

エルサルバドル国  
上下水道公社（ANDA）

エルサルバドル国  
上下水道公社事業運営能力強化プロジェクト

プロジェクト事業完了報告書

添付資料編

平成 23 年 12 月  
(2011 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)  
株式会社 日水コン

環境
JR
11-208



独立行政法人 国際協力機構 (JICA)  
エルサルバドル国全国上下水道公社 (ANDA)

エルサルバドル国  
上下水道公社事業運営能力強化プロジェクト

プロジェクト事業完了報告書

添付資料編

目 次

添付資料	1	JCC 会議議事録、出席者リスト
添付資料	2	無収水対策長期計画(案)
添付資料	3	無収水対策マニュアル
添付資料	4	節電計画(案)
添付資料	5	節電対策マニュアル
添付資料	6	下水道計画マニュアル
添付資料	7	ワークショップ/セミナー参加者リスト、発表資料
添付資料	8	技術研修資料
添付資料	9	エルサルバドル国内会議議事録
添付資料	10	ワーキング・コミッティー会議出席者リスト、発表資料
添付資料	11	月例進捗会議出席者リスト、発表資料
添付資料	12	成果 1:「ANDA の無収水削減技術が向上する」に係る活動記録
添付資料	13	成果 2:「ANDA の無収水削減計画策定能力が向上する」に係る活動記録
添付資料	14	成果 3:「ANDA の節電計画策定能力が強化される」に係る活動記録
添付資料	15	成果 4:「ANDA の下水道整備計画策定能力が開発される」に係る活動記録
添付資料	16	日本国内会議議事録
添付資料	17	収集資料一覧

## 添付資料 1

JCC 会議議事録、出席者リスト



## 目 次

第 1 回JCC会議議事録.....	1
第 2 回JCC会議議事録.....	6
第 3 回JCC会議議事録.....	11
第 4 回JCC会議議事録.....	13
第 5 回JCC会議議事録.....	32
第 6 回JCC会議議事録.....	36
第 7 回JCC会議議事録.....	39
第 8 回JCC会議議事録.....	71



第1回JCC会議議事録

**Minuta de Discusiones  
sobre  
el Informe Inicial**

**El Proyecto  
de  
Desarrollo de Capacidades de ANDA para el Mejoramiento Operacional  
en la República de El Salvador**

**entre  
la Agencia de Cooperación Internacional del Japón  
y  
la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados**

En base a los acuerdos, Minuta de Reunión entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (de aquí en adelante referida como “JICA”) y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (de aquí en adelante referida como “ANDA”) sobre el “Proyecto de fortalecimiento Institucional y Mejoramiento Operacional para ANDA” firmada el 15 de julio de 2008 y del Registro de Discusiones entre JICA y ANDA sobre el “Proyecto de Desarrollo de Capacidades de ANDA para el Mejoramiento Operacional” (de aquí en adelante referido como “el Proyecto”) firmado el 2 de diciembre de 2008, se celebró una reunión del Comité Coordinador Conjunto (de aquí en adelante referido como “CCC”) el 18 de febrero de 2009, presidida por el Ing. Sigifredo Ochoa Gómez, Presidente de ANDA, para discutir sobre el borrador del Informe Inicial entre ANDA, JICA y el Equipo de Expertos de JICA para el Proyecto. Los participantes de la reunión están registrados en el documento Anexo-1.

El Equipo de Expertos de JICA presentó el borrador del Informe Inicial en español. Durante la reunión, el Equipo de Expertos explicó los contenidos principales del Informe, plan de trabajo/cronograma, así como resultados esperados e indicadores. La parte salvadoreña se puso de acuerdo en los contenidos del Informe con algunos comentarios. Los comentarios principales y acuerdos llegados durante la reunión son como en el documento adjunto.

Estos textos fueron redactados en ambos idiomas, inglés y español, siendo igualmente auténtico cada texto. En caso de que haya alguna divergencia de la interpretación, el texto en inglés prevalecerá.

San Salvador 18 de marzo de 2009

---

Lic. Ryuichi Nasu  
Representante residente  
Oficina en El Salvador  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

---

Ing. Sigifredo Ochoa Gómez  
Presidente  
Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
(ANDA)

---

Ing. Takemasa Mamiya  
Asesor en jefe  
Equipo de Expertos de la  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

## Documento adjunto

### 1. Definición del “ahorro de energía eléctrica (Power Saving)”

La parte de ANDA señaló que el ahorro de energía eléctrica debería tener incluidos aspectos de mejoramiento de la eficiencia de energía. El Equipo de Expertos de JICA explicó que Actividad No. 3-3 en Matriz de Diseño de Proyecto el cual fue acordado en la última Minuta de Reunión, incluye la formulación del plan de operación de suministro de agua y este plan es para el mejoramiento de la eficiencia de energía.

### 2. Comentarios sobre el borrador del Informe Inicial y su finalización

ANDA recomendó revisar varios errores gramaticales en el borrador del Informe, y actualizar los datos los cuales son disponibles en los resultados del último censo de 2007 y en la base de datos de ANDA. El Equipo de Expertos de JICA accedió a finalizar el Informe por medio de revisión y actualización en base a los comentarios de ANDA. El Equipo de Expertos de JICA hará entrega del Informe Inicial final luego de la aprobación de JICA.

Anexo-1: Lista de participantes

## Anexo-1

### Lista de participantes

#### [Parte salvadoreña]

##### ANDA

Sr. Sigifredo Ochoa Gómez	Presidente
Sra. Frineé de Zaldaña	Directora Administrativa y Financiera
Sr. Antonio Rafael Méndez Arce	Director de Planificación y Desarrollo
Sr. Jorge Antonio Rivas Mata	Director Técnico
Sr. José Israel Flores	Gerente de la Región Metropolitana
Sr. Jaime del Valle	Gerente de la Región Occidental
Sr. Max Sorto	Gerente de la Región Central
Sr. Luis E. Escobar	Gerente de la Región Oriental
Sr. Julio César Rosales	Técnico de Distribución y Recursos
Sr. Flavio Meza	Encargado del Área de Saneamiento de la Región metropolitana
Sr. Juan Ceavega	Jefe de la Unidad de Eficiencia Energética
Sra. Karla Ciudad Real	Jefa de la Unidad de Cooperación

#### [Parte japonesa]

##### Oficina de JICA en El Salvador

Sr. Ryuichi NASU	Representante residente
Sr. Minoru KOBAYASHI	Representante Residente Adjunto de JICA
Sr. Orlando Hidalgo Buitrago	Oficial de Programa

##### Equipo de Expertos de JICA

Sr. Takemasa MAMIYA	Asesor en Jefe
Sr. Akihiko OKAZAKI	Experto de JICA
Sr. Kozo OBARA	Experto de JICA
Sr. Tomonari YAMAMOTO	Experto de JICA
Sr. Tetsuo WADA	Experto de JICA
Sr. Joji YOKOKAWA	Intérprete del Equipo de Expertos de JICA

第 1 回 JCC 会議出席者リスト

EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

**Lista de asistencia (Attendance List)**

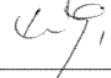
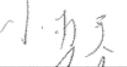
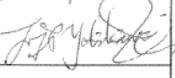
Título de la reunión: Reunión del Informe Inicial  
(Title of the meeting): Inception Meeting Lugar (Place): Presidencia de ANDA  
Fecha (Date): 18 de febrero de 2009  
Hora (Time): De (From) 16:00 a (to) \_\_\_\_\_

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
1	SIGIFREDO OCHOA	PRESIDENTE / ANDA	
2	Francé de Zaldaña	Directora Administrativa-Financiera	
3	Antonio Méndez	Director de Planificación ANDA	
4	Jorge Rivas	Director Técnico	
5	Takemasa Mamiya	Chief Advisor JICA Expert Team	
6	José Del Valle	Gerente región occidental ANDA	
7	FCAVIO ARECA	ENCARGADO AREA SANEAMIENTO - P.M.	
8	LUIS E. ESCOBAR	GERENTE REGION ORIENTAL	
9	Juan Ceavega	UNIDAD EFICIENCIA ENERGETICA	
10	MAX SORITO	Gerente Region Central	

EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
11	Karel Ciudad Real	Jefe Unidad de Cooperación	
12	Tomonori YAMAKOTO	JICA Expert	
13	Kozo OBARA	JICA Expert	
14	AKIHIKO OKAZAKI	JICA Expert	
15	Orlando Hidalgo Brito	Oficial de Programa / JICA	
16	Minoru Kobayashi	JICA ReproRare Reserven Adjunto	
17	Jose Israel Flores	Coordinador Region Metropolit.	
18	Julio Cesar Rosado	Tecnico Distribución y Redes	
19	Tetsuo WADA	JICA Expert	
20	JOJI YOKOKAWA	JICA Expert Team	
21			
22			

## 第2回JCC会議議事録

### Inform related to Joint Coordination Committee (JCC)

Date: June 10<sup>th</sup> of 2009

Time: 7:00 AM – 8:30

Place: Meeting room of ANDA Presidency

**Assistance:**

**ANDA:**

Ing. Francisco Gomez – President

Ing. Antonio Viera- Infrastructure Manager

Ing. Israel Flores – Metropolitan Region Manager

Ing. Jaime del Valle – Western Region Manager

Ing. Max Sorto – Central Region Manager

Ing. Juan Ceavega – Energy Efficiency

Lic. Victor Corpeno - Pacification Sub-Manager

Ing. Karla Ciudad Real – Cooperation ANDA

Lic. Claudia Escobar – Presidency Assistant

**JICA:**

Minuro Kobayashi – JICA

Orlando Hidalgo – JICA

**Expert Team:**

Takemasa Mamiya – JICA Expert Team

Yasuhiro AOKI – JICA Expert Team

Tetsuo WADA – JICA Expert Team

Akihiko Okazaki – JICA Expert Team

Kozo OBARA – JICA Expert Team

Mariana Taylor – Interpreter

Emilio Sura – Interpreter

Manuel Rivera – Project Assistant

**Subject:** Second Meeting of Joint Coordination Committee, beginning 2<sup>nd</sup> year.

**Points boarded:**

- Introduction and brief overview of the project for president of ANDA
- Exchange opinion and agreement to execute the project

**Detailed information:**

- Mr. Kobayashi thanks to President of ANDA to receive and be accessible to support the project, and also introducing what the meeting will be about.
- Mr. Mamiya starts presentation of 2<sup>nd</sup> JCC
- Mr. President asks about the actual list of the team works.
- Ms. Karla Ciudad Real provides names of each team works.
- Mr. Mamiya continue with presentation
- President of ANDA asks about slide 17 related with sewage planning. He wants to know if this result can provides information about the sewage infrastructure system, this because El Salvador had suffer several earthquakes that may be affecting the systems, all this in order to avoid potable water contamination because of damage on sewage systems.
- Mr. Mamiya responds Mr. President that he has touch a very important point that will take in count for the result, but the project will only provide the development on the capacity of ANDA to elaborate the manuals of sewage planning. In addition, these plans should be useful for the existing sewage plans in ANDA.
- Ms. Karla Ciudad Real aggregates that there is a mission of JICA who is studying the possibility to bring an expert team only for sewage and she recommends Mr. President that ANDA to discuss with JICA the possibility to add the study of the infrastructure sewage system.
- Mr. Mamiya explains counterpart by ANDA related with salary, extra hours, etc.
- Mr. President asks Ms. Karla Ciudad Real if ANDA is ready to provide these conditions for the project.
- Ing. Karla and Metropolitan Region Manager explain that there is no budget available for these purposes. But for this point there was no resolution. Point not defined.

- Mr. President talks about the importance of the project, he mention that he is the person who will inform to the secretary of the national presidency about all relative information of the institution.
- Mr. Mamiya finishes presentations and asks participants for any question or comments.
- Mr. President gives instructions to all the participants that's he needs all the team members has to take the project like their own, he doesn't wants no body to put limitations for the procedures of team works. Also, Mr. President explains JICA expert team that they can count on him, that the project is very important for the institution and the people who will join in the future, will have the same level of responsibility, also remarks that new directors will be assigned in few days, in that period he will assume responsibilities.
- Mr. Kobayashi thanks Mr. President in the name of JICA and they will also assist the project very serious with all disposition.
- Mr. Manuel Rivera adds and explains to region managers that related with the identification of pilot areas for NRW, that the selection of the areas has to be under 10 km of pipe length, not of square kilometer area.
- Mr. President instructs Ing. Del Valle (Western Region Manager) to try to identify a pilot area in Central City of Santa Ana department. He also thanks all the participants for the session.

第 2 回 JCC 会議出席者リスト

EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

**Lista de asistencia (Attendance List)**

Título de la reunión : 2da Reunión de Comité Coordinador Conjunto  
(Title of the meeting) : 2<sup>nd</sup> Joint Coordination Committee Meeting

Lugar (Place) : Presidencia de ANDA

Fecha (Date) : 10 de junio de 2009

Hora (Time): De (From) 7:00 a (to)

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
1	Florencia Flores	Presidente	
2	José Antonio Viana	Gerente de Infraestructura	
3	Jose Israel Flores	Gerente Region Metropol.	
4	Rafael Devesa	Gerente Reg. Occidental	
5	Max Soto	Gerente Region Central	
6	Juan Ceavega	Jefe Unidad de Eficiencia Energética	
7	Victor Corpeño	SUBGERENTE PLANIFICACION	
8	Karla Cirilo Real	jefe Unidad Cooperación	
9	Cludia Escobar	Asist. de Presidencia	
10	Minoru Kobayashi	A - JICA	



EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

Favor de rellenar su nombre, cargo y organización en esta lista 1.  
(Please fill in your name, title and organization in this sheet).

No	Nombre en letra de molde Name in Print	Cargo/Organización Title / Organization	Firm Signature
11	Takemasa Mamiya	JICA Expert Team	
12	Manuel Rivera	Asistente de proyecto	
13	Yasuhiro AOKI	JICA Expert Team	
14	Tetsuo WADA	JICA Expert Team	
15	Akihiko OKAZAKI	JICA Expert Team	
16	Kozo OBARA	JICA Expert Team	
17	Mariana Taylor	Interpreter. JET	
18	Orlando Ardalgo Brito	JICA	
19	Emilio Surra	Interpreter	
20			
21			
22			



## 第3回JCC会議議事録

Form RMD

Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement

## Record of Meeting/Discussion

<b>Date:</b>	June 18, 2010	<b>Time:</b>	from	14:00	to	15:00
<b>Venue:</b>	ANDA Presidency					
<b>Meeting/Discussion among</b>						
	NRW Reduction Management Team			NRW Reduction Action Team (Metropolitan)		
	NRW Reduction Action Team (Central)			NRW Reduction Action Plan (Western)		
	Power-Saving Management Team			Sewerage Planning Team		
	■ Others					
<b>Attendants El Salvador side</b>						
	<b>Name</b>		<b>Position</b>		<b>Department/Organization</b>	
	Carlos Deras		Executive Director		ANDA	
	Saul Vasquez		Technical Director		ANDA	
	Carlos Tejada		Administrative Director		ANDA	
	Annie Cardoza		Cooperation Unit Chief		ANDA	
	Claudia Ramirez		Cooperation Unit		ANDA	
	Alfonso Ramirez		Manager, Metropolitan Region		ANDA	
	Frederick Benitez		Manager, Central Region		ANDA	
	Angel Valdez		Manager, Western Region		ANDA	
<b>Attendants JICA Experts (Name)</b>						
	Mr. Orlando Hidalgo (JICA San Salvador)					
	Mr. MAMIYA					
	Mr. AOKI					
	Ms. Mariana (interpreter)					
<b>Main Subject:</b>						
1. Explanation of expected results and schedule of activities for the 3 <sup>rd</sup> year						
2. Understanding results and objectives of the project						
3. Comments or suggestions from ANDA about the implementation of the project						
<b>Topic</b>	<b>Contents of Discussion</b>			<b>Conclusion</b>		
1	On this 3 <sup>rd</sup> Joint Coordination Committee (JCC) meeting, 50% of the project has been executed so it's an opportune time for Mr. Mamiya to expose expected results, schedule of activities for the 3 <sup>rd</sup> year and to get comments and suggestions from the ANDA staff on the execution of the project until now.			The Project is being developed according to the schedule, and all ANDA members present agree in that it has been very helpful to the institution until now; despite the fact that many original members of the project teams changed due to the new government bureau.		
2	Mr. Mamiya asked the ANDA staff for comments or suggestions on the project's implementation and on the performance of the Japanese experts.			- All of the ANDA staff agrees in that the development of the project has been extremely helpful to the institution and that the performance of the Japanese experts has been impeccable. The only point that could be improved, is longer time periods in El Salvador to provide more assistance and knowledge transfer.		
3	Mr. Hidalgo informed everyone that the mid-term evaluation of the Project will be held in October 2010, and it will be a joint evaluation between					

Form RMD

*Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement*

	ANDA and JICA.		
	Actions to be taken	by Whom	until When

第4回JCC会議議事録

MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
NATIONAL ADMINISTRATION OF AQUEDUCTS AND SEWERS  
ON  
THE MID-TERM EVALUATION OF JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA  
FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

The Japanese Mid-term Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Japanese Team"), organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") visited the Republic of El Salvador from 18<sup>th</sup> to 26<sup>th</sup> October 2010 for the purpose of conducting the joint mid-term evaluation on The Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement (hereinafter referred to as "the Project") on the basis of the Record of Discussions (hereinafter referred to as "the R/D") signed on 2 December 2008.

During its stay, the Japanese Team monitored and evaluated the Project and had a series of discussions and exchanged views with the El Salvador Mid-term Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team").

As a result of discussions, the Japanese Team and the El Salvador Team jointly evaluated and mutually agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

These texts were done in duplicate in Spanish and English languages, each text being equally authentic. In case of any divergence of interpretation, the English text shall prevail.

San Salvador, October 26, 2010

金子健  


Mr. Kenji Kaneko  
Leader,  
Japanese Mid-term Evaluation Team  
Japan International Cooperation Agency  
(JICA)

  
Mr. Marco Antonio Fortín Huevo  
President  
National Administration of Aqueducts  
and Sewers  
(ANDA)



## THE ATTACHED DOCUMENT

### 1. Revision of Project Design Matrix

Revision of the Project Design Matrix (PDM) was discussed between the Japanese Team and the El Salvador Team. Both sides agreed to modify the PDM as shown in a table below. The revised PDM is attached as Appendix 1.

	Current PDM	Proposed Revision	Background of revision
<b>OVERALL GOAL</b>	ANDA's capacity to efficiently manage water services is strengthened.	ANDA's capacity to manage water services is strengthened.	It is not necessary to put the word "efficiently".
<b>Indicator of Output1</b>	NRW rate in the practical pilot areas decreases.	NRW rate in the practical pilot areas falls by 35%.	Judging from the result of the indicator obtained in the model areas, 35% is deemed to be adequate.

### 2. Plan of Operation (PO)

Both sides discussed on the PO and confirmed that it is not necessary to revise the PO. There is high expectation to implement the activities as planned until the end of the Project, although there was the fact that some activities were slightly delayed in the past.

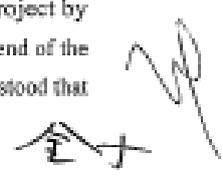
### 3. The Mid-Term Evaluation Report

Through the mid-term evaluation, the El Salvador Team explained the progress and current situation of the Project to the Japanese Team. Then, the Japanese Team conducted detailed interviews with the El Salvador counterparts and Japanese experts about the Project. After the interviews with counterparts of the Project and site visits, the Japanese Team drafted the Mid-term Evaluation Report and discussed it with the El Salvador Team.

As a result of the discussion, Joint Mid-term Evaluation Report (hereinafter referred to as "the Report") was elaborated. The report is attached as Appendix 2. The El Salvador side agreed on the Report.

### 4. Additional Request from ANDA

ANDA has been requesting the Japanese side to add the Eastern Region to the Project target area. The Japanese team explained that the Japanese side expects ANDA to expand the outputs of the Project by self-supporting effort and also it is not possible to make the same output in the region by the end of the Project even if the additional activities for the Eastern Region start in October 2010. ANDA understood that



the extension of the Project cannot proceed and ANDA will implement the extension of the Project by ANDA's self-help efforts.

**5. Making the best use of the trainees in Japan**

The Japanese Team suggested that all trainees should not be moved to any other position at least by the end of the Project from the view point of making the best use of the training in Japan.

ANDA accepted the suggestion from the Japanese Team and promised to implement the suggestion unless the trainees do not break the norms of ANDA.

**6. Maintaining safety**

ANDA and JICA El Salvador office agreed to maintain safety for the Expert by accompanying the security officers when the Experts implement the activities in possible dangerous places. ANDA promised to keep the agreement until the end of the Project.

**Appendix 1: Revised PDM**

**Appendix 2: Joint Mid-term Evaluation Report**

Handwritten signature and initials in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature appears to be '金十' (Kanji for 'Kanji') with a stylized flourish above it.

APPENDIX 1  
Project Design Matrix version2  
Project Title: Organizational Strengthening and Operational Improvement of ANDA  
Target Area: Metropolitan, Central and Western Region  
Project Term: From January 2009 to December 2010(2 Years)  
Final Beneficiaries: People living in Metropolitan, Central and Western Region

INDICATORS	INDICATORS	MEANS OF VERIFICATION	ASSUMPTIONS
<p><b>LONG-TERM GOALS</b> ANDA's capacity to manage water services is strengthened.</p> <p><b>OBJECTIVE PURPOSES</b> ANDA's capacity to operate and maintain water supply facilities is enhanced.</p> <p><b>OUTPUTS</b> 1. ANDA's technical capacity of NRW reduction is enhanced. 2. ANDA's planning capacity of NRW reduction is enhanced. 3. ANDA's planning capacity of power-saving program is strengthened. 4. ANDA's planning capacity of sewerage system development is enhanced.</p>	<p><b>INDICATORS</b> ANDA's income from water supply services is increased. ANDA's asset conservation efficiency is improved. ANRW reduction plan for sewer areas are formulated. Each regional office formulates a budget proposal in accordance with the NRW reduction plan. ANDA head office formulates a budget proposal in accordance with the power-saving plan.</p> <p><b>OUTPUTS</b> ANRW rate in the model area falls by 30%. ANRW rate in the practical pilot area falls by 30%. Draft of a long-term NRW reduction plan is formulated. Power conservation in the pilot facilities decreases. Draft of an improvement plan of existing water supply facilities is formulated. CA power-saving manual is formulated. CA planning manual for sewerage system development is formulated.</p>	<p>ANRW records in the model and practical pilot areas Draft of a long-term NRW reduction plan Records of power consumption in the pilot facilities Draft of an improvement plan of existing water supply facilities CA power-saving manual CA planning manual for sewerage system development</p>	<p>There are no drastic changes on the organizational structure and mandate of ANDA due to the change of policies, etc. Engineers and technicians trained will not retire or move to other sections of ANDA in the project term.</p>
<p><b>ACHIEVEMENTS</b> (1-1) To organize NRW reduction active teams and collect and/or basic information on pipe networks (1-2) To select model and practical pilot areas, and conduct NRW reduction measures (1-3) To conduct training (1-4) To conduct public awareness activities (2-1) To organize a NRW reduction management team (2-2) To analyze current NRW reduction measures of ANDA (2-3) To conduct training (2-4) To formulate draft of a long-term NRW reduction plan based on the result of NRW reduction measures in the model and practical pilot areas (2-5) To organize a power-saving management team and collect/analyze basic information on power consumption (2-6) To select pilot facilities and conduct power-saving measures (2-7) To formulate a power-saving plan and an improvement plan of water supply systems (3-4) To prepare manuals and conduct training (4-1) To establish a sewerage planning team (4-2) To survey existing conditions of sewerage system development and analyze issues on planning of sewerage system development (4-3) To prepare manuals and conduct training Model area: the area where 30%-scale NRW reduction measures are conducted prior to setting practical pilot areas in order to confirm the effectiveness of each NRW reduction work Practical pilot area: the area where realistic NRW reduction measures available for nationwide extension are conducted based on the results of cost-benefit analysis in the model area</p>	<p><b>INDICATORS</b> Japanese Side 1. Expert 2. Chief adviser 3. NRW management 4. NRW reduction techniques 5. Water supply facility management 6. Water distribution management 7. Electric and mechanical equipment management 8. Sewerage system planning 9. Sewerage treatment process engineering 10. Equipment 11. Micro meters 12. Valves 13. Power factor improvement equipment, etc. 14. Training in Japan</p>	<p>Salvadorian side 1. Allocation of counterparts. 2. Travel allowance for ANDA personnel 3. Repair cost for pipes and accessories, etc. 4. Office costs for Japanese experts, etc. 5. Expenses for the office supplies and tools, etc.</p>	<p>EMERGENCY ASSUMPTIONS Nothing special</p>

## Appendix 2

### The Joint Mid-term Evaluation Report

#### 1. Introduction

The technical cooperation on the Project has been implemented since January 2009 for 36 months based on the R/D, signed on 2 December 2008 between ICA and the Government of the Republic of El Salvador. Since one (1) year and ten (10) months has passed, a mid-term evaluation needs to be conducted for the effective implementation of the Project.

#### 2. Objective of the Evaluation

The evaluation activities were performed with the following objectives:

- (1) To review the progress of the Project and evaluate the achievements
- (2) To identify the positive/negative factors to promote/prevent the effects of the Project
- (3) To consider the necessary actions to be taken and make recommendation for the rest of the Project period
- (4) To revise the Project Design Matrix (PDM) and Plan of Operation (PO), if necessary

#### 3. Methodology of the Evaluation

The Japanese Team and the El Salvador Team jointly conducted surveys by questionnaires and interviewed the counterpart personnel (hereinafter referred to as "C/P"), and the Japanese experts as well as those officials concerned with the Project. Both teams also visited the project sites. Both teams jointly analyzed and evaluated the Project from the viewpoints of evaluation criteria such as relevance, effectiveness and efficiency (explained as below). Then finally the both Teams made the recommendations based on the results.

##### (1) Relevance:

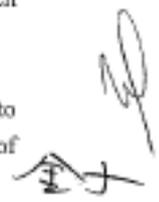
The extent to which the Project Purpose and Overall Goal are consistent with the government development policy of the Republic of El Salvador (hereinafter referred to as "El Salvador") as well as the development assistance policy of Japan, and needs of beneficiaries.

##### (2) Effectiveness:

The extent to which the Project has achieved its purpose, clarifying the relationship between the Project Purpose and Outputs.

##### (3) Efficiency:

The extent to how economically resources/inputs (funds, expertise, time, etc.) are converted to results/output with particular focus on the relationship between inputs and outputs in terms of



timing, quantity and quality.

#### **4. Member**

##### **4.1 The Japanese Team Member**

(1) Mr. Kenji Kaneko  
Leader  
Japanese Mid-Term Evaluation Team,  
Deputy Resident Representative  
El Salvador Office, JICA

(2) Mr. Shozo Yamazaki  
Technical supporting member  
JICA

(3) Mr. Noriyuki Ito  
Program Officer,  
Environmental Management Division 2,  
Global Environment Department, JICA

##### **4.2 El Salvador Mid-term Evaluation Team Member**

(1) Mr. Alfonso Armando Ramírez  
Gerente Región Metropolitana  
ANDA

(2) Mr. Frederick Antonio Benítez  
Gerente Región Central  
ANDA

(3) Mr. Angel Gabriel Valdés  
Gerente Región Occidental  
ANDA

(4) Ms. Ana Aguilar de Cardoza  
Jefe Cooperación Internacional  
ANDA

#### **5. Schedule**

The evaluation study was implemented from 19<sup>th</sup> October to 26<sup>th</sup> October in El Salvador. The schedule is attached as Annex 1.



**6. Input (as of this mid-term evaluation)**

**6.1 Input from Japanese Side**

(1) Dispatch of Japanese experts

Seven (7) Japanese experts were dispatched and assigned. Detailed information is attached as Annex 2.

(2) Counterpart trainings

Twenty-one (21) C/Ps participated in the counterpart training in Japan. The detail is attached as Annex 3.

(3) Provision of equipment

Equipment in relation to the project activities was provided. The list of the provided equipment is attached as Annex 4.

(4) Local cost

In order to carry out the activities, the total amount of 12,276,700 Japanese Yen was disbursed from Japanese side. The detail is attached as Annex 5.

**6.2 Input from El Salvador Side**

(1) C/Ps

The El Salvador side nominated the eight (8) persons for Joint Coordinating Committee (JCC) members and the forty-four (44) C/Ps for conducting project activities. The detail is attached as Annex 6.

(2) Project Management Cost

Local cost expended by El Salvador side for the Project is covered by ANDA's general expenditure. The amount is significant but not all are specified by each component of the Project. The amount approximately is US\$ 242,040.67

(3) Office Space

The El Salvador side has allocated the office space with utilities and all furniture for the Project.

**7. Evaluation Results**

**(1) Project performance**

**1) Project Purpose**

It was evaluated that the probability of achievement of the Project Purpose "ANDA's capacity to operate and maintain water supply facilities is enhanced" by the end of the Project is high if

A handwritten signature in black ink is written over a red circular stamp. The stamp contains the Japanese characters '金' (Kan) and '十' (Jū), which together mean 'October'.

ANDA and the Experts Team sustain the efforts as yet.

It was verified that there are some progresses in all Verifiable Indicators for the Project Purpose.

## 2) Outputs

### (i) Output 1

The both teams found out that ANDA and Experts made the best effort, but they could not achieve Output 1 due to lack of the countermeasures against mainly deteriorated pipes and illegal connections, etc. There is little expectation to achieve Output 1 because they do not have any activities in the model areas until the end of the Project.

The both teams evaluated the other activities is high.

### (ii) Output 2

Both Teams found out that there was no problem on the activities for output 2 so far. The C/Ps understand well what the Experts taught more than the Experts expected and work as scheduled. Draft of a long-term NRW reduction plan is now developing through the training implemented by the Experts. Both teams are sure for the C/Ps to develop the plan as scheduled. And also, both teams expect that the quality of the plan will be high in view of the feasibility, limitation (budget, staff, time etc.)

### (iii) Output 3

The activities are smoothly implemented along with the PO. Both teams confirmed that it was not necessary to change the PO.

Power consumption in the pilot facilities drastically decreased and ANDA noticed the importance of energy efficiency through the activities of the Project and training in Japan. ANDA is considering exchanging the old equipment to the new one using their own budget from the point of view of cost-effect.

Only one concern is the negative impact from the absence in the training for coordinator of central control system with unexpected reason. It will be covered by the other trainees and the Experts and need to make an effort to catch up with the missing experience.

### (iv) Output 4

The draft planning manual for sewerage system was developed. That is the reason the output 4 has been already achieved. Furthermore, ANDA already elaborated the manual by the technical staff and the manual is used in at least eight areas (La Union, Central Region, Santa Ana, Metropolitan Region, etc), but the manual is not officially approved by board of directors in ANDA. To expand the output of the Project and be useful for more people, ANDA is expected to approve the manual officially by the end of 2010. Both teams evaluated very high for the output 4.

## (2) Evaluation criteria

### 1) Relevance

Relevance is high.

The main reason is that the Project purpose and activities are in line with the "Institutional Strategic Plan (2009-2014)".

### 2) Effectiveness

Effectiveness is not so high.

All activities along with the PO were implemented very smoothly due to the C/Ps and the Experts' best effort. But the fact is that the indicator "NRW rate in the model areas falls by 50%." is not achieved as mentioned "3.(1). 2) (i) Output 1".

Both teams expect to accept "5.Recommendation" and achieve the Output 1 because each output is considered to contribute to achieve the Project Purpose.

### 3) Efficiency

Efficiency is relatively high.

The inputs were provided timely, quantitatively and qualitatively appropriate levels so far. In addition, it was verified that there is some progress in each Output.

The flight fee for the training (C course) in Japan was more expensive than we planned because it was need for some of trainees to cancel the original route (via L.A) and buy new route (via Paris) causing from the delay of procedure. Beside this matter, both teams also evaluated high for making the good use of the training in Japan (Course A, B, and C).

### 4) Impact

Impact is very high.

Due to ANDA's effort, the planning manual for sewerage system will be officially approved and expand the output to the whole country in the near future. Both teams found out that the impact already appears in the middle of the Project.

### 5) Sustainability

Sustainability is very high.

Due to ANDA's effort, both teams found out that the sustainability already appears in the middle of the Project, such as

- i) Leakage detection control unit was organized
- ii) ANDA is establishing "mapping unit for water-supply and sewerage pipeline" for the whole country by introducing GIS
- iii) ANDA is starting to implement a rather ambitious plan for the detection of illegal



connections using techniques learnt in the Project.

iv) ANDA is having the capacity to find out the problems and solve the problems by themselves

### **(3) Conclusion**

On the whole, the Project has been implemented consistent with the original PO. There is some progress regarding the project activities which are mentioned in the previous section, although there is the fact that output 1 is not achieved yet. As a result, it was evaluated that the probability to achieve the Project Purpose and all of the Outputs by the end of the Project is very high if ANDA and Experts continue its efforts.

### **(4) Recommendation**

#### **1) Replacement of Deteriorated Pipes**

Water supply services are one of process industries as well as service industries.

Especially, to keep the management of water utilities sound it is very important that water pipes, which are the lifelines of water supply services and account for more than 70 percent of total assets of water utilities among waterworks facilities, should be properly maintained.

At present pipelines of ANDA become severely deteriorated due to aging and corrosion and there exists much leakage. In order to reduce much existing leakage it is the most effective and economical way in the long run to replace distribution and service pipes in the areas where extremely deteriorated pipes are buried instead of carrying out the ordinary leakage control work such as leak detection and repair.

Then, it is recommended to start to replace deteriorated pipes as part of leakage control measures with top priority by raising its funds in every way

#### **2) Replacement of Customer Meters and Meter Boxes with Plastic Ones**

In order to operate water utilities with soundly-based management it is very important to not only implement NRW reduction measures but also collect water charges with sure and efficient manner. For that purpose, it is necessary to carry out proactive leakage control work and meter reading with ease.

Since most of existing ANDA's customer meters and meter boxes are respectively made of zinc bronze and concrete, not only opening the lid of a meter box but also sounding leak noises by a hearing bar to detect leaks are difficult. Also, meters made of zinc bronze are easily stolen and lids being hard to open tend to cause intentional metering error. Those result in serious impediment to efficient leak detection and meter reading work.

Then, it is recommended to gradually replace the existing customer meters made of zinc bronze and meter boxes made of concrete with those made of plastic by formulating the regulation of ANDA.



**3) The planning manual for sewerage system**

The sewerage planning manual was developed as Output 4 of PDM and elaborated by the technical staff of ANDA. Once the manual is officially approved, its continuous update and improvement is recommended as it's being used.

Annex 1: Schedule of Evaluation

Annex 2: List of Japanese Experts

Annex 3: List of Counterpart Trainings

Annex 4: List of Provided Equipments

Annex 5: Local Cost

Annex 6: List of Joint Coordinating Committee members, Technical Committee members,  
Counterpart members



## Annex 1: Schedule of Evaluation

SCHEDULE			
Day	Date	Time	Activity
Tue	19-Oct	8:30	Courtesy Call at JICA Office
		10:00	Visit to ANDA and Explanation (purpose, schedule, eastern region)
		14:00	Discussion with JICA Expert
		16:00	Meeting on Sewers (component 4)
Wed	20-Oct	8:00	Visit to pilot and model block (Santa Ana)
		11:00	Visit to Pilot Block (Mejicanos)
		14:00	Presentation of ANDA's evaluation
		15:00	Discussion with NRW Reduction Team (3 Regions)
Thu	21-Oct	16:00	Discussion with ANDA HQ
		8:30	Meeting with NRW Reduction Management Team
		9:30	Discussion with Energy Efficiency Team
		11:30	Discussion with Executive Director of ANDA
Fri	22-Oct	14:00	Visit to "Cañes del Diablo" pumping station
		A.M.	Preparation of Draft of M/M
		14:00	Monthly progress meeting of the Project. Confirmation of content of M/M
Sat	23-Oct		Documentation, drafting of M/M
Sun	24-Oct		Documentation, drafting of M/M and Final Reports
Mon	25-Oct	9:00	Discussion on M/M at ANDA
		P.M.	Final Report to JICA
Tue	26-Oct	14:00	Signing on MM
		16:00	Final Report to the Embassy of Japan
Wed	27-Oct	12:15 p.m.	Departure (COE27)

Annex 2: List of JICA Experts

Task	Name	Duration (days)	Man-month
Chief Adviser	Takemasa Mamiya	2009/2/11 – 2009/3/21	1.30
		2009/6/1 – 2009/8/3	2.13
		2009/9/12 – 2009/11/12	2.03
		2010/1/15 – 2010/3/10	1.84
		2010/5/21 – 2010/8/3	2.5
NRW Management	Hiroyasu Aoki	2009/6/1 – 2009/8/3	2.13
		2009/9/13 – 2009/11/22	2.37
		2010/1/25 – 2010/3/10	1.50
		2010/5/21 – 2010/8/3	2.5
NRW Reduction Techniques	Akihiko Okazaki	2009/2/11 – 2009/3/12	1.00
		2009/6/1 – 2009/7/30	2.00
		2009/10/9 – 2009/11/22	1.50
		2010/1/20 – 2010/3/20	2.00
		2010/7/21 – 2010/9/3	1.5
Water Supply Facility Management	Kozo Obama	2009/2/11 – 2009/3/12	1.00
		2009/6/1 – 2009/7/6	1.20
		2010/1/20 – 2010/3/15	2.00
		2010/8/20 – 2010/8/10/3	1.5
Water Conveyance Management	Junichi Watanabe	2009/7/1- 2009/7/30	1.00
		2010/1/9 – 2010/2/22	1.5
Water Supply Equipment Management	Tomonari Yamamoto	2009/2/11 – 2009/3/12	1.00
		2009/6/1 – 2009/7/24	1.50
		2009/10/9 – 2009/11/22	1.50
		2010/1/25 – 2010/3/10	1.50
Sewerage Planning	Tetsuo Wada	2009/2/11 – 2009/3/12	1.00
		2009/6/1 – 2009/7/24	1.80
		2009/9/13 – 2009/10/12	1.0
Total			43.80

Note: as of October 13, 2010



**Annex 3: List of Counterpart Trainings**

November 15 to November 21

**Course A: Waterworks Management**

1	Presidential Assistant, HQs	Claudia Verónica Escobar
2	Cooperation Unit Chief, HQs	Ana Guadalupe Aguilar de Cardoza
3	Eastern Region Manager	José Nefalí Cañas
4	Western Region Manager	Angel Gabriel Valdés
5	Infrastructure Manager	Alfonso Armando Ramírez

September 5 to September 18

**Course B: NRW Reduction**

1	Technical Director, HQs	José Snúl Vázquez Ortega
2	Technical Unit Coordinator, MR	Aquiles Ovidio Montoya Linares
3	Technical Cooperator, MR	Mauricio Silfredo Iraheta Rodas
4	Central Regional Manager	Frederick Antonio Benítez Cardona
5	Project Coordinator, CR	José Luis Hércules Avalos
6	Engineer, CR	Luis Federico Díaz
7	Group Chief, CR	José Nefalí Batres Serpad
8	Network Engineer, WR	Douglas Agustín Orellana Moran
9	Billing Department Chief, WR	Luis Alberto Caballero Lopez
10	Technical Advisor, HQs	Mauricio Antonio Domínguez Flores
11	Sub-Manager, HQs	Guillermo Antonio Carlos Guzman

October 3 to October 16

**Course C: Energy Saving**

1	Engineering & Design Department, Manager, HQs	Joaquín Minero Gomez
2	Coordinator, Electromechanical Maintenance Department, HQs	Manuel de Jesús Vázquez Bucaro
3	Engineering Supervisor, Electromechanical Design Unit, HQs	Miguel Ángel González Aparicio
4	Maintenance Coordinator, Las Pavas Water Works, HQs	Mario Vicente Sayas Quijad
5	Specialized Professional, Project Formulation Unit, HQs	Juan Tobias Ramírez Menjivar

Note: HQs: ANDA Headquarters  
 MR: Metropolitan Region  
 WR: Western Region  
 CR: Central Region  
 ER: Eastern Region



## Annex 4: List of Provided Equipments

Name of Equipment/Material		Quantity
Digital Sound Listening Bar		3 Units
Correlator		1 set
Software		1 set
Metal Detector		3 Units
Leak Sound Detector		6 Units
Pickup Truck		3 Units
Power Analyzer		10 sets
Software		1 unit
Low Voltage incoming panel		1 unit
Low Voltage Capacitor bank panel		1 unit
VVVF Panel		1 unit
Instrument Panel		1 unit
Flow Meter and Transmitter		1 set
Pressure Meter Sistrans P DSIII		1 set
Water Level Meter Sistrans P MPS		1 set
VVVF Panel		1 unit
Instrument Panel		1 unit
Flow Meter and Transmitter		1 set
Pressure Gauge and Transmitter		1 set
Water Level Meter by pressure		1 set
Portable Flow Meter		3 units
Thermo Camera		3 units
Power Cables		1 L.S.
Instrumentation Cables		1 L.S.
Gate Valve (Valvula de Computera)	6inch	37 pcs
Gate Valve (Valvula de Computera)	4 inch	30 pcs
Gate Valve (Valvula de Computera)	2.6 inch	7 pcs
Gate Valve (Valvula de Computera)	2 inch	9 pcs
One Flange Pipe (CI) (Un Cabo Brida, Hf)	8 inch	2 pcs
One Flange Pipe (CI) (Un Cabo Brida, Hf)	6 inch	78 pcs
One Flange Pipe (CI) (Un Cabo Brida, Hf)	4 inch	60 pcs
One Flange Pipe (PVC) (Un Cabo Brida, PVC)	2.5 inch	14 pcs
One Flange Pipe (PVC) (Un Cabo Brida, PVC)	2 inch	18 pcs
Coupling for PVC (Acople para tuberija de PVC)	8 inch	2 pcs
Coupling for PVC (Acople para tuberija de PVC)	6 inch	22 pcs
Coupling for PVC (Acople para tuberija de PVC)	4 inch	56 pcs
Coupling for PVC (Acople para tuberija de PVC)	2.5 inch	14 pcs
Coupling for PVC (Acople para tuberija de PVC)	2 inch	18 pcs
Flexible Cramp (Acople flexible para tuberija)	6 inch	56 pcs
Acople flexible para tuberija	4 inch	4 pcs
Ball Valve (Valvula de Bola)	2 inch	19 pcs
Saddle (Abrazaderas Dobles)	6 inch	12 pcs
Saddle (Abrazaderas Dobles)	4 inch	7 pcs
Nipple (Boquilla)	2 inch	38 pcs
Socket (Encaje)	2 inch	19 pcs

Plug(Tapon)	2 inch	19	pcs
Manhole Cover(Tapon dehierrofundido)		15	pcs
Valve Cover(Tapade valvula)		70	pcs
Pipe Locator		3	sets
Macro Meter(200mm)		1	units
Macro Meter(150mm)		1	units
Macro Meter(150mm)		1	units
Pulse Logger		3	sets
Pulse Logger (Comu-base)		3	sets
Division Flow Meter		3	units
Flexible hose/Drainage Hose		3	sets

Note: as of October 13, 2010

Handwritten signature and initials, possibly '金子' (Kanezaki) and 'ap'.

**Annex 5: Local costs (Japanese side)**

## Local cost expended by Japanese side

Major Budget Item	JFY2009 □□□ Year	JFY2010 2ndYear	Total
Employment Cost(Interpreter/Engineer)	353,944	7,279,077	7,633,021
Equipment Maintenance	0	144,277	144,277
Consumable goods	62,862	270,335	333,197
Travel and Transport	11,068	5,382	16,450
Publishing material	168,768	620,232	789,000
Rental	464,427	2,538,188	3,002,615
Local training		358,140	358,140
<b>Total in Japanese Yen</b>	<b>1,061,069</b>	<b>11,215,631</b>	<b>12,276,700</b>

**Annex 6: List of Joint Coordinating Committee members, Technical Committee members, Counterpart members**

**Joint Coordinating Committee members**

Name	Position
Mr. Marco Antonio Fortin	Project Director, President of ANDA
Mr. Carlos Manuel Deras Barillas	Executive Director, ANDA
Mr. Jose Saul Vasquez Ortega	Technical Director, ANDA
Mr. Carlos Alfredo Tejada	Administrative Director, ANDA
Ms. Ana Aguilar de Cardoza	Chief, Cooperation Internacional
Mr. Alfonso Armando Ramirez	Metropolitan Regional Manager
Mr. Frederick Antonio Benitez	Central Regional Manager
Mr. Angel Gabriel Valdes	Western Regional Manager
Mr. Ryuichi Nasu	JICA Office
JICA Experts	JICA Expert Team

JCC members should be confirmed because of alternatives of ANDA organization structure

**Counterpart members**

NRW Reduction Action Team: Metropolitan	
Armando Ramirez	Leader
Oscar Monchez	Member
Aquiles Montoya	Member
Armando Ramoz	Member
Dina Reiva	Member
Camilo Marroquin	Member
Mauricio Silfred Iraheta Rodas	Member
Luis Ventura	Member
Manuel Beltran	Member
Miguel Efraim Hernandez	Member
NRW Reduction Action Team: Central	
Frederick Antonio Benitez	Leader
Luis Diaz	Member
Nefali Batres	Member
Jose Hercules	Member
Mario Avevalo	Member
Mathaly Colocho	Member
NRW Reduction Action Team: Western	
Angel Gabriel Benitez Jovel	Leader
Douglas Orellana	Member
Luis Caballero	Member
Iris Arevalo	Member
Humberto Guzman	Member
Marlon Ernesto Guzman	Member
NRW Reduction Management Team	
Jose Saul Vasquez	Leader
Roberto Hernandez Recinos	Member

NRW Reduction Action Team: Metropolitan		
	Alba Daysi Driotes de Paz	Member
	Mauricio Dominguez	Member
	Joaquil Minero	Member
	Guillermo Antonio Carial Guzman	Member
Energy Saving Team		
	Cecibel de Mayorga	Member/Leader
	Mario Sayes	Member
	Marco Duran	Member
	Miguel Gonzales	Member
	Hernan Cortez	Member
	Jose Tobias Ramirez	Member
	Rutilo Raada	Member
	Fredy Martinez	Member
	Manuel Vasquez	Member
Sewerage Planning Team		
	Arnando Ramirez	Leader
	Flavio Mesa	Member
	Marta Maria Nulla	Member
	Gladys Rodriguez	Member
	Celia de Mena	Member
	Claudia Arriaza	Member
	Ernest Castellanos	Member

Note: as of October 13, 2010

第 5 回JCC会議議事録



EQUIPO DE EXPERTOS DE JICA PARA EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES  
DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
JICA EXPERT TEAM FOR THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF  
ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT



**MINUTE OF MEETINGS  
AMONG  
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
AND  
THE NATIONAL ADMINISTRATION OF AQUEDUCTS AND SEWER SYSTEMS  
(ANDA)  
ABOUT THE JOINT COORDINATION COMMITTEE  
FOR THE "PROJECT OF CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL  
IMPROVEMENT"**

Gathered the Joint Coordination Committee, from now on refer as "The Committee", with the purpose of revising the advances and achievements of the activities of the "The Project of Capacity Development of ANDA for Operational Improvement" from now on refers as "The Project") with base to that settled down in the Registration of Discussions (from now on refers as "the R/D") undersigned December 2, 2008. During the meeting ANDA presented to the Committee the advances of the Project to this date, which has been supervised, valued and carried out with a series of exchange of points of view among ANDA and JICA.

As a result of the meeting ANDA and JICA evaluated the project in a combined way and they agreed the matters referred in the attached document mutually.

The texts of the document were elaborated copies respectively in the English and Spanish languages, being each equally authentic document. In the case of some interpretation divergences the text will prevail in English.

San Salvador, March 4<sup>th</sup> of 2011

---

Lic. Ryuichi Nasu  
Representante Residente  
Oficina JICA en El Salvador,  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón  
JICA

---

Ing. Marco Antonio Fortín  
Presidente  
Administración Nacional de Acueductos y  
Alcantarillados  
ANDA EL SALVADOR



EQUIPO DE EXPERTOS DE JICA PARA EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES  
DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
JICA EXPERT TEAM FOR THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF  
ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT



**ATTACHED DOCUMENT**

Gathered the Joint Coordination Committee for the Project PRODECANDA conformed for ANDA side:

1. Mr. Marco Antonio Fortín – President
2. Mrs. Ana de Cardoza – International Cooperation
3. Mr. José Saúl Vásquez – Technical Director
4. Mr. Manuel Angel Serrano – Metropolitan Region Manager
5. Mr. Frederick Benítez – Central Region Manager
6. Mr. Angel Gabriel Valdés – Western Region Manager

For JICA El Salvador:

1. Mr. Ryuichi Nasu – Resident Representative
2. Mr. Minoru Kobayashi – Resident Assistant Representative
3. Mr. Luis Miguel Vásquez – Program Official

Representatives of Japanese Expert Team:

1. Mr. Takemasa Mamiya
2. Mr. Yasuhiro Aoki
3. Mr. Akihiko Okazaki
4. Mr. Kozo Obara

1. It took place the Joint Coordination Committee Meeting with the participation of representatives of IDB (Engineer Nelson Estrada), AECID (Dra. Beatriz Yarza) and FISDL (Celina de Monterrosa and Inga. Carla Recinos), in which the following points were approached:

**Presentations**

- Was carried out the presentation of the advances of the None Revenue Water Team, on behalf of the Mr. Domínguez, who informed the realized activities and the structure of the chapters of the Plan for the None Revenue Water Management.



EQUIPO DE EXPERTOS DE JICA PARA EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES  
DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
JICA EXPERT TEAM FOR THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF  
ANSA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT



- The team of Energy Efficiency presented their report, by Mrs. Cecibel de Mayorga, and it highlighted the saving in electric billing that is experienced in the areas study object the Institution.
- The None Revenue Water Reduction Teams of the three regions delegated to Mr. Frederick Benítez to carry out the presentation of activities in the 3 regions in this topic. It was highlighted the words in the model blocks that were developed 2010 and what is being carried out in the areas pilots in this year, as well as the benefits in the generation of certain strategic units as the Unit of Cadaster in the Central Region.

## 2. Interventions

- In the time of questions and answers, the representative of AECID, Mrs. Beatriz Yarza, indicated that it is she interested what ANSA has carried out with the support of JICA, and it considered that the amount to reply the results of the project is very high for ANSA to confront them by themselves.
- The FISDL, on the other hand, indicated also that the observed effort is big, the same was also point it out by AECID, that the costs so that ANSA continues for itself with the results of the project they are high.
- The representatives of ANSA, members of the Joint Coordination Committee, reinforced the interventions and they explained the efforts of the institution to carry out what now has been executed, also they are working in the identification of the necessary amounts to carry out an implementation at national level.
- Mr. Nasu thanked the interventions and exhorted to continue with this type of meetings that could generate synergy among cooperation agencies and that they facilitate the identification of future financing necessities. Also, he regretted the absence of the Mr. President of ANSA in the meeting.



EQUIPO DE EXPERTOS DE JICA PARA EL PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES  
DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
JICA EXPERT TEAM FOR THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF  
ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT



**3. Consultations and Agreements**

On other hand, JICA consulted the following: 1) On the Official Appointment of the Members of the working Teams and Updated Following up Team  
2) The state of Advance in the revision of the Manual of Energy Efficiency; 3) The approval of the Manual of Sewer System; 4) The installation of meters without cost in pilots areas; and 5) JICA requested that, in the face of the absence of the President of ANDA, they should carry out a meeting of Joint Coordination Committee in the May of 2011. · Mrs. Cardoza informed the following in the order of questions: 1) that delivery of the up-to-date and approved list was just delivered that day signed by President; 2) that the Manual of Energy Efficiency had been received and that it will be distributed for further revision; 3) that they would negotiate so that the approval of the Manual of Sewer System in the Meeting of Government for its approval; 4) the office of International Cooperation of ANDA it will present report to Presidency to determine the situation of meter changing; and 5) from now they will inform to the Mr. Fortín and Government's Meeting on proposal of JICA to program new meeting of Joint Coordination Committee in May of 2011.

To the closing, all the members of the Committee expressed their agreement with that manifested.

## 第6回JCC会議議事録

## Record of Meeting/Discussion

<b>Date:</b>	dd 30 mm 06 2011	<b>Time:</b>	From 08:00 to 10:30
<b>Venue:</b>	Joint Coordination Committee meeting (JCC) at Sheraton Hotel		
<b>Meeting/Discussion among</b>			
<input type="checkbox"/>	NRW Reduction Management Team	<input type="checkbox"/>	NRW Reduction Action Team (Metropolitan)
<input type="checkbox"/>	NRW Reduction Action Team (Central)	<input type="checkbox"/>	NRW Reduction Action Plan (Western)
<input type="checkbox"/>	Power-Saving Management Team	<input type="checkbox"/>	Sewerage Planning Team
<input checked="" type="checkbox"/>	Others		
<b>Attendants El Salvador side</b>			
	Name	Position	Department/Organization
	refer to attendant sheet		
<b>Attendants JICA Expert Team (Name)</b>			
	Mamiya	Ms. Carola Leiva	
	Aoki	Mr. Mauel Rivera	
	Obara	Mr. Victor Valverde	
	Okazaki	Ms Mariana Taylor	
<b>JICA El Salvador Office</b>			
	Nasu		
	Kobayashi		
	Mr. Luis Miguel		
<b>Main Subject:</b>			
Progress made from 1 <sup>st</sup> to 3 <sup>rd</sup> year of the Project, Plan of Activities for the 4 <sup>th</sup> year, Working Committee, Project Evaluation, Seminars at the end of the Project.			
--			
Avance del 1er al 3er año del Proyecto, Plan de actividades para el 4to año, Comité de Trabajo, Evaluación del Proyecto, seminarios al final del Proyecto.			
<b>Topic</b>	<b>Contents of meeting</b>	<b>Conclusion</b>	
1	<p><b>Progress made from 1<sup>st</sup> to 3<sup>rd</sup> year of the Project, Plan of Activities for the 4<sup>th</sup> year</b></p> <p>The Project has made sound progress up to date from years 1 through 3.</p> <p>Mr Fortin said that this Project has been an eyeopener to grasping the current situation of the water supply systems in El Salvador. For example, a real understanding of the term “Non-revenue water”, and what to what this index is due in El Salvador will help the Central Government correct the inadequate water management of the past decades.</p> <p>Among the government plans in ANDA, Mr Fortin states that billing softwares and GIS systems are priority. He is highly interested in developing an efficient GIS system in the ANDA regional offices; initiative which has already started in the Eastern region.</p>	<p>Mr Fortin states that the presentations made by the managers allow having a very good idea of the current situation of the institution. He wants to go over the material in detail one more time and will meet with the President of the Republic to discuss future water management and energy efficiency plans which can rise from this Project’s initiatives.</p> <p>This final five (5) months of the Project should be fully taken advantage of; as well as reinforcing the mechanisms to maintain its sustainability.</p> <p>--</p> <p>El Ing. Fortín afirma que las presentaciones impartidas por los gerentes de las regiones y los técnicos permiten tener un claro entendimiento de la situación actual de la institución. Además dice que quisiera revisar el material en detalle</p>	

Form RMD

*Project for Organizational Strengthening and Operational Improvement for ANDA*

	<p>Moreover, NRW reduction activities and planning are contributing to the first phase of replacement plan for old pipes and old micro meters.</p> <p>Mr Fortin feels that the ANDA managers and technicians are afraid of presenting the figures of the required costs for system rehabilitation or improvement. Therefore, Mr Fortin reiterates that the managers and technicians should be clear about the budget required for the activities, present such budget to him, and the necessary arrangements should be made by higher executives through international cooperation and/or donors.</p> <p>--</p> <p><b>Avance del 1er al 3er año del Proyecto, Plan de actividades para el 4to año</b></p> <p>El Proyecto ha tenido un buen avance a la fecha, a través de los años 1 a 3.</p> <p>El Ing. Fortín expresó que este Proyecto ha sido un abrir the ojos para el entendimiento de la situación actual de los sistemas de abastecimiento de agua en El Salvador. Por ejemplo, un verdadero entendimiento del término “Agua no facturada”, y a que se debe este índice en El Salvador, ayudará al Gobierno Central a corregir el manejo inadecuado del agua ejercido las pasadas décadas.</p> <p>Entre los planes de gobierno para ANDA, el Ing. Fortín dice que los softwares de facturación y sistemas de GIS son una prioridad. Está altamente interesado en el desarrollo de un sistema eficiente de GIS en las oficinas regionales de ANDA; iniciativa que ya ha dado inicio en la región oriental.</p> <p>Además, actividades y planificación de reducción de ANF son contribuyentes a la primera fase del plan de reemplazo de tuberías obsoletas y micro medidores averiados.</p> <p>El Ing Fortín considera que los gerentes y técnicos de ANDA tienen miedo de presentar cifras de los costos requeridos para rehabilitar y mejorar los sistemas. Por tanto, el Ing. Fortín reitera que los gerentes y técnicos deben ser claros en cuanto al presupuesto requerido para las actividades, presentarle dicho presupuesto, y los arreglos necesarios deben ser gestionados por ejecutivos de alto mando a través de cooperación internacional y/o donantes.</p>	<p>una vez más para reunirse con el Presidente de la República y discutir planes futuros de gestión del agua y eficiencia energética que pueden surgir de iniciativas del Proyecto.</p> <p>Estos últimos cinco (5) meses del Proyecto deben ser aprovechados; así como el refuerzo de mecanismos para mantener la sostenibilidad.</p>
2	<p>NRW Reduction Management team and Energy Saving team are working on the development of long term plans. These plans contain implementation schedule and necessary budget; reason for which, the technicians in charge of the elaboration of these plans have to meet with magerial level ANDA officials (Working Committee members) to discuss the feasibility of some points within the contents of these</p>	<p>The names of the members of the Working Committee were made official at this meeting, and the members themselves were in fact present.</p> <p>The first Working Committee meeting will be held the week of the 4<sup>th</sup> of July, 2011.</p> <p>--</p> <p>Se oficializó los nombres de los miembros del</p>

Form RMD

Project for Organizational Strengthening and Operational Improvement for ANDA

	<p>plans. -- El Equipo de Manejo de Reducción de ANF y el Equipo de Ahorro de Energía están trabajando en el desarrollo de planes a largo plazo. Estos planes contienen cronogramas de implementación y costos requeridos; razón por la cual los técnicos a cargo de su elaboración deben reunirse con oficiales de ANDA de nivel gerencial (miembros del Comité de Trabajo) para discutir la factibilidad de algunos puntos dentro del contenido de dichos planes.</p>	<p>Comité de Trabajo, y de hecho los miembros mismos estaban presente en la reunión. La primera reunión de Comité de Trabajo se llevará a cabo la semana del 4 de julio de 2011.</p>
<p>3</p>	<p><b>Project Evaluation and Seminars</b> Project terminal evaluation will be held in October, 2011. The evaluation will be joint (ANANDA/JICA) and the JICA evaluation mission will be dispatched from Japan.  Project seminars will be held in November, 2011 (Project end). These seminars are to be imparted by ANANDA officials involved, to disseminate the experience gained through the implementation of the Project activities. -- <b>Evaluación del Proyecto y Seminarios</b> La evaluación terminal del Proyecto de llevará a cabo en octubre de 2011. La evaluación será conjunta (ANANDA/JICA) y la misión de evaluación de JICA será enviada de Japón.  Seminarios del Proyecto se llevarán a cabo en noviembre de 2011 (final del Proyecto). Dichos seminarios serán impartidos por oficiales involucrados de ANANDA, para diseminar la experiencia adquirida a través de la implementación de las actividades del Proyecto.</p>	<p>According to Mr Kobayashi, the seminars to be held in November should be open to participation of all relevant ministries and donors, not only for ANANDA officials. This will be a good opportunity to exchange ideas and know the plans of activities among the relevant institutions and agencies (for example, the National Energy Commission seems to be interested in ANANDA's plans concerning energy saving). -- Según el Sr Kobayashi, los seminarios a ser llevados a cabo en noviembre deben ser abiertos a la participación de ministerios relevantes y donantes, no solamente para oficiales de ANANDA. Esta será una buena oportunidad para intercambiar ideas y conocer los planes de actividades entre las instituciones y agencias relevantes (por ejemplo, la Comisión Nacional de Energía parece estar interesada en conocer los planes de ANANDA para con el ahorro de energía).</p>
<p>4</p>	<p>Mr Nasu asked what the expectations of the ANANDA technicians is, as for the development of these last five (5) months of the project. -- El Sr Nasu preguntó cuales son las expectativas de los técnicos de ANANDA en cuanto al desarrollo de estos últimos cinco (5) meses del Proyecto.</p>	<p>These last 5 months of the project are a challenge for all stakeholders. The Japanese experts' knowledge needs to be taken advantage of at the fullest. Moreover, the managers and leaders of the project teams need to strengthen the skills they have acquired to replicate the experience in the future. -- Estos últimos cinco (5) meses del Proyecto son un reto para todos los involucrados. El conocimiento de los expertos japoneses debe ser aprovechado al máximo. Además, los gerentes y los líderes de los equipos del proyecto deben fortalecer las habilidades adquiridas a través del Proyecto para replicar la experiencia en el futuro.</p>
<p>Actions to be taken</p>	<p>by Whom</p>	<p>until When</p>

第7回JCC会議議事録

MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
THE JAPANESE TERMINAL EVALUATION TEAM  
AND  
NATIONAL ADMINISTRATION OF AQUEDUCTS AND SEWERS  
ON  
THE TERMINAL EVALUATION OF  
THE PROJECT FOR CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA  
FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT

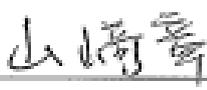
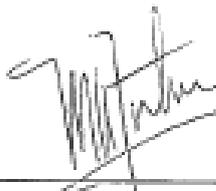
The Japanese Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Japanese Team"), organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Mr. Shozo Yamazaki, visited the Republic of El Salvador from October 9 to 27, 2011 for the purpose of conducting the joint terminal evaluation on Japanese technical cooperation for the Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement in the Republic of El Salvador (hereinafter referred to as "the Project") on the basis of the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") signed on December 2, 2008.

