

マナグア市無収水管理能力向上プロジェクト

合同終了時評価調査に係る

ニカラグア上下水道公社及び国際協力機構の

協議議事録

国際協力機構(以下「JICA」)及びニカラグア上下水道公社(以下“ENACAL”)の合同調査チーム(以下「チーム」)リーダーの望戸昌観及びホセ・イヴァン・ガルシア氏は2019年12月2～20日の間に「マナグア市無収水管理能力向上プロジェクト(以下“プロジェクト”)」の合同評価を実施した。

合同評価期間中、チームはプロジェクト地域を訪問し、プロジェクト関係者とプロジェクトに関する意見交換・協議を行った。

協議の結果、本議事録に添付した終了時評価調査報告書の内容について両者は合意した。

2019年12月17日 マナグア

---

望戸 昌観  
終了時評価団長  
独立行政法人国際協力機構(JICA)

---

Ervin Enrique Barreda Rodríguez  
総裁  
ニカラグア上下水道公社(ENACAL)

## 添付書類

### 1. プロジェクトの合同終了時評価の報告書

終了時評価報告書の内容は第 6 回合同調整委員会(JCC)にてチームにより説明された。プロジェクトの達成度、評価結果、得られた提言と教訓は会議において議論され、JCCにより合意され、承認された。

### 2. プロジェクト上位目標に向けた取り組み

ENACAL は上位目標の達成に向けて努力すること、プロジェクト終了 3 年後を目途に ENACAL と JICA の合同で事後評価を行うこと、評価方法については終了時評価報告書の記載事項を踏まえながら良好なコミュニケーションに基づき進めることを確認した。

**添付： 終了時評価調査報告書**

ニカラグア共和国

マナグア市無収水管理能力強化  
プロジェクト  
終了時評価調査報告書

令和2年1月

独立行政法人国際協力機構

地球環境部

# プロジェクト位置図





為替レート (2019年12月)

1 USD = 109.48500 JPY

1 Córdoba (NIO) = 3.288530 JPY

# 目 次

序文

プロジェクト位置図

写 真.....	i
略 語 一 覧.....	iii
<b>評価調査結果要約表</b> .....	iv
<b>Summary of the Joint Terminal Evaluation</b> .....	x
<b>Resumen de la Evaluación Final Conjunta</b> .....	xvi
<b>第 1 章 評価調査の概要</b> .....	1
1-1. 案件及び終了時評価の背景・概要.....	1
1-2. 終了時評価の概要.....	2
<b>第 2 章 評価の方法</b> .....	4
2-1. 調査手順.....	4
2-2. 評価 5 項目.....	5
2-3. 評価グリッド及び情報収集手段.....	5
<b>第 3 章 プロジェクトの実績と実施プロセス</b> .....	10
3-1. 投入の実績.....	10
3-2. 成果の達成度.....	11
(1) 成果 1 の達成度.....	11
(2) 成果 2 の達成度.....	12
(3) 成果 3 の達成度.....	13
(4) 成果 4 の達成度.....	13
3-3. プロジェクト目標達成の見込み.....	14
3-4. 上位目標達成の見込み.....	15
3-5. プロジェクトの実施プロセス.....	17
4-1. 妥当性.....	19
4-2. 有効性.....	21
4-3. 効率性.....	21
4-4. インパクト.....	22
(1) 上位目標達成の見込み.....	22
(2) 上位目標達成の阻害要因.....	23
(3) その他のインパクト.....	23
4-5. 持続性.....	24
4-6. 貢献要因及び阻害要因.....	26
(1) 効果発現に貢献した要因.....	26
(2) 問題点及び問題を惹起した要因.....	26
4-7. 結論.....	27

第 5 章 提言と教訓 .....	28
5-1. 提言 .....	28
5-2. 教訓 .....	32

## 附属資料

### 1. 協議議事録 (Minutes of Meetings : M/M)

Annex 1. PDM

Annex 2. PO

Annex 3. 専門家派遣

Annex 4. 機材供与

Annex 5. 本邦研修・第三国研修

Annex 6. プロジェクト現地経費

Annex 7. カウンターパートの配置

Annex 8. 評価グリッド

### 2. 評価グリッド (和・西)



## 略 語 一 覧

略語	西／英文	和文
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo / Spanish Agency for International Development Cooperation	スペイン国際開発協力庁
ANA	Autoridad Nacional de Agua	国家水監督局
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica	中米経済統合銀行
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios	ニカラグア上下水道公社
EU/UE	European Union / Unión Europea	欧州連合
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
JCC/CCC	Joint Coordinating Committee/Comité de Coordinación Conjunta	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JPY	Japanese Yen	日本円
IDB/ BID	Interamerican Development Bank/Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
IOV	Indicador Objetivamente Verificable	指標
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados	ニカラグア上下水道庁
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
M/P / PMA	Master Plan/Plan Maestro de Agua	マスタープラン
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OEA	Organización de Estados Americanos (OEA)	米州機構
PDM	Project Design Matrix / Marco Lógico del Proyecto	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PEDI	Plan Estratégico de Desarrollo Institucional ENACAL	ENACAL組織開発戦略計画
PISASH	Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano	水衛生セクター統合プログラム
PO	Plan of Operation / Plan de Operación	業務計画
POA	Plan Operativo Anual	年次事業計画
PROATAS	Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento	上下水道分野技術支援プログラム
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	監視制御システム

## 評価調査結果要約表

<b>1. 案件の概要</b>										
国名：ニカラグア共和国	案件名：マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト									
分野：給水	援助形態：技術協力プロジェクト									
所轄部署：地球環境部水資源第二チーム	協力金額（評価時点）：3,7 億円									
協力期間： 2017 年 1 月～2020 年 5 月 （3 年間 4 ヶ月）	先方関係機関：ニカラグア上下水道公社（ENACAL） 日本側協力機関：株式会社建設技研インターナショナル、株式会社日水コン									
他の関連協力： ・ 開発調査：マナグア市中長期上下水道施設改善計画調査（マスタープラン、2004～2005 年）										
<p><b>1-1. 協力の背景と概要</b></p> <p>ニカラグアでは、国家人間開発計画において「住民の安全な水への持続的なアクセス」を優先課題に位置づけ、首都圏や地方都市の上下水道事業を管轄するニカラグア上下水道公社（ENACAL）の組織強化に取り組んでいる。首都マナグア市における水道整備の支援は、日本をはじめ、米州開発銀行、世界銀行等が実施してきた。2005 年に JICA が実施した「マナグア市中長期水道施設改善計画調査」を通じて、2015 年を目標年次としたマナグア市水道施設改善計画（M/P）が策定され、マナグア市の水道整備の方向性が具体的に示された。ENACAL は、M/P で示された中・長期的なアクションプランに基づき、給水量拡大に向けた水源の開発・改修、送配水システムの拡張などの多くの事業を進めてきた。この結果、給水能力自体は大幅に向上しているが、一方で一日当たりの給水時間の目標である 16 時間給水ができていない地域が依然残されている。その原因としては、貯水施設の不足、配水管網の整備不足、物理的・商業的な水損失が大きいことなどが挙げられる。特に、無収水率については、2000 年以降 50% 台で推移しており、改善が必要である。これまでに給水量の拡大に焦点を当てた水道事業が実施されてきたが、無収水率を下げ、水道料金徴収額を増加させることが、ENACAL の経営財務面の改善において、また、水道施設の効率的・効果的な運営・維持管理においても重要である。</p> <p>こうした状況の中、本プロジェクトを通じて ENACAL の無収水管理能力を強化し、マナグア市内で実効的な無収水削減対策が実施されるための基盤整備を支援することが、日本側に期待されており、2017 年 1 月から 2020 年 5 月まで技術協力プロジェクト「マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト」を実施している。</p> <p><b>1-2. 協力内容</b></p> <p>(1) 上位目標：マナグア市における無収水削減への取組みが、計画的に実施される。</p> <p>(2) プロジェクト目標：マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される。</p> <p>(3) 成果</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ENACAL の無収水削減に係る計画策定能力が強化される。</li> <li>2) ENACAL の無収水削減に係る実施能力が強化される。</li> <li>3) 給水装置（給水管及び水道メーター）の設置に係る ENACAL の品質管理能力が強化される。</li> <li>4) ENACAL 技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化される。</li> </ol> <p>(4) 投入（評価時点）</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">日本側：</td> <td style="width: 40%;">専門家派遣 7 名</td> <td style="width: 40%;">機材供与 180 万円</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ローカルコスト 75 百万円</td> <td>事業用物品 11,7 百万円</td> </tr> <tr> <td></td> <td>研修員受入（本邦）10 名</td> <td></td> </tr> </table>		日本側：	専門家派遣 7 名	機材供与 180 万円		ローカルコスト 75 百万円	事業用物品 11,7 百万円		研修員受入（本邦）10 名	
日本側：	専門家派遣 7 名	機材供与 180 万円								
	ローカルコスト 75 百万円	事業用物品 11,7 百万円								
	研修員受入（本邦）10 名									

<p>ニカラグア カウンターパート配置 14名(延べ数) 施設提供：プロジェクト事務所 側： ローカルコスト負担 37百万円<sup>1</sup></p>	
<p><b>2. 評価調査団の概要</b></p>	
<p>調査者</p>	<p>日本側：          総括 望戸 昌観 JICA 地球環境部水資源第二チーム 課長          技術指導 横田 義昭 JICA 地球環境部 国際協力専門員          評価企画 村上 心 JICA 地球環境部水資源第二チーム 主任調査役          評価分析/給水 山田 のり子 有限会社アイエムジー パートナー          ニカラグア側：          José Iván García、計画部長、ENACAL          Jader Grillo、オペレーション部長、ENACAL</p>
<p>調査期間：2019年12月2日～2012年12月20日</p>	<p>評価種類：終了時評価</p>
<p><b>3. 評価結果の概要</b></p>	
<p><b>3-1. 実績の確認（成果及びプロジェクト目標の達成状況）</b></p>	
<p><b>(1) 成果の達成度</b></p>	
<p><b>成果1：ENACALの無収水削減に係る計画策定能力が強化される</b></p> <p>成果1の3つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果1はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>プロジェクト実施前は、無収水を毎年3～4%削減するという目標をENACAL内で掲げていたものの、達成のために必要な投資や具体的なアプローチは定まっていなかった。</p> <p>そのようなプロジェクト実施前の状況から、これまでのプロジェクト活動により、無収水削減実施基本計画、無収水削減マニュアル、パイロットプロジェクト完了報告書が適切に作成され、ENACAL職員の計画策定能力が強化された。</p> <p>さらに、2019年12月に、ENACAL組織開発戦略計画（PEDI）2020～2025年が策定されているが、同戦略計画の中で、2020年にENACAL自身の予算によってマイクロセクター10箇所における無収水削減対策を実施することが計画されている。</p>	
<p><b>成果2：ENACALの無収水削減に係る実施能力が強化される</b></p> <p>成果2の4つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果2はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>二つのパイロットプロジェクトを通じて、それぞれの無収水の構成要素が明らかになり、無収水率が減少に転じていることが確認されていること、それら活動を踏まえたワークショップが実施されている等、実質的に無収水削減の実施能力は強化されたといえる。</p>	
<p><b>成果3：給水装置（給水管及び水道メーター）の設置に係るENACALの品質管理能力が強化される</b></p> <p>成果3の2つの指標がすでに達成されたことを踏まえ、成果3はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>プロジェクト実施前は、漏水が発生する原因、対策方法等、基本的な知識が乏しかったため、漏水発生のリスクを長期的視点で思考することができず、低品質な施工や漏水を削減することができない状況にあった。本プロジェクトにおける配管工へのトレーニングやガイドラインの整備によって、漏水に関する基本的知識や正しい施工方法に対する理解が促進し、誤った施工例や注意点等を配管工へ示教することにより、給水装置の設置に係るENACALの品質管理能力が強化された。給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインは、ENACALイントラネットにアップロードされ、各職員が活用できるようになっている。また、技術仕様書ガイドラインを製本し、16県の支局の配管工に配布できるようにすることで、各支局を支援している。</p>	
<p><b>成果4：ENACAL技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化される</b></p> <p>成果4の3つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果4はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>パイロット研修の満足度が80%以上となっていること、TOTの受講者がパイロット研修の講師を務めたこと、さらにメータ検針訓練の立ち上げをENACALと専門家が協議しながら共同で</p>	

<sup>1</sup> JICA 精算レート 1コルドバ(NIO) = 3.288530円

行ったことにより、ENACAL 技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化された。

プロジェクト残り期間では、研修計画と教材は研修モジュールの構成に合わせて DVD に整理され、プロジェクト終了までに一元管理される。また、講師のリストが確定されたことで正式な任命が完了した。

## (2) プロジェクト目標の達成度（見込み）

指標の達成度を鑑みると、プロジェクト目標はプロジェクト期間内に達成された。

残りのプロジェクト期間では、無収水削減実施基本計画（運営計画や予算案含む）や技術者向けの研修計画について、ENACAL 内部の承認手続きを滞りなく進める必要がある。

## 3-2. 評価結果の要約

### (1) 妥当性：高い

水道分野への支援は、ニカラグア国民のニーズとも合致しており、ニカラグア政府の開発政策、日本政府の援助政策との整合性が高く、本プロジェクトのアプローチも ENACAL の無収水対策管理能力を向上するために適切であることから、妥当性は「高い」と評価される。

### (2) 有効性：高い

プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標は達成された。成果とプロジェクト目標の因果関係も明確であることから、本プロジェクトの有効性は「高い」と評価される。

### (3) 効率性：高い

プロジェクト活動実施に必要な投入は概ね適切に実施、有効に活用され、成果達成に寄与しており、効率性は「高い」と判断される。

ニカラグア・日本側双方の投入が、ほぼ適切に4つの成果とプロジェクト目標の達成に轉換されている。7名の専門家派遣、10名のニカラグア側C/Pの本邦研修、現地業務費と機材供与が、期待されたレベルの成果を発現させるために適切に実施された。

### (4) インパクト：比較的高い

無収水削減実施基本計画の第8章「短期/中期/長期アクションプログラム」で提示された支局レベルの無収水管理については IDB 及び EU の資金によって Altamira 支局の設立が進んでおり、同様に、他6つの市でも無収水削減活動が ENACAL の自主努力により進められマナグア市以外にプロジェクト期間中波及効果が発現している。Asososca 支局に必要な施設整備資金確保の見通しがまだ立っていないことや研修課の課長任命・組織体制の構築が進んでいないものの、本プロジェクトは大きなインパクトを発現する十分な可能性を有している。よって上位目標の達成見込みは概ね高いと見込まれる。

### (5) 持続性：比較的高い

Asososca 支局の資金確保の見通しがまだ立っておらず、国内の財政事情悪化に伴う今後の ENACAL への補助金の削減、米州機構、EU などによる制裁の可能性<sup>2</sup>も依然残っていることが不安材料として残っているものの、水衛生セクター統合プログラム (PISASH) で2014年から現在までの合計予算として9億 USD が確保されたこと、現在策定されている ENACAL 組織開発戦略計画：PEDI 2020～2025 の最優先事項に引き続き「無収水削減」が位置づけられていることは、本プロジェクトの持続性という観点でポジティブである。また、組織面での改革は、無収水実施基本計画に沿って既に一部が実施されており、技術面では、マイクロセクターレベルの無収水削減技術が他地域に移転され既にマナグア市以外にもそのノウハウが活かされていることから、本プロジェクトの持続性は「比較的高い」といえる。

## 3-3. 効果発現に貢献した要因

### (1) 計画内容に関すること

- パイロットプロジェクト成果の反映：本プロジェクトで実施されたそれぞれのパイロットプロジェクトの教訓は無収水削減実施基本計画にも反映された。パイロットプロジェクトを

<sup>2</sup> 米州機構、EU などの制裁の可能性に関し先方政府へヒアリングしたところ、可能性はないと回答であったが、他ドナーによると可能性はあるとのことで、和文報告書のみ記載。

通じて投入に対する費用対効果が定量化されることで、無収水削減実施基本計画への先方の理解が促進された。

- 本邦研修：本邦研修の中で日本人の仕事に対する姿勢、特にチームワークの大切さについて認識することで、それまでチームワークを意識してこなかった ENACAL 職員にとって、プロジェクトへの理解だけでなく、参加意欲の向上、チーム一丸となつての無収水対策削減に取り組むという姿勢へとつながった。

## (2) 実施プロセスに関すること

- ニカラグア側の強いコミットメント：プロジェクトのマネージャー、サブマネージャーは ENACAL の幹部であり、本プロジェクトの意思決定はそのまま ENACAL の新 ENACAL 組織開発戦略計画に反映されることになっている。また、ニカラグア国内での治安悪化を受け、2018 年 6 月から 10 月にかけて、専門家が国外退避となり、プロジェクト活動が一時的に中断されたが、当該国外退避期間、ENACAL 側が高いオーナーシップを発揮し、自身でプロジェクト活動を継続し、プロジェクト活動の遅延を最小限に抑える努力がなされた。

- ドナーとの協力：IDB、GIZ 及び EU との連携は本プロジェクトの上位目標達成に向けた重要な課題であったが、プロジェクト開始時点から JICA 事務所を交えた意見交換が行なわれることで両者の方向性を一致させ、IDB 及び EU による Altamira 支局支援、2019 年 4 月より GIZ による Asososca 支局支援の実現につながった。特に IDB との連携については、2018 年の世界水フォーラムで好事例として専門家からプロジェクト紹介を行い、JICA 本部及び IDB 本部のプロジェクトに対する認知度が向上し、今後の他国での連携の可能性にも寄与している。

### 3-4. 問題点及び問題を惹起した要因

#### (1) 計画内容に関すること

- 研修課長の不在：2017 年からは大統領府の指示の下、継続的な職員能力強化に取り組む必要性が ENACAL 内で共有され、年次研修プログラム策定が義務付けられたが、2018 年に研修課長が離任したため、人材部長及び計画局長がプロジェクト活動を進めたが、成果 4 の活動が一時的に遅れる等の影響が確認された。

#### (2) 実施プロセスに関すること

- 研修課の組織体制：2018 年から研修課長が不在となっており、研修課の組織体制が構築されていない中でのプロジェクト実施となった。プロジェクト実施中は計画局が研修課の代わりに必要な調整を行ったが、今後研修課長の任命、組織体制の構築が急務である。

### 3-5. 結論

本プロジェクトの各成果は相互に関係性を保っており、プロジェクト目標である無収水削減に向けた基盤整備に必要な活動は総じて優れた成果を出している。具体的には、無収水削減実施基本計画策定を通じた「計画策定能力強化」、基本計画に沿った無収水削減「実施能力の強化」、給水装置の設置に係る「品質管理能力強化」及び技術者向けの無収水対策「研修の計画・実施能力強化」の4つが主な成果である。

水道分野への支援は、ニカラグア国民のニーズとも合致しており、ニカラグア政府の開発政策、日本政府の援助政策との整合性が高く、本プロジェクトのアプローチも ENACAL の無収水対策管理能力を向上するために適切であることから、妥当性は高い。有効性については、プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標が達成される見込みは高く、成果とプロジェクト目標の因果関係も明確であることから高い。効率性についても、プロジェクト活動実施に必要な投入は概ね適切に実施、有効に活用され、成果達成に寄与しており、効率性は高いといえる。

一方プロジェクトのインパクトと持続性は、支局の設立や施設整備とアクションに必要な資金の確保という観点で、米州機構、EU などの制裁の可能性<sup>3</sup>による他ドナー支援への影響などの阻害要因が懸念される。また、現時点において、ENACAL 職員の能力強化が毎年スムーズに実施されるために重要な役割を担うべき、研修課の組織体制の構築、研修課課長の任命

<sup>3</sup>米州機構、EU などの制裁の可能性に関し先方政府へヒアリングしたところ、可能性はないと回答を頂いたが、他ドナーによると可能性はあるとのことで、和文報告書のみに記載。

が実現できてないことから、「概ね高い」である。

以上より、プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標は達成されたことを鑑みて、本プロジェクトは予定通りに終了することが妥当であると、本調査団は結論づけるものである。

### 3-6. 提言

#### (1) 短期（プロジェクト終了時までにはプロジェクト側が実施すべき事項）

##### ・ 研修課長の任命及びの研修課の組織体制構築

2018年の研修課長離任を受け、計画局長が研修課長の代わりに、無収水管理委員会と調整し、無収水対策能力向上に係る研修ニーズの把握・分析後、2020年の研修計画が策定された。同計画に沿った研修がスムーズに実施され、2021年研修計画を策定するためには研修課が本来の役割を担うこと、そのためにも研修課長の選定、任命が急務である。継続的な職員能力強化研修の実施のために、研修課長の選定、任命とともに、研修課の組織体制構築も必要である。

#### (2) 中長期（プロジェクト終了後にガーナ政府側が実施すべき事項）

##### ・ 無収水削減対策の推進に向けた資金確保

マナグア市の配水網管理は将来的に4つの支局の管轄下に移譲され、それぞれの支局が配水量（流入水量）と請求水量の管理・改善の責任を持つことが基本方針となっている。2018年よりIDBの資金を活用して4支局のうちの一つであるAltamira支局の設立と無収水管理の改善に向けたソフト/ハード面の初期投資が進められている。各国との関係、政治的事情如何により、今後IDBやEUによる支援継続の見通しが不明瞭であり、残る3支局の独立化に向けた資金源の確保が課題となってくるものの、Altamira支局の無収水管理の成否は、今後の他ドナーの協力の方向性を大きく左右することになる。従って、ENACALとしてもAltamira支局の無収水管理を成功裏に実現させ、組織体制の抜本的な改善を内外に示し、継続的な資金確保の道筋を確保することが重要である。

##### ・ ENACALの自助努力による無収水対策

本技プロの活動の中で2017年から2箇所で開催したパイロットプロジェクトを通じて習得した技術を活用し、マナグア市の他地域へ無収水削減活動を展開することは、プロジェクトの持続性確保に重要となる。

4つの支局設立やマクロレベルの無収水管理を実現するためには、大規模な資金投入が不可欠であるが、一方でENACAL自身が進められる資金規模で行うことができる無収水削減活動として、既存のマイクロセクターを活用した取り組みが挙げられる。実際、ENACALは2020年の計画として10箇所のマイクロセクターでパイロットプロジェクトに類似した活動を展開する予定である。今後5年以内で110箇所のマイクロセクターのほとんどで無収水管理が可能となることを想定しているが、無収水委員会が、各部局に対して監督・指導を行うことが重要である。また、このようなパイロットプロジェクトの水平展開に必要な予算の確保に向けて努力することが必要である。

##### ・ 将来的な配水網の更新に向けた計画づくりの必要性

既存の配水管網の状況について目を向けると、その老朽化は深刻なレベルにある。特に敷設延長の40%を占めるといわれる石綿管の更新は、今後20～30年後の健全な水道システムの実現に向けて避けて通れない問題である。プロジェクト活動の中で、既存の石綿管の脆弱度をテストした結果、明らかに老朽化が進んでいることが確認されており、このまま手を付けずに10～20年後経過した場合には、老朽化管路の存在は大きなリスクとなりうる。無収水削減活動を推進するのと同様に、現在の配水管網の脆弱度を正しく評価し、配水管の中長期的な更新計画を立案する作業に着手することが必要である。

##### ・ ENACALの経営体制の強化

2005年のMPにおいて、経営基盤の確立にむけた目標が挙げられているが、現時点においてほとんどが未達成である。このような状況ならびに本プロジェクトのパイロットプロジェクトを通じて得られた教訓を踏まえた、財務改善に向け次のとおり提言する。1)上下水道事業会計をマナグア市と地方部とで完全に分離し、個別の財務諸表を用いて、経営状況を分析できるようにすること。2)料金未納問題の改善を目的としたパイロットプロジェクトを立ち上げること。3)減価償却費の適正管理および、設備更新費用を安定的に確保すること。4)適正な

料金設定を可能とする枠組みを確立すること。5)これら関連する水道経営に関する研修を実施すること。

### 3-7. 教訓（当該プロジェクトから導き出された他の類似プロジェクトの発掘・形成、実施、運営管理に参考となる事柄）

#### (1) 無収水削減対策の進め方と投入規模

2箇所のパイロットプロジェクトを通じて、投入に対する費用対効果が定量化され、今後ENACALが無収水対策を継続するために望ましい取り組みの優先順位及び投入規模（どれぐらいの投資でどれだけの効果を得ることが可能か）を理解することができた。例えば、商業的な活動が活発な地域(AZA No.3)のほうが、一般住居が中心のMS No61よりも、投入に対する便益は明らかに大きくなり、またそうした地域では非合法接続の問題も深刻であることも分かった。

Altamira地域はマサヤ街道に面した商業活動が活発な地域であり、水需要や所得レベルも比較的高く、上記の成果を鑑みると投入に対する便益が高くなることが見込まれる。こうした状況を鑑みると、マナグア市の支局化の第一歩としてAltamira地域の支局化を先行して進めていることは、非合法接続対策機材等を用いた無収水削減対策などのパイロットプロジェクトの経験を活かすという意味でも大きな意味があり、同支局内の無収水管理を成功させることは、さらなるENACALの経営改善にも大きく貢献するはずである。

#### (2) プロジェクト持続性向上のための外部資金の確保

プロジェクト開始当初、ENACALは他ドナーからの援助に対し、支援内容についてドナー任せになりがちであったが、プロジェクトを通じた能力強化により、どんな支援が必要なのか、そして何を優先的に取り組むべきかがENACAL自身の中で明確になり、これまでの受け身の姿勢から、支援して欲しい内容をドナーと積極的に協議し、様々なドナー活動をアラインさせ、相乗効果を生み出すことを自身で考えるようになった。また、本プロジェクトの早い段階で、他ドナー（IDB、EU、GIZ）との信頼関係を構築しつつ上位目標達成に必要な外部資金をプロジェクト期間中に確保した。上位目標達成を目指した活動はプロジェクト開始の早い段階から他ドナーを巻き込んで実施することが重要であること、またそのためには、早い段階での先方政府のプロジェクト、特に上位目標達成に向けた道筋に対する理解が不可欠であり、そのための専門家からのサポートが重要である。

#### (3) その地域に有効な機材や技術の比較検討

本プロジェクトでは、様々な機材や技術（サーモグラフィカメラ、工業用内視鏡、地中レーダ探知法、通水時に伝搬する音の周波数特性の違い分析等）が現場で実際に使用されながら比較検討された。その結果マナグア市の無収水の大きな要因である非合法接続には地中レーダ探知法が有効であることが分かった。この結果を受け、ENACAL自身の予算で高額な機材を2019年に購入するに至り、使用開始2ヶ月で非合法接続が5件見つかり、その罰金・水道料金未払いに伴う収入は、機材投資金額（USD30,000）の約半分に相当するとのことである。

無収水対策に関し、どの機材・技術が有効かは国ごと、地域ごとの状況・事情で異なることがあり、本プロジェクトのようにいくつかの機材や技術を試し、その地域に有効なものを検討することが、無収水削減効果をより大きくする場合がある点、留意すべきである。

#### (4) 無収水対策に関するパラダイムシフト

本プロジェクト実施前は、無収水対策は漏水対策（フィジカル無収水対策）との認識のもと、対策が実施されていた。プロジェクト活動を通じて、コマーシャル無収水（商業的無収水）が全体の無収水の多くを占めていることが明確な数字で実証され、総裁レベルから技術者レベルまでのすべてのレベルで無収水に関するパラダイムシフトを引き起こし、最高責任者（総裁）のリーダーシップの元、プロジェクト実施期間中にENACAL本部の組織・制度改革が実施された。このように、無収水の真の原因の特定とその数値化と、それに対する理解、そして最高責任者のリーダーシップが重要であると考えられる。

## Summary of the Joint Terminal Evaluation

<b>1. Outline of the Project</b>							
<b>Country:</b> The Republic of Nicaragua	<b>Project Title:</b> Project for Strengthening Non-Revenue Water Management Capacity in Managua City						
<b>Issue/Sector:</b> Water	<b>Cooperation Scheme:</b> Technical Cooperation						
<b>Division in Charge:</b> Global Environment Division, JICA HQ	<b>Total Cost</b> (at the time of the evaluation): JPY 370 million						
<b>Period of Cooperation:</b> January, 2017 – May, 2020 (3 years and 4 months)	<b>Partner Country's Implementing Organization:</b> Nicaragua Water Supply and Sanitation Company						
	<b>Supporting Organization in Japan:</b> CTI Engineering Co., Ltd, Nihon Suido Consultants Co., Ltd						
<b>Related Technical Cooperation:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Study on Improvement of Water Supply System in Managua in the Republic of Nicaragua (2004-2005)</li> </ul>							
<b>1-1 Background of the Project</b>							
<p>The Republic of Nicaragua (hereinafter referred to as “Nicaragua”) has positioned "sustainable access to safe water for people" as a priority in its National Human Development Programme, and is working to strengthen the institutional capacity of Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (hereinafter referred to as “ENACAL”), the State owned water utility, which has jurisdiction over water and sewage projects in Managua and regional cities.</p> <p>The water supply sector in the capital city, Managua, has been supported by Japan International Cooperation Agency (JICA), the Inter-American Development Bank (IDB), the World Bank, and others. In year 2005, JICA supported the "Study on Improvement of Water Supply System in Managua in the Republic of Nicaragua" (hereinafter referred to as the “Master Plan”) which is a long-term improvement plan for the water supply system in Managua up to the year 2015. ENACAL has been implementing several projects proposed in the Mater Plan. As a result, ENACAL's water supply capacity has improved significantly, but there are still many areas that are unable to achieve the daily water supply goal of 16 hours. The shortage of water reservoirs, lack of maintenance of water facilities and physical and commercial water loses are some of the reasons of not being able to achieve this goal. In particular, the rate of Non-Revenue Water (NRW) has been consistently high at 50% since 2000. Reducing NRW in order to increase volume of water and collection of water tariffs has become one of the top priorities to improve ENACAL's financial deficit and ensure necessary investment fund to improve water supply services.</p> <p>Under these circumstances, JICA is supporting ENACAL's capacity for NRW management through the "Project for Strengthening Non-Revenue Water Management Capacity in Managua City" from January 2017 to May 2020 in order to establish a foundation for implementing measures to reduce NRW in a structured manner in Managua City.</p>							
<b>1-2 Project Overview</b>							
<p>(1) <b>Overall Goal:</b> Non-Revenue Water (NRW) measures are undertaken in a structured manner.</p> <p>(2) <b>Project Purpose:</b> The foundation for implementing measures to reduce Non-Revenue Water (NRW) in a structured manner is established.</p> <p>(3) <b>Outputs</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ENACAL's capacity to develop the NRW reduction plan is strengthened.</li> <li>2) ENACAL's capacity to implement actions to reduce NRW is strengthened.</li> <li>3) ENACAL's capacity to control the quality of home connection installation (pipes and micrometers) is strengthened.</li> <li>4) The capacity to plan and implement training on NRW reduction measures for ENACAL technical staff is strengthened.</li> </ol>							
<p>(4) <b>Inputs</b></p> <p><b>Japanese Government:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Japanese Experts: 7 persons</td> <td style="width: 50%;">Materials and Equipment: JPY1,8 million</td> </tr> <tr> <td>Overseas Training to Japan: 10 persons</td> <td>Borrowed equipment for donation: JPY11,7 million</td> </tr> <tr> <td>Local Expenses: JPY75 million</td> <td></td> </tr> </table>		Japanese Experts: 7 persons	Materials and Equipment: JPY1,8 million	Overseas Training to Japan: 10 persons	Borrowed equipment for donation: JPY11,7 million	Local Expenses: JPY75 million	
Japanese Experts: 7 persons	Materials and Equipment: JPY1,8 million						
Overseas Training to Japan: 10 persons	Borrowed equipment for donation: JPY11,7 million						
Local Expenses: JPY75 million							



<b>Nicaraguan Government:</b>	
C/Ps: 14 persons (currently 10) Budget: NIO 11,3 million	Facility: Project offices
<b>2. Evaluation Team</b>	
<b>Members of Evaluation Team</b>	<p>Japanese Side</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masami Moko, Leader Evaluation Team, Director, Division 2 Water Resources management, Dpt. Global Environment, JICA</li> <li>• Yoshiaki Yokota, Technical Adviser, Global Environment, JICA</li> <li>• Shin Murakami, Cooperation Planning, Division 2 Water Resources management, Dpt. Global Environment, JICA</li> <li>• Noriko Yamada, Evaluation, Analysis and Water Supply, IMG Inc., Partner</li> </ul> <p>Nicaraguan Side</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• José Iván García, Director Planning, ENACAL</li> <li>• Jader Grillo, Operation Manager, ENACAL</li> </ul>
<b>Evaluation Period:</b> 2 <sup>nd</sup> – 20 <sup>st</sup> December 2019	<b>Type of Evaluation:</b> Terminal Evaluation
<b>3. Evaluation Results</b>	
<b>3-1 Achievements of the Project</b>	
<b>(1) Achievements of the Outputs</b>	
<b><u>Output 1: ENACAL's capacity to develop the NRW reduction plan is strengthened.</u></b>	
Output 1 is assessed to be achieved during the project period based on the achievement level of its three indicators.	
Prior to the implementation of the project, ENACAL had set a target of reducing NRW annually by 3 to 4%, but the amount of investment and specific measures necessary to achieve this goal were unclear. The Basic NRW Reduction Plan, the NRW Reduction Manual and the pilot project reports were adequately prepared, and in this process, ENACAL's capacity to develop the NRW reduction plan was strengthened. In addition, ENACAL's Strategic Institutional Development Plan (PEDI) 2020-2025, which was being formulated in December 2019, has planned to reduce NRW in 10 micro sectors with ENACAL's own budget during 2020.	
<b><u>Output 2: ENACAL's capacity to implement actions to reduce NRW is strengthened.</u></b>	
Output 2 is assessed to be achieved during the project period based on the achievement level of its four indicators.	
ENACAL's capacity to implement measures to reduce NRW was strengthened through the implementation of two pilot projects and ENACAL's institutional will to replicate these experiences in all regional branches in the country with an emphasis on those with the highest rate of NRW.	
<b><u>Output 3: ENACAL's capacity to control the quality of home connection installation (pipes and micrometers) is strengthened.</u></b>	
Output 3 is assessed to be achieved during the project period based on the achievement level of its three indicators.	
Prior to the implementation of the project, technicians carried out their work on reducing water leakages without foreseeing the risks of their long-term interventions, which meant that the quality of their work was not necessarily the most appropriate. The theoretical and On the Job Training (OJT) trainings received during the project and the development of the technical specification guideline on the installation of home connections have strengthened the capacity of ENACAL to control the quality of home connections installation (pipes and micrometers).	
ENACAL's Organization and Methods Unit uploaded the electronic documents in their internal network so that technicians can download them meanwhile the project team will support printing and binding the guideline for distribution to all technical staff including those in the 16 regional branches.	
<b><u>Output 4: The capacity to plan and implement training on NRW reduction measures for ENACAL technical staff is strengthened.</u></b>	
Output 4 is assessed to be achieved during the project period based on the achievement level of its three indicators.	
Since the level of satisfaction of those who received pilot training exceeds 80%, the instructors were chosen from among those who received Train the Trainer (ToT) training, and the training in "meter reading technologies" was developed and carried out jointly between ENACAL and Japanese experts, it can be concluded that these processes have strengthened the capacity of ENACAL to plan and implement training on NRW reduction measures for their technical staffs.	

For the remaining project period, the overall training plan and the teaching materials will be organized in a DVD according to the structure of the training module to be centrally managed. ENACAL officials have also already been officially appointed as training instructors.

## **(2) Achievements of the Project Purpose (Prospect)**

The Project Purpose is assessed to be achieved during the project period based on the achievement level of its four indicators.

The Annual Operation Plan (POA) and budget are to be presented to the Board of Directors before March 2020.

### **3-2 Summary of Evaluation Results**

#### **(1) Relevance: High**

The relevance of the project is assessed as "high" because the project purpose is in line with the needs of the water sector in Nicaragua, with the development policies of the government of Nicaragua and with the Official Development Assistance (ODA) policies of Japan. In addition, the project approach is also deemed appropriate to strengthen ENACAL's NRW management capacity.

#### **(2) Effectiveness: High**

The effectiveness of the Project is assessed as "high" because the Project Purpose has been achieved during its implementation period and there is a clear linkage between the achievement of the Project Purpose and the successful production of the four planned Outputs.

#### **(3) Efficiency: High**

The Efficiency of the Project is assessed as "high" because inputs that are necessary for the implementation of project activities have generally been allocated and used effectively to contribute to the achievement of the Outputs.

#### **(4) Impact: Relatively High**

The impact of the Project is assessed as "relatively high".

