto de facturación) y el límite del macrosector existente no coinciden. Para que la delegación de Altamira pueda 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.

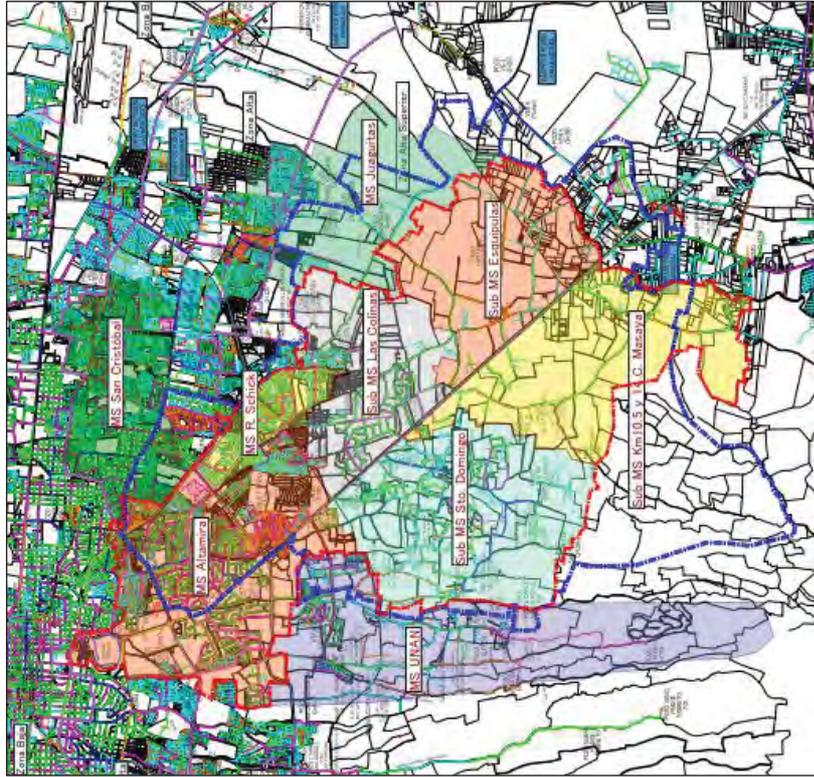
Para el cumplimiento de este objetivo, se aclaró la situación actual e informaciones de la red de distribución de agua existente y después de investigar los puntos de conexión entre los macrosectores actuales, se examinaron las válvulas, su ubicación y la cantidad de cajas de medición indispensables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

A través de la Cuarta reunión del Comité de Coordinación Conjunta realizada en octubre de 2018, se comprobaron los procesos abajo mencionados que deben ser llevado a cabo para la gestión de ANF en la delegación de Altamira, y se acordó que ENACAL con los fondos del BID acondicionará las instalaciones necesarias para la gestión de ANF.

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

4.3 Propuesta de delimitación del área de gestión comercial de Altamira

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 Altamira (Actual)
- Área de gestión comercial Altamira (Plan)

Figura 4.1 Delimitación ideal del área de gestión comercial Altamira

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

Tabla 4.1 Listado de fuentes de agua

Macro Sector	No.	Código	Fuentes que conforman los Macrosectores		Otras Fuentes ***
			Pozo	Conexión SCADA	
Altamira	1	MAN0056	Sin conexión SCADA	Con conexión SCADA	Campo de pozos Managua I Asoscosca Alta
	2	MAN0055	Shell Metrocentro	Los Gauchos	
	3	MAN0059	La Catedral		
	4	MAN0065	Pancazan N.º 4		
	5	MAN0066		Pancazan N.º 5	
	6	MAN0176	Isaias Gómez		
	7	MAN0177	Máximo Jerez		
	8	MAN0178	La Luz		
	9	MAN0163	Jorge Dimitrov		
	10	MAN0138		Manolo Morales	
	11	MAN0104	Km. 7 1/2 C. Masaya		
	12	MAN0113	Centro América N.º 03		
	13	MAN0114	Centro América N.º 04		
	14	MAN0127	18 de Mayo		
	16	MAN0115	Rpto. Schick N.º 2		
	17	MAN0116	Rpto. Schick N.º 3		
	18	MAN0117	Rpto. Schick N.º 4		
	19	MAN0182	Rpto. Schick N.º 5		
	20	MAN0183	Rpto. Schick N.º 6		
	21	MAN0132	Lomas del Valle		
	22	MAN0083	Los Alpes N.º 5		
	23	MAN0142	San Isidro de la Cruz Verde		
	24	MAN0153	La Merced (coro de Angeles)		
	25	MAN0124	La Hoyada		
	26	MAN0125	San Antonio Sur		
	27	MAN0145		Bosques de San Isidro	
	28	MAN0131	La Trompera		
	29	MAN0105	Km 9 1/2 C. Masaya N.º 01		
	30	MAN0106	Km 9 1/2 C. Masaya N.º 02		
	31	MAN0167	UNICA		
	32	MAN0170	Xochitlan		
	33		Versalle		
	34	MAN0184	Donatello		
	35	MAN0103	Km 8 C. Masaya		

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

4.6 Costo aproximado de inversión necesaria

Tabla 4.6 Costo total aproximado de inversión

Macro Sector	Monto estimado	Imprevistos (40%)	Sub Total
	(USD)	(USD)	(USD)
Altamira	\$545,917.69	\$218,367.08	\$764,284.77
KM 8 y C. Masaya	\$405,809.37	\$162,323.75	\$568,133.12
Reparto Shick	\$238,957.95	\$95,583.18	\$334,541.13
Sub Sectores KM 8 y C. Masaya	\$565,019.84	\$226,007.94	\$791,027.78
Total	\$1,755,704.85	\$702,281.95	\$2,457,986.80

Nota: Se considera 40% del monto estimado como el costo imprevisto, tales como, ampliación de redes, reposición de acera y Asfalto, etc.

p

4.6.1 Macrosector Altamira

Tabla 4.7 Desglose del costo en MS Altamira

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo liso	1	\$156.82	\$156.82
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo liso	1	\$249.73	\$249.73
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo liso	1	\$406.64	\$406.64
Caja protectora de válvula de 6"	3	\$150.00	\$450.00
Válvula de mariposa Ø 10"	0	\$2,100.00	\$0.00
Válvula de mariposa Ø 12"	3	\$2,900.00	\$8,700.00
Válvula de mariposa Ø 16"	1	\$4,600.00	\$4,600.00
Unión Dresser de Ø 4"	2	\$93.08	\$186.15
Unión Dresser de Ø 6"	2	\$132.97	\$265.93
Unión Dresser de Ø 8"	2	\$189.95	\$379.91
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 4"	1	\$6,180.00	\$6,180.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	11	\$8,450.00	\$92,950.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	4	\$9,360.00	\$37,440.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo bridado	2	\$184.80	\$368.99
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	22	\$293.80	\$6,463.60
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	8	\$478.40	\$3,827.20
Filtro HF Ø 4" con flange	0	\$171.60	\$0.00
Filtro HF Ø 6" con flange	8	\$189.80	\$1,518.40
Filtro HF Ø 8" con flange	3	\$592.80	\$1,778.40
Válvula anti retorno de Ø 4" con flange	0	\$213.82	\$0.00
Válvula anti retorno de Ø 6" con flange	8	\$433.99	\$3,471.94
Válvula anti retorno de Ø 8" con flange	3	\$706.16	\$2,118.48
Flange PVC de Ø 4"	6	\$12.52	\$75.09
Adaptador flange de Ø 4"	2	\$85.00	\$170.00
Flange PVC de Ø 6"	66	\$15.18	\$1,002.10
Adaptador flange de Ø 6"	22	\$117.00	\$2,574.00
Flange PVC de Ø 8"	24	\$30.17	\$724.00
Adaptador flange de Ø 4"	8	\$150.00	\$1,200.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 4"	9	\$9.09	\$81.82
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	99	\$13.64	\$1,350.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	36	\$20.00	\$720.00
Medidores HidrINS II	14	\$6,500.00	\$91,000.00
Válvula de incorporación Ø 1"	14	\$50.00	\$700.00
Logers con envío de datos GPRS	30	\$2,850.00	\$85,500.00
		Sub total	\$356,609.21
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.	14	\$3,333.20	\$46,664.80
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	\$142,643.68	\$142,643.68
		Total	\$545,917.69

4.6.2 Macrosector Km.8 y Carretera Masaya

Tabla 4.8 Desglose del costo en Km.8 y C. Masaya

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvulas HF de compuerta Ø 2" extremo liso	1	\$136.00	\$136.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo liso	1	\$156.82	\$156.82
Caja protectora de válvula de 6"	2	\$150.00	\$300.00
Válvula de mariposa Ø 12"	2	\$2,900.00	\$5,800.00
Unión Dresser de Ø 2"	2	\$65.15	\$130.31
Unión Dresser de Ø 4"	2	\$93.08	\$186.15
Medidor de turbina emisor de pulso Ø 1"	1	\$100.00	\$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"	11	\$8,450.00	\$92,950.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	2	\$9,360.00	\$18,720.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo bridado	4	\$184.50	\$737.98
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	22	\$293.80	\$6,483.60
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	4	\$478.40	\$1,913.60
Filtro HF Ø 4" con flange	1	\$171.60	\$171.60
Filtro HF Ø 6" con flange	10	\$189.80	\$1,898.00
Filtro HF Ø 8" con flange	1	\$592.80	\$592.80
Válvula anti reboto de Ø 4" con flange	1	\$213.82	\$213.82
Válvula anti reboto de Ø 6" con flange	10	\$433.99	\$4,339.92
Válvula anti reboto de Ø 8" con flange	1	\$706.16	\$706.16
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"	66	\$15.18	\$1,002.10
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	22	\$117.00	\$2,574.00
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 4"	18	\$9.09	\$163.64
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	99	\$13.64	\$1,350.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	18	\$20.00	\$360.00
Medidores HidrINS II	8	\$6,500.00	\$52,000.00
Válvula de incorporación Ø 1"	8	\$50.00	\$400.00
Logers con envío de datos GPRS	24	\$2,850.00	\$68,400.00
		Sub total	\$275,678.69
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.	6	\$3,333.20	\$19,999.20
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	\$110,231.48	\$110,231.48
		Total	\$405,809.37

4.6.3 Macrosector Reparto Schick

Tabla 4.9 Desglose del costo en Reparto Schick

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo liso	1	\$156.82	\$156.82
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo liso	1	\$249.73	\$249.73
Caja protectora de válvula de 6"	2	\$150.00	\$300.00
Unión Dresser de Ø 4"	2	\$93.08	\$186.15
Unión Dresser de Ø 6"	2	\$132.97	\$265.93
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 4"	1	\$6,180.00	\$6,180.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	8	\$8,450.00	\$67,600.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 8"	1	\$9,360.00	\$9,360.00
Válvulas HF de compuerta Ø 4" extremo bridado	2	\$184.50	\$368.99
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	16	\$293.80	\$4,700.80
Válvulas HF de compuerta Ø 8" extremo bridado	2	\$478.40	\$956.80
Filtro HF Ø 4" con flange	1	\$171.60	\$171.60
Filtro HF Ø 6" con flange	5	\$189.80	\$949.00
Filtro HF Ø 8" con flange	1	\$592.80	\$592.80
Válvula anti reboto de Ø 4" con flange	1	\$213.82	\$213.82
Válvula anti reboto de Ø 6" con flange	5	\$433.99	\$2,169.95
Válvula anti reboto de Ø 8" con flange	1	\$706.16	\$706.16
Flange PVC de Ø 4"	6	\$12.52	\$75.09
Adaptador Brida espiga universal Ø 4"	2	\$85.00	\$170.00
Flange PVC de Ø 6"	48	\$15.18	\$728.80
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	16	\$117.00	\$1,872.00
Flange PVC de Ø 8"	6	\$30.17	\$181.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 8"	2	\$150.00	\$300.00
Juego de Empaques y pernos para Ø 4"	9	\$9.09	\$81.82
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	72	\$13.64	\$981.82
Juego de Empaques y pernos para Ø 8"	9	\$20.00	\$180.00
Medidores HidrINS II	3	\$6,500.00	\$19,500.00
Válvula de incorporación Ø 1"	3	\$50.00	\$150.00
Logers con envío de datos GPRS	13	\$2,850.00	\$37,050.00
		Sub total	\$156,399.11
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.	6	\$3,333.20	\$19,999.20
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	\$62,559.64	\$62,559.64
		Total	\$238,957.95

4.6.4 Subsectores que conforman el macrosector Km.8 y C. Masaya

Tabla 4.10 Desglose del costo en Subsectores de Km.8 y C. Masaya

Descripción	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
Válvula de manopla Ø 12"	2	\$2.900.00	\$5.800.00
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"	19	\$6.180.00	\$117.420.00
Macro Medidores electromagnéticos con emisor de pulso Ø 6"	4	\$8.450.00	\$33.800.00
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	38	\$184.50	\$7.010.85
Válvulas HF de compuerta Ø 6" extremo bridado	8	\$293.80	\$2.350.40
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
Flange PVC de Ø 2"	10	\$10.00	\$100.00
Adaptador Brida espiga universal Ø 2"	10	\$50.00	\$500.00
Flange PVC de Ø 4"	38	\$12.52	\$475.58
Adaptador Brida espiga universal Ø 4"	38	\$65.00	\$3.230.00
Flange PVC de Ø 6"	8	\$15.18	\$121.47
Adaptador Brida espiga universal Ø 6"	8	\$117.00	\$936.00
Flange PVC de Ø 8"	4	\$30.17	\$120.67
Adaptador Brida espiga universal Ø 8"	4	\$150.00	\$600.00
Flange PVC de Ø 10"	2	\$45.00	\$90.00
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"	171	\$9.09	\$1.554.55
Juego de Empaques y pernos para Ø 6"	36	\$13.64	\$490.91
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
Medidores HidrINS II	3	\$6.500.00	\$19.500.00
Válvula de incorporación Ø1"	3	\$50.00	\$150.00
Loggers con envió de datos GPRS	34	\$2.850.00	\$96.900.00
		Sub total	\$351.206.75
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	\$73.330.40
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	\$140.482.70	\$140.482.70
		Total	\$565.019.84

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.