During its stay in El Salvador, the Japanese Team had a series of discussions and exchanged views with the Salvadorian Terminal Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Salvadorian Team").

As a result of discussions, the Salvadorian Team and the Japanese Team mutually agreed upon the Joint Terminal Evaluation Report attached as appendixes.

These texts were done in both English and Spanish, each text being equally authentic. In case of any divergence of interpretation, the English text shall prevail.

San Salvador, October 25, 2011

			
Mr. Shozo Yamazaki		Mr. Marco Antonio Fortin Huerta	
Leader		President	
Japanese Terminal Evaluation Team		National Administration of Aqueducts and	
Japan International Cooperation Agency		Sewers (ANDA)	
(JICA)			

## THE ATTACHED DOCUMENT

### I. Terminal Evaluation Report

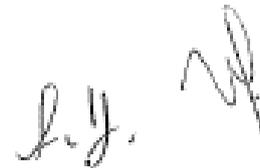
The Joint Evaluation Team (hereinafter referred to as "The Team") consisting of both the Salvadorian Team and the Japanese Team presented the results of the Joint Terminal Evaluation Report (attached as Appendix I) to the Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC"). The members of the JCC considered and approved its contents and confirmed the termination of the Project as planned.

### II. Other Issues Discussed

- (1) ANDA agreed that the manuals made during the Project, such as the manual for reduction of NRW, the power-saving manual, and the planning manual for sewerage system development, will be authorized by ANDA Board by the end of 2011, and ANDA will make concrete plans to utilize these manuals. However, these manuals can be modified by ANDA even after the authorization, if necessary.
- (2) ANDA agreed that the Long Term NRW Reduction Plan and the Improvement Plan of Existing Water Supply Facilities for Power Saving are authorized by ANDA Board by the end of 2011.
- (3) It was confirmed by both, Salvadorian and Japanese, sides that a long term NRW reduction plan has been drafted in the Project, which includes estimated costs, so that the Non-Revenue Water (NRW) is planned to reduce from 50% to 25% in 25 years in the Metropolitan region and in 12 years in the other regions according to the Plan. However, ANDA announces to make the best efforts to make the planned terms shorter. The necessary budget for the Plan will be authorized by the ANDA Board. It was also reported at the JCC that some of the planned activities have already been underway by ANDA.
- (4) ANDA agreed to submit these Plans to the central government requesting more budgets for the implementation.
- (5) ANDA reported in the JCC that establishment of sewerage systems have been planned in several cities, and the planning manual for sewerage system made in the Project has been utilized in these plans.
- (6) ANDA agreed to make efforts to announce the results of the Project to other donor agencies to disseminate the effects of the Project as much as possible to promote cooperation.
- (7) ANDA agreed that the equipment donated under the Project should be operated and maintained in proper manners.

#### List of Appendix

Appendix I: Joint Terminal Evaluation Report



Joint Terminal Evaluation Report  
for  
the Project for Capacity Development of ANDA  
for Operational Improvement

21 October, 2011

Joint Terminal Evaluation Team

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'af' followed by a stylized flourish.

## CONTENTS

### List of Abbreviations

Chapter 1	OUTLINE OF THE EVALUATION STUDY
	1.1 Introduction
	1.2 Objectives of the Evaluation Study
	1.3 Members of the Evaluation Study
	1.4 Schedule of the Evaluation Study
	1.5 Methodology of Evaluation
Chapter 2	OUTLINE OF THE PROJECT
Chapter 3	ACHIEVEMENT AND IMPLEMENTATION PROCESS
	3.1 Inputs
	3.2 Achievement of the Project
Chapter 4	EVALUATION BY FIVE CRITERIA
	4.1 Relevance
	4.2 Effectiveness
	4.3 Efficiency
	4.4 Impact
	4.5 Sustainability
Chapter 5	RESULTS OF EVALUATION
	5.1 Conclusion
	5.2 Recommendations
	5.3 Lessons Learned

Annex 1: Schedule of Evaluation

Annex 2: List of JICA Experts

Annex 3: List of Counterpart Training

Annex 4: List of Provided Equipment

Annex 5: Local Costs

Annex 6: List of Joint Coordination Committee members, Technical Committee members and Counterpart members



## List of Abbreviations

Ab. Español	Español	Ab. English	English
ADM	Areas de Distrito de Medición	DMA	District Metering Area
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados	ANDA	National Administration of Aqueducts and Sewers
ANF	Agua No Facturada	NRW	Non Revenue Water
B/C	Beneficio-Costo	B/C	Beneficiary Cost
BID	Banco Inter-Americano de Desarrollo	IDB	Inter-American Development Bank
BMF	Bloque de Monitoreo de Fuga	LMB	Leak Monitoring Block
CCC	Comité Coordinador Conjunto	JCC	Joint Coordination Committee
C/P	Contraparte	C/P	Counterpart
GPS	Sistema de Posicionamiento Global	GPS	Global Positioning System
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	JICA	Japan International Cooperation Agency
MDP	Matriz de Diseño del Proyecto	PDM	Project Design Matrix
M/M	Minuta de la Reunión	M/M	Minutes of Meetings
PAC	Poly-aluminium Chloride	PAC	Poly-aluminium Chloride
PO	Plan de Operaciones	PO	Plan of Operation
R/D	Registro de Discusiones	R/D	Record of Discussions

sp L.Y

## Chapter 1 OUTLINE OF THE EVALUATION STUDY

### 1.1 Introduction

The Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement has been implemented since January 2009 for 36 months based on the R/D signed on 2 December 2008 between JICA and the Government of the Republic of El Salvador.

In October 2010, the mid-term evaluation was carried out, and this time, three months before the completion of the Project, the terminal evaluation is conducted to evaluate whether the Project has been achieving the expected outputs and the project purpose. The specific objectives of the terminal evaluation are summarized in the next section.

### 1.2 Objectives of the Evaluation Study

The specific objectives of the evaluation study are outlined as follows.

- 1) To review the progress of the Project and evaluate the achievement in accordance with the five evaluation criteria (relevance, effectiveness, efficiency, impact and sustainability)
- 2) To draw the factors to promote/impece the effects
- 3) To consider the necessary actions to be taken and make recommendations for the Project
- 4) To draw lessons that can be applied to other similar ongoing and future project of JICA
- 5) To summarize the result of the evaluation study in a joint evaluation report

### 1.3 Members of the Joint Evaluation Team

The Joint Evaluation team (hereinafter referred to as "the Team") consists of the following members.

#### 1.3.1 Salvadorian Side

- (1) Ing. Saúl Vásques  
Technical Director, ANDA
- (2) Lic. Ana Aguilar de Cardoza  
Chief, International Cooperation, ANDA
- (3) Ing. Manuel Serrano  
Metropolitan Regional Manager, ANDA
- (4) Arq. Frederik Antonio Benítez



- Central Regional Manager, ANDA  
(5) Ing. Ángel Gabriel Valdés  
Western Regional Manager, ANDA

1.3.2 Japanese Team

- (1) Mr. Shozo Yamazaki (Leader)  
Director of Business Department  
Tokyo Suido Services Co., Ltd.
- (2) Mr. Hideaki Matsuoka (Cooperation Planning)  
Deputy Director  
Environmental Management Division 2  
Environmental Management Group  
Global Environmental Department, JICA
- (3) Ms. Yukiko Haneda (Evaluation Analysis)  
Senior Consultant  
Consulting Division  
Japan Development Service Co., Ltd.

**1.4 Schedule of the Evaluation Study**

The evaluation study was implemented from 9 October to 27 October in El Salvador. The schedule is attached as Annex 1.

**1.5 Methodology of Evaluation**

The Project was evaluated based on the Project Design Matrix (PDM), which is a summary table of this project. The current PDM (version 2) was agreed to modify at the mid-term evaluation by the Japanese Team and the Salvadorian Team.

1.5.1 Evaluation Procedure

First, the Team formulated the evaluation grid, which identified the specific evaluation points and the data collection methods. For the data and information collection, the Team conducted interviews to all the Japanese experts and Salvadorian counterparts as well as the Project related persons. The Team analyzed and evaluated the Project in terms of the achievement level of the Project, implementation process, and five evaluation criteria, i.e. Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact and Sustainability. Finally, the Team made the recommendations based on the result of evaluation and drew lessons that can be applied to other similar project of JICA.



### 1.5.2 Points for the Evaluation

The achievement levels in terms of Inputs, Activities, Output, and Project purpose were assessed in comparison with the current PDM (version 2) and Plan of Operation (PO) and the actual progress of the Project. The implementation process of the Project was also confirmed from the various viewpoints such as monitoring and communication.

#### *Evaluation Criteria*

In addition to verification of the achievement level and implementation process of the Project, the terminal evaluation study assesses the Project from the following five evaluation criteria.

- (1) **Relevance:** An overall assessment of whether the project purpose and overall goal are in line with policy of both sides and with partner country's needs.
- (2) **Effectiveness:** A measure of whether the project purpose has been achieved. This is then a question to the degree to which the outputs contribute towards achieving the intended project purpose.
- (3) **Efficiency:** A measure of the production of outputs (results) of the Project in relation to the total resource inputs.
- (4) **Impact:** The positive and negative changes, produced directly and indirectly as the result of the Project.
- (5) **Sustainability:** An overall assessment of the extent to which the positive changes achieved by the Project can be expected to last after the completion of the Project.

## **Chapter 2 OUTLINE OF THE PROJEVT**

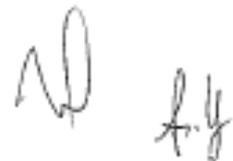
The Projects has been carried out since January 2009. The expected Overall Goal, Project Purpose and Outputs written in current PDM (version 2), are as follows:

#### Overall Goal:

ANDA's capacity to efficiently manage water services is strengthened.

#### Project Purpose:

ANDA's capacity to operate and maintain water supply facilities is enhanced.

Two handwritten signatures in black ink, one larger and more stylized, and one smaller and more legible.

Outputs:

- (1) ANDA's technical capacity of NRW (No Revenue Water) reduction is enhanced.
- (2) ANDA's planning capacity of NRW reduction is enhanced.
- (3) ANDA's planning capacity of power-saving program is strengthened.
- (4) ANDA's planning capacity of sewerage system development is enhanced.

**Chapter3      ACHIVEMENT AND IMPLEMENTATIONPROESS**

**3.1      Inputs**

3.1.1      Inputs from the Japanese side

(1) Dispatch of Japanese experts

Seven (7) Japanese experts were dispatched and assigned. Detailed information is attached as Annex 2

(2) Counterpart training

Twenty-one (21) C/Ps participated in the counterpart training in Japan. The detail is attached as Annex 3

(3) Provision of equipment

Equipment in relation to the project activities was provided. The list of the provided equipment is attached as Annex 4

(4) Local cost

In order to carry out the activities, the total amount of 7,652,270 Japanese Yen was disbursed from Japanese side. The detail is attached as Annex 5

3.1.2      Input from El Salvador Side

(1) Counterparts

The El Salvador side nominated the eight (8) persons for Joint Coordinating Committee (JCC) members and the forty-five (45) C/Ps for conducting project activities. The detail is attached as Annex 6

(2) Project Management Cost

Local cost expended by El Salvador side for the Project is covered by ANDA's general expenditure. The amount is significant but not all are specified by each component



of the Project. The amount is approximately US\$ 353,770<sup>1</sup>.

(3) Office Space

The El Salvador side has allocated the office space with utilities and all furniture for the Project.

**3.2 Achievement of the Project**

**3.2.1 Overall Goal**

**“ANDA’s capacity to manage water services is strengthened”**

The Project set two indicators to measure the level of achievement of the overall goal of the Project. 1) ANDA’s income from water supply services is increased, and 2) ANDA’s power consumption efficiency is improved. After the verification of the performance and implementation process of the project activities, the Evaluation Team confirmed that the sites, where the NRW reduction activities, were introduced now have much less leakage and improved the services of provision of water. The Team confirmed that the ANDA’s income from water services has increased in the pilot areas. Also, ANDA engineers are now introducing the new equipment to improve the power factor and the power consumption efficiency. The Evaluation Team expects that the Project overall goal can be achieved by expanding the results of the Project in the rest of the country in future.

**3.2.2 Project Purpose**

**“ANDA’s capacity to operate and maintain water supply facilities is enhanced”**

The achievement level of the Project Purpose is satisfactory, and this is verified as such from the indicators.

The Metropolitan Region NRW Action Team and the Central Region NRW Action Team completed all the activities indicated in the Plan of Operation (PO); the Western Region NRW Action Team is behind schedule and still working on some pending matters in the pilot site, but expecting to finish in November. All the Teams are anxious to continue the NRW reduction measures and they have already selected the operation sites for 2012. Each regional office formulated and presented the 2012 budget proposal in total of US\$150,000.00.

In the energy-saving field, ANDA head office completed the Power Saving Plan

<sup>1</sup> The budget for Western Regional Office in 2011 is not included.

including the budget proposal.

The Long-Term NRW Reduction Plan, which is administrative and operative plan of five (5) years starting from 2012, is currently under review by the Board (Junta de Gobierno) before the official approval. The authorization of the Plan is one of the keys for assuring the Overall Goal of the Project. If ANDA authorizes the Long-Term NRW Reduction Plan, the future activities of the NRW reduction measures will be guaranteed and justified the expense for the materials and human resources needed for the operation.

### 3.2.3 Outputs

#### **Output 1. "ANDA's technical capacity of NRW reduction is enhanced".**

The status of indicators suggests the satisfactory achievement level of Output 1 as seen below.

As the Metropolitan Region NRW Action Team and the Central Region NRW Action Team completed all the activities and achieved the NRW reduction rate by 44% and 51% respectively.

As for the Western Region NRW Action Team, due to delay caused by lack of human resources and late delivery of valves to the pilot site, termination of the activities is expected in November. The scheduled verification of the minimum night flow measurement was cancelled due to heavy rain. But the Team is making its best effort to make up for the delay.

The NRW Reduction Manual that the three Teams have been working together on is also nearly completed.

#### **Output 2. "ANDA's planning capacity of NRW reduction is enhanced"**

Output 2 is being achieved, since drafting the Long Term NRW Reduction Plan is completed.

The draft of Long Term NRW Reduction Plan has been formulated after analyzing the NRW reduction measures; the Planning Team has discovered more than 300 weak points of ANDA. Based on the analysis of the problems, the Japanese experts facilitated 10 trainings to draft the Long term NRW Reduction Plan through a step-by-step



approach. The Plan consists of two parts: "Part A: Existing Condition" and "Part B: Long Term NRW Reduction". The Plan includes the detailed Plan of Operation beginning in 2012 for five years.

Although the Long Term NRW Reduction Plan is drafted, still needs to be revised by the end of the Project. ANDA is planning to hold the board meeting to authorize the Plan in the near future. The authorization is still not granted to the Plan; however the purchase of 500,000 house meters has been already planned, and out of which 175,000 units have been already purchased as a first step for the NRW reduction measures of ANDA. The Plan is ambitious, but ANDA is confirmed to be committed to the NRW reduction measures.

**Output 3. "ANDA's planning capacity of power-saving program is strengthened"**

The achievement level of Output 3 is satisfactory and was confirmed by the status of indicators, as explained below.

The Energy Saving Team has implemented the activities smoothly along with the PO. All the activities are completed; for the rest of the period the Team will be working to revise the Power Saving Manual, which was presented in September 2011 and currently under the second review with in ANDA. The Improvement Plan of Existing Water Facilities (Las Pavas and North Zone Water System) was also elaborated and is waiting for the comments and suggestions as well.

**Output 4. "ANDA's planning capacity of Sewerage system development is enhanced"**

As explained below, the achievement level of Output 4 is satisfactory. The output was produced before the mid-term evaluation period.

The Sewerage Team has completed the Planning Manual for Sewerage System Development in October 2010. Currently, the Plan is still under the pre-Board to obtain the official authorization. According to the Team, the technical aspect has been approved, but the study for the legal aspect is still under way.

However, as also mentioned in the mid-term evaluation report, the Team confirmed that the Planning Manual is already in use for the project planning in eight places including Quesaltepeque, Candelaria de La Frontera, and La Unión

## Chapter 4 EVALUATION BY FIVE CRITERIA

### 4.1 Relevance

The Evaluation Team concluded that the Project remains highly relevant in terms of Salvadorian policy in the water sector and ANDA's needs.

ANDA's policy is to improve the service and access to water in urban and rural areas in El Salvador. The objective of ANDA is also included in *the Government's Five Year Plan*. The objectives of the project and the overall goal are appropriate to the needs of El Salvador.

ANDA has elaborated *Institutional Strategic Plan 2009-2014*, which includes the strategic objectives and programs. The project objective and the overall goal are consistent with the "*Modernization of the Service and User Attention Program*" mentioned in the Strategic Objective IV "*The Efficient Services and Attention*".

### 4.2 Effectiveness

For the following reasons, the effectiveness of the project is judged to be high.

In the interviews, all the Teams expressed that the local training and the training in Japan were effective. Especially, the training courses in Japan inspired many trainees to see the process of the Japanese water-sewerage development. These knowledge gained by the trainings motivated the team members to carry on with the future activities. One of the observations in Japan and influence to ANDA is the use of the same chemical substance, PAC to purify the water. The construction of the water reservoir can be also an idea to be applied in El Salvador as the geography of El Salvador is similar to that of Japan.

The Japanese experts suggested organizing periodical meetings with all six team members to share their experiences for the common project purpose. These meetings helped to generate synergy within the project. These meetings also helped all the team members to learn that the work of each team is related to one another, i.e. reducing the water leakage can be achieved by implementing the NRW reduction measures as well as controlling the transmission systems. Sharing the work of each team helped promoting the consciousness of the team members and effectiveness of the project.

The Japanese experts also confirmed that the higher level authorities of ANDA understood the importance of the Project and ordered all the team members to make an effort to commit themselves to the Project. Due to the change of the Government in June 2009, there were changes among the CP members. Although the Japanese experts were concerned about the drawback of the Project, the influence to the Project ended to be on a minimum level.

#### 4.3 Efficiency

Judging from the achievement outputs, the inputs were conducted efficiently.

The Evaluation Team confirmed that all the Japanese experts assisted the CP with their specialized knowledge and with patience. The NRW Action Teams consider that the training activities combined both with theory and practice for the NRW reduction measures was the efficient way to acquire new knowledge and skills as well as the use of equipment. Also, the Japanese experts demonstrated the NRW reduction measures in the model site, and the Action Team worked by themselves with the support of the Japanese experts. In this way, the Salvadorian engineers are now confident in continuing the NRW reduction operations by themselves.

The Energy Saving Team also confirmed that the combination of practice and training was the efficient way to learn the new technology.

#### 4.4 Impact

The following impacts were observed at the time of terminal evaluation of the project.

The biggest impact is high ratio of benefit by cost (B/C) by introducing the NRW reduction measures. After ANDA has learned how to control water leakage, ANDA is now able to supply water to other areas where the provision of water was small.

On the operation and administration side, ANDA created a new unit called, "Catastro Technico (33 persons)", using modern technology, GPS, based on Geo-referenced System. This permits ANDA to improve its management with the scientific data for both administrative and operational services.

There is also clear indication that people are more conscious about their use of water after the installation of house meters in their houses.

Two handwritten signatures in black ink, one on the left and one on the right, appearing to be initials or names.

The NRW Action Team confirmed that people now know that ANDA is controlling the provision of water. The questionnaire survey found that people evaluate ANDA highly in project sites. The Metropolitan Region NRW Team informed that since there is no longer water suspension in the pilot site, there is also positive feedback from the users.

The Japanese experts pointed out that the Energy Saving Team now knows the excess energy in their systems and they are developing saving plans for the future, so that it can help reduce the excess energy without affecting the need of users.

As for the Sewerage Team, they have been working on planning the Sewerage system development even before the Project, but this is the first time that ANDA will have an official guideline. The Planning Manual can be considered to fill in for the previous blank period of the Sewerage sector in ANDA.

#### 4.5 Sustainability

The sustainability of the Project is examined as detailed below.

Policy of ANDA to have better service and access to water in urban and rural areas certainly will continue as the main goal of ANDA. ANDA is committed to disseminate the project activities through their periodical publications, annual reports and homepages.

All the teams are confirmed to have acquired sufficient knowledge and skills for the operations including the use and maintenance of the equipment. The technical manuals for the NRW Action Teams and the Energy Saving Team will serve to maintain their skills in the future. The Central Region NRW Team, for example, has already designated a trainer to extend the skills to other engineers in the Regional Office. The Western Region NRW Team has also confirmed that the engineers who are not in the Action Team are asking the team members about the NRW reduction measures.

The annual budget of ANDA's NRW reduction measures is estimated to be approximately US\$ 12 million, equivalent to 6.32% of the total budget. Although the Evaluation Team is still waiting for the official authorization of the Long Term NRW Reduction Plan, ANDA is also informed that some funding is committed from the Spanish Government and the Inter-American Development Bank (IDB) for assisting the

NRW reduction measures.

At last, but not least, even though there are limitations, it is necessary in the interest of sustainability that the team members who have participated in the Project remain and continue applying the skills that they have acquired from the Project.

## Chapter 5. RESULTS OF EVALUATION

### 5.1 Conclusion

After conducting the strictly fair review in the fields of verification of performance (Inputs, Activities and Achievement of the Project Purpose), based on the R/D, PDM and the JICA Guidelines for Project Evaluation, the evaluation team concluded that the project purpose will be achieved by the end of the Project with continued effort of the people concerned. Therefore, the Project should be terminated as planned.

The successful results are believed to be brought by the following two reasons: (1) Under the leadership of president of ANDA, and many ANDA staff members concerned have made efforts together to implement this project, and (2) with the support of the Japanese project team leader and other Experts, the technologies were transferred efficiently and effectively. .

### 5.2 Recommendations

#### 5.2.1 Application of Manuals and Implementation of Long-term Plans

Several manuals and long-term plans were made as part of the results of this project, which were acknowledged to be very useful by the Evaluation Team. In order to enhance the ANDA's capacity development for operational improvements the manuals should be practically used in daily work and the plans should be actually put in practice in the future. Then, it is recommended that these manuals and plans should be officially approved by the Board of ANDA as soon as possible.

#### 5.2.2 Expansion of the results in the country

The evaluation team recommends that the good practice should be expanded in the rest of the country by its own efforts or the supports from other donors. In order to secure the funding from other donors concrete plans should be prepared.

#### 5.2.3 Consideration of alternative for DMA system

ANDA is planning to construct District Metered Areas (DMAs) with Leakage Monitoring Blocks (LMBs), which were introduced in the model and pilot areas of this project and exemplified its effectiveness. However, construction of block-flow

measuring chambers for LMBs is expensive and a step test using the chambers is labor- and time-consuming. Then, it is recommended due to an economical reason to consider DMAs without LMBs as an alternative for DMA system for practical NRW reduction measures in the future after conducting its cost-benefit analysis, because the spread of DMAs without LMBs is more important to decrease NRW in the practical stage than construction of DMAs with LMBs in the limited budget, although the effectiveness of NRW reduction method without LMBs may be lower than the method with LMBs.

#### 5.2.4 Spread of micro meter boxes made of plastic

ANDA started to replace existing old micro meters made of zinc bronze with plastic micro meters to decrease meter errors and prevent meter-theft. However, existing meter boxes made of stout concrete, which are useful for anti-meter-theft, are still used. Opening the lids of concrete meter boxes is sometimes not smooth, which causes difficulties in regular meter reading and hearing the leak noises in case of leakage control work. As a result, that may cause inaccurate meter reading by estimation and inefficient leak detection work without opening the lids of meter boxes. Then, ideally a change of meter boxes made of concrete to the ones made of plastic is recommended when replacing the old meters. However, since it is expensive, it is recommended to take measures of adopting the plastic meter boxes for new users at first, followed by expanding the measures to the existing users gradually according to the financial conditions of ANDA.

### 5.3 Lessons Learned

This project consists of three different fields of technical cooperation to develop the capacity of ANDA for operational improvements: (1) NRW reduction, (2) power saving, and (3) acquisition of basic knowledge and technologies for spreading the sewerage systems to the whole country.

In case of a project having such different fields, usually it is likely that the activities are individually carried out for the achievement of each output. In such a case, a synergy effect across the implementing organization tends to be not obtained. However, in this project it is observed that many ANDA staff members in different fields have made efforts to tackle the challenges for achieving not only the goal of each field but also the overall goal of this project. One of the efforts made is that the periodical meetings across the teams in different fields were often held, where common challenges and problems were discussed and a synergy effect to achieve the overall goal was exerted.

Therefore, such communication system in cross cutting fields is recommended to other similar projects..



## Annex 1

## Schedule of Evaluation

Schedule			
Mon	10-Oct	8:00	Meeting with Mr. Minoru Kobayashi JICA Officer and Mr. Takemasa Mamiya Project Leader
		14:00	Meeting with Chief of Int'l Cooperation Unit
Tue	11-Oct	8:30	Interview with Metropolitan Region NRW Team
		14:00	Interview with Central Region NRW Team
Wed	12-Oct	8:30	Interview with NWR Planning Team
		14:00	Interview with Energy Saving Team
Thu	13-Oct	9:00	Interview with Sewerage Team
		13:30	Interview with Mr. Mamiya, Project Leader
Fri	14-Oct	9:00	Interview with Western Region NRW Team
		15:00	Interview with Chief of Int'l Cooperation Unit
Sat	15-Oct		Data analysis and documentation
Sun	16-Oct		Data analysis and documentation
Mon	17-Oct		Data analysis and documentation
Tue	18-Oct	7:40	Arrival of Mr. Shozo Yamazaki and Mr. Hideaki Matsuoka
		10:00	Courtesy call to Mr. Kaneko, Deputy Director of JICA
		11:30	Meeting with JICA Project Team
Wed	19-Oct		Site visit (ANDA)
Thu	20-Oct	13:30	Working session of Joint Evaluation Team to confirm the evaluation report
Fri	21-Oct	8:00	Joint Coordination Committee
Sat	22-Oct		Preparation of M/M
Sun	23-Oct		Preparation of M/M
Mon	24-Oct	8:00	Meeting with ANDA for M/M discussion and approval
		14:30	Meeting with other international agencies
Tue	25-Oct	9:00	Sign of M/M
Wed	26-Oct	10:00	Report to Mr. Ryuichi Nasu, Representative of JICA
		15:00	Report to Mr. Yasuo Minemura, Japanese Ambassador
Thu	27-Oct	8:57	Departure

**Annex 2**

**List of JICA Experts**

Task	Name	Duration (days)	Man Month
Chief Adviser	Takemasa Mamiya	2009/2/11-2009/3/21	1.30
		2009/6/1-2009/8/3	2.13
		2009/9/12-2009/11/12	2.03
		2010/1/15-2010/3/10	1.84
		2010/5/21-2010/8/3	2.50
		2010/10/15-2010/11/28	1.50
		2011/1/22-2010/3/7	1.50
		2011/5/25-2011/7/30	2.23
		2011/10/5-2011/11/26	1.77
NRW Management	Hiroyasu Aoki	2009/6/1-2009/8/3	2.13
		2009/9/13-2009/11/22	2.37
		2010/1/25-2010/3/10	1.50
		2010/5/21-2010/8/3	2.50
		2011/1/22-2011/3/7	1.50
		2011/5/25-2011/7/8	1.50
NRW Reduction Techniques	Akihiko Okazaki	2009/2/11-2009/3/21	1.00
		2009/6/1-2009/7/30	2.00
		2009/10/9-2009/11/22	1.50
		2010/1/20-2010/3/20	2.00
		2010/7/21-2010/9/3	1.50
		2011/1/7-2011/3/7	2.00
		2011/5/25-2011/7/8	1.50
		2011/11/12-2011/11/26	0.50
		Water Supply Facility Management	Kozo Obara
2009/6/1-2009/7/6	1.20		
2010/1/20-2010/3/15	2.00		
2010/8/20-2010/8/3	1.50		
2011/1/7-2011/3/7	2.00		
2011/6/4-2011/7/30	1.90		
Water Conveyance Management	Junichi Watanabe	2009/7/1-2009/7/30	1.00
		2010/1/9-2010/2/22	1.53
		2010/11/26-2010/12/25	1.00
		2011/8/19-2011/9/17	1.00
Water Supply Equipment Management	Tomonari Yamamoto	2009/2/11-2009/3/21	1.00
		2009/6/1-2009/7/24	1.50
		2009/10/9-2009/11/22	1.50
		2010/1/25-2010/3/10	1.50
		2010/6/20-2010/8/3	1.50
		2011/1/10-2011/2/8	1.00
		2011/8/16-2011/9/29	1.50
		2011/10.13-2011/11/6	1.50
Sewerage Planning	Tetsuo Wada	2009/2/11-2009/3/12	1.00
		2009/6/1-2009/7/24	1.80
		2010/9/13-2010/10/12	1.0
<b>Total</b>			<b>72.8</b>

Note: as of October 17, 2011

**Annex 3**

List of Counterpart Training

November 15 to November 21

Course A: Waterworks Management

1	Presidential assistant, HQs	Claudia Verónica Escobar
2	Cooperation Unit Chief, HQs.	Ana Guadalupe Aguilar de Cardoza
3	Eastern Region Manager	José Neftalí Cafas
4	Western Region Manager	Angel Gabriel Valdés
5	Infrastructure Manager	Alfonso Armando Ramírez

September 5 to September 18

Course B: NRW Reduction

1	Technical Director, HQs	José Saúl Vásquez Ortega
2	Technical Unit Coordinator MR	Aguilés Ovidio Montoya Linares
3	Technical CCCoocooerrator, R	Mauricio Silfredo Iraheta Rodas
4	Central Regional Manager	Frederick Antonio Benitez Cardona
5	Project Coordinator, CR	José Luis Hécules Avalos
6	Engineer, CR	Luis Federico Díaz
7	Group Chief, CR	José Neftaly Barez Serpad
8	Network Engineer, WR	Douglas Agustín Orellana Lopez
9	Billing Department Chief, WR	Luis Alberto Caballero Lopez
10	Technical Advisor, HQs	Mauricio Antonio Domínguez Flores
11	Sub-Manager, HQs	Guillermo Antonio Cafas Guzman

October 3 to October 16

Course C: Energy Saving

1	Engineering & Design Department, Manager, HQs	Joaquín Mínero Gómez
2	Coordinator, Electromechanical Maintenance Department HQs	Manuel de Jesús Vasquez Bucaro
3	Engineering Supervisors, Electromechanical Design Unit, HQs	Miguel Ángel González Aparicio
4	Maintenance Coordinator, Las Pavas Water Works, HQs	Mario Vicente Sayas Quijad
5	Specialized Professional, Project Formulation Unit, HQs	Juan Tobias Ramírez Menjivar

Note:  
 HQs: ANDA Headquarters  
 MR: Metropolitan Region  
 WR: Western Region  
 CR: Central Region  
 ER: Eastern Region

**Annex 4**

**List of Provided Equipment**

Name of Equipment / Material		Quantity	
PC with display		4	Set
Copy Machine		1	Set
UPS		2	Set
Project Car with spare parts		1	Set
Spare tires		4	Unit
Laser Jet Printer		1	Set
Power Analyser		10	Unit
Flexible Electricity Clamp		2	Set
Power Fact Condenser		1	Set
Water Pressure Meter		4	Set
Digital Sound Listening Bar		3	Unit
Correlator		1	Set
Software for pipeline analysis		1	Set
Leak Sound Detector		3	Unit
Pickup Truck		3	Unit
Power Analyzer		3	Unit
Software		10	Set
Low Voltage Incoming Panel		1	Unit
Low Voltage Capacitor Bank Panel		1	Unit
VVVF Panel		1	Unit
Instrumental Panel		1	Unit
Flow Meter and Transmitter		1	Unit
Pressure Meter Sistrans P DSIII		1	Set
Water Leak Metal Sistrans P MPS		1	Set
Portable Flow Meter		3	Set
Thermo Camera		3	Unit
Power Cable		2	Unit
Instrumentation Cables		1	Set
Gate Valve (Valvula de Computetra)	12 inch	2	Unit
Gate Valve (Valvula de Computetra)	10 inch	3	Unit
Gate Valve (Valvula de Computetra)	8 inch	1	Unit
Gate Valve (Valvula de Computetra)	6 inch	54	Unit
Gate Valve (Valvula de Computetra)	4 inch	44	Unit
Gate Valve (Valvula de Computetra)	3 inch	8	Unit
Gate Valve (Valvula de Computetra)	2,6 inch	14	Unit
Gate Valve (Valvula de Computetra)	2 inch	24	Unit
One Flange Pipe (CI)(Un Cabo Brida, Hf)	12 inch	4	Pc
One Flange Pipe (CI)(Un Cabo Brida, Hf)	10 inch	8	Pc
One Flange Pipe (CI)(Un Cabo Brida, Hf)	8 inch	6	Pc
One Flange Pipe (CI)(Un Cabo Brida, Hf)	6 inch	114	Pc
One Flange Pipe (CI)(Un Cabo Brida, Hf)	4 inch	88	Pc
One Flange Pipe (PVC)(Un Cabo Brida, Hf)	2,5 inch	28	Pc
One Flange Pipe (PVC)(Un Cabo Brida, Hf)	3 inch	18	Pc
One Flange Pipe (PVC)(Un Cabo Brida, Hf)	2 inch	48	Pc
Coupling for PVC (Acouple para tuberia de PVC)	8 inch	6	Pc
Coupling for PVC (Acouple para tuberia de PVC)	6 inch	26	Pc
Coupling for PVC (Acouple para tuberia de PVC)	4 inch	62	Pc
Coupling for PVC (Acouple para tuberia de PVC)	3 inch	16	Pc
Coupling for PVC (Acouple para tuberia de PVC)	2,5 inch	28	Pc
Coupling for PVC (Acouple para tuberia de PVC)	2 inch	48	Pc

List of Provided Equipment (continued)

Name of Equipment / Material		Quantity	
Flexible Cramp (Acouple flexible para tuberia)	12 inch	4	Pc
Flexible Cramp (Acouple flexible para tuberia)	10 inch	8	Pc
Flexible Cramp (Acouple flexible para tuberia)	6 inch	88	Pc
Flexible Cramp (Acouple flexible para tuberia)	4 inch	26	Pc
Flexible Cramp (Acouple flexible para tuberia)	3 inch	2	Pc
Ball Valve (Valvula de Bola)	2 inch	23	Pc
Saddle (Abrazaderas Dobles)	10 inch	2	Pc
Saddle (Abrazaderas Dobles)	6 inch	16	Pc
Saddle (Abrazaderas Dobles)	4 inch	11	Pc
Saddle (Abrazaderas Dobles)	3 inch	4	Pc
Nipple Boquilla	2 inch	66	Pc
Socket Encaja	2 inch	33	Pc
Plug Tapon	2 inch	33	Pc
Manhole Cover (Tapon dehierrofundido)		27	Pc
Valve Cover (Tapade valvula)		148	Pc
Valve Key		3	Pc
Pipe Locator		3	Unit
Macro Meter 200mm		1	Unit
Macro Meter 150mm		1	Unit
Macro Meter 150mm		1	Set
Pulse Logger		3	Set
Pulse Logger (Comu-base)		3	Set
Division Flow Meter		3	Unit
Flexible hose/Drainage hose		3	Set
Distance Meter	C10-D	1	Unit
Digital Sound Listening Bar	FSB-8D	1	Pc
Digital Sound Listening Bar	FSB-8D	1	Pc
Digital Sound Listening Bar	FSB-8D	1	Pc
Digital Leak Noise Correlator	LC-2500	1	Unit
CAD for Distribution Pipes	AutoCAD Civil 3D 2009	1	Set
Listening Bar		1	Pc
Listening Bar		1	Pc
Listening Bar		1	Pc
Listening Bar		1	Pc
Listening Bar		1	Pc
Listening Bar		1	Pc
Drilling Bar		1	Pc
Drilling Bar		1	Pc
Drilling Bar		1	Pc
Metal Detector	F-90M	1	Unit
Metal Detector	F-90M	1	Unit
Metal Detector	F-90M	1	Unit
Leak Sound Detector	HG-AII	1	Unit
Leak Sound Detector	HG-AII	1	Unit
Leak Sound Detector	HG-AII	1	Unit
Leak Sound Detector	HG-AII	1	Unit
Leak Sound Detector	HG-AII	1	Unit
Leak Sound Detector	HG-AII	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit

*Handwritten signature/initials*

List of Provided Equipment (continued)

Name of Equipment / Material		Quantity	
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Water Pressure Gauge for Service Pipes	O-60	1	Unit
Hammer Drilling Machine	PR-38E	1	Unit
Hammer Drilling Machine	PR-38E	1	Unit
Hammer Drilling Machine	PR-38E	1	Unit
Drilling Bid	19x80mm	30	Set

**Annex 5**

## Local Costs (Japanese side) in Yen

	2008	2009	2010	2011	Total
General Operation	1,048,000	11,215,000	10,134,000	7,652,270	30,049,270
Employment (Interpreter/Engineer)	353,944	7,279,077	7,896,653	5,519,139	21,048,813
Equipment/Maintenance		144,277	132,185	120,162	396,624
Consumable Goods	62,862	270,335	315,137	303,998	952,332
Travel/Transportation	11,068		23,292		34,360
Communication/Transport		5,382		62,154	67,536
Publishing Material	155,699	620,232	527,771	248,700	1,552,402
Rental	464,427	2,537,557	1,238,962	1,111,740	5,352,686
Local Training		358,140		286,377	644,517
TOTAL	2,096,000	22,430,000	20,268,000	15,304,540	60,098,540

## Local Costs (El Salvadorian side) in US\$

	Beginning to October 2010	2011	Total
Security	8,173.67	16,000.00	24,173.67
Metropolitan Region	78,164.00	28,570.00	106,734.00
Central Region	78,859.00	67,159.00	146,018.00
Occidental	76,844.00	Not included	76,844.00
TOTAL	242,040.67	111,729.00	353,769.67

\* The budget for Western Regional Office in 2011 is not included.

**Annex 6**

List of Joint Coordination Committee members, Technical Committee members, and Counterpart members

Joint Coordination Committee Members

Ms. Marco Antonio Fortín	Project Director, President of ANDA
Mr. Carlos Manuel Deras	Executive Director, ANDA
Sr. Saúl Vásquez	Technical Director, ANDA
Mr. Carlos Tejada	Administrative Director, ANDA
Ms. Ana Aguilar de Cardoza	Chief, Cooperation International
Mr. Armando Ramírez	Metropolitan Regional Manager
Mr. Frederick benítez	Central Regional Manager
Mr. Angel Gabriel Valdés	Western Regional Manager
Mr. Ryuichi Nasu	Resident Representative, JICA El Salvador Office
JICA Experts	JICA Experts Team

Counterpart members

NRW Reduction Action Team: Metropolitan Regional Office

<b>José Israel Flores</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>Alfonso Armando Ramírez</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>Manuel Angel Serrano Guzmán</b>	<b>Leader</b>
Julio Rosales	Previour Member
Oscar Mónico	Member
Oscar Portillo	Previour Member
Ricardo Antonio Vásquez	Previour Member
Alex Landaverde	Previour Member
Carlos Marciano	Previour Member
Manuel Bernal	Previour Member
Mario Valiente	Previour Member
Eugenia Sánchez	Previour Member
Aquiles Ovidio Montoya Linares	Previour Member
Armando Ramos	Previour Member
Dina Elena Leiva Mata	Member
Camilo Alfredo Marroquín Mazariego	Member
Mauricio Silfredo Iraheta Rodas	Member
Luis Ventura	Member
Manuel Beltrán	Member
Miguel Efraín Hernández	Member

NRW Reduction Action Team: Central Regional Office

<b>José Max Sorto</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>Frederick Antonio Benítez Cardona</b>	<b>Leader</b>
José Luis Carpio	Previous Member
Luis Federico Díaz	Member
Luis Ernesto Gutiérrez	Previous Member
Eduardo Alegria	Previous Member
Hugo Santamaría	Previous Member
José Neftalí Batrez Serpad	Member
Miguel León	Previous Member
José Luis Hércules Ávalos	Member
Neftalí Cañas	Previous Member
Walter Fuentes	Previous Member
Mario Arévalo	Member
Nathaly Colocho	Member
Alfonso Armando Ramírez	Member

NRW Reduction Action Team: Western Regional Office

<b>Jaime del Valle</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>Angel Gabriel Valdés Jovel</b>	<b>Leader</b>
Roger Calidonio	Previous Member
Edgardo Rodríguez	Previous Member
Douglas Agustín Orellana Morán	Member
Luis Alberto Caballero López	Member
Edwin Linares	Previous Member
Marlon Santillana	Previous Member
Adolfo García	Previous Member
Juan Alverto Palma	Previous Member
José Elmer Umaña	Previous Member
Iris Arévalo	Member
José Humberto Guzmán	Member
Marlon Ernesto Guzmán Mendoza	Member
Roberto Raul Rodríguez	Member

NRW Reduction Planning Team:

<b>Jorge Antonio Rivas Mata</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>Yanet Margarita Díaz López</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>José Saúl Vásquez Ortega</b>	<b>Leader</b>
José Antonio Viera	Previous Member
Alexander Antonio Recinos	Previous Member
Alfonso Armando Ramírez	Previous Member
Aura Marina Eguizabal	Previous Member
Roberto Recinos Hernández	Member
Alba Daysi Driotes de Paz	Member
Mauricio Antonio Domínguez Flores	Member
Joaquín Minero Gómez	Previous Member
Guillermo Antonio Carias Guzmán	Member

Energy Saving Team

<b>Juan Ceavega</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>Ana Cecibel García de Mayorga</b>	<b>Leader</b>
Oswaldo Pineda	Previous Member
Mario Vicente Sayes Quijada	Member
Nelson Escamilla	Previous Member
Marco Antonio Durán	Member
Miguel Angel González Aparicio	Member
René Castillo	Previous Member
José Hernán Cortéz	Member
José Tobías Ramírez Menjivar	Member
Esteban Rutilio Rauda	Member
Fredy Alberto Castro	Member
Manuel de Jesús Vásquez Bucaro	Member
Josquin Minero Gómez	Member

Sewerage Planning Team

<b>Jorge Antonio Rivas Mata</b>	<b>Previous Leader</b>
<b>Alfonso Armando Ramírez</b>	<b>Leader</b>
José Antonio Viera	Previous Member
Flavio Mesa	Member
Marta María Nuila	Member
Gladys Rodríguez	Member
Celia de Mena	Member
Claudia Arriaza	Member
Ernesto Castellanos	Member

Note: As of October 17, 2011

第7回 JCC 会議出席者リスト



**ANDA**  
Asociación Andina



**PRODEC ANDA**



**JICA**

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
PRODECANDA

FECHA: VIERNES 21 DE OCTUBRE DE 2011  
LUGAR: HOTEL REAL INTERCONTINENTAL  
HORARIO: 8:00 A.M.

N°	NOMBRE/ NAME	CARGO/ INSTITUCIÓN	FIRMA/SIGNATURE
1	Ing. Marco Antonio Fortín	Presidente	
2	Licda. Ana de Cardoza	Cooperación Internacional	
3	Ing. José Saúl Vásquez	Director Técnico	
4	Lic. Carlos Tejada	Director Administrativo	
5	Ing. Manuel Angel Serrano	Gerente Región Metropolitana	
6	Arq. Frederick Antonio Benitez	Gerente Región Central	
7	Ing. Ángel Gabriel Valdés	Gerente Región Occidental	

FORMA: 1000710111



**ANDA**  
Ayuda al Desarrollo



**PRODECA/ANDA**

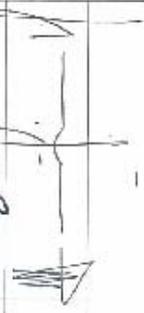


**JICA**

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
PRODECA/ANDA

FECHA: VIERNES 21 DE OCTUBRE DE 2011  
LUGAR: HOTEL REAL INTERCONTINENTAL  
HORARIO: 8:00 A.M.

N°	NOMBRE/ NAME	CARGO/ INSTITUCIÓN	FIRMA/SIGNATURE
<b>FUNCIONARIOS ANDA</b>			
8	Ing. Carlos Manuel Deras	Director Ejecutivo	
9	Lic. Alfonso Goitia	Secretaria Técnica	
10	Ing. Luis Alonso Barrera	Coord. Proy Fondos Agua y Saneamiento	
11	Ing. Thomas Dietrich Boekle	Gerente de Ingeniería y Diseño	
12	Lic. William Zúñiga	Gerente Legal	
13	Ing. Joaquín Minero	Gerente de Electromecánica	
14	Ing. Manuel de Jesús Vásquez	Jefe Taller Electromecánico	<i>firma en otra lista.</i>

46 PRODECA/ANDA 2011-11-21



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
PRODECANDA

FECHA: VIERNES 21 DE OCTUBRE DE 2011  
LUGAR: HOTEL REAL INTERCONTINENTAL  
HORARIO: 8:00 A.M.

N°	NOMBRE/ NOME	CARGO/ INSTITUCIÓN	FIRMA/SIGNATURE
15	Ing. José Neñalfi Cañas	Gerente Región Oriental	-
16	Inga. Cecilia de Mayorga	Jefe Diseños Electromecánicos	<i>Cecilia de Mayorga</i>
17	Ing. Mauricio Domínguez	Asesor Técnico	<i>Mauricio Domínguez</i>
18	Ing. Flavio Meza	Ingeniería y Diseño	<i>Flavio Meza</i> firmó en otra lista
19	Inga. Claudia Ramírez	Cooperación Internacional	<i>Claudia Ramírez</i>
<b>JICA</b>			
20	Lic. Kenji Kaneko	Subdirector	<i>Kenji Kaneko</i>
21	Lic. Minoru Kobayashi	Representante Residente Adjunto	<i>Minoru Kobayashi</i>
22	Lic. Luis Miguel Vásquez	Oficial de Programa	<i>Luis Miguel Vásquez</i>

42.970.04.003.2.001.1.08



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
PRODECANDA

FECHA: VIERNES 21 DE OCTUBRE DE 2011  
LUGAR: HOTEL REAL INTERCONTINENTAL  
HORARIO: 8:00 A.M.

N°	NOMBRE/ NAME	CARGO/ INSTITUCIÓN	FIRMA/SIGNATURE
<b>MISION Y EQUIPO DE EXPERTOS</b>			
23	Ing. Shozo Yamazaki	Lider de Misión	山崎 清三
24	Ing. Hideaki Matsuoka	Miembro de Misión	松岡
25	Licda. Yukiko Haneda	Miembro de Misión	Haneda
26	Licda. Kyoko Ota	Miembro de Misión	[Signature]
27	Ing. Takemasa Mamiya	Asesor Jefe Equipo de Expertos	[Signature]
28	Ing. Tomonari Yamamoto	Equipo de Expertos	[Signature]
29	Srita. Mariana Taylor	Interprete - Oficina PRODECANDA	[Signature]
30	Srita. Carola Leiva	Oficina PRODECANDA	[Signature]
31	Sr. Manuel Rivera	Oficina PRODECANDA	[Signature]
32	Sr. Victor Valverde	Oficina PRODECANDA	[Signature]



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
PRODECANDA

FECHA: VIERNES 21 DE OCTUBRE DE 2011  
LUGAR: HOTEL REAL INTERCONTINENTAL  
HORARIO: 8:00 A.M.

N°	NOMBRE/NAME	CARGO/INSTITUCIÓN	FIRMA/SIGNATURE
33	Martha Ma. Nuila	ANDA/ Ing Colaborador	<i>[Handwritten Signature]</i>
34	Felicio MEZA	ANDA/ Ing. responsable	<i>[Handwritten Signature]</i>
35	Cecibel de Moyaiga	ANDA	<i>[Handwritten Signature]</i>
36	Manuel Bucaris	ANDA	<i>[Handwritten Signature]</i>
37	Lorena Avila	ANDA	<i>[Handwritten Signature]</i>
38	Geni Julio César Arias	ANDA	<i>[Handwritten Signature]</i>
39			
40			
41			
42			
43			

第 8 回JCC会議議事録

MINUTES OF MEETING  
OF  
JOINT COORDINATION COMMITTEE  
ON  
THE PROJECT FOR  
CAPACITY DEVELOPMENT OF ANDA FOR OPERATIONAL IMPROVEMENT  
AMONG  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)  
AND  
NATIONAL ADMINISTRATION OF AQUEDUCTS AND SEWAGE (ANDA)

San Salvador, November 22<sup>nd</sup>, 2011

立原、佳和



Mr. Yoshikazu Tachihara  
Residente Representative  
JICA Office in El Salvador,  
Japan International Cooperation Agency  
JICA

  
ANDA

Mr. Marco Antonio Fortín  
President  
National Administration of Aqueducts and  
Sewage  
ANDA EL SALVADOR

In accordance with the Record of Discussion (herein after referred to as "R/D") agreed between the Implementation Study Team of the Japan International Cooperation Agency (herein after referred to as "JICA") and the relevant authorities of the Government of the Republic of El Salvador on December 2<sup>nd</sup> of 2008, the Project for Capacity Development of ANDA for Operational Improvement (herein after referred to as "the Project") has been implemented. On February 11<sup>th</sup> of 2009, JICA dispatched an Expert Team (herein after referred to as "JET") headed by Mr. Takemasa Mamiya. Since then the Salvadorian Counterpart (herein after referred to as "C/P"), composed of personnel from the National Administration of Aqueducts and Sewage (herein after referred to as "ANDA"), and JET implemented the Project in a collaborated way.

Since the arrival of JICA Final Evaluation Mission (herein after referred to as "JICA FEM") on October 9<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> of 2011, meetings and discussions were held to complete the Project. JICA FEM prepared a draft of the Final Evaluation Report (herein after referred to as "F/R"), with support of JET and ANDA. Meetings of the Joint Evaluation Committee for the Project (herein after referred to as "Jt/C"), whose members consist of managers and directors of ANDA and JICA FEM, were held and the members of Jt/C gave comments on the draft. On October 21<sup>st</sup> of 2011, a Joint Coordination Committee (herein after referred to as "JCC") meeting was held to confirm the discussions.

These texts were done both in English and Spanish, each text being equally authentic. In case of any divergence of interpretation, the English text shall prevail.

The points of discussion were as follows:

1. Completion of the Project

JCC members confirmed the successful completion of the Project by December 1<sup>st</sup> of 2011, as defined in the R/D. The Salvadoran side expressed their gratitude to JICA.

2. Approval and Receipt of the 4<sup>th</sup> Fiscal Year Completion Report

JCC members approved the 4<sup>th</sup> Fiscal Year Completion Report and the Salvadoran side received twenty-five (25) copies of the Spanish version.

3. Sustainability and Expansion of the Project Activities

Salvadoran side expressed their interest to request additional follow up of the Project from JICA. JICA understood the interest of the Salvadoran side.

4. Manuals and Plans developed in the Project

ANDA introduced before the JCC the Non Revenue Water Reduction Manual, Energy Saving Manual, Sewerage Planning Manual, Long Term Plan of Non Revenue Water Reduction and Energy Saving Plan, already approved with the Government Board Agreement and ready for their execution.

5. Handover of the Equipment used for the Project Implementation

ANDA will receive the equipment used in the Project implementation for the following-up and replication of the Pilot Projects executed in the three regions selected of the Project. JICA approved the handover as donation. This process will be coordinated by ANDA, through its International Cooperation Unit, and the office of JICA El Salvador, both institutions make the commitment to document the donation following the due legal procedure.

Annex I – Equipment and materials donated through the experts team and JICA.

MP 2.

ANNEX I

List of equipment that will be given to ANDA, as donation, following the due legal procedure:

**Table 1 Equipment and Material Procured by JET**

Name of Equipment/Material	Type	Quantity		Location
Distant Measuring Ring	C10-D	1	Unit	JET Office Storage
Digital Sound Listening Bar	FSB-6D	3	Unit	Officially Transferred to ANDA on Nov 24, 2009
Correlator	LC-2500	1	set	Officially Transferred to ANDA on Nov 24, 2009
Software	AutoCAD Civil 3D 2009	1	set	Officially Transferred to ANDA on Nov 24, 2009
Leak Sound Listening Bar		6	pc	JET Office Storage
Boring Bar		3	pc	JET Office Storage
Metal Detector	F-90M	3	Unit	Temporary Transferred to ANDA on May 27, 2010
Leak Sound Detector	HG-AII	6	Unit	Temporary Transferred to ANDA on May 27, 2010
Tap Pressure Gauge	O-60	9	Unit	JET Office Storage
Hammer Drill	PR-38E	3	Unit	JET Office Storage
Drill Bit	19x60mm	30	pcs	JET Office Storage

**Table 2 Equipment and Material Procured by JICA El Salvador Office**

Name of Equipment/Material	Type	Quantity		Location
Computer	HP DC5800	4	unit	1 at JET office, 1 at western region, 1 at central region and 1 at metropolitan region from July 31, 2009
Computer Display	AOC913FW	4	unit	1 at JET office, 1 at western region, 1 at central region and 1 at metropolitan region from July 31, 2009

Pickup Truck	Toyota	1	unit	Officially Transferred to ANDA on March 18, 2009
Pickup Truck	Ford	2	unit	Officially Transferred to ANDA on March 18, 2009
Copy Fax Machine	XEROX Work centre 5632	1	unit	JET office
UPS	FORZA	2	unit	JET office
Project Car	Toyota PRADO	1	unit	JET office
Spare Tire		4	pcs	JET Office Storage
Spare Parts		1	set	JET Office Storage
LaserJet Printer	HP P3005n	1	unit	JET Office Storage
Power Analyzer	EXTECH 382095	10	set	Officially Transferred to ANDA on Nov 24, 2009
Flexible Cramp	EXTECH 382098	2	set	Officially Transferred to ANDA on Nov 24, 2009
Software	WaterGEMS Bentley	1	unit	Officially Transferred to ANDA on Nov 24, 2009
Low Voltage incoming panel	CSH INGENIERIA	1	unit	Temporary Transferred to ANDA, on February 13, 2010
Low Voltage Capacitor bank panel	CSH INGENIERIA	1	unit	Temporary Transferred to ANDA, on February 13, 2010
VVVF Panel	SEAMENS	1	unit	Temporary Transferred to ANDA, on March 2, 2010
Instrument Panel	SEAMENS	1	unit	Temporary Transferred to ANDA, on March 2, 2010
Flow Meter and Transmitter	SEAMENS	1	set	Temporary Transferred to ANDA, on May 31, 2010
Pressure Meter Sitrans F DSHI	SEAMENS	1	set	Temporary Transferred to ANDA, on March 2, 2010
Water Level Meter Sitrans F MP5	SEAMENS	1	set	Temporary Transferred to ANDA, on March 2, 2010
VVVF Panel	CSH INGENIERIA	1	unit	Temporary Transferred to ANDA, on March 4, 2010

Instrument Panel	CSH INGENIERIA	1	unit	Temporary Transferred to ANDA, on March 4, 2010
Flow Meter and Transmitter	CSH INGENIERIA	1	set	Temporary Transferred to ANDA, on March 4, 2010
Pressure Gauge and Transmitter	CSH INGENIERIA	1	set	Temporary Transferred to ANDA, on March 4, 2010
Water Level Meter by pressure	CSH INGENIERIA	1	set	Temporary Transferred to ANDA, on March 4, 2010
Portable Flow Meter	SENTECH STUF-200H	3	unit	Temporary Transferred to ANDA, on February 8, 2010
Thermo Censors	EXTEC 45	3	unit	Temporary Transferred to ANDA, on February 22, 2010
Power Cables	p helps dodge	1	L.S.	Temporary Transferred to ANDA, on February 12, 2010
Instrumentation Cables	p helps dodge	1	L.S.	Temporary Transferred to ANDA, on February 12, 2010

Valves and Pipe material for the model district conditioning  
(Material acquired in September 2009, installed in the model districts)

Description	Size (inches)	Installation Points	
Gate Valve (Valvula de Computera)	6inch	37	pcs
	4 inch	30	pcs
	2.6 inch	7	pcs
	2 inch	9	pcs
One Flange Pipe (CI) (Una Cabo Brida, HØ)	8 inch	2	pcs
	6 inch	78	pcs
	4 inch	60	pcs
One Flange Pipe (PVC) (Una Cabo Brida, PVC)	2.5 inch	14	pcs
	2 inch	18	pcs
Coupling for PVC (Acople para tuberija de PVC)	8 inch	2	pcs
	6 inch	22	pcs
	4 inch	56	pcs
	2.5 inch	14	pcs

Handwritten signature and number 2.

	2 inch	18	pcs
Flexible Clamp (Acople flexible para tubería)	6 inch	56	pcs
	4 inch	4	pcs
Ball Valve (Valvula de Bola)	2 inch	19	pcs
Saddle (Abrazaderas Dobles)	6 inch	12	pcs
	4 inch	7	pcs
Nipple (Boquilla)	2 inch	38	pcs
Socket (Encaje)	2 inch	19	pcs
Plug (Tapon)	2 inch	19	pcs
Manhole Cover (Tapon de hierro fundido)	-	15	pcs
Valve Cover (Tapa de valvula)	-	70	pcs

Valves and Pipe material for the pilot district conditioning  
(Material acquired in January 2011, installed in the pilot districts)

Description	Size (inches)	Installation Points	
Gate Valve (Valvula de Compuerta)	12 inch	2	pcs
	10 inch	3	pcs
	8 inch	1	pcs
	6 inch	17	pcs
	4 inch	14	pcs
	3 inch	8	pcs
	2.5 inch	7	pcs
	2 inch	15	pcs
One Flange Pipe (CI) (Un Cabo Brida, HØ)	12 inch	4	pcs
	10 inch	8	pcs
	8 inch	4	pcs
	6 inch	36	pcs
	4 inch	28	pcs
	3 inch	18	pcs
	2.5 inch	14	pcs

	2 inch	30	pcs
Coupling for PVC (Acople para tubería de PVC)	8 inch	4	pcs
	6 inch	4	pcs
	4 inch	6	pcs
	3 inch	16	pcs
	2.5 inch	14	pcs
	2 inch	30	pcs
Flexible Cramp (Acople flexible para tubería)	12 inch	4	pcs
	10 inch	8	pcs
	6 inch	32	pcs
	4 inch	22	pcs
	3 inch	2	pcs
Saddle (Abrazaderas Dobles)	10 x 2 inch	2	pcs
	6 x 2 inch	4	pcs
	4 x 2 inch	4	pcs
	3 x 2 inch	4	pcs
Ball Valve (Valvula de Bola)	2 inch	14	pcs
Nipple (Boquilla)	2 inch	28	pcs
Socket (Encaje)	2 inch	14	pcs
Plug (Tapon)	2 inch	14	pcs
Valve Key	-	3	pcs
Manhole Cover ( Tapon dehierrefundido)	-	12	pcs
Valve Cover(Tapade valvula)	-	78	pcs

Table 3 Equipment and material Procured by JICA Tokyo

Status	Type	Quantity		Location
Pipe Locator	PL-960	3	set	Temporary Transferred to ANDA on May 27, 2010
Macro Meter (250mm)	AICHI SU	1	unit	Temporary Transferred to ANDA on March 2, 2011

Macro Meter (200mm)	AICHI SU	2	unit	Temporary Transferred to ANDA on February 22 and March 2, 2010
Macro Meter (150mm)	AICHI SU	3	unit	Temporary Transferred to ANDA on February 22, 2010 and March 2, 2011
Macro Meter (75mm)	AICHI SU	1	unit	Temporary Transferred to ANDA on March 2, 2011
Pulse Logger	HIOKI3639	7	set	Temporary Transferred to ANDA on February 22 and March 2, 2010 and March 2, 2011
Pulse Logger (Comu-base)	HIOKI3912	7	set	Temporary Transferred to ANDA on February 22 and March 2, 2010 and March 2, 2011
Division Flow Meter	UDF-9	3	unit	Temporary Transferred to ANDA on March 2, 2010

MINUTA DE REUNIÓN  
DEL  
COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO  
PARA EL  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
ENTRE  
LA AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA)  
Y  
LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA)

San Salvador, 22 de noviembre de 2011



立原、佳和

Sr. Yoshikazu Tachihara  
Representante Residente  
Oficina JICA en El Salvador,  
Agencia de Cooperación Internacional del  
Japón  
JICA

Ing. Marco Antonio Fortín  
Presidente  
Administración Nacional de Acueductos y  
Alcantarillados  
ANDA EL SALVADOR

Según el Registro de Discusiones (de aquí en adelante referido como "R/D") acordado entre el Equipo de Estudio de Implementación de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (De aquí en adelante referida como "JICA") y las autoridades involucradas del Gobierno de la República de El Salvador el 2 de diciembre de 2008, se implementó el Proyecto de Desarrollo de capacidades de ANDA para el Mejoramiento Operacional (de aquí en adelante referido como "el proyecto"). El 11 de febrero de 2009, JICA envió al Equipo de Expertos (de aquí en adelante referido como "JET") liderado por el Ing. Takemasa Mamiya. Desde entonces, la contraparte salvadoreña (de aquí en adelante referida como "C/P"), compuesta por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (de aquí en adelante referida como "ANDA") y JET implementaron el Proyecto conjuntamente.

Desde la llegada de la Misión de Evaluación Final de JICA (de aquí en adelante referida como "MEF de JICA") el 9 y 18 de octubre de 2011, se llevaron a cabo reuniones y discusiones sobre la finalización del proyecto. La MEF de JICA preparó un borrador del Informe de Evaluación Final del Proyecto (de aquí en adelante referido como "VF"), con apoyo de JET y ANDA. Reuniones del Comité de Evaluación Conjunta del Proyecto (de aquí en adelante referido como "CEC"), integrado por gerentes y directores de ANDA y la MEF de JICA, se llevaron a cabo, y los miembros del CEC proporcionaron comentarios al borrador. El 21 de octubre de 2011 se llevo a cabo una reunión del Comité Coordinador Conjunto (de aquí en adelante referido como "CCC"), para confirmar las discusiones.