To achieve the Overall Goal of the project "Non-Revenue Water (NRW) measures are undertaken in a structured manner " the "Basic Plan for Reduction of NRW" was developed and Chapter 8 "Short, Medium- and Long-Term Action Program" establishes necessary measures to be implemented until the year 2035. Part of the Program is already in the process of being implemented, such as the establishment of the Altamira Branch which has already secured the necessary funding from the IDB (USD 10 million) and the EU (EUR 9,5 million). Six cities are also implementing NRW reduction measures as a result of the trainings received by the counterparts during the Project and is being implemented under ENACAL's own initiative in coordination with the regional branches of these six cities. While funding for infrastructure development related to the reduction of NRW in Asososca Branch remains to be secured, ENACAL's institutional reform needs to continue and training of ENACAL's technical staff needs to be undertaken in accordance with the training plan; this project has sufficient potential to produce a positive impact and it can be said that the Overall Goal of the Project is likely to be achieved within three years of the project completion.

#### **(5) Sustainability: Relatively High**

The Sustainability of the Project is assessed as "relatively high". Although there are factors of concern mentioned above, positive aspects such as the ability of ENACAL to secure around USD 900 million since 2014 for the Comprehensive Human Program for Water and Sanitation Sector (PISASH) and that ENACAL continues having NRW reduction as its top priority in its new PEDI 2020-2025 can be mentioned. With regards to ENACAL's institutional, it was found that measures suggested in the Basic Reduction of NRW Plan has already been partially implemented. From the technical point of view, the reduction of NRW capacity at the micro sector level has been strengthened and this knowledge is being replicated in the implementation of NRW reduction activities in other six cities outside Managua.

### **3-3 Factors Promoting the Production of Effects**

#### **(1) Factors concerning planning**

- Including pilot activities to reflect what was learned in practice to the Basic NRW Reduction Plan was a very important factor in project planning. Lessons learnt through the pilot projects, especially the quantification of necessary investments and the expected cost-benefit outcomes of NRW activities, were key to understanding and drafting the Basic NRW Reduction Plan.
- Including training in Japan was another important decision taken during the project planning process. The training was not only beneficial for strengthening technical capacity but was important in order to achieve counterparts' understanding of the project, increasing ownership towards the

project as well as creating a teamwork spirit for the Nicaraguan side whom until that time were not able to work in close coordination.

## **(2) Factors concerning the implementation process**

- The high level of commitment of the Nicaraguan side was undoubtedly one of the key factors for the smooth implementation of project activities. During the project, from June to October 2018, public safety was affected; hence, measures were taken to evacuate Japanese experts during that period of time. However, the high leadership and efforts made by the Nicaraguan counterparts has allowed implementation of planned project activities without further delays.
- Interactions with other donors such as IDB, EU and GIZ including JICA Nicaragua office since the beginning of the project was instrumental in aligning the activities undertaken by the different actors and securing funds to achieve the Project's Overall Goal, which triggered IDB/EU support for the Altamira Branch and GIZ support for Asososca Branch (both are part of the four Branches in Managua City). In particular, cooperation with IDB was presented as a good example of cooperation at the World Water Forum 2018, and both JICA and IDB have improved their project awareness which is contributing to the possibility of future cooperation in other countries.

### **3-4 Factors Inhibiting project progress**

#### **(1) Factors concerning planning**

- To date, the Training Office has not been involved in the development of NRW training plans due to the retirement of the Head of the Training Office in 2018. The activities were temporarily undertaken by the Director of Planning, however, it has affected the activities of Output 4.

#### **(2) Factors concerning the implementation process**

- From 2017, the Government of Nicaragua's Presidential Office has ordered the development of an Annual Training Program for strengthening capacity of human resources. Under this circumstances, ENACAL has identified the need to relocate their Training Office currently under the Division of Human Resources to the Directorate of Planning. However, due to the absence of the Head of the Training Office, there has not been any progress. The NRW technical training program was developed in coordination with the Director of Planning but there is an urgent need to recruit the Head of the Training Office as well as restructuring the Training Office as soon as possible for the smooth implementation of training activities.

### **3-5 Conclusions**

The four Outputs of this project are linked to each other and the achievement of them leads to the achievement of the Project Purpose "the foundation for implementing measures to reduce Non-Revenue Water (NRW) in a structured manner is established". The four main outcomes are: 1) strengthening the planning capacity through drafting the Basic NRW Reduction Plan, 2) strengthening the capacity to implement actions to reduce NRW, 3) strengthening the capacity to control the quality of home connection installation, and 4) strengthen the planning and implementation capacity on NRW reduction training.

Support to the water sector is aligned to the needs of the Nicaraguan people, and it is in line with the Nicaraguan government's development policy and the Japanese government's ODA policy. Therefore, the relevance is "high". Efficiency is "high" because the project purpose has been achieved during its implementation period and there is a clear linkage between the achievement of the Project Purpose and the successful production of the four planned Outputs. In terms of efficiency, the inputs that are necessary for the implementation of project activities have generally been allocated and used effectively to contribute to the achievement of the Outputs, and it can therefore be said that the efficiency is "high".

On the other hand, the impact and sustainability of the project are considered "relatively high" because it is affected by hindering factors such as the lack of funding for infrastructure development related to the reduction of NRW in Asososca Branch. Another inhibiting factor is the delay in the appointment of the Head of the Training Office and the institutional reform of this Office which plays an important role in the implementation of the annual NRW technical training for ENACAL's staff.

The Terminal Evaluation Team concludes that the Project Purpose has been achieved during the project period; therefore, the Project is to be completed as scheduled.

### **3-6 Recommendations**

#### **(1) Short-Term Recommendations (Measures to Be Taken by the Project)**

- **Assignment of the Head of the Training Office and its Institutional Reform**

Due to the retirement of the Head of the Training Office in 2018, the annual training plan for 2020 has been developed through the temporary participation of the Director of Planning who coordinated with the NRW Committee to analyze and prioritize training needs. It remains to: 1) implement the trainings in 2020, 2) evaluate the trainings, 3) feedback and plan by May 2020 the annual training plan for year 2021, among other activities. To ensure the efficient implementation of all these activities, the role of the Head of the Training Office is paramount and its urgent to appoint the Head as well consider the needs of institutional reforms of the Training Office.

**(2) Medium to Long Term Recommendations (Measures to Be Taken by ENACAL after the Project)**

- **Securing funds to promote measures to reduce NRW**

Managua City's water distribution network will be decentralized in four Branch Offices in the future, and the basic policy is for each Branch Office to be responsible for the management and improvement of water distribution (inflow water and billed water). Since 2018, the establishment of the Altamira Branch Office, one of the four branch offices in Managua City, is underway investing in soft and hard components for NRW reduction through IDB/EU funds. However, there is still no funding secured for the rest of the three Branch Offices. The success or failure of the Altamira Office Branch in reducing NRW will greatly influence future cooperation of other donors in NRW. Therefore, it is important for ENACAL to successfully implement NRW reduction in Altamira Branch Office to show drastic improvements in order to ensure a path to continuous funding for NRW reduction.

- **ENACAL's own efforts for implementing NRW reduction measures**

For the sustainability of the project it is important that the skills and experiences acquired through the two pilot projects implemented since 2017 be replicated to other micro sectors in the city of Managua.

To achieve the establishment of the four branch offices in Managua city and their decentralized management, strong investment for infrastructure development is required. On the other hand, there are measures that can continue to be implemented with ENACAL's own efforts and funds such as NRW measures at the micro sectors level. In the city of Managua, there are 110 micro sectors, not all are yet hydraulically isolated but these activities can be implemented by ENACAL.

In fact, ENACAL plans to implement activities similar to the pilot projects in 10 micro sectors by 2020. In these 10 micro sectors, the NRW Committee plans to provide technical training in NRW reduction measures for technicians to be assigned to the four branch offices in Managua city. From 2021, these trained technicians are expected to lead NRW reduction activities at the micro sector level in their branch offices, which would cover most of the 110 micro sectors within five years. For the implementation of the activities, it is very important that the NRW Committee supervise these activities and provide technical advice to each of the branch offices.

It is therefore recommended that ENACAL continue securing its own funds for the implementation of NRW measures through their own technical staff to replicate activities similar to those implemented through the pilot projects.

- **Planning for the future renovation of the water distribution network**

The existing water distribution network in Managua City have serious concerned about their aging water pipelines. In particular, the renewal of asbestos pipelines representing 40% of the distribution network is one of the challenges that must inevitably be addressed in order to achieve an appropriate water distribution network in the next 20 to 30 years. The pipeline fragility test to asbestos pipelines carried out during the project's activities has shown clear evidence of aging and if actions are not taken in the following years, it can become a major threat. It is therefore recommended that, parallel to continuing implementing NRW reduction measures, an adequate assessment of the fragility of the water distribution network in the city of Managua be implemented to formulate medium to long term pipelines renewal plan.

- **Strengthening ENACAL's financial management**

In the 2005 Master Plan, measures for improving ENACALs financial status were established but most of them have not yet been implemented. Based on the results of the pilot activities, the following measures are recommended for the improvement of ENACAL's financial status: 1) separate water and sewage financial statements for Managua city and the regional branches in order to analyze their financial situation using individual financial statements, 2) launch a pilot project aimed at improving delays in debt payment, 3) establish exclusive accounts for the renovation of aging facilities, 4) establish a framework that enables setting appropriate water tariffs, and 5) conduct training to the staff for the achievement of these recommendations.

### **3-7 Lessons Learned**

- **Procedure for NRW reduction measures and the degree of investment**

Through the two pilot projects, the cost benefit of NRW reduction measures was quantified, which determined how to prioritize the micro sectors and the degree of investment required for the NRW reduction measures. For example, commercially active areas (AZA No. 3) were found to be more profitable than residential areas (MS No. 61) and that the problems of illegal connections in commercial areas are more serious.

The Altamira Branch Office, especially around Masaya highway is a very active commercial area and the demand for water and income levels are relatively high. Based on the pilot projects results, NRW reduction intervention in this area is expected to bear high financial and technical impact. The selection of Altamira Branch Office as the first place of intervention at the macro and micro sector level is therefore adequate and has a high value of being able to replicate what was learned through the pilot projects, especially the use of geo-radar for the detection of illegal connections. Success in these NRW reduction measures are expected to contribute significantly to the improvement of ENACAL's capacity to manage NRW.

- **Ensuring external funds to strengthen sustainability of project activities**

In order to secure funds for the sustainability of the project, as soon as the Project began, a trust relationship was established with other donors and necessary external funds from IDB, EU and GIZ were secured for NRW reduction activities that are all aligned with the Basic NRW Reduction Plan and contributes to the achievement of the Project Overall Goal. During this process, the counterparts has shifted its position from being a recipient of donations and carrying out activities of interest to donors to strengthen their knowledge on NRW, prioritize activities and force comprehensive work between different donors to create synergies and align different efforts. It was learnt that, for the sustainability of Project's activities, it is important that JICA Experts together with the counterpart clearly set the way forward for the achievement of the Overall Goal and engage with other donors from early stages of project implementation.

- **Testing various technologies to find the most suitable**

During the project, several technologies (thermal imaging cameras, industrial endoscopes, underground radar detection methods (geo-radar), underground water radiated noise frequency analysis, etc.) were tested. Within these technologies the underground radar detection method has been very successful in detecting illegal connections. Therefore, in 2019, ENACAL has procured with its own funds this expensive equipment (USD 30,000) which is giving very good results. In two months of use, five illegal connections have been detected and the total amount of fines and unbilled water payments amounts to about half the investment cost. It is important, to consider testing several technologies to analyze the most suitable technology for the project area since the results may be different from one country or region to another.

- **Paradigm shift on NRW by the highest authority**

Before the project, NRW was regarded as physical water loses, however, the importance of the commercial water loses and measures to be taken for its reduction have been quantified and demonstrated through the project. This has generated a paradigm shift over the concept of NRW from the highest authority (CEO) and all technicians in ENACAL. It is currently one of ENACAL's top priorities for which necessary institutional arrangements have been made at ENACAL Headquarter level. This process recognizes the importance of understanding the true cause of NRW, quantifying each of them as well as gaining the maximum authority understanding and leadership.

## Resumen de la Evaluación Final Conjunta

<b>1. Resumen del Proyecto</b>	
<b>País:</b> República de Nicaragua	<b>Título del Proyecto:</b> Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua
<b>Sector:</b> Agua Urbana	<b>Esquema de Cooperación:</b> Cooperación Técnica
<b>Oficina Encargada:</b> Medioambiente Global, JICA	<b>Costo Total</b> (al momento de la evaluación): JPY 370 millones
<b>Period of Cooperation:</b> Enero 2017 – Mayo 2020 (3 años y 4 meses)	<b>Entidad Ejecutora:</b> Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL)
	<b>Empresa Consultora:</b> CTI Engineering Co., Ltd, Nihon Suido Consultants Co., Ltd
<b>Proyectos de Cooperación Relacionados:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan Maestro para el Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Managua (2004-2005)</li> </ul>	
<b>1-1 Antecedentes del Proyecto</b>	
<p>En la República de Nicaragua, el Plan Nacional de Desarrollo Humano posiciona como tema prioritario “un acceso sostenible al agua segura para el pueblo” y está avanzando el fortalecimiento institucional de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (en adelante denominada como “ENACAL”), encargada de la gestión de implementar servicios de agua potable y alcantarillados en el área metropolitana de Managua y otras ciudades.</p> <p>En cuanto al desarrollo del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Managua, capital del país, distintas instituciones, tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (en adelante denominado como “BID”) y el Banco Mundial (en adelante denominado como “BM”), incluyendo el Gobierno de Japón, han venido brindando apoyo. En el año 2005, JICA apoyó en la elaboración del “Plan Maestro para el Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Managua (PMA)” proyectado para 2015. ENACAL ha venido implementando varios proyectos de acuerdo al PMA por lo que ha mejorado de forma significativa la capacidad de ENACAL para el suministro de agua en la ciudad de Managua, pero todavía hay muchos desafíos para la mejora de los servicios de suministro de agua.</p> <p>En particular, la tasa de Agua No Facturada (ANF) ha sido consistentemente alta, estimada entre el 40 y el 50 % en el 2012. La reducción de ANF se ha convertido en una de las principales prioridades para mejorar el déficit financiero de ENACAL y garantizar el fondo de inversión necesario para mejorar el tiempo de suministro de agua diario.</p> <p>En estas circunstancias, JICA está apoyando el fortalecimiento de la capacidad de ENACAL para implementar medidas efectivas para reducir el ANF en la ciudad de Managua desde enero de 2017 hasta mayo de 2020 a través del "Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de Agua No Facturada en la Ciudad de Managua" mediante el establecimiento de una base adecuada para implementar acciones contra ANF de manera planificada.</p>	
<b>1-2 Resumen del Proyecto</b>	
<p><b>(1) Objetivo Superior:</b> Las actividades de reducción de agua no facturada (ANF) en la ciudad de Managua se ejecutan de manera planificada.</p> <p><b>(2) Objetivo del Proyecto:</b> Se tiene la base adecuada para implementar acciones contra ANF en la ciudad de Managua de manera planificada</p> <p><b>(3) Resultados:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se fortalece la capacidad de ENACAL de elaboración del plan de reducción de ANF.</li> <li>2. Se fortalece la capacidad de ENACAL para ejecutar acciones para reducir ANF.</li> <li>3. Se fortalece la capacidad de ENACAL para controlar la calidad de la instalación de conexiones domiciliarias (tuberías y micromedidores)</li> <li>4. Se fortalece la capacidad de planificación y ejecución de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL.</li> </ol>	
<b>(4) Insumos</b>	
<b>Parte Japonesa:</b>	
Expertos Japoneses: 7 personas	Materiales y equipos: JPY 1,8 millones
Overseas Training: Japan 10 personas	Equipos prestados a donar: JPY 11,7 millones
Gastos Locales: JPY 75 millones	

<b>Parte Nicaraguense:</b>	
CP: 14 personas (actualmente 10) Gastos Locales: NIO 11,3 millones	Instalaciones: Oficina del Proyecto
<b>2. Equipo de Evaluación</b>	
<b>Miembros del Equipo de Evaluación</b>	(Lado Japones): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masami Moko, Líder del Equipo de Evaluación, Director, División 2 Manejo de Recursos Hídricos, Dpto. De Asuntos Ambientales Globales, JICA</li> <li>• Yoshiaki Yokota, Asesor Técnico, Asesor del Dpto. De Asuntos Ambientales Globales, JICA</li> <li>• Shin Murakami, Planificación de Cooperación, División 2 Manejo de Recursos Hídricos, Dpto. De Asuntos Ambientales Globales, JICA</li> <li>• Noriko Yamada, Análisis de evaluación y Suministro de Agua, IMG Inc., Socio</li> </ul> (Lado Nicaraguense): <ul style="list-style-type: none"> <li>• José Iván García, Director de Planificación, ENACAL</li> <li>• Jader Grillo, Gerente de Operaciones, ENACAL</li> </ul>
<b>Periodo de Evaluación:</b> 2–20 diciembre de 2019	<b>Tipo de Evaluación:</b> Evaluación Final
<b>3. Resultados de la Evaluación</b>	
<b>3-1 Logros del Proyecto</b>	
<b>(1) Logros de los Resultados</b>	
<b><u>Resultado 1: Se fortalece la capacidad de ENACAL de elaboración del plan de reducción de ANF.</u></b>	
<p>En base a que los tres indicadores del Resultado 1 ya se han logrado, se concluye que se ha logrado el Resultado 1 durante el período del proyecto.</p> <p>Antes de la implementación del proyecto, ENACAL había establecido la meta de reducir anualmente el ANF en un 3 a 4%, pero no se tenía claro la inversión y las actividades específicas necesarias para lograr dicho objetivo. El plan básico de reducción de ANF, el manual de reducción de ANF y los informes de los proyectos pilotos se prepararon adecuadamente, y en dicho proceso se ha fortalecido la capacidad de elaboración del plan de reducción de ANF. Además, el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional (PEDI) 2020-2025 de ENACAL que se encuentra en formulación en diciembre de 2019, tiene planeado reducir ANF en 10 microsectores con el presupuesto de ENACAL.</p>	
<b><u>Resultado 2: Se fortalece la capacidad de ENACAL para ejecutar acciones para reducir ANF.</u></b>	
<p>En base a que los cuatro indicadores del Resultado 2 ya se han logrado, se concluye que se ha logrado el Resultado 2 durante el período del proyecto.</p> <p>Se puede concluir que la capacidad de ENACAL para ejecutar acciones para reducir ANF fue fortalecida mediante la implementación de los dos proyectos pilotos y la voluntad institucional de replicar estas experiencias en todas las Delegaciones del país con énfasis en las que presentan los mayores índices de ANF.</p>	
<b><u>Resultado 3: Se fortalece la capacidad de ENACAL para controlar la calidad de la instalación de conexiones domiciliarias (tuberías y micromedidores).</u></b>	
<p>Dado que los dos IOVs del Resultado 3 ya se han logrado, se concluye que se ha logrado el Resultado 3 durante el periodo del Proyecto.</p> <p>Antes de la implementación del proyecto, los técnicos realizaban sus trabajos de reducción de fugas sin prever los riesgos de sus intervenciones a largo plazo, lo que hacía que la calidad de sus trabajos no sean necesariamente las más adecuadas. Las capacitaciones teóricas y prácticas recibidas durante el proyecto para la instalación de los equipos de conexión de agua potable y la elaboración de la guía de especificación técnica sobre la instalación de conexiones domiciliarias han fortalecido la capacidad de ENACAL para controlar la calidad de la instalación de conexiones domiciliarias (tuberías y micromedidores).</p> <p>La Unidad de Organización y Métodos publicó la guía elaborada en red interna de ENACAL para que los técnicos puedan descargarlos electrónicamente mientras que el equipo del proyecto apoyará con la impresión y encuadernación de la guía para su distribución al personal técnico incluyendo a todas las Delegaciones.</p>	
<b><u>Resultado 4: Se fortalece la capacidad de planificación y ejecución de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF para el personal técnico de ENACAL.</u></b>	
<p>Dado que los tres IOVs del Resultado 4 ya se han logrado, se concluye que se ha logrado el Resultado 4 durante el periodo del Proyecto.</p> <p>El hecho de que el nivel de satisfacción de los que recibieron la capacitación piloto supera el 80%,</p>	

de que los instructores fueron elegidos entre aquellos que recibieron capacitación ToT y de que la capacitación en “tecnologías sobre lectura de medidores” se elaboró y se llevó a cabo de forma conjunta entre ENACAL y los expertos japoneses, se puede concluir que estos procesos han fortalecido la capacidad de planificación y ejecución de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF del personal técnico de ENACAL.

En lo que resta del periodo del proyecto, el plan general de capacitación y los materiales didácticos se organizarán en un DVD de acuerdo con la estructura del módulo de capacitación para poder administrar los mismos de manera centralizada. Asimismo, los funcionarios de ENACAL ya han sido nombrados oficialmente como instructores de capacitación.

## **(2) Logro del Objetivo del Proyecto (Perspectivas)**

Dado que los cuatro IOVs del Objetivo del Proyecto ya se han logrado, se concluye que se ha logrado el Objetivo del proyecto durante el periodo del Proyecto.

Queda pendiente la presentación del POA y el presupuesto a la Junta Directiva antes de marzo 2020.

## **3-2 Resumen del Resultado de la Evaluación**

### **(1) Relevancia: Alta**

La relevancia del proyecto es “alta” debido a que los objetivos del proyecto son coherentes con las necesidades del sector de agua en Nicaragua, con las políticas de desarrollo del gobierno de Nicaragua y con las políticas de Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) de Japón. Además, el enfoque del proyecto es adecuado para fortalecer la capacidad de gestión de ANF de ENACAL.

### **(2) Eficacia: Alta**

La eficacia del Proyecto es “alta” debido a que se ha logrado el objetivo del proyecto durante su periodo de ejecución y se verificó una clara relación causal entre los resultados obtenidos y el logro del objetivo del proyecto.

### **(3) Eficiencia: Alta**

La eficiencia es “alta” debido a que los insumos necesarios para la implementación de las actividades del proyecto fueron suministrados generalmente en forma adecuada y se utilizan de manera efectiva, lo que contribuye al logro de los resultados.

### **(4) Impacto: Relativamente Alto**

El impacto generado por el Proyecto es “relativamente alto”.

Para lograr el objetivo superior del proyecto “las actividades de reducción de ANF en la ciudad de Managua se ejecuten de manera planificada” se elaboró el “Plan Básico de Reducción de ANF” el cual en su Capítulo 8 “Programa de acción de corto, medio y largo plazo” establece las acciones necesarias hasta el año 2035. Una parte de la misma ya se encuentra en proceso de implementación, tal como el establecimiento de la Delegación de Altamira que ya ha conseguido el financiamiento necesario del BID (USD 10 millones) y la UE (EUR 9,5 millones). Seis ciudades también se encuentran implementando actividades de reducción de ANF como producto de las capacitaciones recibidas por la contraparte durante el Proyecto y ejecutadas por iniciativa de ENACAL a las delegaciones de estas seis ciudades. Aunque queda pendiente asegurar el financiamiento para el desarrollo de las instalaciones relacionados con la reducción de ANF en la Delegación de Asososca, seguir con las acciones necesarias para la reforma organizativa e institucional de ENACAL y la capacitación del personal técnico de acuerdo con el plan de capacitación, este proyecto presenta potencial suficiente para producir un impacto positivo y se puede afirmar que es probable el logro del objetivo superior del proyecto.

### **(5) Sostenibilidad: Relativamente Alta**

La sostenibilidad del proyecto es “relativamente alta”

Aunque existen factores de preocupación mencionados más arriba sobre la falta de financiamiento para el desarrollo de instalaciones para reducción de ANF en la Delegación de Asososca, se puede mencionar como aspectos positivos que ENACAL ha logrado acumular alrededor de USD 900 millones para el PISASH y continúa posicionando como tema prioritario la reducción de ANF en su nuevo PEDI 2020-2025. En cuanto a la reforma organizativa e institucional de ENACAL, se constató que lo sugerido dentro del Plan Básico de Reducción de ANF ya se ha implementado parcialmente, también se constató que se ha fortalecido la capacidad de reducción de ANF a nivel de microsectores y que se están utilizando estos conocimientos en la implementación de actividades en otras ciudades fuera de Managua.

## **3-3 Factores promovedores**

### **(1) Planificación**



- Haber incluido las actividades pilotos de manera a reflejar lo aprendido en la práctica dentro del Plan Básico de Reducción de ANF fue un factor muy importante dentro de la planificación del proyecto. Las lecciones aprendidas a través del proyecto piloto, especialmente la cuantificación de las inversiones necesarias y los resultados que se pueden esperar (costo-beneficio) de las actividades de ANF fue clave para la comprensión y elaboración del Plan Básico de Reducción de ANF.
- Haber incluido las capacitaciones en Japón fue otro factor importante que se ha tomado durante el proceso de planificación del proyecto. La capacitación no solo fue útil para el fortalecimiento técnico, sino que fue importante para que, para lograr la comprensión del proyecto, el empoderamiento sobre el proyecto, así como el trabajo en equipo de la parte nicaragüense que hasta ese momento no lograba trabajar de manera muy coordinada.

## **(2) Implementación**

- El compromiso de la parte nicaragüense fue sin duda uno de los factores claves para la implementación fluida de las actividades del trabajo. Durante el proyecto, de junio a octubre de 2018, se generaron incidentes que deterioraron la seguridad pública por lo que se tomaron medidas para evacuar a los expertos japoneses durante ese periodo de tiempo, sin embargo, el alto liderazgo y esfuerzos realizados por la contraparte nicaragüense ha permitido la continuidad de las actividades del proyecto sin mayores atrasos.
- El diálogo con los demás donantes como el BID, UE y la GIZ incluyendo a la oficina de JICA Nicaragua desde el inicio del proyecto fue fundamental para alinear las actividades realizadas y asegurar los fondos necesarios para lograr el Objetivo Superior del Proyecto, el cual desencadenó en el apoyo del BID/UE a la Delegación de Altamira y de la GIZ para la Delegación de Asososca. En particular, la cooperación con el BID fue presentada como buen ejemplo de cooperación en el Foro Mundial del Agua 2018, y tanto JICA como el BID han mejorado su conocimiento sobre el proyecto contribuyendo así a la posibilidad de cooperación futura en otros países.

### **3-4 Factores inhibidores**

#### **(1) Planificación**

- Hasta la fecha, la Oficina de Capacitación no ha trabajado en la elaboración de los planes de capacitación de ANF debido a la salida del Jefe de la Oficina de Capacitación. Fueron subsanadas temporalmente mediante la participación del Director de Planificación, sin embargo, ha afectado temporalmente a las actividades del Resultado 4.

#### **(2) Implementación**

- Bajo el mando de Presidencia, a partir de 2017 se tiene la necesidad de elaborar el Programa Anual de Capacitación, tendencia por la cual, durante la implementación del proyecto, se había identificado la necesidad de reubicar a la Oficina de Capacitación. Sin embargo, por el mismo motivo de la ausencia del Jefe de la Oficina de Capacitación, tampoco se ha podido avanzar. La elaboración del Programa Anual de Capacitación fue temporalmente subsanada mediante la participación del Director de Planificación, sin embargo, para la sostenibilidad de las capacitaciones en temas relacionados a la reducción de ANF, es importante la restitución del Jefe de la Oficina de Capacitación, así como la reestructuración de la Oficina en la brevedad posible.

### **3-5 Conclusion**

Los cuatro resultados de este proyecto están relacionados entre sí y el logro de las mismas conlleva al logro del Objetivo del Proyecto “se tiene la base adecuada para implementar acciones contra ANF en la ciudad de Managua de manera planificada”. Los cuatro resultados principales son: 1) fortalecer la capacidad de planificación a través de la formulación del plan básico de reducción de ANF, 2) fortalecer la capacidad de ejecución de acciones para reducir ANF, 3) fortalecer la capacidad de gestión de calidad de las instalaciones de conexiones domiciliarias y 4) fortalecer la capacidad de planificación y ejecución de capacitación sobre las medidas de reducción de ANF.

El apoyo al sector de agua está alineado a las necesidades del pueblo nicaragüense, y es altamente consistente con la política de desarrollo del gobierno nicaragüense y la política de AOD del gobierno japonés. Por lo tanto, la relevancia es “alta”. La eficacia es “alta” porque el objetivo del proyecto se ha logrado dentro del periodo del proyecto, y la relación causal entre el resultado y el objetivo del proyecto es clara. En términos de eficiencia, los insumos necesarios para la ejecución de las actividades del proyecto se utilizaron por lo general de manera apropiada y efectiva, lo que contribuye al logro de los resultados, y se puede decir por lo tanto que la que la eficiencia es “alta”.

Por otro lado, el impacto y la sostenibilidad del proyecto se consideran “relativamente alta” debido a que la misma se ve afectada por factores de riesgo tales como el aseguramiento de los fondos necesarios para el establecimiento de las Delegaciones y para el desarrollo de instalaciones y acciones

necesarias para la reducción de ANF. Otro factor inhibitor es el atraso en el nombramiento del Jefe de la Oficina de Capacitación y la reforma institucional de su Oficina que debe desempeñar un papel importante en la implementación de las capacitaciones anuales del personal técnico de ENACAL.

Por lo mencionado, el Equipo de Evaluación Final del Proyecto concluye que el proyecto cerrará en el periodo programado, considerando que se ha logrado el objetivo del proyecto durante el periodo del proyecto.

### **3-6 Recomendaciones**

#### **(1) Recomendaciones a corto plazo (Medidas a ser implementadas por el Proyecto)**

- **Asignación del Jefe de la Oficina de Capacitación y su Reforma institucional**

Debido a la salida del Jefe de la Oficina de Capacitación en el año 2018, el plan anual de capacitación para el año 2020 ha sido elaborada mediante la participación temporal del Director de Planificación quien coordinó con el Comité de ANF para analizar y priorizar las necesidades de capacitación. Queda pendiente el proceso de implementación de las capacitaciones en el 2020, evaluaciones y retroalimentación para que, en mayo 2020, se vuelva a repetir el proceso de analizar y priorizar las necesidades de capacitación para el año 2021 entre otras actividades. Para asegurar la implementación eficiente de todas estas actividades mencionadas, el rol del Jefe de la Oficina de Capacitación es primordial por lo que se recomienda la asignación urgente de dicho personal, así como realizar la reestructuración institucional de dicha Oficina.

#### **(2) Recomendaciones a Mediano y Largo Plazo (Medidas a ser implementadas por ENACAL luego del cierre del Proyecto)**

- **Asegurar fondos para promover medidas de reducción de ANF**

La gestión de la red de distribución de agua de la ciudad de Managua se descentralizará a cuatro Delegaciones en el futuro, y la política básica es que cada sucursal será responsable de administrar y mejorar la distribución del agua (volumen de agua de entrada) y el volumen de agua facturado. Desde el 2018, se iniciaron actividades de inversión tanto en el software (capacitaciones) como el hardware (infraestructuras) necesarias para el establecimiento de la Delegación de Altamira a través de financiamientos del BID y la UE, sin embargo, todavía no se tiene asegurado el financiamiento para el resto de las tres Delegaciones. El éxito o el fracaso en el establecimiento y puesta en funcionamiento de la Delegación de Altamira influirá en gran medida en la cooperación futura de otros donantes para estos fines. Por ello se recomienda que las medidas de ANF se implementen con éxito en la Delegación de Altamira y se puedan demostrar mejoras drásticas de manera a asegurar el camino hacia un financiamiento continuo para las medidas de ANF.

- **Esfuerzos propios de ENACAL para las medidas de ANF**

Para la sostenibilidad del proyecto es importante que las capacitaciones y experiencias adquiridas a través de los dos proyectos pilotos implementados desde el 2017 puedan ser replicados a los demás microsectores de la ciudad de Managua. Para lograr el establecimiento de las cuatro Delegaciones y su macro sectorización, se requieren de fuertes inversiones. Por otro lado, existen medidas que pueden seguir siendo implementadas con esfuerzos y fondos propios de ENACAL como medidas de ANF a nivel de microsectores ya establecidos. En la ciudad de Managua existen 110 microsectores, no todos están hidráulicamente aislados pero estas mejoras pueden ser implementadas por ENACAL.

De hecho, ENACAL planea desarrollar actividades similares a los proyectos pilotos en 10 microsectores para el 2020. En dichos microsectores, se planea realizar la capacitación técnica en medidas de reducción de ANF a los técnicos a ser asignados en las cuatro Delegaciones a través del Comité de ANF. A partir del 2021, se espera que estos técnicos capacitados en el 2020 lideren las actividades de reducción de ANF a nivel de microsectores lo que permitiría cubrir a la mayoría de los 110 microsectores en un plazo de cinco años. Para la implementación del mismo, es de vital importancia que el Comité de ANF supervise estas actividades y proporcione asesoramiento a cada una de las Delegaciones. Por lo expuesto, se recomienda gestionar fondos propios, así como un mecanismo para la implementación sostenible de medidas de ANF a través de esfuerzos propios del personal técnico de ENACAL.

- **Planificación para la futura renovación de la red de distribución de agua**

La verificación del estado de la red de distribución de agua existente arroja resultados serios de redes de distribución deterioradas por el paso del tiempo. En particular, la renovación de las redes de asbesto que representan el 40% de la red de distribución, es uno de los problemas que debe ser inevitablemente abordado para poder lograr un sistema de distribución de agua apropiado en los próximos 20 a 30 años. La prueba de la fragilidad de las tuberías de asbesto realizadas durante las actividades del proyecto ha demostrado evidencias claras del deterioro de las mismas y de no tomar medidas en los siguientes años, estas se pueden convertir en una gran amenaza. Es recomendable por lo tanto que al tiempo de

seguir implementado medidas de reducción de ANF se implementen en paralelo una evaluación adecuada de la fragilidad de la red de distribución de agua de la ciudad de Managua para formular el plan de renovación de las mismas a mediano y largo plazo.

- **Fortalecimiento de la gestión financiera de ENACAL**

En el PMA del 2005, se establecieron objetivos para mejorar la gestión financiera, pero la mayoría de las mismas no se han logrado hasta el momento. En base a los resultados de las actividades pilotos, se recomiendan las siguientes medidas para la mejora de la gestión financiera: 1) Separar la gestión financiera de agua potable y alcantarillado público de la ciudad de Managua y las Delegaciones, para ello preparar los Estados Financieros por separado para poder analizar los mismos; 2) Establecer proyectos pilotos con el objetivo de mejorar los problemas de morosidad en el pago de las deudas; 3) Sobre la gestión adecuada de los gastos de amortización, establecer fondos/cuentas exclusivas para la reparación y renovación de instalaciones; 4) Establecer un marco que permita garantizar ingresos adecuados a la empresa que incluya la elaboración de una guía de cálculo de tarifas de agua; y 5) Llevar a cabo capacitaciones de los funcionarios encargados para el logro de estas recomendaciones.

### **3-7 Lecciones Aprendidas**

- **Procedimiento para medidas de reducción de ANF y grado de inversión**

A través de los dos proyectos pilotos, se cuantificó el costo beneficio de las medidas de reducción de ANF con lo cual se determinó como priorizar los microsectores y el grado de inversión necesario para la continuidad de las medidas de reducción de ANF. Por ejemplo, se constató que las zonas con una actividad comercial más activa (AZA No. 3) son más rentables que las zonas residenciales (MS No. 61) y que los problemas de las conexiones ilegales en las zonas comerciales son las más graves.

La Delegación de Altamira frente a la carretera Masaya es un área comercial muy activa y la demanda de agua y los niveles de ingresos son relativamente altos. En vista a los resultados anteriores, se espera que los beneficios de su intervención sean de alto impacto. Por lo descrito, la selección de la Delegación Altamira como primer lugar de intervención a nivel de macro y micro sector fue adecuada y tiene un alto valor de poder replicar lo aprendido en los proyectos pilotos, especialmente el uso del georradar para la detección de conexiones ilegales. Se espera que el éxito en estas actividades de reducción de ANF contribuyan significativamente a la mejora de la gestión de ENACAL.

- **Asegurar fondos externos necesarios para alcanzar la sostenibilidad de las actividades**

Para lograr asegurar fondos para la sostenibilidad del proyecto la contraparte ha cambiado de posición de ser un receptor de donación y realizar las actividades de interés de los donantes a fortalecer sus conocimientos sobre ANF, priorizar las actividades y forzar el trabajo integral entre los diferentes donantes para crear sinergias y alinear los diferentes esfuerzos. Tan pronto como el Proyecto inició, se estableció una relación de confianza con otros donantes y se logró asegurar fondos externos necesarios del BID, UE y GIZ los cuales están todos alineados al Plan Básico de Reducción de ANF y contribuyen al logro del Objetivo Superior del Proyecto. Es decir que, para la sostenibilidad de las actividades del Proyecto es importante que, desde el inicio del proyecto, los expertos del proyecto junto con la contraparte, establezcan claramente el camino a seguir para el logro del objetivo, especialmente el objetivo superior, para poder involucrar a otros donantes desde sus etapas iniciales.