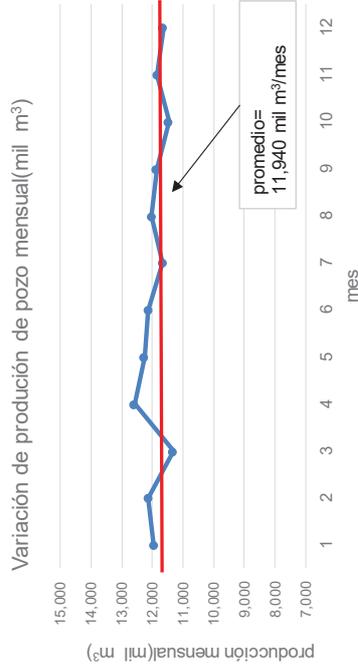


Figura 5.1 Volumen mensual de producción de agua en Managua del 2003 al 2015

(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 si 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

$$= \text{Caudal de distribución} \times 55\% \quad (\text{promedio de 2016})$$

$$\text{ANF física} = \text{ANF} \times 60\% \quad (\text{hipotético})$$

$$= \text{Caudal de distribución} \times 55\% \times 60\%$$

$$= \text{Caudal de distribución} \times 33\% \Rightarrow \text{Tasa de uso efectivo} = 70\%$$

Coefficiente en la hora pico (= 2.0)

$$= \text{Hora pico} (= 1.4) / \text{Tasa de uso efectivo} (0.7)$$

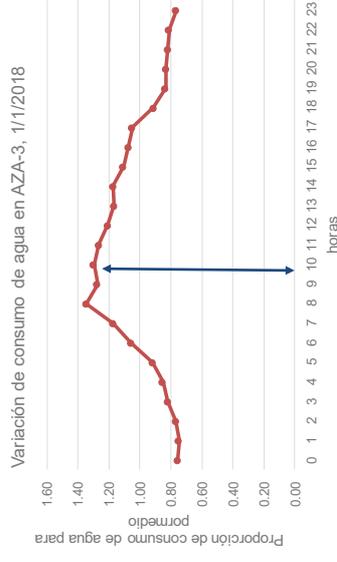


Figura 5.2 Caudal de distribución horario/ Caudal de distribución promedio en AZA No.3

(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

Se muestran los resultados del análisis para cada macrosector.

5.2.1 Macrosector Altamira

El análisis del macrosector Altamira se realizó dividiéndolo en dos áreas: Área de distribución por gravedad (incluyendo el área de distribución por gravedad desde el empalme del acueducto del tanque de Santo Domingo) correspondiente al lado Norte del tanque de Altamira y Área de distribución por bombeo correspondiente al lado Sur del tanque de Altamira.

(1) Área de distribución por gravedad desde el tanque de Altamira

Esta área incluye el área de distribución por gravedad desde el tanque de Altamira y el área de distribución por gravedad desde el tanque de Santo Domingo en el lado Oeste de la Carretera a Masaya (ver la Figura 5.3).

1) Precondiciones

- (a) Los cálculos se realizan con la premisa de que existen divisiones hidráulicas. En la instalación actual, podrían instalar caudalímetros bidireccionales en los puntos de división.
- (b) El volumen de producción de los pozos varía dependiendo de la presión interna de agua de la red. Por consiguiente, cuando se analiza el estado de distribución de agua en la hora pico, el volumen de producción de los pozos cambia (al bajar la presión interna de agua de la red, se supone que el volumen se incrementa más que el promedio diario de agua bombeada), sin embargo, en el presente análisis se utiliza el volumen promedio de producción.
- (c) Para las redes de tuberías, básicamente se supone un tubería de diámetro 150mm o mayor, sin embargo, en algunos sectores donde se utilizan mayoritariamente los tuberías de diámetros pequeños el análisis incluye las tuberías con tuberías de diámetro 50-100mm.
- (d) El área de distribución que inicialmente era el área de distribución por gravedad desde el tanque de UNAN actualmente no recibe el agua por gravedad, ya que dividieron el agua realizando una interconexión en la Rotonda Centroamérica (La Centroamérica) en medio del acueducto de transmisión desde el tanque de Santo Domingo hasta el tanque de Altamira.

En teoría, la función de tubería de transmisión y la función de tubería de distribución

son funciones distintas, por lo tanto, no se puede realizar una transmisión estable hacia el tanque de Altamira cuando se distribuye el agua instalando una interconexión en el acueducto.

Lo anterior se explica por el considerable aumento poblacional en los alrededores de la UNAN y en el curso superior del acueducto en relación a la época cuando se construyeron las instalaciones, la situación que obligó a garantizar el caudal de distribución por medio de bombeo desde el tanque de UNAN. Como el tanque de UNAN tiene una capacidad de apenas 2,000m³, es difícil distribuir el agua por gravedad.

Dentro de la propiedad del tanque de UNAN, hay un pozo de producción. Se utiliza este pozo las 24 horas y se bombea el agua para transmitir las 12 horas. Como resultado, la transmisión de agua desde el tanque de Santo Domingo está suspendida. En el presente análisis, consideraremos esta área como área de distribución por medio del empalme en el acueducto desde el tanque de Santo Domingo, siendo parte del Macrosector Altamira.

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.

Tabla 5.1 Información comercial del área de distribución por gravedad desde el tanque de Altamira

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m³/mes)	(L/seg)	
26	437	14,224	5.5	
40	870	22,439	4.0	Se divide proporcionalmente como un 50% del microsector.
90	1,248	115,542	44.6	
91	212	5,484	2.1	
92	62	2,676	1.0	
93	1,711	46,747	18.0	
102	785	20,041	7.7	
103	733	19,465	7.5	
104	609	21,444	8.3	
141	581	18,606	7.2	
151	1,048	26,193	10.1	
101	1,780	45,602	17.6	
116	1,383	50,394	19.4	
117	750	27,480	10.6	
118	602	46,980	0	No se han instalado tuberías en esta área
124	917	53,407	5.2	Se divide proporcionalmente como alrededor de un 25% del microsector.
157	537	45,656	17.6	
158	164	13,540	3.1	Se divide proporcionalmente como alrededor de un 60% del microsector.
Total	14,429	595,920	189.5	

Tabla 5.2 Pozos del área de distribución por gravedad desde el tanque de Altamira

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m³/hora)	(L/seg)
45	Los Gauchos	153.3	42.6
46	Shell Metrocentro	190.8	53
66	Máximo Jerez	135.7	37.7
68	Jorge Dimitrov	166.3	46.2
47	La Catedral	167.7	46.6
65	Isala Gómez	139.0	38.6
67	La Luz	149.8	41.6
	Subtotal	1102.6	306.3
	Aporte Managua I	500.0	138.8
	Total	1,602.6	445.1

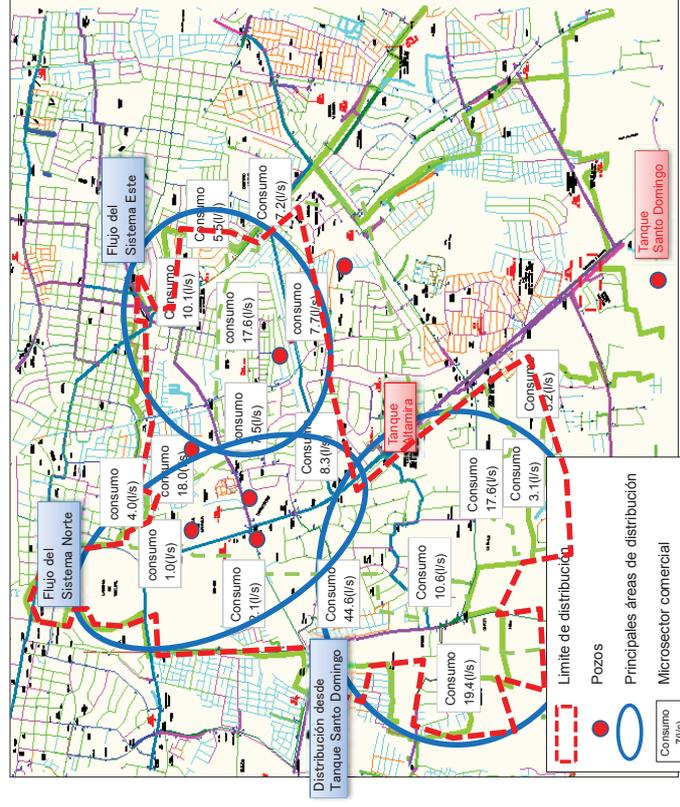


Figura 5.3 Distribución de áreas y volumen facturado

3) Resultados del análisis y puntos de consideración

(a) El análisis hidráulico se llevó a cabo utilizando las instalaciones de red de distribución existentes con aislamiento de macrosector. Los resultados son los que se muestran en la siguiente figura. La presión del agua es inferior a 25 m, principalmente en el lado oeste del macrosector. Además, la presión negativa también está ocurriendo en el lado suroeste.

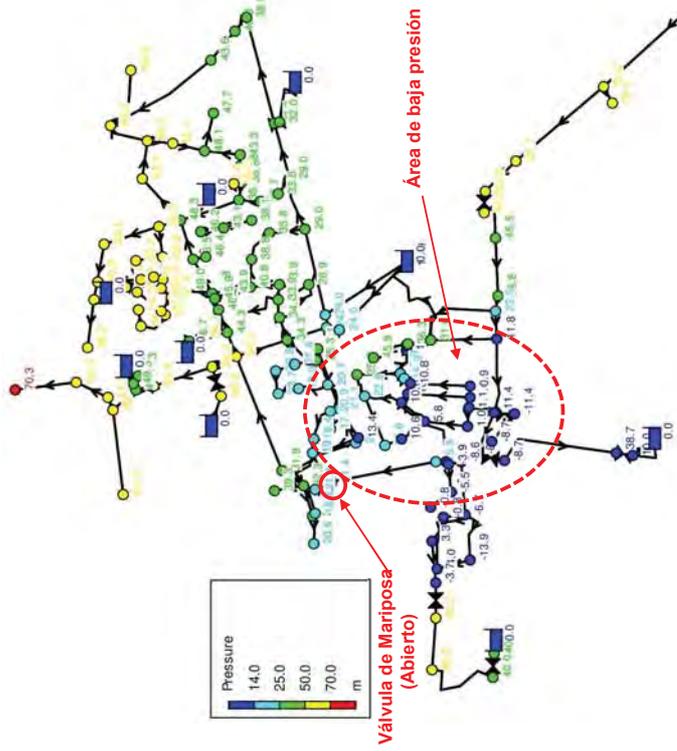


Figura 5.4 Resultados del análisis hidráulico asociados con el aislamiento del macrosector (presión del agua)

Para resolver esta situación, cuando iniciamos la operación después del aislamiento del macrosector, necesitamos cerrar la válvula de mariposa (la ubicación de ENEL Central y la válvula siempre está cerrada) mostrando un círculo rojo en la Figura 5.4.

Esto evita que el agua del tanque de San Domingo fluya hacia la parte norte del macrosector y asegura la presión del agua en el área donde la presión del agua

era baja.

La siguiente figura muestra el resultado del análisis hidráulico con la válvula de mariposa mencionada anteriormente cerrada.

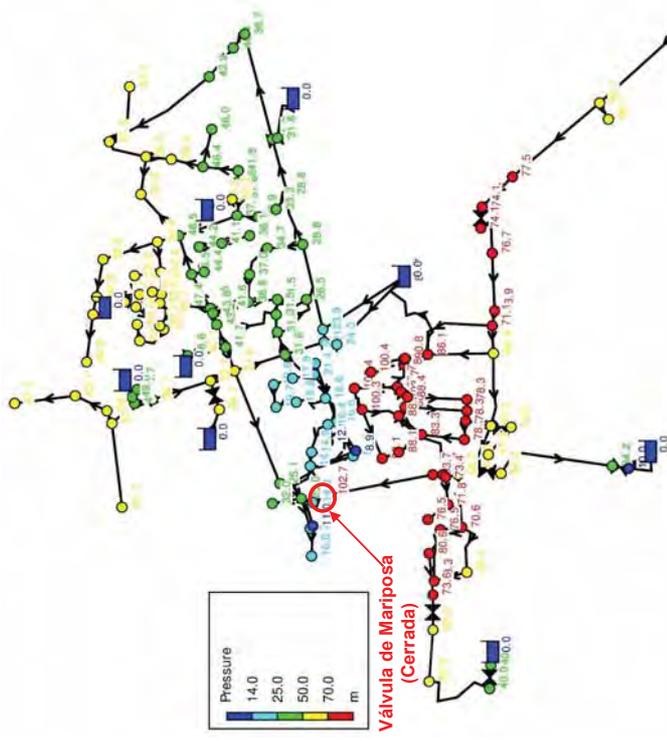


Figura 5.5 Resultados del análisis hidráulico asociados con el aislamiento del macrosector (regulación de presión del agua, instalación de válvula de mariposa en ENEL central estado cerrada)

Como resultado del análisis hidráulico, en el área donde se obtuvo la baja presión de agua, se obtuvo y aseguró una presión de agua suficiente. Sin embargo, aunque la presión del agua se aseguró cerrando la válvula de mariposa existente (ENEL Central), el lado sur del macrosector tenía una presión de agua de 70 m o más. Es probable que la alta presión del agua provoque fugas de agua, por lo que debe mejorarse a 70 m o menos. Por lo tanto, se propuso instalar una válvula reductora de presión en la tubería de distribución de 300 mm actualmente distribuida por gravedad desde el tanque de Santo Domingo para reducir la presión del agua en el lado sur del sector.