Elaborado en inglés y español, este texto se considera auténtico en ambas versiones. En el caso de una divergencia de interpretación, sin embargo, la versión en inglés prevalecerá.

Los puntos de discusión fueron como a continuación:

1. Finalización del Proyecto

Los miembros del CCC confirmaron la exitosa finalización del proyecto para el 1 de diciembre de 2011, como definido en el R/D. la parte salvadoreña expresó su gratitud hacia JICA.

2. Aprobación y recibimiento del Informe de Finalización del 4º año

Los miembros del CCC aprobaron el Informe de Finalización del 4º año y la parte salvadoreña recibió veinticinco (25) copias de la versión en español.

3. Sostenibilidad y expansión de las actividades del Proyecto

La parte salvadoreña expresó su interés por gestionar un seguimiento adicional al Proyecto de

parte de JICA. JICA entendió el interés de la parte salvadoreña.

4. Manuales y Planes elaborados en el proyecto

ANDA presentó el Manual de Reducción de Agua No Facturada, Manual de Medidas de Ahorro de Energía Eléctrica, Manual de Planificación de Alcantarillados, Plan a largo plazo de medidas de reducción del Agua No Facturada y el Plan de Ahorro de Energía de ANDA ante el CCC, ya aprobados por medio del Acuerdo de Junta de Gobierno y listos para su implementación.

5. Entrega de equipos utilizados para la implementación del Proyecto

ANDA recibirá los equipos utilizados en la implementación del Proyecto para el seguimiento y réplica de los Proyectos Pilotos ejecutados en las tres regiones seleccionadas del Proyecto. JICA aprobó la entrega de los equipos en calidad de donación. Dicho proceso será coordinado por ANDA, a través de su Unidad de Cooperación Internacional, y por la oficina de JICA El Salvador, ambas instituciones se comprometen a documentar la donación siguiendo el procedimiento legal correspondiente.

Anexo I - Equipos y materiales donados a través del equipo de expertos y de JICA.

Handwritten signature and initials in the bottom right corner of the page.

ANEXO I

Listado de equipo que será entregado a ANDA, como donación, siguiendo el procedimiento legal correspondiente:

Tabla 1 Equipos y materiales adquiridos por el equipo de expertos

Nombre de equipos	Código de equipos	Cantidad		Ubicación
Telómetro	C10-D	1	unidad	Bodega de oficina JET
Barra de audiómetro electrónico	FSB-8D	3	pieza	Transferido oficialmente a ANDA el 24 de Nov de 2009
Detector de fuga de agua, tipo correlativo	LC-2500	1	unidad	Transferido oficialmente a ANDA el 24 de Nov de 2009
CAD, para Plano de redes de tuberías de distribución de agua	AutoCAD Civil 3D 2009	1	juogo	Transferido oficialmente a ANDA el 24 de Nov de 2009
Barra de audiómetro Sencillo		6	pieza	Bodega de oficina JET
Barra de perforación		3	pieza	Bodega de oficina JET
Detector de metales	F-90M	3	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 27 de Mayo de 2010
Detector acústico de fugas de agua	HG-AII	6	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 27 de Mayo de 2010
Medidor de presión hidráulica en bocas de suministro	O-60	9	unidad	Bodega de oficina JET
Martillo perforador	PR-38E	3	unidad	Bodega de oficina JET
Broca de perforación	19x80mm	30	unidad	Bodega de oficina JET

Tabla 2 Equipos y materiales suministrados por la oficina de JICA El Salvador

Nombre de equipos	Código de equipos	Cantidad		Ubicación
Computadora	HP DC5800	4	unidad	1 en la Oficina JET, 1 en la región occidental, 1 en la región central y 1 en la región metropolitana desde el 31 de Julio de 2009

Monitor de computadora	AOC913FW	4	unidad	1 en la Oficina JET, 1 en la región occidental, 1 en la región central y 1 en la región metropolitana desde el 31 de Julio de 2009
Pick-Up	Toyota, Hilux	1	unidad	Transferido oficialmente a ANDA el 18 de marzo de 2009
Pick-Up	FORD	2	unidad	Transferido oficialmente a ANDA el 18 de marzo de 2009
Maquina Copiadora Fax	XEROX Workcentre 5032	1	unidad	Oficina JET
UPS	FORZA	2	unidad	Oficina JET
Vehículo de Proyecto	Toyota PRADO	1	unidad	Oficina JET
Llantas de repuesto, para PRADO		4	pieza	Boletera de oficina JET
Repuestos para PRADO		1	juego	Boletera de oficina JET
Impresor, Tipo Laser Jet	HP P3005n	1	unidad	Boletera de oficina JET
Analizador de potencia	EXTECH 382005	10	unidad	Transferido oficialmente a ANDA el 24 de Nov de 2009
Crump flexible de corriente eléctrica para analizador de potencia	EXTECH 382008	2	juego	Transferido oficialmente a ANDA el 24 de Nov de 2009
Software de análisis de red de tuberías	WaterGEMS Bentley	1	unidad	Transferido oficialmente a ANDA el 24 de Nov de 2009
Cuadro de interruptores de servicio	CSH INGENIERIA	1	cuadro	Transferido temporalmente a ANDA el 13 de febrero de 2010
Cuadro de condensadores de mejora del factor potencia	CSH INGENIERIA	1	cuadro	Transferido temporalmente a ANDA el 13 de febrero de 2010
Panel de VVVF	SEAMENS	1	cuadro	Transferido temporalmente a ANDA el 2 de marzo de 2010
Panel de instrumentos	SEAMENS	1	cuadro	Transferido temporalmente a ANDA el 2 de marzo de 2010
Medidor de caudal / Transmisor	SEAMENS	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 31 de mayo de 2010

Medidor de presión de agua	SEAMENS	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 2 de marzo de 2010
Medidor de nivel de agua	SEAMENS	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 2 de marzo de 2010
Panel de VVVF	CSH INGENIERÍA	1	cuadro	Transferido temporalmente a ANDA el 4 de marzo de 2010
Panel de instrumentos	CSH INGENIERÍA	1	cuadro	Transferido temporalmente a ANDA el 4 de marzo de 2010
Medidor de caudal / Transmisor	CSH INGENIERÍA	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 4 de marzo de 2010
Medidor de presión de agua	CSH INGENIERÍA	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 4 de marzo de 2010
Medidor de nivel de agua	CSH INGENIERÍA	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 4 de marzo de 2010
Medidor portátil de flujo	SHENITECH STUF-200H	3	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 8 de febrero de 2010
Pantalla térmica (termocámara)	EXTECH i5	3	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 22 de febrero de 2010
Cables eléctricos y terminales	phelps dodge	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 12 de febrero de 2010
Dispositivos de control / Instrumentación/ cables	phelps dodge	1	juego	Transferido temporalmente a ANDA el 12 de febrero de 2010

Válvulas de paso y material de tuberías para acondicionamiento de distritos modelo (material adquirido en septiembre 2009, instalado en distritos modelo)

Descripción	Tamaño (pulgadas)	Puntos de instalación	
Válvula de Compuerta	6 pulg.	37	pcs
	4 pulg.	30	pcs
	2.6 pulg.	7	pcs
	2 pulg.	9	pcs
Un Cabo Brida (Hierro fundido)	8 pulg.	2	pcs
	6 pulg.	78	pcs

Handwritten signature and mark.

	4 pulg.	60	pcs
Un Cabo Brida (PVC)	2.5 pulg.	14	pcs
	2 pulg.	18	pcs
Acople para tubería de PVC	8 pulg.	2	pcs
	6 pulg.	22	pcs
	4 pulg.	56	pcs
	2.5 pulg.	14	pcs
	2 pulg.	18	pcs
Acople flexible para tubería	6 pulg.	56	pcs
	4 pulg.	4	pcs
Válvula de Bola	2 pulg.	19	pcs
Abracaderas Dobles	6 pulg.	12	pcs
	4 pulg.	7	pcs
Boquilla	2 pulg.	38	pcs
Encaje	2 pulg.	19	pcs
Tapón	2 pulg.	19	pcs
Tapón de hierro fundido	-	15	pcs
Tapada válvula	-	70	pcs

Válvulas de paso y material de tuberías para acondicionamiento de distritos piloto  
(material adquirido en enero de 2011, instalado en distritos piloto)

Descripción	Tamaño (pulgadas)	Puntos de instalación	
Válvula de Compuerta	12 pulg	2	pcs
	10 pulg	3	pcs
	8 pulg	1	pcs
	6 pulg	17	pcs
	4 pulg	14	pcs
	3 pulg	8	pcs
	2.6 pulg	7	pcs
	2 pulg	15	pcs
Un Cabo Brida	12 pulg	4	pcs
	10 pulg	8	pcs

	8 pulg	4	pcs
	6 pulg	36	pcs
	4 pulg	28	pcs
	3 pulg	18	pcs
	2.5 pulg	14	pcs
	2 pulg	30	pcs
Acopla para tubería de PVC	8 pulg	4	pcs
	6 pulg	4	pcs
	4 pulg	6	pcs
	3 pulg	16	pcs
	2.5 pulg	14	pcs
	2 pulg	30	pcs
Acoplo flexible para tubería	12 pulg	4	pcs
	10 pulg	8	pcs
	6 pulg	32	pcs
	4 pulg	22	pcs
	3 pulg	2	pcs
Abrazaderas Dobles	10 x 2 pulg	2	pcs
	6 x 2 pulg	4	pcs
	4 x 2 pulg	4	pcs
	3 x 2 pulg	4	pcs
Válvula de Bola	2 pulg	14	pcs
Boquilla	2 pulg	28	pcs
Encaje	2 pulg	14	pcs
Tapón	2 pulg	14	pcs
Llave de válvula	-	3	Pcs
Tapón de hierro fundido	-	12	pcs
Tapa de válvula	-	78	pcs

M 2.

Tabla 3 Equipos y materiales adquiridos por la sede de JICA en Japón

Nombre de equipos	Código de equipos	Cantidad		Ubicación
Localizador de tuberías enterradas	FL-960	3	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 27 de mayo de 2010
Medidor de alcantarillas(250mm)	AICHI SU	1	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 2 de marzo de 2011
Medidor de agua (200mm)	AICHI SU	2	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 22 de febrero y 2 de marzo de 2010
Medidor de agua (150mm)	AICHI SU	3	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 22 de febrero de 2010 y 2 de marzo de 2011
Medidor de agua (75mm)	AICHI SU	1	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 2 de marzo de 2011
Captador de impulsos	HIOKI3639	7	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 22 de febrero y 2 de marzo de 2010 y 2 de marzo de 2011
Localizador de tuberías enterradas	HIOKI3913	7	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 22 de febrero y 2 de marzo de 2010 y 2 de marzo de 2011
División Flow Meter	UDF-9	3	unidad	Transferido temporalmente a ANDA el 2 de marzo de 2010

Government Board Agreement



Ref.: SO-161111-6.1.1

La infrascrita Secretaria de la Junta de Gobierno de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados -ANDA-, **CERTIFICA:** Que en el libro de Actas que lleva la Unidad de Secretaría, se encuentra el Acta número CINCUENTA Y NUEVE, correspondiente a la Sesión Ordinaria de Junta de Gobierno, celebrada el día dieciséis de noviembre de dos mil once, en la cual consta el acuerdo número seis punto uno punto uno, que literalmente dice:

“6.1.1) A solicitud de la Jefa de la Unidad de Cooperación Internacional, se somete a consideración de la Junta de Gobierno, la aprobación de 3 Manuales y 2 Planes elaborados dentro del marco del Proyecto JICA.

Por lo que la Junta de Gobierno, **CONSIDERANDO:**

- I. Que la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante "JICA") por medio de su Representante Residente de la oficina de El Salvador, intercambió opiniones y tuvo una serie de discusiones con la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (en adelante "ANDA"), con respecto a medidas deseables a ser tomadas por JICA y ANDA para una implementación exitosa del Proyecto de Desarrollo de Capacidades de ANDA para el Mejoramiento Operacional.
- II. Que como resultado de las discusiones y de acuerdo a lo previsto en el Convenio de Cooperación Técnica entre el Gobierno del Japón y el Gobierno de El Salvador, suscrito el 17 de agosto de 2005 (en adelante "el Convenio"), JICA y ANDA, acordaron en los temas referidos posteriormente.
- III. Que ANDA asegurará que las tecnologías y conocimientos adquiridos por el personal de la misma como resultado de la Cooperación Técnica Japonesa, contribuirá al desarrollo social y económico de El Salvador.
- IV. Que los Planes y Manuales comprenden las actividades realizadas y los logros del proyecto, y se constituyen en una herramienta valiosa para la Institución en el sentido de sentar precedentes importantes y constituir una guía para el logro de los objetivos propuestos en cada área de trabajo; tales como: Reducción de Agua No facturada, Ahorro de Energía y Planificación de Alcantarillado.
- V. Que de acuerdo a las leyes y regulaciones vigentes en El Salvador, ANDA tomará medidas necesarias para suministrar o reemplazar bajo su propio cargo, maquinaria, equipos, instrumentos, vehículos, herramientas, repuestos y cualquier otro material necesario para la implementación del Proyecto, fuera de los equipos proveídos por JICA.
- VI. Que por la importancia de establecer la sostenibilidad de los planes y manuales del Proyecto de Desarrollo de Capacidades de ANDA para el Mejoramiento



Operacional (PRODECANDA), la cual se ha desarrollado en la institución con el financiamiento de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), la Unidad de Cooperación Internacional, se hace necesario contar con la aprobación de los siguientes manuales y planes:

1. Manual de Planificación de Alcantarillado:  
Teniendo como objeto dotar de herramientas básicas a los técnicos de la ANDA, para la proyección, diseños de redes, instalación y supervisión de redes de alcantarillado sanitario, de acuerdo a las Normas Técnicas de ANDA.
2. Manual de Reducción de Agua No Facturada y
3. Plan a Largo Plazo para la Reducción de Agua No Facturada:  
El Manual y el Plan tienen como objetivo asistir a ANDA en las acciones para implementar actividades de reducción de ANF sobre bases administrativamente organizadas, técnicamente adecuadas y financieramente sostenibles.
4. Manual de Medidas de Ahorro de Energía y
5. Plan de Ahorro de Energía:  
El objetivo de ambos documentos es el de ser una herramienta básica en el estudio de un sistema de bombeo para implementar medidas de ahorro de energía y hacer uso racional de los recursos.

Con base a lo anterior la Junta de Gobierno, **ACUERDA:**

1. Aprobar los 3 Manuales y 2 Planes de Proyectos con financiamiento de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), para su implementación, los cuales quedan anexos en forma digital en CD'S en la presente acta, según detalle:
  1. Manual de Planificación de Alcantarillado.
  2. Manual de Reducción de Agua No Facturada.
  3. Plan a Largo Plazo para la Reducción de Agua No Facturada.
  4. Manual de Medidas de Ahorro de Energía.
  5. Plan de Ahorro de Energía.

Y para los efectos legales pertinentes, extendiendo, firma y sello la presente certificación, en la ciudad de San Salvador a los dieciséis días del mes de noviembre de dos mil once.



ZULMA VERÓNICA PALACIOS CASCO  
SECRETARIA DE LA JUNTA DE GOBIERNO

第8回 JCC 会議出席者リスト



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
 UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
 PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
 PRODECANDA

FECHA: MARTES 22 DE NOVIEMBRE DE 2011  
 LUGAR: HOTEL INTERCONTINENTAL  
 HORARIO: 3:00 p.m. - 4:00 p.m.

N°	NOMBRE/ NAME	CARGO	FIRMA/SIGNATURE
<b>COMITE COORDINADOR CONJUNTO - ANDA</b>			
1	Ing. Marco Antonio Fortín	Presidente	
2	Licda. Ana de Cardoza	Cooperación Internacional	
3	Ing. José Saul Vásquez	Director Técnico	
4	Lic. Carlos Tejada	Director Administrativo	
5	Ing. Manuel Ángel Serrano	Gerente Región Metropolitana	
6	Arq. Frederick Antonio Benitez	Gerente Región Central	
7	Ing. Ángel Gabriel Valdés	Gerente Región Occidental	
<b>JICA</b>			
8	Lic. Yoshikazu Tachihara	Representante Residente	佐藤 信博
9	Licda. Reiko Shindo	Encargada de Formulación de Proyectos	

PRODECANDA - 2011.11.22



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
**PRODECANDA**

FECHA: MARTES 22 DE NOVIEMBRE DE 2011  
LUGAR: HOTEL INTERCONTINENTAL  
HORARIO: 3:00 p.m. - 4:00 p.m.

N°	NOMBRE/NAME	CARGO	FIRMA/SIGNATURE
10	Lic. Minoru Kobayashi	Representante Residente Adjunto	
11	Lic. Luis Miguel Vásquez	Oficial de Programa	
<b>OFICINA DEL PROYECTO</b>			
12	Ing. Takemasa Mamiya	Asesor Jefe Equipo de Expertos	
13	Ing. Yasuhiro Aoki	Equipo de Expertos	
14	Ing. Kozo Obara	Equipo de Expertos	
15	Ing. Akihiko Okazaki	Equipo de Expertos	
16	Ing. Tomonari Yamamoto	Equipo de Expertos	
17	Srita. Mariana Taylor	Interprete - Oficina PRODECANDA	
18	Srita. Carola Lelva	Oficina PRODECANDA	

AGENCIACIÓN 008 22NOV11.04



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UNIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

**LISTA DE ASISTENCIA A REUNIÓN DE COMITÉ COORDINADOR CONJUNTO**  
PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL  
PRODECANDA

FECHA: MARTES 22 DE NOVIEMBRE DE 2011  
LUGAR: HOTEL INTERCONTINENTAL  
HORARIO: 3:00 p.m. - 4:00 p.m.

N°	NOMBRE/ NAME	CARGO	FIRMA/SIGNATURE
19	Sr. Manuel Rivera	Oficina PRODECANDA	
20	Sr. Victor Valverde	Oficina PRODECANDA	
<b>INVITADOS</b>			
21	Ing. Carlos Manuel Deras	Director Ejecutivo	
22	<i>Wina Elva Ramos M.</i>	<i>Encargada Area de Proyectos</i>	<i>Wina Elva Ramos</i>
23	<i>Claudia Ramirez.</i>	<i>Coop. Internacional.</i>	<i>Claudia Ramirez</i>
24			
25			
26			
27			

HOTEL INTERCONTINENTAL

## 添付資料 2

### 無収水対策長期計画(案)





ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE  
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
(ANDA)



AGENCIA DE COOPERACIÓN  
INTERNACIONAL DE JAPÓN (JICA)

**PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL  
MEJORAMIENTO OPERACIONAL (PRODECANDA)**



**PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION  
DEL AGUA NO FACTURADA (ANF)**

EDICION 2011  
REVISION 1.0

**OCTUBRE DE 2011**

**EQUIPO DE MANEJO DE REDUCCION  
DEL AGUA NO FACTURADA**





## **PREFACIO**

La necesidad de solucionar la problemática y el abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en el mundo es una realidad y El Salvador no es la excepción, hace sus mejores esfuerzos por alcanzar una prestación de servicios en forma eficiente y auto sostenibles, en un ambiente que se desarrolla y crece aceleradamente y sin un plan ordenado de desarrollo Urbano. Esto dificulta seriamente la orientación adecuada de los limitados recursos hidráulicos disponibles, amenazados por la contaminación.

Ante la necesidad de orientar y maximizar los recursos surge la necesidad de utilizar en forma adecuada la infraestructura instalada de tal forma que se racionalicen los nuevos requerimientos; es imperante la interacción entre los usuarios del servicio y la ANDA a efecto que se protejan los sistemas y se minimicen los desperdicios.

El presente “Plan a Largo Plazo para la Reducción del Agua No Facturada” (PRANF) elaborado bajo el Proyecto de Desarrollo de Capacidades de ANDA para el Mejoramiento Operacional con el apoyo del equipo de expertos de JICA, presenta la propuesta de orientación de gestión, adoptando la formación de distritos de medición (ADM), como una estrategia para la formulación, manejo y control de reducción de ANF.

Se espera que el plan se convierta en los lineamientos de ANDA que se considere como un instrumento de gran importancia para la misma, contribuya a mejorar la situación Administrativa-financiera por medio de planificación, operación, mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas y reduciendo progresivamente el ANF y mejorando con ello el servicio para los usuarios.

El plan presenta una metodología basada en la experiencia adquirida a través de las capacitaciones impartidas por los expertos de JICA hacia los equipos regionales de acción, a los formuladores del plan de reducción de ANF y a los proyectos pilotos y bloques modelos desarrollados. Todo esto nos ha permitido abordar en forma sistemática los temas relacionados con el control del ANF y un programa rutinario de control Institucional a Nivel Nacional, que asegura la permanencia de los resultados alcanzados en los bloques modelos.

El Plan permitirá que ANDA conozca la capacidad instalada de cada uno de los sistemas y sus necesidades a superar a corto, mediano y largo plazo.

Es de gran importancia resaltar el redireccionamiento de todas aquellas inversiones en ampliación, rehabilitación y mejoramiento de los sistemas de agua potable, hacia la formación de distritos y sub distritos, los cuales permitirán tener bien delimitadas las zonas de servicio, un mejor control de la inyección de caudal de agua, medición exacta por usuario, mejor control de fugas, control de presiones, horarios de servicio, entre muchos más controles administrativos y operativos.



Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
Equipo de Ahorro de Energía



Finalmente vale la pena resaltar que la formulación y materialización del plan, fue posible gracias al apoyo irrestricto del equipo de expertos de JICA, Comité Coordinador Conjunto y a la labor comprometida del equipo de Ingenieros, técnicos y personal de Campo y Administrativo que conformaron el equipo formulador del Plan para el manejo en la reducción de ANF.

Como Director Técnico de ANDA, estoy satisfecho de contar con el Primer Plan de reducción de ANF, que nos permitirá una Gestión Eficiente del Agua, teniendo clientes satisfechos a través de la reducción de ANF.

  
**Ing. José Saúl Vásquez**  
**Director Técnico**  
**Dirección Técnica**



**PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA (ANF)  
(BORRADOR)**

**TABLA DE CONTENIDOS**

<b>PREFACIO</b> .....	<b>I</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	<b>III</b>
<b>ABREVIACIONES</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEFINICIONES</b> .....	<b>VII</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>I.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO</b> .....	<b>I-1</b>
<b>I.2 BREVE EXPLICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>I-2</b>
<b>I.3 PROPÓSITO DEL “PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCIÓN DEL ANF”</b> .....	<b>I-4</b>
<b>I.4 BREVE EXPLICACIÓN DE LOS CONTENIDOS DEL PLAN</b> .....	<b>I-5</b>
<b>I.5 REVISIÓN PERIÓDICA Y MEJORAMIENTO DEL PLAN</b> .....	<b>I-8</b>
<b>PARTE A:SITUACION ACTUAL</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO A1 BOSQUEJO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EXISTENTE DE ANDA</b> <b>A-1</b>	
<b>A1.1 REGIÓN METROPOLITANA</b> .....	<b>A-2</b>
<b>A1.2 REGIÓN CENTRAL</b> .....	<b>A-5</b>
<b>A1.3 REGIÓN OCCIDENTAL</b> .....	<b>A-6</b>
<b>A1.4 REGIÓN ORIENTAL</b> .....	<b>A-7</b>
<b>CAPITULO A2 ANÁLISIS DE PROBLEMAS EXISTENTES</b> .....	<b>A-8</b>
<b>A2.1 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE PROBLEMAS</b> .....	<b>A-8</b>
<b>A2.2 RESULTADO DE LOS PROBLEMAS CATEGORIZADOS</b> .....	<b>A-9</b>
<b>A2.2.1 Problemas técnicos</b> .....	<b>A-9</b>
<b>A2.2.2 Problemas Operacionales</b> .....	<b>A-11</b>
<b>A2.2.3 Problemas Administrativos/institucionales</b> .....	<b>A-12</b>
<b>A2.2.4 Problemas Jurídicos (legales)</b> .....	<b>A-15</b>
<b>CAPITULO A3 AUDITORIA DEL AGUA</b> .....	<b>A-16</b>
<b>A3.1 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA AUDITORIA DE AGUA</b> .....	<b>A-16</b>
<b>A3.2 RESULTADOS DE LA AUDITORIA DE AGUA</b> .....	<b>A-18</b>
<b>A3.3 DIFICULTADES DE LA AUDITORIA DE AGUA BAJO LA SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>A-23</b>
<b>PARTE B:PLAN FUTURO; PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA (RANF)</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO B1 POLITICAS DE ANDA PARA LA REDUCCIÓN DEL ANF</b> .....	<b>B-2</b>
<b>“HACIA UNA GESTIÓN EFICIENTE DEL AGUA Y CLIENTES SATISFECHOS, A TRAVÉS DE LA REDUCCIÓN DE ANF.”</b> .....	<b>B-1</b>

<b>CAPITULO B2</b>	<b>OBJETIVOS DE LA REDUCCIÓN DEL ANF</b>	<b>B-6</b>
B2.1	NIVEL INEVITABLE Y PERMITIDO DEL ANF	B-6
B2.2	OBJETIVO DE LA REDUCCIÓN DEL ANF	B-13
<b>CAPITULO B3</b>	<b>MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN</b>	<b>B-18</b>
B3.2	UBICACIÓN REQUERIDA PARA MEDICIÓN	B-19
B3.3	MICRO-MEDIDORES	B-24
B3.4	PLANES DE ACCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN	B-25
<b>CAPITULO B4</b>	<b>MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMÁTICA</b>	<b>B-28</b>
B4.1	NECESIDAD DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMÁTICA	B-28
B4.2	SISTEMA DE INVENTARIO DE ANDA INTRODUCIENDO GIS	B-29
B4.3	MEJORAMIENTO DE BASE DE DATOS DE LOS USUARIOS	B-30
B4.4	PLANES DE ACCIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMÁTICA	B-31
<b>CAPITULO B5</b>	<b>REDUCCION DE PERDIDAS REALES</b>	<b>B-32</b>
B5.1	PÉRDIDAS REALES	B-32
B5.2	MANEJO DE PÉRDIDAS REALES ACTIVAS	B-33
B5.3	REDUCCIÓN DE FUGAS EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	B-34
B5.4	REDUCCIÓN DE FUGAS DEL RESERVORIO	B-37
B5.5	REDUCCIÓN DE FUGAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES	B-39
B5.6	PROGRAMA DE CONTROL DE FUGAS ACTIVAS	B-44
B5.7	PROGRAMA DE CONTROL DE FUGAS ACTIVAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARES	B-44
<b>CAPITULO B6</b>	<b>REDUCCION DE PÉRDIDAS APARENTES</b>	<b>B-46</b>
B6.1	PÉRDIDAS APARENTES	B-46
B6.2	REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS APARENTES	B-48
B6.2.1	<i>Eliminación de conexiones ilegales</i>	B-48
B6.2.2	<i>Mejoramiento de condición de medidores de agua</i>	B-49
B6.3	PLANES DE ACCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS APARENTES	B-60
<b>CAPITULO B7</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DEL ANF</b>	<b>B-62</b>
B7.1	MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	B-62
B7.1.1	<i>Sistema de zonificación y control de presión</i>	B-62
B7.1.2	<i>Introducción de sistema de ADM</i>	B-70
B7.1.3	<i>Programa de reemplazo de tuberías</i>	B-74
B7.1.4	<i>Selección de material adecuado para tuberías</i>	B-74
B7.2	CONTROL DE CALIDAD DE TUBERÍAS Y DE CONEXIONES DOMICILIARES	B-75
B7.2.1	<i>Material de tuberías para conexiones domiciliarias</i>	B-75
B7.2.2	<i>Calidad de trabajos de instalación</i>	B-76
B7.2.3	<i>Especificaciones estándar para la instalación de conexiones domiciliarias</i>	B-76
B7.3	PLANES DE ACCIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS	B-77
<b>CAPITULO B8</b>	<b>RELACIONES PÚBLICAS</b>	<b>B-78</b>
B8.1	NECESIDAD DE RELACIONES PÚBLICAS	B-78
B8.2	PLANES DE ACCIÓN PARA RELACIONES PÚBLICAS	B-79
<b>CAPITULO B9</b>	<b>MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL</b>	<b>B-81</b>

<b>B9.1</b>	<b>ESTABLECIMIENTO DE LA UNIDAD CENTRAL DE CONTROL PARA LA REDUCCIÓN DE ANF</b>	<b>B-81</b>
<b>B9.2</b>	<b>ACTIVIDADES DE LA UNIDAD CENTRAL DE CONTROL DE ANF.....</b>	<b>B-83</b>
<b>B9.3</b>	<b>UNIDAD DE REDUCCIÓN DE ANF EN LAS RESPECTIVAS OFICINAS REGIONALES .....</b>	<b>B-84</b>
<b>B9.4</b>	<b>RECURSOS HUMANOS .....</b>	<b>B-85</b>
<b>B9.5</b>	<b>LOGÍSTICA REQUERIDA .....</b>	<b>B-87</b>
<b>CAPITULO B10 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCIÓN DEL ANF B-89</b>		
<b>B10.1</b>	<b>TABLA DE CÁLCULOS DE CANTIDADES Y TIEMPOS PARA SU EJECUCIÓN POR REGIÓN DE ANDA. B-89</b>	
<b>B10.2</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>B-95</b>
<b>B10.3</b>	<b>CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS ANUALES .....</b>	<b>B-97</b>
<b>B10.4</b>	<b>BENEFICIOS ESPERADOS POR LA APLICACIÓN DEL PLAN DE REDUCCIÓN DE ANF.....</b>	<b>B-99</b>
<b>CAPITULO B11 EVALUACIÓN Y MONITOREO DE LA IMPLEMENTACIÓN.....B-107</b>		
<b>B11.1</b>	<b>COMITÉ DE EVALUACIÓN Y MONITOREO .....</b>	<b>B-107</b>
<b>B11.2</b>	<b>INDICADORES DE DESEMPEÑO (IDS). .....</b>	<b>B-108</b>
<b>B11.3</b>	<b>ANÁLISIS DE AUDITORÍA DE AGUA. ....</b>	<b>B-112</b>
<b>APENDICE A1..... AP-1</b>		
<b>REGIÓN METROPOLITANA ..... AP-1</b>		
<b>REGIÓN CENTRAL..... AP-19</b>		
<b>REGIÓN OCCIDENTAL ..... AP-44</b>		
<b>REGIÓN ORIENTAL ..... AP-52</b>		
<b>APENDICE A2 ESTIMACIONES DE GASTOS ..... AP-68</b>		
<b>REGIÓN METROPOLITANA ..... AP-69</b>		
<b>REGIÓN CENTRAL..... AP-79</b>		
<b>REGIÓN OCCIDENTAL ..... AP-88</b>		
<b>REGIÓN ORIENTAL ..... AP-97</b>		



## ABREVIACIONES

ANF:	Agua No Facturada
PRAI:	Pérdidas Reales Anuales Inevitables
PAAI:	Pérdidas Aparentes Anuales Inevitables
IFI:	Índice de fugas de Infraestructura
AAPR:	Volumen Anual Actual de Pérdidas Reales
IPA:	índice de Pérdidas Aparentes
ID:	Indicador de Desempeño
PAAA:	Pérdidas Aparentes Anuales Actuales
ANC:	Agua No Contabilizada
AWWA:	American Waterworks Association / Asociación Americana de Obras Hidráulicas
IWA:	International Water Association / Asociación Internacional del Agua
ADM:	Área de distrito de medición
HWL:	Nivel alto de agua
MNF:	Flujo mínimo nocturno



## DEFINICIONES

Se definirán los términos cuyo significado requieran una acepción precisa para el presente Plan.

La tabla 1 muestra la terminología estándar de la IWA de los componentes utilizados para el cálculo del ANF.

**Tabla 1.** Terminología estándar de la IWA de los componentes utilizados para el cálculo del ANF

	Consumo Autorizado	Consumos Autorizados y facturados	Consumo medido facturado (incluyendo agua exportada)	Aguafacturada
			Consumo no medido facturado	
Volumen de entrada del sistema		Consumos Autorizados y no facturados	Consumo medido no facturado	Agua no facturada (ANF)
			Consumo no medido no facturado	
	Pérdidas de agua	Pérdidas aparentes	Consumo no autorizado	
			Medición Inexacta	
		Perdidas reales	Fugas en las líneas de transmisión/distribución	
			Fugas y reboses en los tanques de almacenamiento	
		Fugas en las conexiones de servicio hasta el punto de medición		

### IWA definición:

**Volumen de Entrada del Sistema:**

Es el volumen de entrada de agua a un sistema de transmisión o aun sistema de distribución.

**Consumo Autorizado:**

Es el Volumen de agua medida y/o no medida tomado por los consumidores registrados, el proveedor de agua y otros que estén implícita o explícitamente

---

	autorizados para ello, con propósitos domésticos, comerciales e industriales.
<b>Pérdidas de Agua:</b>	Es el “Volumen de Entrada al Sistema” menos el consumo autorizado.
<b>Consumo Autorizado No Facturado:</b>	Estos pueden ser facturados o no facturados, cuantificados o no cuantificados de acuerdo a la práctica local. Incluye consumos tales como: Lucha contra Incendios, Enjuague (limpieza de tuberías), Limpieza de Calles, Mantenimiento de Zonas Verdes Públicas, Fuentes Públicas, etc.
<b>Perdidas Aparentes:</b>	Consisten en consumos no autorizados (robo o uso ilegal), y cualquier tipo de inexactitud asociados con la medición de la producción y medición del cliente.
<b>Perdidas Reales:</b>	Son pérdidas físicas de agua del sistema presurizado hasta el punto de medición del cliente.
<b>Agua Facturada:</b>	Es el “Consumo Autorizado y Facturado” incluyendo consumo “cuantificado” y “no cuantificado” se convierte en agua facturada.
<b>Agua no Facturada:</b>	Es la diferencia entre el volumen de entrada al sistema y el consumo autorizado y facturado.
<b>Agua Extraída:</b>	Es el volumen de agua obtenida como entrada de la tubería principal de agua no tratada conducida a la planta de tratamiento de agua.
<b>Agua Producida:</b>	Es el volumen de agua tratada en la entrada a las tuberías principales de transmisión de agua o directamente en el sistema de distribución.
<b>Agua importada y exportada:</b>	Corresponde a los volúmenes de transferencias a través de los límites operacionales.

Terminología estándar de la Norma Salvadoreña NSO 23.46.01:06 Adopción equivalente de la Norma ISO 4064-1: 2005 **MEDICIÓN DE FLUJO EN CONDUCTOS CERRADOS TOTALMENTE LLENOS, MEDIDORES PARA AGUA POTABLE FRIA Y CALIENTE PARTE 1: ESPECIFICACIONES** Editada por CONACYT

**NSO 23.46.01:06 Adopción equivalente de la Norma ISO 4064-1: 2005 Definición:**

**Caudal Permanente (Q3):**

Caudal máximo dentro de las Condiciones Normales de Operación (CNO) requerido por un medidor de agua para que opere de una manera satisfactoria dentro del máximo error permisible.

**Caudal de sobrecarga (Q4):**

Caudal Máximo que requiere un medidor de agua para operar por un período corto de tiempo dentro de su Error Máximo Permisible (EMP), mientras se mantiene su rendimiento metrológico cuando esta subsecuente operado dentro de su (CNO).

**Caudal Mínimo (Q1):**

Menor caudal que requiere un medidor de agua para operar dentro de su EMP.

**Caudal de Transición (Q2):**

Caudal que ocurre entre el caudal permanente, Q3, y el caudal mínimo, Q1, que divide el rango de caudal en dos zonas, la “zona superior y la “zona inferior”, cada una caracterizada por su propio EMP.

**Medidor Combinado:**

Tipo de medidor de agua en línea que consta de un medidor de gran tamaño y un medidor pequeño para medir el caudal y un dispositivo de cambio que dependiendo de la magnitud del caudal que pasa a través del medidor, dirige automáticamente el flujo a través del medidor pequeño o del medidor grande o a través de ambos.

**Medidor en línea:**

Tipo de medidor de agua, conectado directamente dentro de un conducto cerrado por medio de terminales conectoras (tipo rosca o de brida) del medidor.

<b>Medidor concéntrico:</b>	Tipo de medidor de agua colocado dentro de un conductocerrado por medio de un adaptador conocido como pieza múltiple (manifold), donde la entrada y salida del agua pasa del medidor al tubo múltiple, y la interfase entre ellos es coaxial.
<b>Medidor concéntrico múltiple:</b>	Tubería acoplada específicamente a la conexión de un medidor concéntrico.
<b>Medidor completo:</b>	Medidor que no posee medidas transductoras separables (incluyendo sensores de fluidez) y calculadora (incluyendo dispositivos indicadores).
<b>Error máximo permisible (EMP):</b>	Valores extremos de error relativo en la indicación del medidor de agua permitido por esta parte de la ISO 4064.
<b>Condiciones Nominales de Operación (CNO):</b>	Condiciones de uso dado el rango de valores de los factores de influencia, para los cuales los errores indicados del medidor de agua se requieren para estar dentro de los EMP.
<b>Error relativo:</b>	Error indicado dividido por el volumen real, expresado como porcentaje.
<b>Error indicado:</b>	Volumen indicado menos volumen real.
<b>Error intrínseco:</b>	Error indicado de un medidor de agua determinado bajo condiciones de referencia.
<b>Error Intrínseco inicial:</b>	Error intrínseco de un medidor de agua determinado previamente a todas las pruebas de funcionamiento.
<b>Rango del EMP a menor flujo:</b>	Es el error máximo permisible, positivo o negativo, en volúmenes entregados a caudales entre el caudal mínimo (Q1) y el caudal de transición (Q2) (excluido) es 5% para el agua que tiene una temperatura dentro de las CNO.

**Rango del EMP a mayor flujo:**

Es el error máximo permisible, positivo o negativo, en volúmenes entregados a caudales entre el caudal de transición ( Q2) (incluido) y el caudal de sobrecarga (Q4) es 2% para agua a temperatura  $\leq$  a 30 ° C y 3% para agua a temperatura  $>$  a 30 ° C.

**Señal de error:**

Es considerado si todos los errores dentro del rango de medición del medidor de agua tienen el mismo signo, al menos uno de los errores, debe ser menor que la mitad del error máximo permisible (EMP).

**Caudal (Q):**

Cociente del volumen real de agua pasando a través del medidor de agua y el tiempo que toma este volumen para pasar por el medidor.

**Volumen real (Va):**

Volumen total de agua pasando a través del medidor de agua, no tomando en cuenta el tiempo.

**Volumen indicado (Vi):**

Volumen de agua indicado por el medidor, correspondiente al volumen real.



## INTRODUCCION

### I.1 Antecedentes del Proyecto

El Plan para el Manejo en la reducción del agua no facturada ANF, nace en el marco del Proyecto de desarrollo de capacidades, auspiciado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, a través de un equipo de expertos japoneses.

Entre los 262 municipios existentes en la República de El Salvador, la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, “ANDA” se dedica al servicio de agua potable en 167 Municipios y alcantarillado en 85 municipios a nivel nacional, y los demás municipios están dirigiendo por su cuenta pequeñas o medianas entidades de servicio de agua potable. En términos de cobertura de acceso sostenible a fuente mejorada de agua (conexión a cañería, pila o chorro público, y agua de pozo) a nivel de país según datos del censo de población 2007 se alcanzan un 90%, del cual ANDA atiende un 60.9% a través de sus conexiones domiciliarias a nivel nacional, en donde el 87.1% es cobertura urbana y el 16.9% es cobertura rural. ANDA, la mayor institución de servicio de agua potable en El Salvador, lleva un déficit crónico y está habituada a recibir subsidios del gobierno para cubrir dicho déficit (Monto compensado US\$17.6 millones efectuados en 2007, Decreto Legislativo 372, publicado en el Diario Oficial 160, Tomo 376 de fecha 31 de agosto de 2007 y Monto compensado US\$34.2 millones efectuados en 2008, Decreto Legislativo 795, publicado en el Diario Oficial 241, Tomo 381 de fecha 22 de diciembre de 2008).

Con la nueva tarifa aplicada por la prestación del servicio de agua potable, los ingresos han aumentado en un promedio del 30%, significa que la auto sostenibilidad de los sistemas cada vez es más factible, y una vez implementado el plan para el manejo en la reducción del agua no facturada (ANF), se aprovechara el recurso hídrico para incrementar los ingresos y reducir los costos totales de operación de los sistemas.

De Japón fue enviado un experto para el Proyecto sobre Mejoramiento del Suministro de Agua Potable en las principales ciudades en la República de El Salvador (de enero a agosto de 2007) para realizar un diagnóstico de las condiciones actuales y dar un apoyo en el trazado de un plan de acciones para mejorar el servicio de ANDA.

Según el estudio realizado en esa época la tasa del agua no facturada se calculó de 40.9 % a diciembre del 2008 y junto con un costo relativamente alto de mantenimiento y administración a causa de un consumo de energía eléctrica poco eficiente y las tarifas bajas del servicio de agua potable, estaba oprimiendo la administración de ANDA.

La deficiencia de la capacidad de suministro de las instituciones de abastecimiento de agua y de los recursos de agua está causando un servicio intermitente (con las horas limitadas del servicio) en muchas áreas.

Aunque según el censo de población 2007 existe un acceso al saneamiento mejorado del 87.2% (inodoro conectado a alcantarillado y fosa séptica, y letrinas), son pocas las plantas de tratamiento de agua residual de tipo ordinario y ANDA administra 19 plantas de tratamiento, lo que representa un 8% de las aguas generadas por la Institución, que son tratadas.

Con el fin de solucionar dichos problemas fue solicitado el presente proyecto y en el estudio preliminar efectuado en julio de 2008 fueron resumidos y acordados dichos temas prioritarios como componentes del Proyecto.

## **I.2 Breve explicación del proyecto**

El objetivo de este Proyecto es “Mejorar la capacidad institucional de ANDA en la administración de las instalaciones, Operación, Mantenimiento y Comercialización”.

Para mejorar la administración de ANDA es imprescindible **reducir la tasa del agua no facturada y el costo de la energía eléctrica**, dicho de otra forma, es necesario que sean mantenidas y administradas de manera apropiada las instalaciones del servicio de agua potable tales como: plantas de tratamiento de agua potable, Líneas de conducción, Almacenamiento, las redes de tuberías primarias y distribución, macro y micro medición. Para tales efectos se requiere elaborar un plan adecuado que asegure un estricto control de los sistemas (catastro técnico y de usuario georeferenciado), Así mismo debido a la necesidad de construcción de instalaciones de alcantarillados en el futuro, se requiere elaborar un plan adecuado que asegure un mantenimiento y

administración sostenible. El presente Proyecto pone la mira en que ANDA adquiriera una capacidad a tal efecto y fortalezca la fuerza fundamental para mejorar su administración.

Los resultados esperados del proyecto y sus indicadores son los siguientes:

**Resultado 1: Mejorar la capacidad técnica de ANDA en la reducción de la tasa de agua no facturada**

Indicador 1-1: Reducir a la mitad la tasa de agua no facturada en una zona modelo

Indicador 1-2: Reducir la tasa de agua no facturada en el 50% en una zona piloto de Práctica.

**Resultado 2: Mejorar la capacidad de ANDA en el trazado de un plan de reducción del agua no facturada**

Indicador 2-1: Elaborar un plan a largo plazo de ANDA para las medidas contra el agua no facturada

**Resultado 3: Fortalecer la capacidad de ANDA en el trazado de un plan de ahorro de la energía eléctrica**

Indicador 3-1: Reducir el consumo de la energía eléctrica en las instalaciones piloto

Indicador 3-2: Trazado de un plan de ahorro de la energía eléctrica en las instalaciones del servicio de agua potable existentes

Indicador 3-3: Elaborar un manual para ahorrar la energía eléctrica

**Resultado 4: Desarrollar la capacidad de ANDA en el trazado de un plan de construcción de instalaciones de alcantarillados**

Indicador 4-1: Elaborar un manual para elaborar un plan de construcción de instalaciones de alcantarillados

Las áreas objeto para el desarrollo del proyecto fueron las Regiones Metropolitanas, Central y Occidental de ANDA, se programo para ser efectuado en 4 años consecutivos (considerando el año Japonés) luego de asumidos sus cargos los expertos Japoneses en El Salvador, dio inicio en febrero de 2009 y fue ejecutado por ANDA con un apoyo continuo del equipo de expertos de JICA.

Con el objeto de cumplir con el resultado 2, del proyecto aquí descrito el cual comprende: (mejorar la capacidad de ANDA en el trazado de un plan de reducción del agua no facturada) y el indicador 2-1: (elaborar un plan a largo plazo de ANDA para las medidas contra el agua no facturada), se detalla las políticas aplicadas en los 4 años propuestos:

1er año: Formar un equipo de manejo de medidas de reducción del agua no facturada.

Tener conocimiento de las medidas actuales de ANDA contra el agua no facturada

2º año: Tener conocimiento de los problemas actuales de la reducción del agua no facturada

3er año: Aprender métodos del trazado de planes de reducción del agua no facturada, a través de las capacitaciones.

4º año: Elaborar un Plan a largo plazo de medidas de reducción del agua no facturada,

### **I.3 Propósito del “Plan a Largo Plazo para la Reducción del ANF”**

El propósito de este Plan es lograr reducir considerablemente el Índice del Agua no Facturada (ANF) a través de la implementación de políticas Institucionales, que den paso a mejoramientos en su organigrama, creando las unidades especializadas en cada área de acción de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Mejorando los procesos en la administración, operación, mantenimiento, ampliación de los sistemas, comercialización, mantenimiento en el tiempo del buen estado físico y operacional de los mismos.

Todo ello se logra mediante la sincronización de la implementación de las políticas institucionales, las cuales determinaran el rumbo a corto, mediano y largo plazo, con ello habremos logrado producir el agua necesaria, llevarla en condiciones optimas hasta el usuario, incrementar cobertura e ingresos, reducir los costos totales de operación y un servicio continuo, con calidad y cantidad que la población lo demanda.

#### **I.4 Breve explicación de los contenidos del Plan**

El presente Plan a largo plazo para la Reducción del ANF está estructurado en dos partes denominadas Parte A y Parte B

La parte A llamada Situación actual: Presenta los problemas identificados relacionados al ANF de ANDA, aunque no es considerada la parte principal del Plan de Reducción del ANF, es muy importante porque nos sirve para recopilar, entender, organizar y analizar la información concerniente a los sistemas y al análisis de los problemas actuales tema clave de la reducción del ANF, es decir nos proporciona un diagnóstico de la situación actual del ANF.

La parte B llamada Plan Futuro: Presenta en sí el desarrollo del Plan a largo Plazo para la reducción del ANF, es el cuerpo principal del Plan su función primordial es el de resolver los problemas identificados en la parte A (situación actual) de reducción del ANF, además incluye no solamente estrategias técnicas, sino también administrativas para la reducción del ANF.

A continuación se presentan los contenidos del Plan de reducción del ANF como resultado del trabajo descrito arriba:

#### **PARTE A: SITUACION ACTUAL**

##### **Capítulo A1 Bosquejo del sistema de abastecimiento de agua existente en ANDA;**

Contiene datos organizados por Región [Por sistema: Instalaciones de producción (Planta de tratamiento, pozos de agua subterránea), Líneas de tuberías de transmisión (Impelencias, Aductoras), reservorios (Tanques), Líneas de tuberías de distribución (red), número de conexiones domiciliarias, porcentaje de servicio, etc.]

##### **Capítulo A2 Análisis de problemas existentes:**

Contiene los problemas actuales identificados y categorizados de acuerdo a las necesidades de la Institución, para Reducir el ANF.

**Capítulo A3 Auditoria de agua:**

Contiene los componentes que conforman un balance de agua, hasta llegar a calcular el Índice de Agua No Facturada (ANF).

PARTE B: PLAN FUTURO; PLAN A LARGO PLAZO PARA LA REDUCCION DEL AGUA NO FACTURADA (ANF)

**Capítulo B1 Políticas de ANDA para la reducción del ANF**

Contiene las políticas relacionadas con los objetivos y las estrategias a poner en práctica para que ANDA logre reducir de una forma gradual y continua el ANF.

**Capítulo B2 Objetivos de la reducción del ANF**

Define el Nivel Inevitable y permitido del ANF, mediante la reducción del ANF inevitable que comprende las pérdidas reales inevitables (PRAI) y las pérdidas aparentes anuales inevitables (PAAI). Así como el Índice de Fugas de Infraestructura (IFI) y el Índice de Pérdidas Aparentes (IPA), estableciendo el porcentaje objetivo de ANF para un rango de tiempo respectivo.

**Capítulo B3 Mejoramiento del sistema de medición**

Muestra las medidas necesarias a poner en práctica para la mejora del sistema de medición, tales como: La necesidad de medición de Flujo/ presión, La ubicación requerida para medición, Micro-medidores, y los Planes de acción para el mejoramiento del sistema de medición.

**Capítulo B4 Mejoramiento del sistema de informática**

Da a conocer las acciones a llevar a cabo para mejorar el sistema de informática, tales como

La recolección de datos básicos entre otros; planos, levantamiento de predios, proyectos ejecutados, urbanizaciones incorporadas etc. Modernización del software y hardware de facturación, tomando la decisión de que sistema de información y equipos se deberá comprar para

implementar el sistema. Asignar compañía consultora o software para GIS, Se recomienda la contratación de un consultor que desarrolle un software que se adapte a los requerimientos o necesidades de la institución. Mejoramiento/actualización de la base de datos de los clientes, definiendo o creando la unidad que se hará cargo de la recolección, manejo y actualización de la base de datos

#### **Capítulo B5**

##### **Reducción de pérdidas reales**

Presenta el detalle de las estrategias aplicadas para la reducción de fugas de los diferentes componentes que conforman un sistema de agua potable, tales como: Reducción de fugas del sistema de transmisión, reducción de fugas del reservorio, reducción de fugas del sistema de distribución y conexiones domiciliarias.

#### **Capítulo B6**

##### **Reducción de pérdidas aparentes**

Comprende algunas de las estrategias a poner en práctica para lograr en gran parte la reducción de pérdidas aparentes tales como: cumpliendo con la eliminación de conexiones ilegales, Mejorando la condición de medidores de agua, así como planes de acción para la reducción de pérdidas aparentes.

#### **Capítulo B7**

##### **Medidas preventivas para la reducción de ANF**

Contiene las medidas preventivas para la reducción del ANF a considerar, siendo algunas de estas; Mejoras en el sistema de distribución, zonificación, establecimiento de un taller de macro y micro medidores, mejoramiento de especificaciones técnicas en cuanto a la calidad de los materiales, calidad de trabajo de instalación de Tuberías y nuevos servicios, especificaciones Standard de instalación, catastro técnico y de usuarios actualizado, capacidad instalada en plantas de bombeo, bajo enfoques de eficiencia, programa de control de fugas activas, lectores de medidores y fontaneros capacitados.

## **Capítulo B8**

### **Relaciones públicas**

Detalla la necesidad de las relaciones públicas para efectos de Anunciar las políticas de ANDA y madurar la confianza mutua entre ANDA con los Usuarios, así mismo contiene los planes de acción para relaciones públicas a nivel nacional, regional y local.

## **Capítulo B9**

### **Mejoramiento organizacional**

Da a conocer los lineamientos a seguir para un Mejoramiento organizacional, tomando a consideración el establecimiento de la Unidad de reducción de ANF (sede y regionales), así como sus actividades que deberán de incluir misión ó rol, el Recurso Humano y la logística requerida para su funcionamiento.

## **Capítulo B10**

### **Implementación del Plan a Largo Plazo para la Reducción del ANF**

Para la implementación del proyecto, el cronograma y costos requeridos son resumidos en este capítulo.

## **Capítulo B11**

### **Evaluación y monitoreo de la implementación**

Muestra los mecanismos a seguir para la evaluación y monitoreo de la implementación del Plan a través de un comité de evaluación y monitoreo, indicadores de desempeño (IDs) y Análisis de auditoría de agua.

## **I.5 Revisión periódica y mejoramiento del Plan**

Se recomienda que el presente Plan de Reducción de Agua No Facturada (ANF) deba ser revisado periódicamente con el objetivo de adecuarse a la situación actual, tomando en consideración aspectos técnicos, pero también; El Plan debe revisarse para ser más efectivo desde los aspectos de:

- Evaluación de resultados obtenidos, a partir de la implementación del mismo.
- De la situación futura del ANF.
- De las necesidades de los clientes
- De las condiciones socioeconómicas etc.

Necesidades relacionadas a la reducción del ANF las cuales cambian día con día.



## **PARTE A:SITUACION ACTUAL**



## **CAPITULO A1      BOSQUEJO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EXISTENTE DE ANDA**

Actualmente ANDA esta organizada en cuatro regiones a saber: Región Metropolitana, Central, Occidental y Oriental respectivamente.

La población total servida con Agua potable a nivel de país en el año 2009, fue de 3, 286,228 equivalente al 84.7%, en el año 2010 fue de 3, 340,964 equivalente al 85.6%. La población total servida con alcantarillado a nivel de país en el año 2009, fue de 2, 567,052 equivalente al 66.1 %, en el año 2010 fue de 2, 565,138 equivalente al 65.7%.

El parámetro de personas servidas por conexión para agua potable y alcantarillado en el área urbana es de 4.4 personas por servicio para la Región Metropolitana, Región Central, Occidental y Oriental; y para agua potable en el área rural es de 3.9 persona por servicio para la Región Metropolitana y de 4.56 para las Regiones Central, Occidental y Oriental, con base a las cifras oficiales del VI Censo Nacional de población y V de Vivienda realizado por la DIGEESTYC en el año 2007 y Encuestas de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM) del año 2009.

Para el año 2010 el porcentaje de cobertura de saneamiento urbano presenta una leve disminución respecto a la registrada en el año 2009, debido a que se realizaron depuraciones y actualizaciones al catastro de clientes, los cuales se originaron por la aplicación del nuevo pliego tarifario, aprobado según acuerdo N°. 867 de fecha 16 de octubre 2009. Fuente: Unidad de Planificación y Desarrollo. De acuerdo a los registros estadísticos del año 2010 se obtuvo una producción total de 341,410.0 metros cúbicos de agua potable.

De los 262 municipios que componen el país, ANDA con su capacidad instalada atiende 122 municipios con agua potable lo cual, representa el 46.6% del total de municipios. Así mismo, los municipios con sistemas de alcantarillado atendidos por ANDA asciende a 58, representado el 22.1% del total de municipios.

### **A1.1 Región Metropolitana**

La Región Metropolitana para ANDA lo constituyen los siguientes municipios: San Salvador, Ayutuxtepeque, Mejicanos, Cuscatancingo, Ciudad Delgado, Soyapango, Ilopango, San Marcos, San Martín, Apopa, Panchimalco, Antiguo Cuscatlán, y Santa Tecla, adicionalmente en la gestión operativa se incluyen los municipios de Nejapa y Santo Tomas.

El servicio de ANDA Región Metropolitana cubre San Salvador y ciudades principales colindantes. A diciembre de 2010 en la Región Metropolitana se tenían instalados 398,171 y 386,729 servicios de acueducto y alcantarillado respectivamente, con los cuales se beneficiaron 1, 631,554 habitantes. (Proyecciones de población año 2010 realizada tomando como base las “Estimaciones y Proyecciones de la población por departamento y municipio para el año 2010” proporcionado por el Departamento de Población de la DIGESTYC).

De acuerdo a los registros estadísticos del año 2010 se obtuvo una producción total de 187,160.6 metros cúbicos de agua potable.

La entrada de agua es por medio de 110 pozos de agua subterránea, 16 captaciones y la fuente del río Lempa. El tratamiento, comprende dos Plantas de tratamiento de agua potable: Planta Potabilizadora Las Pavas, Tacachico, La Libertad y Planta Guluchapa Ilopango, San Salvador.

El almacenamiento está conformado de 169 reservorios o tanques. La transmisión (Líneas de Impelencia) en su mayoría es de Ho. Fo. Con diámetros de 12”, 14”, 24”, 30”, 36”, 42”, y 48”.

El área metropolitana está dividida en cuatro principales sistemas de servicio con 16 áreas de sub-distribución

#### **Zona Norte**

El sistema Zona Norte; comprende los subsistemas:

Opico, La Libertad, Quezaltepeque, Nejapa, San Juan Opico y San Ramón A”, considerando un total de 17 de pozos.

### **Zona Río Lempa**

La fuente de agua es el Río Lempa ubicado a 46 km del Área Metropolitana. El agua es tratada en la planta de tratamiento de Las Pavas ubicada cerca de la toma. La capacidad de toma es de 2.3 m<sup>3</sup>/s y la capacidad de producción es de 4.0 m<sup>3</sup>/s. La producción actual es de 2.3 m<sup>3</sup>/s. El agua tratada es elevada hasta unos 600 metros en altitud y es enviada a un tanque de almacenamiento en el Área Metropolitana por medio de 3 estaciones de rebombeo. Después se distribuye por medio de algunos reservorios en el área de servicio por gravedad. La planta debe ser parada de vez en cuando la turbidez es extremadamente alta. Como medida alternativa a la suspensión de la operación, un reservorio con volumen de 200,000 m<sup>3</sup> se construye en la planta.

### **Zona de Sistema Tradicional incluye Zona de Sistema Guluchapa Joya Grande**

El sistema Guluchapa Joya Grande comprende 10 pozos

El sistema Tradicional lo constituyen los siguientes subsistemas:

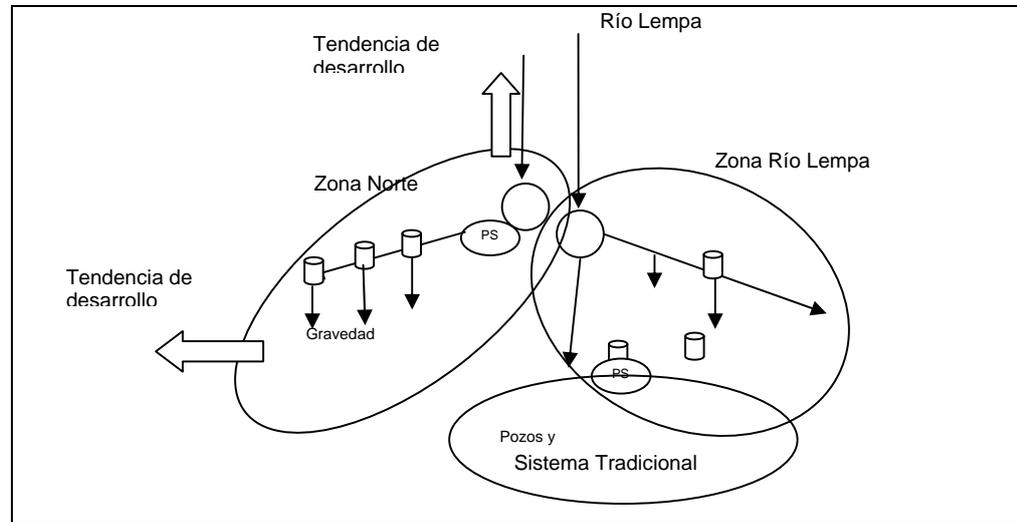
AMSS 1, Apopa, Cuscatancingo, Mejicanos, Antiguo Cuscatlán comprende 35 pozos.

AMSS 2, San Salvador, San Marcos, Ilopango, San Martín y San Bartolo comprende 33 pozos

AMSS General; Soyapango, San Salvador comprende 15 pozos.

Captaciones; Estación San Lorenzo, La toma, Castaño 1, Hilohuapa, La Danta, Cataratas de Panchimalco, Panchimalco, Cuapa, Río Cuaya guluchapa, Santa Carlota, Amatepec El coro, La Chacra, Cates del Diablo, Río Urbina. Comprende 16 captaciones.

Las Fuentes de agua son 93 pozos, La producción es alrededor de 2.3-2.5 m<sup>3</sup>/s. La fuente de agua contiene altos contenidos de hierro y manganeso. Parte del agua cruda es tratada y estos contenidos son reducidos. El agua es distribuida directamente de bombas en la fuente y por medio de reservorios. La desventaja de este sistema es la multitud de sistemas pequeños de pozos, lo que conduce a altos costos de operación y mantenimiento.



**Fig.A1.1 Esquema de Distribución de las Zonas de Servicio del Área Metropolitana**

El agua es suministrada por racionamiento por control de válvulas debido a la insuficiente producción de agua y la insuficiente capacidad de distribución de las redes. Básicamente, el agua es depositada en los reservorios por la noche y posteriormente distribuida al área de servicio que atiende el reservorio. Por lo tanto, hay sectores donde el agua es suministrada en forma intermitente. La escasez de agua se hace severa durante la época seca.

La distribución del agua es monitoreada y controlada en el centro de distribución, en donde 154 bombas del sistema son monitoreadas a nivel central. Las bombas en el Sistema Río Lempa y 25 bombas de pozos en la Zona Norte pueden ser controladas automáticamente. Otras bombas pequeñas son controladas manualmente por operadores en los sitios por órdenes de los centros de distribución. El flujo de transmisión de agua es manejado por monitoreo y control de los niveles de agua de los reservorios y el flujo de distribución de agua es manejado manualmente por medio de la operación de válvulas en la red. Las denuncias recibidas de usuarios al centro de llamadas de ANDA sobre distribución de agua son resueltas por comunicación entre el centro de llamadas, el centro de distribución y los encargados de redes.

La red es bien antigua y su edad promedio es de 30-40 años. Los materiales de la tubería envejecida son de asbestos o hierro corrugado, los cuales son muy frágiles. La razón de fugas es desconocida

dato que no existen medidores de producción excepto en el Sistema Río Lempa y no se tienen medidores para todos los usuarios. Solo fugas superficiales reportadas son reparadas.

La demanda de agua es estimada a alrededor de 6.4 m<sup>3</sup>/s y la producción es de alrededor de 5.8 m<sup>3</sup>/s. Una producción adicional de 0.6 m<sup>3</sup>/s es requerida.