- **Esfuerzos realizados con varias maquinarias y equipos para encontrar la tecnología más adecuada**

Durante el proyecto se probaron varios equipos y maquinarias (cámaras termográficas, endoscopios industriales, métodos de detección de radar subterráneo (georradar), análisis de frecuencia de sonido generado por el paso del agua, etc.). Dentro de estas tecnologías el método de detección de radar subterráneo ha dado muy buenos resultados por lo que ENACAL ha adquirido con fondos propios en el 2019 está maquinaria costosa (USD 30,000) para la detección de conexiones ilegales, misma que está dando muy buenos resultados. A dos meses de su utilización se han detectado cinco conexiones ilegales cuyo monto total por pago de multas y pagos no facturados asciende a aproximadamente la mitad del costo de inversión para la adquisición de la maquinaria. Es importante, por lo tanto, considerar la posibilidad de probar varias maquinarias y equipos para poder analizar cuál es la más adecuada para el área del proyecto ya que los resultados pueden ser diferentes de un país o región a otro.

- **Cambio de paradigma sobre el ANF por parte de la máxima autoridad**

El ANF era considerado como fugas físicas, sin embargo, se ha cuantificado la importancia de la ANF comercial y las medidas a ser tomadas para su reducción. La misma ha generado un cambio de paradigma sobre el ANF, sido comprendida desde la máxima autoridad y todos los técnicos. Actualmente es una de las prioridades de la empresa para lo cual se han realizado los cambios institucionales necesarios a nivel de ENACAL Central. Mediante este proceso se reconoce la importancia de obtener el liderazgo de las autoridades máximas, el reconocimiento de la verdadera causa de la ANF y la cuantificación de las mismas.

## 第1章 評価調査の概要

### 1-1. 案件及び終了時評価の背景・概要

#### (1) 案件及び終了時評価の背景

ニカラグアでは、国家人間開発計画において「住民の安全な水への持続的なアクセス」を優先課題に位置づけ、首都圏や地方都市の上下水道事業を管轄するニカラグア上下水道公社（ENACAL）の組織強化に取り組んでいる。

首都マナグア市における上水道整備の支援は、日本をはじめ、米州開発銀行、世界銀行等が実施してきた。2005年にJICAが実施した「マナグア市中長期上水道施設改善計画調査」を通じて、2015年を目標年次としたマナグア市上水道施設改善計画（M/P）が策定され、マナグア市の上水道整備の方向性が具体的に示された。ENACALは、M/Pで示された中・長期的なアクションプランに基づき、給水量拡大に向けた水源の開発・改修、送配水システムの拡張などの多くの事業を進めてきた。この結果、マナグア市において、ENACALによる給水能力は大幅に改善したものの、水道サービス全体では多くの課題が存在している。特にマナグア市の無収水率は、2012年時点で40～50%と推定されている。ENACALの経営基盤を健全化し、安定した水道事業を展開するためには、無収水率を低下させることが最優先課題となっている。

こうした状況の中、本プロジェクトを通じてENACALの無収水管理能力を強化し、マナグア市内で実効的な無収水削減対策が実施されるための基盤整備を支援することが、日本側に期待されており、2017年1月（業務実施契約は2016年12月）から技術協力プロジェクト「マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト」を開始している。

今回実施する終了時評価調査は、2020年5月のプロジェクト終了を控え、プロジェクト活動の実績、成果を評価、確認するとともに、今後のプロジェクト活動に対する提言及び今後の類似事業の実施にあたっての教訓を導くことを目的とする。

なお、本プロジェクトは、新モニタリング方式を採用しており、プロジェクトのインパクトや効果の確認は6ヶ月毎のモニタリング、並びにプロジェクト終了時にプロジェクト専門家とC/Pによって作成される事業完了報告書（Project Completion Report：PCR）にて確認することになっている。

第三者の視点により客観的・俯瞰的にプロジェクトを評価すること、評価だけでなく上位目標達成に必要と考えられる具体的プロセス（ソフト面、ハード面）や新たなニーズ発掘も含めて調査することが適切であることを踏まえ、コンサルタント（評価分析/給水）を備上して終了時評価が行われた。

#### (2) 案件概要

プロジェクト名	マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト
対象地域	マナグア市
協力期間	2017年1月～2020年5月
相手国関係機関	ENACAL

プロジェクトの上位目標	マナグア市における無収水削減への取組みが、計画的に実施される。
プロジェクト目標	マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される。
成果	1. ENACAL の無収水削減に係る計画策定能力が強化される。 2. ENACAL の無収水削減に係る実施能力が強化される。 3. 給水装置（給水管及び水道メーター）の設置に係る ENACAL の品質管理能力が強化される。 4. ENACAL 技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化される。

## 1-2. 終了時評価の概要

### (1) 調査の目的

- ① プロジェクトが順調に効果発現に向けて実施されているかどうかを検証するため、プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）に基づき、これまでのプロジェクト活動の進捗状況、実績、実施プロセス、目標や成果の達成状況について調査・確認する。
- ② プロジェクトの当初計画、双方の投入実績、活動実績、プロジェクトの実施の効果、運営管理体制等を DAC 評価 5 項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）の観点から評価を行い、現状を取りまとめる。
- ③ 評価結果を踏まえ、プロジェクト残存期間、及びプロジェクト終了後の活動に係る提言、類似プロジェクトを実施する際の教訓を取り纏める。
- ④ 終了時評価から得られた提言に基づき、今後のプロジェクトの活動方針を設定し、協議結果を関係者間（合同評価団員）で合意し、協議議事録（西語）として纏める。
- ⑤ 上位目標達成に必要と考えられる具体的プロセス（ソフト面、ハード面）や新たな支援ニーズについても取り纏める。

### (2) 団員構成

No.	氏名	担当	所属
1	望戸 昌観	総括	JICA 地球環境部水資源第二チーム 課長
2	横田 義昭	技術指導	JICA 地球環境部 国際協力専門員
3	村上 心	計画管理	JICA 地球環境部水資源第二チーム 主任調査役
4	山田 のり子	評価分析/給水	有限会社アイエムジー パートナー

(3) ニカラグア側合同評価調査団員

No.	氏名	所属・役職
1	Jose Ivan Garcia	ENACAL 計画局長
2	Jader Grillo	ENACAL オペレーション部長

(4) 調査日程

- 調査日程は、2019年12月2日(月)～12月21日(土)に下記のとおり実施された。

日付	内容
12月3日(火)～11日(水)	ニカラグア事務所、プロジェクト専門家、ENACALのC/Psに対するヒアリング等
12月12日(木)	報告書協議(対ニカラグア事務所)
12月12日(木)	報告書協議(対ENACAL)
12月13日(金)	IDB・AECID ヒアリング、ミニッツ・報告書協議(対ENACAL)
12月16日(月)	グラナダ市 ENACAL 活動視察
12月17日(火)	JCCにて提言報告・意見交換、BCIE・GIZ ヒアリング
12月18日(水)～20日(金)	新規案件形成に向けた調査。現場視察、ANA(国家水監督局)、INAA(上下水道庁)などヒアリング、他ドナーヒアリング、ENACALとの協議等

## 第 2 章 評価の方法

### 2-1. 調査手順

項目	手順
事前準備（11月中旬～11月下旬）	
ENACAL への連絡・日程調整	終了時評価の大まかな日程について ENACAL へ連絡する。 日・ニ合同評価調査団の立上げについても先方人選とともに内諾を得る。
投入・実績に関する情報収集	これまでのプロジェクト期間における投入・活動の整理、活動の進捗状況の把握を行う。
評価デザイン作成および現地調査計画の作成	評価グリッド、事前質問票（和文、西語）を作成し、調査項目・情報収集方法を決定する。
活動実績・成果の取りまとめ	PDM に沿って成果ごとに活動実績を取りまとめる。プロジェクト作成の事前資料を分析し、成果の達成状況を整理する。
現地調査（12月上旬～中旬）	
合同評価調査団の立上げ	日・ニ合同評価調査団を立ち上げる。
活動実績・成果の確認（関係者へのインタビュー、サイト視察調査など）収集データの分析	事前に収集された情報に加え、関係者インタビュー、質問票回収、現場視察を通して活動実績と達成状況を取りまとめる。
合同評価報告書の作成	日・ニ双方の合同評価団員により事前資料および現地で確認された実績・成果を取りまとめ、評価 5 項目による評価を実施する。また、成果達成の促進要因、阻害要因を分析し、提言とともに合同評価報告書（西語）にまとめる。
JCC での報告	合同評価結果を報告し、評価内容について合意を得る。
ミニッツ署名	JCC にて協議された事項について調査団総括と ENACAL 総裁（要確認）にてミニッツ（西語）の署名を行う。 和文は日本側資料の扱い。
JICA 事務所・大使館報告	現地調査結果概要を取りまとめ、報告を行う。
帰国後	
帰国報告会の開催	現地調査結果を JICA 内関係部署へ報告する。
評価調査結果要約表	和文・英文・西語の 3 言語で作成する。
終了時評価報告書の作成	調査報告書（和文。上記要約表も添付。）を作成する。
新規案件形成	新規ニーズを分析した上で、新規無償資金協力の骨子（案）を作成する。

## 2-2. 評価5項目

本終了時評価調査では、評価の基準として評価5項目が用いられ、評価が実施された。

妥当性	プロジェクト目標や上位目標がニカラグアの開発政策や我が国の援助政策と整合性がとれているか、ターゲットグループのニーズと合致しているかなど、プロジェクトの正当性・必要性を検証・評価する。
有効性	プロジェクト目標がプロジェクト終了時までに計画通り達成されるか、また、プロジェクト目標の達成が成果の達成によって引き起こされたのかを検証・評価する。
効率性	プロジェクトが効果的に投入資源を活用したかという観点から、投入実績と成果達成の状況を踏まえて、投入（インプット）がどのように効率的に成果（アウトプット）に転換されたかを検証・評価する。
インパクト	プロジェクト終了後の3年から5年の間に上位目標が達成される見込みとプロジェクト実施によりもたらされる長期的・間接的な効果や波及効果の有無を検証・評価する。
持続性	政策・制度面、組織面、財務面、技術面の観点から、プロジェクト終了後、プロジェクトで発現した効果がどのように定着・持続していくかについて検証・評価する。

## 2-3. 終了時評価の調査項目

調査項目は、評価グリッド（「付属資料1 協議議事録 Annex 8」）の通り。

下記の項目について調査を進めた。（ ）内は5項目評価該当事項。

- ・ プロジェクトフォーメーション（有効性・効率性）  
  専門家（指導科目）（有効性、効率性）
- ・ ENACAL の状況（インパクト・持続性）  
  人員体制  
  予算体制  
  機材運用状況  
  研修実施状況
- ・ プロジェクトの成果（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）  
  活動・研修の妥当性・有効性、効率性、インパクト、持続性  
  活動の質
- ・ 上位目標達成に向けて（持続性）  
  上位目標達成に向けての課題
- ・ その他確認事項（妥当性、有効性、効率性、インパクト、持続性）  
  無収水削減における具体的な教訓洗い出し  
  成果達成がプロジェクト目標達成にどのようにつながるかロジックの再確認  
  無収水削減の流れ、マクロセクター、ミクロセクターの効果の検証  
  技術的な工夫に関するヒアリング。グッドプラクティスとして展開できるレベルなのかの検証  
  安全管理における工夫に関するヒアリング



上位目標達成のために外部資金を活用するというコンセプトの妥当性の検証

#### 2-4. 本調査の特徴・留意点

##### 1) 「無収水削減実施基本計画」の確認

上位目標「マナグア市における無収水削減への取組みが、計画的に実施される」について、プロジェクトで作成している「無収水削減実施基本計画」を確認する。同計画に示されている実施スケジュールを確認して、プロジェクト終了3年後に実施されている事業内容（施設整備、組織制度改革、職員の能力強化）を確認する。（プロジェクトコンセプトは以下図 1 参照）

##### 2) 資金調達状況の確認

無収水削減実施基本計画の実施に必要な資金の調達可能性を調査する。「無収水削減実施基本計画」のうち、特に、施設整備に取り組むためには、ある程度の規模の予算獲得が必要となるため、政府および他ドナー含めた予算獲得見込みを十分に調査し、上位目標の達成見込みを検討・評価することとする。

##### 3) 治安悪化による中断の影響

ニカラグア国の治安状況悪化に伴い、日本人専門家派遣を2018年5月から10月まで中断した。専門家派遣の一時中断が、プロジェクト活動実施や成果発現にどのような影響をもたらしたか、また、どのような対策を講じ、どのような効果があったかについて調査・分析する。

##### 4) 他ドナーとの連携の視点

IDB や GIZ による支援の状況及び今後の見込みを確認、調査するとともに、本プロジェクトとの相乗効果について分析を行う。

##### 5) 本プロジェクト終了後の協力量針の検討

調査結果を踏まえ、ニカラグアの水セクターに残された課題を分析し、本プロジェクト終了後の協力の要否、必要とされる場合は協力内容について、日本側で検討する。同方針については、帰国後に関係部署と別途検討を行う。

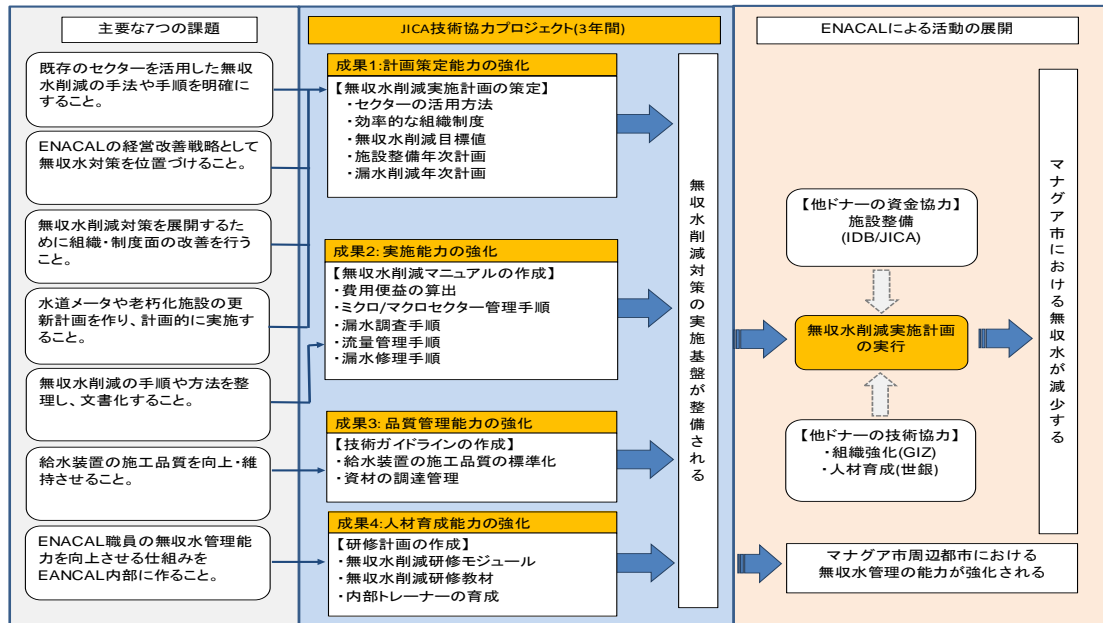


図 1 プロジェクトのコンセプト

## 2-5. 評価グリッド及び情報収集手段

### (1) 評価グリッド

調査団は評価グリッドに纏められた評価設問を参照しながら、評価を実施した。なお、評価グリッドは、プロジェクト実施、実施プロセス及び評価 5 項目の 3 つのセクションにより構成されている（評価グリッドは「付属資料 1 協議議事録 Annex 8 を参照」）。

### (2) 情報収集手段

本終了時評価では、既存資料レビュー、質問表調査・インタビュー調査、現地踏査の手法を用いて、情報・データ収集作業が実施された。

#### 1) プロジェクト関連資料レビュー

- a) 本プロジェクトに係わる報告書
  - ・ 詳細計画策定調査報告書（2016 年）
- b) プロジェクト作成資料
  - ・ プロジェクト進捗報告書（第 1 期～第 2 期）
  - ・ Informe de Progreso（第 1 号～第 2 号、西文）
  - ・ モニタリングシート（2019 年 3 月～7 月）
  - ・ Hoja de Monitoreo (marzo a julio 2019)
  - ・ プロジェクトブリーフノート（2018 年 12 月、2017 年 12 月）
  - ・ Nota Breve del Proyecto (diciembre 2017)
- c) ニカラグアの開発政策文書
  - ・ 国家人間開発計画 2018～2021 年（Programa Nacional de Desarrollo Humano

2018-2021)

- 水衛生セクター統合プログラム (Programa Integral de Agua y Saneamiento Humano: PISASH) 2014 - 2030
- ENACAL 組織開発戦略計画 2013～2017 年 (Plan Estratégico de Desarrollo Institucional: PEDI 2013 - 2017) 等

d) 日本政府の対ニカラグア援助政策文書

- 対ニカラグア共和国国別開発協力方針 (2017 年 9 月)
- 対ニカラグア共和国事業展開計画 (2018 年 4 月)

## 2) 質問表調査・インタビュー調査

国内準備作業として、評価グリッドに基づき、専門家及び C/P (ENACAL メンバー) に対して質問票を作成・配布した。質問表への回答結果及び上記 1) のプロジェクト関連資料を基礎情報として、個別インタビュー調査を行い、追加情報の収集と分析を行った。

## 3) 現地視察

下記の現地視察を実施し、追加情報の収集と分析を行った。

日付	内容
12 月 5 日	プロジェクト主催の成果 2 (パイロットプロジェクト成果周知) と成果 3 (ガイドライン周知) のワークショップへ参加し、カウンターパートのレベル技術レベル確認
12 月 11 日	パイロット地区視察
12 月 16 日	グラナダ市視察
12 月 18 日	アソソスカ湖、配水池・ポンプ場視察等

## 4) 面談者リスト

	氏名	組織、部署・役職	プロジェクトでの役割
1	Ervin Barreda	ENACAL 総裁	プロジェクトディレクター
2	Carlos Manuel López Hernández	ENACAL プロジェクト・投資局長	プロジェクトサブディレクター
3	José Iván García	ENACAL 計画部長	プロジェクトマネージャー
4	Jader Grillo	ENACAL オペレーション部長	プロジェクトサブマネージャー
5	Octavio Aragón	ENACAL コマーシャル部長	C/P
6	Francisco Reyes	ENACAL 技術補佐/技術分野調整官	C/P
7	Junior Cardoza	ENACAL フィジカル無収水課チーフ	C/P
8	Verónica Rivera	ENACAL コマーシャル部コマーシャル技術課チーフ	C/P
9	Maritza Tellería	ENACAL ソーシャルコミュニケーション局長	C/P
10	Arellis Valdés	ENACAL オペレーション部指令室チーフ	C/P
11	Lenin Humberto	ENACAL フィジカル無収水課	C/P
12	Luis Escorcía	ENACAL レオン支局	C/P
13	Julio López	ENACAL メータ検定所チーフ	C/P

14	Eduardo Núñez	ENACAL, Altamira 支局	特に無し
15	Lenin	ENACAL, Altamira 支局	特に無し
16	Melvin Hocker	ENACAL, Portezuelo 支局チーフ	特に無し
17	Tania Reyes	ENACAL, La Sabana 支局チーフ	特に無し
18	Adriana Mayorga	ENACAL, Asososca 支局チーフ	特に無し
19	M. Eliette Gonzales Pérez	世界銀行 (WB)	特に無し
20	Nelson Mauricio Estrada	IDB、水・衛生スペシャリスト (ニカラグア・エルサルバドル・ホンジュラス)	特に無し
21	Rita Siria	IDB、オペレーション・アナリスト	特に無し
22	Miguel Torres	AECID、水・衛生ディレクター	特に無し
23	Ing. Iris Cisneros Gómez	ENACAL, SIGIL 担当	特に無し
24	José Navarro	中米経済統合銀行 (BCIE) ニカラグア所長	特に無し
25	Carolina López	BCIE、水・衛生プロジェクト担当	特に無し
26	Gereon Hunger	GIZ、上下水道分野技術支援プログラム (PROATAS) コーディネーター	特に無し
27	Grover Cocido	GIZ、Bilwi 及び Bluefields (カリブ地域) 担当	特に無し
28	Cabrera	GIZ、Somoto 地域担当	特に無し
29	Luis Ángel Montenegro	国家水監督局 (ANA)、大臣	特に無し
30	Rodolfo J. Lacayo Ubau	ニカラグア上下水道庁 (INAA)、総裁	特に無し
31	Julio Solís	INAA, チーフ	特に無し
32	Rita Tinoco	INAA, 水道料金担当	特に無し
33	Denis Sequeira	INAA、法務部	特に無し

## 第3章 プロジェクトの実績と実施プロセス

### 3-1. 投入の実績

#### (1) ニカラグア側の投入

##### 1) カウンターパートの配置

ニカラグア側の投入として、ENACAL からプロジェクト・ディレクター (ENACAL 総裁 [1 名])、プロジェクト・サブディレクター (ENACAL プロジェクト・投資部長 [1 名])、プロジェクト・マネージャー (ENACAL 計画局長 [1 名])、プロジェクト・サブマネージャー (ENACAL オペレーション部長 [1 名])、その他 ENACAL のメンバーの合計 14 名がカウンターパートとして配置され、4 名が異動となったため、現在は 10 名のカウンターパートが配置されている (「付属資料 1 協議議事録 Annex 7.カウンターパート配置」を参照)。

##### 2) 施設の提供

ニカラグア側の投入として、ENACAL の施設内に日本人専門家の事務スペースが提供されたほか、事務家具、研修室 (約 50 名用)、給水施設の施工に係る研修場、研修機材の保管スペースが提供された。

##### 3) プロジェクト現地経費の支出

ニカラグア側の投入として、プロジェクト開始から 2019 年 12 月末までに、NIO 11,342,198 (37 百万円) のプロジェクト現地経費が支出された (「付属資料 1 協議議事録 Annex 6 プロジェクト現地経費」を参照)。

#### (2) 日本側の投入

日本側の投入の実績に関する詳細は、「付属資料 1 協議議事録 Annex 3～5」を参照。

##### 1) 専門家の派遣

日本側の投入として、プロジェクト実施に必要な多岐に渡る専門分野 ([a] 総括/無収水管理、[b] 副総括 [c] 配水網管理 1、[d] 配水網管理 2、[e] 漏水調査/コマーシャルロス 2、[f] 顧客管理/コマーシャルロス 1、[g] 漏水修理/品質管理 1、[h] 研修管理/品質管理 2 において、合計 7 名の日本人専門家 (合計 66,45 M/M) が派遣された (「付属資料 1 協議議事録 Annex 3 専門家派遣」を参照)。

##### 2) 機材供与及び事業用物品

日本側の投入として、プロジェクト開始から 2019 年 12 月末までに、機材供与総額 NIO 547,061 (約 180 万円) 供与され、事業用物品として総額 11,7 百万円相当の資機材がプロジェクト終了後に供与される予定である。(「付属資料 1 協議議事録 Annex 4 機材供与」を参照)。

### 3) 本邦研修

日本側の投入として、プロジェクト開始から2019年12月末までに、合計10名のプロジェクト関係者が本邦研修に参加した。研修費総額は10百万円程度。（「付属資料1 協議議事録 Annex 5.本邦研修」を参照）。

### 4) プロジェクト現地経費の支出

日本側の投入として、プロジェクト開始から2019年3月末までに、約75百万円のプロジェクト現地経費が支出された（「付属資料1 協議議事録 Annex 6 プロジェクト現地経費」を参照）。

## 3-2. 成果の達成度

3つの成果（アウトプット）に係わる各指標の達成度は終了時評価時点で次の通りである。

### (1) 成果1の達成度

#### 成果1： ENACALの無収水削減に係る計画策定能力が強化される。

指標	達成度
1.1 無収水削減に係る実施基本計画を周知するためのワークショップでマネジメントチームが講師を務める。 (2019年末に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>無収水削減実施基本計画は素案が作成され、2019年11月末までに最終化された。なお、この基本計画は、「無収水削減実施基本計画」として総裁の署名を経て正式に承認された。</li> <li>2019年12月5日に開催されたワークショップにて「無収水削減実施基本計画」がENACAL職員に周知された。</li> <li>ワークショップの講師は、プロジェクトのマネジメントチームのメンバーが担った。</li> <li>2020年初頭の終了時セミナーにおいて、製本された本計画が正式に関係者に配布される。</li> </ul>
1.2 マナグア市における無収水率を正確に把握する方法がマネジメントチームメンバーにより理解される。 (2019年末に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロットプロジェクト No.1 (AZA No. 3) の成果は、2018年11月23日のワークショップにおいて公表され、マネジメントチームのメンバーや参加者との間で教訓や課題が議論された。</li> <li>パイロットプロジェクト No.2 (MS No.61) の成果についてのワークショップは2019年12月5日に実施され、No.1、No.2 それぞれのパイロットプロジェクトの教訓は無収水削減実施基本計画にも反映された。</li> <li>上記2つのパイロットプロジェクトでの経験を通じて、マナグア市の無収水率を正確に把握する方法がマネジメントチームメンバーにより理解された。</li> </ul>
1.3 無収水削減アクションチームが作成した報告書に対して、マネジメントチームによる評価が行われる。 (2019年末に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018年末までにパイロットプロジェクト No.1 完了報告書が作成され、マネジメントチーム内で共有された。</li> <li>パイロットプロジェクト No.2 の完了報告書は2019年10月31日の定例会議でメンバーに配布され、費用対効果については商業部及びフィジカル無収水課に確認され、合意が得られた。</li> <li>2019年12月17日のJCCの場で、プロジェクトマネジメントチームにより、上記2つの報告書に対する評価が行われた。</li> </ul>

### 全体的な達成度：

成果1の3つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果1はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。

プロジェクト実施前は、無収水を毎年3~4%削減するという目標をENACAL内で掲げていたものの、達成のために必要な投資や具体的なアプローチは定まっていなかった。

そのようなプロジェクト実施前の状況から、これまでのプロジェクト活動により、無収水削減実施基本計画、無収水削減マニュアル、パイロットプロジェクト完了報告書が適切に作成され、ENACAL職員の計画策定能力が強化された。

さらに、2019年12月に、ENACAL組織開発戦略計画(PEDI)2020~2025年が策定されているが、同戦略計画の中で、2020年にENACAL自身の予算によってマイクロセクター10箇所における無収水削減対策を実施することが計画されている。

## (2) 成果2の達成度

### 成果2： ENACALの無収水削減に係る実施能力が強化される。

指標	達成度
2.1 パイロットプロジェクトの調査計画、作業計画、実施過程、成果について、ENACAL内に広く周知するためのワークショップが開催され、無収水削減アクションチームのメンバーが講師を務める。 (2019年末に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"><li>パイロットプロジェクト No.1 の調査計画、作業計画、実施過程、成果に関するワークショップは2018年11月23日に実施された。ワークショップの参加者はENACAL本部だけでなく、5地方支局のチーフや無収水担当、GIZが含まれ、計27名が参加した。</li><li>同様に、パイロットプロジェクト No.2 のワークショップは2019年12月5日に実施され、ENACALの16の地方支局の代表も参加、合計44名が出席し、広く周知された。</li><li>それぞれのワークショップでは、無収水削減アクションチームのメンバーが講師を務め、ENACAL内に広く周知するためのプレゼンテーションを実施した。</li></ul>
2.2 無収水削減マニュアルがENACAL内で承認される。 (2019年末に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"><li>2019年10月31日のマネジメントチーム定例会議において、「無収水削減実務マニュアル」ドラフト Ver.2が関係者に配布された。</li><li>本マニュアルは、「無収水削減実施基本計画」と一体として運用されるため、同基本計画と合わせて、マネジメントチームによる最終確認後、序文が作成され、総裁の署名を経て正式に承認された。</li><li>承認後、最終版は、2020年の終了時セミナーにて関係者に配布する予定である。</li></ul>
2.3 パイロット区画の無収水の構成要素が明らかになる。 (達成済み)	<ul style="list-style-type: none"><li>パイロット区画 No.1(AZA No.3)では、無収水の構成について、見かけ損失と真の損失がほぼ同じ割合(50%)と推定された。一方で非合法接続の解消が不十分であるため、正確性がやや劣ると認識されている。</li><li>パイロット区画 No.2(MS No.61)では、真の損失は64%程度と推定され、商業的な損失よりも大きいことが明らかになった。</li><li>また、請求水量に大きな影響は与えていないものの、使用中の水道メータの誤差は大きく、脆弱であることが明らかになり、精度向上の必要性について関係者間で理解された。</li></ul>
2.4 パイロット区画の無収水率又は量が減少に転じる。 (達成済み)	<ul style="list-style-type: none"><li>パイロット区画 No.1(AZA No.3)では、無収水率が2017年平均51.0%、2018年平均40.4%、2019年平均(6月まで)は35.7%である。ベースラインの2016年が55.4%であったことを踏まえると、減少傾向であることが確認できる。</li><li>パイロット区画 No.2 (MS No.61)の場合、2018年平均</li></ul>

	<p>36.6%、2019年平均(9月まで)は26.7%である。ベースライン(2016年～2017年)が42.5%であったことを踏まえると、No.1同様明らかな減少傾向が確認できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>それぞれのパイロット区画で明らかな無収水率の減少が確認されているため、本指標は既に達成済みである。</li> </ul>
--	---

**全体的な達成度：**

成果2の4つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果2はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。

二つのパイロットプロジェクトを通じて、それぞれの無収水の構成要素が明らかになり、無収水率が減少に転じていることが確認されていること、それら活動を踏まえたワークショップが実施されている等、実質的に無収水削減の実施能力は強化されたといえる。

**(3) 成果3の達成度**

**成果3： 給水装置（給水管及び水道メーター）の設置に係る ENACAL の品質管理能力が強化される。**

指標	達成度
<p>3.1 給水装置設置に係る研修参加者全員が実習後の試験に合格する。 (達成済み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイロット研修（室内研修／実地研修）は2018年11月20～21日に実施され、参加したENACAL職員16名全員（7支局含む）が実習後の試験に合格した。研修実施後の習熟度確認試験では、全員が基準点の70点（平均88点）に達しており、給水装置設置に係る技術の理解が深まった。</li> </ul>
<p>3.2 給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインが作成され、ENACAL商業技術部により承認される。 (達成済み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>商業技術部と組織/手順課が文書の最終化を進め、ENACAL法務局の確認の下、2019年10月31日にガイドラインについて関係部局のサインが得られ、正式に承認を受けた。</li> <li>給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインは、ENACALイントラネットにアップロードされ、各職員が活用できる。</li> </ul>

**全体的な達成度：**

成果3の2つの指標がすでに達成されたことを踏まえ、成果3はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。

プロジェクト実施前は、漏水が発生する原因、対策方法等、基本的な知識が乏しかったため、漏水発生のリスクを長期的視点で思考することができず、低品質な施工や漏水を削減することができない状況にあった。本プロジェクトにおける配管工へのトレーニングやガイドラインの整備によって、漏水に関する基本的知識や正しい施工方法に対する理解が促進し、誤った施工例や注意点等を配管工へ示教することにより、給水装置の設置に係るENACALの品質管理能力が強化された。

給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインは、ENACALイントラネットにアップロードされ、各職員が活用できるようになっている。また、技術仕様書ガイドラインを製本し、各支局の配管工に配布できるようにすることで、各支局を支援している。

**(4) 成果4の達成度**

**成果4： ENACAL 技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化される。**

指標	達成度
<p>4.1 プロジェクトに関わるENACAL職員によって、無収水対策能力向上に係る研修計画と研修教材が作成される。 (達成済み)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2018年までに給水装置の品質改善に向けた講師育成訓練（TOT）技術研修が行われ、研修モジュール及び教材が作成された。これ以外に、「無収水管理技術」、「水道メータ検針技術」についてもパイロット研修を通じて必要な教材が作成された。</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>一方、研修モジュールには含まれるものの、パイロット研修で扱っていないテーマについては、2020年以降の研修にて研修講師を務めるフィジカル無収水課チーフによって教材が随時作成され、研修計画に基づいて内部研修のプログラム・年間研修計画書が毎年、ENACAL内の研修ニーズの把握・分析を経て策定される。</li> <li>研修計画と教材は研修モジュールの構成に合わせてDVDに整理され、プロジェクト終了までにENACAL内で一元管理される予定である。</li> <li>最終化した研修計画は、「無収水削減実施基本計画」の「第9章：人的資源の能力強化」として取りまとめられた。</li> </ul>
4.2 パイロット研修受講者の満足度が80%以上となる。 (達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2019年7月末までに、「給水管及び水道メータ施工技術」、「無収水管理技術」、「水道メータ検針技術」のパイロット研修が実施され、いずれの研修でも受講者の満足度は80%以上を達成した。</li> </ul>
4.3 プロジェクト活動に関わるENACAL職員が研修講師として正式に任命される。 (2019年末までに達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>研修講師は、プロジェクト活動において研修講師を務めた者及びTOT研修を受講した者の中から選定された。</li> <li>2020年以降の内部研修の講師リストは2019年8月29日のJCCにて合意された。</li> <li>上記案を基に、計画局により最終化(追加・修正)を行った後、2019年12月17日開催にJCCにて講師のリストが確定され、正式な任命が完了した。</li> </ul>

#### 全体的な達成度：

成果4の3つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果4はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。

パイロット研修の満足度が80%以上となっていること、TOTの受講者がパイロット研修の講師を務めたこと、さらにメータ検針訓練の立ち上げをENACALと専門家が協議しながら共同で行ったことにより、ENACAL技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化された。

プロジェクト残り期間では、研修計画と教材は研修モジュールの構成に合わせてDVDに整理され、プロジェクト終了までに一元管理される。また、講師のリストが確定されたことで正式な任命が完了した。

### 3-3. プロジェクト目標達成の見込み

プロジェクト目標： マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される。

指標	達成度
1. 無収水削減対策の費用対効果が確認され、無収水削減に係る実施基本計画がENACAL総裁に承認される。 (プロジェクト期間内に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2019年10月31日のマネジメントチーム定例会議において、以下の文書が関係者に配布された。 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 無収水削減実施基本計画 <ul style="list-style-type: none"> <li>マネジメントチームによる最終確認を経て2019年11月に最終化された。11月下旬までに要約版が作成され、総裁の署名が入った序文を挿入した上で必要部数を製本し、2020年の終了時セミナーにて関係者に配布される予定。</li> <li>基本計画を構成する章のうち、「第5章 組織制度改革」については計画局によるレビューを経て、2019年11月に最終化された。</li> <li>2035年までのマナグア市の4支局レベルの投資計画を示した「第8章 短期/中期/長期アクションプログラム」</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<p>ラム」は2019年8月29日のJCCで合意されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研修計画を取りまとめた「第9章 人的能力の強化」は計画局と合意したものであり、ENACALの2020年次事業計画(POA)の中には、ここで取りまとめた研修計画が含まれている。</li> </ul> <p>(2) パイロットプロジェクト No.2 完了報告書</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2018～2019年にMS No.61で実施されたパイロットプロジェクトの費用対効果が記載されており、商業技術部、フィジカル無収水課により内容が確認、合意されている。</li> <li>・ この報告書についても無収水削減実施基本計画と併せて、計画局から総裁へ報告された。</li> </ul>
2. 無収水削減に係る実施基本計画で提案された活動を含むENACALの運営計画と予算案が理事会へ提出される。 (プロジェクト期間内に達成見込み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基本計画に含まれるアクションプログラムや2020年の研修計画は、ENACALの年次事業計画(POA)2020に反映されている。</li> <li>・ 理事会は2020年3月末までに開催予定である。事業計画の作成は計画局の任務であり、指標達成のプロセスはENACALと合意済みである。</li> </ul>
3. 承認された各種ガイドライン及びマニュアルが、ENACAL内部に周知される。 (2019年末に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ これまで作成されたものは次のとおりである。</li> <li>(1) 給水管及び水道メータ施工ガイドライン(関係部署により承認済)</li> <li>(2) 無収水削減実務マニュアル</li> <li>・ 2019年12月5日のワークショップで、ENACAL内部に周知された。また、製本された文書は各支局にも配布される予定である。</li> </ul>
4. ENACAL技術者向けの研修計画が、ENACAL総裁に承認される。 (プロジェクト期間内に達成済み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 前述の通り研修計画は無収水削減実施基本計画に含まれており、指標1及び指標2と併せて達成された。</li> <li>・ 研修計画は2021年以降の内部研修を計画するためのマニュアルに相当する。2020年の研修計画は計画局によりPOAの一部として2020年3月末までに理事会に提出される。</li> </ul>
<p><b>全体的な達成度：</b></p> <p>指標の達成度を鑑みると、プロジェクト目標はプロジェクト期間内に達成された。</p> <p>残りのプロジェクト期間では、2020年3月末までに2020年POA(運営計画や予算案含む)を理事会に提出するなど、ENACAL内部の承認手続きを滞りなく進める必要がある。</p>	