La siguiente figura muestra los resultados del análisis hidráulico al agregar la válvula reductora de presión.

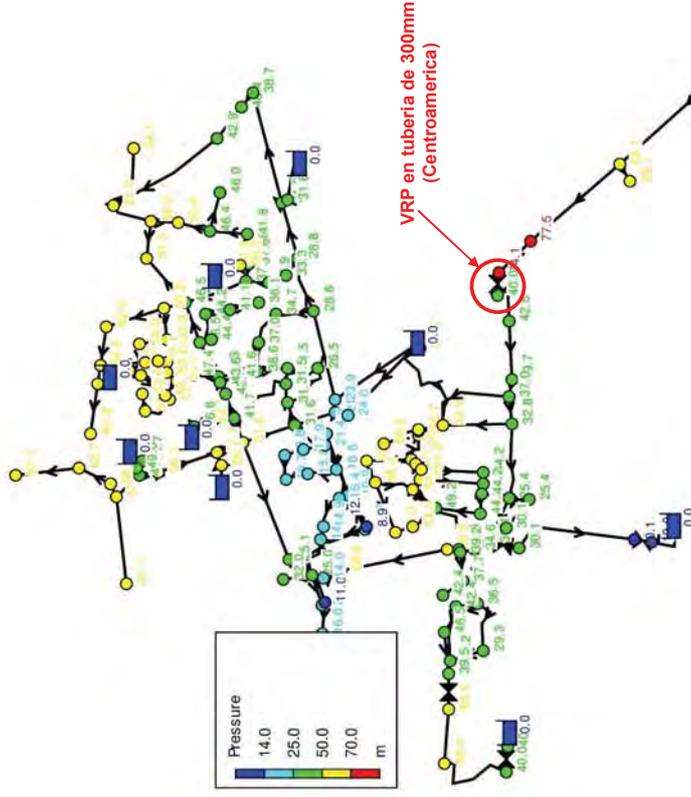


Figura 5.6 Resultado del análisis hidráulico por instalación de la válvula reductora de presión (presión de agua)

Como resultado del análisis al instalar una válvula reductora de presión en la tubería de transmisión del tanque de Santo Domingo (cerca de rotonda Centroamérica-), fue posible asegurar la presión de agua adecuada en el lado sur del macrosector. (Planes de Altamira N°3) Por lo tanto, cuando aislamos este macrosector, se recomienda realizar los siguientes trabajos:

- Siempre cierre la válvula de mariposa existente en ENEL central.
- Instalación de una válvula reductora de presión en el tubería de distribución de 300 mm que deriva de la línea de transmisión de Ø 400 mm que proviene del reservorio de Santo Domingo cerca de la Rotonda Centroamérica.

(b) En algunas zonas cercanas a la UCA, se puede producir baja presión de agua. Por lo tanto, es necesario medir la presión real del agua después de llevar a cabo el aislamiento. Si la presión real del agua es muy baja, se recomienda aumentar el diámetro de la tubería de distribución de agua (φ100mm → φ150mm) contra la baja presión del agua. (costado Sur Oeste del a UCA)

(c) El acueducto de transmisión por gravedad desde el tanque de Altamira, inmediatamente después de salir del tanque, se divide en dos tuberías de diámetro 600mm, una hacia los Robles siendo el Sistema Este y la otra hacia la Laguna de Tiscapa siendo el Sistema Norte la válvula que controla la división hacia el sistema norte se mantiene cerrada y únicamente está habilitada la tubería que hacia el sector los Robles. En comparación con las áreas del Sistema Este, las del Sistema Norte tienen mayor cantidad de pozos, por lo tanto, creemos que se puede distribuir el agua aun en la hora pico con el volumen de agua bombeada desde los pozos. Como consecuencia, la distribución por gravedad cubre únicamente el Sistema Este.

No obstante, el Sistema Norte y el Sistema Este se interconectan, en los extremos de las tuberías se mezclan las aguas de ambos sistemas, cuando la densidad del pozo es alta, si continúa la operación las 24 horas, en la noche la presión interna de agua de la tubería puede aumentar e incrementar las fugas. Por esta razón, para reducir la presión de agua en toda la tubería, es deseable revisar si se puede operar controlando el número de pozos mientras se monitorea la presión de agua en la noche.

(d) En el embalse de Altamira, se ha producido una fuga de agua desde la válvula existente en el tubería de transmisión desde Managua I, como se muestra en la foto de abajo. Por lo tanto, es necesario reemplazar con urgencia la válvula reductora de presión, la válvula de mariposa y las tuberías existentes (los detalles están adjuntos).



Foto 5.1 Fugas de válvulas en el tanque de Altamira

(e) En la tubería de transmisión de Managua I al tanque de Santo Domingo, hay fugas en el acueducto. Se recomienda repararlo con urgencia (los detalles están adjuntos).



Foto 5.2 Fugas en uniones bridadas en puente aéreo Km 14 ½ carretera a Masaya

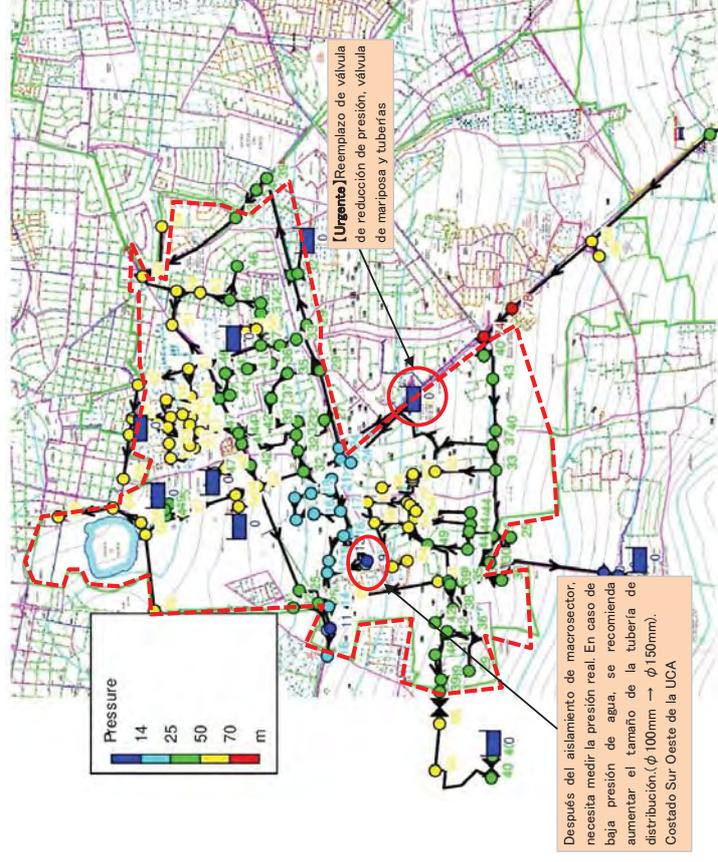


Figura 5.7 Investigación necesaria en el área de Gravedad de Altamira

(2) Área de distribución por bombeo desde el tanque de Altamira

1) Precondiciones

Esta área se encuentra en el lado Este de Carretera a Masaya y la distribución de agua se realiza mediante el bombeo desde los pozos ubicados dispersos en el área directamente conectados a la red y desde la bomba de transmisión ubicada en la propiedad del tanque de Altamira. Si se garantiza el ajuste de presión en la hora pico con la transmisión de agua desde el tanque de Altamira, se garantiza suficiente presión de distribución (ver la Figura 5.8).

2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

El volumen facturado y el volumen de producción de los pozos del área son los siguientes.

Tabla 5.3 Información comercial del área de distribución por bombeo desde el tanque de Altamira

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m ³ /mes)	(L/seg)	
68	634	31,332	12.1	
119	753	34,528	13.3	
120	2,938	94,800	36.6	
121	3,589	101,042	39.0	
122	2,291	52,207	20.1	
Total	10,205	313,909	121.1	

Tabla 5.4 Pozos del área de distribución por bombeo desde el tanque de Altamira y volumen de producción

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m ³ /hora)	(L/seg)
118	Manolo Morales	126.4	35.1
119	Km.7 1/2 C. Masaya	84.6	23.5
125	Centroamérica N° 03	63.0	17.5
126	Centroamérica N° 04	103.7	28.8
139	18 de Mayo	43.2	12.0
147	Lomas del Valle	81.7	22.7
	Total	502.6	139.6
	Bomba Altamira 1	345.6	96.0
	Bomba Altamira 2	612.0	170.0
	Total	957.6	266.0

Nota: No es necesario suministrar el agua por el acueducto de Managua I

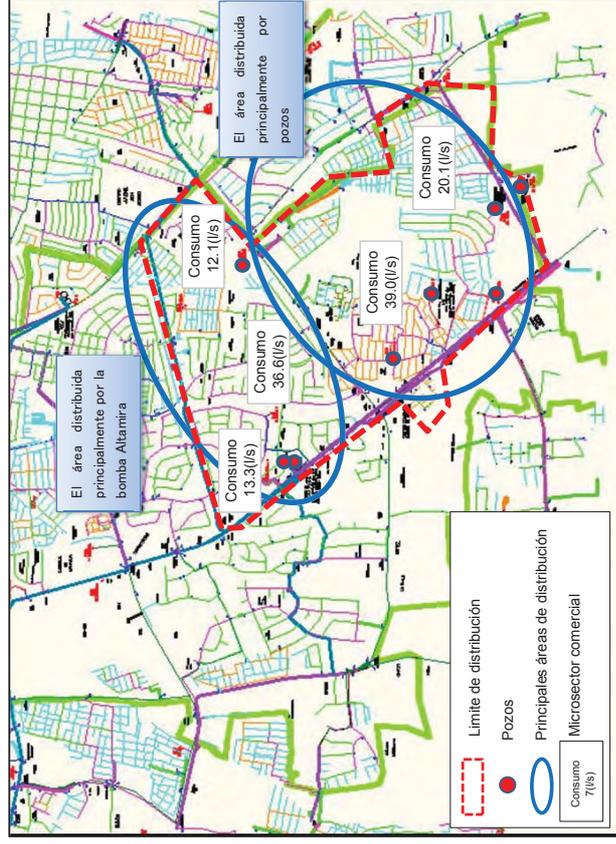


Figura 5.8 Distribución de áreas y volumen facturado

3) Resultados del análisis y puntos de consideración

Se utilizan relativamente muchos pozos en esta área de distribución, por lo que el caudal de transmisión por bombeo desde el tanque de Altamira es sólo para complementar en la hora pico. Actualmente la cobertura de distribución llega hasta una parte del Macrosector Reparto Schick, sin embargo, una vez separada completamente del Macrosector Reparto Schick, el volumen de demanda correspondiente será reducido.

Como resultado de la simulación hidráulica, no hay ningún problema en la red después del aislamiento de macrosector. necesita monitorear la presión del agua durante la noche, sin embargo, no hay necesidad de mejorar las instalaciones.

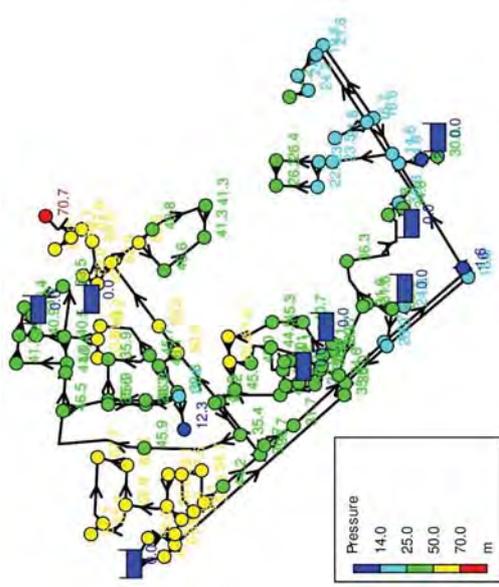


Figura 5.9 Resultado del análisis hidráulico de presión (presión de agua)

5.2.2 Macrosector Reparto Schick

(1) Precondiciones

Hay un tanque Reparto Schick con una capacidad de 8,600m³ de entrada de los pozos Reparto Schick No.2, 4, 5 y 6.

Hay dos pozos (Pablo Úbeda y Reparto SchickNo.3) en el área. Sin embargo, actualmente este último no funciona. El análisis hidráulico no considera estos dos pozos. Además, el análisis se realiza completamente aislado de los macrosectores vecinos (Villa Austria y Altamira).

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

Tabla 5.5 Información comercial del área de distribución desde el tanque de

Microsector Comercial	Número de conexiones	Reparto Schick		Observaciones
		Volumen facturado (m ³ /mes)	Volumen facturado (L/seg)	
69	2,688	89,864	34.7	
70	2,795	79,025	30.5	
71	671	18,900	7.2	
72	99	2,960	1.1	
73	450	10,611	4.1	
74	1,091	25,567	9.9	
126	2,788	64,092	3.7	Se divide proporcionalmente como alrededor de un 15% del microsector.
153	2,112	55,239	14.9	Se divide proporcionalmente como alrededor de un 70% del microsector.
Total	12,694	346,258	106.1	

Tabla 5.7 Pozos y volumen de producción en el área de distribución del tanque de Reparto Schick.