A continuación se detallan los Municipios que conforman la Región Metropolitana según el sistema que los abastece:

San Salvador:	Zona Norte, Sistema Tradicional y Sistema Las pavas (Río Lempa).
Ayutuxtepeque:	Zona Norte, Sistema Tradicional y Sistema Las Pavas (Río Lempa)
Mejicanos:	Zona Norte, Sistema Tradicional y Sistema Las Pavas (Río Lempa)
Cuscatancingo:	Sistema Las Pavas (Río Lempa)
Ciudad Delgado:	Sistema Tradicional
Soyapango:	Sistema Tradicional y Sistema Las Pavas (Río Lempa)
Ilopango:	Sistema Tradicional y Sistema Las Pavas (Río Lempa)
San Marcos:	Sistema Tradicional
San Martín:	Sistema Tradicional y Sistema Las Pavas (Río Lempa)
Santo Tomás:	Sistema Tradicional y Sistema Las Pavas (Río Lempa)
Apopa:	Sistema Tradicional
Nejapa:	Zona Norte, Sistema Tradicional
Antiguo Cuscatlán:	Zona Norte, Sistema Tradicional
Santa Tecla:	Zona Norte, Sistema Tradicional

## **A1.2 Región Central**

El servicio de ANDA Región Central cubre los Departamentos de Chalatenango, La Libertad, San Salvador, Cuscatlán, la Paz, Cabañas y San Vicente.

A diciembre de 2010 en la Región Central se tenían instalados 159,024 y 68,592 servicios de acueducto y alcantarillado respectivamente, con los cuales se beneficiaron aproximadamente 680,309 habitantes. (Proyecciones de población año 2010 realizada tomando como base las

“Estimaciones y Proyecciones de la población por departamento y municipio para el año 2010” proporcionado por el Departamento de Población de la DIGESTYC).

De acuerdo a los registros estadísticos del año 2010 se obtuvo una producción total de 70,986.289 metros cúbicos de agua potable.

La entrada de agua es por medio de 75 pozos de agua subterránea, 6 captaciones El tratamiento, comprende dos Plantas de tratamiento de agua potable: Planta de tratamiento de Agua Potable Tamulasco, Chalatenango y Planta de Tratamiento de Agua potable Chilama, La Libertad. El almacenamiento está conformado de 130 reservorios o tanques. La transmisión (Líneas de Impelencia) es de Ho.Fo., Ho.Go., P.V.C. y A.C. Con diámetros de 6”, 4”, 10”, 8”, 20”, 3”, 2” y 12”.

La participación de Fuentes de agua potable es de 15% manantiales, 10% ríos y 75% agua subterránea. Las fuentes de manantiales son principalmente usadas en áreas rurales y las fuentes de agua subterránea en ciudades grandes.

### **A1.3 Región Occidental**

El servicio de ANDA Región Occidental cubre los Departamentos de Santa Ana, Sonsonate y Ahuachapán.

A diciembre de 2010 en la Región Occidental se tenían instalados 125,320 y 83,197 servicios de acueducto y alcantarillado respectivamente, con los cuales se beneficiaron aproximadamente 610,318 habitantes. (Proyecciones de población año 2010 realizada tomando como base las “Estimaciones y Proyecciones de la población por departamento y municipio para el año 2010” proporcionado por el Departamento de Población de la DIGESTYC). De acuerdo a los registros estadísticos del año 2010 se obtuvo una producción total de 63,524.417 metros cúbicos de agua potable.

La entrada de agua es por medio de 53 pozos de agua subterránea, 28 captaciones El tratamiento, comprende una Planta Potabilizadora El Rosario Metapán Santa Ana. El almacenamiento está conformado de 82 reservorios o tanques.

Las fuentes de agua son principalmente aguas subterráneas. El suministro de agua no es continuo. En ciudades grandes las condiciones de suministro de agua son relativamente buenas pero en el área rural, donde se suministra por racionamiento entre cada medio día y cada dos días, estas no son adecuadas.

#### **A1.4 Región Oriental**

El servicio de ANDA Región Oriental cubre los Departamentos de Usulután, San Miguel, Morazán y La Unión.

A diciembre de 2010 en la Región Oriental se tenían instalados 86,310 y 44,468 servicios de acueducto y alcantarillado respectivamente, con los cuales se beneficiaron aproximadamente 359,914 habitantes. (Proyecciones de población año 2010 realizada tomando como base las “Estimaciones y Proyecciones de la población por departamento y municipio para el año 2010” proporcionado por el Departamento de Población de la DIGESTYC). De acuerdo a los registros estadísticos del año 2010 se obtuvo una producción total de 42,593.286 metros cúbicos de agua potable.

La entrada de agua es por medio de 66 pozos de agua subterránea, 14 captaciones. El almacenamiento está conformado de 54 reservorios o tanques. La transmisión (Líneas de Impelencia) es de Ho.Fo., Ho.Go, P.V.C. y Polietileno entre otros con diámetros de 14”, 12”, 10”, 18”, 16”, 8”, 6”, 4”, 3” y 2”.

Los sistemas de agua potable de 41 municipios del total de 87 en la región son manejados por ANDA. Las fuentes de agua son aguas subterráneas (80-85%) y manantiales (15-20 %). El material de tuberías viejas es principalmente hierro galvanizado y existen bastantes fugas. El tiempo promedio de suministro de agua en San Miguel es de 10 horas, lo que varía de 0 a 24 horas. En áreas donde el agua no llega, el suministro se hace por medio de pipas de agua.

En el apéndice A1 se presenta el detalle de datos por Región de producción, transmisión, reservorios, distribución, número de conexiones domiciliarias, porcentaje de servicio, etc.



## **CAPITULO A2                    ANALISIS DE PROBLEMAS EXISTENTES**

Tener el conocimiento de las medidas actuales de ANDA contra el Agua no Facturada, sirvió como un insumo de gran importancia para lograr de una forma más eficiente entender los problemas existentes de las actividades actuales de reducción del ANF en ANDA.

La identificación, selección y el análisis de los problemas existentes se elaboro aplicando la siguiente metodología:

### **A2.1      Metodología del análisis de problemas**

La metodología utilizada para el análisis de problemas se desarrollo de la siguiente manera:

- A través de una lluvia de ideas se identifico una gama de los diferentes problemas relacionados a las actividades actuales de reducción del ANF existentes en ANDA, los cuales se plasmaron en un listado con el objetivo de ordenarlos por área y tipo de dificultad.
- Se realizo visitas de campo a los lugares establecidos por los equipos de acción del ANF a los distritos modelos o sitios de práctica y áreas piloto, las cuales sirvieron para obtener insumos importantes en la identificación de más problemas y validar los ya identificados.
- Aplicando la temática de lluvia de ideas transcritas en tarjetas (fichas técnicas), se continuo identificando problemas de índole legal, técnico y administrativo, como temas principales, luego se separaron las tarjetas que de acuerdo a nuestro criterio pertenecían a cada uno de los temas antes expuestos, finalmente se definieron algunos subtemas para cada uno de los temas principales tales como: Tema Administrativo dependen; Área de Planificación, Comunicaciones, Recursos Humanos, Comercial, etc. Tema Técnico dependen las áreas de; Operaciones, Instrumentación, Catastro Técnico, etc. Tema Legal depende el área Legal.
- Utilizando el método del diagrama del árbol, se realizo una estructuración de los problemas ubicándolos por jerarquía, enlistados y colocados en niveles según prioridad e importancia de afectación a la mayoría de usuarios y considerando aspectos tales como: ¿Existen

contramedidas? ¿Son realistas las contramedidas?, para la solución de problemas núcleo (problemas a solventar) para esto se Identifico las causas o fenómenos y el tipo de relación que tienen entre si los problemas a ser solucionados y así definir la ruta critica para llegar al ANF. (ver fig.2)

- Luego de lo antes descrito, se procedió a realizar una reclasificación de los problemas en línea hacia la tematización del Plan para el manejo del agua no facturada (ANF).

El Plan para el manejo del Agua No Facturada en su parte B correspondiente al Plan Futuro, ha sido preparado para resolver los problemas identificados en la parte A situación actual.

## A2.2 Resultado de los problemas categorizados

Se categorizaron los problemas clasificándolos en; técnicos, operacionales, administrativos/institucionales y Jurídicos, los cuales se consideran como temas claves de la reducción del ANF ya que determinan un estudio de necesidades mínimas a desarrollar para tal fin.

### A2.2.1 Problemas técnicos

Estos problemas corresponden a las condiciones técnicas que se enfrenta ANDA, para la Recopilación y revisión de los planos existentes del sistema de agua potable, estudios y reportes de mantenimiento de red, existencias de estaciones reguladoras de presión en la red, elaboración de planos en planimetría y altimetría del sistema, levantamiento del catastro técnico de todos los componentes del sistema de agua potable entre otros.

**Tabla A2.1 Problemas técnicos**

Técnicos Technical	1	Control de calidad Quality Control	1	Colocación de materiales de mala calidad Installation of poor quality materials
	2	Sistema de medición Metering System	2	No hay macro-medición No macro-measuring
	3	GIS	3	Micro-medición deficiente Defficient micro-measurment
			4	Falta de una medición nocturna Lack of night measuring
			5	Medición inexacta Innacurate measuring

			6	Falta de medición para agua autorizada no facturada Lack of measuring for authorized unaccounted for water
			7	El diseño de la red no facilita la detección de fugas The network design does not make it easy to detect leaks
			8	Falta de planos actualizados, ubicación de válvulas e hidrantes Lack of updated drawings, location of valves and hydrants
			9	No se cuenta con un mapeo de presiones There are no pressure maps
			10	Falta de planos de conexiones domiciliarias Lack of household connection drawings
			11	Falta de planos de las redes Lack of network drawings
			12	Falta de catastro de redes No land registry of networks
	4	Instrumentación Instrumentation	13	No se cuenta con aparatos de banco de medidores There is no equipment for bench meters
			14	Colocación de medidores en las conexiones directas Installation of meters in direct connections
			15	Falta de sistema de corte de agua en tanque, que evite el rebose No equipment to prevent overflow
			16	Falta de equipos para control de altas presiones Lack of equipment for high pressure control
			17	No hay banco de medidores moderno para calibración de medidores No modern meter bench for meter calibration
			18	No hay calibración sistemática de medidores No meter calibration system
			19	La producción de agua (PTA ó pozo) no es medida con precisión Water production (WTP or well) is not measured accurately
			20	Hay conexiones directas sin medidores There are direct connections without meters
			21	Los fontaneros no tienen herramientas adecuadas Plumbers do not have the adequate tools
			22	Muchos de los medidores de las acometidas domiciliarias están averiados Many water meters in house connection are broken
			23	No hay equipo de detección de fugas There is no leak detection equipment
			24	Falta de instrumentos para medición y control de la presión por sectores de servicio Lack of instruments for pressure measurement and control in service sectors
			25	Falta de válvulas reguladoras de presión Lack of pressure control valves
			26	No se usan micro-medidores modernos No use of modern micro-meters

### A2.2.2 Problemas Operacionales

Estos problemas muestran las condiciones operativas del funcionamiento de los sistemas en cuanto al desarrollo de las actividades técnicas para el aislamiento y optimización de la red de distribución (formación de distritos y subdistritos), desarrollo de las actividades técnicas para la instalación de los instrumentos de medición de caudales y regulación de presiones por sectores definidos, controles de la información obtenida como apoyo al proceso de simulación matemática de la red de distribución, entre otros.

**Tabla A2.2 Problemas operacionales**

Operación Operation	Mantenimiento Maintenance	27	Excesivo tiempo de reacción para reparación de tuberías rotas The reaction time for the repair of the damaged pipes is too long
		28	No hay mantenimiento preventivo de la red No preventive maintenance of the network
	Producción Production	29	Producción de agua mayor que la demandada Water production is higher than water demand
		30	Falta de detección de fugas en las estaciones de bombeo Lack of leak detection in the pumping stations
		31	Bombeo directo de los pozos de la red de distribución Direct pumping from wells to the distribution network
	Monitoreo Monitoring	32	No se revisan periódicamente las fuentes de abastecimiento The supply sources are not revised periodically
		33	Desconocimiento del agua producida y consumida Water production and water consumed is unknown
		34	Falta de una contabilización del agua que entra y sale Lack of flow record (influent/effluent)
		35	Falta de indicadores de desempeño para calcular el ANF Lack of performance indicators to calculate NRW
	Almacenamiento Reservoir	36	Rebalses de tanques Overflow of tanks
		37	Rebose de tanques Tanks overflowing
	Sistema de tuberías Piping System	38	Rotura de tuberías por compactaciones inadecuadas Broken pipes due to inadequate compaction
		39	Tuberías obsoletas Old pipes
		40	Rompimiento de tuberías debido al golpe de arriete Broken pipes due to the water hammer effect
		41	Rotura de tuberías por movimientos sísmicos Broken pipes due to seismic activities
		42	No hay revisión periódica de líneas de impelencia de los principales sistemas No periodic revision of the main pipes in the main systems
Acometidas domiciliarias Household		43	

No hay revisión y reparación sistemática de fugas que ocurren en las cajas de micro-medición

There is no systematic revision or repair of the leaks in the

	connections		micro-meter chambers
		44	Pérdidas en válvulas de control en micro-medidores Losses in the control valves in micro meters
	Calidad del servicio Service Quality	45	Frecuencias con que se hacen las descargas en la conducción y en la red The frequency of the discharges in the pipes and the networks (intermittent supply)
	Fugas Leakage	46	Hay muchas fugas visibles (superficiales) There are many visible (surface) leaks
		47	Los registros de reparaciones de fugas no han sido analizados para entender la tendencia de fugas Records of leak repair were not analized to understand leak tendency
		48	Fugas por mala colocación de accesorios Leaks due to misplaced accessories
		49	Redes con problemas serios de fugas Networks with serious leak problems
		50	Fugas en válvulas de control en las redes de agua Leaks in control valves in the network
	Control de presiones Pressure Control	51	La presión nocturna es muy elevada Pressure is too high at night time
		52	Falta de sectorización de redes No zoning of the networks
		53	Falta de sectorización No zoning
		54	No se cuenta con una sectorización No zoning

### A2.2.3 Problemas Administrativos/institucionales

Estos problemas están referenciados al desarrollo de las actividades técnicas y comerciales para el levantamiento y depuración del catastro de usuarios, levantamiento de la micromedición , reasignación de rutas y secuencias de acuerdo a los distritos y subdistritos generados en la red, recopilación y revisión de la base de datos del área comercial, auditorias de lectura y procesamiento de la información de consumos y facturación, Planificación de las actividades, materiales, tiempo y costos de reparación entre otros.

**Tabla A2.3 Problemas administrativos/institucionales**

Administrativos Administrative	1	Informática IT System	55	Actualización del sistema informático Update of the I.T system
	2	Financieros Financial	56	No hay arreglos presupuestarios para la reducción del ANF No budgetary arrangements for NRW reduction
			57	Falta de recursos financieros para enfrentar el problema Lack of financial resources to face the problem
	3	Planificación Planning	58	Los sistemas no reciben mantenimiento preventivo The system does not get preventive maintenance
			59	Falta de un plan de detección de fugas no visibles Lack of a plan to detect invisible leaks
			60	Falta de un programa de control de pérdidas No loss control program
			61	Plan de mantenimiento correctivo a la red No corrective maintenance plan for the network
			62	No hay reglamento para el reemplazo periódico de los medidores There is no regulation regarding periodical meter replacement
			63	Falta de planes para detección y reparación de fugas Lack of planning for leak detection and repairs
	4	Relaciones públicas Public Relations	64	No hay un plan sistemático para la sustitución de tuberías No systematic plan for pipe replacement
			65	Las cajas de medidores están llenas de basura Meter box filled with garbage
			66	Campaña de educación sanitaria Sanitary education campaign
			67	Falta de campaña de detección de fugas dentro de las viviendas Lack of a campaign for leak detection in households
			68	Falta de campañas para que los usuarios reporten fugas de agua Lack of campaigns for users to report water leaks
			69	Falta de campañas de divulgación para el uso adecuado del agua Lack of diffusion campaigns for adequate water use
	5	Auditoría Audit	70	Falta de campaña de divulgación de fugas en medidores Lack of a diffusion campaign for the meter leaks
			71	Las actividades de relaciones públicas no son suficientes Public relation activities are not enough
			72	Falta de una auditoría a los lectores Lack of audits for meter readers
	6	Comercial Commercial	73	No hay auditoría de medición No audits for the measuring
			74	Debiera haber auditorías de agua periódicas Water audits should be conducted periodically
75			No hay control de grifos públicos There is no control of public taps	
76			Control de los medidores de los grandes consumidores Meter control for high consumers	

			77	Reparto de agua en pipas Distribution of water by water tank truck
			78	No hay lectura constante de micro-medidores No constant reading of the micro-meters
			79	Información desactualizada de rutas y secuencias de conexiones The information on the connection routes and sequence is not up to date
			80	Sistema de comercialización desactualizado por clase de usuario The commerce system per type of user is not up to date
			81	Falta de catastro de usuarios Lack of users' record (cadaster)
			82	Los medidores averiados no se reemplazan Broken meters remain as they are without replacement
	7	Recurso humano Human Resource	83	Debe capacitarse al personal para que regule las conexiones ilegales The staff must be trained to control illegal connections
			84	Falta de personal que aplique ley Lack of staff to enforce the law
			85	No hay experiencia en la detección de fugas por sonido No experience in leak noise detection
			86	Pérdida de personal especializado Lose of specialized personnel
	8	Tarifa de agua Water tariff	87	Tarifas que cubran costos Tariffs to cover the costs
			88	Tarifas que mantengan su valor real en el tiempo Tariffs which keep their real value all the time
			89	La tarifa plana (consumo ajustado) puede no ser la adecuada (muy baja) The flat rate may not be adequate (too low)
			90	La tarifa del agua puede ser muy baja Water tariff may be too low
	9	Política institucional Institutional Policy	91	Las tapaderas de las válvulas son cubiertas por el recarpeteo de calles Valve covers are over-laid by road pavement
			92	No se le ha dado importancia al tema de ANF NRW topic has not been given importance
			93	El subsidio Subsidy
94			Falta de apoyo y coordinación con gobiernos locales Lack of support and coordination with local governments	
95			No hay involucramiento de las alcaldías para multar el mal uso del agua There is no involvement from the city halls to sanction (fine) the inadequate water use	
96			Falta de política institucional para la creación de la unidad para el manejo de la reducción del ANF Lack of institutional policy for the creation of the NRW reduction management unit	
		97	Falta de un presupuesto asignado para la reducción del ANF	

				Lack of budget allocation for NRW
			98	No hay un equipo de trabajo especializado en detección de fugas No special team for leak detection
			99	Falta de la unidad de ANF Lack of NRW unit

#### A2.2.4 Problemas Jurídicos (legales)

Estos problemas van dirigidos a los mecanismos legales regulatorios en cuanto a la legislación existente en nuestro país así como a los procesos de aplicación de multas por incumplimientos entre otros.

**Tabla A2.4 Problemas jurídicos (legales)**

Legales Legal	100	Colocación de materiales de mala calidad Installation of poor quality materials
	101	Deben crearse multas para aplicarlas The enforcement of fines must be created
	102	Falta de mecanismos legales para proceder por conexiones ilegales Lack of legal mechanisms to regulate illegal connections
	103	La legislación existente no es aplicada Existing legislation is not enforced
	104	La ley de ANDA no regula el ANF The ANDA law does not regulate NRW
	105	No hay legislación para el recurso hídrico There is no legislation for water resources
	106	No hay legislación para penalizar las conexiones ilegales No legislation to penalize illegal connections
	107	No hay tarifa de multas There is no tariff rate for fines
	108	No hay términos legales para regular las conexiones ilegales No legal terms to regulate illegal connections
	109	Revisión de la normativa vigente tarifaria Revision of the valid tariff norm

## **CAPITULO A3 AUDITORIA DEL AGUA**

Para el cálculo del balance del agua, tiene su principal dificultad en la evaluación de todos los componentes con total exactitud. Este cuantifica los volúmenes totales de agua dentro de un sistema, consumo autorizado, (facturado y no facturados, medidos y no medidos) y pérdidas de aguas (aparentes y reales).

Para la Auditoria del agua se ha tomado de base la terminología estándar del IWA (Asociación Internacional del agua).

### **A3.1 Metodología del análisis de la auditoria de agua**

Para realizar este análisis fue necesario apoyarnos en el manual de las mejores prácticas del IWA “Terminología Estándar y medidas de desempeño recomendadas”.

Una vez implementado el plan, habremos realizado varias metas previas, tales como: Formación de distritos y sub distritos, detectado y reparado fugas visibles y no visible, en redes de distribución, fugas en líneas de conducción, instalado cortinas de válvulas, tanques, haber instalado macro medidor y micro medidores, medición de flujos nocturnos, registrar el número y tipo de fugas, una contabilidad minuciosa de toda el agua que entra y sale de un sistema de servicios, incluyendo la inspección de los sistemas de registro, entre otras actividades que se desarrollaran en el plan de acción de este rubro. Para luego poder desarrollar un balance de agua e irlo mejorando en el tiempo, tanto en su aplicación como en la reducción del IANF.

**Definición estándar para el uso internacional Balance de Agua**

**Tabla A3.1 Componentes del balance de agua**

A	B	C	D	E	
Volumen de Entrada del Sistema $M^3 / year$	Consumos Autorizados $M^3 / year$	Consumos Autorizados y Facturados $M^3 / year$	Consumo Medido Facturado (incluyendo exportación de agua)	Agua Facturada $M^3 / year$	
			Consumo no Medido Facturado *		
		Consumos Autorizados y No Facturados $M^3 / year$	Consumo Medido No Facturado	NRW WATER	
			Consumo No Medido No Facturado		
	Pérdidas de Agua $M^3 / year$	Pérdidas Aparentes $M^3 / year$		Consumo No Autorizado	Agua no Facturada ** $M^3 / year$
				Medición Inexacta	
		Pérdidas Reales $M^3 / year$		Fugas en la Principales de Transmisión y Distribución	
				Fugas y Rebalses en los Tanques de Almacenamiento	
		Fugas en las Conexiones de Servicio hasta el Punto de Medición			

Por lo que se ha aplicado el procedimiento del IWA para desarrollar el balance del agua a nivel Nacional y por Regiones. El procedimiento cuenta de nueve pasos para obtener los resultados esperados,

Pasos implementados para la obtención del porcentaje del ANF: (ver tabla balance de agua)

1. Definir Volumen de entrada al sistema (Ingresarlo en la columna A)
2. Definir consumo medido y facturado y consumo medido y no facturado (columna D), ingresar el total en consumo autorizado y facturado (columna C) y agua facturada (Columna E).
3. Calcular el volumen de agua no facturado (Columna E) (volumen de entrada al sistema Columna A, menos agua facturada columna E)
4. Definir consumo medido no facturado y consumo no medido no facturado (columna D), transferir todo a consumo Autorizado y no facturado en Columna C.
5. Sumar los volúmenes de consumo autorizado y facturado y consumo autorizado y no facturado (en columna C), ingresar el total como consumo autorizado (Parte superior de columna B).

6. Calcular las pérdidas de agua (Columna B) (La diferencia entre volumen de entrada al sistema Columna A y consumos autorizados Columna B).
7. Calcular los componentes de Consumo No autorizado e inexactitudes en la medición. (Columna D); por los mejores medios posibles, sumarlos y el total ingresarlos en pérdidas aparentes (Columna C).
8. Calcular pérdidas Reales (Columna C), (Pérdidas de agua columna B, menos pérdidas aparentes columna C).
9. Calcular los componentes de pérdidas reales columna D, por los mejores medios posibles (análisis de flujo nocturno, frecuencias de las quebraduras/tasa de flujo/ cálculo de las duraciones, modelos, etc.) sumarlas y cruzarlas contra el volumen de pérdidas reales en Columna C. que fue derivada del numeral 8.

La información recabada para el presente ejercicio, proviene de varias fuentes, es de carácter oficial y corresponde a la gestión año 2010, en cuanto a la producción anual, consumo medido facturado, consumo no medido y facturado, cantidad de usuarios en base a número de conexiones y afectada esta por un promedio de 5 hab./conexión.

Tanto la producción como cantidad de habitantes beneficiados son datos estimados, fundamentados en historial de producción de los equipos de bombeo y/o aforos de fuentes y/o aforos volumétricos realizados por áreas especializadas de ANDA. Pues actualmente se carece de macro medición y la micro medición alcanza un 75.4%, de cobertura Nacional, del 100% de medidores reportados en estado funcionando (579,933 medidores al mes de diciembre de 2010), de acuerdo a datos del boletín estadísticos 422,639 medidores al mes de diciembre de 2005 que representan un 72.9%, presenta más de 7 años de servicio y el resto 157,294 medidores han sido instalados en los últimos cinco y medio años.

### **A3.2 Resultados de la auditoría de Agua.**

El balance del agua se ha desarrollado a Nivel Nacional y por Regionales de ANDA, donde el índice de agua no facturada anda en el orden desde el 27.4% al 58.3% en las Regionales y un promedio Nacional del 38.0%. de acuerdo a información preliminar recabada de lo que será el Boletín Estadístico de ANDA 2010.

Tabla A3.2 Componentes del balance de agua (Nivel nacional)

<b>COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUA</b>						
<b>ANDA (A NIVEL NACIONAL).</b>						
<b>VOLUMEN DEL INSUMO AL SISTEMA</b>	<b>CONSUMOS AUTORIZADOS (62.3%)</b>	CONSUMOS AUTORIZADOS (62.1%)	CONSUMO MEDIDO FACT. INCLUYE EXP. DE AGUA	163809,182	AGUA FACTURADA	
		226596,200	CONSUMO NO MEDIDO FACTURADO	62787,018		
	<b>226596,200</b>	CONS. AUTORIZ. Y NO FACTURADOS (2.1%)	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO	2986,966	AGUA NO FACTURADA	
		7658,887	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	4671,921		
<b>PERDIDAS DE AGUA (37.9%)</b>	PERDIDAS APARENTES (4.8%)	17506,027	CONSUMO NO AUTORIZADO	11378,918		138112,701
			MEDICION INEXACTA	6127,110		
	PERDIDAS REALES (31.0%)	FUGAS EN LAS PPALES. LINEAS Y REDES	62121,283			
<b>198112,701</b>	<b>112947,787</b>	FUGAS Y REBALSES EN TANQUES	7906,345			
		FUGAS EN CONEXIONES DOMICI	42920,159		<b>37.9%</b>	

Tabla A3.3 Componentes del balance de agua (Región Metropolitana)

**COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUA  
ANDA (REGION METROPOLITANA).**

VOLUMEN DEL INSUMO AL SISTEMA	CONSUMOS AUTORIZADOS (74,7%)	CONSUMOS AUTORIZADOS (62.1%)	CONSUMO MEDIDO FACT.INCLUYE. EXP. DE AGUA	106.771.733	AGUA FACTURADA
		136.248.897	CONSUMO NO MEDIDO FACTURADO	29.477.164	
	140.188.600	CONS. AUTORIZ. Y NO FACTURADOS (2.1%)	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO	1.536.484	AGUA NO FACTURADA
		3.939.703	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	2.403.219	
187.604.909	PERDIDAS DE AGUA (25,3%)	PERDIDAS APARENTES (3.1%)	CONSUMO NO AUTORIZADO	3.780.239	
		5.815.752	MEDICION INEXACTA	2.035.513	
	PERDIDAS REALES (22.2%)	FUGAS EN LAS PPALES.LINEAS Y REDES	22.880.306	2.912.039	
		FUGAS Y REBALSES EN TANQUES	2.912.039		
47.416.309	FUGAS EN CONEXIONES DOMICL.	15.808.212	27,40%		

Tabla A3.4 Componentes del balance de agua (Región Central)

**COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUA  
ANDA (REGION CENTRAL).**

VOLUMEN DEL INSUMO AL SISTEMA	CONSUMOS AUTORIZADOS (53,6%)	CONSUMOS AUTORIZADOS (62.1%)	CONSUMO MEDIDO FACT.INCLUYE. EXP. DE AGUA	20.113.757	AGUA FACTURADA
		36.786.033	CONSUMO NO MEDIDO FACTURADO	16.672.276	
	38.063.786	CONS. AUTORIZ. Y NO FACTURADOS (1.8%)	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO	498.324	AGUA NO FACTURADA
		1.277.753	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	779.429	
70.986.289	PERDIDAS DE AGUA (46,4%)	PERDIDAS APARENTES (3.8%)	CONSUMO NO AUTORIZADO	1.753.361	
		2.697.479	MEDICION INEXACTA	944.118	
	PERDIDAS REALES (42.6%)	FUGAS EN LAS PPALES.LINEAS Y REDES	16.623.763	2.115.752	
		FUGAS Y REBALSES EN TANQUES	2.115.752		
32.922.503	FUGAS EN CONEXIONES DOMICL.	11.485.509	48,20%		

Tabla A3.5 Componentes del balance de agua (Región Occidental)

<b>COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUA ANDA (REGION OCCIDENTAL).</b>						
VOLUMEN DEL INSUMO AL SISTEMA	CONSUMOS AUTORIZADOS (59,2%)	CONSUMOS AUTORIZADOS (62.1%)	CONSUMO MEDIDO FACT.INCLUYE. EXP. DE AGUA	<b>24.434.588</b>	AGUA FACTURADA	
		<b>35.820.705</b>	CONSUMO NO MEDIDO FACTURADO	<b>11.386.117</b>		
	<b>37.599.389</b>	CONS. AUTORIZ. Y NO FACTURADOS (2.8%)	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO	<b>693.687</b>	AGUA NO FACTURADA	
		<b>1.778.684</b>	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	<b>1.084.997</b>		
63.524.417	PERDIDAS DE AGUA (40,8%)	PERDIDAS APARENTES (3.9%)	CONSUMO NO AUTORIZADO	<b>1.610.344</b>		<b>27.703.712</b>
		<b>2.477.452</b>	MEDICION INEXACTA	<b>867.108</b>		
	PERDIDAS REALES (36.9%)	FUGAS EN LAS PPALES.LINEAS Y REDES	<b>12.896.167</b>	FUGAS Y REBALSES EN TANQUES		
		<b>1.641.330</b>				
<b>25.925.028</b>	<b>23.447.576</b>	FUGAS EN CONEXIONES DOMICI.	<b>8.910.079</b>	<b>43,60%</b>		

Tabla A3.5 Componentes del balance de agua (Región Oriental)

<b>COMPONENTES DEL BALANCE DE AGUA ANDA (REGION ORIENTAL).</b>						
VOLUMEN DEL INSUMO AL SISTEMA	CONSUMOS AUTORIZADOS (45,1%)	CONSUMOS AUTORIZADOS (62.1%)	CONSUMO MEDIDO FACT.INCLUYE. EXP. DE AGUA	<b>12.489.104</b>	AGUA FACTURADA	
		<b>17.740.565</b>	CONSUMO NO MEDIDO FACTURADO	<b>5.251.461</b>		
	<b>19.188.737</b>	CONS. AUTORIZ. Y NO FACTURADOS (3.4%)	CONSUMO MEDIDO NO FACTURADO	<b>564.787</b>	AGUA NO FACTURADA	
		<b>1.448.172</b>	CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO	<b>883.385</b>		
42.593.286	PERDIDAS DE AGUA (54,9%)	PERDIDAS APARENTES (5.3%)	CONSUMO NO AUTORIZADO	<b>1.467.339</b>		<b>24.852.721</b>
		<b>2.257.444</b>	MEDICION INEXACTA	<b>790.105</b>		
	PERDIDAS REALES (49.6%)	FUGAS EN LAS PPALES.LINEAS Y REDES	<b>11.630.908</b>	FUGAS Y REBALSES EN TANQUES		
		<b>1.480.297</b>				
<b>23.404.549</b>	<b>21.147.105</b>	FUGAS EN CONEXIONES DOMICI.	<b>8.035.900</b>	<b>58,30%</b>		

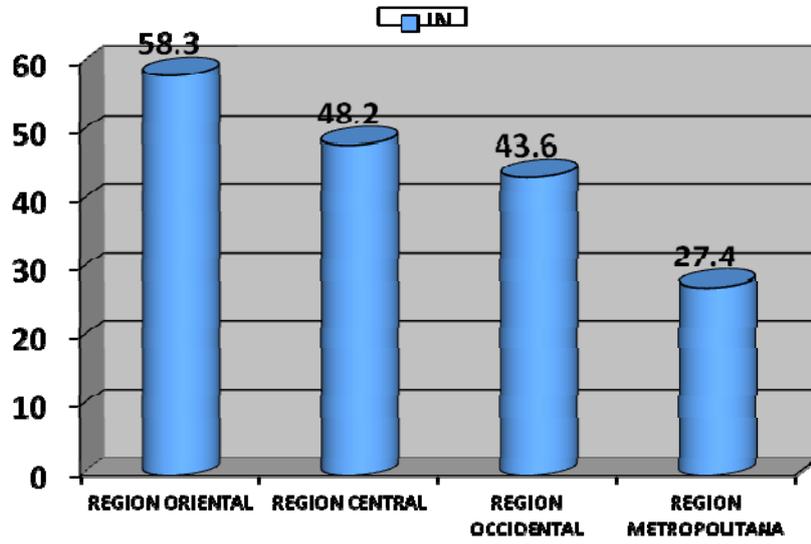


Fig. A3.1 Grafica del índice de ANF por región

### **A3.3 Dificultades de la auditoria de agua bajo la situación actual**

Entre las dificultades registradas en el proceso de auditoría de agua, bajo situación actual están:

- Falta de exactitud en los datos de producción, pues se carece de macro medición.
- Falta de exactitud en los datos de facturación, pues el porcentaje de micro medición es considerable pero un 73% del total instalados, presentan más de 7 años de servicio y los datos de lectura no son confiable. (no se cuenta con una auditoria de lectores y el alto porcentaje de reclamos por alto consumo medido).
- Los datos de información son pocos y erráticos.
- No se cuenta con informes de presiones en las redes (mínimo consumo horario, máximo consumo diario y máximo consumo horario).

#### **Fuente de información**

La fuente de información proviene de varias fuentes, la cual se analiza y se procesa, entre otras fuentes están:

- **Las Gerencias Regionales**
- **Gerencia Comercial**
- **Unidad de Planificación.**

El método utilizado es de estimación, lo cual representa algo muy subjetivo, no garantiza la calidad en los resultados; por lo que nuestro estudio se vuelve una línea base para cuando se cuente con los sistemas de medición, personal capacitado en todas sus áreas de acción de un sistema de abastecimiento de agua potable, sistema de información gerencial. Lo cual permitirá trabajar con información más cercana a la realidad, hasta alcanzar nuestros límites propuestos de acuerdo a capacidad instalada.

El presente Plan Para el Manejo en la Reducción del ANF, representa una herramienta básica, que una vez implementado, se garantiza desarrollar una auditoria del agua con alto nivel de exactitud, lo cual permitirá mantener el control y reducción constante en el tiempo del índice de agua no facturada.



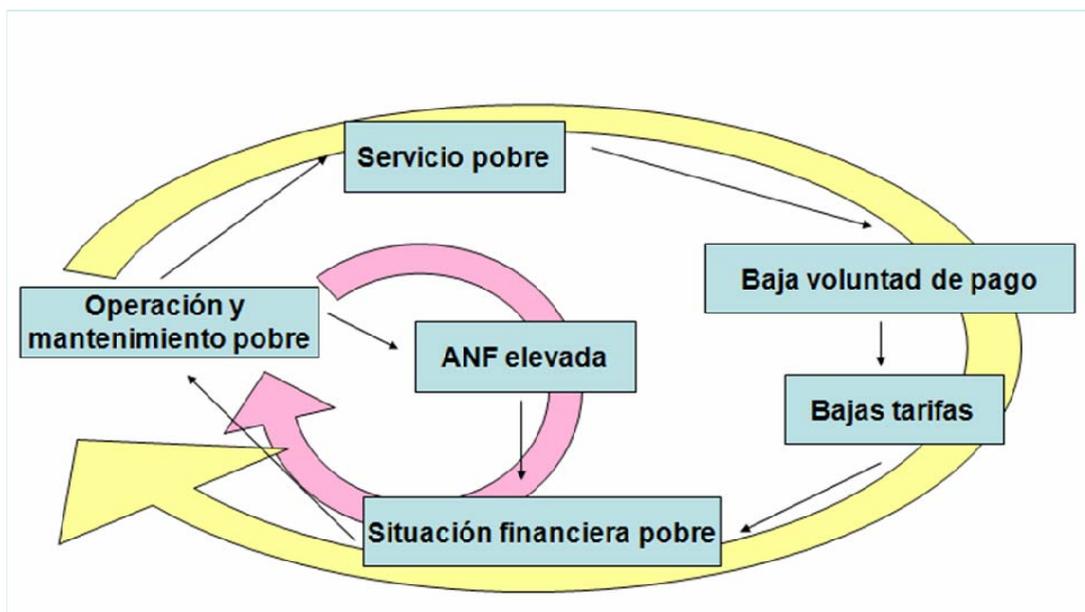
**PARTE B: PLAN FUTURO; PLAN A LARGO  
PLAZO PARA LA REDUCCION DEL AGUA NO  
FACTURADA (RANF)**



## CAPITULO B1 POLITICAS DE ANDA PARA LA REDUCCIÓN DEL ANF

La política de ANDA va focalizada hacia una Gestión Eficiente del agua y Tener Clientes satisfechos, a través de la reducción de ANF.”

Donde ya se han dado algunos pasos importantes como la implementación de un nuevo pliego tarifario, acortando este la brecha entre los costos totales y los ingresos, esto ha permitido mejorar la situación financiera de ANDA, mejorar la operación, el mantenimiento, el servicio prestado a cierto sectores que presentaban serios problemas de abastecimiento, así como también la voluntad de pago. Vamos en camino hacia la reversión del círculo vicioso del ANF, que se presenta en el siguiente diagrama.



**Fig. B1.1 Círculo vicioso del ANF**

El siguiente cuadro muestra cuales son los objetivos de ANDA según lo planteado en el Plan Estratégico Institucional de ANDA 2009-2014. Específicamente en los numerales IV y V, Servicios y atención eficiente y Fortalecer ANDA como Institución autofinanciable de servicios públicos y modernizarla administrativamente, esto nos enfoca hacia metas concretas, tales como:

- Reducción del ANF
  - Mejora la situación financiera de ANDA
  - Mejora la operación y mantenimiento
  - Mejora la condición de las instalaciones
  - Mejorar el servicio de abastecimiento de agua
- ↓
- ¡Usuarios beneficiados!

## CUALES SON NUESTROS OBJETIVOS?

### OBJETIVO DE DESARROLLO:

Gestionar agua para todos de manera sustentable e integral  
Garantizando el derecho humano al acceso universal del recurso  
hídrico en El Salvador.

**I. Agua para todos (as) y de buena calidad.**

**II. Contribuir a incrementar los niveles de acceso al agua y al saneamiento en las zonas rurales del país.**

**III. Reducir a la mitad, para el 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible de agua potable y a servicios básicos de saneamiento a nivel nacional.**

**IV. Servicios y atención eficiente.**

**V. Fortalecer ANDA como institución autofinanciable de servicio público y modernizarla administrativamente.**

A través del programa de desarrollo de capacidades para el mejoramiento de la Gestión Institucional, financiado por JICA, la Institución experimentara logros de impacto en su proceso de modernización, ordenamiento de sus bases de datos, catastro de usuarios, informática moderna y con capacidad de acuerdo a las capacidades instaladas de ANDA, a efecto de tener una gestión eficiente y eficaz, alcanzado la autosostenibilidad y sobre todo proteger el recurso hídrico y brindar un buen servicio que beneficie en forma directa a los usuarios.

La institución hará los esfuerzos necesarios para reducir el ANF mediante las siguientes acciones:

- Destinar una partida presupuestaria para la implementación y fortalecimiento de la unidad de ANF en las oficinas regionales y una unidad central Control que coordine todo este esfuerzo.
- Formar las unidades de ANF con el personal que ha sido capacitado por la misión de expertos de JICA.
- Fortalecer el catastro nacional de redes y relacionarlo con el sistema comercial.
- ANDA quiere implementar la RANF para mejorar su situación financiera y con esto dará un mejor servicio a los usuarios, con criterio de eficiencia y racionalización.
- ANDA concientizará a la población y promoverá la participación ciudadana en el ahorro y manejo sostenible del agua potable.
- ANDA ampliará la cobertura de los sistemas de agua potable.
- ANDA será fortalecida como institución autofinanciable de servicio público.
- ANDA contribuirá a incrementar los niveles de acceso al agua y al saneamiento en las zonas rurales del país.
- ANDA proporcionará un servicio sostenible y mejorará notablemente los indicadores de eficiencia y atención a los usuarios.
- ANDA reducirá el número de fugas y pérdidas de agua potable, con el objetivo de optimizar la producción.
- ANDA implementará la micro y macro medición mejorando los sistemas de medición de caudales en los sistemas de producción y hacer más eficiente el servicio y captar recursos.
- Con la RANF ANDA está realizando de forma práctica, con obras y con acciones concretas, la demostración de agua para todos.
- Con la RANF ANDA mejorará su imagen ante la población, ya que ésta será quien identificará cuáles son los cambios en la atención y las obras que ANDA realiza.
- ANDA aprovechará lo producido en agua con la reducción en las pérdidas del líquido por medio de la detección de fugas y reparación de las mismas.

La Política Institucional de ANDA, es:

***“Hacia una Gestión Eficiente del agua y Clientes satisfechos, a través de la reducción de ANF.”***

Porque es importante que ANDA cuente con Políticas Institucionales:

- Con la formulación e implementación de las Políticas Institucionales, se dará paso entre otras a una reestructuración interna de ANDA, permitiendo la generación de algunas Unidades Especializadas donde su función será el de ordenar las múltiples actividades en un frente común, para abordar la estrategia para la Reducción del Índice de Agua No Facturada.
- Asignación de presupuesto Anual, focalizado a la reducción del ANF.
- Tendremos mayor acercamiento a las comunidades, para mantenerles informados de las políticas institucionales y los beneficios que obtendrán, así como las múltiples maneras de trabajar de la mano para hacer un buen uso y manejo del agua.
- Las implementaciones de las políticas Institucionales permitirán reducir los costos totales de operación de los sistemas, a través de la eficiencia energética y la formación de Áreas de distritos de medición (ADMs).
- La población en general será totalmente beneficiada, recibiendo un servicio de calidad, cantidad y continuidad adecuada, facturación justa de acuerdo a su consumo, mejor atención al cliente y pronta respuesta a sus quejas y reportes de fallas en los sistemas.

## **CAPITULO B2 OBJETIVOS DE LA REDUCCIÓN DEL ANF**

### **B2.1 Nivel inevitable y permitido del ANF**

En el proceso de reducción del ANF, existen niveles de pérdidas reales que son inevitables, donde los costos serían tan elevados para eliminarlas, para ello es necesario implementar un plan de manejo de pérdidas reales activas.

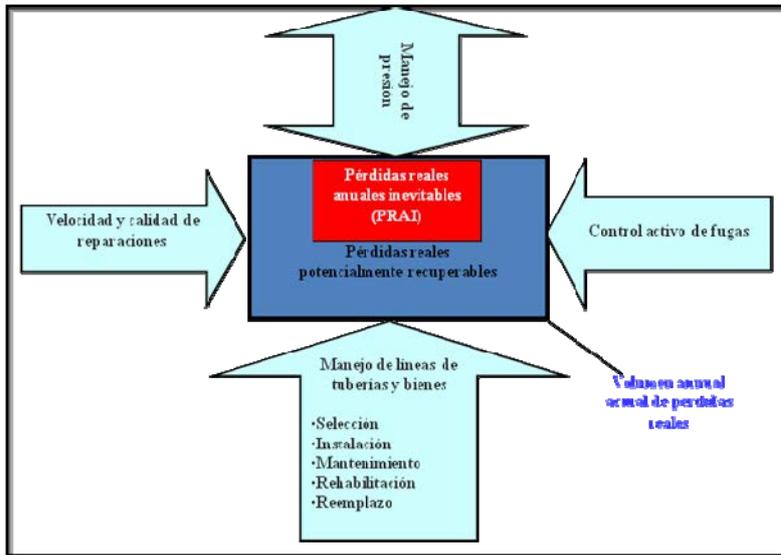
- ANF Inevitable
  - Pérdidas reales anuales inevitables (PRAI)

#### **Pérdidas reales anuales inevitables (PRAI).**

- Es imposible eliminar las pérdidas reales de un sistema de distribución
  - Algunas pérdidas son “inevitables”
  - Algunas fugas no se pueden detectar (son muy pequeñas para detectar) o poco económicas para reparar
- Un estimado de PRAI puede ayudar a evaluar la factibilidad de minimización de pérdidas reales.

Para ello existen Cuatro componentes de un manejo de pérdidas reales activa:

- Manejo de presiones
- Control activo de fugas
- Velocidad y calidad de reparaciones y
- Manejo de tuberías y bienes



**Fig. B2.1 Pérdidas reales anuales inevitables**

De la figura anterior se expresa lo siguiente:

Las Pérdidas reales anuales inevitables (PRAI) no se pueden reducir más. Las cuatro flechas nos ayudarán a que las pérdidas reales potencialmente recuperables disminuyan. El manejo de la presión está representado con doble flecha porque es necesario controlarla, ya sea bajándola o subiéndola para brindar un servicio de calidad.

### Cálculo de PRAI

- En base a análisis estadísticos de datos internacionales usados por la IWA, se desarrolló la ecuación para el cálculo de PRAI.
- Si el sistema es mantenido en buenas condiciones, las siguientes pérdidas se estiman como “inevitables”
  - 18 litros/km tuberías principales/día/metro de presión
  - 0.8 litros/conexión de servicio/día/metro de presión.
  - 25 litros/km/día/metro de presión.

$$\text{PRAI (L/día)} = (18 \times L_m + 0.80 \times N_c + 25 \times L_p) \times P$$

En donde:

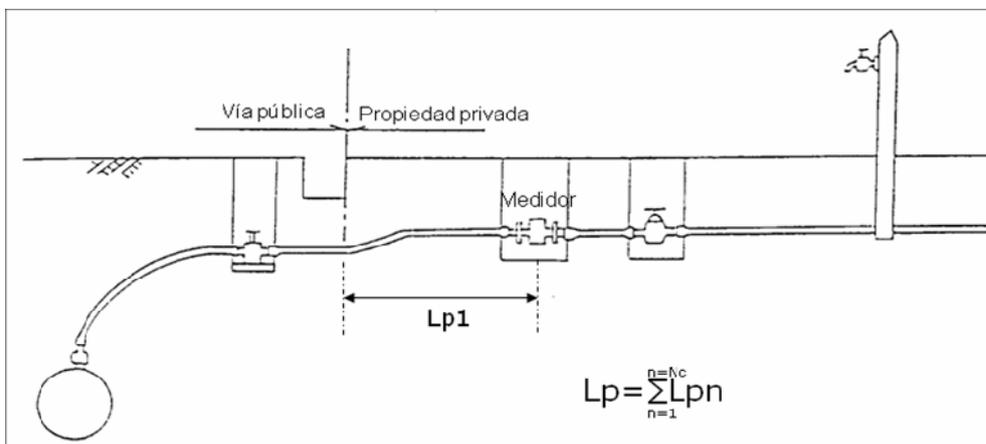
$L_m$  = largo de las tuberías en km.

$N_c$  = Número de conexiones de servicio

$L_p$  = Largo total de tuberías de conexión subterráneas en km. (entre la orilla de la calle y los medidores de los usuarios)

$P$  = Presión de operación promedio en mts.

La siguiente figura muestra un ejemplo del cálculo de la  **$L_p$** ; [Largo total de tuberías de conexión subterráneas en km. (entre la orilla de la calle y los medidores de los usuarios)]



**Fig. B2.2 Ejemplo de cálculo  $L_p$**

### **Ejemplo de cálculo de PRAI.**

En base a análisis estadísticos de datos internacionales, se desarrolló la ecuación, para el cálculo del PRAI. Si el sistema es mantenido en buenas condiciones, las siguientes pérdidas se estiman como “inevitables”:

- 18 litros/Km de tub. Ppales./dia/mts. De presión
- 0.8 litros/conexión/mts. De presión.
- 25 litros/Km/dia/mts. De presión.

Esta información viene de pruebas experimentales y estadísticas.

Aplicación para el calculo del PRAI.

- Información:

Largo de la tubería,  $L_m$  = 250 km.,

Número de conexiones de servicio,  $N_c$  = 20,000

Largo total de tubería privada, de los límites de la propiedad al medidor del usuario,  $L_p = 0$  km.,  
(Por ubicarse el medidor en un espacio público, la variable  $L_p=0$ ).

Presión promedio = 30 m,

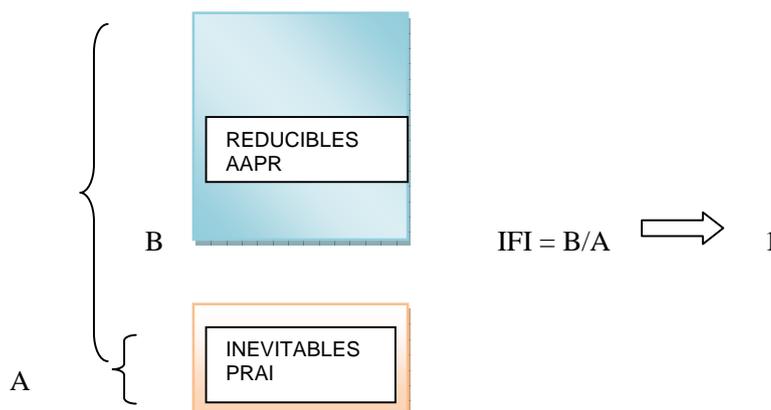
- Ejemplo de cálculo
- $PRAI$  (litros/día) =  $(18 \times L_m. + 0.8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P$   
 $= (18 \times 250 + 0.8 \times 20000 + 25 \times 0) \times 30 = 615,000$  L/día  
 $= 224,475$ , m<sup>3</sup>/año

### Índice de Fugas de Infraestructura (IFI)

- El IFI es una medida del que también una red de distribución es manejada para el control de pérdidas reales, en la presión de operación actual. Es la proporción del volumen Anual Actual de Pérdidas Reales (AAPR) para las Pérdidas Reales Anuales Inevitables (PRAI).

$$IFI = AAPR / PRAI$$

- Siendo una proporción/razón, el IFI no tiene unidades y por ende facilita la comparación entre países que utilizan unidades de medición distintas.
- Si el sistema de reducción de fugas es completado y no hay más fugas detectables, el volumen de pérdidas anuales reales (AAPR) se vuelve Pérdidas reales anuales inevitables(PRAI), y luego  $IFI = 1$



**Fig. B2.3 Índice de Fugas de Infraestructura**

Si  $B = A = 1$  se tiene un caso ideal se llega a pérdidas Inevitables

- Entre más pequeño el IFI, mejor el sistema (menos fugas); significa que su IFI es 1, el sistema es el ideal, pues no presenta fugas.

### Ejemplo de cálculo de IFI

- En el ejemplo anterior para el cálculo de PRAI, resultó 224,475, m<sup>3</sup>/año
- Si el AAPR fuera digamos 400,000 m<sup>3</sup>/año
- $IFI = 400,000 / 232,687 = 1.78$ .

### Categorías IFI del Banco Mundial.

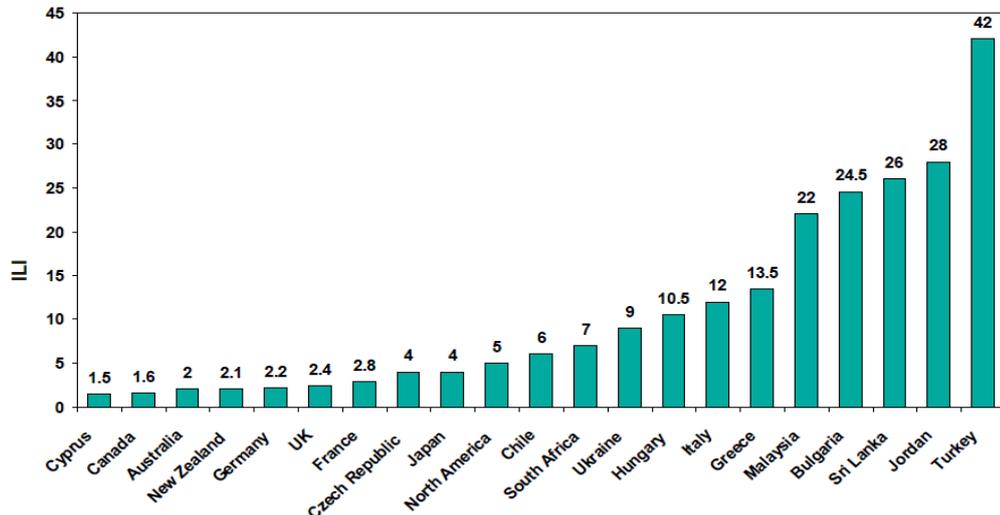
Tabla B2.1 Categorías de IFI del Banco Mundial

Rango IFI	Categoría de desempeño	Manejo de pérdidas reales
1 – 4	A	Más reducción de pérdidas puede resultar poco económico al menos que haya escasez: se requiere un análisis minucioso para identificar el mejoramiento de la efectividad de costos.
4 – 8	B	Potencial para mejoramientos remarcables: considerar manejo de presión, mejores prácticas de control activo de fugas, y mejor gestión de la red.
8 – 16	C	Registro de fugas pobre, tolerable solamente 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.
> 16	D	Uso de los recursos muy ineficiente: programas de reducción de fugas son imperativos y de alta prioridad.

Fuente: UNESCO-IHE, Saroj Sharma, Abril 2008, De Jij, Países Bajos

23

- **Valores de IFI alrededor del mundo.**



**Fig. B2.4 Valores de IFI alrededor del mundo**

NOTA: Esta figura es solamente para referencia. El número de datos es muy limitado para calcular el IFI representativo del país (1 a 5 datos de obras hidráulicas en los países respectivos) y el valor de IFI extremadamente alto puede ser por un abastecimiento intermitente de agua (pocas horas en el día, o pocos días en la semana).

### **El Índice de Pérdidas Apparentes (IPA)**

- Similar al concepto de IFI, un índice para las pérdidas aparentes ha sido recomendado por el grupo de operaciones de la IWA
- Índice de pérdidas aparentes (IPA) = PAAA / (5 % de las ventas de agua)

PAAA: Pérdidas Apparentes Anuales Actuales.

### **Pérdidas aparentes inevitables**

De la ecuación anterior de IPA, [5% de ventas de agua], Se puede estimar como pérdidas aparentes inevitables, de estándares internacionales y debido a la falta de planes reducción de agua no facturada.

### ANF Inevitable.

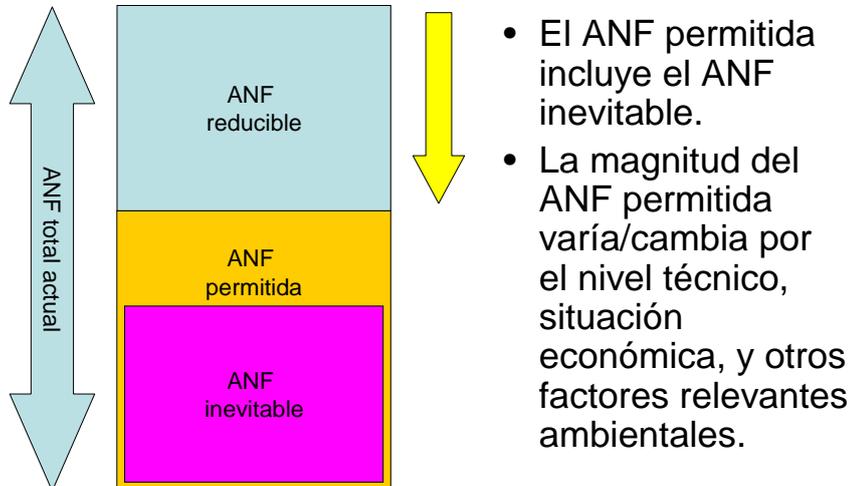
- PRAI y las pérdidas aparentes inevitables (5% del total de ventas de agua) se basa en ecuaciones o estimaciones experimentales
- Generalmente las PRAI se calculan como 2 a 4% de la producción total de agua para muchas obras hidráulicas.

De acuerdo a los datos estándares internacionales según la IWA, y sobre la base de nuestra situación actual de no contar con un plan para la reducción del Agua No Facturada, tomaremos para nuestro análisis un porcentaje de agua no facturada inevitable según detalle:

5% para pérdidas reales (2 a 4 % antes expuesto + 5% para pérdidas aparentes = 10 %

- El porcentaje de ANF inevitable será el 10% de la producción total de agua.

## ANF permitida



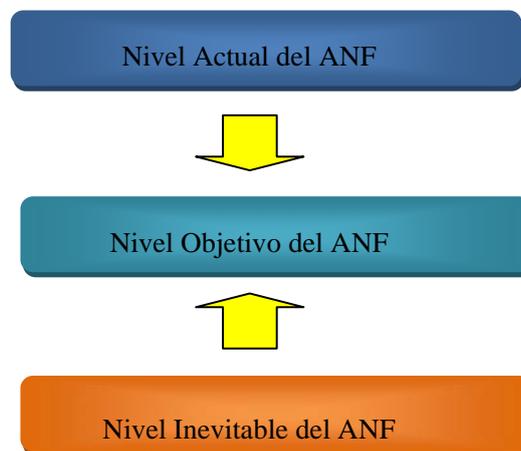
**Fig. B2.5 ANF permitida**

Si se experimenta escasez de agua el ANF permitida vá a estar muy cerca del ANF Inevitable.

## B2.2 Objetivo de la reducción del ANF

El objetivo de la reducción del ANF es: El de mejorar sustancialmente el servicio de agua potable a los usuarios, a través del aprovechamiento máximo del agua necesaria producida y servida en calidad, cantidad, continuidad y presiones de trabajo adecuada de la red.

El porcentaje objetivo del ANF (u otro IDF) existe entre el nivel actual del ANF y el nivel inevitable del ANF, ambos en dirección hacia el nivel objetivo del ANF.



**Fig. B2.6 Objetivo de la reducción de ANF**

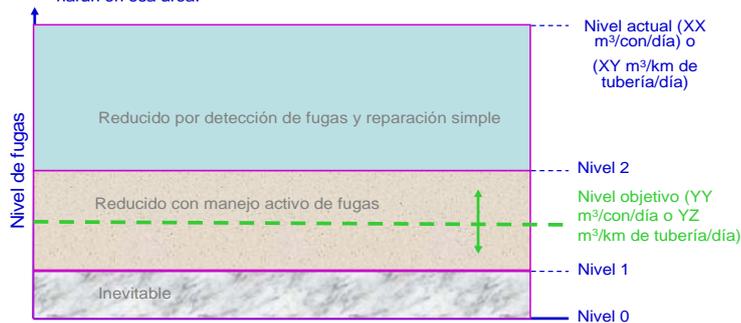
Aunque el nivel objetivo del ANF no es necesariamente exactamente el mismo que el “Nivel Permitido de ANF”, el “Objetivo” debe ser similar al “Nivel Permitido de ANF”.

Entre el ANF permitida, las fugas permitidas pueden entenderse como en la siguiente figura.

### Nivel de fugas permitido

- Establecer un nivel de fugas permitido será de asistencia si estudios de detección de fugas son necesarios en esa área o no.

Por ejemplo, Tokio ha establecido un nivel permitido de fugas de 20 L/km de tuberías principales/min (28.8 m<sup>3</sup>/km de tuberías/día). Si en algún área se encuentra un nivel de fugas menor que ese, las obras de detección de fugas no se harán en esa área.



**Fig. B2.7 Nivel de fugas permitido**

### ANF OBJETIVO

- En la figura anterior, el nivel de fugas se muestra como XX m<sup>3</sup>/con/día o XY m<sup>3</sup>/km de tubería/día
- Este tipo de ID (Indicadores de Desempeño) es muy útil para juzgar si más obras para reducción de fugas son necesarias o no
- Sin embargo, el “ANF Objetivo” debe ser fácil de entender para todos.
- Por tanto se recomienda expresar el “ANF Objetivo” en porcentaje.
- Porcentaje de ANF Objetivo para nuestro Plan es del (25.0%)

### Ejemplo de porcentaje de ANF

- El comité de detección de fugas y contabilidad de AWWA (1996) recomendó el 10% como estándar de comparación para el agua no facturada (ANF).
- Recomendó niveles y acciones necesarias

**Tabla B2.2 Porcentaje de ANF**

Menos del 10%	Aceptable, monitoreo y control
10 – 25 %	Intermedio, puede ser reducido
Más del 25 %	Preocupante, requiere reducción

## Objetivo de ANDA

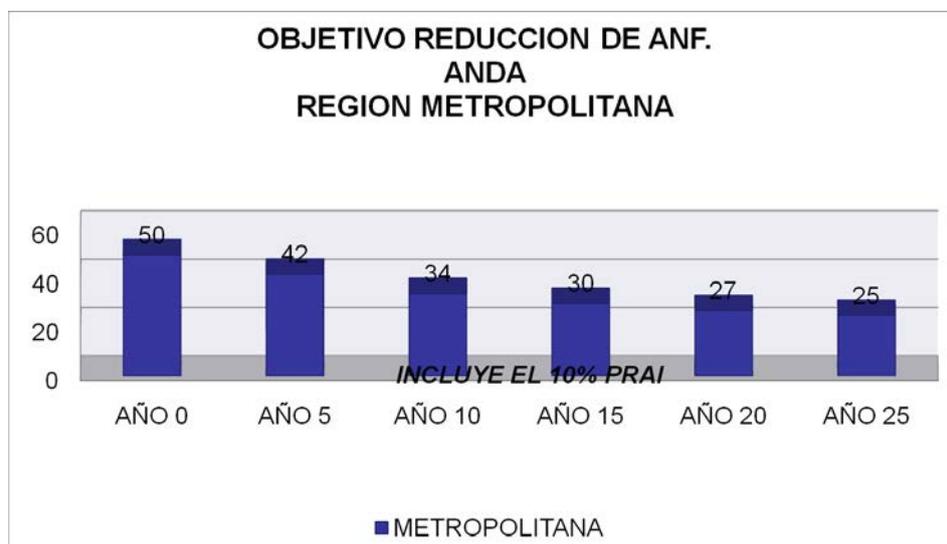
Objetivos de la reducción del ANF.