### 3-4. 上位目標達成の見込み

プロジェクト上位目標： マナグア市における無収水削減への取組みが、計画的に実施される。

指標	達成度
1. 無収水削減に係る施設整備が、無収水削減実施基本計画に沿って実施される。 (プロジェクト終了3年後に概ね達成される見込み)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ENACAL組織開発戦略計画(PEDI 2020-2025)が現在GIZの支援で策定されているが、同戦略においても無収水削減が最優先課題として位置づけられているため、無収水削減への取組みは継続的に進められる見込みである。</li> <li>・ 無収水削減実施基本計画の「第8章短期/中期/長期アクションプログラム」で2023年(プロジェクト終了3年後)までにAltamira支局及びAsososca支局の施設整備が必要とされている。</li> <li>・ 無収水削減実施基本計画に沿った施設整備実施における最大の懸念である資金調達はずでにIDB(10百万USD)やEU(9.5百万EUR)により確保されている。このうちIDBはAltamira支局のマクロセクター化の支援を2023年まで予定、EUもAltamira支局の無収水削減として、ミク</li> </ul>

	<p>ロセクター化及び配管布設替え工事等 AECID を通じて実施機関として実施することになっている。同支援については今後 EU、AECID、ENACAL の 3 者による案件実施に向けた合意文書署名を経て、2020 年 5 月 1 日に正式にプロジェクトが開始される予定である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IDB 及び EU の支援による施設整備のうち無収水削減に係るものは、無収水削減実施基本計画に沿って実施される予定である。</li> <li>• Asososca 支局の施設整備に必要な資金は現時点で確保されていないが、2019 年 4 月から GIZ の技術協力を受け、技術支援（組織・制度改革、水道料金徴収率改善、GIS 台帳作成等に着手した。</li> </ul>
<p>2. ENACAL の組織・制度面の改革が、プロジェクトで策定した実施基本計画に沿って行われる。（プロジェクト終了 3 年後に達成見込み）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無収水削減実施基本計画の「第 5 章 組織・制度の改革」で提案されている ENACAL 本部及び県レベルの支局化はプロジェクト期間内に既に一部実施されている。</li> <li>• ENACAL 本部レベルでは、無収水対策に係る責任が組織内（無収水課、コマーシャル部、オペレーション部）で広く分散してしまっていることが問題となっていた。無収水削減という共通目標の下、部署横断的な対応が迅速に行われるよう、技術分野調整部の傘下に「コマーシャル無収水課」及び「全国台帳課」が 2019 年 3 月に設立された。これに、従来から技術分野調整部に存在する「フィジカル無収水課」を加えた 3 課より「無収水委員会」を構成し、強力な権限を有す一元的管理が可能となる組織改革が実施された。制度面の運用はこれから本部と各支局間の監理、レポート体制の構築等進めて行く予定である。</li> <li>• マナグア市の支局では、現在主に水道料金支払窓口となっている「ランチオフィス」を「支局」レベルへアップグレードし、「支局長」及び「テクニカルセクターチーフ」、「台帳セクターチーフ」及び「コマーシャルセクターチーフ」の 4 名が任命され「支局レベルの無収水アクションチーム」の設立を提案されている。</li> <li>• 現在、Altamira 支局長のみが任命されている状況である。</li> <li>• 2018 年から IDB 資金の Ni-L1145 プロジェクトで Altamira への強化（組織・制度面の改革含む）は開始された。また 2019 年 4 月から開始した GIZ の技術協力により Asososca の組織改革に着手した。</li> <li>• 制度面の改革については、マナグア市の支局レベルの無収水アクションチーム設立後、無収水削減に関する活動内容を ENACAL 本部無収水委員会へ報告する等、本部と各支局間の監理、レポート体制の構築等を今後進めて行き、無収水削減を継続的に進めるためのインセンティブ等を考える必要がある。</li> </ul>
<p>3. 研修計画に沿って ENACAL 職員の能力強化が行われている。（プロジェクト終了 3 年後に達成見込み）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2020 年の ENACAL 職員の能力強化は、研修計画に沿って、その他研修（リーダーシップ、PC スキル、英語等）の経常予算を活用し実施される予定である。</li> <li>• 2021 年以降は、経常予算として年次事業計画（POA）に計上される予定である。</li> <li>• また、現在、IDB 資金で Altamira 支局の新設事務所の建物内に ENACAL 自身のための能力強化センターの設置が計画されている。</li> <li>• 一方、2018 年より人材局下にある研修課の課長が不在となっており、研修課の組織体制の構築も進んでいない。現在</li> </ul>

	<p>計画局が一時的に年間研修計画書策定等の支援を行っているものの、2020年の計画に沿った研修がスムーズに実施され、2021年研修計画を策定するためには研修課が本来の役割を担うこと、そのためにも研修課長の選定、任命とともに、研修課の組織体制構築が急務である。</p>
--	--

**全体的な達成度：**指標の達成度を鑑みると、プロジェクト上位目標がプロジェクト終了後3年以内に概ね達成される見込みである。

ENACALとしては、今後支局化に向けた動きを進めるため、Altamira支局で無収水削減実施基本計画に沿った無収水削減に係る施設整備を第1パイロットプロジェクトとして成果を出したい。その次の候補としてAsososca支局を第2パイロットプロジェクトとして考えている。Altamira支局パイロットプロジェクトを成功させるための資金はIDB及びEUから既に確保されており、Asososca支局はGIZの技術支援を受けている。上位目標達成に向け、①2023年までに滞りなくIDB/EUプロジェクトが進み、②Asososcaブランチオフィスから支局へのアップグレード、③マナグア市の支局レベルの無収水アクションチームメンバーの正式な任命及びENACAL本部及びマナグア市の支局レベルの制度面の改革、⑤Asososca支局の施設整備に必要な資金確保、⑥研修課長の選定、任命とともに、研修課の組織体制構築など進める必要がある。

### 3-5. プロジェクトの実施プロセス

本プロジェクトはこれまで先方と合意したPDM ver.2（「付属資料1 協議議事録 Annex 1 Project Design Matrix : PDM」を参照）及び活動計画（「付属資料1 協議議事録 Annex 2 Plan of Operation : PO」を参照）に沿って実施されてきた。当初PDM（PDM ver.0）が2017年2月23日に第1回合同調整委員会においてPDM ver.1及びPO ver.1に改訂、その後、2018年10月30日の第4回合同調整委員会において、PDM ver.2として改訂され、より現実に即した形への変更を経て現在に至っている。なお、2018年4月以降の急激な治安悪化を受け、日本人専門家の一時退避により4か月の活動停止期間があったものの、その後のプロジェクト実施に大きな変更は生じていない。

プロジェクト実施においては、プロジェクト総括とC/Pプロジェクトマネージャーが共同で作成するモニタリングシートに関し、プロジェクトマネジメントチーム定例会議の中でC/Pに対して周知徹底が図られてきた。その結果、C/P側が常にPDMを意識した活動が継続することができ、成果達成の評価方法についても、その妥当性を関係者が確認することができ、認識の不一致の是正、必要に応じた修正等、柔軟な対応がなされてきた。また、プロジェクトのマネージャー、サブマネージャーはENACALの幹部であり、本プロジェクトの意思決定はそのままENACAL組織開発戦略計画（PEDI 2020 - 2025）にも反映される予定になっている。

プロジェクト実施に大きく影響した4つの要因及びプロジェクトの対応を以下にまとめる。

#### （1）ENACAL 総裁やC/Pのリーダーシップ

ENACAL 総裁への聞き取りでは、パイロットプロジェクトの費用対効果の分析結果について言及しつつ、JICAは無収水に対するパラダイム・シフトを引き起こしたという点で、

大変重要な役割を果たしたとの説明があった。また、行政の様々な面で効率的かつ効果的に働くことを学び、プロジェクトの成果を全国に展開する予定であることも、聞き取りの中で言及されており、ENACAL 総裁が、本プロジェクトの目的、成果をよく理解し、評価していること、また、ENACAL がプロジェクトのリーダーシップを高く保っていることが、ここまで順調にプロジェクトが進んでいる要因といえる。

## (2) 本邦研修への参加

本邦研修で学んだ技術や日本の経験も重要であるが、それまでチームワークを意識してこなかった ENACAL 職員にとって、日本人の仕事に対する姿勢、特にチームワークの大切さについて認識させられた、という声が多く参加者から挙がっている。研修に参加した ENACAL 職員はニカラグアへ帰国後、「ENACAL の経営を改善し会社を救う」という共通の目標を掲げ、チーム一丸となって無収水対策削減に取り組むという姿勢がみられる。本邦研修参加者の多くは TOT 研修で日本人専門家から技術移転を受け、講師として任命されているが、終了時評価ミッション中の 2019 年 12 月 5 日に行われた成果 2、3 に関するワークショップでは、参加した全国 16 支局代表に対して、ENACAL 職員の講師から、専門的な知識だけでなくチーム一丸として無収水対策に取り組むことの重要性についても、強調されていた。更にワークショップの最後には、日系コロンビア人モチベーションスピーカー横井研二氏による、「日本人の規律・性格とラテンアメリカ人との違い、それに伴う無駄や損」を題材とした動画を流し、日本人の仕事に対するチームワークの考え方、姿勢や、なぜ規律が大事かについての説明もされる等、業務への姿勢の改善という点でも、ポジティブな影響がみられている。

## (3) 専門家と ENACAL 間のコミュニケーション

専門家と ENACAL 間のコミュニケーションは、プロジェクトに係る伝達や会議進行はほとんどが総括を通じて西語で行われている。また現場での技術指導や研修管理においては、別途専門家が雇用した 2 名のローカルエンジニアを通じて英語→西語及び 1 名の日本人アシスタントを通じて日本語→西語での伝達手段が確保されており、これらの点がこれまでスムーズにプロジェクトが進んでいる要因の一つである。

## (4) IDB、GIZ、および EU との連携

IDB 及び GIZ との連携は本プロジェクトの上位目標達成に向けた重要な課題であったが、プロジェクト開始時点から JICA 事務所を交えた意見交換が行なわれることで IDB 担当者及び GIZ 担当者との信頼関係が築かれた。無収水削減に向けたプロセスには IDB や GIZ の意見も取り入れつつ、両者の方向性を一致させたことにより、2018 年より IDB による Altamira 支局支援、2019 年 4 月より GIZ による Asososca 支局支援、および 2020 年より欧州連合 (EU) /スペイン国際開発協力庁 (AECID) による Altamira 支局への無償資金協力の実現につながった。

## 第4章 評価結果

### 4-1. 妥当性

水道分野への支援は、ニカラグア国民のニーズとも合致しており、ニカラグア政府の開発政策、日本政府の援助政策との整合性が高く、本プロジェクトのアプローチも ENACAL の無収水対策管理能力を向上するために適切であることから、妥当性は「高い」と評価される。

#### (1) 受益者のニーズとの整合性

ニカラグア国首都マナグア市においては、我が国や他ドナー機関が、上水道施設整備に係る調査や施設整備事業実施面で各種の支援を行ってきている。その結果、給水能力自体は大幅に向上しているが、一方で一日当たりの給水時間の目標である 16 時間給水ができていない地域が依然残されている。その原因としては、貯水施設の不足、配水管網の整備不足、物理的・商業的な水損失が大きいことなどが挙げられる。特に、無収水率については、2000 年以降 50% 台で推移しており、改善が必要である。これまでに給水量の拡大に焦点を当てた水道事業が実施されてきたが、無収水率を下げて、水道料金徴収額を増加させることが、ENACAL の経営財務面の改善において、また、水道施設の効率的・効果的な運営・維持管理においても重要であるとの認識が ENACAL 内で高まっており、ENACAL の組織開発戦略計画（PEDI 2013～2017）及び現在策定中の PEDI 2020～2025 の重点事項の第一優先項目として無収水削減が掲げられている。

このような状況から判断して、マナグア市において無収水削減に係る支援を実施することは、そのニーズに合致しているといえる。

#### (2) ニカラグア国の関連政策との整合性

ニカラグア政府が 2017 年に作成した「国家人間開発計画 2018～2021 年」において「住民の安全な水への持続可能なアクセス」を優先課題の一つとして、主に首都圏及び地方都市における上下水道事業を管轄する ENACAL の組織強化などに取り組んできており、本プロジェクトとの整合性がある。

また、水衛生セクター統合プログラム（PISASH 2014-2030）では、都市部の上水道について、2030 年までを対象とし、量、質、継続性の点において水道サービスへのアクセスを増加・確実化させることを基本目的に掲げており、都市部の水道サービスにおいて優先的に対応すべき事項の中には、無収水率削減が重要項目として含まれている。

本プロジェクトでは、上記プログラムの都市部の上水サービスにおいて優先すべき事項の一つに掲げられている「無収水率」を改善するため、マナグア市を含む都市部の上下水道サービス提供を担当している ENACAL の能力強化を行うプロジェクトであり、政府の PISASH (2018--2021) と PEDI (2014-2030) に合致している。

### (3) 日本の対ニカラグア援助政策との整合性

我が国の対ニカラグア共和国国別開発協力方針（2017年9月）の重点分野の一つは「経済開発の促進に向けた基盤づくり」で、この中には、経済開発の基礎となる社会資本の整備、及び技術協力を通じた同国の産業人材の育成等を通じた、将来にわたる安定的経済・産業発展の基礎づくりに貢献する方針が示されている。マナグア市における給水セクターへの支援はこれに該当する支援である。また、対ニカラグア共和国事業展開計画（2018年4月）では、課題「都市問題への対応」の「マナグア首都圏開発プログラム」の中のプロジェクトとして位置づけられている。したがって本プロジェクトは、我が国の対ニカラグア国援助方針と整合性がある。

### (4) プロジェクトアプローチの適切性

2005年に我が国により作成されたマナグア市上水道施設改善計画（M/P）において提言された事業の一部は実施されていたものの、無収水削減の課題解決に向けてプロセスが不十分であった（組織横断的な対応が取られてこなかった、漏水の大部分を占めるとされる給水装置（水道メータ及び給水管）からの効率的な対応等）ため、無収水率の改善は見られなかった。本プロジェクトは、無収水削減に向けた基礎技術の移転だけでなく、ENACAL内で組織横断的な実施体制を構築し、パイロットプロジェクトや研修等で実地に学んだ専門的ノウハウやマニュアル等で体系化し、無収水削減実施基本計画などの計画を立案し、今後のENACALの事業遂行において大きく貢献することで、計画的にマナグア市の水分野開発課題解決するための手段として適切であった。

マナグア市の水道システムの多くは、過去日本の協力により整備された背景があり、日本側の技術協力の対象地として継続性の視点から適切である。ENACALはマナグア市の水道事業を担う唯一の公的企業であり、技術、管理部署を問わずチーフ職に女性が広く活躍しているなど、ジェンダーの視点からも望ましい形態となっている。非合法接続などは、日本にはほとんどなく、法律や文化の違いも大きく、難しい部分もあったものの、日本の水道事業体が低い無収水率を達成しているという実績を踏まえて、JICAは1980年代より開発途上国において実施してきた多くの無収水対策プロジェクトを通じてその技術や経験を蓄積しており、日本が無収水対策能力強化に関する支援を実施する優位性はあった。

今後、IDB及びEU/AECIDと連携し、無収水削減の成功モデルになると予想される45,000の接続を持つAltamira支局で、本プロジェクトの成果が活用される。さらにグラナダ市（グラナダ県）、ビルウィ市（カリベ・ノルテ）、ブルーフィールズ市（カリベ・スル）、サン・カルロス市（リオ・サンファン県）、フィガルパ市（チョンタレス県）及びマルパイジョ市（レオン県）でも無収水削減活動が進められており、本プロジェクトの対象であるマナグア市以外にもプロジェクト効果が広く波及されていることが確認できており、普及展開の実施可能性が十分高い。

## 4-2. 有効性

プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標は達成された。成果とプロジェクト目標の因果関係も明確であることから、本プロジェクトの有効性は「高い」と評価される。

### (1) プロジェクト目標の達成見込み

「3-3 プロジェクト目標達成の見込み」で述べたとおり、4つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、プロジェクト目標（マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される）は達成された。

他の国際機関とのインタビュー調査から確認されたとおり、本プロジェクトのインパクトは、他の国際機関に認知されており、Altamira支局への資金援助に繋がった。

### (2) プロジェクト目標と成果の因果関係

本プロジェクトの目標である、「マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される」が達成されるためには、[成果1] 計画策定能力の強化、[成果2] 実施能力の強化、[成果3] 施工技術の改善、[成果4] 人材育成能力の向上のすべてが必要であり、成果の産出はプロジェクト目標の達成に直接つながっている。「3-2 成果の達成度」で述べた通り、期待された成果はプロジェクト期間内に達成され、無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整った。

## 4-3. 効率性

プロジェクト活動実施に必要な投入は概ね適切に実施、有効に活用され、成果達成に寄与しており、効率性は「高い」と判断される。

ニカラグア・日本側双方の投入が、ほぼ適切に4つの成果とプロジェクト目標の達成に転換されている。7名の専門家派遣、10名のニカラグア側C/Pの本邦研修、現地業務費と機材供与が、期待されたレベルの成果を発現させるために適切に実施された。

1回目の本邦研修は、本邦の水道事業運営に係る知見を深めるとともに、無収水管理の実践的な手法の習得を目的としたものであり、ENACALのマネジメントレベル5名が参加した。2回目の本邦研修では、ENACALの技術職レベル5名を対象とし、日常業務に活用できるような技術の習得を目的として行われた。具体的には、漏水探知といった、個別の技術だけでなく、資材の品質管理、計測設備の精度管理、施工管理の品質改善といった広い視点から見識を深めるための研修が行われ、日本における無収水対策等について理解を深められた。また、研修員は、本邦と自国の制度や環境の違いを意識しつつ、講師に対して積極的に質問を行い、講義内で得た知識や取り組みを自国で活かすことを念頭に参加し、帰国後は、プロジェクトの効率性向上に大きく貢献した。



ニカラグア側では C/P として ENACAL から 14 名の職員、必要な建物、施設と現地経費を提供してきている。また、パイロットプロジェクトにおける現地活動に対して夜間作業における警備員を提供する等、PDM で想定されていないオペレーションコストについてもニカラグア側が負担する等、円滑なプロジェクト活動実施のため努力がなされている。

ニカラグア国内での治安悪化を受け、2018 年 6 月から 10 月にかけて、専門家が国外退避となり、プロジェクト活動が一時的に中断されたが、2018 年 10 月に運営指導調査が実施され、PDM、PO が改訂され、プロジェクト期間が 2020 年 1 月から、同年 5 月に変更された。当該国外退避期間中に、ENACAL 側が高いオーナーシップを発揮し、自身でプロジェクト活動を継続し、プロジェクト活動の遅延を最小限に抑える努力がなされたことは、特筆すべき点である。

#### 4-4. インパクト

無収水削減実施基本計画の第 8 章 「短期/中期/長期アクションプログラム」で提示された支局レベルの無収水管理については IDB/EU の資金によって Altamira 支局の設立が進んでおり、同様に、他 6 つの市でも無収水削減活動が進められマナグア市以外にプロジェクト期間中波及効果が発現している。Asososca 支局に必要な施設整備資金確保の見通しがまだ立っていないことや研修課の組織体制の構築が進んでいないものの、本プロジェクトは大きなインパクトを発現する十分な可能性を有している。よって上位目標の達成見込みは概ね高いと見込まれる。

##### (1) 上位目標達成の見込み

上位目標：マナグア市における無収水削減への取組みが、計画的に実施される

上位目標の指標：

- 1) 無収水に係る施設整備が、無収水削減実施基本計画に沿って実施される
- 2) ENACAL の組織・制度面の改革が、プロジェクトで策定された実施基本計画に沿って行われる
- 3) 研修計画に沿って ENACAL 職員の能力強化が行われている

本プロジェクトではマイクロセクターレベルの無収水削減技術を移転しているが、地方支局の無収水対策事業において、そのノウハウが既に活かされている。例えば、ドイツ復興金融公庫 (KfW) が資機材供与したグラナダ市では、それまで資機材が ENACAL 職員の知識不足により使用されていなかったが、本プロジェクトにて能力強化された C/P 技術者が長期にわたってグラナダ市へ派遣され、配水管網のセクター化と最適化や無収水削減活動が進められている。同様に、他 5 つの市でも無収水削減活動が進められており、本プロジェクトの対象であるマナグア市以外にも広く波及されていることが確認された。

ENACAL の無収水削減管理能力が強化されたことで、彼らが今後、現在または将来実施予定の他のドナー支援プロジェクトにおいて、これら向上した能力と経験を効果的に活用していくことが期待される。現在、無収水削減実施基本計画では、マナグア市の 4 支局（Altamira、Portezuelo、La Sabana、Asososca）による分権管理が提案されており、IDB/EU の資金によってすでに Altamira 支局の設立が進められており、Asososca 支局は 2019 年より GIZ の技術支援を受けている。また、2020 年以降の ENACAL 組織開発戦略計画においても無収水削減が最優先課題として位置づけられているため、無収水削減への取り組みは計画的に実施されることが見込まれる。従って、IDB/EU の支援が予定通り実施されれば、上位目標の達成に向けた進展が期待できる。

## (2) 上位目標達成の阻害要因

一方で、Altamira 支局以外の取り組みについては、施設整備に必要な資金確保の見通しがまだ立っておらず、また国内の財政事情悪化に伴う今後の ENACAL への補助金の削減が想定されていること、米州機構や EU による制裁による他ドナー支援中断の可能性も依然残っていること<sup>4</sup>が不安材料として挙げられる。

さらに、2018 年から研修課長が不在となっており、成果 4 で作成された研修計画に沿って ENACAL 職員の能力強化が毎年スムーズに実施されるためには、無収水対策能力向上に係る研修ニーズの把握・分析<sup>5</sup>（優先順位付け・参加者リスト作成等）を経て、内部研修のプログラム・年間研修計画書が毎年作成される必要があり、同プロセスで研修課が適切な役割を果たすことは重要である。2018 年の研修課長離任を受け、計画局長が研修課長の代わりに、無収水管理委員会と調整し、無収水対策能力向上に係る研修ニーズの把握・分析後、2020 年の研修計画が策定された。同計画に沿った研修がスムーズに実施され、2021 年研修計画を策定するためには研修課が本来の役割を担うこと、そのためにも研修課長の選定、任命が急務である。

## (3) その他のインパクト

マナグア市の無収水の大きな要因として、非合法的な水利用が他国と比べ大きいことが明らかになっている。特に富裕層、商業地区での非合法的な水利用が広く横行しており、プロジェクト活動中には大規模商業施設やホテルの違法接続が発見され、罰金および違法利用期間中の水道使用料を徴収することで収入増に貢献した。また、ENACAL メータ検定所と

---

<sup>4</sup> 国内の財政事情悪化に伴う今後の ENACAL への補助金の削減及び米州機構、EU などの制裁の可能性に関し先方政府へヒアリングしたところ、可能性はないと回答を頂いたが、他ドナーによると可能性はあるとのことで、和文報告書のみに記載。

<sup>5</sup> 無収水削減管理実施基本計画の「第 9 章 人的資源の能力強化」の「年間研修の承認プロセス」によると、毎年 5 月に無収水対策能力向上に係る研修ニーズの把握・分析を実施することになっている。研修課は、ニーズ把握・分析を 2019 年に新たに技術分野調整部の傘下に組織された「無収水管理委員会」と調整し、無収水管理に係る研修計画を策定する必要がある。

協力して行った非合法接続探知のためシミュレーション、並びに様々な技術を取り入れたことで、商業的損失削減の取り組みに関する啓もう活動、および未徴収分の取り立てにおいて正のインパクトをもたらした。

#### 4-5. 持続性

Asososca 支局の資金確保の見通しがまだ立っておらず、国内の財政事情悪化に伴う今後の ENACAL への補助金の削減、米州機構、EU などによる制裁の可能性も依然残っている<sup>6</sup> ことが不安材料として残っているものの、水衛生セクター統合プログラム (PISASH) で 2014 年から現在までの合計予算として 9 億 USD が確保されたこと<sup>7</sup>、現在策定されている ENACAL 組織開発戦略計画：PEDI 2020～2025 の重点事項の第一番目に引き続き「無収水削減」が位置づけられていることは、本プロジェクトの持続性という観点でポジティブである。また、組織面での改革は、無収水実施基本計画に沿って既に一部が実施されていること、マイクロセクターレベルの無収水削減技術が他地域に移転され既にマナグア市以外の 6 市にもそのノウハウが活かされていることから、本プロジェクトの持続性は「比較的高い」といえる。

##### (1) 政策・制度面

ニカラグア政府が 2017 年に作成した「国家人間開発計画 2018～2021 年」において「住民の安全な水への持続可能なアクセス」を最優先課題としている。また、「水衛生セクター統合プログラム」では、都市部の上水道について、量、質、継続性の点において水道サービスへのアクセスを増加・確実化させることを基本目的に掲げている。さらに、都市部の水道サービスにおいて優先的に対応すべき事項の中には、無収水率削減が重要項目として含まれている。ENACAL の組織開発戦略計画：PEDI 2013～2017 及び現在策定中の PEDI 2020～2025 の重点事項の第一番目に無収水削減が掲げられていることから、政策・制度面の持続性は確立されている。

##### (2) 組織面

組織面では、本プロジェクトで用意された無収水削減実施基本計画の「第 5 章 組織・制度の改革」で提案されている ENACAL 本部及びマナグア市支局化はプロジェクト期間中に既に一部実施されている。ENACAL 本部レベルでは、技術分野調整部の傘下に「コマーシャル無収水課」及び「全国台帳課」が 2019 年 3 月に設立された。県レベルの支局では、IDB/EU 資金により Altamira 支局設立への支援が開始された。また、2019 年 4 月から開始した GIZ の技術協力により Asososca 支局の組織改革が行われている。なお、組織面での持続性をさ

<sup>6</sup> 米州機構、EU などの制裁の可能性に関し先方政府へヒアリングしたところ、可能性はないと回答を頂いたが、他ドナーによると可能性はあるとのことで、和文報告書のみに記載。

<sup>7</sup> ENACAL 総裁へのインタビューで得た情報。

らに高めるためには、無収水削減実施基本計画の中で提案されているその他 3 支局の設立や予算確保が必要である。

### (3) 財政面

財政面については、2014 年に策定され 2016 年から実施されている水衛生セクター統合プログラム (PISASH) では、他ドナーからの外部資金を含め 2014 年から現在まで合計 9 億 USD の予算が確保された。本プロジェクトで実施したパイロット区画での結果を受け、マナグア市における無収水削減の費用対効果が高いことが実証されており、それが ENACAL 上層部においても認識され、無収水削減に対する財務面での持続性強化に今後繋がるであろう。実際に、水衛生セクター統合プログラム (PISASH) で実施されている新規案件プロジェクトでは、無収水削減を意識した資機材 (高密度ポリエチレン等) が仕様書に盛り込まれ、2020 年の ENACAL 予算では、マイクロセクター10 箇所における無収水削減活動を行うための予算が無収水委員会を通じて要求されている。無収水削減実施基本計画に基づき予算を確保されることにより、無収水削減活動が展開されることが見込まれている。

一方で Asososca 支局での資金確保の見通しがまだ立っていない、国内の財政事情悪化に伴う今後の ENACAL への補助金の削減が想定されていること、米州機構、EU などによる制裁の可能性<sup>8</sup>も依然残っていることが不安材料として挙げられる。

### (4) 技術面

本プロジェクトでは 2 箇所のパイロットプロジェクト (マイクロセクターレベル) の完了報告書があり、無収水削減マニュアル、各種ガイドラインも作成されている。マナグア市の無収水の大きな要因である非合法接続に関し、様々な機材や技術 (サーモグラフィカメラ、工業用内視鏡、地中レーダ探知法、通水時に伝搬する音の周波数特性の違い分析等) が現場で比較検討された。その中で、地中レーダ探知法が非合法接続探査に有効であり、実際 ENACAL 自身の予算で高額な機材<sup>9</sup>を 2019 年に購入し現在成果を出している<sup>10</sup>。さらに、マイクロセクターレベルの無収水削減技術がマナグア市以外にも移転され、そのノウハウが既に活かされている。具体的には、グラナダ市で配水管網のセクター化や無収水削減活動が進められており、本プロジェクトの C/P が長期にわたって派遣され、グラナダ市を支援している。同様に、他 5 つの市でも無収水削減活動が進められている。今後マナグア市で設立される各支局に「支局長」、「テクニカルセクターチーフ」、「台帳セクターチーフ」及び「コマーシャルセクターチーフ」の 4 名が任命され「支局レベルの無収水アクション

<sup>8</sup> 国内の財政事情悪化に伴う今後の ENACAL への補助金の削減及び米州機構、EU などの制裁の可能性に関し先方政府へヒアリングしたところ、可能性はないとの回答であったが、他ドナーによると可能性はあるとのことで、和文報告書のみに記載。

<sup>9</sup> 当初機材供与リストには記載されていなかったが、パイロットプロジェクト 1 でニーズが確認できたため、プロジェクトの予算で機材を近隣国からレンタルし、試験的に使用してみた結果、効果が大きかった。

<sup>10</sup> 使用 2 ヶ月で非合法接続が 5 件見つかри、その罰金が回収されれば機材投資金額 (USD30,000) の半分程度完済することになる。

チーム」が配置、業務が開始されれば、無収水削減マニュアルを用いてさらなる技術の普及が行われることが可能となる。

#### 4-6. 貢献要因及び阻害要因

##### (1) 効果発現に貢献した要因

###### 1) 計画内容に関すること

- **パイロットプロジェクト成果の反映**：本プロジェクトで実施されたそれぞれのパイロットプロジェクトの教訓は無収水削減実施基本計画にも反映された。パイロットプロジェクトを通じて投入に対する費用対効果が定量化されることで、無収水削減実施基本計画への先方の理解が促進された。
- **本邦研修**：本邦研修の中で日本人の仕事に対する姿勢、特にチームワークの大切さについて認識することで、それまでチームワークを意識してこなかった ENACAL 職員にとって、プロジェクトへの理解だけでなく、参加意欲の向上、チーム一丸となつての無収水対策削減に取り組むという姿勢へとつながった。

###### 2) 実施プロセスに関すること

- **ニカラグア側の強いコミットメント**：プロジェクトのマネージャー、サブマネージャーは ENACAL の幹部であり、本プロジェクトの意思決定はそのまま ENACAL の新 ENACAL 組織開発戦略計画に反映されることになっている。また、ニカラグア国内での治安悪化を受け、2018 年 6 月から 10 月にかけて、専門家が国外退避となり、プロジェクト活動が一時的に中断されたが、当該国外退避期間、ENACAL 側が高いオーナーシップを発揮し、自身でプロジェクト活動を継続し、プロジェクト活動の遅延を最小限に抑える努力がなされた。
- **ドナーとの協力**：IDB、GIZ 及び EU との連携は本プロジェクトの上位目標達成に向けた重要な課題であったが、プロジェクト開始時点から JICA 事務所を交えた意見交換が行なわれることで両者の方向性を一致させ、IDB および EU による Altamira 支局支援、2019 年 4 月より GIZ による Asososca 支局支援の実現につながった。特に IDB との連携については、2018 年の世界水フォーラムで好事例として専門家からプロジェクト紹介を行い、JICA 本部及び IDB 本部のプロジェクトに対する認知度が向上し、今後の他国での連携の可能性にも寄与している。

##### (2) 問題点及び問題を惹起した要因

###### 1) 計画内容に関すること

- **研修課長の不在**：2017 年からは大統領府の指示の下、継続的な職員能力強化に取り組む必要性が ENACAL 内で共有され、年次研修プログラム策定が義務付けられたが、

2018年に研修課長が離任したため、人材部長<sup>11</sup>及び計画局長がプロジェクト活動を進めたが、成果4の活動が一時的に遅れる等の影響が確認された。

## 2) 実施プロセスに関すること

- **研修課の組織体制**：2018年から研修課長が不在となっており、研修課の組織体制が構築されていない中でのプロジェクト実施となった。プロジェクト実施中は計画局が研修課の代わりに必要な調整を行ったが、今後研修課長の任命、組織体制の構築が急務である。

## 4-7. 結論

本プロジェクトの各成果は相互に関係性を保っており、プロジェクト目標である無収水削減に向けた基盤整備に必要な活動は総じて優れた成果を出している。具体的には、無収水削減実施基本計画策定を通じた「計画策定能力強化」、基本計画に沿った無収水削減「実施能力の強化」、給水装置の設置に係る「品質管理能力強化」及び技術者向けの無収水対策「研修の計画・実施能力強化」の4つが主な成果である。

水道分野への支援は、ニカラグア国民のニーズとも合致しており、ニカラグア政府の開発政策、日本政府の援助政策との整合性が高く、本プロジェクトのアプローチも ENACAL の無収水対策管理能力を向上するために適切であることから、妥当性は高い。有効性については、プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標が達成される見込みは高く、成果とプロジェクト目標の因果関係も明確であることから高い。効率性についても、プロジェクト活動実施に必要な投入は概ね適切に実施、有効に活用され、成果達成に寄与しており、効率性は高いといえる。

一方プロジェクトのインパクトと持続性は、支局の設立や施設整備とアクションに必要な資金の確保という観点で、米州機構、EU などの制裁の可能性による他ドナー支援への影響<sup>12</sup>などの阻害要因が懸念される。また、現時点において、ENACAL 職員の能力強化が毎年スムーズに実施されるために重要な役割を担うべき、研修課の組織体制の構築、研修課長の任命が実現できてないことから、「概ね高い」である。

以上より、プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標は達成されたことを鑑みて、本プロジェクトは予定通りに終了することが妥当であると、本調査団は結論づけるものである。

---

<sup>11</sup> 研修課は人材部の傘下にある。

<sup>12</sup> 米州機構、EU などの制裁の可能性に関し先方政府へヒアリングしたところ、可能性はないと回答であったが、他ドナーによると可能性はあるとのことで、和文報告書のみに記載。

## 第5章 提言と教訓

### 5-1. 提言

#### (1) 短期（プロジェクト終了時までプロジェクト側が実施すべき事項）

##### 1) 研修課長の任命及びの研修課の組織体制構築

成果4で作成された研修計画に沿って ENACAL 職員の能力強化が毎年スムーズに実施されるためには、無収水対策能力向上に係る研修ニーズの把握・分析（優先順位付け・参加者リスト作成等）を経て、内部研修のプログラム・年間研修計画書が毎年作成される必要があり、同プロセスで研修課の役割は大きい。2018年の研修課長離任を受け、計画局長が研修課長の代わりに、無収水管理委員会と調整し、無収水対策能力向上に係る研修ニーズの把握・分析後、2020年の研修計画が策定された。同計画に沿った研修がスムーズに実施され、2021年研修計画を策定するためには研修課が本来の役割を担うこと、そのためにも研修課長の選定、任命が急務である。

さらに、本プロジェクトで作成した、無収水削減実施基本計画の「第9章 人的資源の能力強化」によると、2016年以前は、研修が必要な際に研修課と各部局の管理職が能力強化研修実施に必要な調整をアドホックに実施していた。2017年からは大統領府の指示の下、継続的な職員能力強化に取り組む必要性が ENACAL 内で共有され、年次研修プログラム策定が義務付けられた。こうした動きに合わせ、研修課は計画局の管理下に置かれる見込みとなっていた。しかし、2018年の研修課長離任に伴い、組織体制の構築が遅れており、研修課は従来通り人材局の傘下に置かれたままである。継続的な職員能力強化研修の実施のために、研修課長の選定、任命とともに、研修課の組織体制構築も必要である。

#### (2) 中長期（プロジェクト終了時に ENACAL が実施すべき事項）

##### 1) 無収水削減対策の推進に向けた資金確保

マナグア市の配水網管理は将来的に4つの支局の管轄下に移譲され、それぞれの支局が配水量（流入水量）と請求水量の管理・改善の責任を持つことが基本方針となっている。

2018年より IDB の資金を活用して4支局のうちの一つである Altamira 支局の設立と無収水管理の改善に向けたソフト/ハード面の初期投資が進められている。各国との関係、政治的事情如何により、今後 IDB や EU による支援継続の見通しが不明瞭であり、残る3支局の独立化に向けた資金源の確保が課題となってくるものの、Altamira 支局の無収水管理の成否は、今後の他ドナーの協力の方向性を大きく左右することになる。従って、ENACAL としても Altamira 支局の無収水管理を成功裏に実現させ、組織体制の抜本的な改善を内外に示し、継続的な資金確保の道筋を確保することを提言する。

## 2) ENACAL の自助努力による無収水対策

本プロジェクト活動の中で 2017 年から 2 箇所で実施したパイロットプロジェクトを通じて習得した技術を活用し、マナグア市の他地域へ無収水削減活動を展開することは、プロジェクトの持続性確保に重要となる。