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción		Observaciones
		(L/seg)	(L/seg)	
127	Rpto. Schick N.º 2	22.0		A tanque Reparto Schick (horarios según P3)
129	Rpto. Schick N.º 4	40.0		A tanque Reparto Schick
130	Rpto. Schick N.º 5	45.6		A tanque Reparto Schick
131	Rpto. Schick N.º 6	39.1		A tanque Reparto Schick
	Total	147.2		

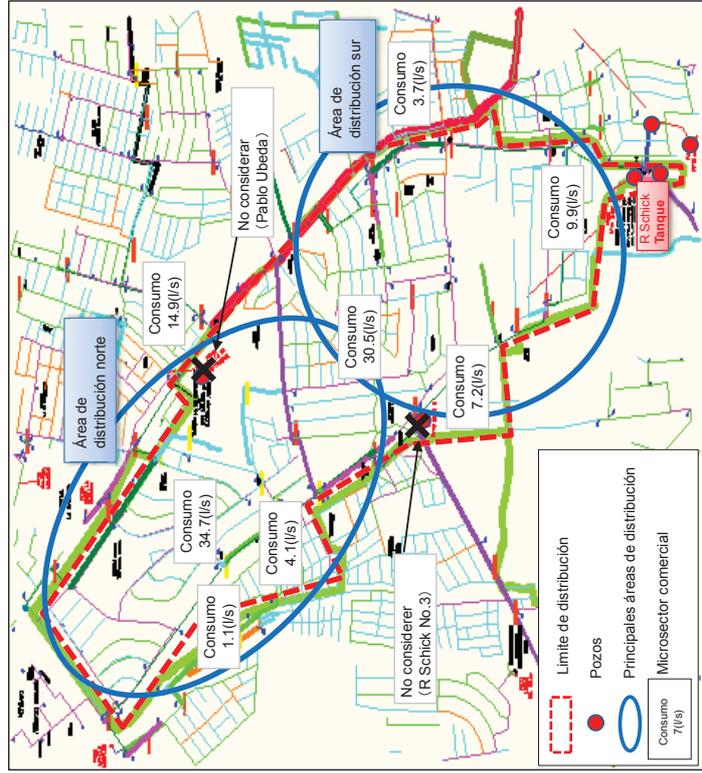


Figura 5.10 Distribución de áreas y volumen facturado

(3) Resultados del análisis y puntos de consideración

En el Macrosector Reparto Schick, hay cuatro pozos (Reparto Schick 2, 4, 5 y 6) directamente conectados al tanque y el tanque tiene suficiente capacidad, por lo que es factible realizar la distribución de agua por gravedad. Sin embargo, como no se puede garantizar suficiente diferencia de altura sobre el nivel del mar en los alrededores del tanque, es inevitable la caída de presión de agua. Por otro lado, en el lado Norte del área (curso inferior), la diferencia de altura con la del tanque es grande, y en algunos puntos la presión de agua de suministro es más de 70m.

Cabe resaltar que, si bien es posible distribuir el agua por su cuenta desde las fuentes de agua de este macrosector, es necesario garantizar la transmisión de agua de reserva ante emergencias desde Managua I.

Este análisis es en la hora pico, es por eso que puede aumentar la presión del agua en la noche, hora no pico, que el resultado del análisis. Después del aislamiento de macrosector, necesita medir la presión real del agua. Luego, si es necesario, debe considerar la instalación de una válvula reductora de presión para el área de alta presión norte, también es necesario monitorear el área alrededor de los tanques, en caso de que la presión durante el monitoreo resulte ser muy baja en estas zonas se necesitará instalar una estación de bombeo para mejorar el servicio.

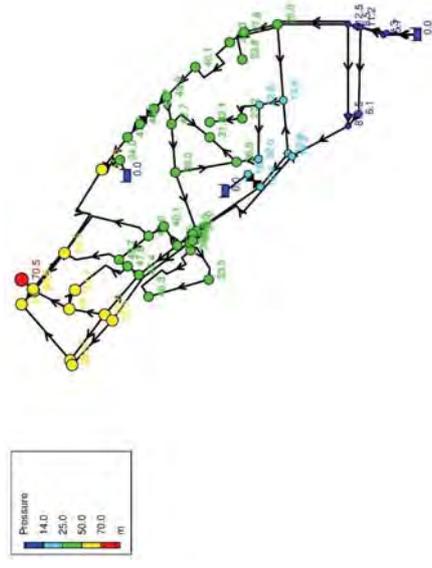


Figura 5.11 Resultado del análisis hidráulico de presión (presión de agua)

(Referencia): Acerca de la presión de agua según los cálculos y los resultados del estudio del 2015

Con respecto a la instalación de la válvula reductora de presión mencionada anteriormente, es necesario primero ejecutar la macrosectorización, luego realizar un estudio de presión de agua para determinar la necesidad. El Departamento de ANF de ENACAL ha realizado un estudio de presión de agua del área en 2015 cuando intentaron realizar la macrosectorización hidráulica.

El sector SH-2 señalado en el siguiente plano de planta está ubicado en el curso inferior del área. Según los cálculos, la presión de agua es más de 75m, sin embargo, según el estudio, se registra una presión de apenas 20-30m durante el horario de mayor consumo de agua de 6 de la mañana hasta el mediodía, y en el horario nocturno la presión es de apenas 40-50m. Posiblemente, esta caída de presión se debe a las fugas de agua y la utilización del agua en el área.

Por consiguiente, aunque según los cálculos hidráulicos es deseable instalar la válvula reductora de presión, en realidad, es necesario tomar la decisión después de verificar nuevamente la presión de agua una vez ejecutada la macrosectorización hidráulica.

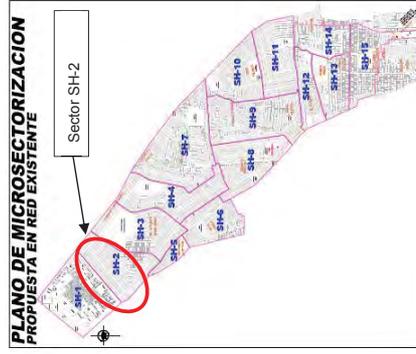


Figura 5.8 Plan de macrosectorización del Reparto Schick en 2015

Comportamiento de Prestones, SH-2, Sector La Fuente, (29-31/07/2015)

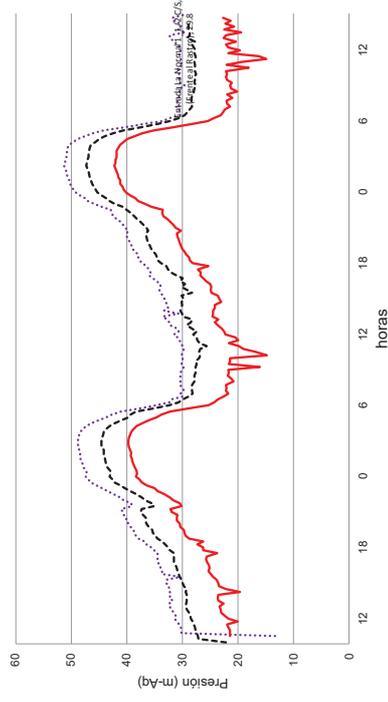


Figura 5.9 Resultados del estudio de presión de agua en el sector SH-2 (2015)

5.2.3 Macrosector km8 Carretera a Masaya

Este macrosector consiste en cuatro subsectores: Las Colinas, Esquipulas, Km10.5 y Km13 Carretera a Masaya y Santo Domingo.

Actualmente, se utilizan 3 bombas de transmisión ubicadas en el tanque de km8 Carretera a Masaya, y la transmisión de agua hacia estos subsectores se realiza con acueductos de 8" y 12". No existe diferenciación del uso de estos acueductos para subsectores, todos están conectados en 3 lugares. También existen varios empalmes para distribuir tanto hacia el Norte como el Sur.

El análisis hidráulico revisará la distribución de las instalaciones para que los 4 subsectores del Macrosector km8 Carretera a Masaya sean operados de forma independiente para obtener la tasa de ANF a nivel de macrosectores a partir de los resultados del monitoreo de caudales.

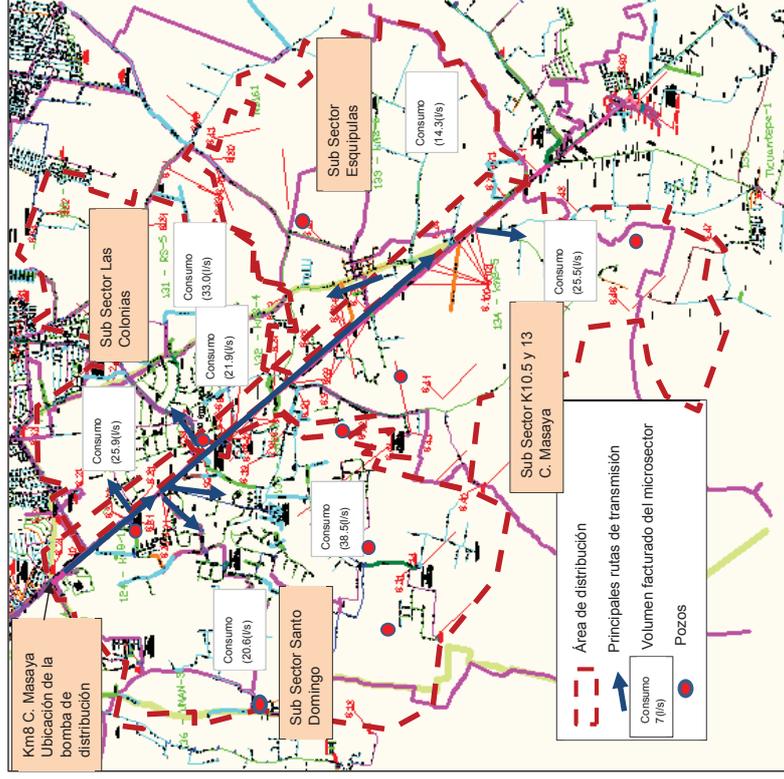


Figura 5.10 Distribución de pozos, tanques y demandas en el Macrosector km8 Carretera a Masaya

(1) Subsector Santo Domingo

1.1) Precondiciones

Este subsector tiene una altura sobre el nivel del mar entre 200m y 400m, y dentro del sector existe una gran diferencia de altura. A 325-375m de altura sobre el nivel del mar, hay un pozo conectado al tanque que está al lado del pozo o conectado directamente a la red. El HWL del tanque de Mirador, el más grande del subsector (1,890m³), es bastante alto con 298m, por lo tanto, para distribuir el agua desde la estación de bombeo del tanque de Km 8 ubicado a 217m de altura, es necesario garantizar una elevación de bombeo de unos 90m con tres bombas. Presión fue mas o mes 70m con dos bombas por medidor de presión.

Existen 3 bombas de distribución. Algunas veces funcionan 2 y otras veces 3. El tanque de Mirador cuenta con una bomba de transmisión y distribución para distribuir el agua hacia los alrededores y el curso superior por medio de un operador quien aumenta la presión de agua manipulando la válvula. El tanque de Mirador tiene función de almacenamiento y regulación de la transmisión de agua desde los pozos del curso superior y del tanque de Km8.

1.2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

Tabla 5.8 Información comercial de los microsectores del Sub-sector Santo Domingo

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m ³ /mes)	(L/seg)	
124	917	53407	20.6	
135	2,497	99,915	38.5	
Total	3,414	153,322	59.1	

Nota: Parte de microsector comercial es incluido en otro subsector

Tabla 5.9 Volumen de producción de los pozos en el Sub-sector Santo Domingo

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m ³ /hora)	(L/seg)
154	UNICA	80.6	22.4
138	Bosques de San Isidro	127.9	34.7
110	San Isidro de la Cruz Verde	74.2	26.0
124	La Hoyada	72.7	20.2
	Total	352.4	103.3
	Aporte Managua l o Aporte-rebombeo Km8	169.2	47.0
	Total	521.6	150.3

1.3) Resultados del análisis y puntos de consideración

Figura 5.11 y Figura 5.12 mostraran cuando este sector es separado hidráulicamente y con medidas de mejoramiento de suministro.

(a) En Santo Domingo y Km13 Carretera a Masaya, el volumen de producción de los pozos supera el volumen facturado. Si se puede regular en la hora pico, es posible reducir el caudal de distribución por bombeo desde el tanque de Km8 Carretera a Masaya.

(b) Las ampliaciones previstas de las instalaciones para fines de cálculos son las siguientes.

- Conectar el sistema hacia el tanque de Mirador con el sistema hacia el tanque de Santo Domingo para estabilizar la presión del curso superior del tanque de Santo Domingo. Esto se conseguirá manteniendo abierta válvula de Ø 4" ubicada de la pulperia Caldera 100 al Sur Este.
- Reemplazar 612m de tuberías, cambiando el diámetro de 50mm a 100mm en los extremos de las tuberías al Oeste del tanque de Mirador para mejorar la presión de agua.
- Instalar una válvula divisora de caudal de Ø 4" en el punto de entrada a la red al Norte del tanque de Mirador para regular el caudal de entrada desde el curso superior.
- Reemplazar 130m de tuberías, cambiando el diámetro de 75mm a 100mm en las tuberías del curso inferior del tanque de Mirador para mejorar la presión de agua.
- Ampliación de red de tubería con una Ø 150 mm y una longitud de 130m.

(C) Es necesario realizar Reparación de 2 orificios (fugas) en cuerpo de tanque metálico del Mirador.