Su objetivo final es el de “Mejorar El Servicio a los Clientes”.

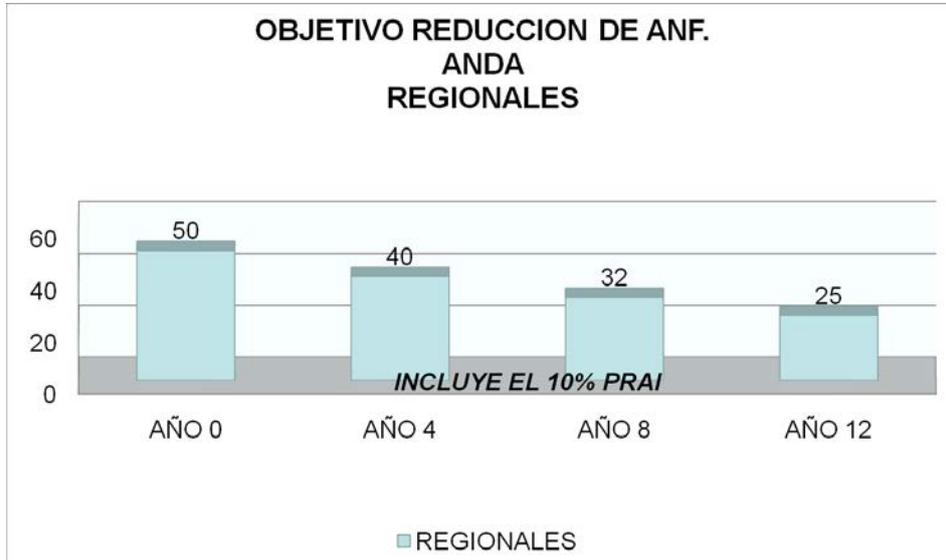
Para el Presente Plan, como línea base se ha estimado un índice de ANF del 50% a nivel Nacional. De esto existe un Nivel de perdidas Inevitable, el cual normalmente es del 10%. En los bloques modelos se ha logrado reducir un 25% el ANF incluyendo el 10% PRAI y según la AWWA (American Water Works Association), las obras hidráulicas deben mantener el porcentaje de ANF en el orden del 10 al 25%. Por tanto el objetivo para la reducción del ANF es alcanzar un: **25%**, alcanzable en un período estimado de 25 años para el gran San Salvador, y 12 años en las Regionales.

Tomando el período de tiempo, de acuerdo a la experiencia en los bloques modelos.

Lo importante es que las inversiones tendrán recuperaciones al corto y mediano plazo, permitiendo mantener en marcha el plan y el mejoramiento del servicio a los usuarios. A continuación se tienen las siguientes graficas de proyección de reducción de ANF:



**Fig. B2.8 Objetivo de la reducción de ANF, Región Metropolitana**



**Fig. B2.8 Objetivo de la reducción de ANF, Regionales**

**Conclusiones:**

- Fundamentados en una buena planificación de desarrollo institucional, permitirá orientar la inversión hacia las formación de distritos de medición, así mismo la implementación de la Macro y Micromedición que son vitales para la reducción del ANF.
- Las metas alcanzar por la Institución son agresivas, tomando en cuenta la vejez de las tuberías, el alto nivel de ANF, la falta de recursos económicos, etc. Sin embargo de acuerdo a los bloques modelos y pilotos ejecutados por las Gerencias Regionales, se han ganado muchos insumos de alta importancia, que permitirán reducir costos y otros agilizar los procesos de normalización de los sistemas, con esto las inversiones estarán siendo recuperadas al mediano plazo.
- Se ha iniciado dentro del marco del plan de medidas para la reducción de ANF, la adquisición de micro y macro medidores, mejoramiento del software de facturación, capacitaciones a lectores y fontaneros, detección y reparación de fugas en líneas de conducción y tanques de distribución, formación de las unidades de levantamiento del catastro técnico, sustitución de tramos de tubería convida útil avanzada, entre otras acciones.
- Se concluye que la meta en la reducción del índice de ANF alcanzara al largo plazo un 25%. Lo que permitirá mayores ingresos, mejor operación y mantenimiento de los sistemas, mejor



servicio a la población, recuperación de agua para atender la demanda insatisfecha, ordenamiento de los sistemas a través de la formación de los distritos de medición (ADMs), un mejor control de la auditoría del agua y del índice de ANF.

- Todas las acciones para la reducción de ANF están detalladas en el capítulo B-10. Su programación física y financiera.

## **CAPITULO B3 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN**

### **B3.1 Necesidades de medición de flujo/presión.**

Es de alta importancia que los sistemas de abastecimiento de agua potable, cuente con un adecuado sistema de medición domiciliar, lo cual garantizara hacer un cobro justo al usuario del servicio, como también facilitar los trabajos de reducción del agua no facturada; por lo que es muy importante que ANDA y cualquier operador de sistema de abastecimiento de agua, se de cuenta de:

- ¿Cuánta agua se produce?
- ¿Cuánta agua se bombea/transmite?
- ¿Cuánta agua se distribuye?
- ¿Cuánta agua se consume?
- ¿Cuánta agua se factura?

El flujo de agua varía por la presión del agua, la presión también debe ser medida en una ubicación en donde la presión fluctúe, como en una estación de bombeo, zonas de presión independientes en la red de distribución.

Conociendo la cantidad de flujo de agua, ANDA puede evaluar el desempeño; por lo que es importante desarrollar un plan de macro medición en zonas de producción, almacenamiento, distritos y subdistritos desarrollados.

Es importante que ANDA implemente medidas de mejoramiento en base a la evaluación de resultados.

Con la implementación de un plan de mejoramiento, ANDA puede mejorar el nivel de servicio para los clientes.

#### **Sistema de medición de flujo de agua**

- Ubicación clave para la medición de flujo
- Medidores de agua a adquirir deben cumplir especificaciones técnicas de calidad.
- Instalación estándar (especificaciones de trabajos de instalación y ubicación de instalación)
- Procesamiento de datos de lectura de medidores
- Legislación: Pertenencia de micro medidores.
- Regulación: Reemplazo periódico de micro medidores

- La necesidad de una Sección responsable de la medición del flujo de agua y procesamiento de datos.

### **Problemas actuales sobre el sistema de medición de flujo del agua**

- Falta de medidores (macro y micro medidores)
- Falta de sistema de procesamiento de datos integrado
  - La responsabilidad de la lectura la tiene el área comercial de ANDA, la cual debe contar con un constante monitoreo del estado físico y operacional del medidor, como también auditoría en la lectura del medidor, lo cual a la fecha no se da a plenitud.
  - Inicialmente las unidades responsables de la lectura de macro medidores serán las de Producción de cada Regional.
  - Las mismas unidades de lectura procesará los datos
  - Es Necesaria la Unidad Central de Control para el Manejo de la reducción del ANF (UCCRANF) (se describe su misión rol y actividades en el capítulo B9).

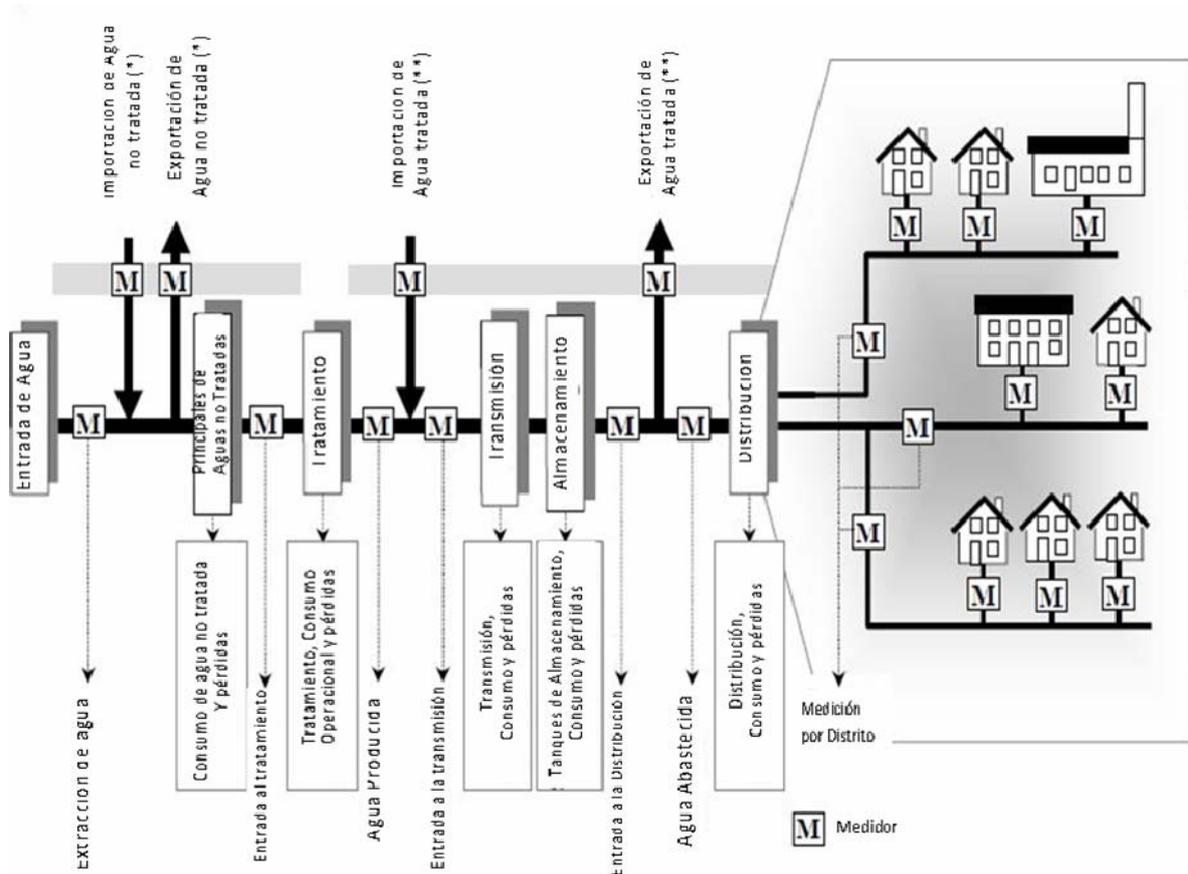
### **B3.2 Ubicación requerida para medición.**

Micro medidores en cada conexión domiciliar son propiedad del usuario, ANDA dará el mantenimiento preventivo programado y trabajos de calibración con el objetivo de ampliar con esto la vida útil de los medidores y la calidad en su lectura.

En la siguiente sección, se discute los Macro medidores.

El siguiente esquema nos muestra la ubicación recomendada para la instalación de macro medidores en un sistema de producción, almacenamiento y distribución de agua potable a la entrada de los distritos y subdistritos.

### Ubicación requerida de medición.



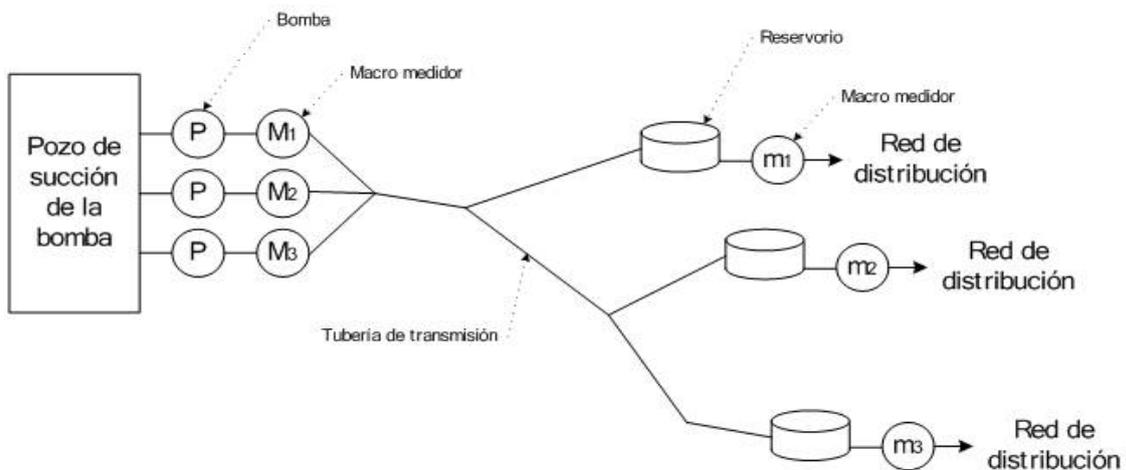
**Fig. B3.1 Esquema de ubicación requerida de medición**

- Instalaciones de producción
  - Planta de tratamiento de agua
    - Ingreso (agua cruda)
    - Egreso (producción total)
    - “Ingreso” – “egreso” = pérdida de tratamiento
  - Pozo de agua subterránea
    - Egreso (Producción total/abstracción)
- Cada salida de bomba respectiva en las estaciones de bombeo
  - Cada salida: evaluación de eficiencia de bomba

- Cada salida del reservorio respectivo

Comparando el volumen total bombeado y el efluente total de los reservorios aguas abajo, las pérdidas de agua en el sistema de transmisión/reservorio pueden ser calculadas.

### Medidores en el sistema de transmisión.



**Fig. B3.2 Medidores en el sistema de transmisión**

- Pérdidas de agua en transmisión y reservorios =  $(M1+M2+M3)-(m1+m2+m3)$

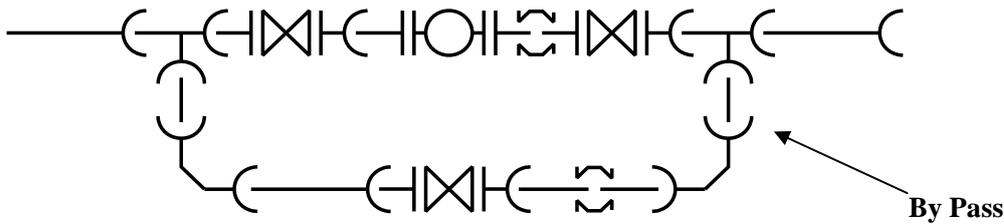
**Tipo de medidor (para macro medidor)**

**Tabla B3.1 Ejemplos indicativos de exactitud en medidores**

Medidor/metodo	Rango aproximado de exactitud
Electromagnético	<0.5 – 0.5 %
Ultrasónico	0.5 – 1.0 %
Inserción	<2.0 %
Mecánico	1.0 – 2.0 %
Venturi	0.5 – 3.0 %
Weirs	10 – 50 %
Volumen calculado con horas de operación de la bomba	10 – 50 %

**Instalación típica de macro medidor.**

- El macro medidor debe tener desviación para permitir su remoción para reemplazo/calibración periódica.



**Fig. B3.3 Instalación típica de macro medidor**

**Lectura de medidores y procesamiento de datos.**

Para cada macro medidor, una persona responsable (sección) debe ser claramente definida. Se debe preparar esta tabla para todos los macro medidores (el macro medidor en la planta de tratamiento, pozo, reservorio, etc.).

**Tabla B3.2 Lectura de medidores y procesamiento de datos**

**LECTURA DE MEDIDORES Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

<b>ACCION</b>	<b>SECCION RESPONSABLE (PERSONA)</b>
<b>LECTURA DE MEDIDOR</b>	AREA DE PRODUCCION C/REGION
<b>LECTURA DE MEDIDOR DATOS TRANSFERIDOS</b>	AREA DE PRODUCCION C/REGION
<b>INTEGRACION DE DATOS</b>	UNIDAD CENTRAL DE CONTROL ANF
<b>EVALUACION DE DATOS INTEGRADOS</b>	UNIDAD CENTRAL DE CONTROL ANF
<b>MANTENIMIENTO FISICO DEL MEDIDOR</b>	UNIDAD DE MANTENIMIENTO REGIONAL

**Calibración de Macro Medidores**

Usualmente los macro medidores del tipo electromagnético, son de gran tamaño y no es factible utilizar un macro medidor paralelo; por lo que se utilizan unos maletines especiales para su calibración, facilitados estos por la compañía que fabrica los macro medidores.

Si en la calibración se encuentran datos fuera de la capacidad de calibración el macro medidor este debe ser restituido.

### **B3.3 Micro-medidores.**

Detalle de aspectos físicos especiales acerca de los micro medidores, esto lo contempla el Capítulo B6 reducción de pérdidas aparentes.

Esta sección contempla el reemplazo periódico de los medidores.

#### **Reemplazo periódico de micro medidores.**

El beneficio principal se logra por el mayor recaudo por concepto de facturación, pues los medidores nuevos son más precisos y más sensibles al registro de menores caudales, este efecto puede ser atenuado en el tiempo por la reacción que debe registrar el usuario por el incremento en la facturación.

La exactitud de los medidores de agua de los clientes, es muy importante para ANDA y sobre todo para el beneficio del cliente pues con gusto pagara su recibo por el servicio de agua potable, si se le cobra, sobre la base de una buena lectura y medidor.

Para reducir las «pérdidas aparentes», la exactitud de los micro medidores debe ser mantenida a un alto nivel.

Si el medidor está averiado, dañado, robado, el lector del medidor debe informar al jefe de la sección y este deberá tomar acción para el reemplazo del medidor sin retrasos. (Capacitación/instrucciones, para el lector de medidores será requerido).

El decreto tarifario vigente contempla en el Art. 5-A, Luego de instalado el medidor, si la ANDA determina que este ha dejado de funcionar correctamente, lo informara al usuario y procederá a su reemplazo sin costo para el mismo, siempre que verifique por parte de la ANDA que el mismo no hubiese sido dañado por el usuario y no hubiese transcurrido un año desde su instalación. Caso contrario la ANDA cargara a la cuenta del usuario el valor del mismo y el de la instalación, pudiendo pagar dicho monto a solicitud del usuario en cuotas fijas y sucesivas en un plazo de entre 3 y 12 meses sin ningún tipo de recargo.

El reemplazo periódico de micro medidores, deberá estar fundamentados en varios parámetros entre otros: vida útil del medidor de acuerdo a lo indicado por el fabricante de cada marca que se instale, condiciones de trabajo del medidor, (humedad, enterrado por falta de limpieza de parte del propietario, sometido a altas presiones, servicio intermitente en el sector, dureza del agua,

mantenimiento preventivo periódico, etc), sobre esta base es necesario el monitoreo de la exactitud del medidor en forma periódica, por lo menos cada seis meses; una vez identificado que el nivel de precisión sobre pasa los límites de precisión estipulados por el fabricante, deberá implementarse un plan de reemplazo del parque de medidores. Por lo que el tiempo de reemplazo estará supeditado a la marca y estudios del funcionamiento de los mismos, lo cual puede resultar dependiendo de lo antes expuesto 3 años, 4, 5, 6 o 7 años.

Esto no significa que los costos de sustitución del medidor sean asumidos por ANDA, serán cobrados al usuario, para lo cual se propondrá facilidades en la forma de pago. En el sistema de servicio de ANDA, el medidor de agua es propiedad del cliente.

#### **Propiedad de los micro medidores**

En el sistema de servicio de ANDA, el medidor de agua es propiedad del cliente, esto puede dificultar la aplicación del reglamento del reemplazo periódico del micro medidor. Se deberán implementar acciones a fin de informar al usuario sobre la necesidad del reemplazo periódico del medidor, explicando las ventajas de contar con medidores nuevos.

### **B3.4 Planes de acción para el mejoramiento del sistema de medición**

#### **Acción requerida**

- Reajuste legal (Propiedad del medidor para nuestro caso será del usuario)
- Mejoramiento del reglamento (calibración periódica de los macro medidores, reemplazo periódico de los micro medidores)
- La sección responsable de la medición, será el área comercial, el mantenimiento de los medidores, unidades de medición de cada oficina regional (el presente plan contempla la implementación de talleres de medidores y banco de análisis de medidores)
- Instalación de medidores (Macro medidores áreas de producción y Micro medidores área de comercialización de cada Regional).

### **Reajuste legal**

En el sistema de servicio de ANDA, el medidor de agua es propiedad del cliente y seguirá siendo así, esto no significa que las responsabilidades son totalmente del usuario ya que ANDA tiene la responsabilidad de darle mantenimiento en el sentido de verificar la exactitud de los medidores de agua de los clientes, pero en los aspectos de mantenimiento, limpieza, legalidad de la ubicación, es responsabilidad del usuario.

### **Mejoramiento del reglamento para macro medidores**

- La ubicación de los macro medidores debe ser claramente definida de acuerdo a las especificaciones del fabricante para garantizar su buen funcionamiento.
- El tipo de medidor e instalación estándar deben ser autorizados por ANDA
- La sección responsable debe ser la unidad de producción de cada regional.
- Estas acciones se recomienda abordarlas de inmediato para su instalación a nivel de plantas potabilizadoras, plantas de bombeo, pozos profundos, tanques de distribución y en sectores o distritos de distribución bien definidos, y en forma general una vez definidas Las políticas Institucionales que den paso a este tipo de decisión.
- Se han definido costos estimados del proceso, tomando en cuenta la capacidad instalada de los sistemas de abastecimiento de agua potable de ANDA y proyecciones de sectorización.

### **Mejoramiento del reglamento para micro medidores**

- En cuanto al reemplazo periódico de medidores, este debe realizarle entre 7 a 10 años como máximo, aunque el medidor funcione.
- Es necesario el mejoramiento del reglamento para la macro y micro medición.
- Debe existir una Unidad responsable, para el control estricto del parque de medidores (macros y micros), sus mantenimientos cuándo será llevado a cabo (cronograma), cuánto será necesario (presupuesto), debe ser considerado y planeado.

### **Instalación de medidores: Macro medidores**

- En base a «ubicación definida de macro medidores», número, tamaño del macro medidor puede ser enlistado.
- En base a la «instalación estándar» los materiales necesarios para la instalación del macro medidor (no solamente el medidor) serán definidos.
- Sobre la base de lo anterior, el presupuesto estimado puede ser ajustado en la marcha, así mismo el cronograma de la instalación.

### **Acciones:**

#### **1. Identificación de ubicación de medición.**

- a) Identificación de los micro medidores que serán sustituidos
- b) Identificación de plantas de tratamiento, pozos de agua, rebombeo, tanques y otros, donde se instalara macro medidores y el tipo de estos de acuerdo a las características que presente cada ubicación definida pueden ser (electromagnético, ultrasónico, inserción, mecánico).

#### **2. Adquisición de medidores.**

Se deberá de programar la adquisición de los micro y macro medidores de acuerdo a las necesidades, y considerar el remplazo periódico.

#### **3. Trabajo de instalación de medidores.**

Programar de acuerdo a las necesidades, y tomando en cuenta la capacidad instalada o contratación de personal eventual para realizar dicha acción.

#### **4. Establecimiento de sistema de lectura.**

Establecimiento de rutas de lectura, procesamiento de datos, establecimiento de un sistema skada para obtención de la producción de agua en forma instantánea y acumulada, en un centro de control de la producción para cada regional, sería lo ideal, se recomienda iniciar un proyecto piloto y poder replicarlo de acuerdo a la capacidad económica de la institución.

## **CAPITULO B4 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMÁTICA**

### **B4.1 Necesidad de mejoramiento del sistema de informática.**

Es necesario contar con información actualizada y ordenada tanto del catastro técnico como del catastro de usuarios, la cual nos permitirá tomar decisiones precisas para el manejo en la reducción del ANF, operación, mantenimiento preventivo y correctivos, ampliaciones de cobertura, calidad del servicio por zona en cuanto a presiones, horarios de servicio, calidad del agua, tipo, clase, diámetro, tiempo de servicio de la tubería instalada; entre los problemas actuales a superar con el presente plan entre otros están:

#### **Problemas actuales**

- Los datos, planos son viejos, están dispersos y perdidos
- Mucha información «en papel»
- No hay sistema de integración (no hay relación entre los datos, por ejemplo, datos de la red y de los clientes)
- Por tanto, el sistema de inventario se vuelve difícil
- El mantenimiento preventivo, renovación oportuna son difíciles de planear.
- El software de facturación esta desactualizado y es necesaria su modernización, relacionándolo directamente con el área técnica (catastro técnico georeferenciado con datos completo del usuario).

#### **Contra medidas para los problemas actuales**

- La introducción del sistema de informática digitalizado es indispensable. (Es factible utilizar la información catastral levantada por el CNR, esto facilitaría enormemente el proceso).
- El sistema de información/datos integrado como GIS mejorará la operación/mantenimiento, servicio al cliente y reacción ante emergencias de ANDA. Ya que este permitirá manejar una base de datos digitales con información pormenorizada de los sistemas desde la fuente, conducción, almacenamiento, red de distribución, puntos de instrumentación (macromedidores, válvulas reguladoras de presión, etc.), conexiones domiciliarias con información completa, diámetros y clase de tubería que facilitaran la ampliación de los sistemas, entre muchas ventajas mas.

- Además, contribuirá a la futura expansión del sistema, renovación oportuna y mantenimiento preventivo.

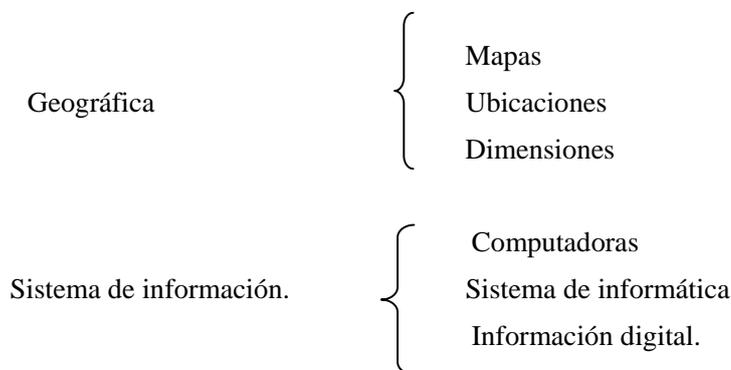
#### **B4.2 Sistema de inventario de ANDA introduciendo GIS**

El Sistema de Información Georeferenciada es un sistema integrado compuesto por hardware, software, personal, información espacial y procedimientos computarizados, que permite y facilita la recolección, el análisis, gestión o representación de datos espaciales

Para el manejo del GIS se requiere de información:

- Información de los recursos exacta, completa, oportuna, consistente y accesible
- Un entendimiento de la interacción entre los múltiples recursos distribuidos geográficamente

Los (GIS) proveen la tecnología esencial para el manejo de información:



**Fig. B4.1 Tecnología para el manejo de información GIS**

#### **Introducción del sistema GIS**

Se debe considerar el diseño completo, el plan para el sistema de GIS de ANDA, para dicho propósito, se recomienda asignar una compañía consultora/software para desarrollar un sistema de GIS a medida para ANDA.

El sistema debe ser expandible y flexible y los datos básicos deben ser recolectados por ANDA, tales como:

- Planos de instalaciones de producción
- Planos de la red de tuberías
- Base de datos de los clientes, etc.

Esta recolección de datos básicos o mejoramiento puede ser iniciada por ANDA lo antes posible

### **Recolección de datos básicos**

ANDA puede iniciar con la digitalización de la “información en papel” (datos, planos), si esta información puede ser digitalizada con un formato popular (como Excel, AutoCad, etc.), estos datos podrán ser integrados en el futuro sistema de GIS sin dificultad

### **B4.3 Mejoramiento de base de datos de los usuarios**

ANDA ya tiene una base de datos de los clientes para propósitos de facturación.

Sin embargo, encontramos que algunos datos no son representativos a la situación actual a través de nuestras actividades en los bloques modelo.

Para mejorar y actualizar la base de datos de los clientes, acciones especiales pueden ser requeridas.

Posibles medidas para actualizar la base de datos de los clientes.

Una de las posibles medidas es la investigación de puerta a puerta, como la que se condujo como parte de las actividades de los bloques modelo. Esta metodología se describe en el capítulo B5

La información de la base de datos puede ser confirmada y la condición de los micro medidores puede ser confirmada al mismo tiempo. A través de la implementación de una consultoría o trabajo interno de ANDA del levantamiento y depuración del catastro de usuarios.

#### **B4.4 Planes de acción para el mejoramiento del sistema de informática**

##### **1. Recolección de datos básicos.**

A la fecha Anda ya inicio la etapa de recolección de información como planos, levantamiento de predios, proyectos ejecutados, urbanizaciones incorporadas etc.

##### **2. Modernización del software y hardware de facturación.**

Tomar la decisión de que sistema de información y equipos se deberá comprar para implementar el sistema

##### **3. Asignar compañía consultora o software para GIS.**

Se recomienda la contratación de un consultor que desarrolle un software que se adapte a los requerimientos o necesidades de la institución.

##### **4. Mejoramiento/actualización de la base de datos de los clientes.**

Definir o crear la unidad que se hará cargo de la recolección, manejo y actualización de la base de datos

## **CAPITULO B5 REDUCCION DE PERDIDAS REALES**

Las pérdidas de agua están compuestas de pérdidas reales y pérdidas aparentes. Este capítulo proporciona los detalles a seguir para la reducción de las pérdidas reales, en los diferentes componentes que comprende un sistema de agua potable, incluido desde la fuente de abastecimiento hasta el punto de los medidores de los usuarios.

### **B5.1 Pérdidas reales**

Se definen las pérdidas reales como el volumen anual de agua física perdido a través de todo tipo de fugas, exabruptos (tuberías averiadas) y reboses de las líneas de impelencia, y aductoras, tanques y conexiones de servicio, hasta el punto de los medidores de los clientes.

El Grupo de Trabajo de Pérdidas de Agua e Indicadores de Desempeño de la IWA (Asociación Internacional del Agua) define que las “Pérdidas reales” consisten de:

- “Fugas en las tuberías principales de transmisión (líneas de Impelencia o aductoras) y/o distribución”
- “Fugas y rebales en los tanques de almacenamiento del agua utilizada”
- “Fugas en las conexiones de servicio hasta el punto de los medidores de los usuarios”

Debido a que las pérdidas reales comprenden las fugas de las tuberías, juntas y accesorios, de fugas a través de la superficie del reservorio (tanque) de servicio, y de rebales del tanque. Las pérdidas reales pueden ser severas, y pueden pasar desapercibidas por meses o inclusive años. El volumen de agua perdido producto de una fuga (pérdida real) dependerá grandemente de las características de la red de tuberías y la política de detección y reparación de fugas practicada.

Por lo tanto ANDA deberá prestar especial atención a:

- La presión de la red
- La frecuencia y velocidad típica del caudal de nuevas fugas y exabruptos
- Los porcentajes de nuevas fugas “reportadas”
- El tiempo de “cognición” (que tan rápidamente se conoce de la fuga)

- El tiempo de “ubicación” (que tan rápidamente se ubica cada nueva fuga)
- El tiempo de reparación (que tan rápidamente se repara o cierra)
- El nivel de fugas de “antecedente” (pequeñas fugas no detectables)

## **B5.2 Manejo de pérdidas reales activas**

**La Fig. B5.1 Componentes de un manejo de pérdidas reales activas**, nos muestra que el área del rectángulo grande representa las pérdidas reales anuales actuales, en m<sup>3</sup>/año, para cada sistema específico de que consisten las perdidas reales es decir: “Fugas en las tuberías principales de transmisión y/o distribución”, “Fugas y rebalses en los tanques del agua utilizada” y “Fugas en las conexiones de servicio hasta el punto de los medidores de los usuarios”.

Cuando el sistema acumula sus años, hay una tendencia para un porcentaje de incremento de perdidas reales a través de nuevas fugas y exabruptos, algunos que no son reportados. Esta tendencia se controla y maneja por una combinación de los cuatro componentes primarios del manejo de pérdidas reales siendo estos concretamente:

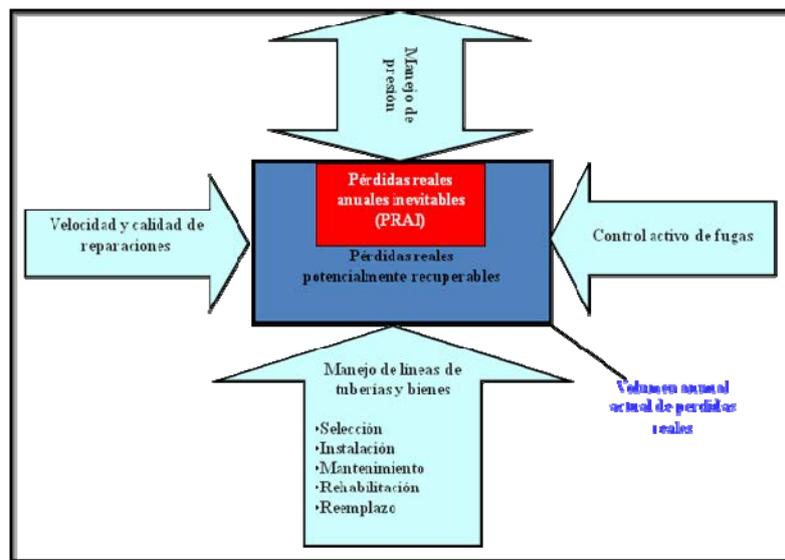
- Manejo de línea de tubería y activos
- Manejo de presión (que puede significar incremento o disminución de presión)
- Velocidad y calidad de reparaciones
- Control activo de fugas, para detección de fugas no reportadas

Tal como se muestra en la Fig. B5.1 los cuatro componentes dirigidos hacia el centro de los rectángulos nos indican que:

- El número de nuevas fugas anual es influenciado primeramente por el manejo a largo plazo de las tuberías,
- El manejo de la presión puede influenciar la frecuencia de nuevas fugas, y los porcentajes del caudal de las fugas y exabruptos. El manejo de la presión esta representada por doble flecha porque demanda un control de esta ya sea (subiéndola o bajándola),
- La duración promedio de las fugas es limitada por la velocidad y calidad de las reparaciones,

- y la estrategia de control de fugas activas controla desde cuando existen las fugas no reportadas antes de ser detectadas.

El alcance de estas cuatro actividades determina si el volumen de las pérdidas reales anuales incrementa, disminuye, o permanece constante.



**Fig. B5.1 Componentes de un manejo de pérdidas reales activas**

En vista que las pérdidas reales no pueden ser completamente eliminadas. El volumen anual técnicamente alcanzable de pérdidas reales para un sistema bien mantenido y bien manejado son las PRAI (Pérdidas Reales Anuales Inevitables), representadas por el rectángulo pequeño de color rojo en la Fig. 5.1

### **B5.3 Reducción de fugas en el sistema de transmisión**

El sistema de transmisión es considerado desde las instalaciones de producción como las plantas de tratamiento de agua o los pozos de agua subterránea hasta el reservorio (tanque).

Ya que no hay grifos para distribución o conexiones domiciliarias, de la tubería de transmisión, los puntos de fuga/cantidad es generalmente menos que el sistema de distribución.

## **Estrategia para la Reducción de Fugas en el Sistema de Transmisión**

1. Estudio de fugas visibles
2. Estudio del balance de agua
3. Detección intensiva de fugas
4. Reemplazo de tuberías

### **1. ESTUDIO DE FUGAS VISIBLES**

Para el estudio de fugas visible se deberá de tomar a consideración las ubicaciones siguientes:

- Inspección visual caminando a la par de la línea de tuberías de transmisión esta es una forma simple para detección de fugas visibles.
- Debe tomarse atención especial en cuanto a:
  - Válvulas (caja de válvulas),
  - Válvulas de aire,
  - Puente de la tubería (válvulas de aire y juntas de reborde).
- Generalmente las fugas significativas ocurren en las ubicaciones antes mencionadas.

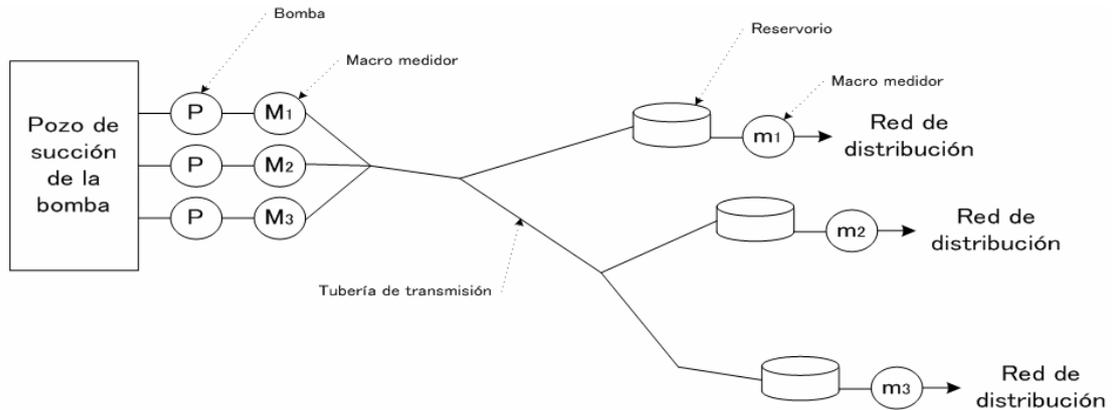
La línea de transmisión es generalmente instalada en donde no vive gente. Por tanto, la inspección visual por el personal de ANDA para la detección de fugas es muy importante.

Los puntos de fugas pueden ser menos en la transmisión; sin embargo, una vez ocurre una fuga, puede tornarse enorme.

### **2. ESTUDIO DEL BALANCE DE AGUA**

El cálculo del balance de agua proporciona una guía de cuanto es perdido como fugas de la red (pérdidas reales), y cuanto se debe a pérdidas “aparentes” o no- físicas.

- La Medición en el sistema de transmisión y reservorios (tanques) se realiza tal como se especifica en la figura B5.2.



**Fig. B5.2 Medición en el sistema de transmisión y reservorios (tanques)**

- Las pérdidas reales de agua en transmisión y reservorios se obtienen de la suma de los macromedidores instalados en las tuberías de salida de los equipos de bombeo menos la suma de los medidores instalados a la salida de los tanques =  $(M1+M2+M3) - (m1+m2+m3)$ .

Si las pérdidas en la transmisión exceden el 5% del flujo de agua, se debe conducir una detección de fugas intensiva.

### 3. DETECCIÓN INTENSIVA DE FUGAS:

Para la detección intensiva de fugas es necesario la utilización equipo de detección de fugas a sonido como un detector de fugas o un correlador.

La detección intensiva de fugas se realiza de la siguiente manera:

- Utilizando los aparatos detectores de fugas (barra acústica y barra acústica digital) en el sitio a estudiar, se realizan sondeos acústicos **se busca la fuga.**
- Utilizando los aparatos detectores de fugas (barra acústica digital, detectores de fugas y el correlador de fugas) **se confirma la fuga.**
- Al comprobar la existencia de la fuga se procede a **reparar la fuga.**
- Luego de la reparación de la fuga, la cantidad de la fuga debe ser revisada en comparación con los datos de flujo (macro medidor) en las instalaciones de producción y reservorios.

#### **4. REEMPLAZO DE TUBERÍAS**

En caso de que la cantidad de fugas no pueda ser reducida y muchos puntos de fugas se encuentren en la línea de tuberías de transmisión, se puede considerar como alternativa el reemplazo de la tubería.

La condición de la tubería debe ser examinada cuidadosamente antes de tomar la decisión de reemplazar la tubería.

#### **B5.4 Reducción de fugas del reservorio**

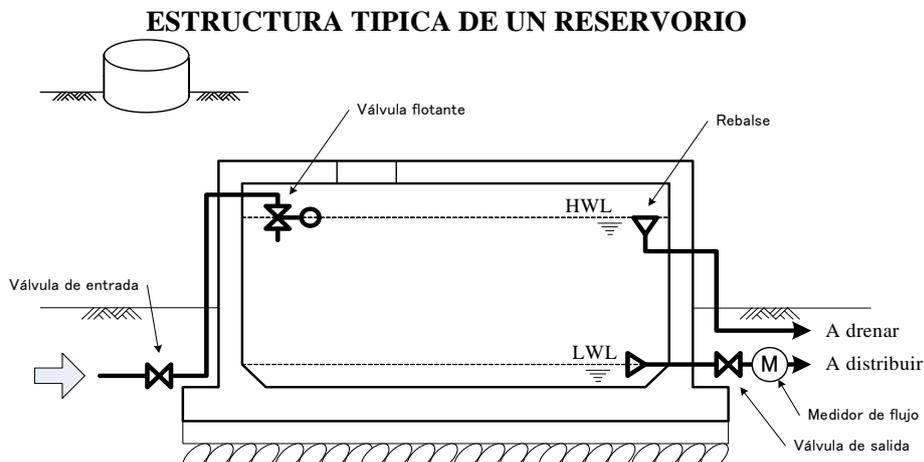
Hay varios métodos para revisar fugas en un reservorio:

- 1) Estudio de fugas visibles
- 2) Revisión de válvula flotante para prevenir rebalses
- 3) Investigación del nivel del agua

##### **1. Estudio de fugas visibles**

- Inspección visual del reservorio.
  - ¿Hay grietas o partes mojadas en la pared?
  - ¿Hay suelo mojado alrededor del reservorio?
  - ¿Hay muchas hierbas o algas en alguna parte?
- cuando se encuentra alguna de estas situaciones anteriormente detalladas, debe haber fugas y deben ser reparadas.

La figura B5.3 muestra la Estructura Típica de un Reservorio



**Fig. B5.3 Estructura típica de un reservorio**

## 2. Revisión de válvula flotante para prevenir rebases

Para esto se deberá de considerar lo siguiente:

- Cuando el reservorio se llena (en HWL- Nivel alto de agua), generalmente esto ocurre a media noche
- Revisa el sonido de la “Válvula Flotante”
- Cuando el nivel del agua sea HWL, la válvula flotante debe ser completamente cerrada. Si la válvula se cierra completamente, no debe haber sonido de esta ni flujo de agua.
- Revisar el flujo de agua en las tuberías rebalsadas escuchando el sonido del flujo de agua.
- Cuando el nivel del agua es HWL, la válvula flotante debe cerrarse completamente. Entonces, no habrá flujo de agua en la tubería rebalsada. Si hubiese sonido de flujo de agua en la tubería rebalsada, significa un mal funcionamiento de la válvula flotante.

## 3. Investigación del nivel del agua

- A media noche (cuando la demanda de agua es la menor), intente cerrar las válvulas de “entrada” y “salida” (claro que debe confirmarse que puedan ser cerradas completamente).
- Medir el nivel del agua (en el reservorio) que cae durante una hora.
- El nivel del agua puede medirse con la distancia desde el tope del reservorio hasta la superficie del agua.

- El nivel del agua que cae durante una hora debe ser insignificante.
- SI cae el nivel significativamente, una inspección en detalle dentro del reservorio debe ser llevada a cabo, vaciándolo.

### B5.5 Reducción de fugas del sistema de distribución y conexiones domiciliarias

La mayor parte de fugas generalmente ocurren del “sistema de distribución” y las “conexiones domiciliarias”

Por lo general el número de puntos de fugas en las “conexiones domiciliarias” es mucho mayor que el número de fugas en el “sistema de distribución”.

En la Fig. B5.4 se presenta una estrategia a seguir, para el proceso de reducción de fugas.

## Estrategia

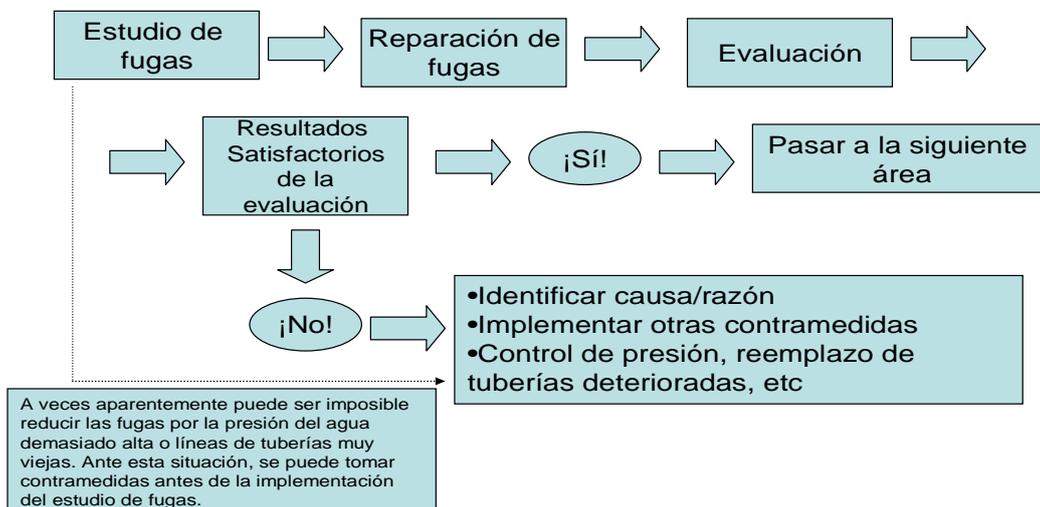


Fig. B5.4 Estrategia para el proceso de reducción de fugas

### **ESTUDIO DE FUGAS**

- Un estudio de fugas comprende lo siguiente:
  - Estudios de fugas visibles
  - Detección de fugas a sonido
  - Estudio de MNF (flujo mínimo nocturno)
  - Estudio de conexiones domiciliarias

### **REPARACION DE FUGAS**

- En la reparación de fugas hay que considerar algunos puntos importantes tales como:
  - Calidad de la reparación de fugas
  - Tiempo de respuesta de la reparación
  - Registro de la reparación de fugas

#### **- Calidad de la reparación de fugas**

Para cumplir con la calidad de la reparación de fugas se necesita tomar a consideración los siguientes aspectos:

- La capacidad de un fontanero es indispensable
- Siempre debe haber en existencia el material adecuado para la reparación
- Asignar un contratista certificado para los trabajos de reparación (el contratista certificado será asignado luego de investigar su experiencia, forma/calidad de trabajo, atención al cliente, etc.)

#### **- Tiempo de respuesta de la reparación**

La Fig. B5.5 presenta un ejemplo ideal para tiempo de respuesta a la reparación de fugas.

# Tiempo de respuesta a la reparación de fugas

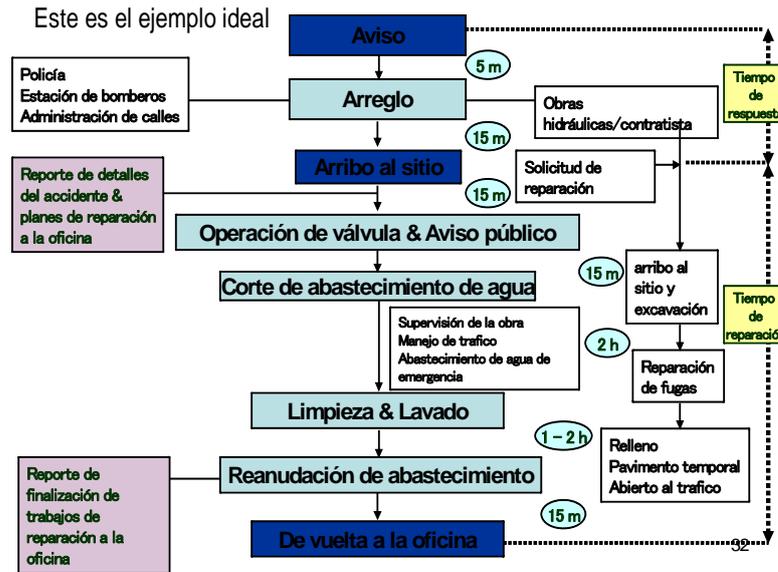


Fig. B5.5 Tiempo de respuesta a la reparación de fugas

Para el tiempo de respuesta a la reparación de fugas se deberá de tomar a consideración que:

Entre mas largo sea el tiempo de respuesta de la reparación de fugas, mayor es la pérdida de dinero de ANDA.

En la Fig. B5.6 se anexa el detalle de formulario de registro de reparación de fugas utilizado por el equipo de acción de reducción del ANF en los bloques modelo y piloto.

**Registro de reparación de fugas**

Leak Control Sheet		Ref. No	
<b>TONACATEPEQUE</b>			
Date:	18-Feb-10	Leak #:	1
Block No.	1	Street #:	4 CALLE OTE Y 3ª AVENIDA NORTE
Polligono No.	CENTRO	House #:	7
Main Pipe Material:	Hierro Fundido , PVC , Galvanizado, Others( )	Location:	Pipe, house connection, valve, others
Diameter:	mm	Condition:	Hole, broken, crack, rubber seal, unknown
House Connection:	Galvanizado (PVC), Others( )	Cause:	Corrosion, Water Pressure, Old, Bad Construction, Car charge, Unknown, Others
Diameter:	0.5" mm	Location:	Pipe, house connection, valve, others
Deep:	cm	Condition:	Hole, Broken, crack, rubber seal, Unknown, Others
Size of leakage:	Grande, Mediana, <u>Pequeña</u>	Cause:	Corrosion, Water Pressure, Deterioration, Bad construction, Heavy Car load, vandalism, Others
		Land:	Asphalt, Concrete, Gravel, Grass, ground, Others
		Quantity of leak (Quantified):	One
Leakage Point			
Excavation		Date of Repair : . . . 20	
Map of site		Picture Before	
		After	
Comments			
Leak was repaired and we pressed the couplings los acoples del medidor			

Este es un formulario de registro de reparación de fugas utilizado por el equipo de acción de reducción del ANF

	m X	m X	m = (m <sup>3</sup> )		Material			
	Precio Unit	Hour	Volume	Sub total	Main	Unit Price	Volume	Sub total
Worker	\$2.16	1		\$ 0.27	Coupling			
Plumber	\$2.28	1		\$ 0.28	Pipe			
Supervisor	\$2.35	1		\$ 0.29	Valve			
Engineer	\$18.75	1		\$ 2.34	Etc			
					<b>Service</b>			
Truck 65-CL (gasoline)	\$ 11.43			\$ 11.43	Valve			
					Coupling			
					Meter			
					Rubber seal			
					Adaptor	\$ 0.19		\$ 0.19
					Sand			
					Sand			
<b>Total</b>				\$ 14.62	<b>Total</b>			\$ 0.19

### **REPORTE DE DETALLES DE ACCIDENTES**

- Fecha del incidente
- Ubicación
- Datos de la tubería
- Influencia
- Posible causa
- Afectados
- Clausura total de la válvula
- Finalización de la restauración esperada
- Condiciones de la calle
- Condiciones del daño
- Volumen estimado de la fuga
- Condiciones de la tubería dañada
- Abastecimiento temporal de agua

### **REPORTE DE LA FINALIZACIÓN DEL TRABAJO DE REPARACIÓN**

- Primer aviso
- Solicitud recibida por la sección de O& M
- Movilización al sitio
- Inicio del aviso público
- Inicio y finalización de la suspensión del abastecimiento de agua
- Condiciones de turbiedad del agua
- Inicio y finalización de la reparación
- Detalles del trabajo de reparación
- Reanudación del abastecimiento de agua
- Condiciones de la restricción del tráfico
- Comunicación con organizaciones relevantes
- Instalaciones subterráneas relacionadas
- Condiciones de la restauración
- Mapa de ubicación y bosquejo
- De regreso a la sección de O&M

## **B5.6 Programa de control de fugas activas**

Puede haber tres componentes del control activo de fugas

- a) Sistema de transmisión
- b) Sistema de reservorio
- c) Sistema de distribución y conexiones domiciliarias

### **a) Sistema de transmisión**

Para entender la magnitud (largo) del sistema de transmisión meta, ver información de Líneas de tuberías de transmisión (Impelencia, Aductoras) Apéndice A1.

### **b) Sistema de reservorio**

Para entender la magnitud (número) del sistema de reservorio meta, ver información de reservorios apéndice A1.

**c) Sistema de distribución y conexiones domiciliarias** (Referirse a “Manual de Reducción de Agua No Facturada”)

## **B5.7 Programa de control de fugas activas del sistema de distribución y conexiones domiciliarias**

El programa de control de fugas activas para el sistema de distribución y las conexiones domiciliarias se recomienda sea establecido aplicando el concepto de ÁREAS de Distrito de Medición (ADM. Como en los “bloques modelo” o “bloques piloto”).

El “medidor de distrito” es lo mismo que el “macro medidor” que se utiliza en los bloques modelo o bloques piloto.

### **La medición en el distrito permite:**

- Asesorar el nivel de ANF en el distrito,
- Priorizar los distritos para las contramedidas del ANF, (aquí se puede comparar el macro medidor con el consumo de los micro medidores), y
- Precisar las predicciones de la demanda de agua

### **ADM**

- El establecimiento de ADM como en los “bloques modelo” y “bloques piloto”
- Por tanto, el establecimiento de ADM incluirá los siguientes aspectos.
  - Digitalización de planos de la red de tuberías
  - Mejoramiento de la base de datos de los clientes
  - Mejoramiento de macro/micro medidores
  - Reducción de pérdidas reales (fugas)

### **Sectorización típica y procedimiento de monitoreo por zonas**

Monitoreo de caudal en ADMs de hasta 3,000 conexiones domiciliarias, con válvulas de aislamiento permanentemente cerradas.

Bloques de investigación de fugas dentro de cada ADM con varios cientos de inscritos, en donde las válvulas de aislamiento permanecen abiertas excepto durante la investigación de fugas (investigación de flujo nocturno, MNF)

**Referirse a “Manual de Reducción de Agua No Facturada”**

## **CAPITULO B6 REDUCCION DE PÉRDIDAS APARENTES**

Este capítulo proporciona los detalles a seguir para la reducción de las pérdidas aparentes o pérdidas no físicas o de Gestión, identificadas y estimadas en el consumo no autorizado (robo o conexiones ilegales) y en la inexactitud de medición (todos los tipos de inexactitud asociados con la medición de producción y medición de clientes)

### **B6.1 Pérdidas aparentes**

Las pérdidas aparentes son aquellas que no se deben a las fugas. A menudo son resultado de influencias y generalmente más allá del alcance de las prácticas de operación de día a día. Las pérdidas aparentes pueden ser influenciadas por factores sociales y culturales, influencias políticas y factores financieros y a menudo requieren de cambios institucionales y organizacionales. Son más difíciles de lidiar, y generalmente son parte de un plan de acción de mediano o largo plazo dentro de una estrategia de pérdidas de agua.

El Grupo de Trabajo de Pérdidas de Agua e Indicadores de Desempeño de la IWA (Asociación Internacional del Agua) define que las “Pérdidas aparentes” consisten de:

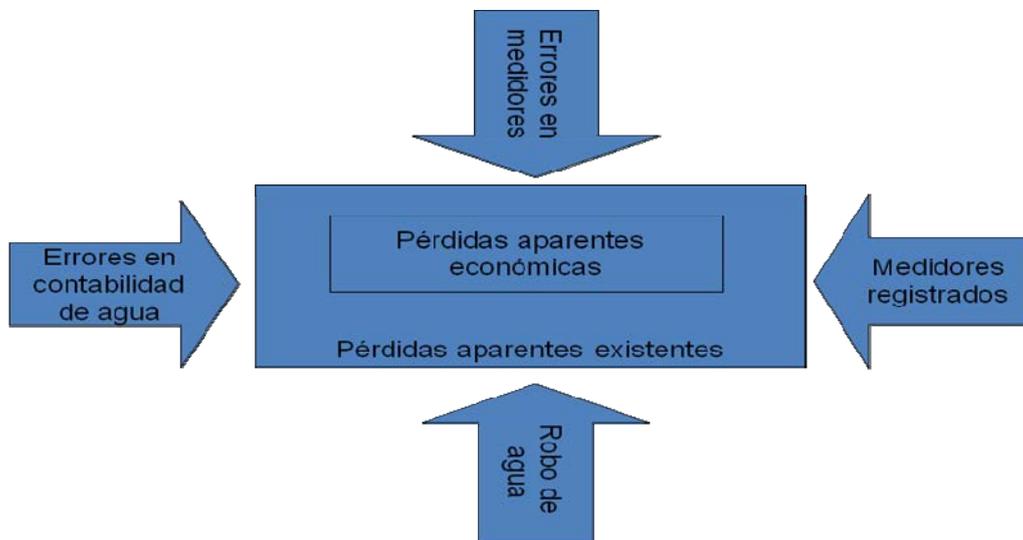
- “Consumo no autorizado” Este paso identifica y estima abastecimientos ilegales y robos, a causa de: Conexiones ilegales, mal uso de hidrantes, vandalismo en medidores, medidores averiados, soborno y corrupción con los lectores de medidores etc.
- “Inexactitud de medición” corresponde a estimaciones erróneas de consumo, a causa de: Mala calidad, medidores inexactos, medidores averiados, políticas inadecuadas de mantenimiento/reemplazo de medidores, políticas inadecuadas de lecturas de medidores, etc.

Todos los tipos de inexactitud asociados con la medición de producción y medición de clientes.

### Pérdidas no físicas

Pérdidas aparentes Consisten: en consumos No Autorizados (Robo o uso ilegal), y cualquier tipo de inexactitud asociada con la medición de la producción y medición del cliente. El sub registro de los medidores de producción, y sub registro de los medidores habitacionales, conduce a subestimación de las pérdidas reales. Sobre registro de los medidores de producción y el sub registro del medidor habitacional, conduce a la sobre estimación de pérdidas reales.

La fig. B6.1 siguiente figura refleja los cuatro componentes a considerar para la reducción de las perdidas aparentes a superar entre estas están: Errores en la medición (inexactitud del medidor), Errores en la toma de lectura (errores en contabilidad de agua) esto mejoraría si existiese una auditoría a los lectores y controles internos de altos y bajos consumos en el proceso de facturación, el numero de medidores legalmente registrados (es baja su cobertura) y otro porcentaje presenta mal estado, el resto son conexiones directas, y conexiones domiciliare en estado de ilegales (robo de agua). , según experiencia este porcentaje anda en un 35%, lo cual es alto y aumenta el porcentaje de perdidas aparentes:



**Fig. B6.1 Componentes de un manejo de pérdidas aparentes**

La Fig. 6.1 Componentes de un manejo de pérdidas aparentes, nos muestra que el área del rectángulo grande (perdidas aparentes existentes) representa las pérdidas aparentes anuales actuales PAAA en m<sup>3</sup>/conexión/año.

Las pérdidas aparentes económicas, son consideradas como las pérdidas aparentes anuales inevitables **PAAI**, las cuales se consideran como el 5% de ventas de agua, representadas por el rectángulo pequeño.

## **B6.2 Reducción de pérdidas aparentes**

### **B6.2.1 Eliminación de conexiones ilegales.**

- Lanzar una campaña para legalizar identificar y legalizar usuarios en estado ilegal.
- Definir la política de legalización de los mismos de acuerdo al tipo de cliente y situación encontrada.
- Revisar activamente el sistema de facturación de los clientes (Actualizar fichas de usuarios, clase, tipo, rutas y secuencia, etc).
- Evitar lecturas corruptas de medidores. (realizar auditoria de lectores de medidores y procesadores de factura).

- **Encontrar y reducir conexiones ilegales**

- Durante el programa de concientización de los clientes, estos deben ser fomentados a reportar las conexiones ilegales.
- Regulaciones deben ser establecidas para penalizar ladrones de agua.
- Los lectores de los medidores deben asimismo reportar casos de conexiones directas legales o ilegales sin medidores que observan en sus rutas.

- **Abordar el bypass del medidor.**

- Atención especial debe ser enfocada en los grandes consumidores tales como las fábricas, hoteles, etc.
- ANDA debe revisar la cantidad de consumo de agua por grandes consumidores, y si el consumo parece muy reducido en comparación a la magnitud del negocio, una inspección detallada debe ser conducida.

- **Revisar activamente el sistema de facturación de los clientes.**

- Los clientes no registrados pueden ser detectados durante el ciclo regular de lectura de medidores cuando los lectores de medidores diligentes encuentren medidores que no estén

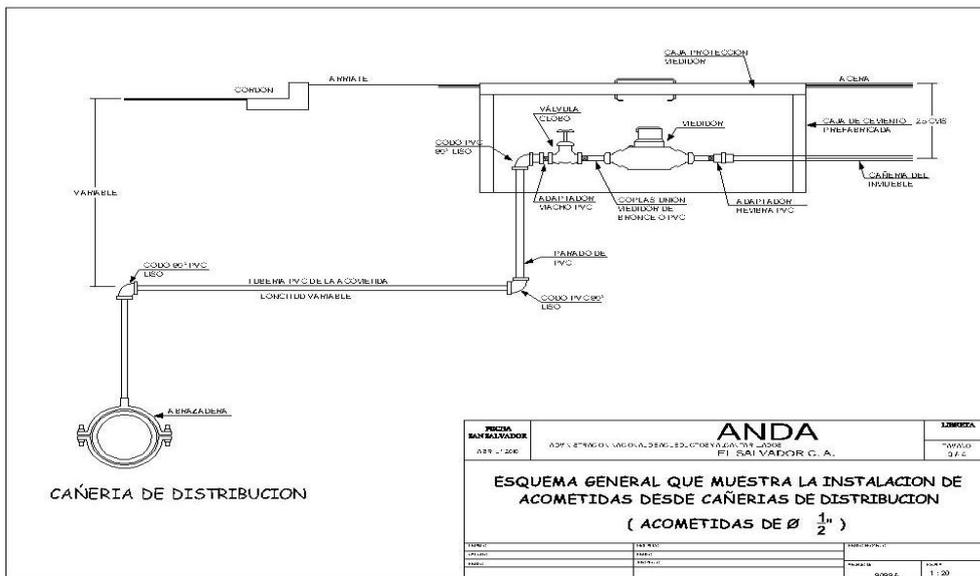
en sus libros de lectura. Sin embargo, este proceso puede no identificar todos los errores en el sistema de facturación.