マナグア市の 4 つの支局設立やマクロレベルの無収水管理を実現するためには、大規模な資金投入が不可欠であるが、一方で ENACAL 自身が進められる資金規模で行うことができる無収水削減活動として、既存のマイクロセクターを活用した取り組みが挙げられる。

マナグア市には 110 箇所のマイクロセクターが存在するが、そのすべての水理的独立化や流量計測が実現しているわけではなく、これらマイクロセクターの改善は ENACAL 自身でも進められることが望ましい。

実際、ENACAL は 2020 年の計画として 10 箇所のマイクロセクターでパイロットプロジェクトに類似した活動を展開する予定である。そこでは、無収水委員会の指導の下、今後各支局に配属される職員に対して、無収水削減実務の移転が行われることになっている。2021 年以降はそれらの職員が主体となってマイクロセクターレベルの無収水削減活動が同時並行で展開され、5 年以内で 110 箇所のマイクロセクターのほとんどで無収水管理が可能となることを想定しているが、これを実現するためには、無収水委員会が、上記を達成するために必要な取組について、各部局に対して監督・指導を行うことが重要である。

また、このようなパイロットプロジェクトの水平展開に必要な予算の確保に向けて努力することを提言する。

## 3) 将来的な配水網の更新に向けた計画づくりの必要性

本プロジェクトは無収水削減の基盤整備を目的としたものであり、ENACAL が正しい手順で効率的にマナグア市の無収水を削減していくための体制とプロセスを明確にする活動が中心であった。

これまでのマナグア市の水道は、2005 年に JICA の支援で策定された「マナグア市中長期上水道施設改善計画」(M/P) に基づいて、水源や配水網の拡張や改善が図られてきた。しかし、目標年次である 2015 年を大きく過ぎており、将来的な水道計画を改めて検討する時期を迎えている。

既存の配水管網の状況について目を向けると、その老朽化は深刻なレベルにある。特に敷設延長の 40% を占めるといわれる石綿管の更新は、今後 20～30 年後の健全な水道システムの実現に向けて避けて通れない問題である。プロジェクト活動の中で、既存の石綿管の脆弱度をテストした結果、明らかに老朽化が進んでいることが確認されており、このまま手を付けずに 10～20 年後経過した場合には、老朽化管路の存在は大きなリスクとなりうる。



無収水削減活動を推進するのと同様に、現在の配水管網の脆弱度を正しく評価し、配水管の中長期的な更新計画を立案する作業に着手することが必要である。

#### 4) ENACAL の経営体制の強化

ニカラグア政府・ENACAL は徹底的に否定し認めてはいないものの、昨今の政治的情勢から、ニカラグア国は周辺国や欧州、米国などから孤立しつつあり、国内の経済情勢は緊迫した状況に向かっている。既に ENACAL に対する政府からの補助金は年々減少することが既定路線となっており、無収水を削減し ENACAL の経営状態を改善することは、組織開発戦略計画の最優先事項となっている<sup>13</sup>

2005 年の M/P において、経営基盤の確立にむけた目標が以下の通り挙げられているが、現時点においてほとんどが未達成である。

2005 年策定 M/P における経営基盤の確立に向けた目標	達成状況
目標① 十分な水準の運転維持管理費用が確保される。	→未達（財政的に赤字状況が続いている）
目標② 適正規模の減価償却費が引き当てられ、老朽施設の更新・改修費用に充てられる。	→未達（老朽化施設の更新が進んでいない。減価償却費の総支出に占める割合は 2005 年当時と同等レベル）
目標③ マナグア上水道事業の経営効率評価が可能となる。	→部分的に可能であるものの、大部分で未達（財務状況の改善が見られないこと、1000 給水栓当たりの職員数が 2005 年当時より増加している）

また、M/P では経営基盤確立に向けた施策がいくつか挙げられているが部分的達成が確認できている料金体系の改定についても、インフレ率に応じた値上げ幅にとどまっていること、組織の効率性が悪化していることから、ENACAL の経営改善に十分な効果が出ているとは言えない状況である。

<sup>13</sup> 和文報告書のみ記載。

表 1 財務経営状況の比較

No.	項目	M/P 策定時	本件ベースライン時	増加率 (倍)
	財務諸表 :	2003 年	2014 年	-
1	総収入 (百万 C\$)	679.96	1,941	2.85
2	総支出 (百万 C\$)	1,056.87	3,139	2.97
3	純利益 (百万 C\$)	-376.91	-1,199	3.18
4	累積赤字 (百万 C\$)	-696.76	-7,126	10.23
5	水道の有効契約者数 (マナグア市)	169,843 (2003 年)	213,971 (2016 年)	1.26
6	ENACAL 職員数 (マナグア市)	650 人 (2003 年)	1,287 人 (2016 年)	1.98
7	1,000 給水栓当たり職員数	3.83	6.0	1.57
8	無収水率	57.6% (2003 年)	54.9% (2016 年)	
9	Unit Price / Sold Water	5.13C\$/m <sup>3</sup> (2003 年)	14.03C\$/m <sup>3</sup> (2016 年)	2.73
10	Unit Production Cost / Produced Water	3.07C\$/m <sup>3</sup> (2003 年)	9.86C\$/m <sup>3</sup> (2016 年)	3.21

出典：プロジェクト資料

上記の状況、ならびに本プロジェクトのパイロットプロジェクトを通じて得られた教訓を踏まえた、財務改善に向け次のとおり提言する。

- 上下水道事業会計をマナグア市と地方部で完全に分離し、個別の財務諸表及び統合版の財務諸表を用いて経営を管理することで各々の経営状況を分析できるようにする。分析結果後、本部費用の削減(特に人件費や職員数などの効率面)と適正な費用配分ルールを設定し、経営指標を幹部がチェックする。
- 料金未納問題の改善を目的としたパイロットプロジェクトを立ち上げる。
- 減価償却費の適正管理に関し、設備更新費用として基金/口座を作り、厳格な管理を行うことで、設備更新費用を安定的に確保する。
- 料金算定手引きの作成を含め、適正利益が確保できる料金設定を可能とする枠組みを確立する。
- 上記に関連する水道経営に関する研修を実施する。

## 5-2. 教訓

### (1) 無収水削減対策の進め方と投入規模

2箇所のパイロットプロジェクトを通じて、投入に対する費用対効果が定量化され、今後 ENACAL が無収水対策を継続するために望ましい取り組みの優先順位及び投入規模（どれぐらいの投資でどれだけの効果を得ることが可能か）を理解することができた。例えば、商業的な活動が活発な地域(AZA No.3)のほうが、一般住居が中心の MS No61 よりも、投入に対する便益は明らかに大きくなり、またそうした地域では非合法接続の問題も深刻であることも分かった。

Altamira 地域はマサヤ街道に面した商業活動が活発な地域であり、水需要や所得レベルも比較的高く、上記の成果を鑑みると投入に対する便益が高くなることが見込まれる。こうした状況を鑑みると、マナグア市の支局化の第一歩として Altamira 地域の支局化を先行して進めていることは、非合法接続対策機材等を用いた無収水削減対策などのパイロットプロジェクトの経験を活かすという意味でも大きな意味があり、同支局内の無収水管理を成功させることは、さらなる ENACAL の経営改善にも大きく貢献するはずである。

### (2) プロジェクト持続性向上のための外部資金の確保

プロジェクト開始当初、ENACAL は他ドナーからの援助に対し、支援内容についてドナー任せになりがちであったが、プロジェクトを通じた能力強化により、どんな支援が必要なのか、そして何を優先的に取り組むべきかが ENACAL 自身の中で明確になり、これまでの受け身の姿勢から、支援して欲しい内容をドナーと積極的に協議し、様々なドナー活動をアラインさせ、相乗効果を生み出すことを自身で考えるようになった。また、本プロジェクトの早い段階で、他ドナー（IDB、EU、GIZ）との信頼関係を構築しつつ上位目標達成に必要な外部資金をプロジェクト期間中に確保した。上位目標達成を目指した活動はプロジェクト開始の早い段階から他ドナーを巻き込んで実施することが重要であること、またそのためには、早い段階での先方政府のプロジェクト、特に上位目標達成に向けた道筋に対する理解が不可欠であり、そのための専門家からのサポートが重要である。

### (3) その地域に有効な機材や技術の比較検討

本プロジェクトでは、様々な機材や技術（サーモグラフィカメラ、工業用内視鏡、地中レーダ探知法、通水時に伝搬する音の周波数特性の違い分析等）が現場で実際に使用されながら比較検討された。その結果マナグア市の無収水の大きな要因である非合法接続には地中レーダ探知法が有効であることが分かった。この結果を受け、ENACAL 自身の予算で高額な機材を 2019 年に購入するに至り、使用開始 2 ヶ月で非合法接続が 5 件見つかри、その

罰金・水道料金未払いに伴う収入は、機材投資金額（USD30,000）の約半分に相当するとのことである。

無収水対策に関し、どの機材・技術が有効かは国ごと、地域ごとの状況・事情で異なることがあり、本プロジェクトのようにいくつかの機材や技術を試し、その地域に有効なものを検討することが、無収水削減効果をより大きくする場合がある点、留意すべきである。

#### **(4) 無収水対策に関するパラダイムシフト**

本プロジェクト実施前は、無収水対策は漏水対策（フィジカル無収水対策）との認識のもと、対策が実施されていた。プロジェクト活動を通じて、コマーシャル無収水（商業的無収水）が全体の無収水の多くを占めていることが明確な数字で実証され、総裁レベルから技術者レベルまでのすべてのレベルで無収水に関するパラダイムシフトを引き起こし、最高責任者（総裁）のリーダーシップの元、プロジェクト実施期間中に ENACAL 本部の組織・制度改革が実施された。このように、無収水の真の原因の特定、その数値化と、それに対する理解、そして最高責任者のリーダーシップが重要であると考えられる。

## 別添 8 無収水削減基本計画





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

FAMILIA  
Y COMUNIDAD



**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

FAMILIA  
Y COMUNIDAD



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

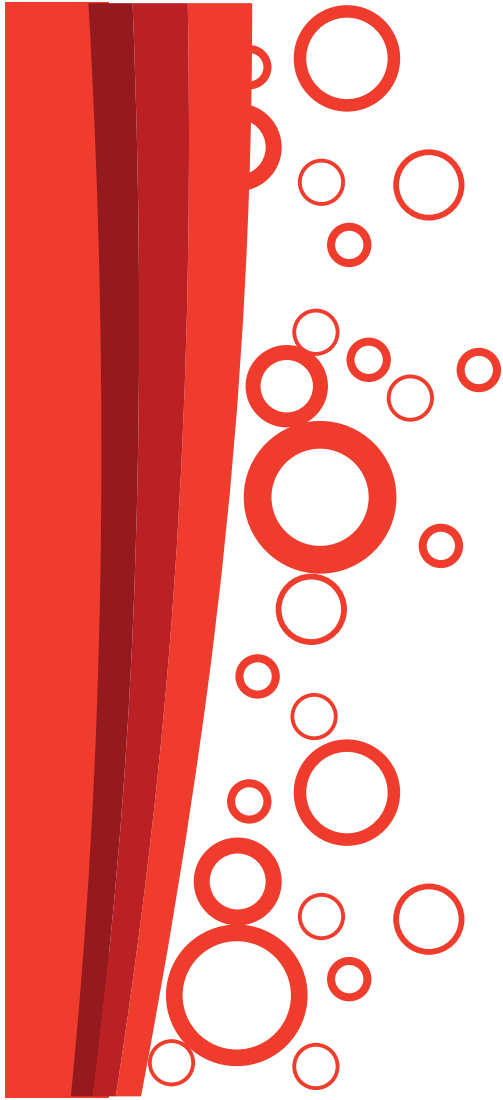
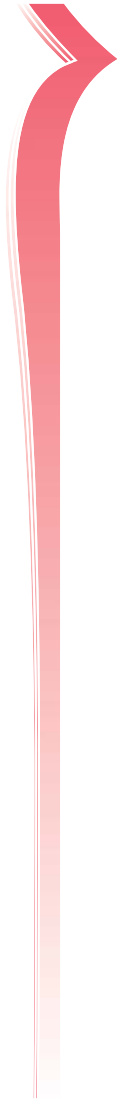
CON FE Y  
ESPERANZA!



## 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.

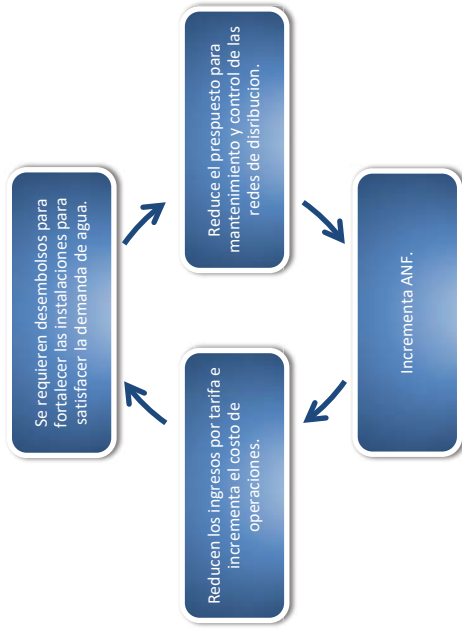


Figura 1.1 Espiral negativa alrededor de ANF

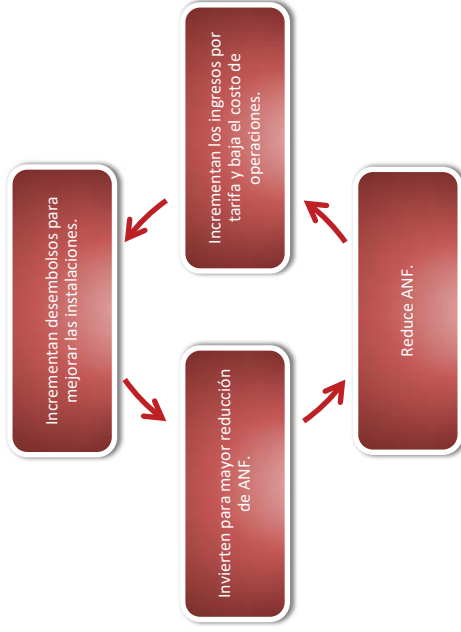


Figura 1.2 Espiral positiva alrededor de ANF

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.

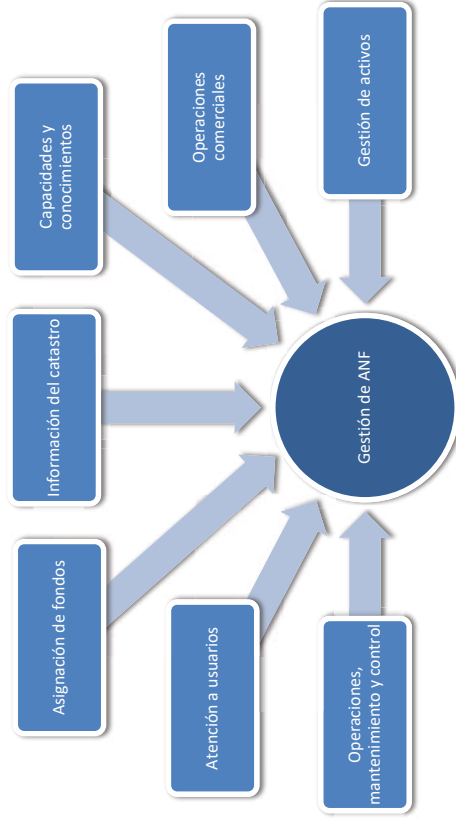


Figura 1.3 Relación de todas las Secciones con la gestión de ANF

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.

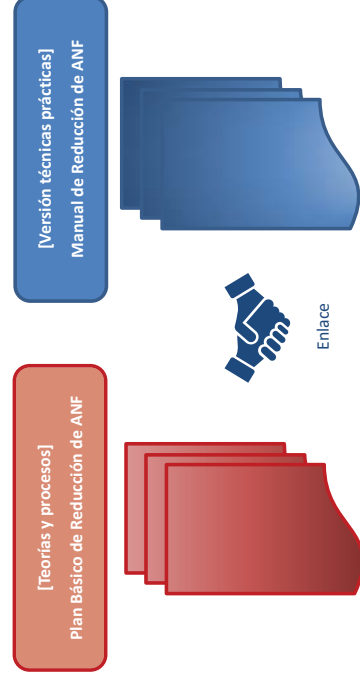


Figura 1.4 Relación de las guías

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.

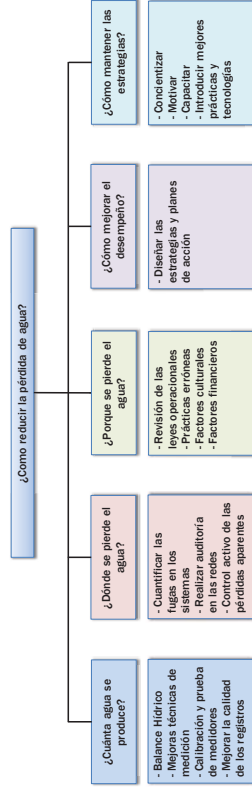
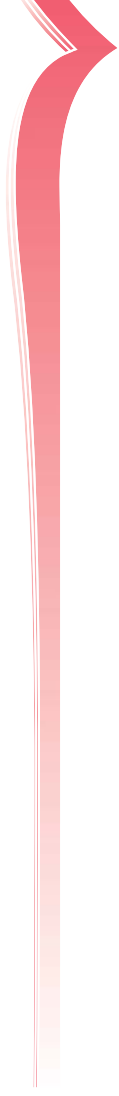
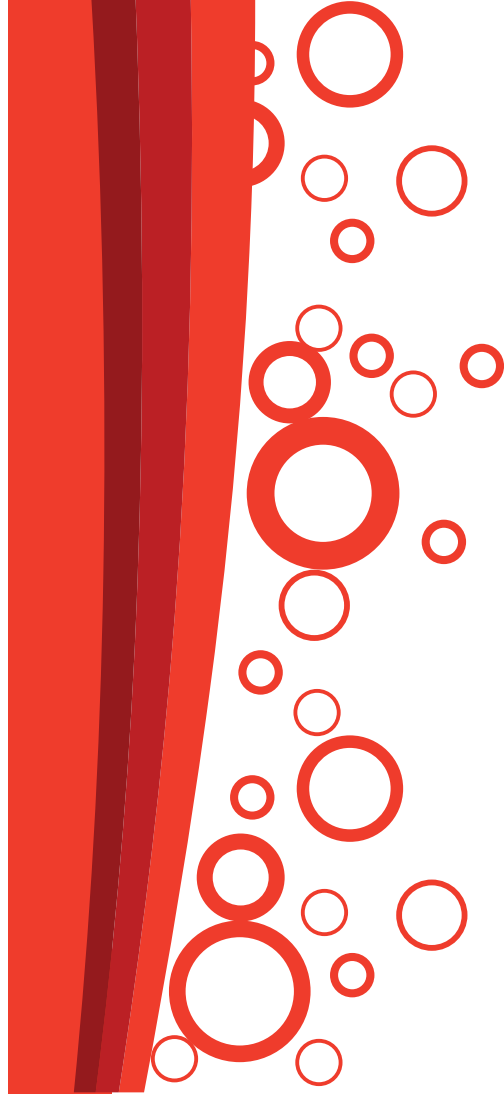


Figura 1.5 Mapa de ruta para la reducción de ANF

**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.

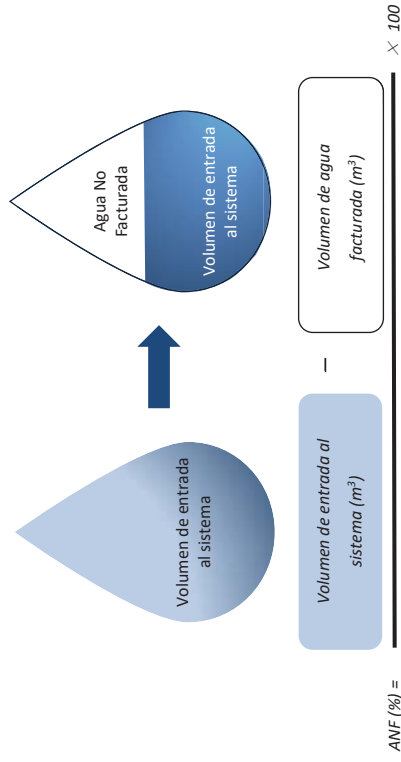


Figura 2.1. Definición de ANF

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 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.



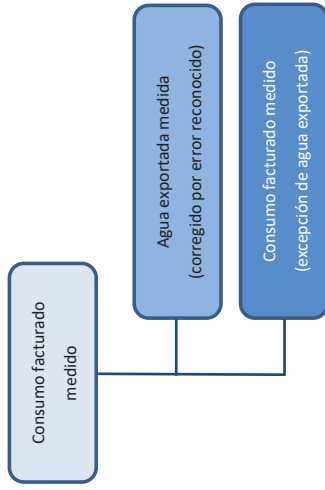


Figura 2.2 Segmentación del consumo medido facturado

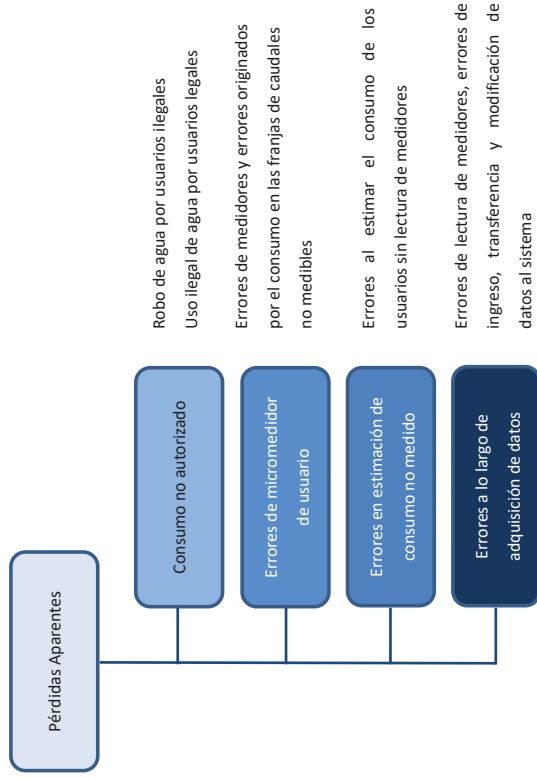


Figura 2.3 Segmentación de las pérdidas aparentes

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.

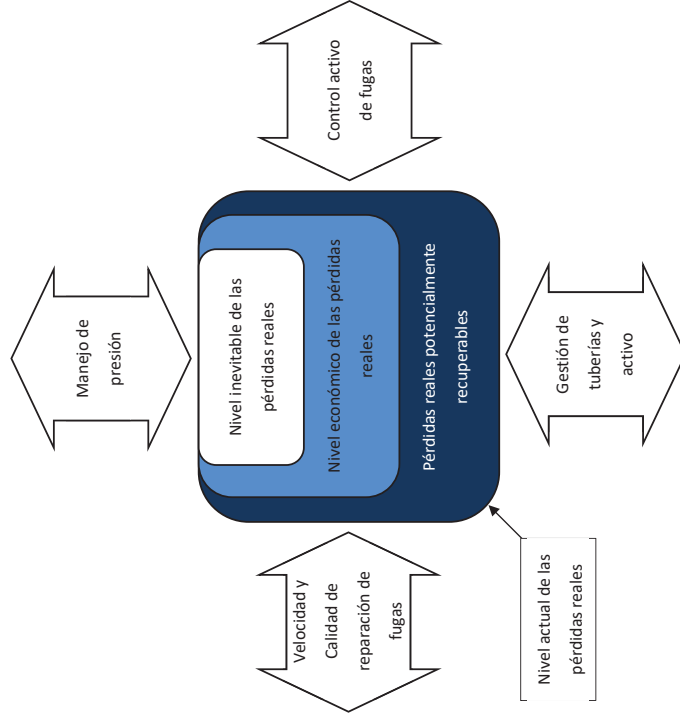


Figura 2.5 Esquema dinámica de las pérdidas reales

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		
<b>Parámetros Operacionales</b>								
(1)		Producción de Agua	m <sup>3</sup>	175,346,868	171,219,865	186,678,110		
(2)		Longitud de tuberías en la red	km	2,415	2,415	2,415	Estimación en 2014	
<b>Parámetros Comerciales</b>								
(3)		Producción Total en Managua	No.	1,033,870	1,039,290	1,039,290		
(4)		Número de personas por viviendas	No. viviendas	5,3	5,3	213,971	Censo 2005	
(5)		Número de Conexiones Activas	No.	205,631	210,478	213,971		
(6)		Número de medidores en buen estado	No.	120,345	132,867	140,135		
(7)		Volumen de agua facturada	m <sup>3</sup> /año	83,915,161	83,915,161	84,185,454		
(8)		Monto de facturación	CS/año	1,035,048,166	1,035,048,166	1,180,854,423		
(9)		Monto de recuperación	CS/año	755,915,600	775,211,704	1,026,925,630		
<b>Parámetros Energéticos (Estaciones de Bombeo y Puntos)</b>								
(10)		Consumo de energía del Distribuidor	MWh/año	73,082,266	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	135,855,576	139,083,443	142,476,589		
(13)		Gasto en energía del Distribuidor	CS/año	375,350,819	386,486,471	268,334,539		
(14)		Gasto de Pagar	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/m <sup>3</sup>	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	
<b>Parámetros Administrativos</b>								
(19)		Gasto de consumo de energía	CS	561,506,105	494,767,810	448,637,757		
(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	1,793,618,912		
(23)		Otros gastos	CS	312,040,308	100,133,914	47,089,778		
(24)		Gasto total	CS	1,592,150,314	1,256,020,783	1,840,688,690		
(25)		Número de funcionarios (MJC/CL/Managua)	No.	-	-	1,287	Dpto. Managua	
<b>Indicadores como Línea de Base</b>								
(26)		Volumen de Agua No Facturada	m <sup>3</sup> /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	m <sup>3</sup> /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/m <sup>3</sup>	2,87	2,87	2,00		
(32)		Costo de Producción de Agua (Péf.)	CS/m <sup>3</sup>	9,1	9,1	9,9		
(33)		Costo Unitario de Suministro de Agua (Péf.)	CS/m <sup>3</sup>	19,1	19,1	21,9		
<b>Eficiencia</b>								
(34)		Nivel actual de las pérdidas reales						
(35)		Gestión de tuberías y activo						
(36)		Control activo de fugas						
(37)		Manejo de presión						

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-H<sub>2</sub>O)

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-H<sub>2</sub>O

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 desarrollado	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
País en desarrollo	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 <sup>3</sup> /h)	IFI
					Pérdida total del agua (m <sup>3</sup> /h)	Pérdida real (m <sup>3</sup> /h)	Pérdida comercial (m <sup>3</sup> /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 (WILSG), 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.

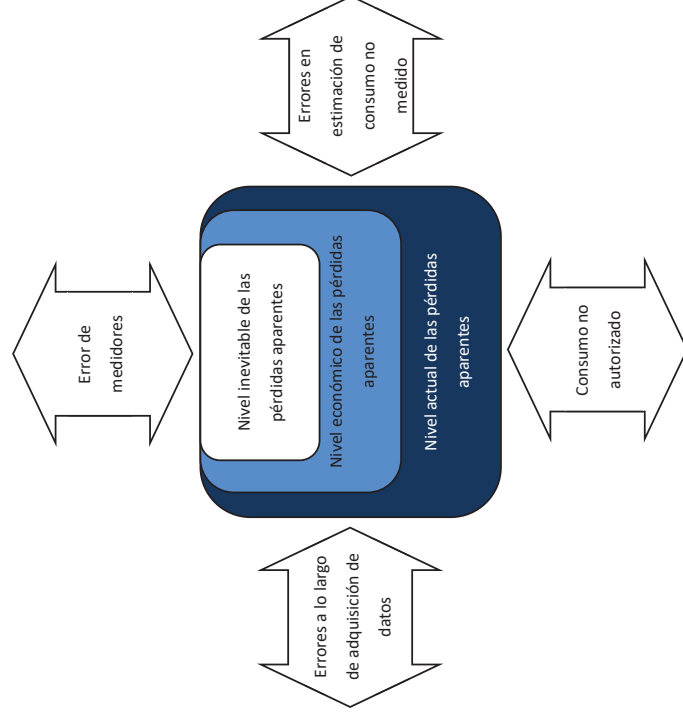


Figura 2.6 Esquema dinámica de las pérdidas aparentes

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.

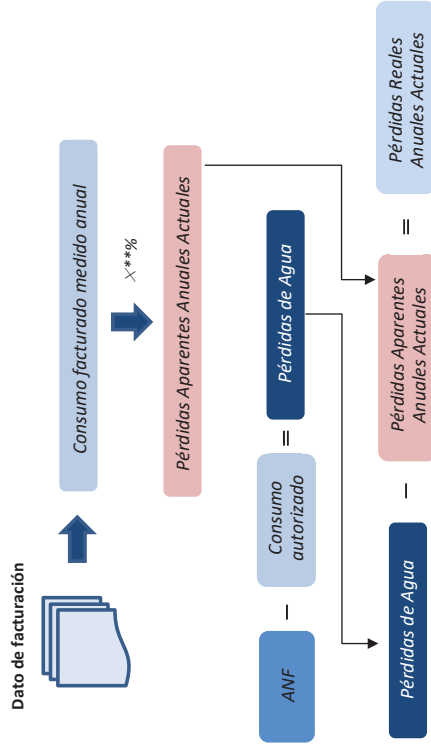
En otras palabras, se puede interpretar que el verdadero consumo de agua para los usuarios es la suma del consumo facturado autorizado y las pérdidas aparentes, por lo que es pertinente evaluar las pérdidas aparentes utilizando el porcentaje (%) sobre el consumo facturado autorizado (se excluye el agua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

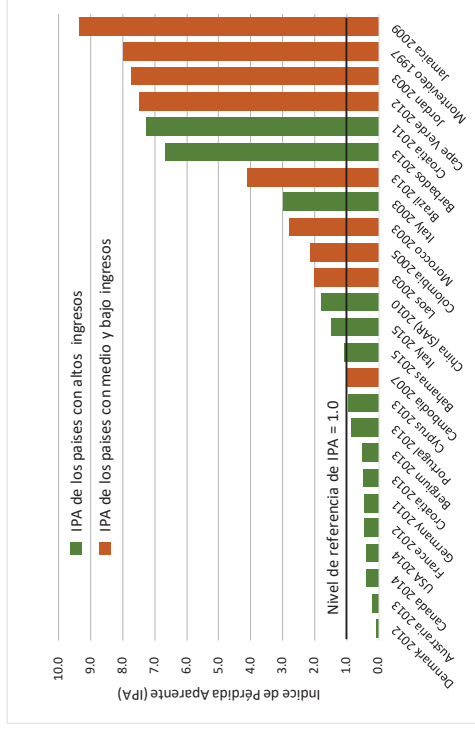
**Tabla 2.5 Evaluación de las pérdidas comerciales en las áreas piloto**

Sitio	Antes de Acción Correctiva		Pérdida comercial (PAAA) (m <sup>3</sup> /día)	(Nota) Consumos medidos autorizados (a) (m <sup>3</sup> /día)	Pérdida Anual de Referencia (PAAR)=(a)*0.05 (m <sup>3</sup> /día)	Índice de Pérdida Aparente (IPA) =PAAA / PAAR
	Pérdida total del agua (m <sup>3</sup> /h)	Pérdida real (m <sup>3</sup> /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

Nota1: Consumo medido autorizado en AZA No.3: 27,982 m<sup>3</sup> en 29 días (Septiembre 2017)

Nota2: Consumo medido autorizado en MS No.61: 23,758 m<sup>3</sup> 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.

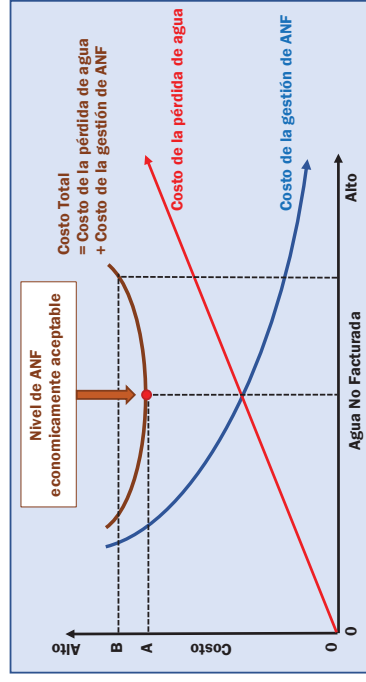


Figura 2.9 Equilibrio entre las medidas de ANF y la relación costo-efectividad

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.

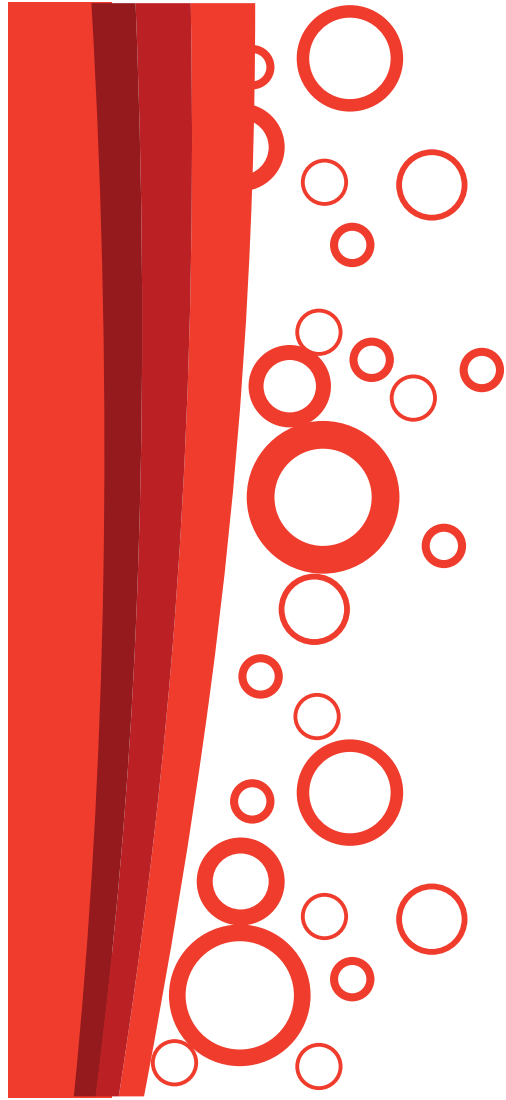
En el proyecto piloto realizado durante los años 2017-2019, se logró disminuir la tasa de ANF en AZA No.3 y MS No.61 hasta 38% y 17% respectivamente y se comprobó suficiente efectividad en la relación costo-efectividad.

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.

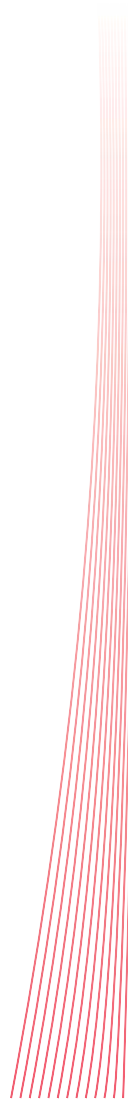
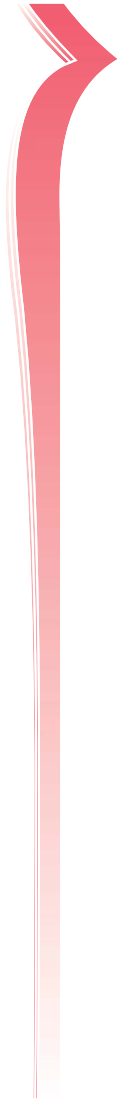
Tabla 2.6 Meta estratégica de índice promedio de ANF a nivel Managua

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.