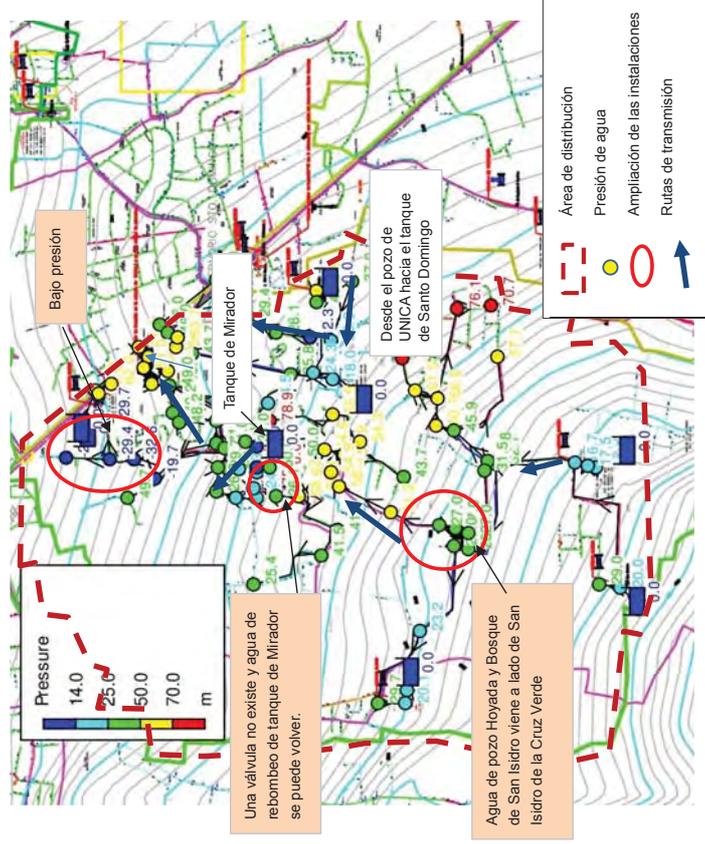


Figura 5.11 Resultados de los cálculos hidráulicos con separación del Sub-sector Santo Domingo

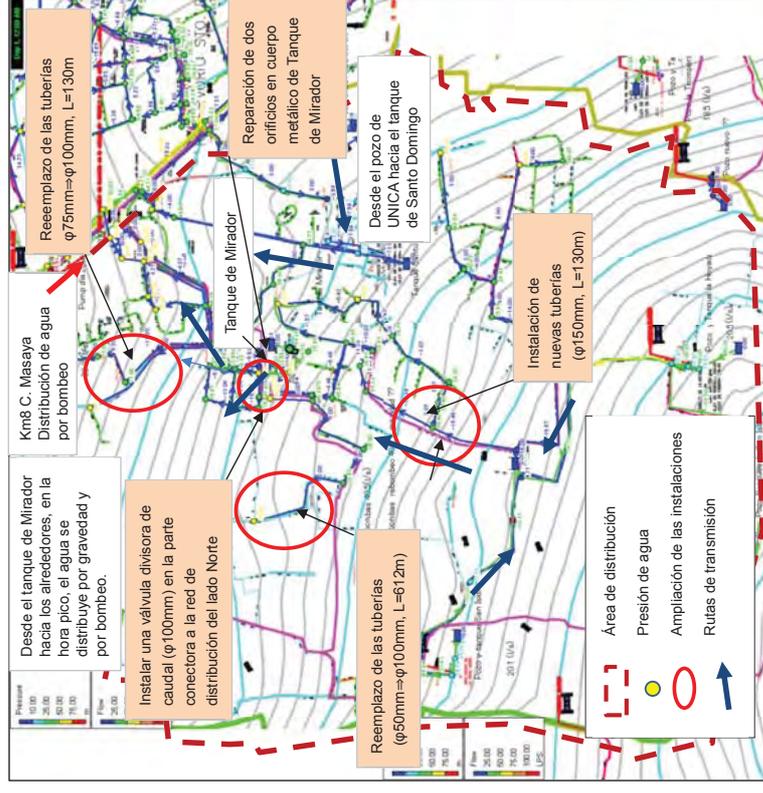


Figura 5.12 Resultados de los cálculos hidráulicos e inversiones necesarias en equipos del Sub-sector Santo Domingo

(2) Subsector Km10.5 y 13 Carretera a Masaya

2.1) Precondiciones

Aunque existen bastante cantidad de pozos ante el volumen de demanda de agua, las insuficientes instalaciones de distribución de agua no permiten garantizar el suficiente volumen de distribución durante el pico de demanda. El análisis aquí antepone la ejecución de obras de mejora de las instalaciones de distribución de agua.

2.2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos del subsector

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m ³ /mes)	(L/seg)	
134	2,631	66,169	25.5	

Tabla 5.10 Información comercial del Sub-sector Km13.5 Carretera a Masaya

Tabla 5.11 Volumen de producción de los pozos en el Sub-sector Km13.5 Carretera a Masaya.

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m ³ /hora)	(L/seg)
144	La Trompera	18.5	66.6
155	Xochitlán	43.1	155.2
132	San Antonio Sur	37.9	136.4
nuevo	Versalle	33.3	119.9
	Total	132.8	478.1
Aporte Managua Aporte rebombeo Km8		0	0
	Total	132.8	478.1

2.3) Resultados del análisis y puntos de consideración

Figura 5.13 y Figura 5.14 muestran el análisis considerando el sector separado hidráulicamente y con medidas de mejoramiento de suministro recomendadas.

La administración separada e independiente del agua en este macrosector es factible con la instalación de un tanque contiguo al pozo San Antonio, la reemplazo (ampliación del diámetro) y la ampliación de algunas tuberías. Para mejorar la situación de abastecimiento, es deseable desarrollar las obras de mejora de las instalaciones.

- Construcción de un tanque para el pozo San Antonio con una elevación de 350m (capacidad 1,600m³ equivalente a unas 12 horas de producción de pozo)
- Reemplazar 600m de tuberías, cambiando el diámetro de 100mm a 150mm en tubería existentes entre el pozo Xochitlán y pozo Versalle en la dirección Sur-este del macrosector, para distribuir el agua desde el nuevo tanque propuesta en San Antonio sur.
- Instalación de 1283m de tubería nueva en diámetro de 75mm desde las cercanías del pozo Xochitlán hacia el curso inferior (hacia la Carretera a Masaya), para garantizar la presión de agua

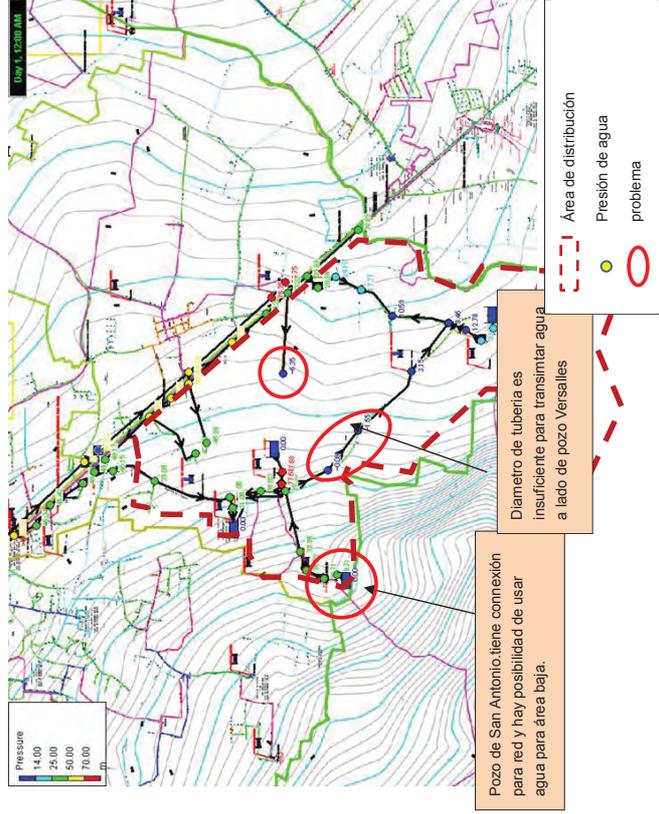


Figura 5.13 Resultados de los cálculos hidráulicos con separación del Sub-Sector Km 13 Carretera a Masaya.

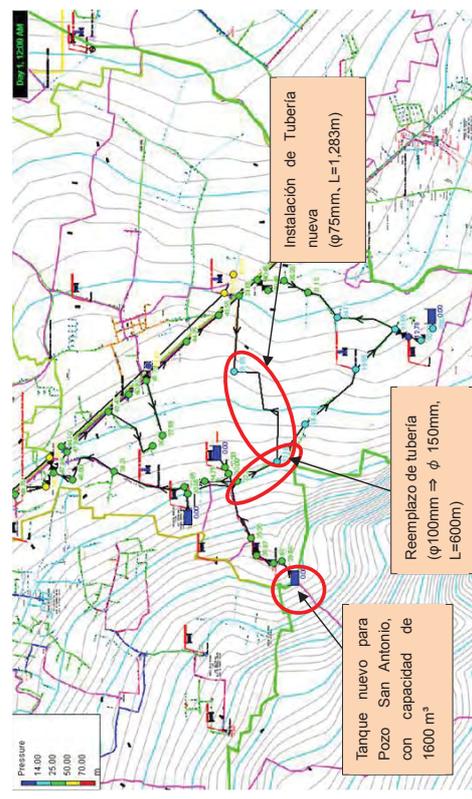


Figura 5.14 Resultados de los cálculos hidráulicos e inversiones necesarios en equipos del Sub-Sector Km 13 Carretera a Masaya.

(3) Subsector Las Colinas

3.1) Precondiciones

El Subsector Las Colinas está ubicado al Este de la Carretera a Masaya (ver la Figura 5.15). En el Subsector Las Colinas no hay pozos. Por lo tanto, este sector abastece el agua desde la estación de rebombeo del tanque de Km8 Carretera a Masaya.

3.2) Volumen facturado

Tabla 5.12 Información comercial del Subsector Las Colinas

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m ³ /mes)	(L/seg)	
125	2,201	67,240	25.9	
130	685	15,552	6	
131	2,863	85,452	33	
132	1,218	41,202	15.9	
Total	6,967	209,446	80.8	

Nota: Todo el agua es distribuida por Managua I, impulsada mediante las bombas de la estación de rebombeo de Km 8 Carretera a Masaya.

3.3) Resultados del análisis y puntos de consideración

Como no hay tanque de distribución en este subsector, el caudal en la hora pico se cubre con la bomba de distribución del Km8. Por el momento, este subsector no necesita nuevas instalaciones de mejora. Pero, había información de baja presión en algunos puntos, entonces, necesita chequear ubicación de tubería actual con data de AutoCAD.

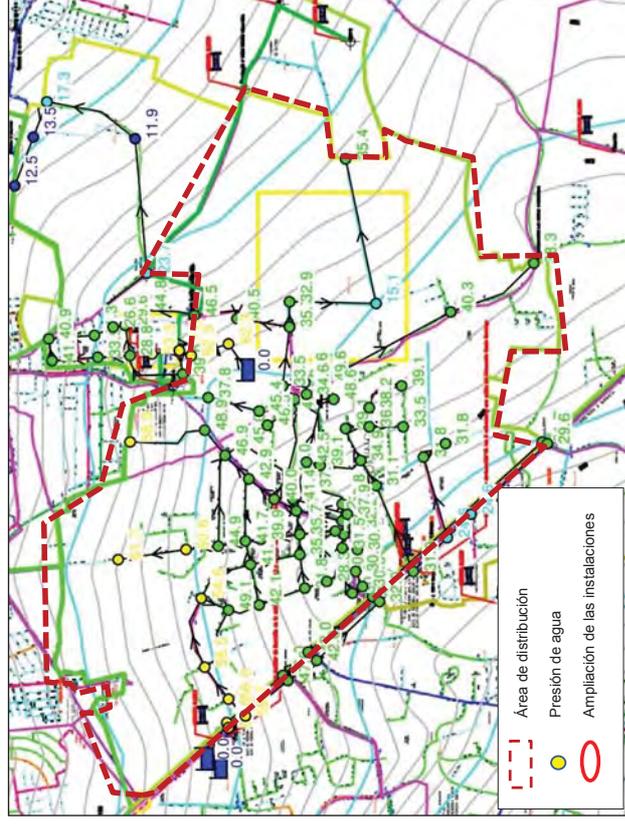


Figura 5.15 Resultados de los cálculos hidráulicos del Sub-sector Las Colinas

(4) Subsector Esquipulas

1) Precondiciones

En el Subsector Esquipulas, se ha construido un nuevo pozo Donatello. Asimismo, alrededor del pozo se han instalado nuevas tuberías de diámetro 150mm. El análisis se realizó basándose en estos datos más recientes.

2) Volumen facturado y volumen de producción de los pozos

Tabla 5.13 Información comercial en el Sub-sector Esquipulas

Microsector Comercial	Número de conexiones	Volumen facturado		Observaciones
		(m ³ /mes)	(L/seg)	
132	459	15,548	6.0	
133	1,769	37,070	14.3	
Total	2,228	52,618	20.3	

Tabla 5.14 Volumen de producción de los pozos en el Sub-sector Esquipulas

No.	Nombre del pozo	Caudal de producción	
		(m ³ /hora)	(L/seg)
Nuevo	Donatello	126	35
	Total	126	35
	Aporte Managua I	0	0
	Total	126	35

Nota: Aporte de managua I estimado 5.6 (L/s) en max. Horario

3) Resultados del análisis y puntos de consideración

Si bien es cierto este nuevo pozo puede cubrir suficiente caudal para el consumo promedio diario, en la hora pico hace falta el caudal, por lo que es necesario complementarlo desde la bomba de distribución de Km8 Carretera a Masaya. Como alternativas, el pozo Coro de Ángeles ubicado en lado este, se puede usar para distribución de parte norte este de subsector, se puede mandar agua y no sería necesario usarlas bombas de km8 C. Masaya en pico horario.

Por otro lado, nos han informado de que también recibiría el agua por algunas horas desde Veracruz, del lado Sur. Es necesario confirmar la necesidad en este aspecto durante la implementación en el terreno.