- Conducir una investigación completa de los clientes en cada ADM, en donde el inspector visita cada propiedad en el ADM—estén o no registrados en el sistema de facturación—es el mejor método de identificar exhaustivamente los errores en el sistema de facturación.
- **Evitar lecturas corruptas de medidores.**
- EL mismo lector de medidor, que recorre la misma ruta por un período extendido de tiempo por tanto familiarizándose con los clientes y con su consumo mensual facturado, puede confabularse con los clientes para registrar menores lecturas de los medidores a cambio de incentivos monetarios.
- Para reducir tal riesgo, el gerente debe rotar los lectores de los medidores a diferentes rutas regularmente.

#### **B6.2.2 Mejoramiento de condición de medidores de agua**

- Adecuada instalación de medidores
- Monitoreo de calidad de agua
- Adecuada dimensión de medidores
- Utilizando la clase y tipo adecuado de medidor
- Adecuado mantenimiento y reemplazo de medidores
- **Adecuada instalación de medidores.**
- Los medidores deben ser adecuadamente instalados según las especificaciones del fabricante.
  - Estantes de medidores estándar deben ser diseñados y construidos en el sitio.
  - Los medidores también pueden ser instalados en donde los lectores puedan tomar fácilmente la lectura y en donde sea fácil identificar la propiedad de cada medidorLa misión Japonesa recomienda caja de plástico para el medidor.
- Además, la gerencia y el personal responsable por la instalación de los medidores deben ser capacitados para el manejo adecuado de los medidores.
  - Capacitación para los plomeros es requerida,
  - o ANDA puede asignar a un contratista autorizado/con licencia para la instalación de conexiones domiciliarias.

**Dibujo estándar para la instalación del medidor (ejemplo)**



**Fig. B6.2 Instalación estándar de medidor**

**Ubicación de dibujo estándar para la instalación del medidor**

**Ubicación de la instalación del medidor**

- Cercano a límite público-privado
- Fácil para el personal de ANDA, en especial para el acceso del lector del medidor
- No dañado, deteriorado, etc.
- Posición horizontal.
- La instalación estándar de las conexiones domiciliare deben ser desarrolladas por ANDA.
- La calidad del material también debe ser definida.
- Luego de la instalación de la conexión domiciliar, la conexión debe ser inspeccionada por el personal autorizado de ANDA para confirmar su conformidad con el estándar.

- **Monitoreo de calidad de agua**

La mala calidad de agua resultado de mala calidad de agua cruda, procesos de tratamiento inadecuados, o infiltración de suciedad debido a cierres de tuberías puede causar la formación de sedimento en las tuberías.

Estos sedimentos pueden acumularse en las partes internas de los medidores en especial los mecánicos.

La acumulación del sedimento afecta la exactitud de los medidores incrementando las pérdidas en la fricción, que causa que el medidor corra más lento, por tanto registrando menor consumo. ANDA debe monitorear regularmente la calidad del agua y limpiar los medidores mecánicos para minimizar los niveles de sedimento y promover las mediciones exactas del medidor.

Debe notarse la descarga de agua dentro de la tubería luego de trabajos de corte en la tubería existente (para reparación de fugas, etc.) para mantener el micro medidor en buenas condiciones.

- **Adecuada dimensión de medidores**

Los medidores de los clientes trabajan dentro de un rango definido de flujo, los caudales máximos y mínimos especificados por cada fabricante.

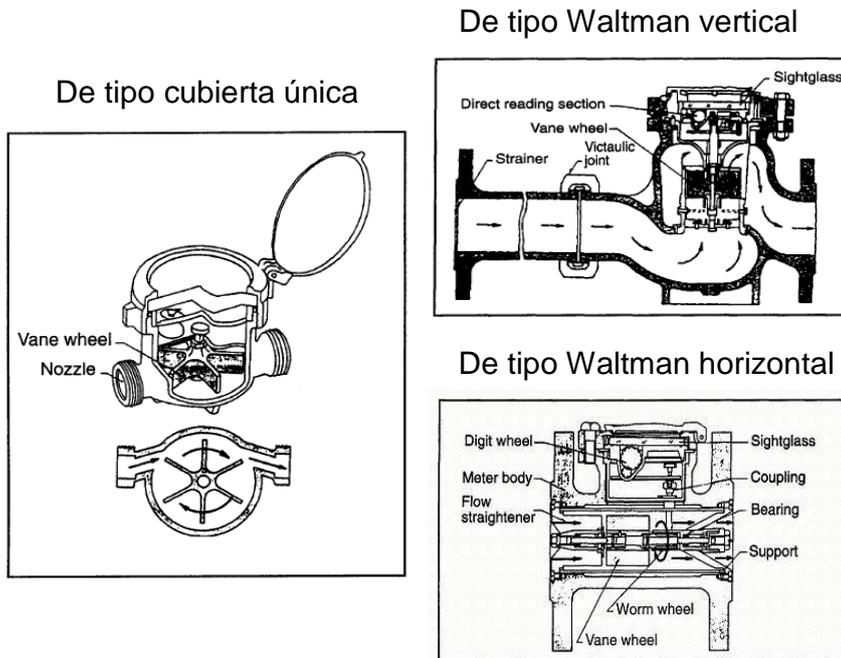
Los medidores grandes no registran caudales bajos cuando la tasa del caudal es menor que el mínimo especificado.

Por tanto, ANDA debe entender la naturaleza de la demanda de agua de cada cliente y su consumo probable.

Esta información ayuda a determinar el tamaño adecuado del medidor para domicilios y negocios.

Para consumidores de alta demanda, la revisión del patrón de caudal y el medidor nuevo instalado verifica si el tamaño correcto de medidor es utilizado (el tamaño del medidor se decide de acuerdo al caudal).

La siguiente figura detalla tipos de medidores:



**Fig. B6.3 Tipos de medidores**

A continuación se presentan los criterios de consumo de tasa de caudal de modelos de medidores de agua.

**Tabla B6.1 Criterios de consumo de tasa de caudal de modelos de medidores de agua**

Type and aperture (mm)	Optimal consumption in flow range (m <sup>3</sup> /h)	Permissible flow rate for temporary use (m <sup>3</sup> /h)		Consumption/day (m <sup>3</sup> /d)			Monthly consumption (m <sup>3</sup> /month)
		Use within 1h/d	Instantaneous use	Total working hours/day=5h	Total working hours/day=10h	Total working hours/day=24h	
<b>Tangential flow vane wheel</b>							
13	0.1 - 0.8	1	1.5	3	5	10	85
20	0.2 - 1.6	2	3	6	10	20	170
25	0.23 - 1.8	2.3	3.4	7	11	22	190
30	0.4 - 3.2	4	6	12	19	38	340
Note) 40A	0.5 - 4	5	7.5	15	24	48	420
Note) 40A	0.6 - 4.8	6	9	18	29	58	500
<b>Vertical Woltmann</b>							
40	0.4 - 6.5	8	12	24	39	78	700
50	1.25 - 15	25	37	56	90	180	2,100
75	2.5 - 30	50	75	112	180	360	4,200
100	4 - 48	80	120	180	288	576	6,700
125	5 - 60	100	150	225	360	720	8,300
150	7.5 - 90	150	225	335	540	1,080	12,500
200	13 - 156	260	390	585	936	1,872	21,700
250	17.5 - 210	350	525	785	1,260	2,520	29,200
300	22.5 - 270	450	675	1,010	1,620	3,240	37,500
350	27.5 - 330	550	825	1,230	1,980	3,960	45,800
<b>Horizontal Woltmann</b>							
50	3 - 18	30	45	67	108	216	500
75	6 - 36	60	90	134	216	432	5,000
100	9 - 54	90	135	200	324	648	7,500
125	12 - 72	120	180	270	432	864	10,000
150	18 - 108	180	270	400	648	1,296	15,000
200	30 - 180	300	450	670	1,080	2,160	25,000
250	42.5 - 255	425	635	950	1,530	3,060	35,400
300	55 - 330	550	825	1,230	1,980	3,960	45,800
350	65 - 390	650	975	1,460	2,340	4,680	54,200

- **Utilizando la clase y tipo adecuado de medidor.**

- Escoger el medidor apropiado ayuda a asegurar la exactitud de los datos de consumo de los clientes.
- Los medidores clase B son una buena opción en donde la calidad de agua es baja, y los sedimentos no afectarán significativamente el medidor.
- Los medidores de Clase D son preferibles en donde los tanques de techo son utilizados y en donde la calidad del agua es buena, ya que tienen una menor especificación de flujo mínimo y medirán el ingreso al tanque de agua con más exactitud.
- Los medidores de Clase C son un compromiso adecuado en la mayoría de las situaciones, ya que pueden medir flujos bajos mejor que los medidores de Clase B y no son tan caros como los de Clase D.
- Los tipos de medidores comunes son de desplazamiento positivo (PD), multi-jet, jet único, turbina, y electromagnético.

- El tipo de medidor más común para instalaciones domésticas y pequeños comercios es el medidor PD de 15 y 20 mm.
- Los medidores de jet múltiple y único son más exactos para pequeños comercios y facilidades industriales que requieren tamaños de 20 a 50 mm.
- Los medidores electromagnéticos son la mejor opción para tamaños de 100 mm y mayor.

Las siguientes figuras contienen:

Curva típica de desempeño de medidores (20mm Medidor Clase B)

Error permisible de medidores (ISO 4064)

Curvas típicas de error en medidores (varios medidores)

Curvas típicas medidores volumétricos

### Curva típica de desempeño (20 mm Medidor Clase B)

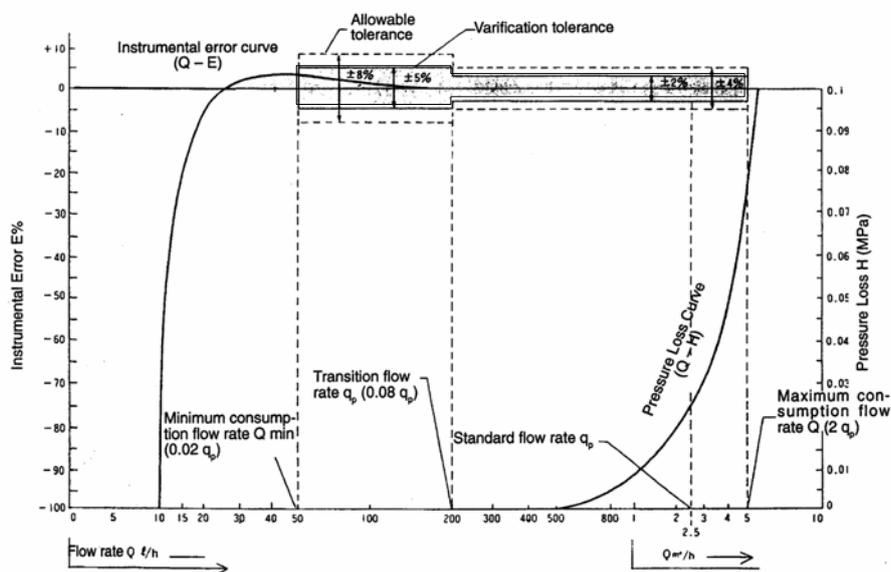
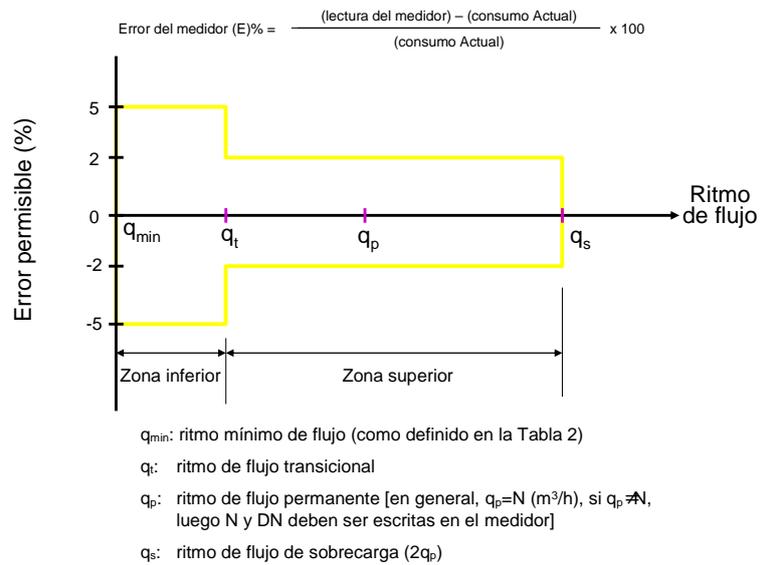


Fig. B6.4 Curva típica de desempeño de medidores (20mm Medidor Clase B)

### Error permisible (ISO 4064)

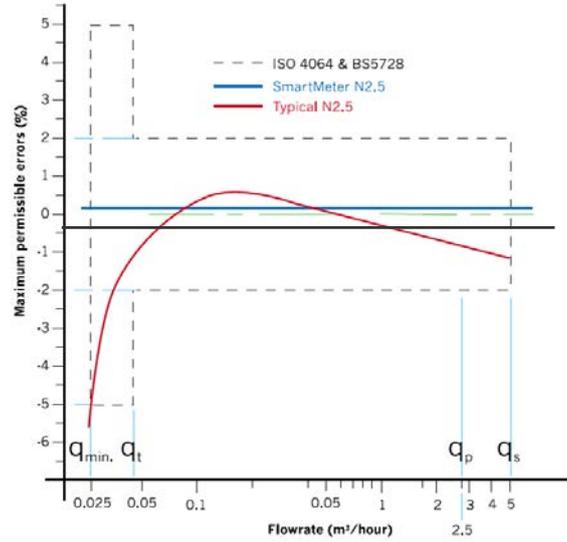


**Fig. B6.5 Error permisible de medidores (ISO 4064)**

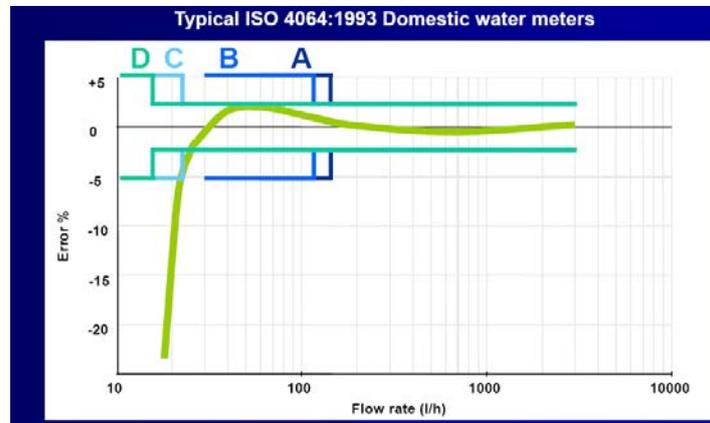
Si el caudal es pequeño el error permisible es de  $\pm 5\%$

Si el caudal es mayor el error permisible es de  $\pm 2\%$

**Curvas típicas de error en medidores (varios medidores)**



**Fig. B6.6 Curvas típicas de error en medidores (varios medidores)**



**Fig. B6.7 Curvas típicas medidores volumétricos**

Según muestra la figura el medidor clase D esta justo en el 5% de error por su exactitud.



**Fig. B6.8 Medidores de chorro único**

- Bajo costo y pequeños
- Adecuados para el agua de calidad moderada y agua dura
- ISO 4064: 1993 modelos de clase B y C
- Diámetros de 10mm a 125mm
- Diseñados para trabajar en posición horizontal
- El chorro único causa que la fuerza de la turbina no se distribuya simétricamente.



**Fig. B6.9 Medidores de chorro múltiple**

- No son afectados por distorsiones aguas arriba
- ISO 4064:1993 modelos de clase B y C
- Diámetros de 15 a 50 mm.
- Diseñados para trabajar en posición horizontal
- La fuerza en la turbina se distribuye simétricamente.

- Adecuado para condiciones de mucha labor
- Adecuado para agua con calidad moderada y agua dura
- A menudo un sobre registro ocurre luego de muchos años de uso
- Más material necesario para fabricar los empaques (más alto costo)

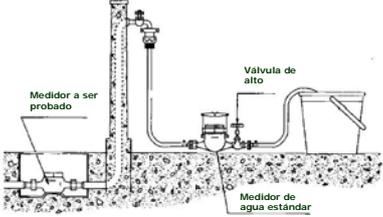
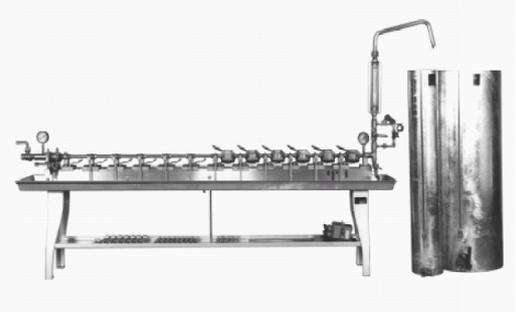


Estos de tipo Woltmann son para diámetros más grandes.

**Fig. B6.10 Macromedidores**

**Adecuado mantenimiento y reemplazo de medidores.**

- Todos los medidores deben ser instalados en donde puedan ser fácilmente auditados, incluyendo por los lectores de medidores en sus rutas regulares.
- Los medidores deben ser reemplazados sistemáticamente empezando por los más viejos y aquellos en peores condiciones.
- Mantenimiento pobre no solamente fomenta la inexactitud pero también puede acortar la vida útil del medidor.
- Una programación de mantenimiento y reemplazo debe ser elaborado para lidiar con este problema.
- Las instalaciones de agua deben regularmente probar una muestra de los medidores de los clientes incluyendo un rango de marcas y edades de medidores utilizando un medidor de prueba de banca. Esta prueba determinará la edad óptima en la cual se debe cambiar el medidor.

<p><b>Prueba, reemplazo / reparación y manejo</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Prueba</li></ul> 	<p><b>Medidor de prueba de banca para medidores pequeños</b></p> 
<p><b>Equipo de prueba de campo para medidores pequeños</b></p> 	

**Fig. B6.11 Mantenimiento y reemplazo de medidores**

**Procedimientos de trabajos generales del taller de mantenimiento de medidores.**

- Revisar la lectura y la identificación
- Poner a prueba la eficiencia de ingreso
- Desmontaje y limpieza
- Inspección para reensamblaje
- Accesorios de partes nuevas y reensamblaje
- Prueba de desempeño y exactitud de registro
- Sellado para proteger contra manipulación
- Pintura de spray como sea apropiado
- Almacenaje

**B6.3 Planes de acción para la reducción de pérdidas aparentes**

- **Eliminación de conexiones ilegales**
  - Campaña de concientización de los clientes para reportar conexiones ilegales
  - Estudio de hogares
  - Capacitación de lectura de medidores (informar sobre conexiones ilegales, conexiones de by pass, medidores averiados, o fugas a su supervisor)
- Establecer el estándar de instalación de conexiones domiciliarias
- Capacitación de plomeros
- Reemplazo periódico de medidores
- Establecimiento de taller de mantenimiento de medidores.

**Ademas:**

- Reemplazo de micro-medidores, Los medidores deben ser reemplazados sistemáticamente empezando por los mas viejos y aquellos en peores condiciones
- Eliminación de conexiones ilegales (encontrar y reducir conexiones ilegales)
  
- Estas actividades serán llevadas a cabo como parte de las actividades de ADMs como se menciona en el capítulo B5.



**Conclusión:**

Debido a que las pérdidas aparentes crean costos de producción sin generar ingresos para ANDA, y estas en muchos casos son las pérdidas mas caras que puede encontrar una empresa de agua, se considera de suma importancia la reducción de pérdidas aparentes de agua ya que es usualmente un buen punto de partida que devuelve rápidamente la inversión a la empresa.

## **CAPITULO B7 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DEL ANF**

Este capítulo comprende las medidas preventivas necesarias a ser consideradas para la reducción del ANF, las cuales han sido identificadas y estimadas en las siguientes partes: en el Mejoramiento del sistema de distribución y en el Control de calidad de tuberías y de conexiones domiciliarias.

Debido a que la mayor cantidad de fugas se ocasionan en el sistema de distribución y en las conexiones domiciliarias, se deben de tomar medidas preventivas para los siguientes componentes:

- B7.1 Mejoramiento del sistema de distribución
- B7.2 Control de calidad de tuberías y de conexiones domiciliarias
- B7.3 Planes de acción de medidas preventivas

### **B7.1 Mejoramiento del sistema de distribución**

Para llevar a cabo un mejoramiento del sistema de distribución se debe de realizar una valoración de las características físicas de la red y de las prácticas de operación. La revisión por lo general muestra las buenas prácticas y los problemas causados por una mala infraestructura y malas prácticas de manejo del sistema, por lo que se deberá prestar especial atención a lo siguiente:

- B7.1.1 Sistema de zonificación y control de presión.
- B7.1.2 Introducción de sistema de ADM (Área Distrito de Medición).
- B7.1.3 Programa de reemplazo de tuberías.
- B7.1.4 Selección de material adecuado para tuberías y accesorios

#### **B7.1.1 Sistema de zonificación y control de presión**

El objetivo de tener un sistema de zonificación y control de presión con lleva a:

- Mantener un sistema de abastecimiento de agua adecuado con presión de agua adecuada en todo el sistema de distribución,

- Reducir las fugas de agua y facilitar las actividades de reducción de ANF.

Para lograr estos objetivos se deben de considerar las siguientes acciones:

- Es necesario la implementación de un plan de zonificación, verificando el estado físico y operacional de las válvulas de control e instalar las válvulas necesarias para definir las zonas de presión y distribución controlada del servicio de agua potable.
- Definición de zonas claves para la Ubicación de válvulas para estudios Mínimo Flujo Nocturno y Step Test (ejercicio de ubicación de fugas)
- Es necesaria la implementación de un plan de instrumentación, con válvulas reguladoras y/o sostenedoras de presión que nos permitan Mantener un sistema de abastecimiento de agua, con presiones adecuadas.
- Implementar un plan de detección y reparación de fugas visibles y no visible a efecto de facilitar las actividades de reducción de ANF

### **Conceptos básicos para el manejo de la red de distribución**

Dentro de los conceptos básicos para el manejo de la red de distribución hay que tomar en cuenta los siguientes:

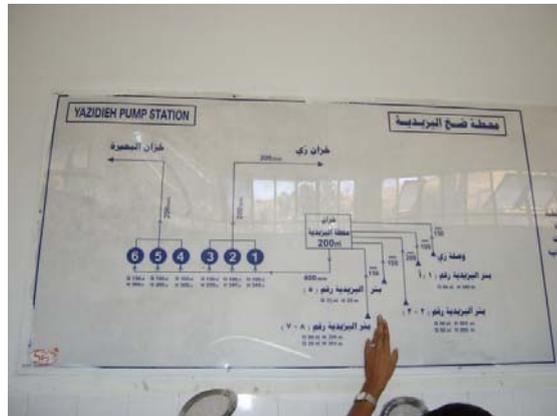
- a. Entender el sistema de abastecimiento de agua (por unidad, por ejemplo, «sistema de Tonacatepeque», no todo el sistema de la Región Central) (Un flujo grama esquemático es muy útil)
- b. Manejo de caudal; para lo cual se debe de conocer los caudales de cada sistema específico:  
(Producción → Transmisión → Distribución)  
Exportar & Importar
- c. Control y monitoreo de presión de agua
- d. Medición de distritos (proceso desarrollado en capítulo 5)

#### **a. Entendimiento de todo el sistema de abastecimiento de agua**

El primer paso del manejo de una red de distribución es incrementar el conocimiento de los sistemas de transmisión y distribución existentes de la siguiente manera:

Recolectar la información y datos del sistema de varias fuentes e integrarla en un flujograma.

Un flujograma esquemático tal como el mostrado a continuación será muy útil para entender el sistema.



**Fig. B7.1** Flujograma esquemático del sistema de abastecimiento de agua

A continuación se presenta un ejemplo de preparación de un flujograma esquemático, el cual detalla las acciones a considerar:

**Preparación de flujograma esquemático realizando :**

- Inventario de las instalaciones principales,
- Utilizar números de identificación estandarizados de las instalaciones,
- Aclarar las áreas de abastecimiento cubiertas por cada reservorio y la fuente de abastecimiento, e
- Integrar esta información esquemáticamente en un flujograma.

Además, para entender las interrelaciones hidráulicas entre las instalaciones y áreas de abastecimiento, un flujograma hidráulico será muy útil.

**Entendimiento del perfil hidráulico del sistema**

El flujograma hidráulico es muy útil:

Para el entendimiento del sistema existente,

Para facilitar la operación y mantenimiento, y

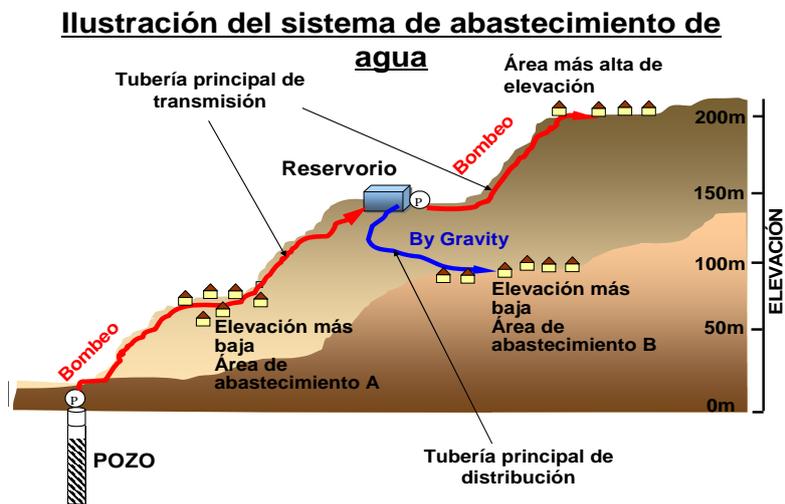
Para la planificación y modificación del diseño o trabajos de mejoramiento de los sistemas de transmisión y distribución.

**b. Manejo de caudal**

(Producción → Transmisión → Distribución)

Exportar & Importar

A continuación se ilustra como presentar un **manejo de caudal** de un sistema de abastecimiento de agua y la preparación de un **flujograma hidráulico** del sistema de distribución.



**Fig. B7.2 Sistema de abastecimiento de agua**

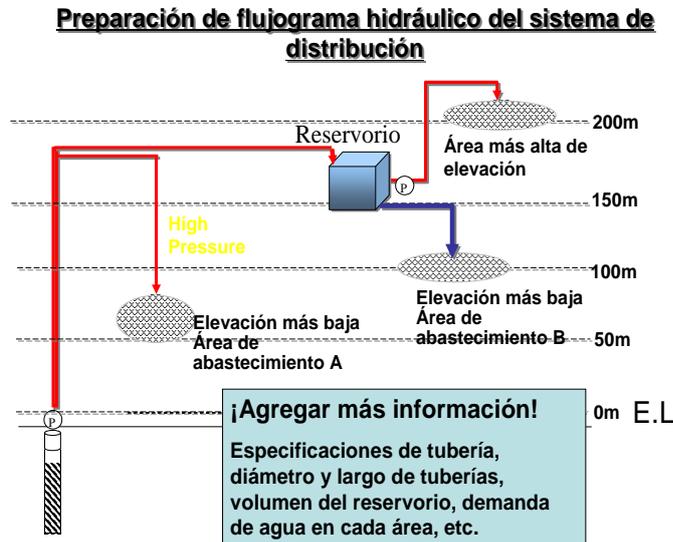


Fig. B7.3 Flujograma hidráulico del sistema de distribución

### c. Control y monitoreo de presión de agua

#### Problemas actuales de control de presión

- Hay áreas con presión de agua excesivamente alta o baja presión en los sistemas debido a arreglos inadecuados de la red.
- Uso común de las tuberías de transmisión para propósitos distribución causa alta presión en algunas áreas.

#### Beneficios del manejo de presión

Controlando la presión alta de agua se puede dar:

- Reducción de fugas
- Reducción de consumo relacionado a presión
- Reducción de frecuencia de exabruptos
- Extensión de la vida útil de las instalaciones de distribución

Controlando la presión baja se puede facilitar:

- El Servicio de abastecimiento adecuado
- La Prevención de contaminación en las líneas de tuberías con presión negativa o sistema de sifón (bajo abastecimiento continuo de 24 hrs)

### **Métodos de control de Presión**

Métodos de control de presión principales aplicables como contramedidas para ANF

- Instalar válvula de reducción de presión (VRP)
- Re-zonificar
- Verificar si es adecuado el cabezal de bombeo

### **Válvula de reducción de presión (VRP)**

El método más comúnmente utilizado para la reducción de presión es instalar válvulas de reducción de presión (VRP).

Hay una variedad de válvulas de diferentes diseños disponibles pero los siguientes factores deben ser considerados:

- Tamaño de la VRP: Algunos tipos requieren alta velocidad para funcionar efectivamente, y por tanto velocidades prácticas de caudal en el sitio deben ser cuidadosamente consideradas.
- Necesidad de mantenimiento regular.

## **d. Medición de distritos**

### **Re – zonificación**

- Las áreas de servicio existente se dividen en zonas por medio de la programación actual de racionamiento.
- Sin embargo, si hay diferencias significativas en las condiciones de presión y abastecimiento en cada zona respectiva, se debe considerar la re-zonificación.

### **Re – zonificación en nivel de sub- zona**

Re-zonificar con costos relativamente bajos también es aplicable en nivel de sub-zona.

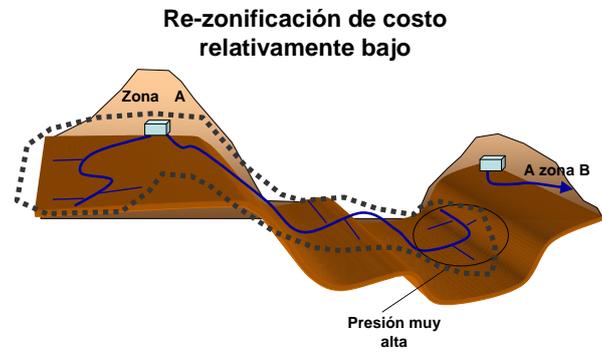
La factibilidad, sin embargo, debe ser bien examinada con las condiciones hidráulicas de la red existente y el nivel de abastecimiento requerido.



---

Instalando tuberías principales de enlace y válvulas de líneas, puede ser posible abastecer áreas para transferir a sistemas adyacentes de menor presión. Alternativamente, algunas áreas en la zona pueden ser transferidas a una zona de abastecimiento de mayor presión.

**Ejemplos de Re – zonificación de costo relativamente bajo**



**Fig. B7.4 Re-zonificaciones de costo relativamente bajo**

**Monitoreo de presión**

#### Puntos de monitoreo de presión

- En la entrada al distrito,
- En el punto que representa la presión promedio en el sistema,
- En puntos críticos, generalmente extremos o puntos más altos del distrito, y
- Aguas arriba y aguas debajo de la VRP en donde está instalada.

#### **En el Monitoreo de presión se evaluará:**

- El alcance de las áreas de alta y baja presión.
- Una caída de presión inesperada en el distrito será indicativo de una nueva fuga.
- La presión promedio en el distrito se utiliza para calcular las pérdidas reales (fugas) convirtiendo el flujo mínimo nocturno al caudal en presión promedio.

### **B7.1.2 Introducción de sistema de ADM**

La medición de distritos permite:

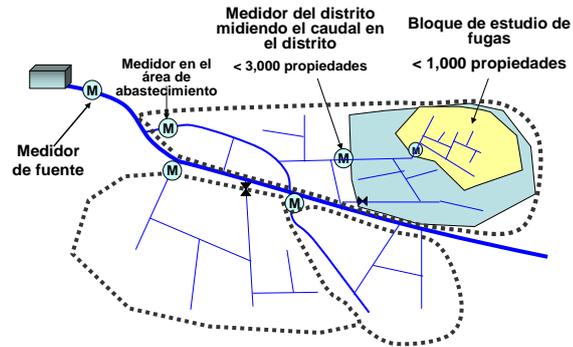
- Evaluación del nivel de ANF en el distrito,
- Priorización de distritos para contramedidas de ANF, y
- Predicción exacta de demanda de agua.

#### **Procedimiento típico de sectorización y monitoreo por zonas**

- El monitoreo de caudal en **Áreas de Distrito de Medición (ADM)** de hasta 3,000 subscriptores, con válvulas de aislamiento permanentemente cerradas.
- Bloques de estudio de fugas en cada ADM con varios cientos de subscriptores, en donde las válvulas de aislamiento permanecen abiertas excepto durante el estudio de fugas (estudio de flujo mínimo nocturno). Se recomienda en lo posible reducir el número de bloques de estudio de fugas, por los altos costos de implementación, logrando esto generando bloques un poco más grandes.

#### **Ejemplo de diseño típico de áreas de distrito de medición:**

### Diseño típico de áreas de distrito de medición



**Fig. B7.5** Diseño de áreas de distrito de medición

Ejemplo de la instalación de un macro medidor de distrito:

### Instalación de medidor de distrito



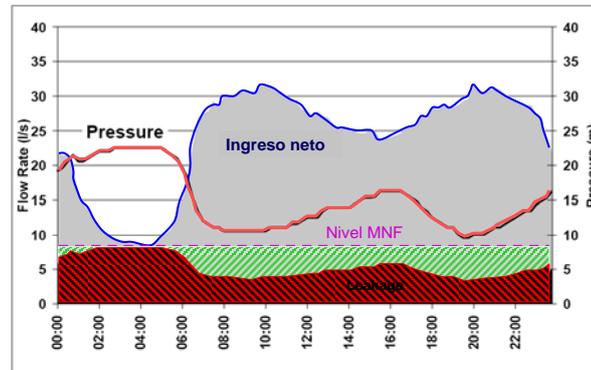
**Fig. B7.6** Instalación de medidor de distrito

Área de distrito de medición (ADM) y medida de Flujo Mínimo Nocturno (MNF)

- Para analizar el balance de agua
- Para asesorar el volumen de fugas
- Para priorizar áreas para contramedidas de ANF

Ejemplo de Patrón de fugas en base al MNF y presión

Patrón de fugas en base al MNF y presión



Uso nocturno normal puede consistir de:

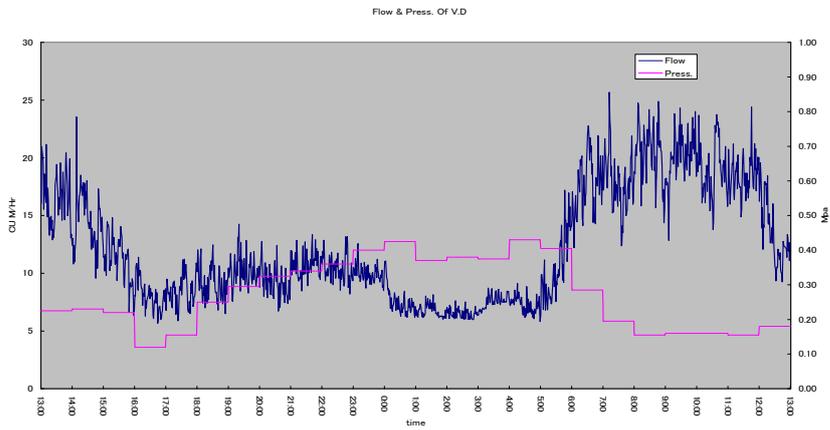
Rebalses en tanques de usuarios, utilización por industrias que operan en la noche, utilización por hospitales y laboratorios, clubes nocturnos,<sup>35</sup> etc.

**Fig. B7.7 Patrón de fugas en base a MNF y presión**

De la figura anterior se deduce lo siguiente:

- Si el flujo de agua está en su mínimo (no hay consumo), la presión esta en su máximo por lo tanto hay mayor probabilidad de fugas.
- La relación entre la presión y el MNF ocasiona las fugas, el MNF es casi igual a las fugas
- Midiendo el MNF en la noche se puede ver el # de fugas que existen

Ejemplo de un grafico flujo presión:



**Fig. B7.8 Gráfico flujo presión**

### **B7.1.3 Programa de reemplazo de tuberías**

- Las Tuberías de transmisión y de distribución deben ser reemplazadas periódicamente antes de que causen fugas.
- El reemplazo de tuberías debe ser bien planeado y dicho plan debe ser apoyado con presupuesto adecuado.

#### **Prioridad de reemplazo de tuberías**

- Todas las líneas de tuberías debieran ser reemplazadas periódicamente después de cierto tiempo.
- Sin embargo, se debiera prestar especial atención y dar alta prioridad al reemplazo temprano de las siguientes tuberías:
  - Tuberías viejas/obsoletas
  - Tuberías de material inadecuado como asbesto cemento ( ACP)
  - Líneas de tuberías con mucho record de fugas
  - Línea de tubería (metal) en área con alto nivel de corrosión en la tierra

### **B7.1.4 Selección de material adecuado para tuberías.**

Es de gran importancia seleccionar materiales de primera y alta calidad, lo cual a largo plazo nos trae ahorro significativo, en cuanto a la reducción de tareas de mantenimiento correctivo, por fallas frecuentes y otra larga vida útil de los materiales; por lo que es de alta importancia definir e implementar una política institucional focalizada adquirir materiales de buena calidad para la construcción de los sistemas y otras consideraciones.

- Material adecuado para tuberías debe ser aplicado al sistema de distribución
- Tubería de hierro fundido dúctil (DCIP), PVC, Polietileno(PE).
- Se debe considerar la condición de la tierra, la profundidad de la instalación de la tubería, volumen de tráfico sobre la línea de tubería

#### **Especificaciones técnicas del material de tuberías:**

- Hay estándares internacionalmente reconocidos que incluyen especificaciones técnicas del material de tuberías para abastecimiento de agua como ISO, AWWA, Británicas (BS), Japonesa (JIS).
- Materiales adecuados para las tuberías conforme a dichos estándares en referencia a la presión del abastecimiento, cantidad de caudal, condición del suelo, etc.

## **B7.2 Control de calidad de tuberías y de conexiones domiciliarias**

Para llevar un buen control de calidad de tuberías y de conexiones domiciliarias se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

B7.2.1 Material de tuberías para conexiones domiciliarias

B7.2.2 Calidad de trabajos de instalación.

B7.2.3 Especificaciones estándar de la instalación

### **B7.2.1 Material de tuberías para conexiones domiciliarias**

Es importante recordar que, más del 90% de los puntos de fugas se encuentran en las conexiones domiciliarias por lo tanto.

- La instalación adecuada y el mantenimiento adecuado de conexiones domiciliarias son clave para la reducción del ANF.
- Lote de fugas:
- GIP (Tubería de hierro galvanizado), PVC
- GIP (Tubería de hierro galvanizado), se corroe rápidamente. PVC se deteriora fácilmente bajo el sol con base a lo anterior se puede optar por:
  - PE (Tubería de polietileno)
    - Flexible
    - Menos accesorios (menos codos)
    - Sin exposición al sol (igual que el PVC)
- SSP (tubería de acero inoxidable)
  - Utilizado en países desarrollados (Caso de Tokio,

- Su costo es elevado
- Alta Resistencia a la corrosión

### B7.2.2 Calidad de trabajos de instalación

- La calidad de instalación de conexiones domiciliarias es muy importante para prevenir fugas futuras.
- Las conexiones domiciliarias deben ser instaladas por plomeros fontaneros autorizados/certificados.

Ejemplo de instalación inadecuada

## Ejemplo de instalación inadecuada



Se le hizo un orificio. Puede ser por la aplicación de herramientas inadecuadas.

**Fig. B7.9 Ejemplo de instalación inadecuada**

### B7.2.3 Especificaciones estándar para la instalación de conexiones domiciliarias

ANDA tiene especificaciones estándar para la instalación de conexiones domiciliarias. El estándar debe ser explicado a los plomeros fontaneros que instalarán y darán mantenimiento a las conexiones

domiciliares. Dichos plomeros fontaneros deben ser autorizados o certificados luego de recibir cierto curso de entrenamiento y pasar un examen. Las conexiones domiciliarias instaladas deben ser revisadas por personal autorizado de ANDA para corroborar si la instalación va conforme al estándar

### **Transferencia de urbanizadores**

El sistema de abastecimiento de agua se incluye en la construcción de nuevas urbanizaciones y luego de finalizada, el sistema de abastecimiento se transfiere a ANDA. Antes de la construcción, el urbanizador debe tener aprobación de ANDA sobre el diseño del sistema y los materiales a ser utilizados. En la etapa de construcción de la urbanización, el personal de ANDA debe supervisar de cerca el trabajo de los urbanizadores para revisar si el sistema de abastecimiento de agua es conforme al diseño aprobado y con los materiales aprobados.

### **B7.3 Planes de acción de medidas preventivas**

Para considerar planes de acción sobre estos aspectos, lo básico es realizar las siguientes actividades:

- Un inventario del sistema existente (planos, lista de líneas de tubería existentes)
- Preparación de planos e inventario del sistema existente puede ser considerada con los planes de acción para el sistema GIS ver (ver capítulo B4).
- La zonificación (con el objetivo de abastecimiento a presión adecuada y sistema con menor energía) debe ser considerada con el establecimiento de ADM.
- Zonificación-> ADM
- Una vez establecido el plan para ADMs, se puede considerar el programa de control de fugas activas ver (capítulo B5).
- Un plan de reemplazo de tuberías también puede ser preparado en la base de la unidad de ADM.

Acciones que serán consideradas dentro de las actividades macro del Plan en el capítulo 10.

## **CAPITULO B8 RELACIONES PÚBLICAS**

### **B8.1 Necesidad de relaciones públicas.**

#### **Anunciar las políticas de ANDA y madurar la confianza mutua.**

ANDA entiende claramente la necesidad de la reducción del ANF, con esto estará mejorando su situación financiera, mejorara la operación y mantenimiento de los sistemas, mejorara notablemente las condiciones de los sistemas, mejorara la prestación de los servicios y con todo ello tendremos clientes satisfechos.

Sobre la base de lo antes expuesto, dicho entendimiento, ANDA debe anunciar su política sobre reducción de ANF al público en general; cuyo objetivo es el mejoramiento del servicio para los usuarios.

Anunciando las políticas y metas de la reducción de ANF de ANDA, se puede madurar el entendimiento mutuo entre los clientes y ANDA.

Es importante informar a la población usuaria de los diferentes trabajos y procesos a desarrollar en su zona, resaltando las ventajas y beneficios que estas obras les darán, así mismo resaltar el objetivo principal que es mejorar la calidad de vida de los beneficiados. (servicio con presiones adecuadas, continuo, medición exacta de sus consumos y facturación real, etc.).

Es muy importante que los usuarios entiendan los esfuerzos de ANDA para reducir ANF para mejorar el nivel de servicio; este tipo de confianza mutua apoyará el entendimiento de los usuarios sobre el incremento periódico de la tarifa de agua y mejorará la situación financiera de la Institución.

#### **Anunciar las actividades de campo de ANDA que puedan causar inconveniencia de corto plazo a los usuarios.**

Es importante que la población usuaria ubicada en bloques modelos para implementar la reducción del ANF, sea informada a través de un kiosco, volante informativos, perifoneo, cuñas radiales y anuncio en la Televisión, de todo el proceso y sus consecuencias focalizadas a ciertos inconvenientes, tales como cortes de agua programado, debido a reparación de fugas en la red de

distribución y conexiones domiciliarias, instalación de macro medidor y micro medidores (las ventajas y beneficios de contar con medidores), válvulas reguladoras de presión, instalación de válvulas de control para aislar el distrito, test de mínimo flujo nocturno, entre otras causas.

Estas inconveniencias de corto plazo deben ser anunciadas a los usuarios con previo aviso de dichas actividades.

Este tipo de información a tiempo/previa a los usuarios también ayudará a madurar la confianza mutua y la experiencia con actividades de relaciones públicas en los bloques modelo y piloto son un buen ejemplo para replicarlos a nivel Nacional.

#### **Anunciar la contribución de los usuarios es muy valioso para reducir fugas**

Es importante estar de la mano con la Comunidad y usuarios, haciéndoles saber de un número telefónico donde informar a ANDA cuando encuentren una fuga, esta información de los usuarios es muy valiosa; ya que no es posible tener un monitoreo de toda la red.

Es importante que si ANDA pide la contribución a los usuarios, esta debe garantizar la reparación inmediata de fugas sin atrasos; ya que en la medida que los usuarios vean pronta respuesta, estos se verán motivados en la protección del recurso hídrico, debido a la alta importancia manifestada en la pronta atención por parte de ANDA.

### **B8.2 Planes de acción para relaciones públicas**

- Relaciones públicas a nivel nacional:
  - Políticas y metas de la reducción de ANF de ANDA
  - Establecimiento de «línea de emergencias de fugas»
  
- Relaciones públicas de nivel regional/local
  - Las actividades de campo pueden causar inconveniencias de corto plazo
  
- Coordinación con el departamento de comunicaciones de ANDA será indispensable

- Dependiendo del nivel de relaciones públicas, los medios de relaciones públicas deben ser cuidadosamente seleccionados
  - ✧ Kioscos de información en los distritos modelos.
  - ✧ Prensa
  - ✧ TV/Radio
  - ✧ Distribución de boletines, tripticos, etc.
  - ✧ Perifoneos, entre otros medios.



## **CAPITULO B9 MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL**

### **B9.1 Establecimiento de la Unidad Central de Control para la Reducción de ANF**

Es necesaria una política Institucional que de paso *a la creación de la Unidad Central Para El Control en el Manejo de La Reducción del Agua No Facturada (UCCANF)*, Esta Unidad tendrá una interacción directa con varias unidades especializadas de ANDA, entre otras: A nivel Metropolitano y Regional con:

**Relaciones Publicas y Prensa de ANDA:** (Para efecto de coordinación de campañas de divulgación del proceso de reducción de ANF, dar a conocer las políticas Institucionales, acercamiento con la comunidad y dando a conocer como pueden ser aliados estratégicos en el proceso de reducción de ANF.),

**Unidades de Reduccion de ANF Regionales:** (Coordinaciones múltiples de planes de acción e inversión, selección de distritos modelos a trabajar, etc.),

**Área Comercial:** Coordinación y gestión de información de catastro de usuario, cantidad de usuarios, cantidad de medidores en buen estado, mal estado y conexiones directas, etc.),

**Área Legal:** Formulación de políticas institucionales focalizadas al ordenamiento de la estructura de ANDA para abordar el plan de reducción de ANF, políticas para el proceso de legalización de conexiones en estado ilegal y/o fraudulento, imposición de multas, etc.

**Unidad de Macromedición y micro medición:** Definir las unidades responsables de la instalación, mantenimiento preventivo, calibración y restitución del medidor, auditoria de lectores, control de lecturas.

**Catastro técnico:** Estandarizar los procesos para el levantamiento del catastro técnico de los sistemas por región, estandarizando formatos de control, escala de los planos, información general que este contendrá, unificación de información y creación de un sistema de información gerencial para su fácil manejo.

**Gerencia Financiera:** Manejar el presupuesto institucional focalizado este hacia la reducción del ANF, para seguimiento y control del mismo.

**Planificación:** Para definir las metas y los alcances de nuestro plan maestro de reducción de ANF, definiendo metas anuales, quinquenales y a largo plazo.

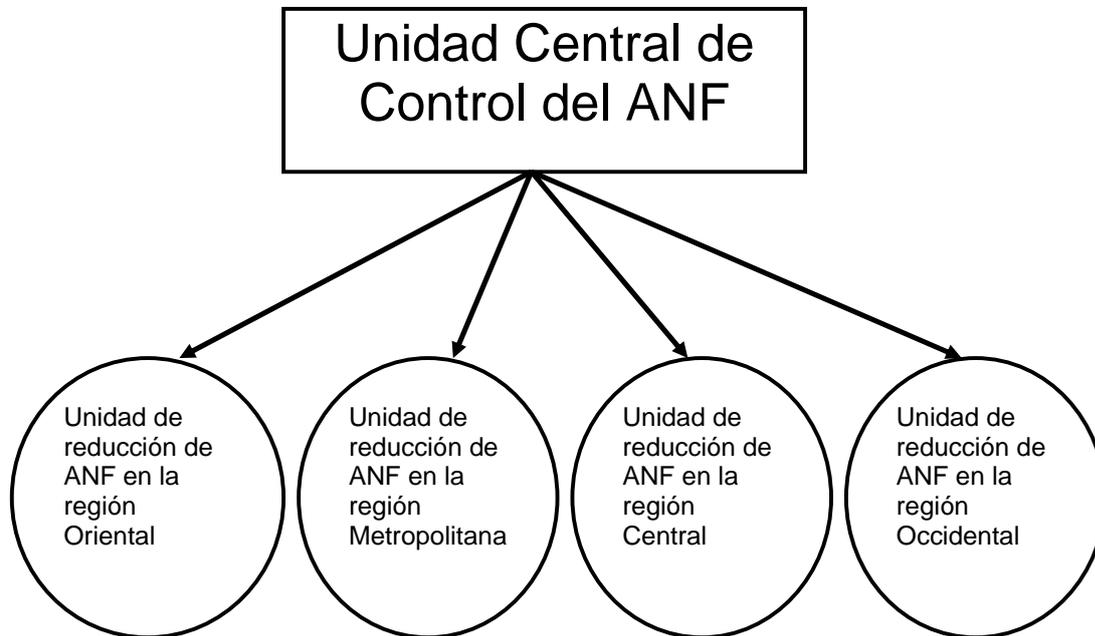
**Unidades ejecutoras de proyectos con fondos externos (Préstamos y/o Donaciones), Unidades ejecutoras con fondos propios:** Para efecto de considerarlos en el plan de reducción de ANF, que focalicen su inversión a la formación de distritos y subdistritos, estaciones de control de presiones y caudales, cortinas de válvulas de control para la sectorización, entre otros.

**UACI Institucional:** Para efectos de definir especificaciones técnicas de los materiales y accesorios que sean de buena calidad,

Por tanto, se recomienda establecer una **UNIDAD CENTRAL DE CONTROL DE ANF** en la sede Central de ANDA.

- Las unidades de reducción de ANF (Equipos de acción), también se establecerá en las oficinas regionales respectivas
- Gerencia Metropolitana
- Gerencia Región Central
- Gerencia Región Occidental y
- Gerencia Región Oriental.

Estas deben contar con planes y estrategias definidas, presupuesto anual, recursos humanos, equipo, maquinaria, Instrumento de detección de fugas y otros equipos especiales para los test del Mínimo Flujo Nocturno (MNF), para el abordaje de los planes de reducción del ANF.



**Fig. B9.1 Unidades de Control y Reducción de ANF**

**B9.2 Actividades de la Unidad Central de Control de ANF.**

Esta Unidad de acuerdo al plan a largo plazo, planificará las diferentes acciones a desarrollar por región, así mismo dará el seguimiento, Monitoreo y control de la gestión desarrollada a nivel Nacional, elaboración de informes de los avances físicos y financiero en forma trimestral y anual, para la Dirección superior y las Regionales, a efecto de medir los avances programados.

La Misión de esta Unidad Central o de Control, será la de regular la gestión de los equipos regionales, para la reducción del ANF, a través de la estandarización de la información gerencial e indicadores de desempeño, lo cual hará posible medir, recomendar y mejorar la gestión de los mismos hacia la sostenibilidad del programa y garantizar su continuidad en el tiempo hasta alcanzar su objetivo meta.

El rol de la Unidad Central de Control para el Manejo en la Reducción del ANF, será como un regulador temporal, se encargará de gestionar toda la información relacionada a la reducción del ANF, ordenarla y procesarla, así como darle el seguimiento, monitoreo y control de los planes de acción para el desarrollo del mismo a nivel regional y estimular el buen desarrollo de los planes.

### **Misión, rol, actividades**

- Reducción de ANF central o en ANDA
- Coordinación entre varios departamentos concernientes de ANDA
- Preparación de plan anual conforme al Plan de Largo Plazo de Reducción del ANF e instruir a la oficina regional respectiva
- Arreglos presupuestarios para las respectivas oficinas regionales según el plan anual
- Recolección de datos de la oficina regional respectiva
- Acumulación/manejo de datos
- Evaluación de nivel de ANF en base a los datos recolectados
- Monitoreo de avance de actividades de reducción de ANF en las respectivas oficinas regionales
- Preparación del informe anual describiendo el avance y los resultados de las actividades de reducción de ANF en las oficinas regionales respectivas y ANDA
- Actividades de relaciones públicas (nivel nacional)
- Provisión de datos al equipo de mejoramiento de GIS
- Preparar plan e implementar capacitación del personal de la Unidad de Reducción de ANF

### **B9.3 Unidad de Reducción de ANF en las Respektivas Oficinas Regionales**

- Unidad que implementa las actividades de reducción de ANF conforme al plan anual que contiene varios planes de acción, como
  - Establecimiento de ADM
  - Inventario del sistema y planos
  - Control activo de fugas
  - Reparación de fugas
  - Reemplazo de tuberías y micro medidores
  - Reemplazo de válvulas en mal estado e instalación en las fronteras de los distritos modelos
  - Construcción de cajas para instalación de equipos de instrumentación.
  - Relaciones públicas.

#### **B9.4 Recursos Humanos**

Las Unidades tanto de Control como las unidades de reducción de ANF Regionales, deben de estar compuestas de personal capacitado y con experiencia en las diferentes áreas de un sistema de distribución, y como mínimo debe de contar con el siguiente personal:

(Habilidades requeridas, número de personal, capacitaciones, beneficios especiales).

##### **Unidad de Control de ANF (por ejemplo)**

- **Jefe de la Unidad de Control (1):** Ing. Civil con experiencia en Planificación, control de inversión, ejecución de proyectos de rehabilitación, mejoramiento y ampliación de sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario, Definición y manejo de indicadores de gestión, elaboración de informes técnicos, lectura de planos catastrales georeferenciado, administración.
- **Sub-jefe (1):** Ing. Civil, Lic. En Administrador de empresas,
- **Planificación (2):** Ing. Industrial, Administrador de empresa,
- **Adquisiciones (1):** Lic. En Administrador de empresa, Experiencia en procesos de licitaciones, libre gestión, conocimiento de la LACAP.
- **Finanzas (1): Lic. Administrador de empresas, con especialidad en Finanzas**
- **Procesamiento de datos (2):** Ing. En Sistemas, manejo de software para presentación en power point, excell, ms Project, Autocad, y programas afines.
- **Secretaria (1): Secretaria**

##### **Unidad de reducción del ANF (Oficina Regional) (por ejemplo)**

- **Jefe (1):** Ing. Civil, experiencia en operación y mantenimiento de redes y líneas de transmisión, Valvulería, estaciones de presión independientes, planes de sectorización del servicio, mapeo de horas de servicio, lectura de planos,
- **Sub-jefe (1):** Técnico en Ing. Civil, con experiencia en operaciones y mantenimiento de redes de distribución, líneas de transmisión, tanques, Valvulería, etc.
- **Ingeniería (2):** Experiencia en estrategia para abordaje en el establecimiento de bloques de Medición, planificación, diseño, Uso del equipo de detección y eliminación de fugas, medición de flujos, analista del ANF.
- **Equipo de estudio de fugas (4):** Técnicos con experiencia en el manejo de equipo de detección de fugas tales como: Flujometro Ultrasónico (portaflow-C), Detector de sonidos

digital, detector de ruidos y fugas, correlador de sonidos, localizador de metales, localizador de cables y tubería metálica, barras auditivas, entre otros.

- **Plomeros especializados (4):** Técnicos con experiencia en instalación y reparación de toda clase de tuberías y cañerías, accesorios, conexiones domiciliarias, Valvulería de control y reguladoras de presión y caudal, entre otros.
- **Procesamiento de datos (2):** Técnicos con experiencia en el procesamiento de información producto del levantamiento de información de campo, estado físico y operacional de las válvulas, micromedidores, número de reparaciones de fugas visible y no visible, detalles de los distritos y sub distritos, cantidad de usuarios, cantidad de ilegales y fraudulentos detectados, entre otra información del bloque modelo definido.
- Recurso humano requerido para
  - Reemplazo/mantenimiento de micro medidores,
  - Adquisición,
  - Finanzas,
  - Actualizar la lista de usuarios,
  - Relaciones públicas, etc.

Serán proporcionados por las secciones existentes pertinentes en las oficinas regionales respectivas.

- Incentivos especiales deben ser considerados para los miembros de las unidades de reducción de ANF
- El personal de ANDA que participe en «PRODEC ANDA» debe ser efectivamente asignado a la unidad de control de ANF y la unidad de reducción del ANF como personal principal.

## **B9.5 Logística requerida**

La unidad deberá de contar con su presupuesto anual de papelería, equipos de oficina, herramientas básicas, cámara, GPS, Vehículos, Software, hardware actualizado de acuerdo a los programas del GIS, bases de datos de los usuarios, etc.)

- Unidad de control del ANF (por ejemplo)
  - Equipo común de oficina.
  - Software y hardware adecuado al sistema GIS y bases de datos de los usuarios
  - Un automóvil para visitas a las oficinas regionales
  - GPS
  - Cámara de video y fotográfica
  - Cintas lasser de medición
  - Calculadoras científicas
  - Pizarra grande
  - Papelería en general
  - Etc.
  
- Unidad de reducción del ANF (oficina regional) (por ejemplo)
  - Equipo común de oficina
  - Dos automóviles para varios trabajos de campo (automóviles de acuerdo al número de brigadas de trabajo, deben ser utilizados solamente por este equipo para lograr respuestas rápidas para la reparación de fugas)
  - Equipo de detección de fugas (al menos dos sets)
  - Equipo y accesorios de reparación de fugas.

El Capitulo B10 contendrá los planes de acción que desarrollara la Unidad Central de Control, dichos planes estarán focalizados hacia una gestión reguladora sobre las unidades o equipos de acción de cada regional, la cual Planificara en coordinación con las regionales, ordenara y manejara

la información de cada una, para luego darle seguimiento, monitoreo y control de los avances físicos y financieros programados en forma anual y quinquenal.

Toda la inversión deberá ser orientada a la formación de los distritos de medición, siendo esta la manera de avanzar objetivamente, a efecto de tener el control estricto de los sistemas, desde cuánta agua se produce, se conduce, se distribuye o se suministra, cuánta agua se factura, y cuál es el índice de ANF.

## **CAPITULO B10 Implementación del Plan a largo Plazo para la Reducción del ANF**

### **B10.1 Tabla de cálculos de cantidades y tiempos para su ejecución por Región de ANDA.**

Las tablas utilizadas para el cálculo de cantidades de materiales, consultorías, y actividades dentro de las rutinas de ANDA, fueron facilitadas por el equipo de expertos de JICA, a través de sus capacitaciones, estas tablas han sido tan útiles para la determinación de las siguientes necesidades por Región de ANDA:

- Tabla para determinar la necesidad de micro y macro medidores, así como determinar el costo y tiempo de suministro e instalación y responsable de control de lectura.
- Consultoría para el establecimiento del GIS.
- Reducción de fugas en el sistema de transmisión.
- Reducción de fugas en reservorios.
- Formación de Distritos de Medición (ADM's).
- Actividades para la Reducción de pérdidas Aparentes.
- Programa de Reemplazo de tuberías.
- Relaciones Públicas.
- Mejoramiento Organizacional.

#### **Como se desarrollo cada una de las tablas:**

Las tablas fueron desarrolladas a partir de las necesidades de cada una de las Regionales de ANDA, utilizando también información general de cada uno de los sistemas que conforma la Regional, entre otros; cantidad de usuarios de agua potable y saneamiento, cantidad de sistemas, kilómetros de tuberías de transmisión, numero de reservorios, kilómetros de tubería de la red de distribución, cantidad de macro y micro medidores en buen estado, etc.

#### **Proceso de determinación de las necesidades de macro y micro medición:**

Las necesidades de macro medición se determina a partir del número de plantas potabilizadoras, plantas de bombeo, pozos profundos y cantidad de reservorios por Región.

Luego se estimo el tiempo de preparación de documentos para licitación, evaluación, contratación y tiempo de puesta en bodegas de ANDA, en promedio se estimo de 12 meses.

Tiempo requerido para la Instalación de los macro medidores, se basa en la consideración de tres días para instalar un macro medidor y multiplicado por el número total resultado un promedio de 12 meses.

Se determinan los costos de adquisición e instalación de los macro medidores, afectando cada uno por un costo promedio de acuerdo mercado Nacional e Internacional.

### **Micro Medidores**

La demanda se determina a partir del total de usuarios por Región e informe de la cantidad de medidores en buen estado y tiempo de servicio promedio, a partir de esta información se determina la cantidad de medidores a restituir, luego para determinar el requerimiento de nuevos medidores es necesario saber el stock o cantidad de medidores nuevos con que cuenta cada Regional, el requerimiento entonces es la diferencia entre la cantidad a restituir y la cantidad en stock, resulta la cantidad requerida de medidores.

Luego se estimo el tiempo de preparación de documentos para licitación, evaluación, contratación y tiempo de puesta en bodegas de ANDA, en promedio se estimo de 12 meses.

Tiempo requerido para la Instalación de los micros medidores, se basa en la consideración del número de instaladores y la cantidad promedio de instalación diaria que anda en el orden de 9 medidores diarios, multiplicado por el numero de instaladores tenemos un total diario y dividiendo la cantidad total requerida en la cantidad diaria instalada determinamos el tiempo que tardaremos para su instalación total.

Se determinan los costos de adquisición e instalación de los macro medidores, afectando cada uno por un costo promedio de acuerdo mercado Nacional e Internacional.

### **Establecimiento del sistema GIS:**

El sistema GIS, será una herramienta de gran utilidad para el levantamiento del catastro técnicos de los sistemas, así mismo para la depuración y estricto control del catastro de usuarios, ambos en

tiempo real y en forma georeferenciado (cada cosa con sus coordenadas geográficas), facilitara obtener toda la información de las fuentes de producción, líneas de transmisión, reservorios, redes principales y de distribución, macro y micro medición, así mismo del catastro de usuarios, el nombre del propietario, tipo de servicio (domiciliario, comercial o industria y especiales), definición de rutas y secuencias ordenadas, etc. El objetivo del GIS, es tener un estricto control en tiempo real de los sistemas y catastro de usuarios.