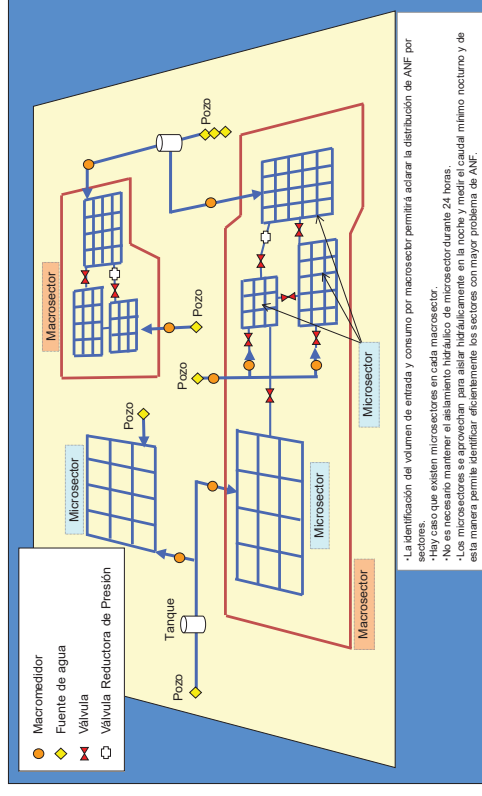


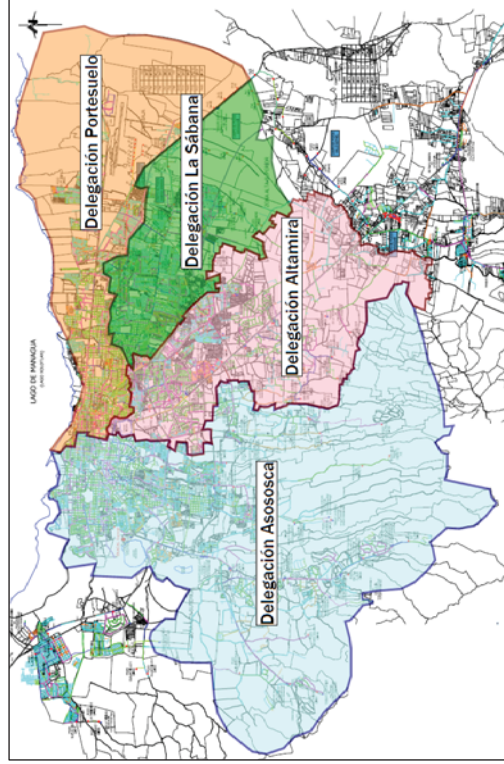
Figura 3.1 Imagen ilustrativa de la gestión de ANF con el uso de los macrosectores

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

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

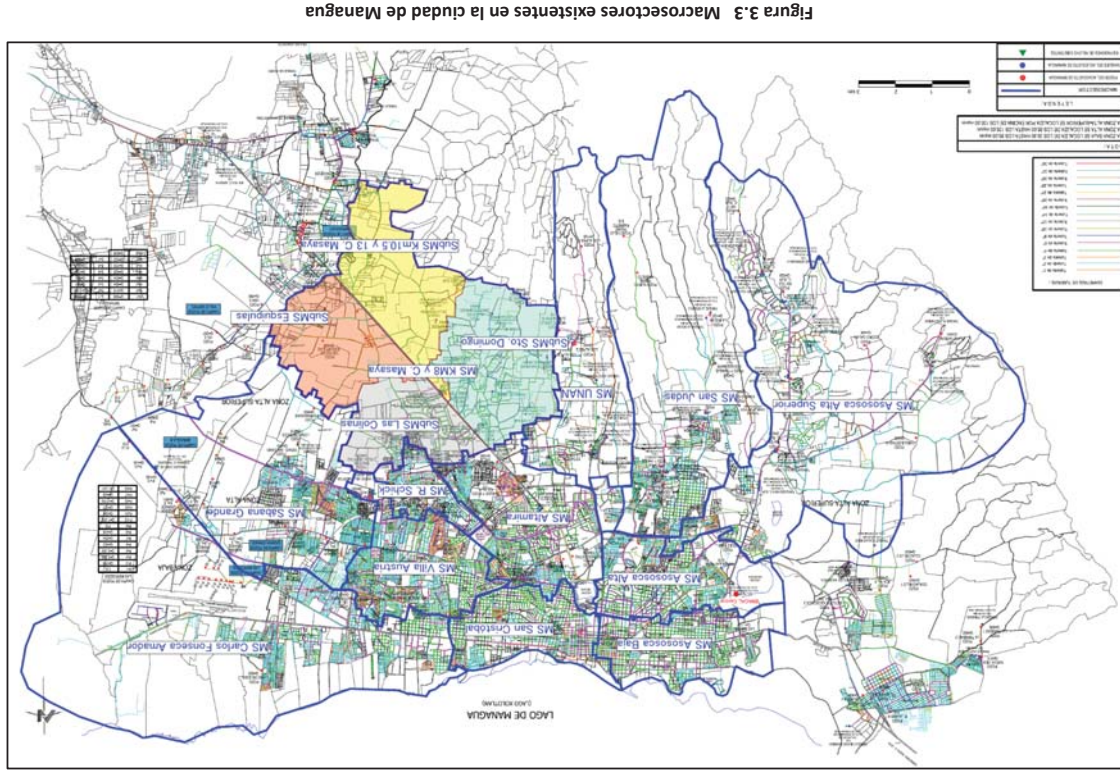


Figura 3.3 Macrosectores existentes en la ciudad de Managua

### 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:

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

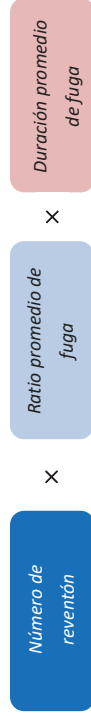
Este valor es útil para el comienzo de análisis en lo que los funcionarios puedan tener una sensibilidad de la magnitud de pérdida física. Sin embargo, se debe tener en cuenta de que el balance hídrico podría tener un error y el valor estimado en dicho cálculo podría ser incorrecto.

[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 <sub>2</sub> O)	Tasa de fuga por rupturas reportadas (L/hora/m-H <sub>2</sub> 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 mês de entrada			
População abastecida	Consumo aparente em (L/hab/dia)	Tempo médio de abastecimento (horas/dia)	Número de ligações reais de água
377.000	2313		98.610
<b>Consumo Autorizado</b>			
Consumo Autorizado	3987,720 m³/mês	Consumo Micromedido	2985,120 m³/mês
Consumo Real	2985,120 m³/mês	Consumo Não Medido (estimado)	1002,600 m³/mês
Consumo Não Medido	1002,600 m³/mês	Unas próprias	72,000 % de VE
Consumo Não Medido	2,00 L/j/dia	Unas Sociais	32,600 % de VE
Consumo Não Medido	0,75 L/hab/dia	Suma dedido	104,600 % de Vol Conta
<b>TOTAL DE PERDAS APARENTES</b>			
3484,275 m³/mês	30,00%	1745,137	5,65%
11,84% % de Consumo Autorizado		Fraudes	2,158%
28 L/hab/dia		Clandestinas	2,158%
96 L/j/dia		Ve em ramais	2,158%
<b>TOTAL DE PERDAS REAIS</b>			
8129,975 m³/mês	85,05%	6310,273	5,65%
22 L/hab/dia		Ve em ramais	2,158%
28,46 % de VE		Ve em ramais	2,158%
1,284 L/hab/dia		Ve em ramais	2,158%
19,82% % de VE		Ve em ramais	2,158%
81,300	1,00%	81,300	1,00%
<b>Volume de Perdas de Água</b>			
1184,260 m³/mês		1184,260	
378 L/j/dia		378	
22 L/hab/dia		22	
28,46 % de VE		28,46	
1,284 L/hab/dia		1,284	
19,82% % de VE		19,82	

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  $\mu$ , 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%.

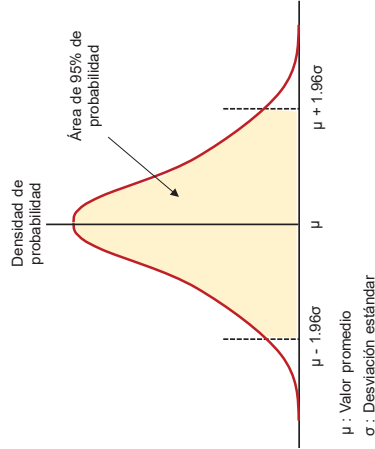


Figura 3.7 Límite de confiabilidad de 95%

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)<sup>0.5</sup>

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.

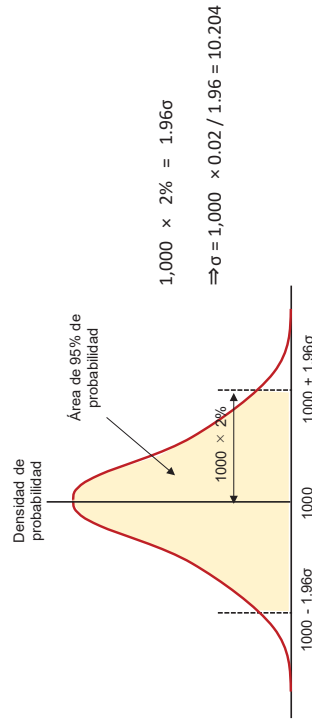


Figura 3.8 Método para obtener la desviación típica a partir del valor ingresado

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.

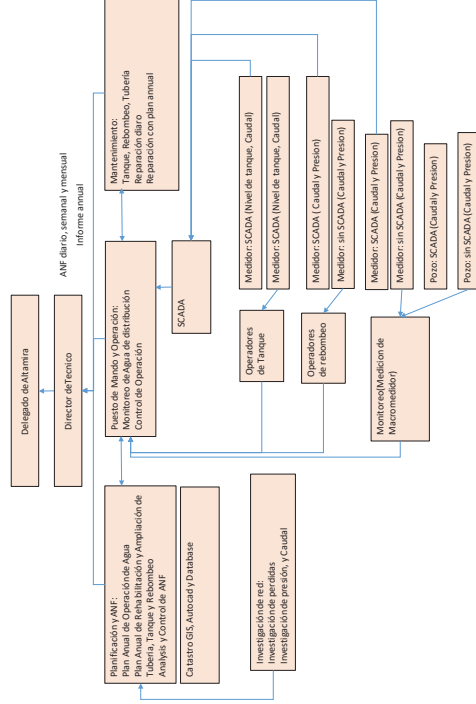


Figura 3.9 Ejemplo del sistema de monitoreo y operación en las Delegaciones

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.

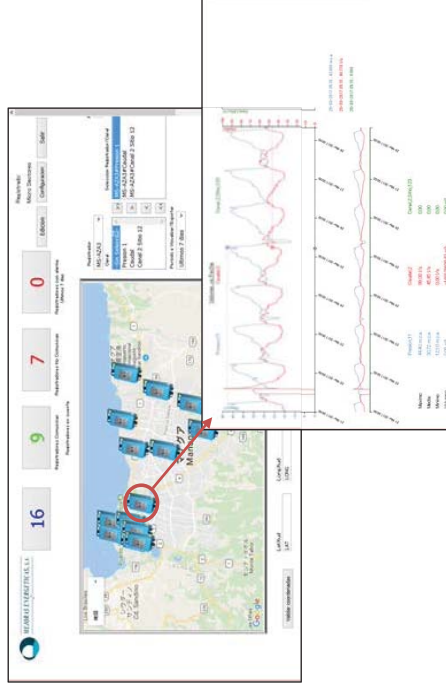
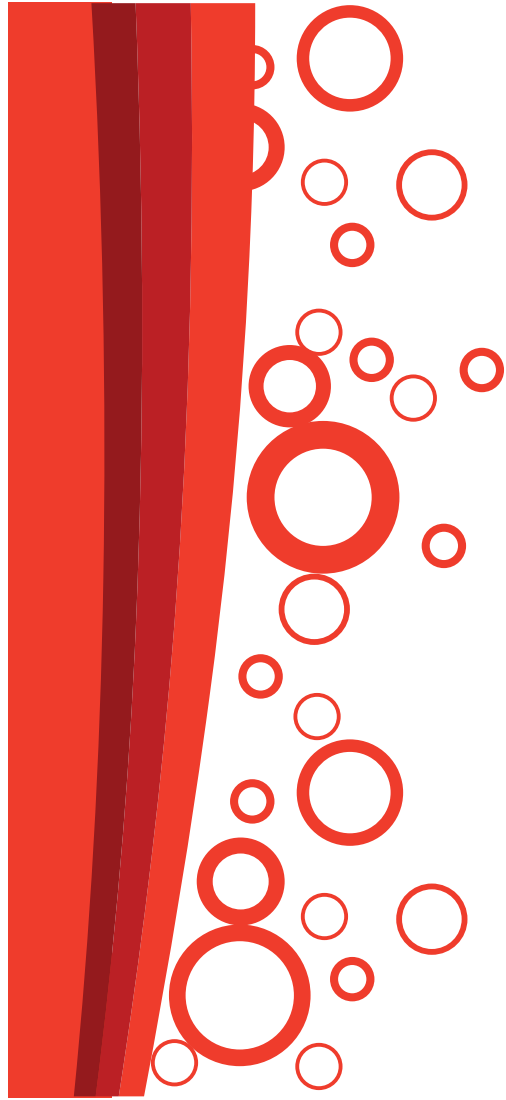
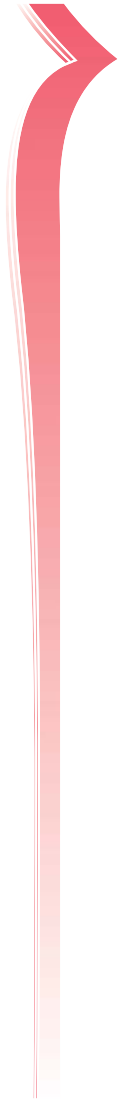


Figura 3.10 Sistema de monitoreo en base a sitio Web



## 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.

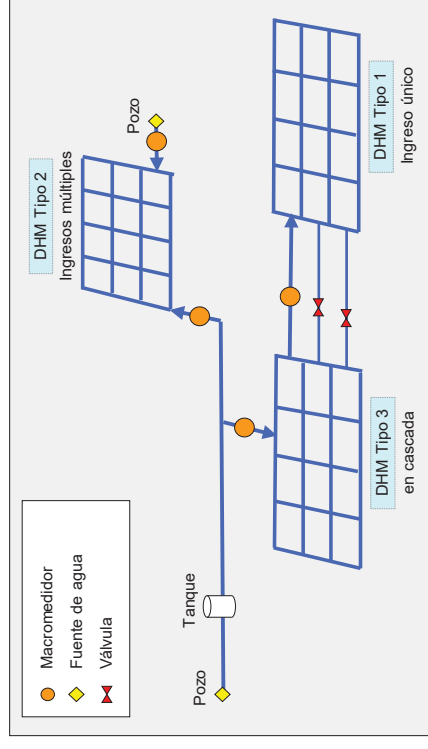


Figura 4.1 Tipos de DHM



#### 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	Volúmenes promedio de abastecimiento por microsector (m³/hora)				Estado actual de macrosector		
			2016	2017	2018	2019			
51	533	533	11,780	17,897	22,527	16,444	33,37	Buena	✓
52 (Total 110)	1,215	1,215	23,992	29,827	20,011	21,544	22,988	No hay macrosector	✓
54	968	1,223	94,253	74,720	97,371	72,3	61,1	No hay macrosector	✓
55	652	4,783	5,281	41,247	38,544	2,959	47,47	No hay macrosector	✓
56	631	869	32,031	2,453	41,247	38,544	2,959	No hay macrosector	✓
57	1,063	1,079	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
58	663	678	26,804	23,013	24,008	34,471	35,41	No hay macrosector	✓
59 (Total 110)	310	313	28,044	20,829	22,721	30,468	27,78	No hay macrosector	✓
60	390	397	17,428	6,264	15,051	44,868	21,18	No hay macrosector	✓
61	955	1,002	45,581	47,113	46,305	45,81	46,22	No hay macrosector	✓
62	1,285	1,421	32	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
63	1,040	1,050	12,943	7,705	2,854	13,18	2,85	No hay macrosector	✓
64	962	1,003	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
65	3,595	3,853	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 1	0	0	12,848	3,708	23,228	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 2	0	0	30,833	17,143	91,435	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 3	0	1,429	122,530	107,025	107,435	63,99	63,99	No hay macrosector	✓
AZA # 4	0	0	28,752	18,305	11,052	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 5	0	0	62,651	9,822	1,387	0	0	No hay UOC	✓
AZA # 6	0	0	0	0	0	0	0	No hay UOC	✓
AZA # 7	0	0	0	0	0	0	0	No hay UOC	✓
AZA # 8	0	0	0	0	0	0	0	No hay UOC	✓
AZA # 9	0	0	22,019	13,263	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 10	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 11	0	0	7	27,419	2,662	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 12	0	0	19,981	14,262	27,419	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 13	0	0	2,691	2,318	2,246	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 14	0	0	0	0	1,246	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 15	0	0	3,938	1,492	1,803	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 16	0	0	120	83,472	384	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 17	0	0	4,529	4,529	10,866	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 18	0	0	32,195	432	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 19	0	0	1,723	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 20	0	0	1,723	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 21	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 22	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 23	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 24	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 25	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 26	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 27	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 28	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 29	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 30	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 31	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 32	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 33	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 34	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 35	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 36	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 37	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 38	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 39	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 40	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 41	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 42	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 43	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 44	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 45	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 46	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 47	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 48	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 49	0	0	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
AZA # 50	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	Volúmenes promedio de abastecimiento por microsector (m³/hora)				Estado actual de macrosector		
			2016	2017	2018	2019			
1	627	627	34,193	37,693	33,816	73,48	66,65	Buena	✓
2	281	281	7,776	7,013	27,719	27,47	25,23	No hay macrosector	✓
3	1,320	1,320	74,925	74,925	4,411	0	0	No hay macrosector	✓
4	3,222	3,222	10,517	76,079	6,079	2,83	67,86	No hay macrosector	✓
5 (Total 110)	1,089	1,089	27,583	78,033	12,98	25,39	67,86	No hay macrosector	✓
6	2,639	2,639	38,144	38,144	0	12,48	0	No hay macrosector	✓
7	2,879	2,839	13,961	121,646	4,64	0	0	No hay macrosector	✓
8 (Total 110)	1,236	1,236	22,946	54,888	60,199	44,41	47,88	No hay macrosector	✓
9	2,722	2,722	109,861	1,084,448	60,199	40,56	47,88	No hay macrosector	✓
10 (Total 110)	1,740	1,740	17,972	9,190	72,320	10,32	39,71	No hay macrosector	✓
11	3,061	3,133	-13,706	-10,628	-9,072	-4,48	-2,4	No hay macrosector	✓
12	570	570	20,775	20,775	0	0	0	No hay macrosector	✓
13	1,667	1,667	39,832	9,471	27,128	16,33	16,33	No hay macrosector	✓
14 (Total 110)	842	842	49,320	62,039	79,631	57,8	73,66	No hay macrosector	✓
15	2,456	2,456	66,009	45,372	50,296	25,69	22,4	No hay macrosector	✓
16	784	784	3,542	0	4,51	0	0	No hay macrosector	✓
17	1,410	1,425	1,951	1,925	3,563	1,36	2,3	No hay macrosector	✓
18	1,779	1,779	43,031	46,701	37,053	28,34	60,83	No hay macrosector	✓
19 (Total 110)	782	782	62,869	62,869	52,719	163,47	228,11	No hay macrosector	✓
20	2,525	2,525	9,989	89	0	0	0	No hay macrosector	✓
21	2,025	2,025	58,576	527	8	16,33	0	No hay macrosector	✓
22	1,089	1,089	52,583	47,498	34,819	49,29	18,93	No hay macrosector	✓
23	2,333	2,333	2,199	2,287	7,287	0	0	No hay macrosector	✓
24	2,879	4,325	223,167	193,357	199,414	77,52	48,11	No hay macrosector	✓
25	505	505	13,098	4,036	2,094	0	0	No hay macrosector	✓
26	434	434	19,016	3,911	11,433	5,52	1,44	No hay macrosector	✓
27	1,740	1,740	28,520	25,099	14,775	16,39	14,42	No hay macrosector	✓
28 (Total 110)	3,061	1,175	-39,067	2,519	966	-12,44	0,81	No hay macrosector	✓
29 (Total 110)	966	966	6,329	20,676	69,022	11,2	66,83	No hay macrosector	✓
30	1,657	1,657	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
31	838	1,025	36,036	31,486	25,154	43,11	24,54	No hay macrosector	✓
32	2,160	719	6,734	8,005	26,037	3,87	36,24	No hay macrosector	✓
33	1,717	1,717	15,856	14,576	15,73	15,73	15,73	No hay macrosector	✓
34	1,878	1,878	2,425	1,878	4,72	0,66	1,08	No hay macrosector	✓
35	931	944	4,721	1,006	6,27	5,08	1,08	No hay macrosector	✓
36	805	813	62,227	53,970	1,463	77,3	67,04	No hay macrosector	✓
37	2,373	2,373	18,529	21,200	27,834	7,87	11,73	No hay macrosector	✓
38	680	680	14,253	11,029	11,930	13,98	10,8	No hay macrosector	✓
39	1,021	1,059	44,543	24,518	19,339	51,02	21,88	No hay macrosector	✓
40	873	892	44,543	24,518	19,339	51,02	21,88	No hay macrosector	✓
41	185	180	6,133	6,120	6,127	43,96	33,08	No hay macrosector	✓
42	1,073	1,056	4,815	3,994	21	4,49	3,72	No hay macrosector	✓
43	883	888	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
44	735	732	20,365	13,146	20,256	27,78	28,94	No hay macrosector	✓
45	56	54	20,433	20,273	16,244	37,51	33,78	No hay macrosector	✓
46	1,080	1,086	6,797	30,503	24,161	22,25	28,26	No hay macrosector	✓
47	970	970	6,810	4,151	6,100	6,91	4,34	No hay macrosector	✓
48	1,071	1,087	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
49	507	503	0	0	0	0	0	No hay macrosector	✓
50	184	184	17,667	12,238	17,374	94,43	94,43	No hay macrosector	✓

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

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

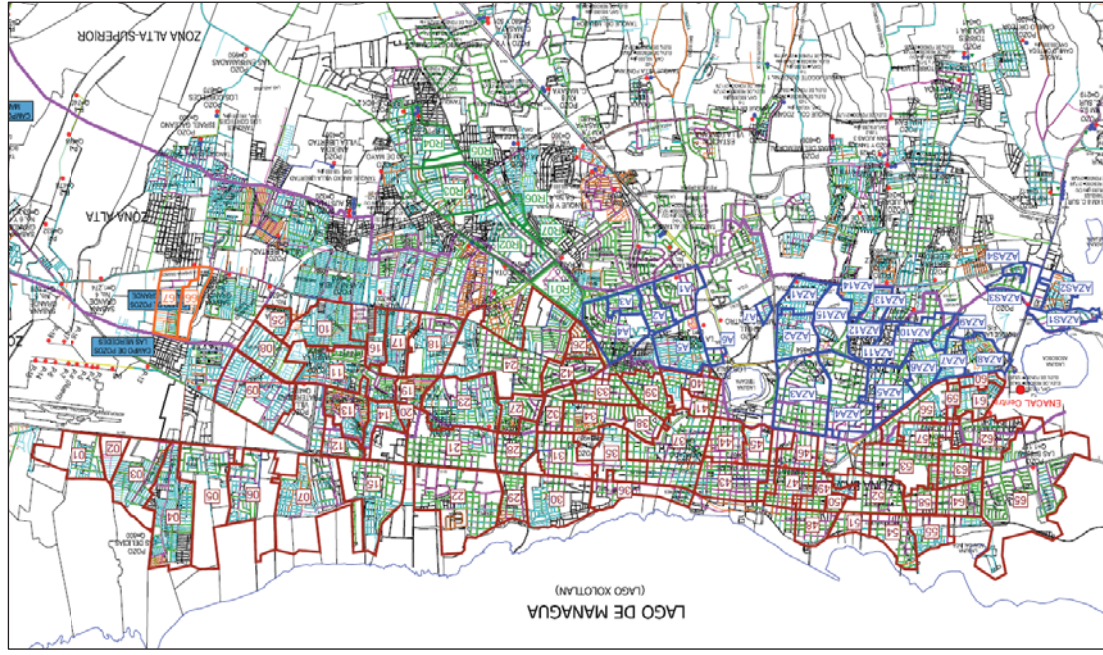


Figura 4.2 Situación actual de los microsectores existentes en la ciudad de Managua

#### 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.

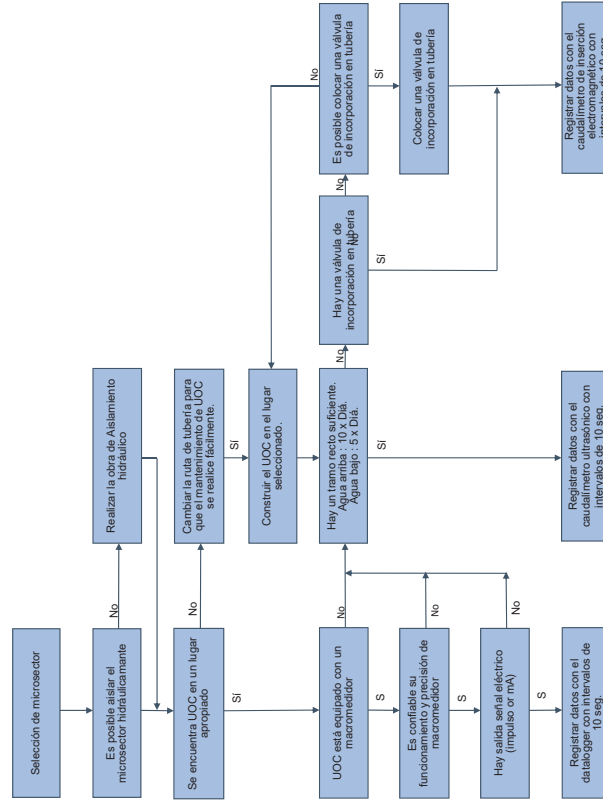


Figura 4.3 Flujo de selección del método de medición del caudal mínimo nocturno

## 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.

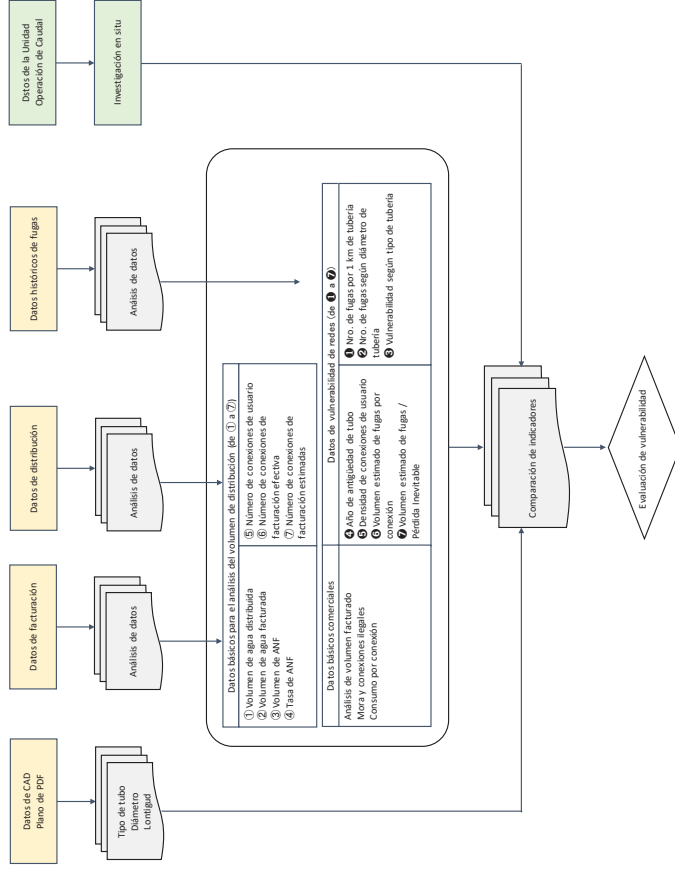


Figura 4.4 Flujo de evaluación de vulnerabilidad de los 10 microsectores

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.

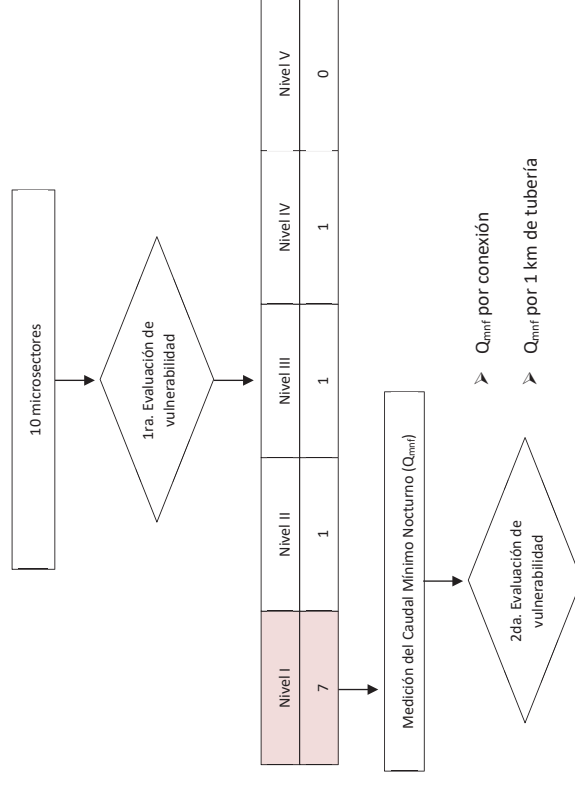


Figura 4.5 Flujo de evaluación de vulnerabilidad de los microsectores seleccionados

### 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					446		700		434					
	50	3,703	2,972	7,336	11,069	4,037	6,17	445	1,065	1,552	209				
PVC	75														
	100	2,302	1,132	4,242	194	1,751									
Subtotal	150	6,608	4,104	11,578	11,640	5,788	617	445	1,065	3,338	614				
	Total	6,668	6,884	11,578	13,942	7,738	5,610	7,808	7,740	9,734	2,563				

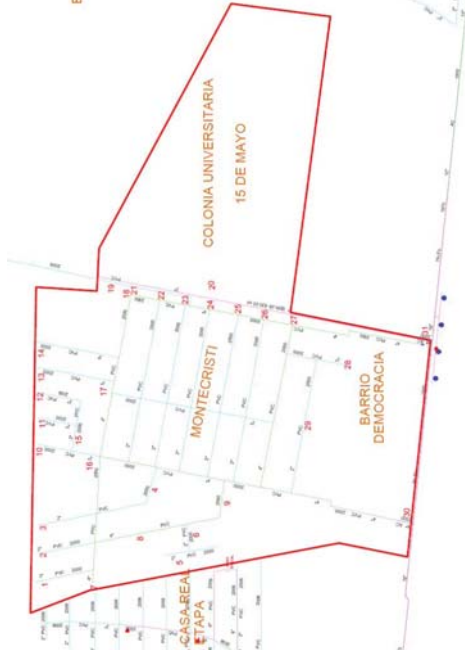
**Tabla 4.5 Datos de ANF en los 10 microsectores**

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	44,991	23,285	19,644	28,699	29,052	31,649	9,033
③ Volumen de ANF (m³/mes)	20,762	41,007	30,865	41,554	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



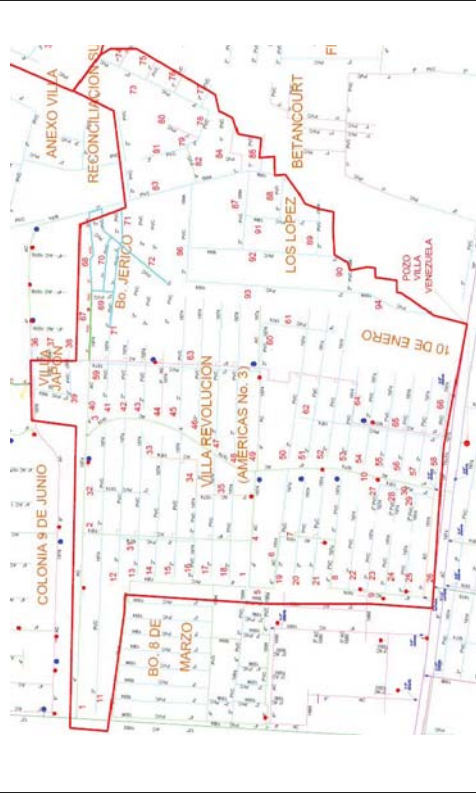
MS No.5



MS No.8



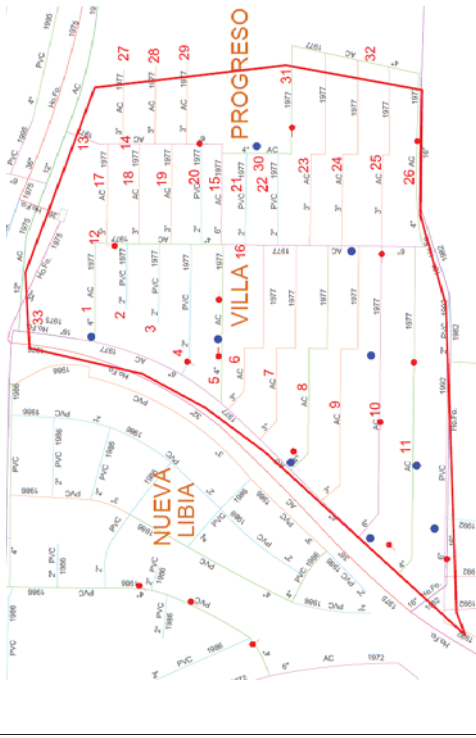
MS No.10



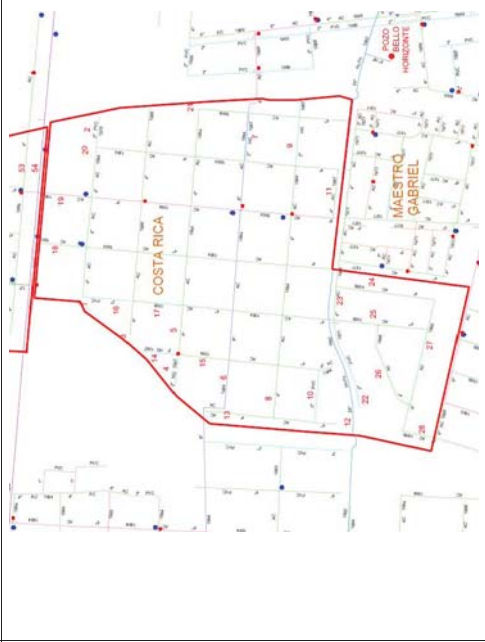
MS No.14



MS No.19



MS No.28



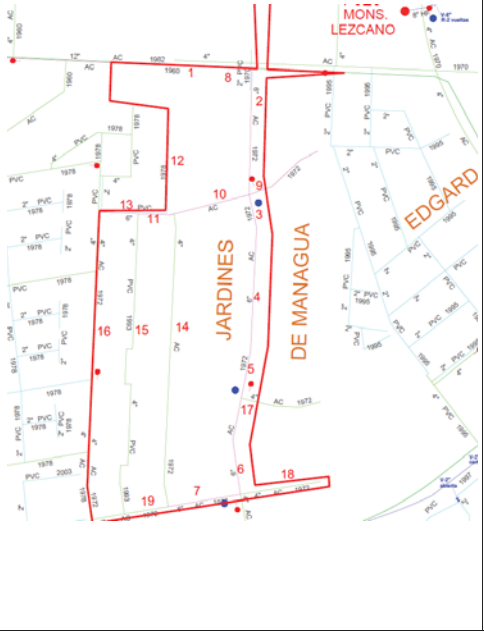
MS No.29



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		Evaluación
	Grado	Nivel	
$20 \leq x$	10	I	
$15 \leq x < 20$	9		
$10 \leq x < 15$	8		
$5 \leq x < 10$	7	II	
$4 \leq x < 5$	6		
$3 \leq x < 4$	5	III	
$2 \leq x < 3$	4		
$1 \leq x < 2$	3	IV	
$0 \leq x < 1$	2		
$x=0$	1	V	

Evaluación	Nro. de fugas	
	Distribución	Acumetida
Enero		
Febrero		
Marzo		
Abril		
Mayo		
Junio		
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.	$50 \leq x$	I
18	2	B	B/Fx100	B/Fx100xCoef.	$40 \leq x < 50$	II
25	3				$30 \leq x < 40$	III
50	4				$20 \leq x < 30$	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		
HG50	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.28			
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.29			
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		1			

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
0 < x < 200	V

Microsector	Nro. de conexiones	Volumen de ANF (m <sup>3</sup> /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
0 < x < 5	V

Microsector	Nro. de conexiones	Longitud de tuberías (km)	Longitud de acometidas (km)	Presión de agua (m <sup>2</sup> /H <sub>2</sub> O)	Pérdidas Reales Anuales Inevitables (m <sup>3</sup> /día)	Vol. de ANF (m <sup>3</sup> /mes)	Volumen estimado de fugas (m <sup>3</sup> /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

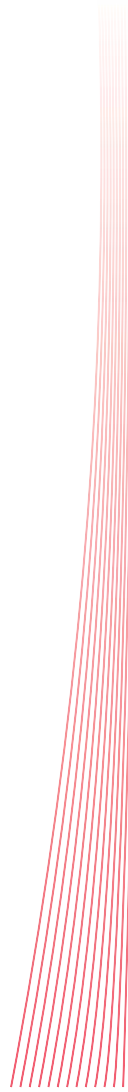
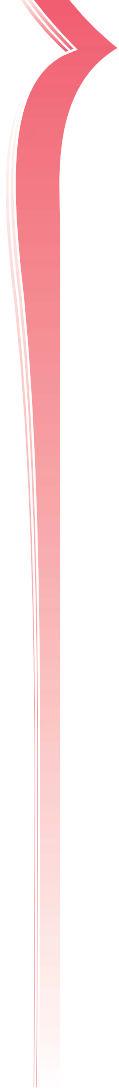
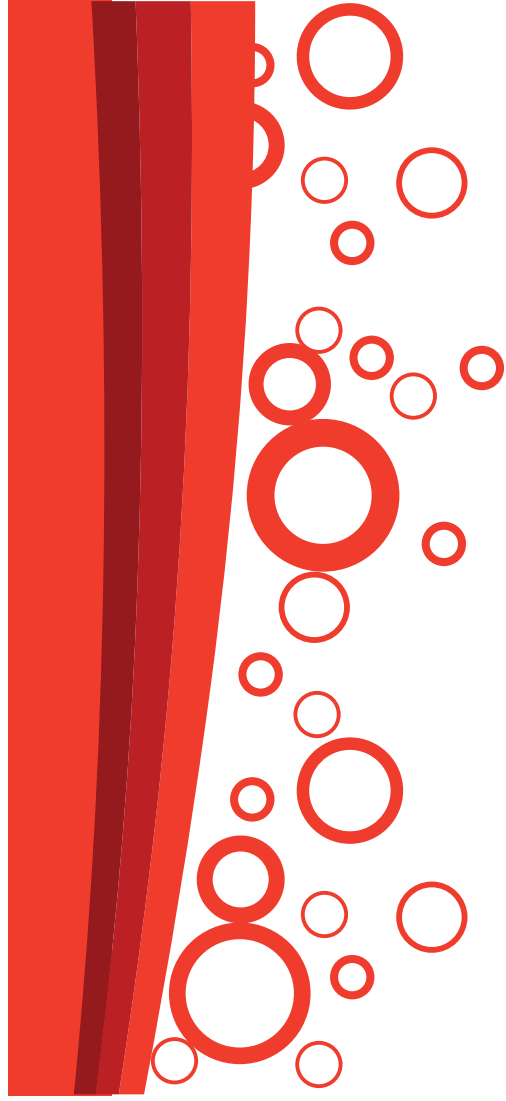
Indicadores	MS No.1	MS No.5	MS No.8	MS No.10	MS No.14	MS No.19	MS No.28	MS No.29	MS No.52	MS No.59
1 Nro. de fugas / Longitud de tubería de distribución	No hay datos									
2 Nro. de fugas por diámetro de tubo	No hay datos									
3 Vulnerabilidad según tipo de tubo	IV	IV	IV	III	III	II	II	II	III	II
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	Sano	

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.