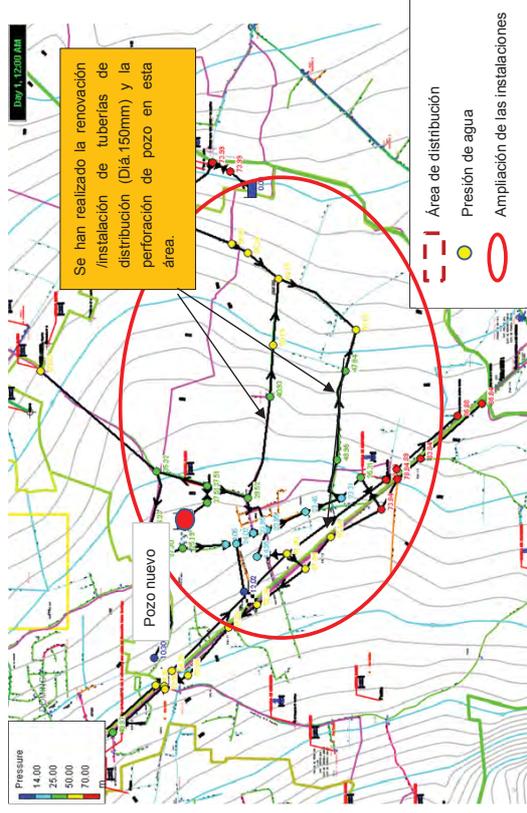


Figura 5.16 Mejoras previstas de las instalaciones y presión de agua según los cálculos del Sub-sector Esquipulas

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 actualmente en desarrollo a través del proyecto de BID 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 Altamira, 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 Altamira.

- Caudal de transmisión desde el Grupo de pozos Managua I
- Caudal de entrada y salida y nivel de agua en los tanques de Santo Domingo, Altamira y Mirador, 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 Altamira

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

<p>Managua I Fuente de Agua</p> <p>Salida de Managua I</p>	<p>Pozos de Managua I</p>
<p>Tanque de Santo Domingo</p> <p>Entrada de Tanque Santo</p> <p>Salida de Tanque Santo</p> <p>Nivel de tanque</p>	<p>Pozos de Santo Domingo</p>
<p>Tanque de Altamira Macro Sector</p> <p>Nivel de Tanque</p> <p>Entrada de Managua I 16"</p> <p>Salida de tanque 24"</p> <p>Entrada de San Judas #90 16" de Pozo Julio Martínez</p>	<p>Pozo Julio Martínez</p>
<p>Rebombeo</p> <p>Salida de rebombeo 16"</p> <p>Salida de rebombeo 12"</p> <p>Salida de tanque km8 16" (Valvula cerrada)</p> <p>Salida de tanque km8 12" (Valvura cerrada)</p>	<p>Pozo Area gravedad Los Gauchos</p> <p>Shell Metrocentro</p> <p>Máximo Jeréz</p> <p>Jorge Dimitrov</p> <p>La Catedral</p> <p>Isaías Gómez</p> <p>La Luz</p>
<p>Red</p> <p>Entrada de Asosocsa 24" sur de Laguna Tiscapa</p> <p>Entrada de Asosocsa 12" para #90</p> <p>Entrada de Asosocsa 16" para #90</p> <p>Salida de 12" las Americas</p> <p>Salida de 20" a UNANY San Judas</p> <p>Salida de 16" de Rebombeo de Altamira a Tanque km8 Salida de 12" de Rebombeo de Altamira a Tanque km8 Salida de 12" a Reparto Schick</p> <p>Salida de 4" a Reparto Schick</p> <p>Salida de 8" a #24</p> <p>Salida de 16" entre #33 y #42</p> <p>Salida de 6" a #40</p>	<p>Pozo Area Rebombeo</p> <p>Pancasán Nº 4</p> <p>Pancasán Nº 5</p> <p>Manolo Morales</p> <p>Km. 7 1/2 C. Masaya</p> <p>Centro América Nº 03</p> <p>Centro América Nº 04</p> <p>18 de Mayo</p> <p>Lomas del Valle</p>
<p>Tanque de Reparto Schick Macro Sector</p> <p>Nivel de Tanque</p> <p>Entrada de Managua I 16" (emergencia) Salida de tanque 12"</p> <p>Salida de tanque No. 112"</p> <p>Entrada de Pozo R. Schick #2</p> <p>Entrada de Pozo R. Schick #4</p> <p>Entrada de Pozo R. Schick #5, 6</p> <p>Salida de tanque No. 2.12"</p>	<p>Pozo a Tanque</p> <p>Pozo R. Schick #2</p> <p>Pozo R. Schick #4</p> <p>Pozo R. Schick #5</p> <p>Pozo R. Schick #6</p>
<p>Red Salida para #99 12"</p> <p>Salida para #100 y NDI 53 4"</p> <p>Salida para #42 18"</p> <p>Entrada de Altamira 12"</p> <p>Entrada de Altamira 4"</p>	

Figura 6.1 Rubros de monitoreo para los macrosectores Altamira

<p>Tanque km8 C. Masaya Macro Sector</p> <p>Tanque km8 Entrada de Managua 12" Salida 16" Salida 12"</p> <p>Pozo Pozo km8 C. Masaya</p> <p>Rebombeo Salida de rebombeo 8" Salida de rebombeo 12"</p>	<p>Santo Domingo Sub Sector</p> <p>Tanque de Mirador Entrada 12" Rebombeo de Mirador. Salida</p> <p>Red (Tubería C. Masaya) Salida a Tanque de Mirador 12" Salida a Tanque de</p> <p>Tanque de Santo Domingo Entrada 12" de Pozo UNICA Salida 12"</p> <p>Pozo Bosque de San Isidro</p> <p>Tanque San Isidro de Cruz Verde Pozo San Isidro de Cruz Verde</p> <p>Tanque de la Hoyada Pozo la Hoyada</p>	<p>10-1/2 y 13 C. Masaya Sub Sector</p> <p>Tanque de Tronpera Pozo Tronpera</p> <p>Red Salida de 6" x6" Salida de 6" x2" Salida de 12" x 4" Salida de 12" x 12" para Tanque de Tronpera Salida de 12" x 3" Salida de 4" x 4" Salida de 4" x 4"</p> <p>Tanque San Antonio (recomendación)</p> <p>Pozo Pozo Xochitlan Pozo San Antonio Sur Pozo San Antonio Versalle Pozo Veresalle</p>	<p>Las Colinas Sub Sector</p> <p>Red Salida de 12" x 6" para #125 Salida de 12" x 6" para #132 Salida de 6" x 6" para #132</p> <p>Esquipulas Sub Sector</p> <p>Red Salida de 6" x 6" para #132 Salida de 12" x 10" para #133 Salida de 12" x 2" para #132 Salida de 2" a Jaguillas Entrada de 12" Pozo km14,5 C. Masaya</p> <p>Pozo Donatello</p>
--	--	--	---

Figura 6.2 Rubros de monitoreo para el Macrosector Km8 Carretera a Masaya

6.3 Plan de monitoreo

A continuación, se muestra la ubicación del monitoreo del Macrosector Altamira, el Macrosector Reparto Schick y los 4 Subsectores de Km8. 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.

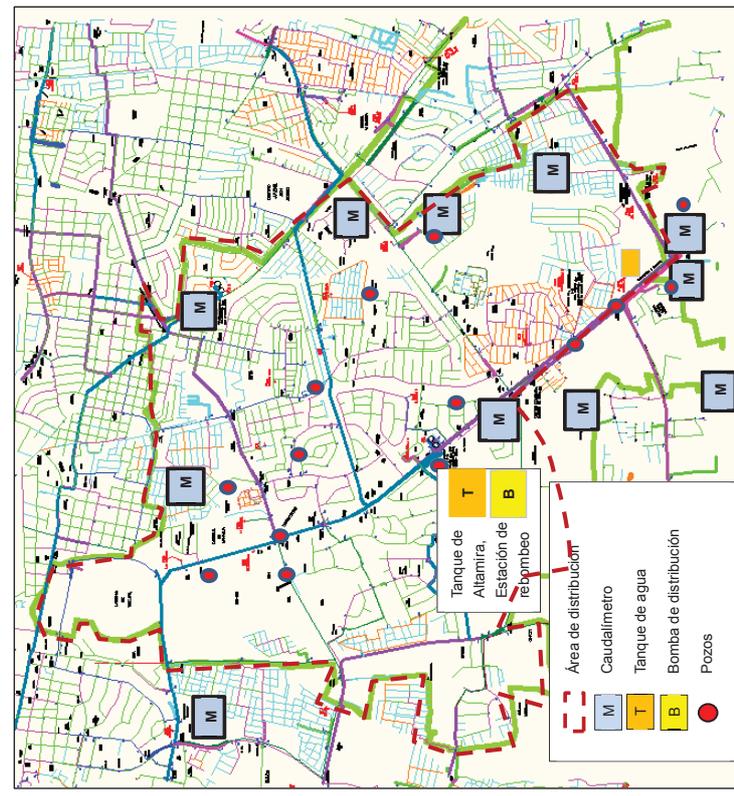


Figura 6.3 Ubicación del monitoreo en el Macrosector Altamira

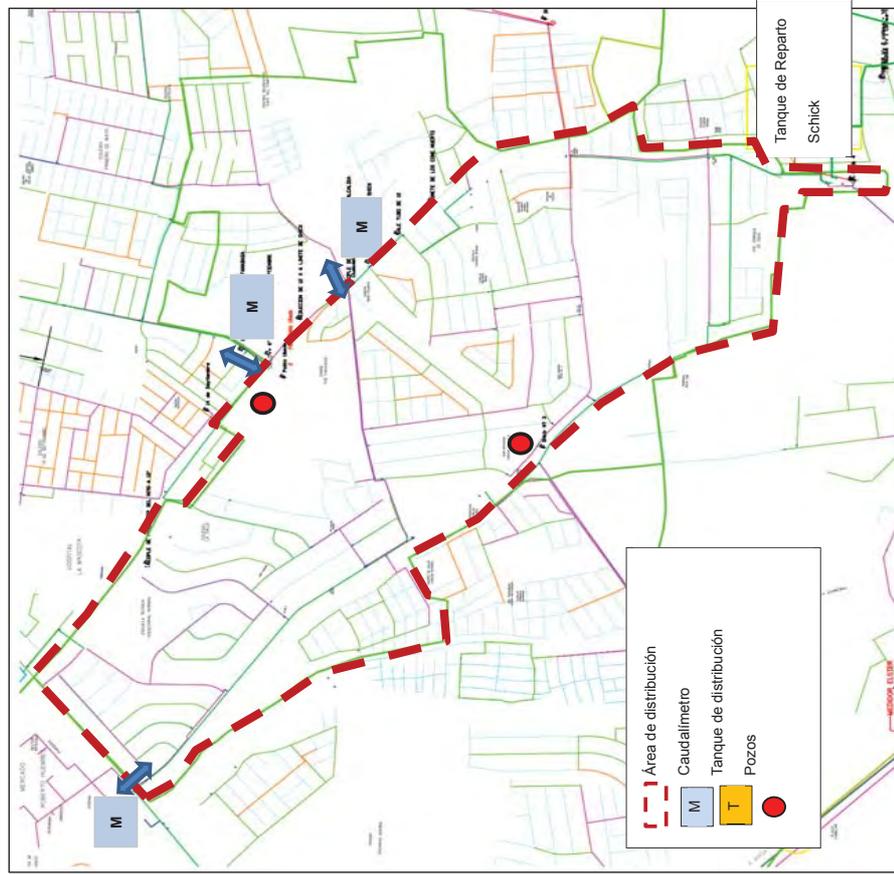


Figura 6.4 Ubicación del monitoreo en el Macrosector Reparto Schick

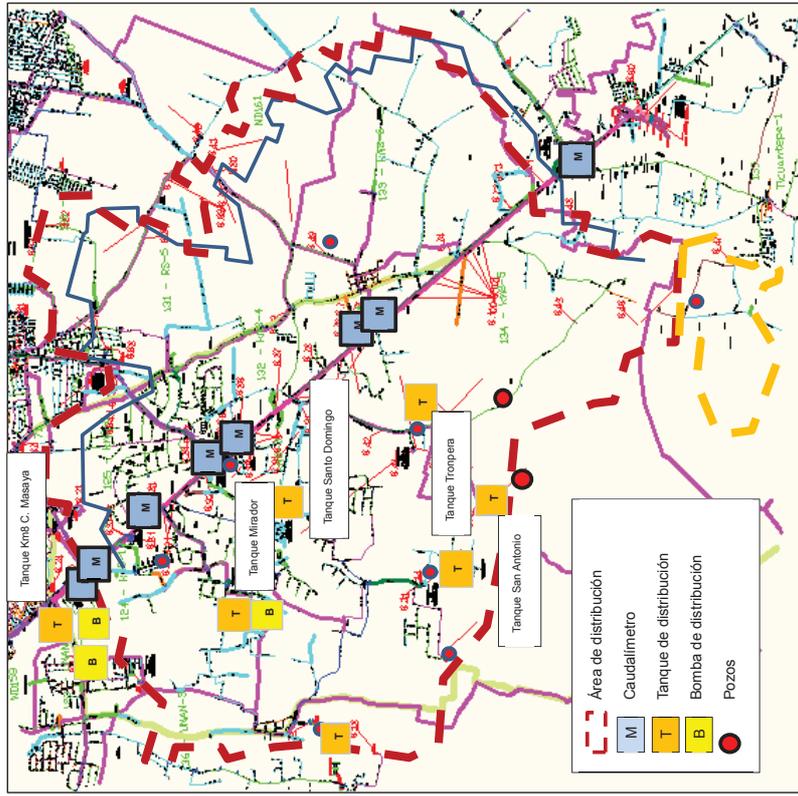


Figura 6.5 Ubicación del monitoreo en el Macrosector Km8 Carretera a Masaya

(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 Altamira (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 Altamira 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 Altamira 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.