Para ello fue necesario definir la necesidad de un consultor experto en la materia, profesionales y personal técnico para el desarrollo de la consultoría, así mismo contempla la compra de equipo, software y hardware, adecuado para manejar las bases de datos de gran tamaño.

### **Reducción de fugas en el sistema de transmisión**

Esta tabla se determina a partir de la cantidad en kilómetros de tubería que presentan todos los sistemas de agua potable por Región, se considera un recorrido por las líneas para la detección y reparación de fugas visible y posteriormente mediante la utilización de equipos de detección de fugas no visibles para su reparación, finalmente se determinan los tramos de tubería que son necesario su restitución.

Se estima el tiempo de acuerdo a distancia promedio diaria de 2 km, para detección de fugas visibles y no visibles (detección de fugas intensiva con equipo especializado), 0.5 km al día, la restitución de tramos tubería en mal estado se estimo la restitución de 1.25 km/mes por Región, con un costo promedio mensual de \$50,000.

### **Reducción de fugas en Reservorios**

Se estima que un buen porcentaje de las fugas reales, se da en los reboses de los reservorios, cuando el bombeo o la línea aductora va directa al tanque, en horas de mínima demanda a altas horas de la noche, por lo que se ha considerado la detección y reparación de fugas e instalación de válvulas flotadoras para evitar el desperdicio de agua.

Se ha considerado dentro del plan un día para la detección y reparación de fugas, un día para la instalación de válvula flotadora y un día para estudiar el comportamiento del nivel de agua del reservorio, y con todas las actividades desarrolladas ajustar el régimen de operación del sistema o medidas preventivas a efecto de reducir el índice de ANF, por perdidas reales.

### **Formación de Distritos de Medición (ADMs)**

La información para los cálculos de los costos y avances anuales en el proceso de formación de Áreas de Distritos de Medición (ADMs). Se tomo en cuenta los insumos importantes que nos dieron los bloques modelos y proyectos pilotos, ejecutados por las tres Regionales de ANDA.

Se tomo de base el costo promedio del metro de tubería que conforma el bloque modelo de cada Región.

Por región se estimo la cantidad de kilómetros de tubería en base a la cantidad de conexiones, asignando un valor de 12 mts por conexión para las regionales y 10 mts en el AMSS.

Tomando como base 10 kilómetros de tubería por bloque modelo a desarrollar.

Estimamos los tiempos para formar una Área de Distrito de Medición (ADMs), considerando las actividades que desarrollaban los equipos de acción (ver estas actividades en el manual de reducción de ANF). Para ello toma 60 días hábiles promedios en desarrollarlas.

Con un promedio de cuatro equipo por región formando ADMs, se estima un avance anual de 160 kilometros, equivalente a la formación de 16 subdistritos al año, los cuales pueden ser parte de un distrito principal.

Para ello el área metropolitana de San Salvador, requiere de 25 años continuos para tener todas sus redes en distritos y subdistritos y las Regionales necesitan en conjunto 12 años.

### **Actividades para la Reducción de pérdidas aparentes**

Esta actividad se desarrolla en el proceso de formación de las ADMs, con la depuración del catastro de usuarios, detectando conexiones ilegales, fraudulentas, clase y tipo de servicio, ordenamiento de rutas y secuencias, en resumen actualizando la base de datos del área comercial.

Contempla también la capacitación de lectores a efecto de obtener un excelente proceso de levantamiento de lectura, esto reduce los índices de ANF, como también de reclamos.

Es importante también capacitar a los fontaneros a efecto de que ejecuten su trabajo profesionalmente (sin dejar fugas en redes y conexiones).

### **Programa de Reemplazo de tuberías**

El programa de reemplazo de tuberías, es continuo y se ha programado para que se desarrolle en las Regionales en 20 años y 25 años para el área metropolitana, por ser este el sistema más grande.

En base a la información del total de tubería por Región, se estima un avance anual de:

160 Km para Área Metropolitana,

40 Km para la Región Central

40 Km para la Región Oriental y

75.2 Km para la Región Occidental.

*315.2 kms. Al año a nivel Nacional. Con un desembolso promedio anual de 4.5 millones de dólares.*

### **Relaciones Públicas**

Esta es una actividad continua a nivel Nacional a efecto de mantener informada a la población de las nuevas políticas Institucionales focalizadas a las medidas de reducción de ANF.

No se contabiliza pues es una actividad interna de ANDA.

Es una de la más alta en importancias, debido a la necesidad de acercamiento a la población y mantenerles informado del proceso de los proyectos, su afectación, ventajas y beneficios de los mismos; donde su fin es brindar un mejor servicio a la población.

Es importante para la institución ser aliado del usuario y atender sus reclamos con prontitud y atender de inmediato los reportes de fugas, por eso en este plan se ha considerado fortalecer el área del call center. Ahorraremos mucha agua en desperdicios por fugas reportadas por la población.

### **Mejoramiento Organizacional**

El plan considera la creación de una Unidad Central de Control (UCC), a efecto que esta se encargue de la regulación de la gestión de las Unidades de campo Regionales, planifique, le de seguimiento, monitoreo y control de la gestión de cada una.

Así mismo esta UCC, se encargara de ir ajustando el plan de acuerdo a la capacidad instalada y mejorada año con año conforme avanza el plan.

Estas unidades deben tener presupuesto focalizado a las medidas de reducción de ANF, tener el equipo, mobiliario y las herramientas necesarias para operar con eficiencia.

Hará los estudios de auditoría del agua e ira midiendo el índice de ANF, año con año.

Presentara informe de avance a los Gerentes Regionales y Dirección Superior.

La evaluación de avance, efectividad, informes y contramedidas para en casos que no esté funcionando el plan, deben ser desarrolladas por la Unidad Central de Control y presentada al comité de monitoreo y/o Dirección superior de la Institución para su aprobación (en caso necesario). La Unidad Central de Control, ha de definir y adoptar criterios para echar andar el plan para el manejo en la reducción del agua no facturada y con ello no simplemente reducir el Índice de Agua No Facturada a toda costa, se debe garantizar la viabilidad financiera de la Institución, desarrollando en forma planificada y ordenada los proyectos en sectores o áreas de distritos de medición, cuya recuperación se de al corto plazo, mediante el incremento en la facturación y por ahorros en la producción del agua necesaria, para abastecer en forma eficiente a la población.

A partir de una línea base de la gestión Institucional, Se han calculado las inversiones por tipo de proyecto y por regiones de ANDA, tales como adquisición de micro y macro medidores, costos de estaciones controladoras de presión, costos de las campañas de detección y reparación de fugas, formación de áreas de distritos de medición, equipamiento de los Unidades de acción de las regionales y la Unidad Central de Control, reemplazo de las redes de distribución, entre otros.

Los resultados de la discusión por el comité de monitoreo deben ser incorporados al plan anual del próximo año.

Anualmente los resultados deben ser revisados, analizados y ajustados para el próximo año de acuerdo a la situación Financiera Institucional y/o Resultados de la evaluación.

Es de alta importancia la revisión y ajuste del plan, nunca abandonarlo por ineffectividad, es un reto para mejorarlo en la marcha, por la Unidad Central de Control.

El plan estaría en constante actualización, cuando se inicien los diferentes trabajos proyectados, este se ajustara a tiempos reales de ejecución.

Sobre esta base se logro desarrollar el cronograma de actividades y el cronograma de desembolsos anuales.

### **B10.2 Cronograma de Actividades**

El cronograma de actividades resulta de un proceso lógico y progresivo, iniciando con las inversiones básicas para poder medir el índice de ANF, como lo es la formación de las Unidades para la reducción del ANF, definición de la meta reducir a un 25% el IANF, la implementación de Micro y Macro medidores, establecimiento del GIS, detección de fugas en líneas de transición y Reservorios, sustitución de tramos de líneas de transición en mal estado, capacitación del personal de lectores y fontaneros, formación de ADMs, Relaciones Publicas, Restitución de tuberías.

Una acción lleva a la otra no podemos adquirir macro medidores sin haber identificado antes la ubicación de los mismo.

No podemos hacer auditoria del agua sin antes haber instalados los macro y micro medidores.

Y este proyecto para la reducción del ANF no puede iniciar sin la oficialización del Plan Por el presidente de ANDA y Junta de Gobierno, sin haber formados, aprobado y equipado las unidades de acción Regionales y Central de Control, asignar el presupuesto anual, etc.

**Tabla B10.1 Cronograma de implementación de planes de acción a Largo Plazo para la Reducción del ANF**

Planes de acción / Acciones	Departamento/ Sección/ Persona responsable	2011			2012			2013			2014			2015			2016										
		5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<b>1. Políticas</b>	B11	Desarrollo de políticas	Ejecutivos de ANDA																								
<b>2. Objetivo de la reducción del ANF</b>	B21	Establecimiento de metas de porcentaje futuro de ANF	Ejecutivos de ANDA, Director Técnico																								
<b>3. Mejoramiento del sistema de medición</b>	B31	Instalación de macro medidores																									
	B31-1	Identificación de ubicación de medición	Dpto. Produccion de cada Regional.																								
	B31-2	Adquisición de medidores	Gcia. Comercial para micromed., Gas Regionales para Macromed.																								
	B31-3	Trabajos de instalación de medidores	Dpto. de Produccion de cada Regional y Gcia. Comercial MicroMed.																								
	B31-4	Establecimiento de sistema de lectura/procesamiento de datos de medidores	Dpto. de Produccion de cada Regional y Gcia. Comercial MicroMed.																								
<b>4. Mejoramiento del sistema de informática</b>	B41	Mejoramiento del sistema de informática (introducción del sistema GIS)																									
	B41-1	Toma de decisiones sobre la introducción del sistema GIS	Ejecutivos de ANDA, Director Técnico																								
	B41-2	Selección de consultor de GIS	Dirección Técnica																								
	B41-3	Recolección de información básica, inventario del sistema	Area de Patrimonio de cada Regional y Areas de Catastro Técnico																								
	B42	Mejoramiento/actualización de base de datos de usuarios	B53-3																								
<b>5. Reducción de pérdidas reales</b>	B51	Reducción de fugas del sistema de transmisión																									
	B51-1	Estudio de fugas visibles	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																								
	B51-2	Estudio de balance de agua	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																								
	B51-3	Detección intensiva de fugas	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																								
	B51-4	Reemplazo de tuberías	Unidad de reducción de ANF -> Oficina regional																								
	B52	Reducción de fugas de reservorios																									
	B52-1	Estudio de fugas visibles	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																								
	B52-2	Revisión con válvula flotante	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																								
	B52-3	Investigación del nivel de agua	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																								
	B53	Reducción de fugas del sistema de distribución y conexiones domiciliarias (control activo de fugas)																									
	B53-1	Establecimiento de ADM (Proceso continuo)	Unidad de Reducción de ANF de oficina regional (Cap. B9)																								
<b>6. Reducción de pérdidas aparentes</b>	B61	Eliminación de conexiones ilegales	B53-3																								
	B63	Capacitación de lectura de medidores	Recursos Humanos Central																								
	B65	Capacitación de Fontaneros	Recursos Humanos Central																								
	B66	Reemplazo periódico de medidores	Area Comercial																								
	B72	Establecimiento de ADM	B53																								
<b>7. Medidas preventivas para la reducción del ANF</b>	B73	Programa de reemplazo de tuberías	Gerencias Regionales																								
	B76	Mejorar el procedimiento de transferencia del sistema de los urbanizadores privados																									
	B76-1	Mejorar procedimientos legales	Dept. legal																								
	B76-2	Establecer criterios de diseño y especificaciones técnicas para urbanizadores privados	Ingeniería y diseño																								
<b>8. Relaciones públicas</b>	B82	Planificación de actividades de relaciones públicas, en relación a actividades de ADM	Unidad de reducción de ANF																								
	B83	Establecimiento de "línea de emergencias de fugas"	Gerencia Comercial																								
<b>9. Mejoramiento organizacional</b>	B91	Establecimiento de unidad central de control de ANF	Dirección Técnica																								
	B92	Establecimiento de unidad de reducción de ANF en las respectivas oficinas regionales	Gerencias Regionales																								
	B93	Adquisición de vehículo necesario, equipo para unidades Central de control y Red. de ANF	Dirección Técnica																								

### **B10.3 Cronograma de desembolsos anuales**

Los desembolsos anuales son producto del cálculo de costos anuales de cada plan de acción desarrollado en el capítulo anterior.

Este plan debe estar respaldado por una asignación anual del presupuesto general anual de ANDA, a efecto de garantizar el desarrollo de las actividades programadas en el plan y con ello garantizar el éxito del mismo.

Los proyectos pilotos y bloques modelos desarrollados, nos han arrojado resultados positivos para la institución, ya que su inversión se estima una recuperación a mediano plazo, con la recuperación del ANF, ya que este proceso ordena los sistemas de una forma tal, que el control de los mismos es increíble y garantiza el éxito del proyecto.

El control de los sistemas de abastecimiento nos permite regularizar los régimen de operación en plantas de bombeo, aplicar eficiencia energética, bombeo y producción necesaria, mantener los sistemas en optimas condiciones de operación, debido a una programación clara y aplicable del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, control en la producción de agua, facturación y cobros, etc.

Tabla B10.2 Cronograma de desembolso de actividades

PLAN A LARGO PLAZO PARA EL MANEJO EN LA REDUCCION DE ANF. A NIVEL NACIONAL.										
Cronograma de Actividades, Avance fisico y financiero anual.										
Planes de acción / Acciones			Costos totales	Desembolso					Observaciones	
				2011	2012	2013	2014	2015		2016
1. Políticas	B11	Desarrollo de políticas	Sin costo							
2. Objetivo de la reducción del ANF	B21	Establecimiento de metas de porcentaje futuro de ANF	Sin costo							
3. Mejoramiento del sistema de medición	B31	Instalación de macro medidores	Sin costo							
	B31-1	Identificación de ubicación de medición	Sin costo							
	B31-2	Adquisición de medidores	7,805,404	0	3,773,937	4,031,467	0	0	0	
			100%		48.4%	51.6%	0.0%			
	B31-3	Trabajos de instalación de medidores	2,662,479	0	266,248	2,396,231	0	0	0	
			100%		10%	90%	0.0%	0%		
	B31-4	Establecimiento de sistema de lectura/procesamiento de datos de medidores	10,000	0	0	10,000	0			
			100%			100%	0.0%			
	B32	Arreglos legales (pertencia de micro medidores)	Sin costo							
	B33	Arreglos legales (reemplazo periódico de micro medidores)	Sin costo							
4. Mejoramiento del sistema de informática	B41	Mejoramiento del sistema de informática (introducción del sistema GIS)	Sin costo							
	B41-1	Toma de decisiones sobre la introducción del sistema GIS	Sin costo							
	B41-2	Selección de consultor de GIS	3,627,000	0	906,750	1,813,500	906,750	0	0	
			100%		25%	50%	25%			
	B41-3	Recolección de información básica, inventario del sistema	450,000	0	90,000	225,000	135,000	0	0	
		100%		20%	50%	30%				
	B42	Mejoramiento/actualización de base de datos de usuarios	Sin costo							
5. Reducción de pérdidas reales	B51	Reducción de fugas del sistema de transmisión	Sin costo							
	B51-1	Estudio de fugas visibles	15,300	0	15,300	0	0	0	0	
			100%		100.0%	0.0%	0%			
	B51-2	Estudio de balance de agua	150,000	0	0	37,500	112,500	0	0	
			100%		0.0%	25.0%	75%	0%		
	B51-3	Detección intensiva de fugas	76,500	0	76,500	0	0	0	0	
			100%		100%	0%	0%			
	B51-4	Reemplazo de tuberías	2,040,000	0	0	1,020,000	1,020,000	0	0	
			100%		0.0%	50.0%	50%	0%	0%	
	B52	Reducción de fugas de reservorios	Sin costo							
	B52-1	Estudio de fugas visibles	6,243	0	6,243	0	0	0	0	
			100%		100%					
	B52-2	Revisión con válvula flotante	11,348	0	11,348	0	0	0	0	
			100%		100%	0%				
	B52-3	Investigación del nivel de agua	4,588	0	4,588	0	0	0	0	
		100%		100%	0%					
B53	Reducción de fugas del sistema de distribución y conexiones domiciliarias (control activo de fugas) incluye B53-1, 2 y 3.	110,100,000	0	0	6,575,062	6,575,062	6,575,062	6,575,062	CONTINUA \$83,799,752,0	
		24%			6%	6%	6%	6%		
	B53-1	Establecimiento de ADM	Sin costo							
	B53-2	Programación de actividades de ADM	Sin costo							
	B53-3	Implementación de actividades de ADM	Sin costo							
6. Reducción de pérdidas aparentes	B61	Eliminación de conexiones ilegales	Sin costo							
	B62	Estudio de hogares	Sin costo							
	B63	Capacitación de lectura de medidores	12,000	0	12,000	0	0	0	0	
			100%		100%					
	B64	Mejorar el estándar de instalación de conexiones domiciliarias	0	0	0	0	0	0	0	
			0%		0%					
	B65	Capacitación de Fontaneros	25,000	0	25,000	0	0	0	0	
		100%		100%						
B66	Reemplazo periódico de medidores									
B67	Establecimiento de taller de mantenimiento de medidores	150,000	0	0	375,000	750,000	375,000	0		
		100%			25%	50%	25%			
7. Medidas preventivas para la reducción del ANF	B71	Revisión de sistema de zonificación	Sin costo							
	B72	Establecimiento de ADM	Sin costo							
	B73	Programa de reemplazo de tuberías	107,936,000	0	0	4,598,074	4,598,074	4,598,074	4,598,074	CONTINUA \$89,543,705,0
			17%		0%	4.26%	4.26%	4.26%	4.26%	
	B74	Mejoramiento de instalación de conexiones domiciliarias	Sin costo							
	B75	Inventario de sistema existente (planos, lista de líneas de tuberías)	Sin costo							
	B76	Mejorar el procedimiento de transferencia del sistema de los urbanizadores privados	Sin costo							
	B76-1	Mejorar procedimientos legales	Sin costo							
B76-2	Establecer criterios de diseño y especificaciones técnicas para urbanizadores privados	Sin costo								
B76-3	Establecer sistema de inspección de ANDA durante la construcción y al tiempo de la transferencia	Sin costo								
8. Relaciones públicas	B81	Planificación de actividades de relaciones públicas, nivel nacional	Sin costo							
	B82	Planificación de actividades de relaciones públicas, en relación a actividades de ADM	Sin costo							
	B83	Establecimiento de "línea de emergencias de fugas"	30,000	0	30,000	0	0	0	0	
		100%		100%						
9. Mejoramiento organizacional	B91	Establecimiento de unidad de control de ANF	107,000	0	107,000	0	0	0	0	
			100%		100%					
	B92	Establecimiento de unidad de reducción de ANF en las respectivas oficinas regionales	225,000	0	225,000	0	0	0	0	
			100%		100%					
B93	Adquisición de vehículo necesario, equipo para unidades de control y reducción de ANF	431,700	0	431,700	0	0	0	0		
		100%		100%						
		237,215,561	0	5,981,613	21,071,833	14,097,386	11,548,136	11,173,136		

En 25 años se pretende tener sistemas sectorizados y tuberías reemplazadas, con macro y micromedición al 100%, el índice de ANF alcanzaría un 25%.

#### **B10.4 Beneficios esperados por la aplicación del Plan de Reducción de ANF**

El Plan para el manejo en la Reducción del ANF, traerá enormes beneficios para la Institución, y especialmente para la población usuaria, en la medida que este plan se vaya desarrollando, se tendrá un mejor control desde la producción, suministro de agua por distritos y subdistritos, mejor control de las pérdidas, presiones de servicios, catastro de usuarios depurados, nuevas rutas y secuencia de lectura dinámicas, facturación e ingresos, consumo y facturación de energía eléctrica, etc.

La suma del costo del agua que se consume y factura más el costo del volumen de agua que no se comercializa, da como resultado el costo total del suministro de agua en el sector. La comparación de este costo con los ingresos por concepto de facturación por la prestación de los servicios, resulta “Estado de pérdidas y Ganancias” del sector, tanto en cantidad total, como por cada mt<sup>3</sup> suministrado.

El estado de pérdidas y ganancias puede calcularse nuevamente con las modificaciones que produce el plan de reducción de ANF, en la formación de los ADMs, para cada ADM, se calculará la cantidad de mt<sup>3</sup> que se pueden facturar ADICIONALMENTE y la cantidad de metros cúbicos que se pierden por fugas técnicas.

Los metros cúbicos adicionales de facturación productos de del plan de Reducción de ANF, generan mayores ingresos en forma acumulativa año con año, y lo más importante que resaltar que será al mismo costo que hoy por hoy tenemos en la operación total de los sistemas; los metros cúbicos de fugas menores disminuyen el costo del suministro y el volumen de los metros cúbicos de suministro.

El mayor ingreso por facturación se pretende obtener de multiplicar la cantidad de metros cúbicos por la tarifa promedio del sector o distrito de medición. La disminución del costo se obtiene al multiplicar los metros cúbicos de fugas técnicas por el costo del agua suministrada, de acuerdo a la fuente de los produce.

Sera posible calcular los valores acumulados de beneficio, costo, metros cúbicos por día, mes o año, ahorrados, cantidad de agua que puede facturarse año con año adicionalmente y cantidad de agua que

puede dejar de producir por reducción de fugas y corrección de régimen de operación de algunos sistemas.

Dado que el criterio adoptado de una Empresa bajo enfoque de eficiencia hacia una gestión sostenible, es garantizar entonces la viabilidad financiera de ANDA, y no simplemente reducir año con año el Índice de Agua No facturada (IANF), a toda costa, se ejecutaran primero los proyectos en sectores cuya recuperación de la inversión por facturación adicional y por ahorros de producción hagan más rentable la inversión.

Obsérvense a manera de proyección, con fundamento de nuestro plan de reducción de ANF, los cuadros y graficas de evolución de los incrementos en la facturación, debido al ahorro acumulado de agua por la reducción del ANF, a medidas que entran en operación los proyectos de reducción de la misma.



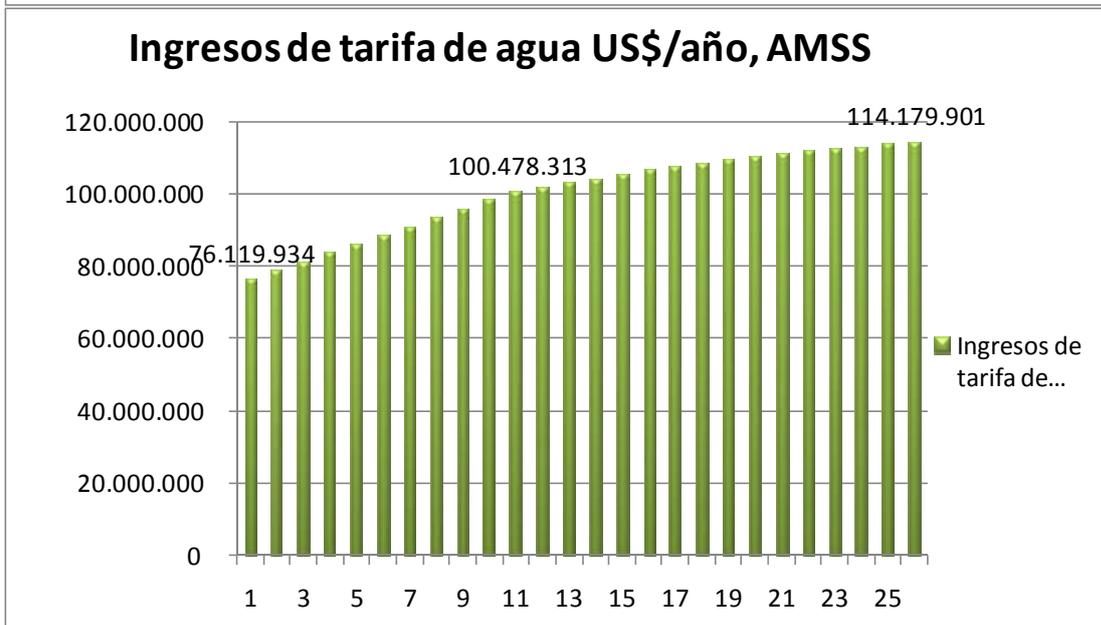
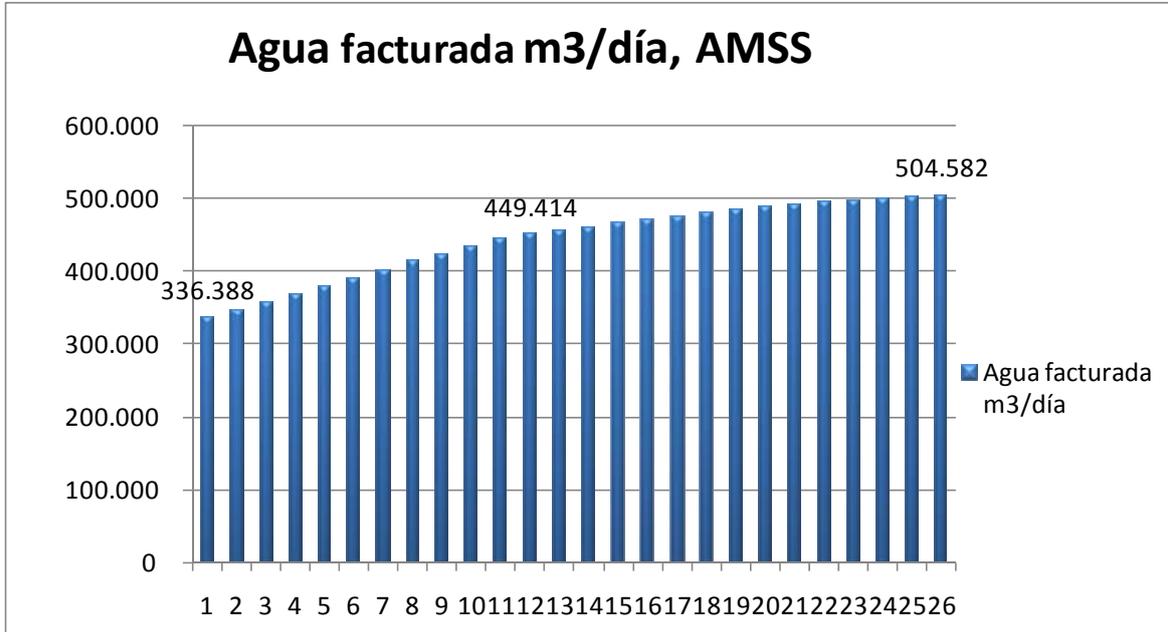


---

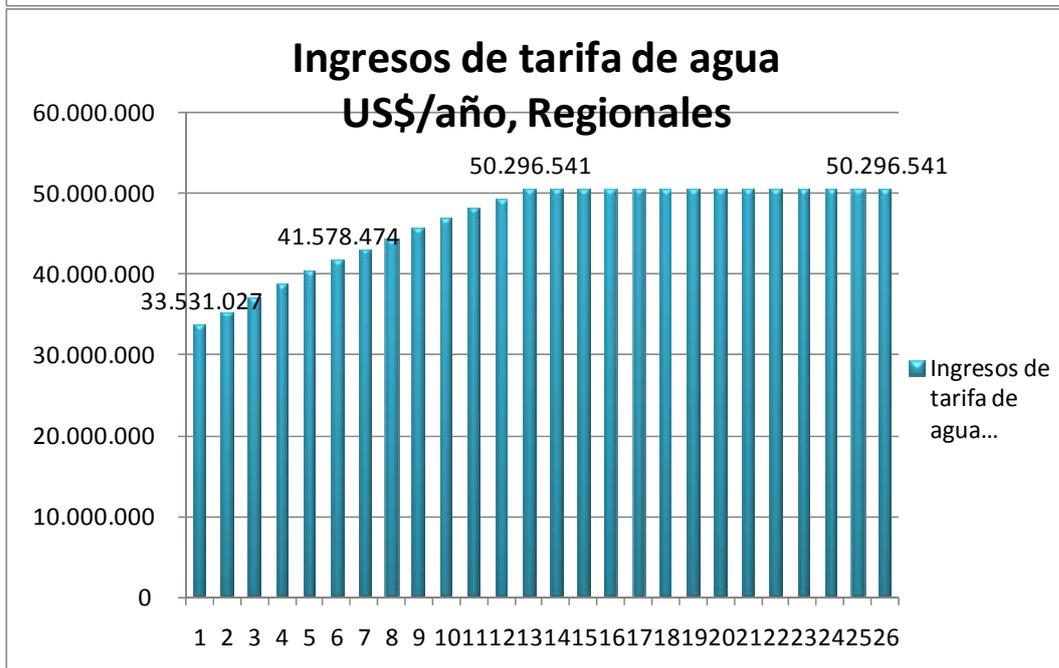
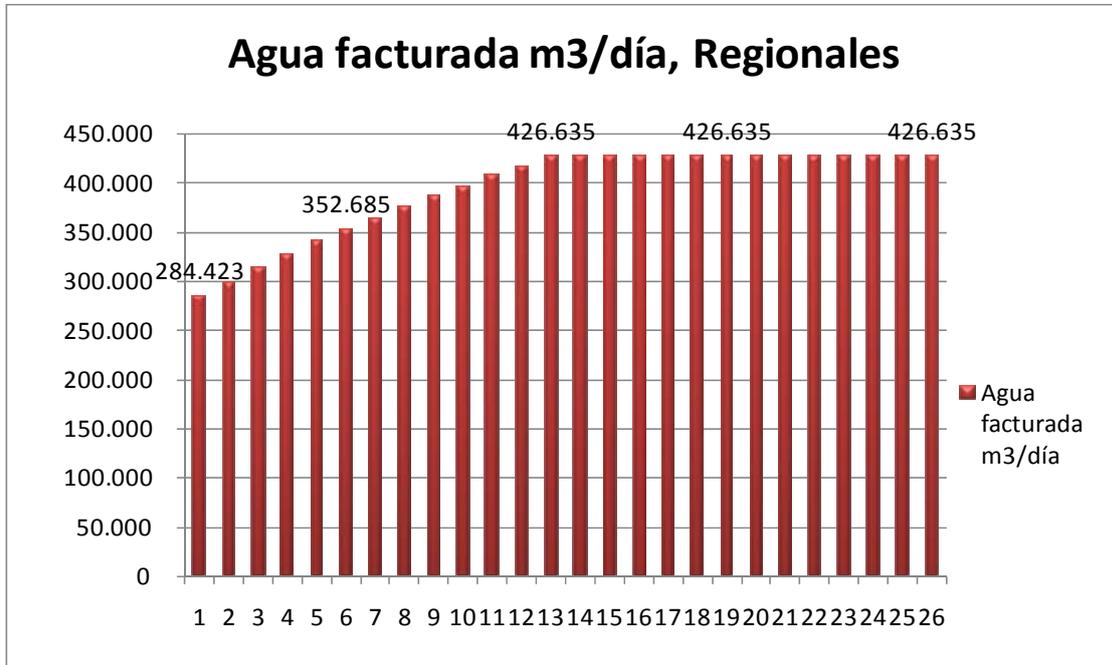
**Grafica de comportamiento de proyección de ahorro acumulado de agua potable e incremento de ingresos anuales**

Una vez implementado el Plan para el Manejo en la Reducción del ANF, La Institucion estará viendo resultados, significativos año con año, lo que podemos apreciar en las siguientes graficas de proyección de Reduccion del ANF, e incremento en los ingresos por facturación de agua servida.

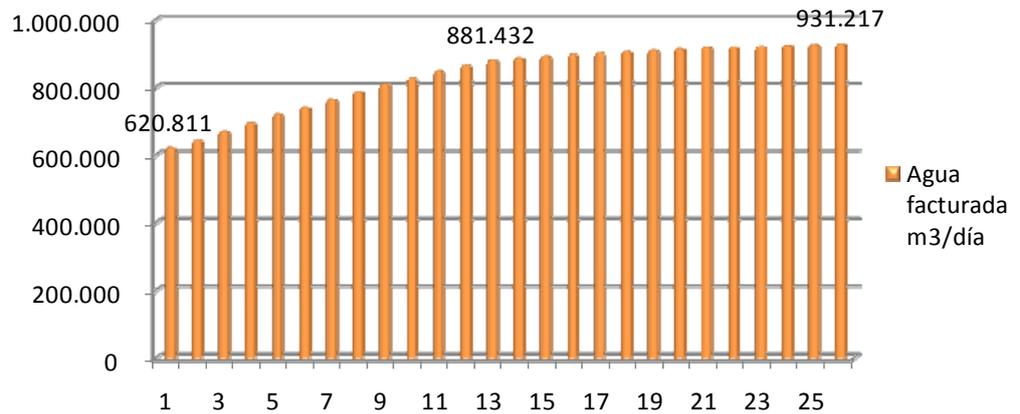
**SISTEMA METROPOLITANO**



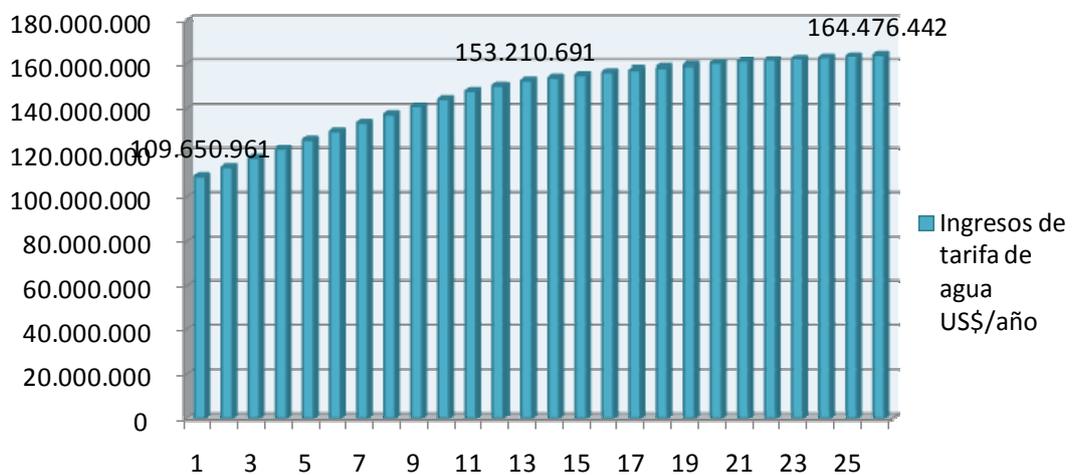
**GERENCIAS REGIONALES**



### Agua facturada m<sup>3</sup>/día, a Nivel Institucional y Nacional



### Ingresos de tarifa de agua US\$/año, a Nivel Institucional y Nacional



De acuerdo a las graficas, la Región Metropolitana estaría en un ritmo de recuperación para los primeros diez años en el orden del 1.6% de reducción de ANF, equivalente a 3,928,860 m<sup>3</sup>/año y una recuperación financiera en promedio anual de US\$1,435,838.0 dólares. Se ha proyectado recuperar en los primeros diez años, un monto estimado para el AMSS de US\$ 14,358,380.0 dolares.

Para las regionales se ha estimado un ritmo de recuperación para los primeros ocho años, de 2.25%, un porcentaje mas alto que la Region Metropolitana debido a al tamaño y complicación de los sistemas, se estima que anualmente estará reduciendo el ANF, en 5,181,030 m<sup>3</sup>/año, y un incremento en los ingresos estimados anuales de US\$ 1,676,551.0 dolares.

A nivel Nacional tendríamos una reducción de ANF estimada de 9,109,890 m<sup>3</sup>/año e ingresos en el orden de los US\$3,112,389 dolares.

Lo importante de la implementación del presente Plan será brindar un mejor servicio a la población que lo demanda, teniendo clientes satisfechos y una empresa con enfoque de eficiencia hacia la autosostenibilidad.

## **CAPITULO B11 Evaluación y monitoreo de la implementación**

### **B11.1 Comité de evaluación y monitoreo**

El comité de Evaluación y monitoreo, será parte del staff de profesionales de la Unidad Central de Control de ANF, cuya sede deberá ser el edificio central de ANDA.

Esta Unidad estará encargada de la planificación, del seguimiento, monitoreo y control de la gestión desarrollada por las unidades de reducción de ANF, con sede en cada regional de ANDA.

Para ello se tomara de base los indicadores técnicos y comerciales de gestión, definición del sistema de información gerencial entre las regionales, a efecto de estandarizar la información, los formatos de captura de información, las fechas de entrega, con el fin de preparar y presentar informes en forma oportuna a la dirección superior, gerentes regionales y encargados de las unidades de acción. Todas estas acciones estarán direccionadas a visualizar las dificultades en efectividad en el desarrollo del plan, y tomar las medidas pertinentes en forma oportuna para el mejoramiento de la eficiencia, en el desarrollo de dicho plan.

Avance:

Avance de los planes de acción, estará fundamentado en la efectividad, y contramedidas a dificultades presentadas, en las unidades de reducción de ANF de las oficinas regionales, en comparación con el plan anual y el Plan a Largo Plazo para la Reducción del ANF; será preparado por la Unidad Central de Control de ANF.

Efectividad:

Rango de reducción de ANF expresado por Indicadores de desempeño (IDs), Capítulo B11.2 y resultados de auditoría del agua.

La evaluación de avance, efectividad, informes y contramedidas para en casos que no esté funcionando el plan, deben ser desarrolladas por la Unidad Central de Control y presentada al comité de monitoreo y/o Dirección superior de la Institución para su aprobación (en caso necesario).

La Unidad Central de Control, ha de definir y adoptar criterios para echar andar el plan para el manejo en la reducción del agua no facturada y con ello no simplemente reducir el Índice de Agua No Facturada a toda costa, se debe garantizar la viabilidad financiera de la Institución, desarrollando en forma planificada y ordenada los proyectos en sectores o áreas de distritos de medición, cuya recuperación, sea al corto plazo, mediante el incremento en la facturación y por ahorros en la producción del agua necesaria, para abastecer en forma eficiente a la población.

A partir de una línea base de la gestión Institucional, Se han calculado las inversiones por tipo de proyecto y por regiones de ANDA, tales como adquisición de micro y macro medidores, costos de estaciones controladoras de presión, costos de las campañas de detección y reparación de fugas, formación de áreas de distritos de medición, equipamiento de los equipos de acción de las regionales y la Unidad Central de control, reemplazo de las redes de distribución, entre otros.

Los resultados de la discusión por el comité de monitoreo deben ser incorporados al plan anual del próximo año.

Anualmente los resultados deben ser revisados, analizados y ajustados para el próximo año de acuerdo a la situación Financiera Institucional y/o Resultados de la evaluación.

Es de alta importancia la revisión y ajuste del plan, nunca abandonarlo por ineffectividad, es un reto para mejorarlo en la marcha, por la Unidad Central de Control.

### **B11.2 Indicadores de desempeño (IDs).**

Los indicadores de desempeño (IDs), son de mucha utilidad y de gran importancia su utilización como una herramienta de medición de la gestión desarrollada, existen para distintas funciones, administrativas, comerciales, técnicos, operativos, entre otros y nos indican un bosquejo desde un nivel básico hasta la gestión para eficiencia, eficacia de forma muy específica de la operación.

El cálculo de los índices de agua no facturada y sus componentes por entidades de sectorización, sirven al propósito de formular los proyectos de reducción de pérdidas por sectores operativos, considerando la relación costo/beneficio de inversión por tipo de proyecto; así mismo la relación Beneficio/costo es posible calcular los valores acumulados de beneficios, costos, Litros /seg

ahorrados, o sea cantidad de agua que puede facturarse adicionalmente una vez reparadas las fugas y/o cantidad de agua que se puede dejar de producir por reducción de fugas.

Es de alta importancia que para cada proyecto se deben calcular los beneficios y los costos adicionados en un horizonte de tiempo determinado, por la vida útil del proyecto; estos beneficios incluyen principalmente con el medio ambiente, el bienestar de los clientes, la imagen Institucional, la obtención de metas empresariales entre otras; a continuación se presentan algunos tiempo de vida útil a considerar para el reemplazo de los materiales, y/o componentes y actividades:

- Acometidas fraudulentas: 25 años
- Clandestinos masivos: 25 años
- Micro medidores: 7 años<sup>1</sup>
- Busqueda de fugas y reparaciones de red: 12 y 25 años
- Estaciones controladoras de presión^ 5 años.

La relación beneficio – Costo, se obtiene de dividir el valor presente de los beneficios por el valor presente de los costos, la relación beneficio/costos evaluada a valor presente en el horizonte de tiempo seleccionada debe ser mayor a 1.0, para q el proyecto sea viable. Entre mayor sea la relación beneficio/costo, más conveniente será el proyecto, lo que proporciona un indicador para establecer las prioridades de inversión.

#### AGUA NO FACTURADA: INDICADORES TECNICOS

Índice de agua no facturada (IANF):

$$\text{IANF} = \frac{\text{Volumen de agua producido (m}^3\text{/año)} - \text{Volumen de agua facturado(m}^3\text{/año)}}{\text{Volumen de agua producido (m}^3\text{/año)}} \times 100$$

Índice lineal de fugas (ILF): **Fugas por km de red o distrito de medición, debemos conocer el volumen facturado.**

ILF = Volumen de pérdidas / Longitud de la red incluidas conexiones m<sup>3</sup>/km/día.

Rendimiento hidráulico (Rh): **el resultado se da en porcentaje**

Rh = Caudal facturado/ Caudal suministrado x 100 (M<sup>3</sup>/año).

Micro Medición: Cantidad de medidores instalados al año.

$$\text{Medidores instalados} = \frac{\text{No. Medidores Instalados/año}}{\text{No. De Medidores Proyectados/año.}} \times 100$$

Macro Medición: Cantidad de macromedidores instalados al año.

$$\text{Macromed. instalados} = \frac{\text{No. Macromedidores Instalados/año}}{\text{No. Macromedidores Proyectados/año.}} \times 100$$

<sup>1</sup> Based on the life span of the manufacturer and results of periodic analyses of accuracy of the meter, starting from the implementation of this NRW Reduction Plan. 7 year period should be adjusted according to results.

Metros de tubería restituida (Mt/año).

$$M \text{ tub. instalados} = \frac{\text{Mts. De tub. Instalados/año}}{\text{Mts. De tub. Proyectado instalar/año.}} \times 100$$

Metros de líneas de conducción inspeccionadas (Mt/año).

$$M \text{ tub. inspeccionada} = \frac{\text{Mts. De tub. Inspeccionadas/año}}{\text{Mts. De tub. Proyectada a inspeccionar/año.}} \times 100$$

Numero de fugas reparadas en líneas de conducción (No./año).

$$M \text{ fugas reparadas} = \frac{\text{Numero de fugas reparadas/año}}{\text{Numero de fugas a reparar proyectadas/año.}} \times 100$$

Numero de tanques inspeccionados (No./año).

$$M \text{ tanques Inspeccionados} = \frac{\text{Numero de tanques inspeccionados/año}}{\text{Numero de tanques a inspeccionar proyectados/año.}} \times 100$$

Numero de tanques Reparados (No./año).

$$M \text{ tanques reparados} = \frac{\text{Numero de tanques reparados/año}}{\text{Numero de tanques a reparar proyectados/año.}} \times 100$$

Numero de medidores reparados al año.

Eliminación de conexiones ilegales al año

Legalización de conexiones ilegales al año

Otros indicadores de desempeño:

**Tabla B11.1 Indicadores de desempeño**

INDICADOR	Unidad
$\text{Cobertura de agua} = \frac{\text{Población abastecida de agua}}{\text{Población total dentro del área de cobertura.}} \times 100$	(%)
$\text{Total agua consumida} = \frac{\text{Volumen de agua facturada, en millones de } \frac{\text{m}^3}{\text{año}}}{\text{Número de conexiones de agua}} \times \frac{1000}{12}$	(m <sup>3</sup> /conexión/mes)
$\text{Consumo residencial} = \frac{\text{Volumen de agua facturado, en millones de } \frac{\text{m}^3}{\text{año}}}{\text{Población abastecida de agua.}} \times \frac{1000000}{365}$	(L/hab/día)
$\text{Consumo facturado medido} = \frac{\text{Volumen de agua consumido MEDIDO}}{\text{Volumen de agua facturado}} \times 100$	(%)
$\text{Fallos en tubería} = \frac{\text{Número de tuberías falladas en la red de dist. por año}}{\text{Longitud en km de tuberías que constituyen la red de distribución}}$	(Fallos/km/año)

$\text{Nivel medido} = \frac{\text{Conexiones con medidores en funcionamiento}}{\text{Número de conexiones de agua}} \times 100$	(%)
Producción de agua potable	M3/año
Consumo de agua (Facturación por servicio)	M3/año
Ingresos por servicio prestado	US \$
Costos totales de operación del sistema	US\$

**Tabla B11.2 Indicadores de desempeño**

Función	Nivel	Código	Indicador de desempeño	Comentarios
<b>Financiera:</b> ANF por volumen	1 (básico)	<b>FI 36</b>	Volumen de ANF [% de volumen de ingresos al sistema]	Puede ser calculado del balance de agua, no muy significativo
<b>Operacional:</b> Pérdidas aparentes	1 (básico)	<b>Op 23</b>	[m3/conexión de servicio/año] O: [m3/km de tubería/año] <i>(solamente si la densidad de conexiones de servicio es &lt;20/km)</i>	El mejor de los simples indicadores de desempeño "tradicionales", útil para establecer metas, uso limitado para comparación entre sistemas
<b>Operacional:</b> Pérdidas reales	1 (básico)	<b>Op 24</b>	[litros/conexión de servicio/día] O: [litros/km de tubería/día] <i>(solamente si la densidad de conexiones de servicio es &lt;20/km)</i>	El mejor de los simples indicadores de desempeño "tradicionales", útil para establecer metas, uso limitado para comparación entre sistemas
<b>Operacional:</b> Pérdidas reales	2 (intermedio)	-	[litros/conexión de servicio/día/ metro de presión] O: [litros/km de tubería/día/ metro de presión] <i>(solamente si la densidad de conexiones de servicio es &lt;20/km)</i>	Indicador fácil de calcular si el ILI no se conoce aún, útil para comparación entre sistemas.
<b>Financiera:</b> ANF por costo	3 (detallado)	<b>FI 37</b>	Valor de ANF [% de costo anual del sistema]	Permite distintos costos unitarios para los componentes de ANF, buen indicador financiero
<b>Operacional:</b> Pérdidas reales	3 (detallado)	<b>Op 25</b>	<b>Índice de infraestructura de fugas (ILI)</b>	La razón de Pérdidas Reales Anuales Actuales con las Pérdidas Reales Anuales Inevitables, el indicador más poderoso para comparaciones entre sistemas

### **B11.3 Análisis de auditoría de agua.**

Metodología del análisis de la auditoría de agua

Para realizar este análisis fue necesario apoyarnos en el manual de las mejores prácticas del IWA “Terminología Estándar y medidas de desempeño recomendadas”.

Una vez implementado el plan, habremos realizado varias metas previas, tales como: Formación de distritos y sub distritos, detectado y reparado fugas visibles y no visible, en redes de distribución, fugas en líneas de conducción, instalado cortinas de válvulas, tanques, haber instalado macro medidor y micro medidores, medición de flujos nocturnos, registrar el número y tipo de fugas, una contabilidad minuciosa de toda el agua que entra y sale de un sistema de servicios, incluyendo la inspección de los sistemas de registro, entre otras actividades que se desarrollaran en el plan de acción de este rubro. Para luego poder desarrollar un balance de agua e irlo mejorando en el tiempo, tanto en su aplicación como en la reducción del IANF.

Los análisis de la auditoría del agua deben ser conducidos de acuerdo al sistema estándar a implementar en cada una de las Regionales de ANDA.

Los resultados del análisis deben ser anunciados públicamente en comparación a los datos del otro año y mostrar el avance o el mejoramiento.

Se recomienda la implementación periódica de la Auditoría de agua a efecto de verificar en la marcha la efectividad de la implementación del Plan para el manejo en la Reducción del ANF.





## **APENDICE A1**

### **LISTA DE INSTALACIONES PRINCIPALES DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LAS RESPECTIVAS REGIONES**

## **REGIÓN METROPOLITANA**

#### **NOTA**

Estos listados de las instalaciones existentes se han preparado en base a datos disponibles. Por tanto, algunas instalaciones de las cuales no se tiene datos disponibles no se incluyen en estos listados.

Estos listados deben ser actualizados en el curso de la implementación de este Plan.

## INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN

- **PLANTAS DE TRATAMIENTO**

número	Nombre de la planta de tratamiento	Capacidad (m <sup>3</sup> /día)	Año de inicio
1	PLANTA POTABILIZADORA LAS PAVAS, TACACHICO, LA LIBERTAD	225,000m <sup>3</sup>	1993
2	PLANTA GULUCHAPA, ILOPANGO, SAN SALVADOR	30,000m <sup>3</sup>	1975

• **POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA**

**POZOS SISTEMA ZONA NORTE**

**GERENCIA REGION METROPOLITANA  
AREA DE PRODUCCION**

**CONSUMO PROMEDIO DIARIO (KWH) EQUIPOS DEL SISTEMA ZONA NORTE/2011**

NOMBRE DEL SISTEMA	NOMBRE O No. DEL POZO	CAPACIDAD (M3/DIA)	HP	CONSUMO (KWH)	DIRECCION
ZONA NORTE	Pozo Chanmico # 1	6,180.14	200	3,506	Carretera a Quezaltepeque desvio a Opico, contiguo al cementerio de chanmico, La Libertad.
Opico, La Libertad	Pozo Chanmico # 2	0.00	125	2,191	Carretera a Quezaltepeque desvio a Opico, contiguo al cementerio de chanmico, La Libertad.
	Pozo Playon # 1	5,504.32		0	
Quezaltepeque	Colombia Pozo # 1	5,542.95	200	3,506	Finca Polanco Carretera a San Juan Opico Quezaltepeque desvio a Santa Ana, Cooperativa Colombia, San Juan Opico.
	Colombia Pozo # 2	2,882.35		0	
	Colombia Pozo # 3	2,895.47		0	
	Colombia Pozo # 4	0.00	75	1,315	Finca Polanco Carretera a San Juan Opico Quezaltepeque desvio a Santa Ana, Cooperativa Colombia, San Juan Opico.
	Pozo Jabali 1	0.00	F/S		
	Pozo Jabali 3	7,617.82	200	3,506	Carretera a Quezaltepeque desvio a Opico, altura del hipodromo el jabali, La libertad.
Nejapa	Pozo Estación Central	1,687.30	200	3,506	Finca montenegro, Nejapa, entrada por cementerio
	Pozo Estación Central	2,162.74	125	2,191	Finca montenegro, Nejapa, entrada por cementerio
San Juan Opico	Pozo 1	9,495.39	200	3,506	Canton agua Escondida , San Juan Opico , La Libertad
	Pozo 2	7,978.51	200	3,506	Canton agua Escondida , San Juan Opico , La Libertad
	Pozo 3	6,184.14	200	3,506	Canton agua Escondida , San Juan Opico , La Libertad
	Pozo 3-A	8,319.20	200	3,506	Canton agua Escondida , San Juan Opico , La Libertad
	Pozo 4	12,595.35	200	3,506	Canton agua Escondida , San Juan Opico , La Libertad
San Ramon "A"	Pozo # 1	3,096.11	125	2,191	Calle al volcan Col. Mirella, San Ramon, Mejicanos.
	<b>TOTAL</b>			<b>39,445</b>	

F/O FUERA DE OPERACIÓN

**POZOS SISTEMA GULUCHAPA JOYA GRANDE**

**GERENCIA REGION METROPOLITANA**

**AREA DE PRODUCCION**

**CONSUMO PROMEDIO DIARIO (KWH) EQUIPOS DEL SISTEMA GULUCHAPA JOYA GRANDE/2011**

<b>NOMBRE DEL SISTEMA</b>	<b>NOMBRE O No. DEL POZO</b>	<b>CAPACIDAD (M3/DIA)</b>	<b>HP</b>	<b>CONSUMO (KWH)</b>	<b>DIRECCION</b>
Guluchapa	<b>POZO RB. 1</b>	<b>483.76</b>	75	1,315	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
Joya Grande	<b>POZO CUAYA 2</b>	-	F/O		Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>POZO P-1</b>	<b>2,761.89</b>	100	1,753	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>POZO P-2</b>	<b>4,860.68</b>	125	2,191	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>POZO P-3</b>	-	F/O		Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>POZO P-4</b>	<b>3,930.40</b>	100	1,753	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>POZO CUAYA 7B</b>	<b>3,022.34</b>	100	1,753	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>POZO CUAYA 2B</b>	<b>4,383.20</b>	100	1,753	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>POZO 6 GEMELO B</b>	<b>1,432.50</b>	75	1,315	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>GEMELO BETA 1</b>	<b>4,141.36</b>	100	1,753	Canton Joya Grande y Cll. Asino Guluchapa
	<b>TOTAL</b>			<b>13,587</b>	

F/O

**AMSS 1**

**GERENCIA REGION METROPOLITANA**

**AREA DE PRODUCCION**

**CONSUMO PROMEDIO DIARIO (KWH) EQUIPOS DEL AMSS/2011**

NOMBRE DEL SISTEMA	NOMBRE O No. DEL POZO	CAPACIDAD (M3/DIA)	HP	CONSUMO (KWH)	DIRECCION
AMSS	Pozo 9, Nejapa.	1,203.53	100	1,753	Lotificación el cambio, Km. 21 1/2 línea férrea Canton galera quemada carretera a Nejapa, Quezalt.
	Pozo 8, Nejapa.	1,580.74	125	2,191	Carret. A Quezaltep. Km. 20 y Plan Mango, Calle el cambio, Mapilapa, Nejapa.
	Pozo 6, Nejapa	878.72	75	1,315	Carretera a Quezaltepeque Km.20 a 500 mtros.de bodega coca cola Canton el Conacaste Nejapa
	Pozo Castaño 2, Nejapa.	4,381.33	150	2,630	Hacienda el castaño, Nejapa
	Pozo La Cancha 1, Apopa.	68.51	150	2,630	Caserio el Castillo calle a Col.los Angeles canton el Angel carretera a Quezaltepeque
	Pozo La Cancha 2 Apopa	56.21	60	1,052	Caserio el Castillo calle a Col.los Angeles canton el Angel carretera a Quezaltepeque
Apopa	Pozo Santa Marta, Apopa 2	225.08	20	351	Caserio el Castillo calle a Col.los Angeles canton el Angel carretera a Quezaltepeque
	Pozo Cayala Apopa # 1	143.30	20	351	Calle troncal del norte, Km. 10 1/2 Ciudad Delgado.
	Pozo # 1 San Andres Apopa	344.28	25	438	Col. San Andres calle ppal.y calle a col.Chituc Apopa
	Pozo Popotlán, Apopa N° 5	906.88	75	1,315	Col. popotlan II frente a urb. valle verde III Apopa
	Pozo Popotlan, Apopa No. 3	310.83	40	701	Col. popotlan II frente a urb. valle verde III Apopa
	Pozo Popotlán, Apopa No. 4	1,538.86	60	1,052	Col. popotlan II frente a urb. valle verde III Apopa
Cuscatancingo	Pozo # 1 Ciudad Futura	35.94	20	351	Col. Ciudad Futura, final pasaje # 39, Pol. 39, Cuscatancingo.
	Pozo Villa Mariona 1	295.99	25	438	Col.Villa Mariona I final calle ppal.Cuscatancingo
Mejicanos	Pozo # 1 Margaritas Mejicanos	2,548.80	75	1,315	5a. Avenida Norte y final autopista norte, Mejicanos.
	Pozo San Miguel Mejicanos 1	2,931.34	150	2,630	Calle al plan del pito pasaje 9 San Miguel Mejicanos Col.San Antonio Ayutuxtepeque.
	Pozo San Miguel Mejicanos 2	182.01	150	2,630	Calle al plan del pito pasaje 9 San Miguel Mejicanos Col.San Antonio Ayutuxtepeque.
	Pozo # 1 Zacamil 2	2,479.54	150	2,630	Centro Urb.José Simeon Cañas calle ppal. frente a edificios 1 y 2 Zacamil, Mejicanos.
	Pozo # 1 Universitaria	1,533.82	100	1,753	Boulevard Universitaria,3ra.C.Pte. Y 21 Av.Nte. Av. Don Bosco, Col. Libertad.

	Pozo 3 san Ramón B	2,273.71	200	3,506	Calle al volcan, Col. Mirella, Canton San Ramon, Mejicanos.
	Pozo # 1 San José de la Montaña	1,856.74	100	1,753	Ira.c.poniente y final Boulevard Constitucion San Ant.Abad
	Pozo Estadio No.1	5,497.39	200	3,506	Col. Flor blanca 49 Av. Sur, fte al estadio Flor Blanca, S.S.
Antiguo	Pozo El Espino 2	2,220.75	100	1,753	Cil. El Pedregal, Jardines de La Hacienda Cil. A Cooperativa El espinu costado oriente de academia militar ciudad merliot.
Cuscatlán	Pozo El Espino 3	2,061.23	100	1,753	Cil. El Pedregal, Jardines de La Hacienda Cil. A Cooperativa El espinu costado oriente de academia militar ciudad merliot.
	Pozo El Espino 4	424.47	B/S		Cil. El Pedregal, Jardines de La Hacienda Cil. A Cooperativa El espinu costado oriente de academia militar ciudad merliot.
	Pozo El Espino 1	0.00	100	1,753	Cil. El Pedregal, Jardines de La Hacienda Cil. A Cooperativa El espinu costado oriente de academia militar ciudad merliot.
	Pozo Jardines de la Hda.	1,951.00	125	2,191	Urb. Jardines de la Hacienda,Final Calle el pedregal y Call. Ppal Ote.Ciudad Merliot
	Pozo 1 Cumbres de Cuscatlan 1	3,054.14	200	3,506	Calle plan de la laguna, frente a viveros de mour comercial, Antiguo Cuscatlán.
	Pozo 2 Cumbres de Cuscatlan 1	2,604.80	200	3,506	Calle A Ppal. De Plan de la Laguna Fte. A Moore
	Pozo Cumbres 2	1,276.41	B/S		Col. Cumbres de Cuscatlan 2 Cil. Rio Lempa 200mts. Despues de final calle teotl
	Pozo # 1 Cumbres de la Esmeralda	866.82	75	1,315	Calle Teotl Urb.Cumbres de Cuscatlan Ant.Cuscatlan
	Pozo Antiguo Cuscatlan No.2	2,617.74	200	3,506	Col.La Sultana Y Av. Y Calle Antiguo Cuscatlán, contiguo a la UCA
	Pozo Antiguo Cuscatlan No.3	1,218.10	100	1,753	Col.La Sultana Y Av. Y Calle Antiguo Cuscatlán, contiguo a la UCA
	Pozo Antiguo Cuscatlan No.5	3,742.00	200	3,506	Col.La Sultana Y Av. Y Calle Antiguo Cuscatlán, contiguo a la UCA
	Pozo # 1 La Sultana	2,235.96	150	2,630	Urb. La Sultana Cil. Ferrocarril Antiguo Cuscatlan C. Ant. FFCC/C Dalias y Rosas
	<b>TOTAL</b>			<b>63,462</b>	

**AMSS 2**

**GERENCIA REGION METROPOLITANA**

**AREA DE PRODUCCION**

**CONSUMO PROMEDIO DIARIO (KWH) EQUIPOS DEL AMSS/2011**

NOMBRE DEL SISTEMA	NOMBRE O No. DEL POZO	CAPACIDAD (M3/DIA)	HP	CONSUMO (KWH)	DIRECCION
AMSS	Pozo Altamira No. 3	1,648.11	150	2,630	Urb. Altamira S/calle Guardabarranco (pozo # 3)
	Pozo Altamira No. 2	361.77		0	Calle los viveros Y Boulevard Altam. Residencial los Eliseos Urb. Altamira, Monzerrat.
	Pozo Cima II	857.91	75	1,315	Urb. La Cima II Ote. Senda II, Fnl. Lomas de Sn Fco.
	Pozo Cima 4	2,232.67	75	1,315	Cll. San Patricio Urb. La Cima IV, Cll. A la bomba
	Pozo San Patricio # 1	1,439.15	75	1,315	Col. San Patricio, final cll. Ppal Comunidad el Cañito.
	Pozo San Patricio nuevo # 2	424.84	B/S		Col. San Patricio, final cll. Ppal Comunidad el Cañito.
	Pozo Las Brisas # 2	866.14	B/S		Comn Las Brisas, Carret. Antigua a Huizucar y final Cll. Las Brisas, Fte. a cementerio Jard. del Recdo. Sn Salv.
San Salvador	Pozo Montserrat 2	484.38	40	701	Final pasaje Gonzalez y final 49 Av. Sur, Col. Monserrat.
	Pozo California 1	2,291.29	75	1,315	Col. California Cll. Los Angeles Km. 4 Carretera a Planes de Renderos
	Pozo California 2	1,355.50	B/S		Col. California Cll. Los Angeles Km. 4 Carretera a Planes de Renderos
	Pozo Balboa No. 1	23.95	100	1,753	finca Balboa Planes de Renderos, Contiguo a parque Balboa.
	Pozo Arenal	12.04	100	1,753	Cll. Divisadero hacia cton. Panchimalquito, puente rio arenal. Panchimalco
	Pozo Santa Carlota 4	977.05	7.5	131	Final Cll. Lara y Cll. Ramon Bero, Santa Carlota, San Jacinto
	Pozo Santa Carlota 5	647.70	10	175	Final Cll. Lara y Cll. Ramon Bero, Santa Carlota, San Jacinto
	Pozo Santa Carlota 7	2,620.29	B/S		Final Cll. Lara y Cll. Ramon Bero, Santa Carlota, San Jacinto
	Pozo Las Conchas	333.18	B/S		Colonia Las Conchas, Calle Benjamin Orosco, Barrio San Jacinto.
	Pozo La Militar	2,672.39	100	1,753	Final 2a. Av. Sur, Col. Militar San Jacinto S.S.
	Pozo America	1,202.15	50	877	Calle a San Marcos. Km. 3 1/2 Col. America
San Marcos	Pozo I en Rb. Milagro	427.87	25	438	Col. El Milagro Cll. A Sn Marcos km 5.5 Fte. A Col Azucena.
	Pozo II en Rb. Milagro	3,137.93	125	2,191	Col. El Milagro Cll. A Sn Marcos km 5.5 Fte. A Col Azucena.
	Pozo El Milagro # 1	1,107.04	60	1,052	Carretera a San Marcos Km. 4 1/2, frente a Dicasa, Col. Milagro, San Marcos.