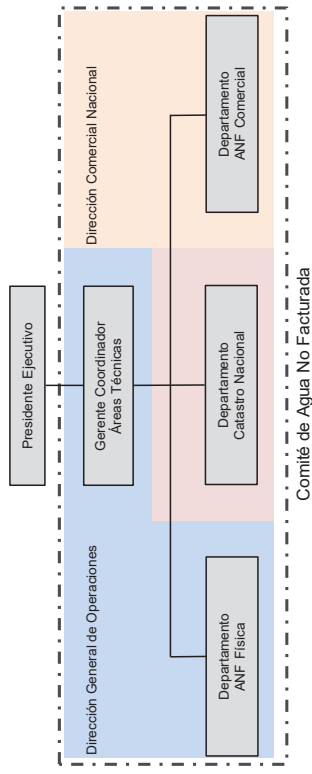
Por consiguiente, es necesario contar con una Sección de gestión única con fuerte poder y capaz de dar respuesta de manera ágil y transversal entre Secciones, hacia una meta común que es la Reducción de ANF.

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.

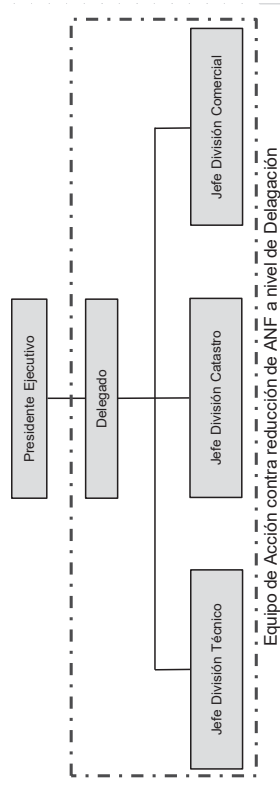
La creación de un órgano de gestión única y la reforma institucional para garantizar la motivación son las dos caras de la misma moneda, y debe ser reflejada en el plan de ejecución de la reducción de ANF bajo la firme voluntad de las autoridades de ENACAL.

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.

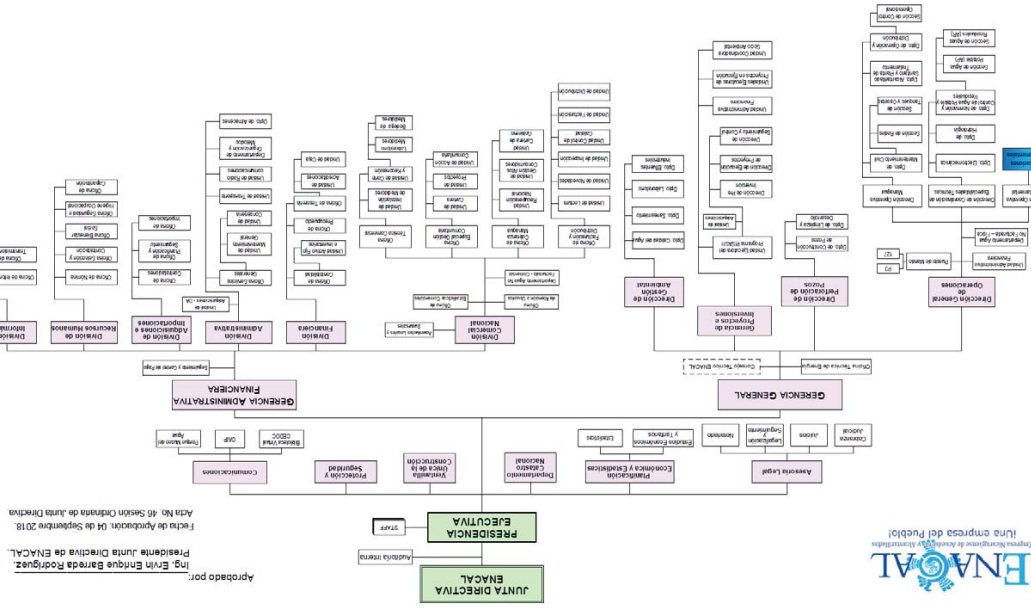


Figura 5.2 Organigrama de ENACAL Central (Septiembre de 2018)

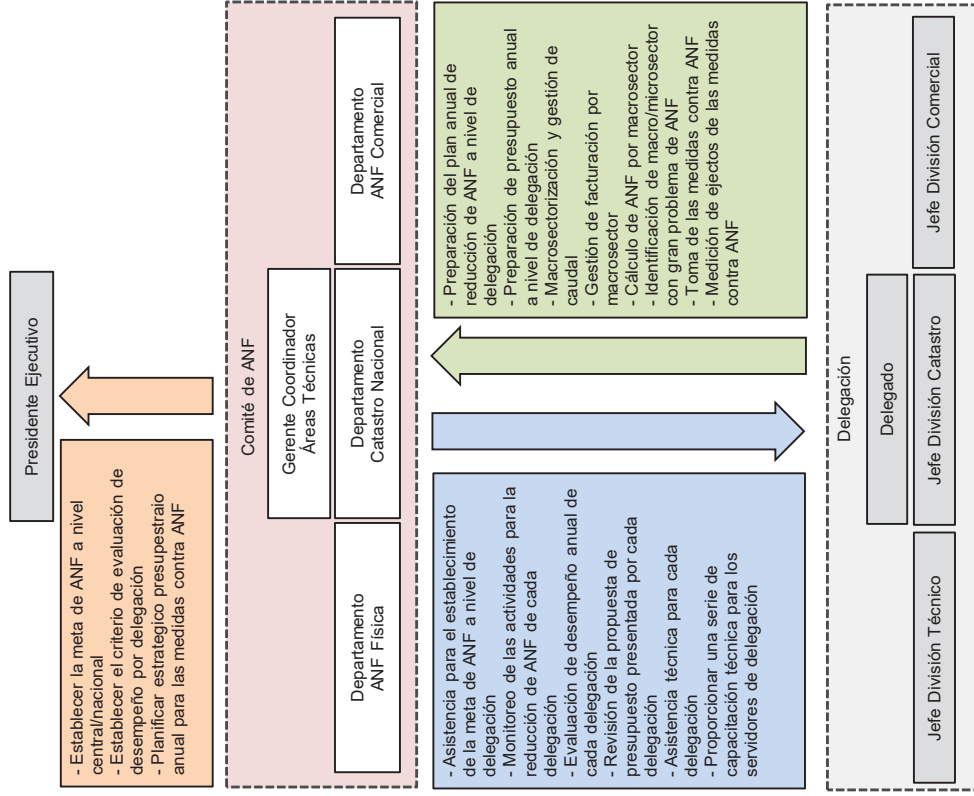


Figura 5.3 Relación entre el Comité de ANF y las Delegaciones

### 5.6 Mejora del sistema de capacitación

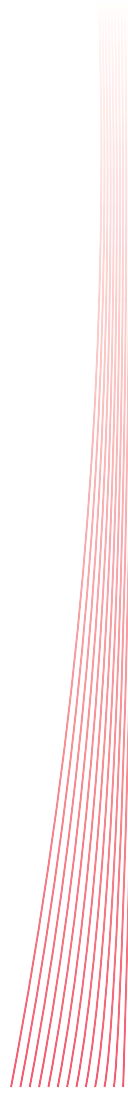
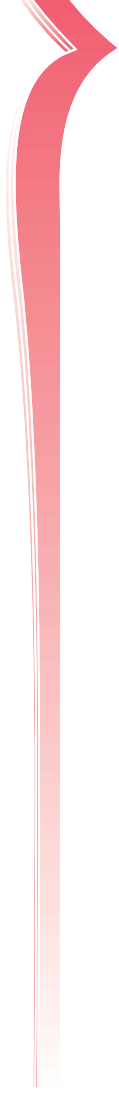
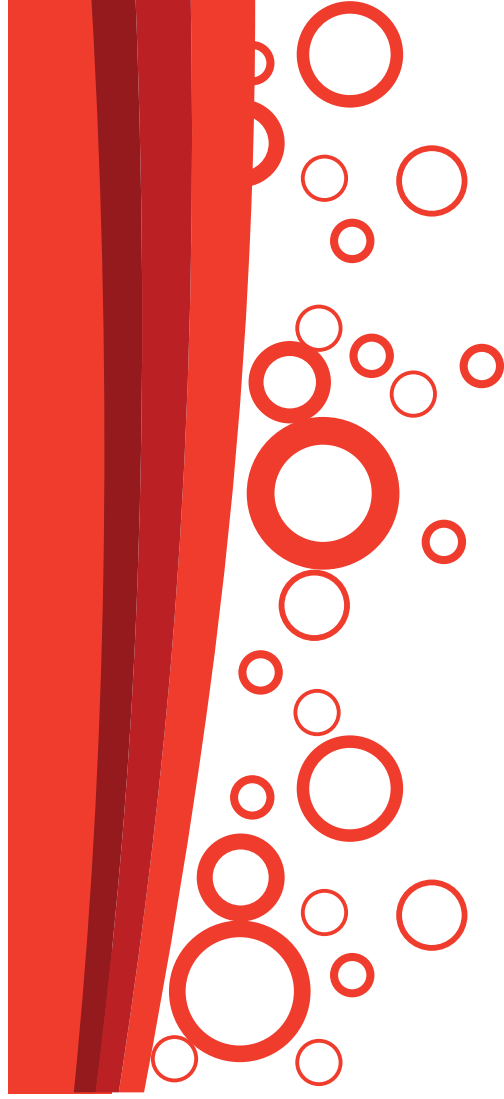
En la reforma organizativa e institucional, las iniciativas para mejorar la capacidad técnica de los funcionarios son importantes para garantizar la sostenibilidad de la institución.

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.





## 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.

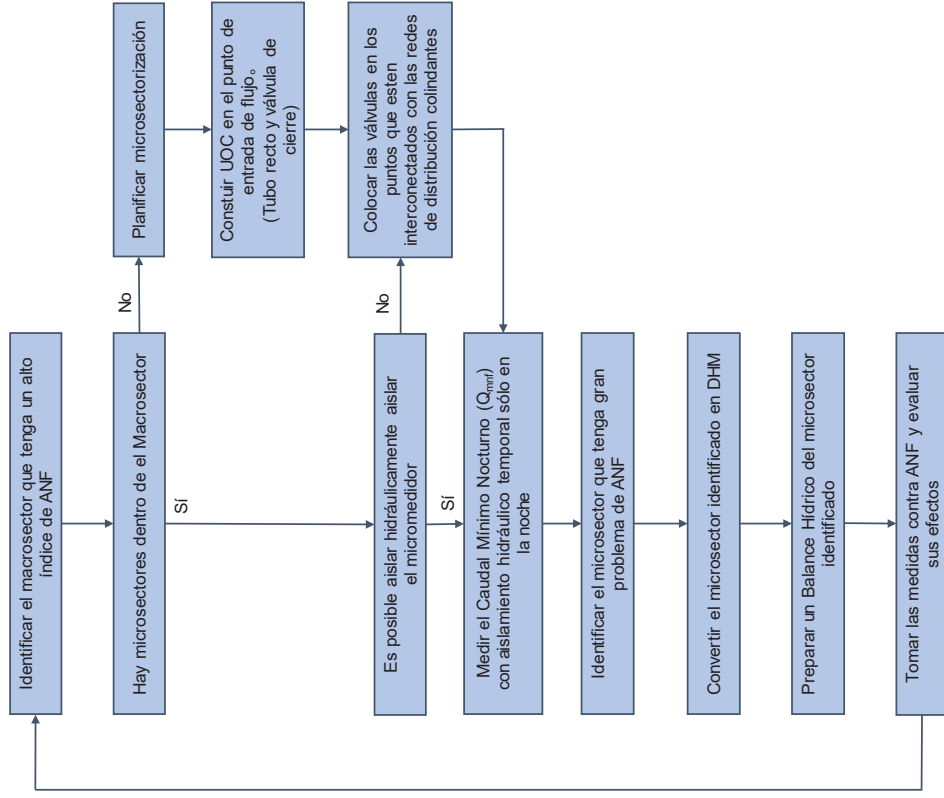


Figura 6.2 Flujo de identificación de microsectores con severo problema de ANF

### 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.

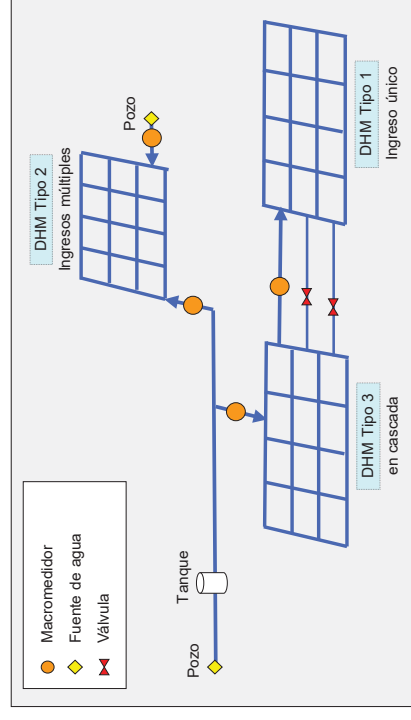


Figura 6.3 Tipos de DHM



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.

- La gestión de la presión es un factor importante en el control de las fugas. En el diseño del DHM, se debe integrar un sistema de segunda revisión del diseño desde la perspectiva de gestión de la presión.

### 6.5 Detección de las pérdidas reales y reparación de las fugas

Esta sección mostrará cuáles son las actividades para iniciar en el DHM o microsector creado y sus procedimientos, partiendo de la premisa de que el nivel de ANF es alto en relación a otros microsectores y que en cualquier momento se puede aislar hidráulicamente.

#### 6.5.1 Subsectorización

La primera etapa de reducción de ANF en los microsectores es conocer la distribución del volumen de distribución en los microsectores e identificar las áreas con mayores pérdidas. Para ello, se realizan obras de subsectorización para dividir el microsector en sectores más pequeños.

El área de subsectores varía enormemente dependiendo del estado de red de tuberías de distribución en el microsector, la distribución de usuarios, la facilidad de aislamiento, etc. Si se establecen 50-100 conexiones en un subsector y menos de 1km de longitud de tuberías de distribución, se puede desarrollar eficientemente el posterior trabajo de detección y reparación de fugas y detección de conexiones ilegales en el subsector.

A continuación, se muestra la imagen ilustrativa de la subsectorización de los microsectores.



Figura 6.4 Ejemplo de la subsectorización

### 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.

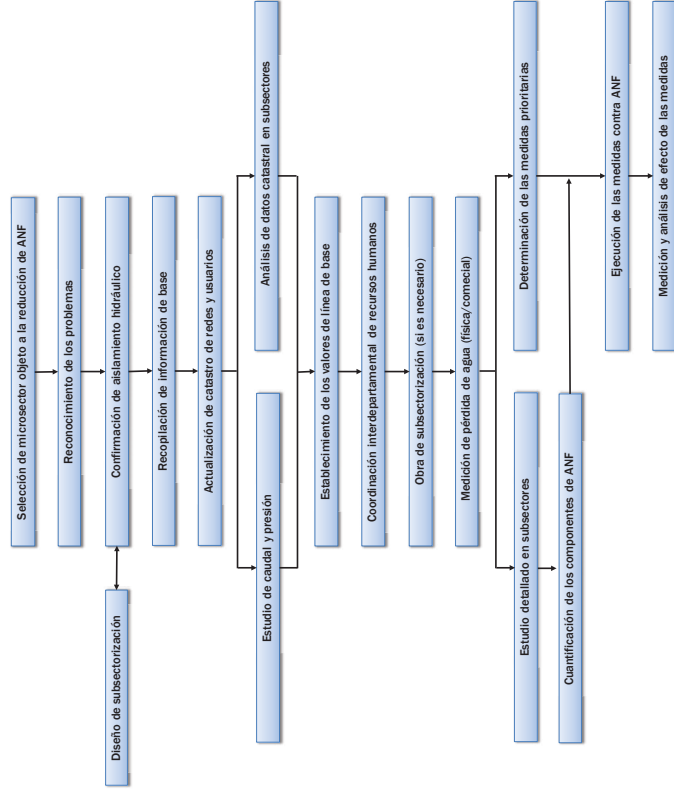


Figura 6.5 Flujo de actividades para la reducción de las pérdidas reales

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

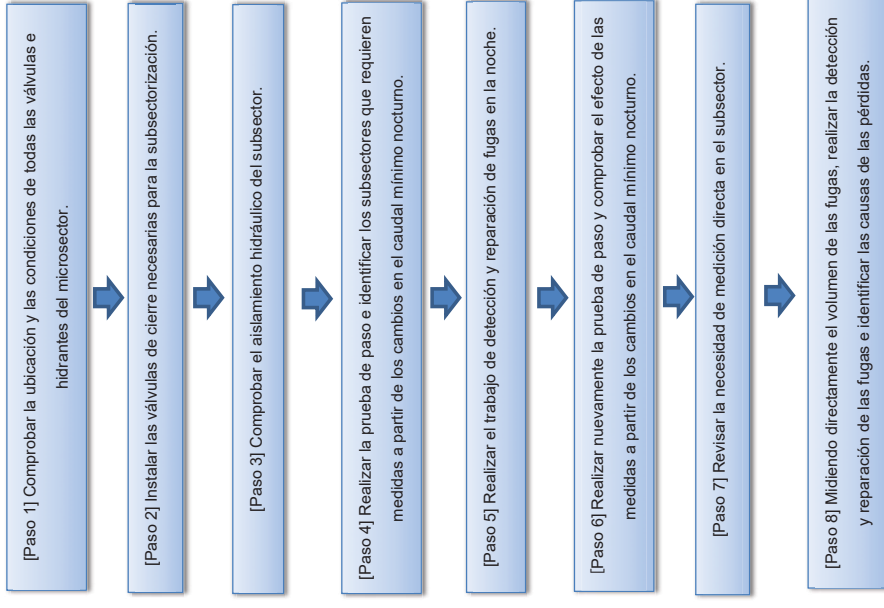


Figura 6.6 Flujo de subsectorización y actividades de reducción de las pérdidas reales

#### (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.

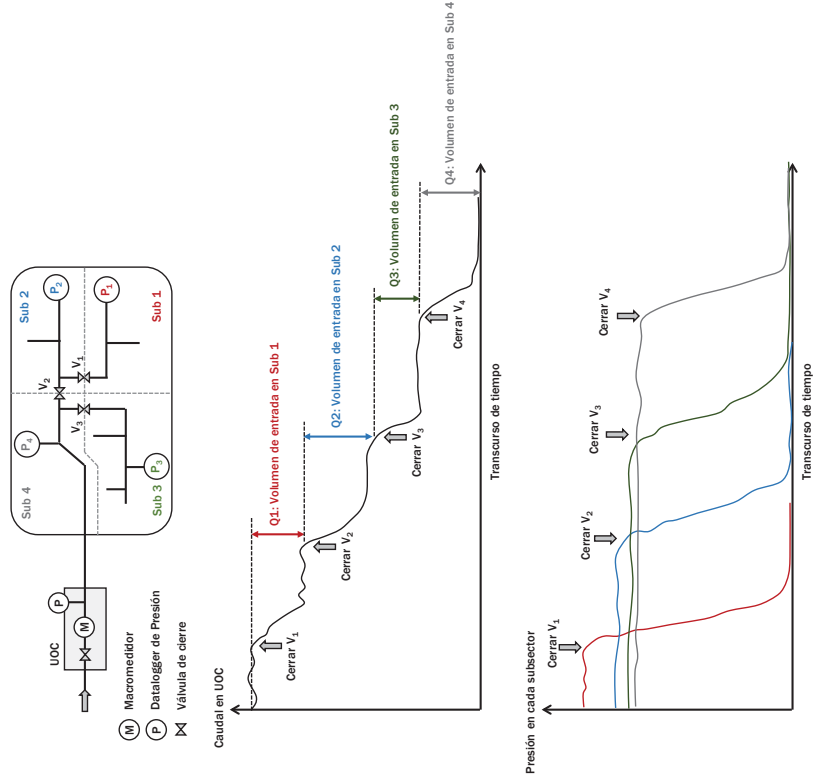


Figura 6.7 Descripción general de la prueba de paso

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.

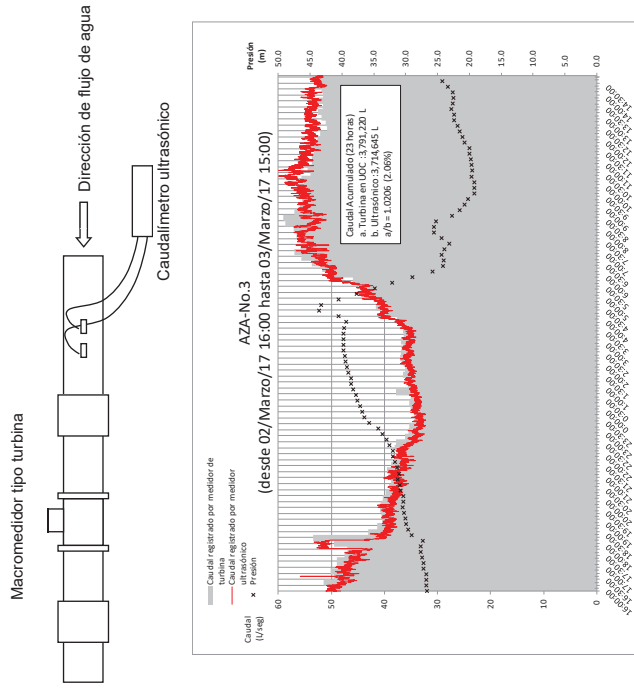


Figura 6.8 Comparación de caudalímetro ultrasónico y caudalímetro tipo turbina

(3) Estimación del consumo nocturno

El caudal mínimo nocturno ( $Q_{\text{min}}$ ) 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.

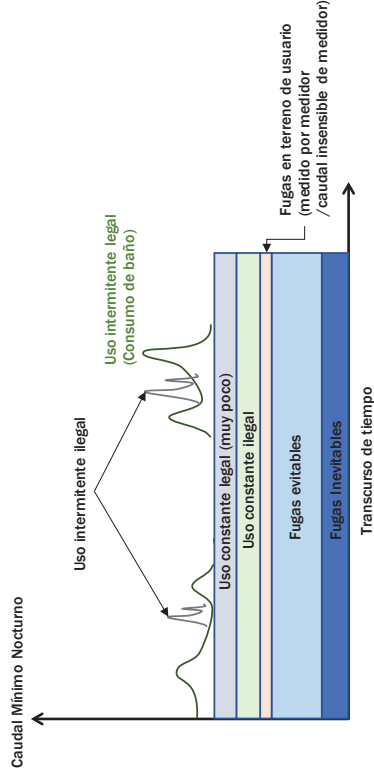


Figura 6.9 Detalles del caudal mínimo nocturno

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.

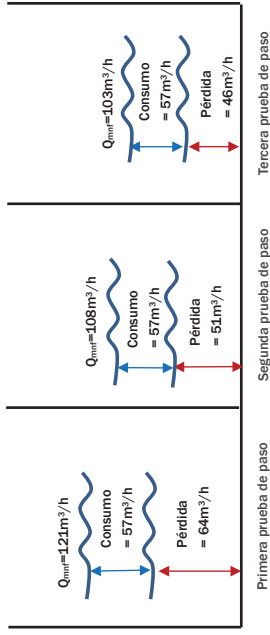


Figura 6.10 Esquema de cálculo de pérdidas nocturnas

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.

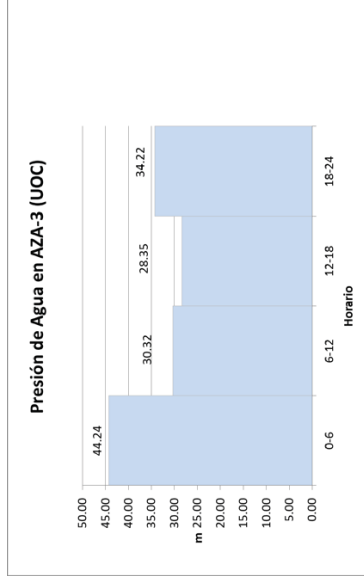


Figura 6.11 Presión de agua de entrada al Área Piloto AZA No.3

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

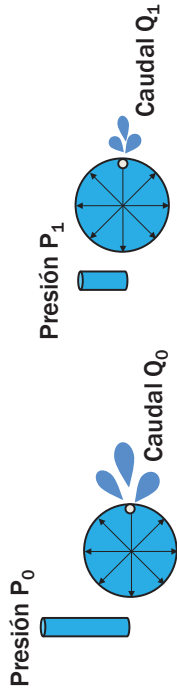
Items	Horario			Promedio
	0:00-6:00	6:00-12:00	12:00-18:00	
Presión (m)	44.24	30.32	28.35	34.28
Proporción ( $P_x/P_o$ )	1.00	0.685	0.641	0.773
$(P_x/P_o)^{0.5}$	1.00	0.828	0.801	0.879
Caudal ( $m^3/h$ )	46.00	38.09	36.85	40.34

$$Q_x = (P_x/P_o)^{0.5} \times Q_o$$

$Q_o$ : Caudal en franja de tiempo base

$P_o$ : Presión de agua en franja de tiempo base

$P_x/P_o$ : 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.

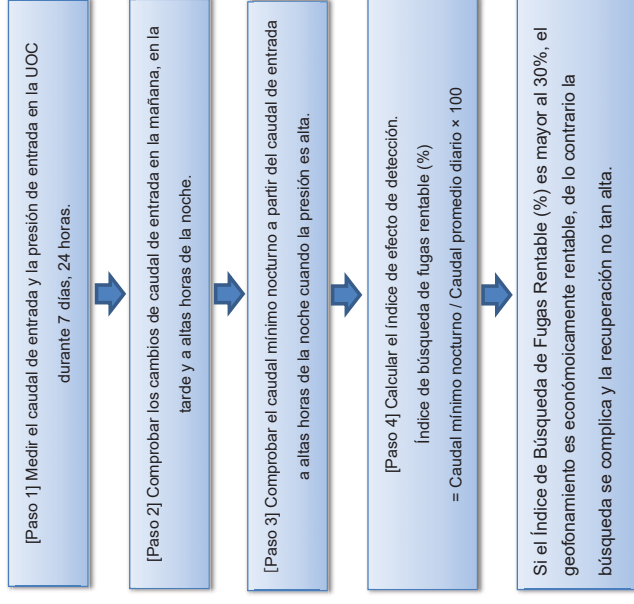


Figura 6.13 Valoración de las pérdidas en un sistema sin control de micromedición

- (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.

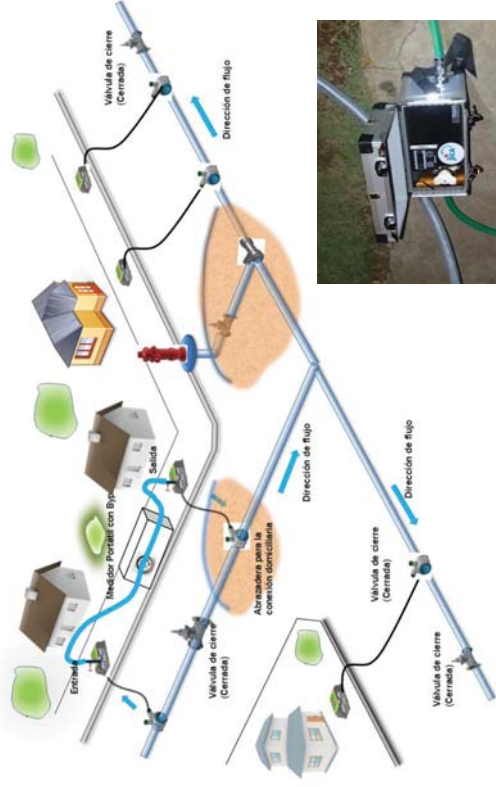
En el proyecto piloto en la ciudad de Managua, se adoptaron los siguientes métodos.

[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.

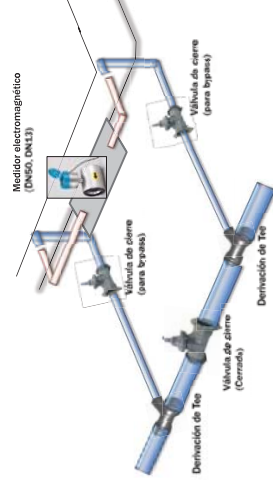
[Caudal de entrada de  $2.5\text{m}^3/\text{h}$  o mayor]

- 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  $90^\circ$  (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.

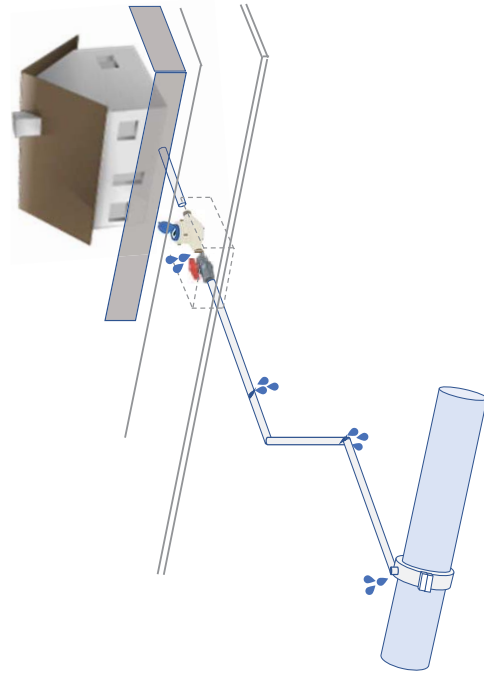


Figura 6.16 Pérdida en la conexión domiciliar

### 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 347m<sup>3</sup>/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.

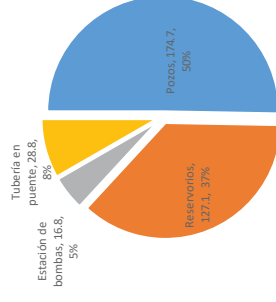
En las tanques de distribución, el volumen de fugas por sitio es grande, las cuales en su mayoría se producen en las conexiones de las tuberías de entrada y salida (bridas). Estos lugares son fáciles de reparar, por lo que se toman las medidas contra las fugas junto con el reemplazo de las válvulas.

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 <sup>3</sup> /día)	Cantidad de lugares investigados	Número de lugares con fugas	Volumen de fugas por lugar (m <sup>3</sup> /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
<b>Total</b>	<b>347.37</b>	<b>259</b>	<b>57</b>	<b>51.19</b>



**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-H<sub>2</sub>O (0.15MPa). En muchos sectores, la presión máxima en la noche cuando hay menos consumo supera 60m-H<sub>2</sub>O (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.

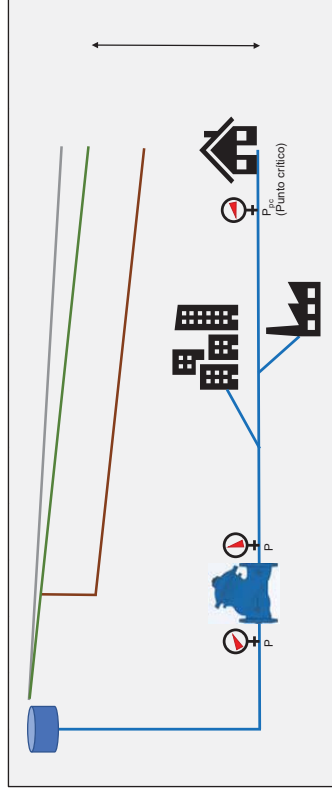


Figura 6.18 Método simple para la reducción de la presión

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.

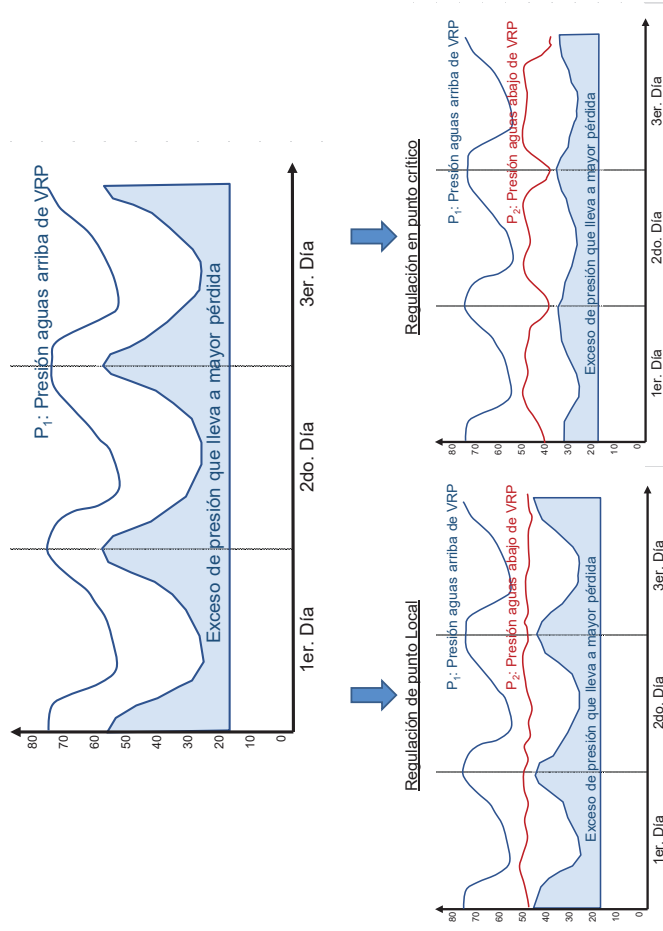
La gestión de la presión también contribuye a la reducción de fugas a través de la reducción de la presión hasta la presión mínima necesaria.