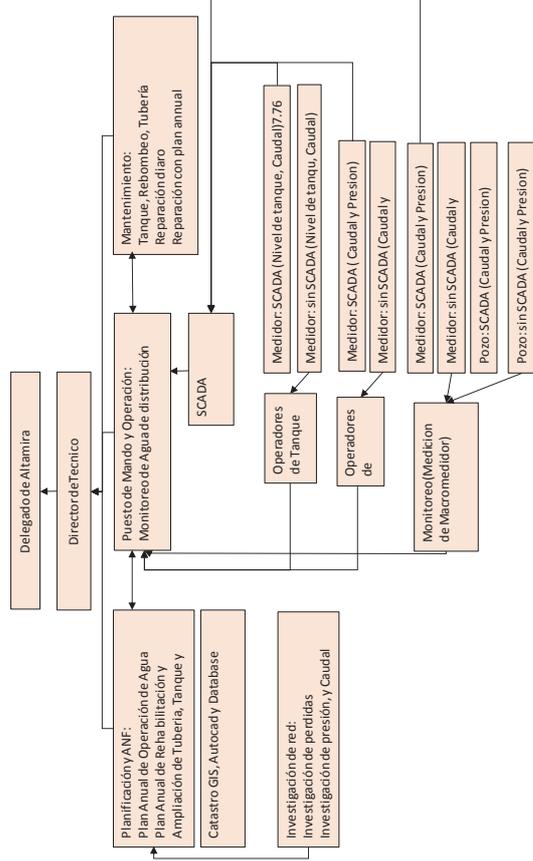


Figura 6.6 Flujo de monitoreo y operaciones

(Referencia) Acerca de la organización del Área de distribución de agua

Proponemos la siguiente organización y el número de personal de la delegación de Altamira que se considera necesario para el trabajo de monitoreo y operaciones.

Personal Estimado		Personal Estimado
1	Jefe de Técnico	
2	Planificación y ANF: (2) Plan Anual de Operación de Agua Plan Anual de Rehabilitación y Ampliación de Tubería, Tanque y Rebombeo Analysis y Control de ANF	18
1	catastro GIS, Autocad y Database (1)	
4	Investigación: (4) Investigación de pérdidas Investigación de presión, y Caudal	
6	Puesto de Mando de Altamira para Operación: Monitoreo de Agua de distribución Control de Operación SCADA Monitoreo (Medición de Macromedidor) (jefe (1)+Altamira (1)+R schick (1)+km8 (1))	15
3	Monitoreo y operación Medidor de caudal en red Altamira y R. Schick 2	
17	Personal Total Estimado	59
		42

Figura 6.7 Un ejemplo de la organización en relación al abastecimiento de agua en la Delegación Altamira

(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.

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
- Rebombeo: 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 Altamira, 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 Altamira, compatibilizar con SCADA los equipos de medición previstos a instalarse en los pozos, caudalímetros de redes de tuberías, tanques y estaciones de rebombeo.
- (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 Altamira 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.

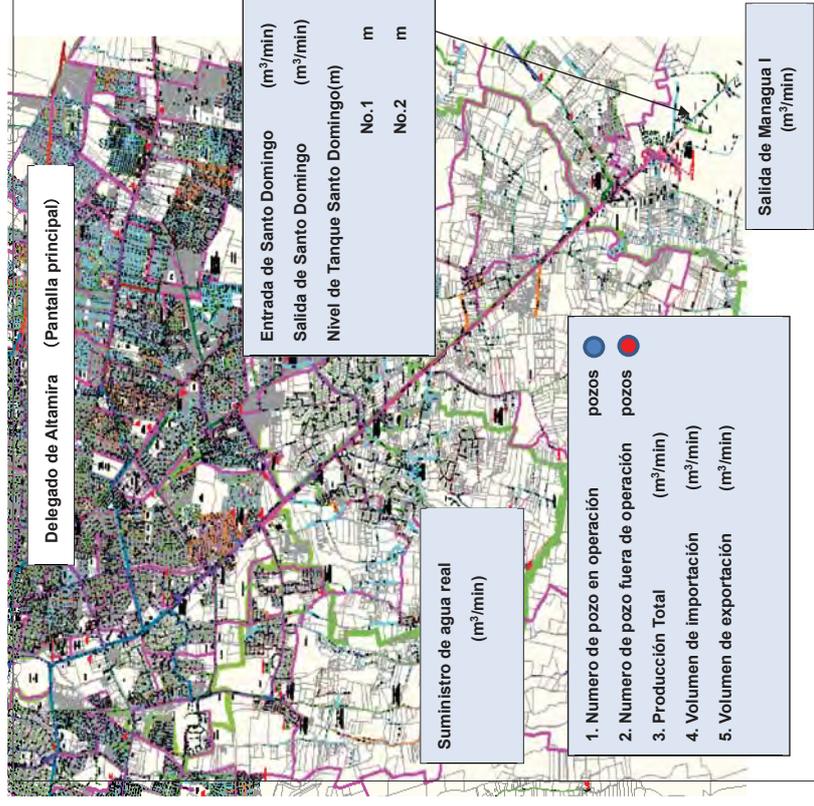


Figura 6.8 Imagen de la pantalla principal, Delegación Altamira

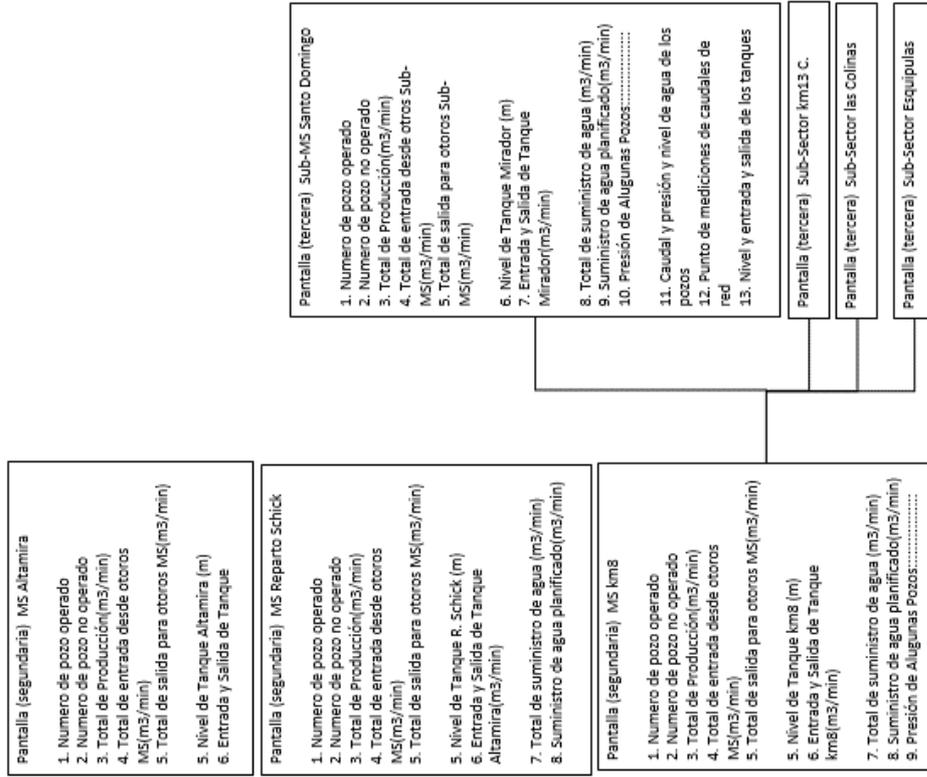


Figura 6.9 Rubros de gestión de la pantalla de SCADA, Imagen de los macrosectores y subsectores

6.4 Volumen de distribución desde la fuente de Managua I

El Grupo de pozos Managua I se encuentra a unos 220m de altura sobre el nivel del mar y de ahí se bombea el agua hasta el tanque de Santo Domingo ubicado a unos 250m de altura sobre el nivel del mar. Los tanques que reciben el agua de esta fuente son los siguientes: tanque de Reparto Schick (según programación de P.3), tanque de Km8, tanque de San Judas, (todos a unos 212m de altura) y tanque de Altamira (a unos 150m de altura).

Si consideramos el uso efectivo de la energía, es importante aprovechar la energía potencial del agua debido a diferencia de altura sobre el nivel del mar y realizar una operación que permita reducir lo más que pueda el volumen de agua rebombada desde el tanque que recibe el agua hasta un lugar más alto, esto también para reducir el consumo de energía eléctrica.

El volumen de distribución desde la fuente de Managua I ha cambiado en relación al plan inicial de las instalaciones debido a varios factores como cambios en el volumen y distribución de las demandas, construcción de nuevos pozos, pozos en desuso, etc.

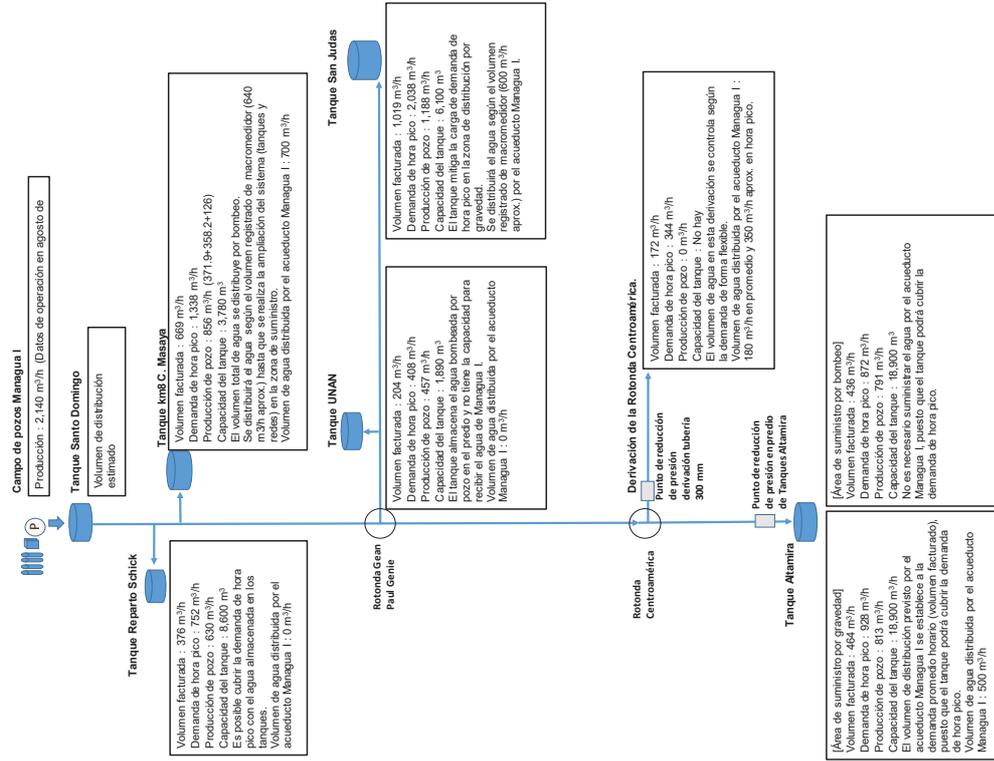


Figura 6.1 Volumen de distribución desde las fuentes de agua en Managua I

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 - Rehabilitación de equipos de SCADA existente.

Rehabilitación de equipos existente, reemplazo de equipos y accesorios averiados

1.2 -Integración de nuevos elementos al sistema SCADA para la Delegación de Altamira.

Modificación de Plan maestro, administración variable de monitoreo, aumento de licencia actual, suministro e instalación software de control.

1.3 - Equipamiento y accesorios para aislamiento de la Delegación Altamira.

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.- Control de fugas

2.1 - Reparación de fugas en tubería de conducción aérea ubicada en el puente del km14 Carretera a Masaya.

En la Línea de conducción de Ø 32" que conecta el Campo de pozos de Managua I con el Reservorio de Santo Domingo, exactamente en el km 14 de la carretera a Masaya se observa fuga constante en 2 uniones bridadas.

Esta Fuga se reparará con la banda HF especializada de prevención de fuga.

2.2 - Instalación de 1 VRP Ø 16" Tanques de Altamira

La diferencia de Nivel entre el Reservorio de Santo Domingo y los tanques de Altamira es de 101m, el cálculo estimado de pérdidas por fricción es de 24 m, La carga aproximada en la entrada de los tanques de Altamira es de 76m.

Es necesario la instalación de una VRP de Ø 16" con sus accesorios para disminuir.

2.3 - Reparación en Tanque de Mirador

Reparación de 2 orificios (fugas) en cuerpo de tanque metálico del Mirador.

3.- Conexiones domiciliarias y micro medición.

- 3.1 - Remplazo de tuberías de acometidas.
Se requiere realizar el remplazo de las tuberías de las acometidas para 52,600 conexiones que es el total de las conexiones de la Delegación de Altamira.
- 3.2 - Instalación de Micro Medición.
Instalación de 29,350 micromedidores, de los cuales 8310 son la cantidad de usuarios que actualmente no tienen medidor, adicional se incluirán 21040 medidores que equivalen al 40 % de los medidores que están instalados, se tomó como referencia el proyecto piloto para determinar un porcentaje de medidores que están en mal estado o ya cumplieron su vida útil y necesitan ser remplazados, con esto se estima que se logrará un 100% de medición real en la Delegación de Altamira.

B.-Efectos para mejorar los servicios de Agua.

4.- Macrosector Altamira.