### 6.8.3 Clasificación de gestión de la presión

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

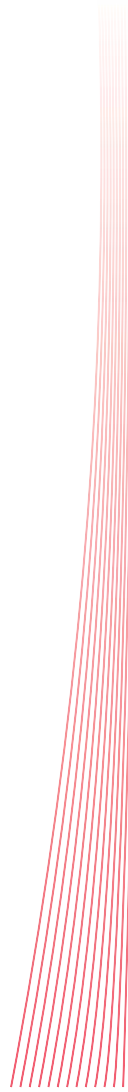
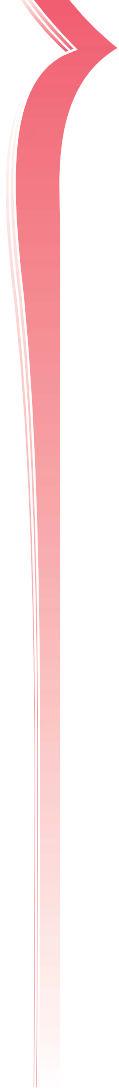
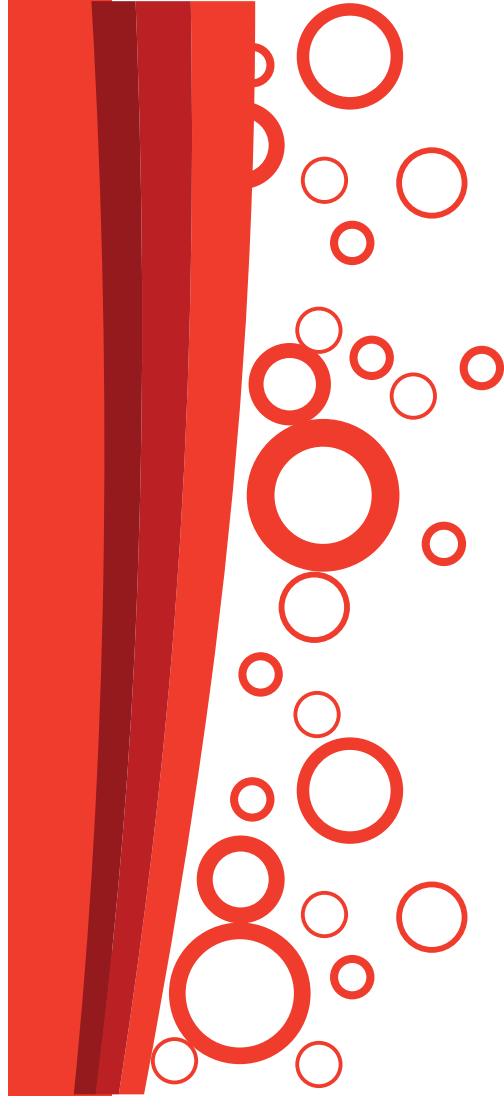
**Tabla 6.5 Concepto de gestión de la presión**

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 (<math>P_2</math>) independientemente de las fluctuaciones de la presión de entrada (<math>P_1</math>).</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 (<math>P_{pc}</math>) 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 (<math>P_{pc}</math>) 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.

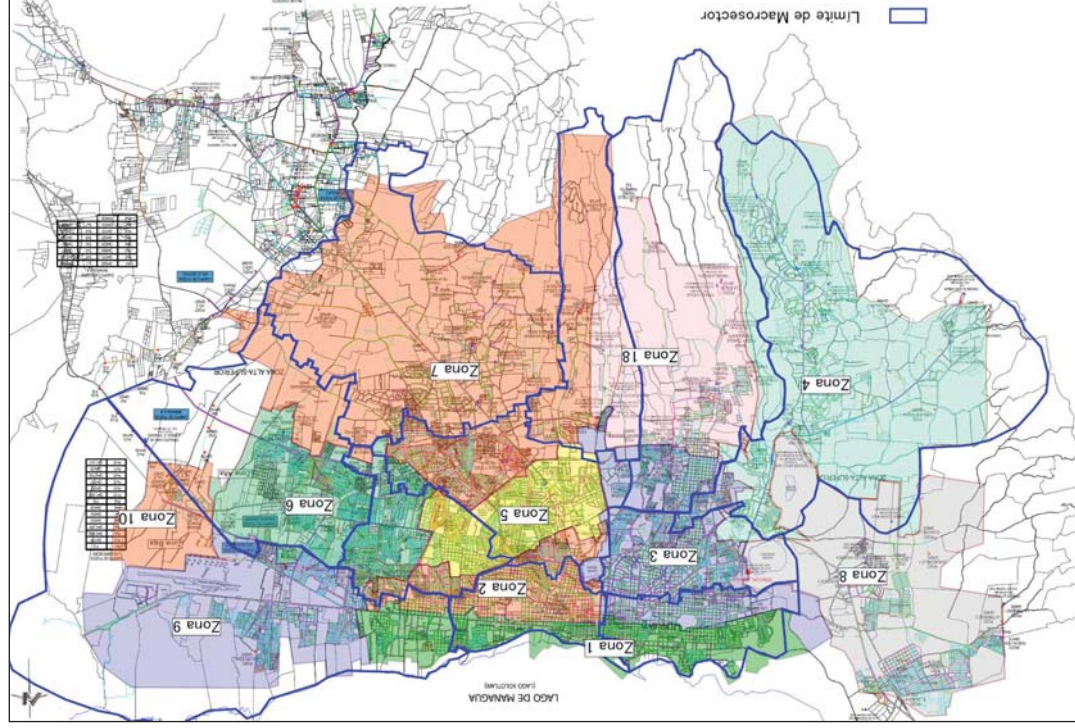


Figura 7.1 Zonas de gestión comercial convencional

## 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 0m<sup>3</sup>
- Estudio de clientes con consumo mensual menos de 2m<sup>3</sup>

- Estudio de clientes con consumo mensual menos de 5m<sup>3</sup>

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 50m<sup>3</sup> que no sean sujetos de aplicación de la tarifa de Generadores de Subsídío.

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 <sup>3</sup> /mes)	(m <sup>3</sup> /comex/mes)
<b>Delegación Altamira</b>						
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
<b>Delegación Portezuelo</b>						
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
<b>Delegación La Sabana</b>						
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
<b>Delegación Asososca</b>						
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

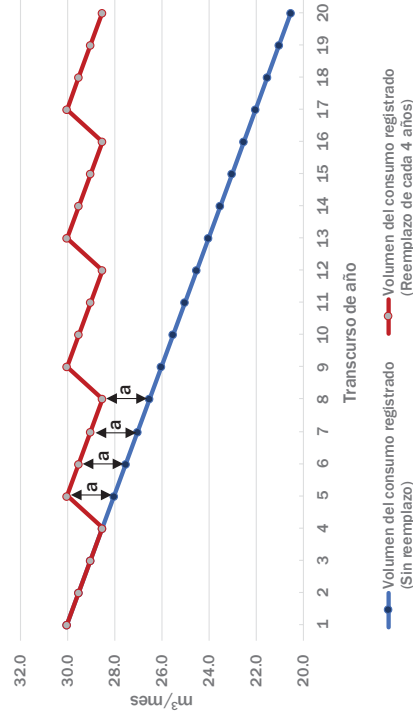
En el trabajo de reducción de las pérdidas comerciales, es indispensable tomar una medida para lograr la tasa de instalación de medidores de un 100%. Sin embargo, es un hecho evidente que los medidores se deterioran según los años de uso y pierden su precisión de la medición.

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 Aparientes 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.

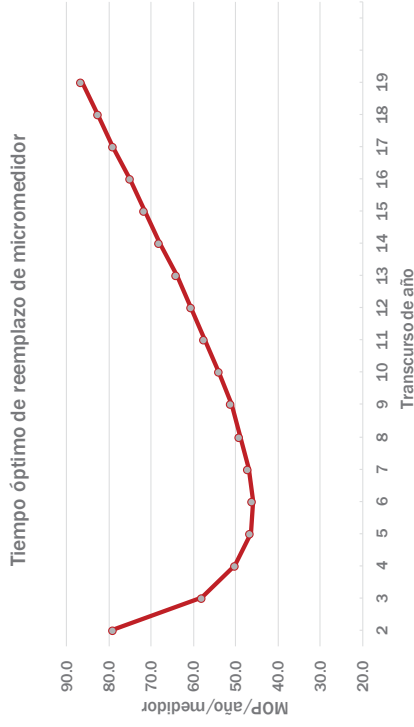
El eje horizontal indica los años transcurridos y el eje vertical, el costo anual en moneda local (diferencia obtenida restando del “costo de adquisición e instalación del medidor” el “incremento del monto facturado anual generado por la renovación del medidor”).

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 3,000m<sup>3</sup> 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.

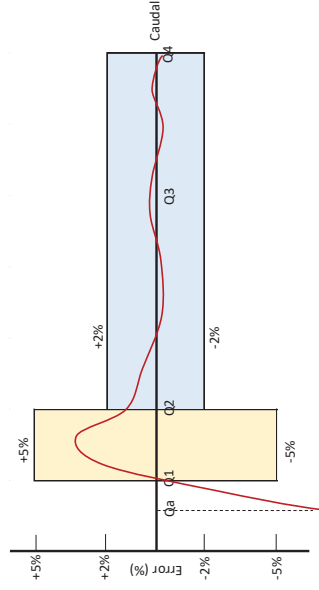


Figura 7.7 Curva de errores de un medidor

### 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.

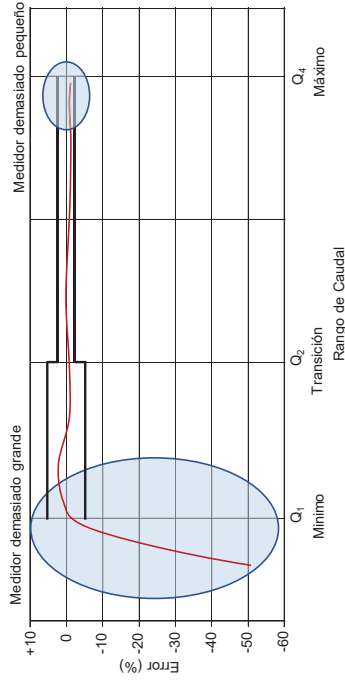
Con el fin de mejorar el control de calidad de los caudalímetros, es necesario establecer las especificaciones requeridas para medidores adecuados para la ciudad de Managua, establecer indicadores de control de calidad y crear un sistema de control que no permita la mezcla de productos defectuosos en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

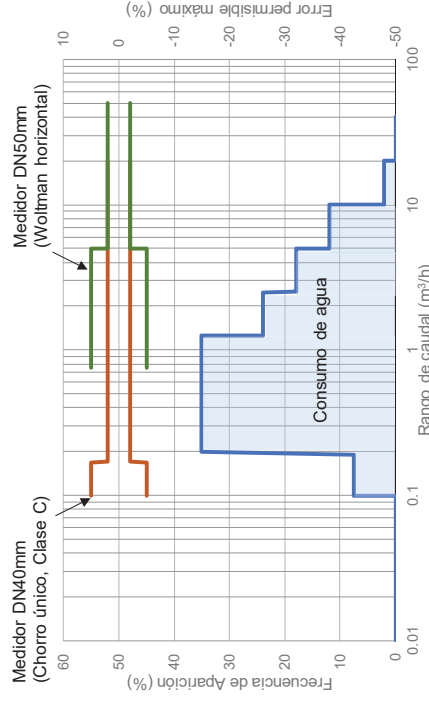
Considerando los problemas anteriores, es necesario tomar las siguientes medidas para seleccionar los medidores adecuados.

- 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 0.2-1m<sup>3</sup>/h. El tiempo de uso en el rango de caudales de 10m<sup>3</sup>/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.

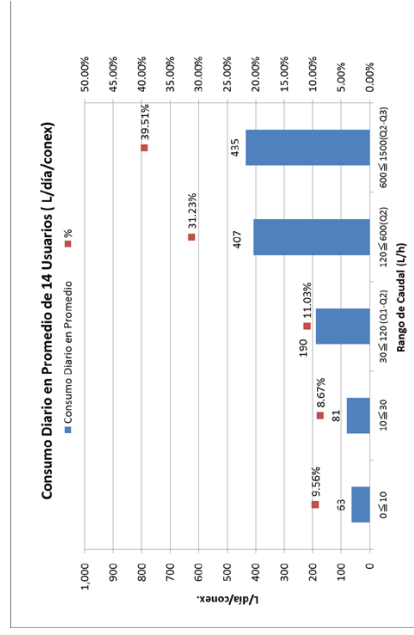


Figura 7.10 Consumo promedio por rango de caudales (excepto las conexiones ilegales)

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

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

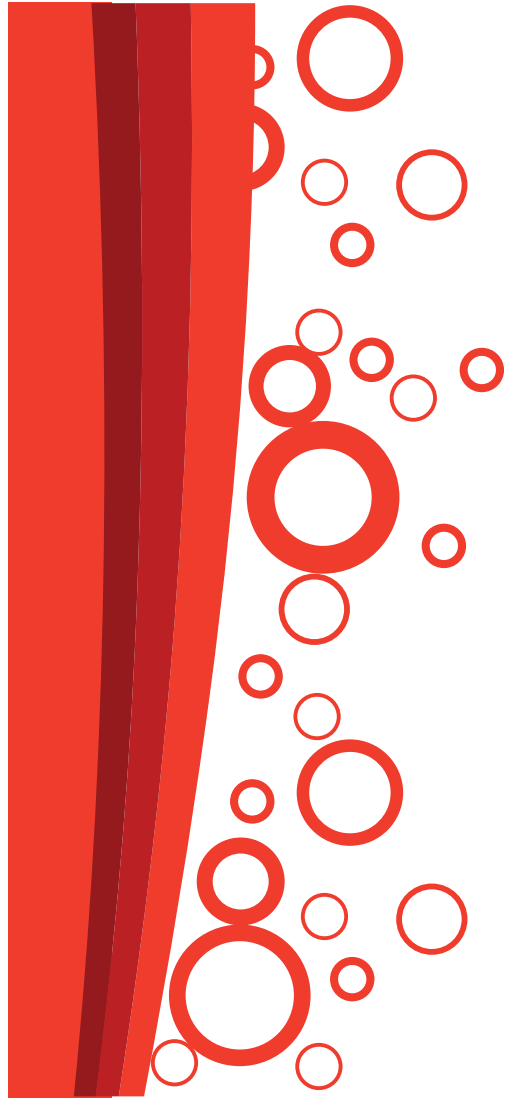
### 7.5 Mejora de la precisión de lectura de medidores del cliente

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.

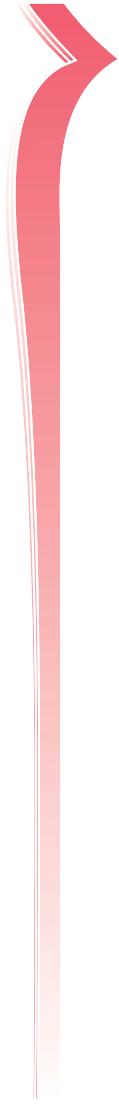
[Fotografía] Imágenes de la capacitación para la formación de instructores en lectura de medidores (realizado el 11 de abril del 2019)

		
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





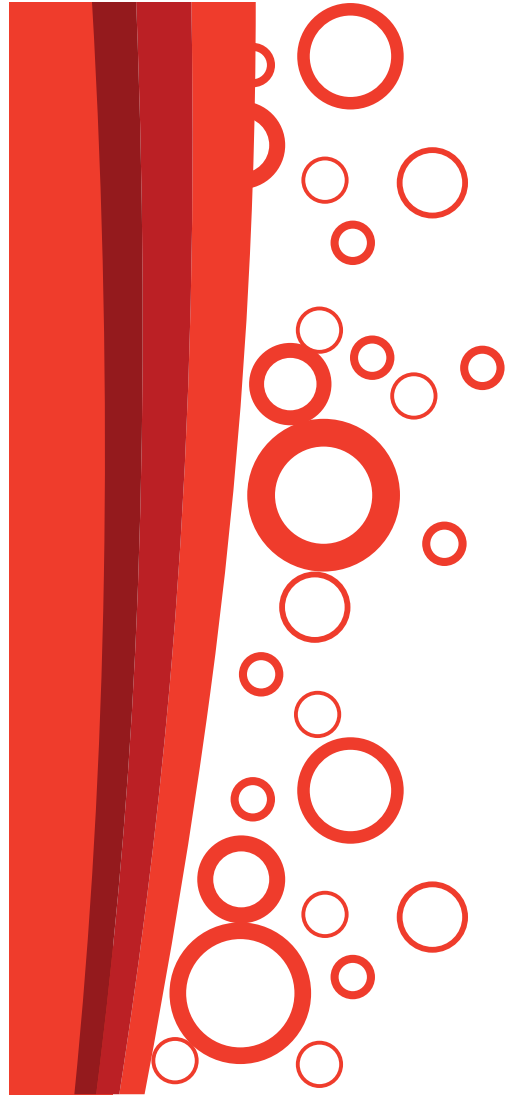






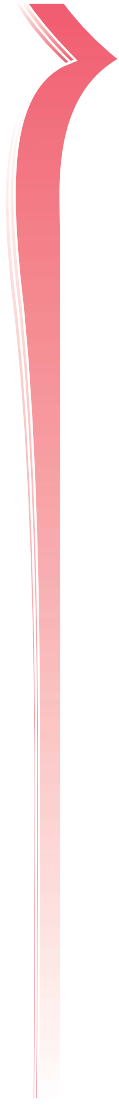






## Capítulo 9

### 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.

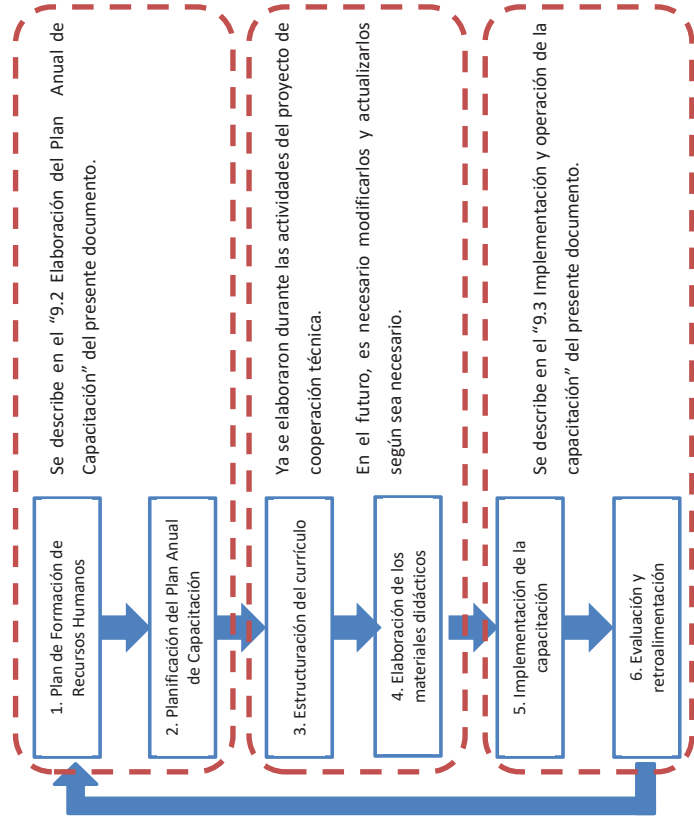


Figura 9.1 Estructura del presente documento

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.

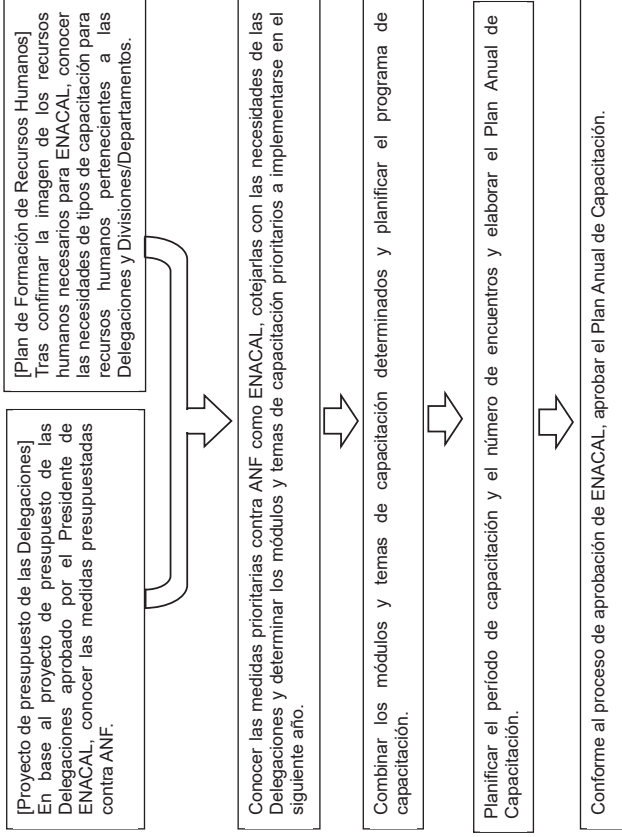


Figura 9.2 Flujo de elaboración del Plan Anual de Capacitación

#### 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]

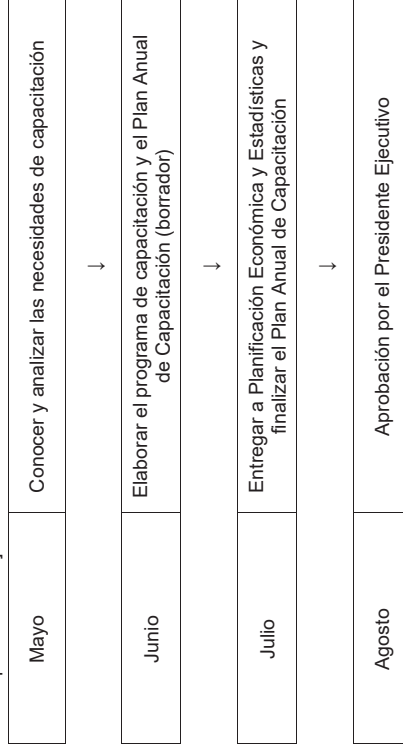


Figura 9.3 Proceso de aprobación del Plan Anual de Capacitación en ANF

### 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.

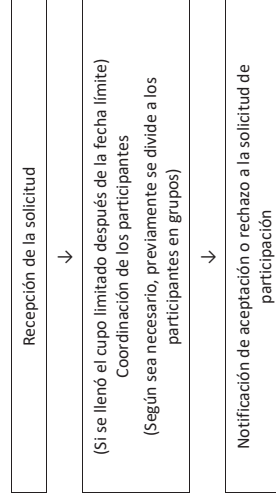


Figura 9.4 Flujo de solicitud y notificación sobre la capacitación

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
	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
1.2 Cálculo de Pérdidas	3	Componente Principal de las pérdidas (Reales + Aparentes)	o	o			4.0
	4	Pérdidas Reales	o	o	Junior Cardoza		4.0
	5	Pérdidas Aparentes	o	o			2.0
	6	Determinación del Caudal Mínimo Nocturno, Cierres Escalonados	o	o	Junior Cardoza		2.0
1.3 Medidas Contra Pérdidas	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
1.3.1 Medidas Para Reducir Pérdidas Reales	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
1.3.2 Medidas Para Reducir Pérdidas Aparentes	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	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
1.4 Modelación Hidráulica Enfoque Reducción Pérdidas.	2	Caracterización de Redes	o	x	Junior Cardoza	(Otro Ingeniero)	1.0
	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	Definición de Brecha amplia de trabajo.			Junior Cardoza		
1.5 Analisis Costo - Beneficio	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
1.6 Plan de Acción	1	Mediano	o	x	Junior Cardoza		2.0
	2	Largo plazo	o	x	Junior Cardoza		2.0
2. Controlar la calidad de la instalación de conexiones domiciliarias							
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
2.2 Resumen de Conexiones Domiciliarias		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
2.4 Planificación		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)					
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 del medidor, la estructura del medidor, y 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	17 17 17 17 4 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				12	
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				

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 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 incendios	Dirigidos y Delegados y	Departamento de ANF Fisco		Marzo del 2020 (3 días)	10 personas	C\$30,000	
Capacitación en medidas contra ANF (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 ANF	Funcionarios del Departamento de ANF de la Oficina Central y de las Delegaciones	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	4	3	2	1
3 Fuentes-Usuarios-Red	4	3	2	1
4 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.

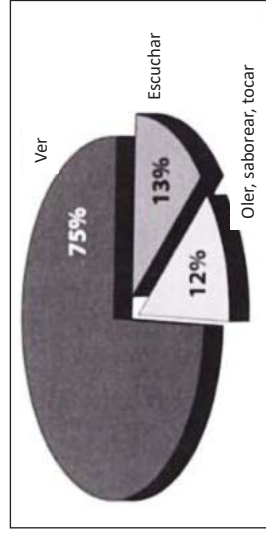


Figura 1 Relación de memoria por los cinco sentidos.

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.

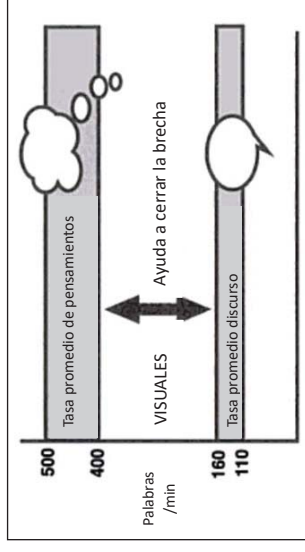


Figura 2 La brecha entre la velocidad del habla y la velocidad del pensamiento

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.

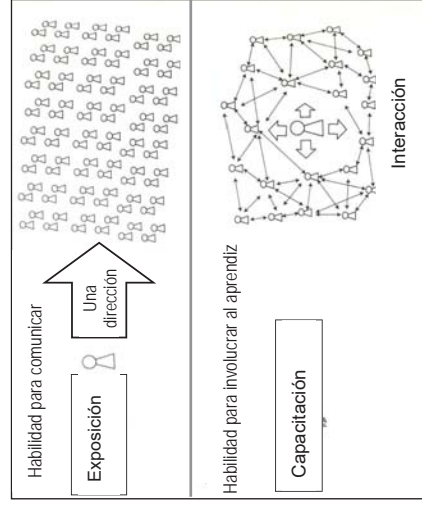


Figura 5 Diferencia entre conferencista e instructor de capacitación

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.

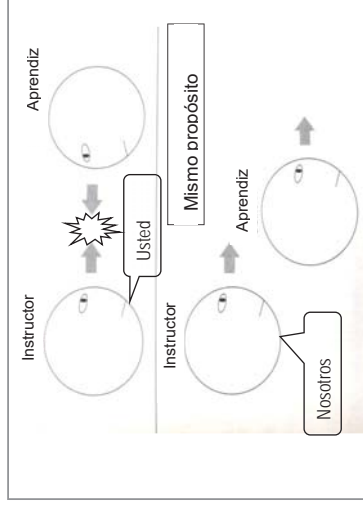


Figura 6 Postura como instructor de capacitación

##### 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 factoides

"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.



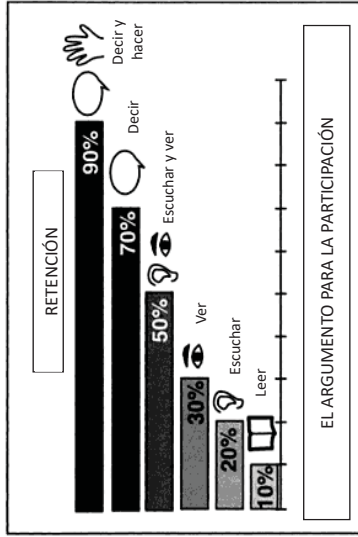


Figura 7 El resultado estadístico de la forma de memorizar

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?

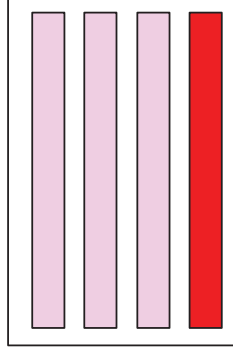
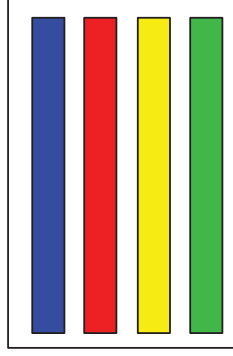
- Claridad (Balance de Colores)

Academia	Academia	Academia
Academia	Academia	Academia
Academia	Academia	Academia

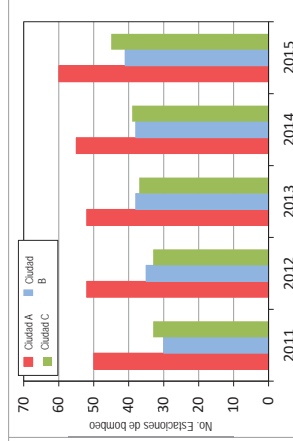
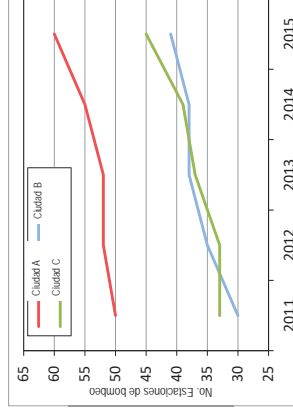
- ¿Es posible de leerlo (Fuente, Tamaño de las letras etc.)?

ENACAL	ENACAL	ENACAL
ENACAL	ENACAL	ENACAL
<b>ENACAL</b>	<b>ENACAL</b>	<b>ENACAL</b>
ENACAL	ENACAL	ENACAL
ENACAL	ENACAL	<b>ENACAL</b>

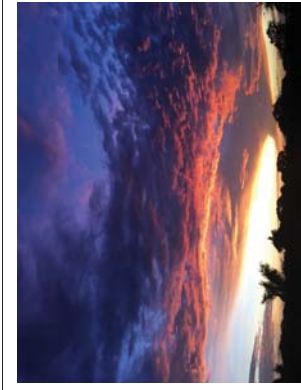
- ¿Ha concentrado en un punto?



- ¿Tiene relación con lo que dices?



• ¿Es interesante ?



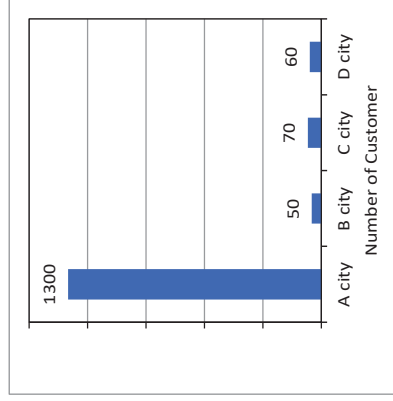
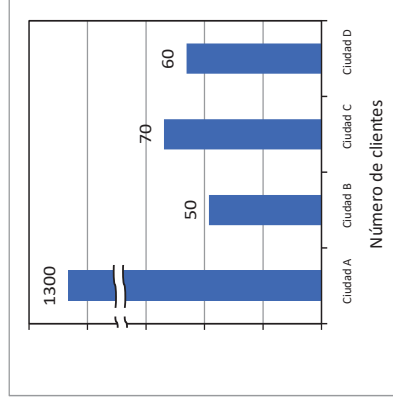
• ¿Es Sencillo (Mayúsculas y minúsculas etc.)?

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		Posición:		
Nombre:				
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.

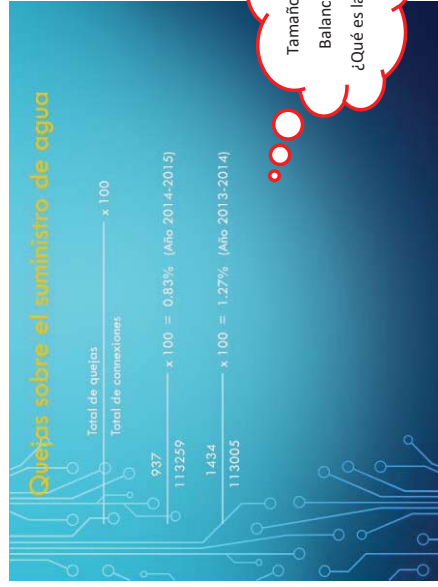
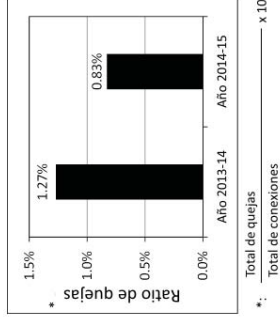


Figura 9 La diapositiva de ejemplo para discusión

- 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
Acerca 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

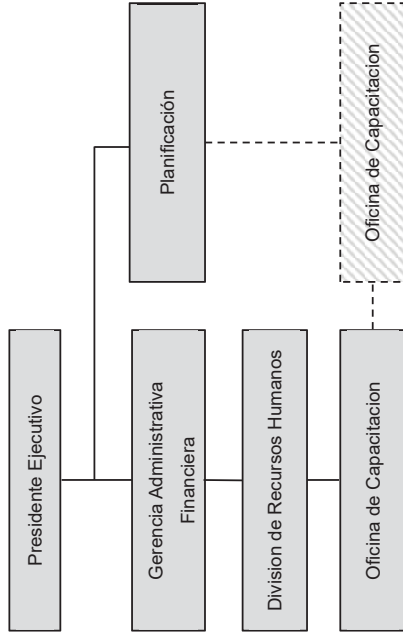


Figura 1 Planificación Económica y Estadísticas y Oficina de Capacitación

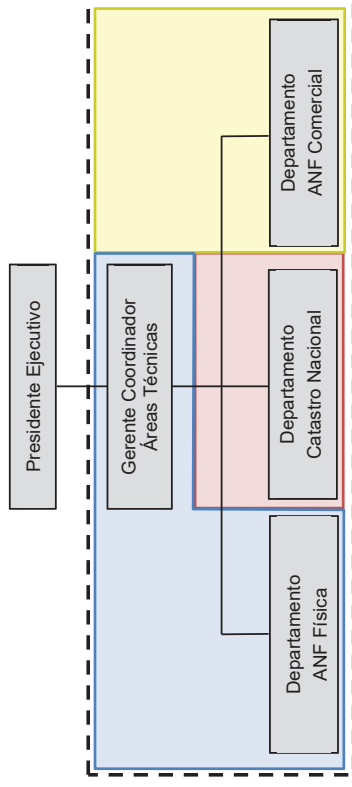


Figura 2 Comité de ANF

**(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"> <li>- Promover el Plan de Formación de Recursos Humanos dirigido a los funcionarios de ENACAL</li> <li>- Conforme al Plan de Formación de Recursos Humanos, seleccionar a los recursos humanos que participen en las capacitaciones y el contenido de la misma</li> <li>- Colaborar con los organismos y Divisiones/ Departamentos que implementan la capacitación</li> <li>- Elaborar el Plan Anual de Capacitación y presupuestar para ello en el siguiente año fiscal</li> <li>- Evaluar la capacitación y retroalimentar para la siguiente capacitación</li> <li>- 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</li> <li>- Planificar e implementar la capacitación para funcionarios de nuevo ingreso no incluida en el plan de capacitación</li> </ul>	
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"> <li>• Capacidad de análisis y solución de problemas</li> <li>• Trabajo en cambio</li> <li>• Proactividad</li> <li>• Habilidades gerenciales</li> <li>• Flexibilidad</li> <li>• Comunicación Efectiva</li> <li>• Habilidades informáticas</li> <li>• Integridad</li> <li>• Liderazgo</li> </ul>
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"> <li>• Ejerce funciones de coordinación de personas a su cargo.</li> </ul>
• Responsabilidad por equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por la apropiada utilización de equipos, tales como: computadoras e impresoras, equipo audiovisual, etc.</li> </ul>
• Responsabilidades por materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por la custodia y mantenimiento de útiles y materiales de oficina.</li> </ul>

**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"> <li>• Departamento de ANF Física (subórgano del Dirección General de Operaciones)</li> <li>• Departamento de Catastro Nacional (órgano directamente adscrito al Presidente Ejecutivo)</li> <li>• Departamento de ANF Comercial (subórgano de la División Comercial Nacional)</li> </ul>
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"> <li>- Evaluar de manera periódica la situación actual y el desempeño de ANF bajo la jurisdicción de las Delegaciones como "Centro de Monitoreo y Control"</li> <li>- Establecer las metas de ANF que deben establecer las Delegaciones</li> <li>- Realizar el monitoreo para reducir ANF de toda las ciudad de Managua desde la perspectiva a mediano y largo plazo</li> </ul>	

- 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"> <li>• Capacidad de análisis y solución de problemas</li> <li>• Pensamiento estratégico</li> <li>• Capacidad de coordinación</li> </ul>
5. Otras Competencias	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de recursos</li> <li>• Habilidades gerenciales</li> <li>• Comunicación Efectiva</li> <li>• Habilidades informáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armonía</li> <li>• Proactividad</li> <li>• Flexibilidad</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Conducta ética</li> </ul>
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"> <li>• Responsabilidad de evaluar las medidas de reducción de ANF en las Delegaciones</li> <li>• Establecer los criterios para evaluar el desempeño y revisar periódicamente</li> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el desempeño de reducción de ANF en las Delegaciones</li> <li>• Establecer los criterios para evaluar el desempeño y revisar periódicamente</li> <li>• 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</li> </ul>

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

### 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