- 4.1 - Instalación de 1 VRP Ø 12", rotonda Centroamérica
Sobre la línea de conducción de Ø 16" ubicada entre el Reservorio de Santo Domingo y los tanques de Altamira, en la rotonda Centroamérica existe una derivación de Ø 12" , en este sitio es necesario colocar un VRP con sus accesorios con el fin de controlar las sobre presiones en el área de planes de Altamira N°3

5.- Macrosector Km 8 Carretera Masaya.

5.1 Subsector Santo Domingo

- 5.1.1 - Instalación de válvula para aislamiento.
Instalar una válvula divisora de caudal de Ø 4" en el punto de entrada a la red al Norte del tanque de Mirador para regular el caudal de entrada desde el curso superior. (Ver Figura 5.12).
- 5.1.2 - Remplazo e instalación de nuevas tuberías,
a.- Remplazar 612m de tuberías, cambiando el diámetro de 50mm a 100mm en los extremos de las tuberías al Oeste del tanque de Mirador para mejorar la presión de agua. (Ver Figura 5.12).
b.- Instalar nueva red de tubería de Ø 150 mm, con una longitud de 130m. (Ver Figura 5.12).

- c.- Remplazar 130m de tuberías, cambiando el diámetro de 75mm a 100mm en las tuberías del curso inferior del tanque de Mirador para mejorar la presión de agua. (Ver Figura 5.12)

5.2.-Subsector Km13 Carretera a Masaya

- 5.2.1 - Construcción de nuevo Tanque cerca de Pozo San Antonio
Construcción de un tanque para el pozo San Antonio con una elevación de 350m (capacidad 1,600m³ equivalente a unas 12 horas de producción de pozo).
- 5.2.2 - Remplazo de tuberías.
emplazar 600m de tuberías, cambiando el diámetro de 100mm a 150mm en tubería existentes entre el pozo Xochitlán y pozo Versalle en la dirección Sur-este del macrosector, para distribuir el agua desde el nuevo tanque propuesto en San Antonio sur. (Ver Figura 5.13).
- 5.2.3 - Instalación de nuevas tuberías.
Instalación de 1,283m de tubería nueva en diámetro de 75mm desde las cercanías del pozo Xochitlán hacia el curso inferior (hacia la Carretera a Masaya), para garantizar la presión de agua.

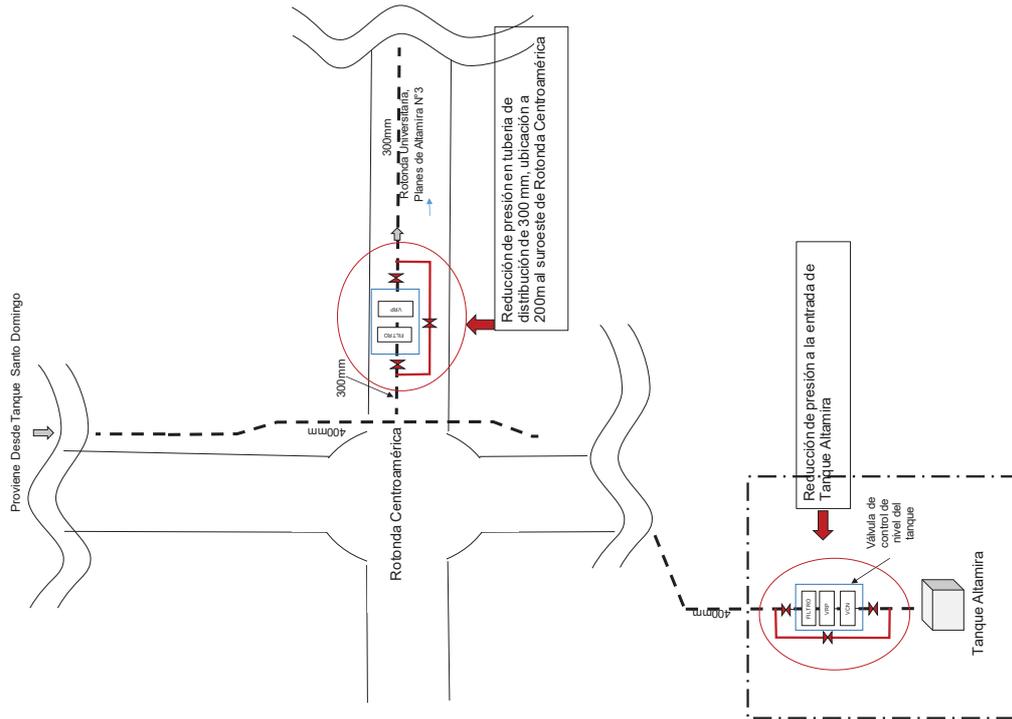


Figura 7.1 Puntos recomendables de reducción de presión en el acueducto de transmisión de Ø.400mm y en línea de distribución de Ø 300 mm.

Tabla 7.1 Resumen de las inversiones de la Delegación Altamira

No.	Rubro	Descripción general	COSTO	Observaciones
A.-Efecto de reducción de ANF				
1	SCADA y Macrosectorización		\$3,363,016.80	
1.1	Rehabilitación de equipos de SCADA existente.	Rehabilitación de equipos existentes, reemplazo de equipos y accesorios averiados	\$71,030.00	Informe de presupuesto y rehabilitación y mantenimiento correctivo SCADA MARZO 2019 por Puesto de Mando P3
1.2	Integración de nuevos elementos al sistema de SCADA para la Delegación de Altamira.	Modificación del programa Maestro. Elaboración de programa RTU remoto para el monitoreo. Administración de Variables de Monitoreo, con posibilidad de descarga de caudales y consumos energéticos. Aumento de Licencia actual en 300 punto de medición adicional por estación. Suministro de e instalación de software de control de RTU. Suministro de 4 usuarios para visualización de datos	\$834,000.00	Monto estimado equipo de formulación del proyecto BID

4	Macrosector Altamira	\$124,091.00	
B.-Efecto de mejora de los servicios de agua			
3.2	Instalación de Micro Medición.	\$1,174,000.00	Instalación de 29,350 micromedidores, de los cuales 8310 son la cantidad de usuarios que actualmente no tienen medidor, adicional se incluirán 21040 medidores que equivalen al 40 % de los medidores que están instalados, se tomó como referencia el proyecto piloto para determinar un porcentaje de medidores que están en mal estado o ya cumplieron su vida útil y necesitan ser reemplazados, con esto se estima que se logrará un 100% de medición real en la Delegación de Altamira.
3.1	Reemplazo de tuberías de acometidas	\$1,052,000.00	Se requiere realizar el reemplazo de las tuberías de las acometidas para 52,600 conexiones que es el total de las conexiones de la delegación
3 Conexiones Domiciliarias y Micro Medición			
2.3	Reparación en Tanque de Mirador	\$5,200.00	Reparación de 2 orificios (fugas) en cuerpo de tanque metálico del Mirador.
		\$2,226,000.00	Trabajo local, Reemplazo de superficie dañada.

Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la ciudad de Managua

2	Control de Fugas		
1.3	Equipamiento y accesorios para aislamiento de la Delegación Altamira.	\$2,457,986.80	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.
2.1	Reparación de fugas en tubería de conducción aérea ubicada en el puente carretera a Masaya del km 14 Carretera a Masaya	\$66,000.00	En la Línea de conducción de Ø 32" que conecta el Campo de pozos de Managua I con el Reservorio de Santo Domingo, exactamente en el km 14 de la carretera a Masaya se observa fuga constante en 2 uniones bridas. Esta Fuga se reparará con la banda HF especializada de prevención de fuga.
2.2	Instalación de 1 VRP Ø 16" Tanques de Altamira	\$269,364.00	La diferencia de Nivel entre el Reservorio de Santo Domingo y los tanques de Altamira es de 101m, el calculo estimado de pérdidas por fricción es de 24 m, La carga aproximada en la entrada de los tanques de Altamira es de 76m. Es necesario la instalación de una VRP de Ø 16" con sus accesorios para disminuir esta presión y evitar daños en las instalaciones.
		\$340,564.00	Estimación de costo de compra e material de reparación en mercado japonés. Incluye transporte e instalación
			Estimación de costo de compra e material de reparación en mercado japonés.

Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la ciudad de Managua

5.2	Subsector Km13 Carretera a Masaya	\$781,900.00	
		\$5,200.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PISASH,
5.2.1	Construcción de nuevo Tanque cerca de Pozo San Antonio	\$700,000.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PISASH, en ejecución actualmente en ENACAL
5.2.2	Reemplazo de tuberías.	\$43,400.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PISASH, en ejecución actualmente en ENACAL
5.2.3	Instalación de nuevas tuberías.	\$38,500.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PISASH, en ejecución actualmente en ENACAL
Total		\$6,875,571.80	

Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la ciudad de Managua

4.1	Instalación de 1 VRP Ø 12", rotonda Centroamérica	\$124,091.00	Estimación de costo de compra de material de reparación en mercado japonés. Incluye transporte e instalación
5	Macrosector Km 8 Carretera a Masaya	\$821,900.00	
5.1	Subsector Santo Domingo	\$40,000.00	
5.1.1	Instalación de válvula para aislamiento,	\$300.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PISASH, en ejecución actualmente en ENACAL
5.1.2	Reemplazo e instalación de nuevas tuberías.	\$24,600.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PISASH, en ejecución actualmente en ENACAL
		\$9,900.00	Referencia de costos de ejecución de obras dentro del proyecto PISASH, en ejecución actualmente en ENACAL

Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la ciudad de Managua

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 propuestos para la conformación de la Delegación de Altamira tal es el caso de macro sector Altamira, macro sector Reparto Shick y macro sector KM 8 Carretera a Masaya, 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 Altamira.

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:

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

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 Sábana
- Delegación Portezuelo

- Delegación Asoscosca

Para dar inicio a esta descentralización ENACAL está enfocado de cara al proyecto (NL1145) iniciado por el BID en el año 2018, en el que se abordan 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 Altamira, mejoramiento de la red de distribución de agua para la macrosectorización de la zona de Altamira.

Como parte del aporte de ProGestión a la gestión del proyecto BID 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 de Altamira obteniendo un costo estimado de material más mano de obra de USD \$2,457,986.80

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 de Altamira, presentada de manera individual por cada macro sector que la conforman.

Macro sector Altamira

- Instalar una válvula reductora de presión Ø 16" a la entrada de tanques de Altamira
- Instalar una válvula reductora de presión a tubería de distribución de Ø 12" cerca de rotonda Centroamérica dirección Suroeste hacia rotonda Universitaria

Macro Sector Km 8 Carretera a Masaya.

Sub Sector Santo Domingo

- Instalar una válvula divisora de caudal (ϕ 100mm) en la parte conectora a la red de distribución del lado Norte, Sector del Tanque el Mirador
- Reemplazar de las tuberías (ϕ 50mm \Rightarrow ϕ 100mm, L=612m)
- Instalación de nueva tubería de (ϕ 150mm, L=130m)
- Reemplazar de las tuberías ϕ 75mm \Rightarrow ϕ 100mm, L=130m
- Reparación de 2 fugas en Tanque de Mirador.

Sub Sector km 13 carretera Masaya

- Reemplazar de las tuberías (ϕ 100mm \Rightarrow ϕ 150mm, L=600m).
- Construir un nuevo tanque de distribución con capacidad de 1600 m³, contiguo al pozo San Antonio. La altura sobre el nivel del mar es de 350m y la transmisión de agua se realiza desde el pozo San Antonio.
- Instalación de nueva tuberías de (ϕ 75mm, L=1,283m).
- Reparación de fugas en tubería aérea en puente del km 14 Carretera a Masaya.

Recomendaciones Generales para la Delegación Altamira

- Rehabilitación de equipos existentes SCADA.
- Integración de nuevos elementos al sistema SCADA para la Delegación de Altamira.
- Reemplazo de las tuberías de las acometidas para 52,600 conexiones.
- Instalación de 29,350 medidores.

La eficacia de la puesta en marcha el plan de reducción de ANF depende del monitoreo conocer la presión de agua y el volumen de almacenamiento (nivel de agua) en los tanques, al conocer, registrar y analizar los resultados del monitoreo se podrá identificar las necesidades de mejorar o realizar nuevas construcciones en el sistema. En este documento en el capítulo 6.2 se encontrará el detalle de los sitios que se deben de monitorear dentro de la Delegación de Altamira.

Dentro de las consideraciones del presente informe en etapa preliminar se muestra un monto estimado de inversión para monitoreo y aislamiento (Válvulas y medidores) de la Delegación de Altamira, el que contempla visualizar en tiempo real mediante una plataforma TTSQL los volúmenes de agua producido por las respectivas fuentes, así como los volúmenes entregados por los reservorios y estaciones de bombeo.

Con la delimitación de los macrosectores y el planteamiento de los puntos de medición y monitoreo, como se mencionó anterior se realizó un análisis Hidráulicos en el que surgieron la recomendación para la mejorara, ampliación de la red y la construcción de nuevas instalaciones (Tanques) por lo que la estimación de costo de estas obras también es considerada en este informe.

Adicional se incluyen los costos de rehabilitación de los equipos e instalaciones del sistema SCADA que actualmente están dañados y de manera simultánea se incluye el costo de integración al sistema SCADA de pozos y tanques que se encuentran dentro de la Delegación Altamira, así como el equipamiento para el monitoreo en las nuevas oficinas de la Delegación.

Además de todas estas consideraciones en cuanto a aislamiento, monitoreo, actualizaciones de softwares y equipos, también se consideran los costos de reparación de fugas en dos puntos cruciales dentro de la red de conducción principal que alimenta la delegación de Altamira, tal es el caso de la fuga en el pase aéreo del Km 14 Carretera a Masaya tubería de ϕ 32", así como la reparación de tuberías y reemplazo de válvulas en la entrada a los tanques de Altamira.

El monto estimado para la ejecución de las actividades contempladas para el mejoramiento ampliación y optimización del sistema es de **USD. 6.875.571.80.**