	Pozo El Milagro # 2	1,034.98	25	438	Carretera a San Marcos Km. 4 1/2, frente a Dicasa, Col. Milagro, San Marcos.
	Pozo El Milagro # 3	4,921.59	200	3,506	Carretera a San Marcos Km. 4 1/2, frente a Dicasa, Col. Milagro, San Marcos.
Ilopango	Pozo Apulo	13.80	25	438	Carret.al lago de Ilopango Canton Dolores Calle a Corinto Km.11
San Martin	Pozo Nuevos Horizontes 1	0.00	60	1,052	Col. Nuevos Horizontes I calle Ppal.San Felipe,San Martin
	Pozo Nuevos Horizontes 2	0.00	60	1,052	Col. Nuevos Horizontes I, Final calle Ppal.San Felipe,San Martin
	Pozo Chanhuiste 1	0.00	40	701	Calle a Suchitoto Km.23 san Bartolome Perulapia
	Pozo Chanhuiste 2	22.84	50	877	Calle a Suchitoto Km.23 san Bartolome Perulapia
	Pozo Chanhuiste 3	0.81	50	877	Calle a Suchitoto Km.23 san Bartolome Perulapia
San Bartolo	Pozo Montes de San Bartolo 1	15.81	60	1,052	Sobre carretera de oro por cancha de futbol Urb. Montes de San Bartolo No.1
	Pozo Montes de San Bartolo 4	5.29	75	1,315	Urb.Montes de san Bartolo IV Carretera tonacatepeque atras fabrica Insa.
	Pozo 1 La Guayacán	15.56	40	701	Col.Guayacán contiguo a Urb.El Limón, frente a cancha de futbol.
	Pozo El Limón 1	16.00	75	1,315	Urbanizacion el limon Soyapango
	TOTAL			<b>32,038</b>	

**AMSS 3 (GENERAL)**

**GERENCIA REGION METROPOLITANA**

**AREA DE PRODUCCION**

**CONSUMO PROMEDIO DIARIO (KWH) EQUIPOS DEL AMSS/2011**

NOMBRE DEL SISTEMA	NOMBRE O No. DEL POZO	CAPACIDAD (M3/DIA)	HP	CONSUMO PROMEDIO (KWH)	DIRECCION
AMSS	Margaritas Pozo 1	230.36	25	438	Final Av. Prusia, contiguo a pasaje No.28 Urb.Las Margaritas 1
Soyapango	Pozo Margaritas S. No. 3	584.44	60	1,052	Urb.Las Margaritas III final Calle a Soyapango.
	Pozo San José Cortez	809.91	75	1,315	Calle el arenal Canton san Jose Cortez C.Delgado
	Pozo La Coruña	488.88	50	877	Final pasaje Hidalgo, Col. La Coruña, Soyapango.
	Pozo Sierra Morena 3	341.81	60	1,052	Av.Cerro verde final calle san Jacinto frente a pol.70
	Pozo Altos del Cerro	1,146.87	60	1,052	Av. Los pinos Urb. Altos del Cerro, Soyapango.
San Salvador	Pozo 6 La Chacra	0.00	F/S		Colonia la Chacra, detrás de ex piscinas Municipales La Chacra.
	Pozo 7 La Chacra	0.00	F/S		Colonia la Chacra, detrás de ex piscinas Municipales La Chacra.
	Pozo Río Urbina No. 4	704.04	7.5	131	Km 1 1/2, Carretera Troncal del Norte, entre Shell atlatl y ex guardia nacional. San Salvador.
	Pozo Río Urbina No. 5	2,046.08	20	351	Km 1 1/2, Carretera Troncal del Norte, entre Shell atlatl y ex guardia nacional. San Salvador.
	Pozo Río Urbina No. 6	961.12	20	351	Km 1 1/2, Carretera Troncal del Norte, entre Shell atlatl y ex guardia nacional. San Salvador.
	Pozo CentroAmerica # 3	3,185.88	125	2,191	Col. Centroamerica, Calle Managua S.S
	Pozo CentroAmerica # 4	2,326.04	100	1,753	Col. Centroamerica, Calle Managua S.S
	Pozo Socorro # 1	3,860.94	100	1,753	Alameda Juan Pablo II, contiguo al hospital del ISSS. S.S.
	Pozo Socorro # 2	1,023.14	30	526	Alameda Juan Pablo II, contiguo al hospital del ISSS. S.S.
		<b>TOTAL</b>		<b>12,841</b>	

**CAPTACIONES**

**PRODUCCION DE AGUA DE LAS CAPTACIONES DE LA REGION METROPOLITANA**

PERIODO del 21/07/10 al 20/08/2010

Fuentes Captaciones	AforoL/s	M3/h	HORAS DE OPERACIÓN		CAUDAL PRODUCIDO		Fecha del Aforo	DIRECCION
			Mensual	P/diario	M3/mes	M3/diario		
Estación San Lorenzo	85.5	307.8	729.19	24	224,444.68	7,240.15	14/12/2008	Hacienda San Lorenzo San Juan Opico, L .L.
LaToma	244.09	878.724	729.19	24	640,756.75	20,669.57	17.08/10	Quezaltepeque, Contguo a turicentro la toma L .L.
Castaño 1	110.29	397.044	739.45	24	293,594.19	9,470.78	01/06/2010	Calle San Antonio, dentro de ex- beneficio el Castaño
El Castillo	38.51	138.636	733.4	24	101,675.64	3,279.86	01/06/2010	Cantón Joya Galana, Nejapa
Captación Hilohuapa	5.52	19.872	742.9	24	14,762.91	476	19/05/2010	Carretera a Planes de Renderos Km. 6
Captación La Danta	5.54	19.944	732.65	24	14,612	471	27/05/2010	Col. La Fuente, Carretera a Planes de Renderos Km. 5
Cataratas de Panchimalco	19.53	70.308	741.25	24	52,116	1,681	19/05/2010	Barrio El Calvario, final del cementerio de Panchimalco
Panchimalco	12.2	43.92	741.25	24	32,556			Desvío a la ciudad de Panchimalco.
Captación Cuapa	3.08	11.088	741.25	24	8,218.98	265	27/05/2010	Col. Y Canton Los Angeles, Ant. Calle al litoral Km. 7
Río Cuaya, Guluchapa	111.92	402.912	243.5	8	98,109.07	3,164.81	21/06/2010	Calle Asino Canton Asino, Guluchapa
Santa Carlota	3.63	13.068	720.35	23	9,414	304	04/06/2010	Calle Laray final calle la piscina Co. Sta. Carlota
Amatepec	11.96	43.056	719.45	23	30,977	999	02/06/2010	Col. Amatepec, final pasaje # 9, Soyapango
El Coro	109.88	395.568	731.7	24	289,437	9,337	17/11/2009	Final 6a. Calle ote.y calle el coro, Col. Quiñones. S.S.
La Chacra	224.74	809.064	735.35	24	594,945	19,192	31/05/2010	Col. La Chacra, detrás de ex piscinas, Municipales, S.S.
Caites del Diblo	202.9	730.44	685.1	22	500,424	16,143	31/05/2010	Final calle molsa entre ex policia de hacienda
Río Urbina	34.21	123.156	735.06	24	90,527	2,920	25/05/2010	Carretera Troncal del Norte Contiguo a exguardia Nacional, S.S.
<b>TOTAL: 16 CAPTACIONES</b>	<b>1223.5</b>				<b>2,996,569.69</b>	<b>M3</b>		

## RESERVORIOS

Nombre del sistema	Nombre o No. del reservorio	Capacidad	Elevación del suelo	Nivel bajo del agua	Nivel alto del agua
		(m <sup>3</sup> )	(m)	(LWL) (m)	(HWL) (m)
Sistema Zona Norte	Santa Tecla "A"	15,500.00	1040.00	1049.00	
Sistema Zona Norte	Santa Tecla "A" nuevo	15,500.00	1040.00	1049.00	
Sistema Zona Norte	Santa Tecla "B"	4,000.00	929.00	939.00	
Sistema Zona Norte	San Antonio Abad (T-6)	6,000.00	835.00	841.00	
Sistema Zona Norte	Escalón "A"	20,000.00	898.70	910.70	
Sistema Zona Norte	Escalón "B"	4,000.00	1027.00	1037.00	
Sistema Zona Norte	Maquilishuat	3,200.00	879.00	887.00	
Sistema Zona Norte	Miralvalle	6,000.00	762.70	769.90	
Sistema Zona Norte	Monserrat	8,000.00	757.90	767.70	
Sistema Zona Norte	San Benito	4,000.00	839.50	844.50	
Sistema Zona Norte	San Ramón "A"	20,000.00	781.51	793.51	
Sistema Zona Norte	Dolores	6,500.00	686.60	693.10	
Sistema Zona Norte	Torre y tanque Opico	1,000.00	475.00	479.00	
Sistema Zona Norte	Colombia	1,000.00			
Sistema Zona Norte	Estación Central	4,000.00	449.00	459.00	
Sistema Zona Norte	Reservorio Estación Central	25,000.00	449.00		
Sistema las Pavas	Reservorio	200,000.00			
Sistema las Pavas	Terminal No.1	20,000.00	760.00	772.00	
Sistema las Pavas	Terminal No.2	20,000.00	760.00	772.00	
Sistema Tradicional	Buenos Aires	1,670.00			
Sistema Tradicional	Delicias II	220.00			
Sistema Tradicional	Los Chorros	2,256.00			
Sistema Tradicional	Hacienda San José	615.00			
Sistema Tradicional	Colegio Delicias	202.00			
Sistema Tradicional	La Cima	372.00	920.00	924.74	
Sistema Tradicional	Proy. Int. La Cima	69.00			
Sistema Tradicional	Antiguo Cuscatlan	6,735.00			
Sistema Tradicional	Cumbres de Cuscatlan	1,500.00			
Sistema Tradicional	R-3, la Cima	600.00			
Sistema Tradicional	R-4, la Cima	293.00			
Sistema Tradicional	Cumbres de Cuscatlan II	1,000.00			
Sistema Tradicional	Cumbres de la Esmeralda	1,000.00			
Sistema Tradicional	Chanmico	250.00			
Sistema Tradicional	R-5 La Cima	131.33			

Sistema Tradicional	San José de la Montaña 1	1,035.00			
Sistema Tradicional	San José de la Montaña 2	888.00			
Sistema Tradicional	El Socorro 1	935.00			
Sistema Tradicional	El Socorro 2	935.00			
Sistema Tradicional	Holanda 1	7,070.00			
Sistema Tradicional	Holanda 2	7,070.00			
Sistema Tradicional	Tercera Etapa	700.00			
Sistema Tradicional	Altamira RB 1	38.00			
Sistema Tradicional	Altamira RB 2	230.00			
Sistema Tradicional	Altamira de cola	230.00			
Sistema Tradicional	Montserrat II	720.00			
Sistema Tradicional	Universitaria	2,350.00			
Sistema Tradicional	La Campestre	780.00			
Sistema Tradicional	Las Lajas	1,450.00			
Sistema Tradicional	Mirador Escalón	2,400.00			
Sistema Tradicional	California	326.00			
Sistema Tradicional	Rosales y Rosales	350.00			
Sistema Tradicional	Vista Hermosa	585.00			
Sistema Tradicional	Las Pilitas	612.00			
Sistema Tradicional	Estadio 2	880.00			
Sistema Tradicional	San Ramón "B"	6,000.00			
Sistema Tradicional	Mirella	1,250.00			
Sistema Tradicional	Villa Mariona 2	370.00			
Sistema Tradicional	Santa Rita	531.00			
Sistema Tradicional	El Carmen	20,000.00	759.00	771.00	
Sistema Tradicional	Scandia	3,000.00	702.61	702.61	
Sistema Tradicional	Santísima Trinidad	2,259.00			
Sistema Tradicional	Las Margaritas	250.00			
Sistema Tradicional	Nuevo Cayala	400.00			
Sistema Tradicional	San José Cortéz	250.00			
Sistema Tradicional	Habitat Confien	390.00			
Sistema Tradicional	Bella Vista nuevo	15,000.00	683.00	692.00	
Sistema Tradicional	Bella Vista viejo	5,996.00			
Sistema Tradicional	Bosques de Prusia	753.00			
Sistema Tradicional	La Coruña	314.00			
Sistema Tradicional	Montes 5-1	379.00			
Sistema Tradicional	Montes 5-2	366.00			
Sistema Tradicional	Buena Vista	4,000.00			
Sistema Tradicional	22 de Abril	212.00	487.53	491.53	
Sistema Tradicional	Guayacan	380.00			

Sistema Tradicional	Montes de san Bartolo 1	680.00			
Sistema Tradicional	Amatepec 1	235.00			
Sistema Tradicional	Amatepec 2	235.00			
Sistema Tradicional	La Cima de San Bartolo	530.00			
Sistema Tradicional	San Bartolo (COSF)	1,090.00			
Sistema Tradicional	San Rafael	50.00			
Sistema Tradicional	Las Delicias de San Bartolo	100.00			
Sistema Tradicional	Apulo	50.00			
Sistema Tradicional	Las Cañas	1,039.00			
Sistema Tradicional	Tanque las Delicias Altavista	2,000.00			
Sistema Tradicional	Tanque Veracruz Roble	2,000.00			
Sistema Tradicional	Tanque 2000	2,000.00			
Sistema Tradicional	Tanque 1000	1,000.00			
Sistema Tradicional	Las Palmas	312.00			
Sistema Tradicional	El Ciprés	2,036.00	946.00	949.00	
Sistema Tradicional	El Milagro	1,350.00			
Sistema Tradicional	10 De Octubre	441.00			
Sistema Tradicional	Montecristo	393.00			
Sistema Tradicional	Cementerio 1	107.00			
Sistema Tradicional	Cementerio 2	264.00			
Sistema Tradicional	Mirador los Planes de R.	480.00			
Sistema Tradicional	Panchimalco 1	500.00			
Sistema Tradicional	Panchimalco 2	200.00			
Sistema Tradicional	Tanque Ciudad Obrera (E-28)	1,100.00			
Sistema Tradicional	Tanque Ciudad Obrera (E-28)	1,100.00			
Sistema Zona Norte	San Lorenzo	1000.00			
Sistema Zona Norte	La Isla	321.70			
Sistema Zona Norte	La Toma Z.N.	896.00			
Sistema las Pavas	EB-1	1000.00			
Sistema las Pavas	EB-2	1000.00			
Sistema las Pavas	EB-3	1000.00			
Sistema Tradicional	Delicias No.1	23.63			
Sistema Tradicional	Jardines de la Libertad	201.00			
Sistema Tradicional	Jardines del Rey	201.00			
Sistema Tradicional	El Desvío	50.00			

Sistema Tradicional	El Colegio	71.25			
Sistema Tradicional	Jardines de la Hacienda	201.00			
Sistema Tradicional	El Espino	29.00			
Sistema Tradicional	La Cima R-4	346.00			
Sistema Tradicional	Río Urbina	29.90			
Sistema Tradicional	Santa Carlota	100.00			
Sistema Tradicional	Circulo Estudiantil	100.00			
Sistema Tradicional	Caites del Diablo	212.72			
Sistema Tradicional	El Coro	228.00			
Sistema Tradicional	La Chacra	183.26			
Sistema Tradicional	Monte Cielo (T-4)	50.00			
Sistema Tradicional	San Antonio Abad (T-6)	9.18			
Sistema Tradicional	R-5 la Cima	22.00			
Sistema Tradicional	San Patricio R-1	100.00			
Sistema Tradicional	Villa Mariona No.1	264.74			
Sistema Tradicional	El Zapote	500.00			
Sistema Tradicional	Ciudad Futura	277.09			
Sistema Tradicional	Margaritas 5a. Etapa	314.16			
Sistema Tradicional	Los Conacastes	600.00			
Sistema Tradicional	Los Angeles	76.00			
Sistema Tradicional	Amatepec	75.00			
Sistema Tradicional	Sierra Morena No.1	35.00			
Sistema Tradicional	Sierra Morena No.2	77.00			
Sistema Tradicional	Margaritas 3a. Etapa	880.00			
Sistema Tradicional	El Pepeto	346.00			
Sistema Tradicional	Pozo No.8	51.00			
Sistema Tradicional	El Limón	312.46			
Sistema Tradicional	IUSA 1	242.00			
Sistema Tradicional	IUSA 2	300.00			
Sistema Tradicional	Altavista No.2	873.50			
Sistema Tradicional	Altavista No.2	873.50			
Sistema Tradicional	Altavista No.2	176.00			
Sistema Tradicional	San Bartolo/San Felipe	19.00			
Sistema Tradicional	San Bartolo/San Felipe	30.00			
Sistema Tradicional	Altavista No.1	176.00			
Sistema Tradicional	Cima de San bartolo	270.37			
Sistema Tradicional	Nuevos Horizontes No.1	100.00			
Sistema Tradicional	Nuevos Horizontes No.2	100.00			

Sistema Tradicional	Los Cocos	42.00			
Sistema Tradicional	Rebombero No.3 Roble	176.00			
Sistema Tradicional	Vivero Roble	120.00			
Sistema Tradicional	Changuiste	128.00			
Sistema Tradicional	Milagro Rebombero	50.00			
Sistema Tradicional	10 De Octubre	50.00			
Sistema Tradicional	Florencia	150.00			
Sistema Tradicional	Valle de San Marcos	150.00			
Sistema Tradicional	Las Conchas	102.00			
Sistema Tradicional	Las Cataratas	69.12			
Sistema Tradicional	El Puente	46.50			
Sistema Tradicional	El Castillo	66.48			
Sistema Tradicional	Santa Marta	180.00			
Sistema Tradicional	San Andres	504.00			
Sistema Tradicional	Popotlan	50.00			
Sistema Tradicional	La Cancha	343.00			
Sistema Guluchapa	1a. Etapa	267.03			
Sistema Guluchapa	2a. Etapa	341.33			
Sistema Guluchapa	3a. Etapa	116.87			
Sistema Guluchapa	Santa Lucia 1	333.00			
Sistema Guluchapa	Santa Lucia 2	128.67			
Sistema Guluchapa	El Cafetal	440.00			
	<b>169 Tanques</b>				

Nombre del sistema	Nombre o No. del reservorio	Capacidad	Elevación del suelo	Nivel bajo del agua	Nivel alto del agua
		(m3)	(m)	(LWL)	(HWL)
				(m)	(m)
PLANTA POTABILIZADORA LAS PAVAS, TACACHICO, LA LIBERTAD	Planta Las Pavas	200,000	0	0	5

*El reservorio está a nivel del suelo y el nivel de agua es de 5 metros. No se vacía nunca, pero el nivel menor con el que se trabaja puede ser del 18%, rara vez alcanzado.*

*La producción de agua potabilizada es constante y se llena el reservorio al mismo tiempo que se bombea hacia SS.*

**LINEAS DE TUBERIAS DE TRANSMISIÓN**

Nombre del sistema	Diametro	Largo	Material	Año de instalación	Observaciones
	(mm)	(m)	(DIP, CIP, Acero, PVC)		
SISTEMA ZONA NORTE	24"	2,780	Ho.Fo.	1977	
SISTEMA ZONA NORTE	24"	280	Ho.Fo.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	14"	2,784	Ho.Fo.J.R.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	24"	1,519	Ho.Fo.J.R.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	36"	6,127	Ho.Fo.J.R.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	42"	5,387	Ho.Fo.J.R.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	48"	1,659	Ho.Fo.J.R.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	48"	6,213	Ho.Fo.J.R.	1978	Junio 1998 Sustituida.
SISTEMA ZONA NORTE	42"	2,617	Acero J.R.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	24"	773	Acero J.R.	1978	
SISTEMA ZONA NORTE	48"	6,213	Acero	1978	Está fuera de uso
SISTEMA ZONA NORTE	48"	4,000	Ho.Fo.J.R.	1978	San Ramon - Escalon
SISTEMA ZONA NORTE	36"	2,180	Ho.Fo.J.R.	1979	Escalon- Santa Tecla
SISTEMA ZONA NORTE	12"	255	Ho.Fo.J.R.	1979	Escalon B
SISTEMA ZONA NORTE	30"	2,227	Ho.Fo.J.R.	1979	Santa Tecla
SISTEMA ZONA NORTE	48"	2,000	Ho.Fo.J.R.	1979	Santa Tecla
SISTEMA ZONA NORTE	30"	1,500	Ho. Fo. J.L.	1979	
SISTEMA RIO LEMPA	48"	42,000	Ho.Fo.J.R.	1995	Entran 3 Estaciones
SISTEMA GULUCHAPA	14"	7,500	Ho.Fo.J.R.	1980	Joya Grande, Santo Tomas
SISTEMA 3	14"	4,000	PVC J.R.	1990	

POZOS					
SISTEMA RIO LEMPA	30"	10,500	Ho.Fo.J.R.	1996	Tanque Terminales-Tanque B.Vista
SISTEMA RIO LEMPA	24"	4,000	Ho.Fo.J.R.		Tanque Buena Vista Ilopango.

Nombre del sistema	Diametro	Largo	Material	Año de instalación
	(mm)	(m)	(DIP, CIP, Acero, PVC)	
LAS PAVAS	1220	40310	CIP	1993





## **REGIÓN CENTRAL**

## INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN

- **PLANTAS DE TRATAMIENTO**

Número	Nombre de la planta de tratamiento	Capacidad	Año de inicio
		(m3/día)	
1	Planta de tratamiento Agua Potable Chilama	5180	
2	Planta de tratamiento Agua Potable Tamulasco	5180	

- **POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA**

Nombre del sistema	Nombre o No. del pozo	Capacidad	Profundidad del pozo (m)	Potencia de la bomba
		(m3/día)		(kWH)
Sensutepeque	La Antena	467.1		40 HP
	Las Brisas	530.1		50 HP
	Los Llanitos	380.7		40 HP
Ilobasco	San José 1	872.5		60 HP
	San José 2	445.9		40 HP
	San José 3	3131.2		
	Agua Zarca 1	382.2		30 HP
	Agua Zarca 2	384.6		40 HP
	Pozo Nuevo	643.4		50 HP
	Pozo La Loma	602.0		50 HP
Tejutepeque	Pozos	0.0		
		0.0		
	La Pluma	1495.9		60 HP
Perulapía	Pozos de Chalapán	825.4		EQ 1 - 40
		708.0		EQ 2 - 40
		620.0		EQ 3 - 60
San Pedro Perulapán	Gral Fco Morazán	214.5		30 HP
Sn José Guayabal	Río Guaza	978.6		75 HP
Cacahuatal	El Cacahuatal	1632.8		EQ 1 - 75HP
		14008.9		EQ 2 - 75HP
		6412.8		EQ 3 - 250HP
		3834.0		EQ 4 - 125HP
Sta. Cruz Michapa	Las Animas	265.9		75 HP
San José Cancasque	Tepelquín	421.2		75 HP

	La Paterna	90.0		5 HP
Santa Rita	Santa Rita	62.0		15 HP
Col.Tzu-chi, Sacacoyo	Pozo Tzu-Chi	578.0		60 HP
Col.Tzu-chi Chanmico	Pozo Tzu-Chi	1036.5		
Jardines de La Libertad	Jardines de La Libertad	1830.9		200 HP
Quezaltepeque	San Francisco	6742.0		150 Y 75 HP
	Pozo Primavera 2	1463.2		100 HP
	Pozo La Toma	1760.6		50 HP
	Pozo El Señor	593.7		
San Juan Opico	La Isla	1839.5		60 HP
Sacacoyo	Tres Ceibas	363.6		125 HP
		734.6		
		150.5		
San Matías	Pozo Gral. M. Hdez M.	349.5		
Teotepeque y Jicalapa	Jicalapa I	81.0		100 HP
		1885.7		100 HP
Lourdes, Colon	La Cuchilla	1910.8		75 HP
	El Progreso	3405.1		150 HP
	El Pital	2063.0		250 HP
Olocuilta	San Juan	494.8		7.5 HP
Rosario de la Paz	Pozo Nuevo 1	715.8		
	Pozo Viejo	1302.3		
San Juan Talpa	Comalapa	0.0		
	Los Huezos	918.7		50 HP
San Juan Nonualco	Los Pozos	386.9		EQ 1 - 30 HP
		572.3		EQ 2 - 25 HP
		449.2		EQ 3 - 60 HP
El Pimental	Pozo Santa Clara **	824.4		
Santiago Nonualco	Hoja de Sal	432.3		EQ 1 - 15 HP
		999.2		EQ 2 - 15 HP
		192.3		EQ 3 - 10 HP
Sn Rafael Obrajuelo	La Ermita	624.0		25 HP
	La Ermita pozo 2	1411.1		60 HP
San Luis Talpa	Pozo San Luis	1808.2		
Zacatecoluca	Los Pozos	1170.6		20 HP
		838.9		20 HP
	Jardin de Amor	444.1		5 HP
	Pozo Sta.Catalina	6401.0		250 HP
	Santa Fe	4196.6		150 HP
Guazapa	Pozo Nuevo	7651.6		200 HP
Tonacatepeque	Agua Caliente	358.8		40 HP

Distrito Italia	Italia	707.1		30 HP
San José Las Flores	Pozo 1(El Lago)	688.6		75 HP
Residencial Libertad	Residencial Libertad	2244.3		60 HP
Nejapa	El Salitre	95.6		100 HP
Guadalupe	La Remembranza	702.9		
Verapaz	La Molienda	1136.1		25 HP
San Rafael Cedros San Sebastian Santo Domingo	Jiboa pozo 1	1872.5		
	Jiboa pozo 2	359.1		
	Jiboa pozo 3	2971.9		
San Sebastian	San Sebastian	313.5		41 HP
		75 Pozos		

## RESERVORIOS

Nombre del sistema	Nombre o No. del reservorio	Capacidad	Elevación del suelo	Nivel bajo del agua	Nivel alto del agua
		(m3)	(m)	(LWL)	(HWL)
				(m)	(m)
CANDELARIA	TD CANDELARIA	70			
SAN JOSE GUAYABAL	TD SAN JOSE GUAYABAL	250			
PARAISO DE OSORIO	TD La Montaña RB Paraiso	150			
PARAISO DE OSORIO	TD La Loma RB Osorio	500			
SAN EMIGDIO	SAN EMIGDIO	80			
Cojutepeque	TANQUE "EL PROGRESO "	125			
Cojutepeque	TANQUES Las Pavas (2)	850, 750			
Tenancingo	TANQUE "ENTRADA A TENANCINGO"	150			
San Ramón	TANQUE 75 M3	75			
Sta Cruz Michiapa	TANQUES (2) Las Delicias y El Jocote	50, 30			
San Bartolome Perulapia	TANQUE ELEVADO DE 60 M3	60			
San Pedro Perulapan	TD	70			
Sta Cruz Analquito	TANQUE 100 M3	150			
San Rafael Cedros	TANQUES (2) "BARRIOS LAS DELICIAS	250, 250			
AGUILARES	AGUILARES	50			

AGUILARES	AGUILARES	150			
GUAZAPA	GUAZAPA	150			
GUAZAPA	GUAZAPA	150			
GUAZAPA	GUAZAPA	150			
NEJAPA	NEJAPA 2	100			
Santiago Texacuangos	Santiago Texacuangos (Bella Vista)	100			
Santiago Texacuangos	Santiago Texacuangos (Río Grande)	50			
Santiago Texacuangos	Santiago Texacuangos (Chinameca)	500			
Santiago Texacuangos	Santiago Texacuangos (Candelaria)	150			
SANTO TOMAS	SANTO TOMAS	150			
SANTO TOMAS	SANTO TOMAS	150			
SANTO TOMAS	SANTO TOMAS	150			
TONACATEPEQUE	TONACATEPEQUE (Agua Caliente)	125			
TONACATEPEQUE	TONACATEPEQUE (Sn José Flores)	125			
TONACATEPEQUE	TONACATEPEQUE (Sn José Flores)	125			
Santa Cruz Analquito	LOS Tepezontes (Paraiso)	500			
S. M Tepezotes	TANQUE LOMAS DEL PANTEON (2)	350, 350			
Mercedez la Ceiba	TANQUE DE CAPTACION DE MERCEDEZ LA CEIBA	75			
Jerusalem	TANQUE 60 M3	60			
Olocuilta	TANQUE 1000 M3. Montelimar	1000			
El Rosario	TANQUES ELEVADOS (2)	250, 250			
El Rosario	TANQUE DE CONSTRUCCION 500 M3	500			
San Antonio Masahuat	TANQUE CANTON EL SOCORRO	100			
San Juan Nonualco	TANQUE 2a AV. NORTE	350			
San Juan Nonualco	TANQUE 2a AV. NORTE	350			
San Juan Talpa	TANQUE ( 2 )	250, 250			
San Luis	TANQUE en PLANTA DE	250			

	BOMBEO EL CALVARIO				
San pedro Masahuat	TANQUE Bo. CONCEPCIÓN	125			
San Pedro Nonualco	TANQUE CAPTACIÓN EL SALTILLO	60			
San Rafael	TANQUE A CANTON SANTA LUCIA	75			
Santa María Ostuma	TANQUES (100 M3 C/U ) (2)	100, 100			
Santa María Ostuma	TANQUE 80 M3.	300, 80			
Santiago Nonualco	TANQUE LOS MANGOS	10			
Santiago Nonualco	TANQUE RECTANGULARES	200			
Santiago Nonualco	TANQUE RECTANGULARES	200			
Santiago Nonualco	TANQUE 300 MTS.	300			
Santiago Nonualco	TANQUE 200 M3	200			
ZACATECOLUCA	TD en planta de bombeo	350			
ZACATECOLUCA	TD en planta de bombeo	350			
ZACATECOLUCA	TD en planta de bombeo	350			
P. Osorio	TANQUE MONTAÑA DE LA LAGUNA. Y RB El Paraiso	400			
P. Osorio	TANQUE LOMA DEL CIMARRON RB Osorio	200			
San Luis	TANQUE HACIENDA SANTA CLARA.	250			
Agua Caliente	TANQUE LOS RANCHOS	150			
Tejutla	TD ALDEITA	125			
Chalatenango	TANQUE "ZONA ALTA "	125, 125			
Chalatenango	TANQUES ( 1 DE 500 M3 Y UNA DE 200M3)	1000, 500			
Chalatenango	TANQUE Caja de Agua	100			
Chalatenango	TANQUE "CANTON UPATORO"	80			
Chalatenango	EL DORADO	150			

El Paraiso	TANQUE "EL ROBLE" #1	200			
La Laguna	TANQUE LA LAGUNA	100			
La Palma	TANQUE ( 2 )	150, 150			
La Palma	TANQUE "TIERRA BLANCA"	80			
La Palma	TANQUE "EL ZAPOTE"	80			
San Fernando	SAN FERNANDO	150			
San Jose Cancasque	TANQUE LOS GUILLENES	100			
Dulce Nombre de Jesus	TANQUE SAN JOSE POTRERILLOS	80			
San Luis del Carmen	TANQUE SAN LUIS DEL CARMEN	100			
Santa Rita	TANQUE SANTA RITA	100			
Chiltuipan	TANQUE 200 m3	200			
Huizucar	Tanque El Calvario	125			
Huizucar	Tanque El Calvario	125			
Jicalapa	Tanuqe Jicalapa	100			
Colon	Tanque de Cemento	1,200			
La Libertad	Tanque de captacion Rio Chilama TD	1000			
La Libertad	Tanque " El Morral ", montemar	125			
San Juan Opico	Tanques Aereos	80, 100			
San Juan Opico	Tanque Nuevo	500			
San Matias	TD San Matias	200			
San Pablo Tacachico	SAN PABLO TACACHICO	250			
San Pablo Tacachico	SAN PABLO TACACHICO	250			
Teotepeque	Tanque Teotepeque (2)	125, 75			
Zaragoza	Tanque Gemelo (2)	150, 150			
Ilobasco	TANQUES (2)	80, 80			
Ilobasco	TANQUE	250			
Tejutepeque	TANQUE 140 M3 "EL PATIO "	140			
Sensuntepeque	TANQUE 600 M3. CERRO CUTUCO	600			
Sensuntepeque	TANQUE 160 M3. El Calvario	160			

Jutiapa	TANQUE "SUBURBIOS."	125			
Villa Victoria	TANQUE LOS MAMEYES	125			
San Cayetano	TANQUE 50 M3.	50			
San Cayetano	TANQUE DE 100 M3	50			
San Vicente	SAN VICENTE ,LAS MINAS	250			
San Vicente	SAN VICENTE,LOS POZOS	125			
San Vicente	TANQUE 100 M3.	250			
Tepetitán	TANQUE 40 M3	60			
San Lorenzo	TANQUE 100 M3	125			
San Esteban Catarina.	TANQUES N°2	100			
Tecoluca	TANQUE CARRETERA A SAN VICENTE	200			
Verapaz	TANQUE 100 M3	100			
Guadalupe	TANQUE GUADALUPE	125			
San Sebastian	TANQUES (2)	150, 150			
Santo Domingo	TANQUE DE 150 M3	150			
Apastepeque	TANQUES DE 125 M3. Y 100 M3.	125, 100			
Apastepeque	TANQUE "LOMA DE LA CRUZ" (2)	200, 200			
Santa Clara	TANQUE60 M3	60			
		130 Reservoirios			

#### LINEAS DE TUBERIAS DE TRANSMISIÓN

Nombre del Sistema		Diámetro (mm)	Material (PVC, HoGo,AC, HoFo)	LARGO (m.)	Año de Instalación
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO				
<b>CABAÑAS</b>					
	1.1 Sensuntepeque	152.4	Hierro Fundido	2,925.06	
	1.2 Ilobasco	152.4	PVC	4,000.00	
<b>CUSCATLAN</b>					
	2.1 Cojutepeque	101.6	Hierro Fundido	66.25	
		254	Hierro Fundido	1,537.50	

	2.2 Suchitoto	152.4	Hierro Fundido	1,015.00
		203.2	Hierro Fundido	5,447.05
		203.2	Hierro Galvanizado	250.00
		254	Hierro Fundido	1,362.50
<b>CHALATENANGO</b>				
	3.1 Chalatenango	101.6	Hierro Fundido	554.38
		101.6	Hierro Galvanizado	444.63
		152.4	Hierro Fundido	1,638.75
		152.4	Asbesto Cemento	1,625.00
		152.4	PVC	783.75
		203.2	Hierro Fundido	93.75
		203.2	Asbesto Cemento	243.75
		203.2	PVC	265.00
		254	Hierro Fundido	367.38
		508	Hierro Fundido	87.50
	3.2 Agua Caliente	76.2	Hierro Galvanizado	1,125.00
		101.6	Hierro Fundido	1,000.00
	3.3 La Laguna	50.8	Hierro Fundido	4,000.00
		76.2	Hierro Fundido	2,000.00
<b>LA LIBERTAD</b>				
	4.1 La Liberta	101.6	PVC 160 PSI	1,387.50
		127	PVC 160 PSI	102.50
		152.4	PVC 160 PSI	5,372.50
		304.8	Hierro Fundido	4,325.25
		304.8	Asbesto Cemento	4,000.15
	4.2 Quezaltapeque	152.4	PVC	1,247.81
		203.2	PVC	2,495.00
		254	Asbesto Cemento	322.50
		254	Hierro Fundido	1,013.75
	4.3 Zaragoza	101.6	Hierro Galvanizado	587.50
	4.4 San Juan Opico	101.6	Hierro Galvanizado	128.63
		152.4	PVC	2,767.16
		203.2	Hierro Fundido	1,432.14
		203.2	PVC	1,074.71
	4.5 Colón	101.6	Hierro Galvanizado	2,587.50
		152.4	Hierro Fundido	3,171.25
<b>LA PAZ</b>				

	5.1 Paraiso de Osorio	152.4	Hierro Fundido	1,970.00	
	5.2 Santa Cruz Analquito	50.8	Asbesto Cemento	5,431.65	
		76.2	Hierro Fundido 250 psi	705.50	
		76.2	Asbesto Cemento	2,612.50	
		101.6	Asbesto Cemento	2,475.00	
	5.3 Olocuilta	152.4	Asbesto Cemento	712.50	
		152.4	Hierro Fundido	3,846.50	
	5.4 San Pedro Masahuat	152.4	Hierro Fundido	2,125.00	
	5.5 San Pedro Nonualco	152.4	PVC	4,212.50	
		254	PVC	1,528.20	
	5.6 Santa Maria Ostuma	101.6	Asbesto Cemento	1,512.50	
	5.7 Santiago Nonualco.	152.4	PVC	4,360.73	
		152.4	Hierro Fundido	2,582.50	
	5.8 San Rafael Obrajuelo	152.4	Hierro Fundido	700.00	
	<b>SAN SALVADOR</b>				
	6.1 Guazapa	152.4	Hierro Fundido	32.50	
		203.2	Hierro Fundido	495.00	
	6.2 Aguilares	152.4	Hierro Fundido	2,740.00	
		203.2	Hierro Fundido	875.00	
	6.3 Santo Tomas	152.4	Hierro Fundido	36.38	
	<b>SAN VICENTE</b>				
	7.1 San Esteban Catarina	152.4	PVC, 250 PSI	887.50	
		152.4	Hierro Fundido	2,549.05	
	7.2 Santo Domingo	152.4	Hierro Fundido	2,115.63	
	7.3 San Sebastian	152.4	Hierro Fundido	3,032.50	
		152.4	Asbesto Cemento	1,210.00	
	7.4 Apastepeque	152.4	PVC	3,149.00	

	7.5 San Vicente	152.4	Hierro Fundido	6,178.61	
		203.2	Asbesto Cemento	803.75	
		203.2	Hierro Fundido	1,772.50	
		254	Hierro Fundido	587.50	

### LINEAS DE TUBERIAS DE DISTRIBUCIÓN

<i>Nombre del Sistema</i>		Diámetro (mm)	Material (PVC, HoGo, AC, HoFo)	LARGO (m.)	Año de Instalación
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO				
<b>CABAÑAS</b>					
	1.1 Sensuntepeque				
		50.8	PVC 160 PSI	9,111.25	
		76.2	PVC 160 PSI	3,761.25	
		101.6	PVC 160 PSI	2,122.50	
		152.4	PVC 160 PSI	2,622.50	
	1.2 Ilobasco				
		50.8	PVC	9,591.00	
		50.8	Hierro Galvanizado	2,162.00	
		76.2	PVC	3,000.25	
		76.2	Hierro Fundido	460.25	
		101.6	PVC	1,233.00	
		152.4	PVC	678.50	
		152.4	Hierro Fundido	400.00	
		203.2	PVC	1,707.75	
	1.3 Tejutepeque				
		50.8	PVC 160 PSI	1,956.25	
		76.2	PVC 160 PSI	1,277.50	
	1.4 Jutiapa				
		50.8	PVC 160 PSI	3,336.29	
		76.2	PVC 160 PSI	375.00	
		76.2	Hierro Fundido	375.00	
	1.5 Villa Victoria				
		50.8	Asbesto Cemento	1,587.50	
		50.8	Hierro Fundido	965.00	
		76.2	Asbesto Cemento	50.00	
		76.2	Hierro Galvanizado	2,268.75	
		101.6	Asbesto Cemento	431.25	
<b>CUSCATLAN</b>					
	2.1 San				

	Bartolome Perulapia				
		50.8	Asbetos cemento	4,148.75	
	2.2 San Pedro Perulapan				
		50.8	Hierro Galvanizado	1,856.25	
		76.2	Asbetos Cemento	2,531.25	
		76.2	Hierro Fundido	120.00	
		50.8	Hierro Fundido	850.00	
	2.3 Tenancingo				
		50.8	PVC 160PSI	3,137.46	
		76.2	PVC 160PSI	482.04	
	2.4 San José Guayabal				
		19.05	PVC	450.00	
		38.5	PVC	3,566.00	
		38.5	Hierro Fundido	322.88	
		50.8	PVC	4,969.81	
		50.8	Hierro Fundido	362.75	
		50.8	Hierro Galvanizado	187.50	
		76.2	PVC	310.62	
	2.5 Cojutepeque				
		50.8	Hierro Galvanizado	1,856.25	
		76.2	Asbesto Cemento	726.25	
		76.2	Hierro Fundido	298.75	
	2.6 San Ramón				
		50.8	Hierro Galvanizado	2,171.25	
		76.2	Asbesto Cemento	1,168.75	
		254	Hierro Fundido	200.00	
		152.4	PVC	1,805.94	
	2.7 Candelaria				
		50.8	Hierro Fundido	1,992.50	
		50.8	PVC	175.00	
		76.2	PVC	1,165.75	
		76.2	Asbesto Cemento	90.00	
		152.4	PVC	3,975.28	
	2.8 El Carmen				
		25.4	PVC	140.00	
		38.5	PVC	200.00	
		50.8	PVC	940.00	
		63.5	PVC	450.00	
		76.2	PVC	420.00	
		152.4	PVC	400.00	
	2.9 Santa Cruz Michapa				
		50.8	PVC	4,600.25	
		76.2	PVC	2,100.75	

	2.10 Suchitoto	50.8	Hierro Galvanizado	4,870.00
		50.8	PVC 160PSI	2,181.25
		76.2	PVC 160PSI	1,077.30
		76.2	Hierro Galvanizado	262.50
		101.6	Hierro Galvanizado	3,530.10
		101.6	PVC 160PSI	2,807.64
		152.4	PVC 160PSI	594.31
	2.11 San Rafael Cedros			
		76.2	Hierro Fundido	8,381.25
		50.8	PVC	5,025.44
		101.6	Hierro Fundido	2,000.00
		152.4	Hierro Fundido	6,100.00
	<b>CHALATENANGO</b>			
	3.1 Chalatenango			
		19.05	Hierro Galvanizado	137.50
		19.05	PVC	140.00
		25.4	Hierro Galvanizado	150.00
		25.4	PVC	262.50
		50.8	Hierro Galvanizado	2,518.75
		50.8	PVC	423.75
		76.2	PVC	1,378.75
		76.2	Hierro Galvanizado	1,717.50
		101.6	PVC	2,530.00
		101.6	Asbesto Cemento	2,913.75
	3.2 Agua Caliente			
		50.8	PVC	2,500.00
		76.2	PVC	500.00
	3.3 La Laguna			
		50.8	PVC	1,000.00
		76.2	PVC	500.00
	3.4 La Palma			
		50.8	PVC	8,239.03
		50.8	Hierro Galvanizado	2,960.15
		76.2	PVC	3,526.40
		76.2	Hierro Galvanizado	2,320.31
	3.5 San Luis del Carmen			
		50.8	PVC	3,105.01
		50.8	Hierro Galvanizado	1,132.54
		76.2	Hierro Galvanizado	1,369.74
	3.6 Cantón Aldeita			
		50.8	PVC	800.00
		76.2	Hierro Galvanizado	200.00
		101.6	Hierro Galvanizado	100.00

	3.7 San José Cancasque				
		50.8	Hierro Galvanizado	18.50	
		76.2	Asbesto Cemento	524.06	
	3.8 El Paraiso				
		50.8	PVC	10,084.11	
		50.8	Hierro Galvanizado	1,398.50	
		63.5	PVC	125.00	
		76.2	Hierro Galvanizado	192.51	
		101.6	PVC	126.25	
		152.4	PVC	2,803.10	
	3.9 San Fernando				
		50.8	Hierro Galvanizado	1,410.00	
		50.8	PVC	2,026.29	
		76.2	PVC	5,188.75	
	3.10 Santa Rita				
		38.5	Hierro Galvanizado	3,766.25	
		50.8	Hierro Galvanizado	331.25	
		50.8	Asbesto Cemento	2,011.25	
		76.2	Asbesto Cemento	836.25	
<b>LA LIBERTAD</b>					
	4.1 La Liberta				
		50.8	PVC 160 PSI	357.50	
		63.5	PVC 160 PSI	2,720.00	
		76.2	PVC 160 PSI	512.50	
	4.2 Quezaltapeque				
		50.8	Hierro Fundido	1,227.50	
		63.5	PVC	5,186.25	
		76.2	PVC	5,540.19	
		101.6	PVC	6,982.50	
	4.3 Zaragoza				
		38.5	PVC 160PSI	365.00	
		38.5	Hierro Galvanizado	433.75	
		50.8	PVC 160PSI	746.25	
		76.2	PVC 160PSI	375.00	
		50.8	Hierro Galvanizado	1,498.13	
		50.8	Hierro Fundido	3,515.39	
		63.5	Hierro Fundido	1,456.25	
		76.2	Hierro Galvanizado	395.00	
		101.6	Asbesto Cemento	481.25	
	4.4 San Juan Opico				
		50.8	Hierro Galvanizado	312.50	
		63.5	Hierro Fundido	187.50	
		63.5	Hierro Galvanizado	281.25	
		76.2	PVC	748.81	
		76.2	Hierro Galvanizado	650.00	

		101.6	PVC	2,069.63	
	4.5 Huizucar				
		25.4	PVC 160PSI	1,111.25	
		50.8	PVC 160PSI	8,376.96	
		50.8	Hierro Galvanizado	197.50	
		76.2	Asbesto Cemento	167.50	
		76.2	Hierro Fundido	1,860.00	
		101.6	PVC 160PSI	158.75	
		101.6	Asbeto Cemento	1,595.00	
	4.6 San Matias				
		50.8	Asbeto Cemento	3,203.75	
		76.2	Asbeto Cemento	726.25	
	4.7 Jicalapa				
		76.2	Hierro Fundido	631.25	
		101.6	Hierro Fundido	2,015.00	
		152.4	Asbeto Cemento	258.75	
	4.8 Teotepeque				
		50.8	PVC 160PSI	294.25	
		76.2	PVC 160PSI	666.25	
		101.6	Hierro Fundido	7,740.23	
	4.9 Colón				
		50.8	PVC 160 PSI	2,106.25	
		50.8	Hierro Galvanizado	762.50	
		63.5	Hierro Galvanizado	437.50	
		76.2	PVC 160 PSI	604.38	
		76.2	Hierro Galvanizado	2,500.00	
		101.6	PVC 160 PSI	1,698.13	
	4.10 San Pablo Tacachico.				
		50.8	PVC	1,075.25	
		76.2	Hierro Fundido	250.15	
	4.11 Chiltiupan				
		25.4	PVC 160 PSI	352.50	
		38.5	PVC 160 PSI	492.50	
		50.8	PVC 160 PSI	4,372.50	
<b>LA PAZ</b>					
	5.1 Paraiso de Osorio				
		50.8	Hierro Galvanizado	2,525.25	
		76.2	Asbesto Cemento	1,250.00	
		152.4	Hierro Fundido	1,329.00	
		203.2	Asbeto Cemento	460.00	
	5.2 Santa Cruz Analquito				
		101.6	Asbesto Cemento	767.76	

		50.8	Hierro Galvanizado	625.14	
		76.2	Hierro Galvanizado	685.00	
		101.6	Asbesto Cemento	1,046.78	
	5.3 San Emigdio				
		25.4	PVC	4,638.75	
		38.5	PVC	221.88	
		50.8	PVC	2,394.38	
		50.8	Asbesto Cemento	1,453.75	
		63.5	Hierro Galvanizado	1,937.50	
		76.2	Asbesto Cemento	419.60	
		76.2	Hierro Fundido	564.40	
		101.6	Asbesto Cemento	1,417.50	
	5.4 Olocuilta				
		50.8	Hierro Galvanizado	3,931.25	
		76.2	Asbesto Cemento	1,501.25	
		101.6	Asbesto Cemento	656.25	
	5.5 Rosario de La Paz				
		50.8	PVC	5,350.00	
		50.8	Hierro Galvanizado	306.25	
		50.8	Hierro Fundido	4,588.94	
		76.2	Hierro Fundido	1,003.71	
		101.6	Hierro Fundido	661.24	
	5.6 San Juan Talpa				
		50.8	Hierro Galvanizado	2,125.00	
		76.2	Asbesto Cemento	2,210.00	
		101.6	Asbesto Cemento	1,054.00	
		101.6	Hierro Fundido	417.50	
	5.7 San Juan Nonalco				
		50.8	Hierro Galvanizado	4,516.78	
		76.2	Hierro Fundido	3,521.25	
		101.6	Hierro Fundido	687.50	
		152.4	Hierro Fundido	500.00	
	5.8 San Antonio Masahuat				
		50.8	Hierro Galvanizado	4,766.25	
		76.2	Asbesto Cemento	592.50	
		76.2	Hierro Fundido	740.00	
	5.9 San Pedro Masahuat				
		50.8	Hierro Fundido	1,041.25	
		76.2	Hierro Galvanizado	312.50	
		76.2	Hierro Fundido	1,112.50	
		101.6	Hierro Fundido	1,450.00	
	5.10 San Pedro Nonualco				

		38.5	Hierro Galvanizado	112.50
		50.8	PVC	328.75
		76.2	PVC	1,961.25
		101.6	Asbesto Cemento	2,650.00
	5.11 Santa Maria Ostuma			
		50.8	Hierro Galvanizado	1,225.00
		63.5	Hierro Galvanizado	187.50
		76.2	Asbesto Cemento	1,425.00
		101.6	Asbesto Cemento	1,512.50
	5.12 Santiago Nonualco.			
		50.8	PVC	9,290.53
		76.2	PVC	3,087.50
		101.6	PVC	3,117.28
		101.6	Asbesto Cemento	1,318.75
	5.13 San Rafael Obrajuelo			
		50.8	Hierro Galvanizado	2,277.50
		63.5	Hierro Fundido	325.00
		76.2	Hierro Fundido	1,556.25
		101.6	Hierro Fundido	187.50
		101.6	Asbesto Cemento	1,625.00
		152.4	Asbesto Cemento	437.50
		152.4	Hierro Fundido	700.00
	5.14 San Miguel Tepezontes			
		50.8	Hierro Galvanizado	2,753.75
		76.2	Hierro Fundido	2,598.78
		101.6	Hierro Fundido	1,593.28
	5.15 San Juan Tepezontes			
		25.4	PVC	2,466.25
		50.8	PVC	1,431.00
	5.16 Mercedes La Ceiba			
		50.8	PVC	1,510.00
		50.8	Asbesto Cemento	1,447.25
		76.2	Asbesto Cemento	1,249.00
		76.2	Hierro Galvanizado	42.00
		101.6	Asbesto Cemento	1,341.25
	5.17Jerusalen			
		50.8	Hierro Galvanizado	1,370.00
		50.8	Asbesto Cemento	1,427.50
		76.2	Asbesto Cemento	1,561.25
		101.6	Asbesto Cemento	1,943.75
	5.18 San Luis			

	Talpa				
		50.8	Asbesto Cemento	2,729.96	
		76.2	Asbesto Cemento	325.00	
		76.2	Hierro Fundido	735.00	
		76.2	Hierro Galvanizado	3,618.76	
		101.6	Asbesto Cemento	978.75	
		152.4	PVC	2,750.09	
	5.19 Zacatecoluca				
		38.5	Hierro Galvanizado	1,306.25	
		50.8	Hierro Galvanizado	4,275.00	
		50.8	Hierro Fundido	5,950.00	
		50.8	PVC	450.00	
		63.5	Hierro Galvanizado	1,297.50	
		76.2	Asbesto Cemento	3,627.56	
		101.6	Asbesto Cemento	3,221.25	
		152.4	Asbesto Cemento	1,800.00	
	<b>SAN SALVADOR</b>				
	6.1 Guazapa				
		38.5	Hierro Galvanizado	781.25	
		50.8	Hierro Galvanizado	1,686.25	
		50.8	Hierro Fundido	576.25	
		76.2	Hierro Galvanizado	318.75	
		101.6	Hierro Fundido	1,982.50	
	6.2 Aguilares				
		38.5	Hierro Galvanizado	1,047.50	
		50.8	Hierro Galvanizado	846.25	
		50.8	Hierro Fundido	5,063.75	
		76.2	Hierro Fundido	3,763.75	
		101.6	PVC 160 PSI	1,283.75	
		101.6	Hierro Fundido	2,110.00	
	6.3 Nejapa				
		25.4	PVC	511.25	
		50.8	PVC	186.25	
		50.8	Hierro Galvanizado	1,258.75	
		76.2	PVC	786.25	
		101.6	PVC	2,231.50	
		101.6	Hierro Fundido	265.00	
		152.4	PVC	2,702.50	
		203.2	PVC	2,550.00	
		254	PVC	2,182.50	
		304.8	PVC	502.50	
	6.4 Santo Tomas				

		50.8	Hierro Galvanizado	1,967.50
		50.8	Asbesto Cemento	7.69
		76.2	Asbesto Cemento	126.38
		76.2	Hierro Galvanizado	412.50
		101.6	Asbesto Cemento	61.50
		101.6	Hierro Fundido	1,677.50
	6.5 Tonacatepeque			
		76.2	Asbesto Cemenos	3,436.25
		101.6	Asbesto Cemenos	291.25
		101.6	PVC 160 PSI	2,375.50
		152.4	PVC 160 PSI	115.00
		152.4	Asbesto Cemento	3,320.00
	6.6 Santiago Texacuango			
		38.5	PVC 160 PSI	91.25
		50.8	PVC 160 PSI	2,297.50
		63.5	PVC 160 PSI	467.50
		76.2	PVC 160 PSI	840.00
		101.6	PVC 160 PSI	245.00
		101.6	Hierro Fundido	100.00
<b>SAN VICENTE</b>				
	7.1 San Lorenzo			
		50.8	PVC	2,697.50
		50.8	Hierro Fundido	497.50
		76.2	Hierro Fundido	4,818.75
		101.6	Hierro Fundido	648.75
	7.2 Tecoluca			
		50.8	PVC	1,950.00
		63.5	PVC	200.00
		76.2	PVC	268.75
		101.6	PVC	162.50
		152.4	Hierro Galvanizado	3,380.00
	7.3 San Esteban Catarina			
		38.5	PVC, 160 PSI	2,345.00
		50.8	PVC, 160 PSI	5,668.75
		63.5	PVC, 160 PSI	572.50
		101.6	PVC, 160 PSI	2,495.00
	7.4 Nuevo Tepetitán			
		50.8	Hierro Fundido	2,219.38
		76.2	Asbesto Cemento	5,415.53
		76.2	Hierro Galvanizado	302.50
		101.6	Asbesto Cemento	96.25
		152.4	Hierro Fundido	7.50
		203.2	Hierro Galvanizado	6.25

	7.5 Verapaz				
		50.8	Hierro Galvanizado	2,700.00	
		63.5	Hierro Galvanizado	725.00	
		76.2	Hierro Galvanizado	737.50	
		101.6	Hierro Galvanizado	1,100.00	
	7.6 Santo Domingo				
		38.5	Hierro Galvanizado	260.63	
		50.8	PVC	2,076.25	
		63.5	PVC	515.00	
		101.6	Hierro Galvanizado	537.50	
	7.7 San Sebastian				
		38.5	Hierro Galvanizado	2,635.63	
		50.8	Hierro Galvanizado	6,458.75	
		76.2	Asbesto Cemento	4,923.75	
		101.6	Asbesto Cemento	2,006.25	
		101.6	Hierro Galvanizado	1,011.25	
	7.8 Santa Clara				
		50.8	Hierro Fundido	725.55	
		63.5	Hierro Fundido	1,485.04	
		76.2	Hierro Fundido	1,503.89	
	7.9 Apastepeque				
		38.5	Hierro Galvanizado	265.00	
		50.8	Hierro Galvanizado	3,032.50	
		76.2	Asbesto Cemento	916.25	
		76.2	Hierro Fundido	2,603.75	
		101.6	Asbesto Cemento	566.25	
	7.10 San Vicente				
		38.5	Hierro Galvanizado	2,755.00	
		50.8	Asbesto Cemento	2,370.00	
		50.8	Hierro Galvanizado	2,083.75	
		63.5	Hierro Galvanizado	10,322.50	
		76.2	Asbesto Cemento	3,630.00	
		76.2	PVC 160 PSI	4,055.00	
		101.6	Asbesto Cemento	8,123.75	
		101.6	Hierro Fundido	51.88	
		101.6	PVC 160 PSI	4,741.25	
		152.4	Asbesto Cemento	3,381.25	
	7.11 San Caetano Ixtepeque				
		50.8	PVC	1,256.25	
		76.2	Hierro Fundido	1,268.75	
		101.6	Hierro Fundido	1,562.50	

## CONEXIONES DOMICILIARES

Nombre del Sistemas		Diametro (mm)	Número total de conexiones	Número de conexiones con medidores de agua funcionando
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>MUNICIPIO</b>			
<b>CABAÑAS</b>				
	1.1 Sensuntepeque	50.8	1,687	410
	1.2 Ilobasco	50.8	775	485
	1.3 Tejutepeque	50.8	1,466	1,102
	1.4 Jutiapa	50.8	152	46
	1.5 Villa Victoria	50.8	655	563
<b>CUSCATLAN</b>				
	2.1 San Bartolome Perulapia	50.8	776	538
	2.2 San Pedro Perulapan	50.8	695	368
	2.3 Tenancingo	50.8	313	135
	2.4 San José Guayabal	50.8	712	655
	2.5 Cojutepeque	50.8	4,767	3,633
	2.6 San Ramón	50.8	1,508	826
	2.7 Candelaria	50.8	2,881	1,070
	2.8 El Carmen	50.8	269	43
	2.9 Santa Cruz Michapa	50.8	503	239
	2.10 Suchitoto	50.8	5	1
	2.11 San Rafael Cedros	50.8	1,797	1,461
	2.12 San Pedro Perulapan	50.8	695	368
<b>CHALATENANGO</b>				
	3.1 Chalatenango	50.8	2,960	2,079
	3.2 Agua Caliente	50.8	235	68
	3.3 Nueva Concepcion	50.8	22	5
	3.4 La Palma	50.8	16	8
	3.5 San Luis del Carmen	50.8	180	42
	3.6 San José Cancasque	50.8	271	206
	3.7 El Paraiso	50.8	730	457
	3.8 Santa Rita	50.8	164	102
<b>LA LIBERTAD</b>				
	4.1 La Liberta	50.8	2,512	1,450
	4.2 Quezaltapeque	50.8	2,732	1,880
	4.3 Zaragoza	50.8	1,800	1,326
	4.4 San Juan Opico	50.8	2,604	1,808
	4.5 Huizucar	50.8	814	589
	4.6 Chiltiupan	50.8	342	220
	4.7 Jicalapa	50.8	516	226
	4.8 Teotepeque	50.8	305	42
	4.9 Colón	50.8	14,988	10,395

	4.10 San Pablo Tacachico.	50.8	1,251	849
	4.11 Sacacoyo	50.8	1,317	1,035
	4.12 San Jose Villanueva	50.8	166	154
	4.13 San Matias	50.8	71	59
<b>LA PAZ</b>				
	5.1 Paraiso de Osorio	50.8	749	415
	5.2 San Francisco Chinameca	50.8	464	17
	5.3 San Emigdio	50.8	107	23
	5.4 Olocuilta	50.8	1,617	947
	5.5 Rosario de La Paz	50.8	112	36
	5.6 San Juan Talpa	50.8	614	194
	5.7 San Juan Nonalco	50.8	235	50
	5.8 San Antonio Masahuat	50.8	4	0
	5.9 San Pedro Masahuat	50.8	423	23
	5.10 San Pedro Nonualco	50.8	752	611
	5.11 Santa Maria Ostuma	50.8	675	284
	5.12 Santiago Nonualco.	50.8	1,026	432
	5.13 San Rafael Obrajuelo	50.8	855	122
	5.14 San Miguel Tepezontes	50.8	478	129
	5.15 San Juan Tepezontes	50.8	785	404
	5.16 Mercedes La Ceiba	50.8	139	28
	5.17 Jerusalem	50.8	255	143
	5.18 San Luis Talpa	50.8	787	538
	5.19 Zacatecoluca	50.8	479	238
<b>SAN SALVADOR</b>				
	6.1 Guazapa	50.8	1,743	593
	6.2 Aguilares	50.8	8	5
	6.3 Nejapa	50.8	6,062	2,994
	6.4 Santo Tomas	50.8	3,390	937
	6.5 Tonacatepeque	50.8	1,923	1,392
	6.6 Santiago Texacuango	50.8	2,421	994
<b>SAN VICENTE</b>				
	7.1 San Lorenzo	50.8	879	404
	7.2 Tecoluca	50.8	887	313
	7.3 San Esteban Catarina	50.8	830	736
	7.4 Nuevo Tepetitan	50.8	90	39
	7.5 Verapaz	50.8	594	477
	7.6 Santo Domingo	50.8	253	166
	7.7 San Sebastian	50.8	879	530
	7.8 Santa Clara	50.8	253	108
	7.9 Apastepeque	50.8	5	3
	7.10 San Vicente	50.8	332	260
	7.11 San Caetano Ixtepeque	50.8	324	244
	7.12 Guadalupe	50.8	656	498

CONTEO DE USUARIOS SEGUN EL SERVICIO PRESTADO Y ZONA GEOGRAFICA			
	CICLO: 4/2011		

**PORCENTAJE DE SERVICIO**

Nombre del sistema	Población total	Población servida	Porcentaje de servicio
	(personas)	(personas)	(%)
Sensutepeque		24,364	60
Ilobasco		34,210	100
Tejutepeque		4,236	100
Jutiapa		1,280	84
Victoria		3,600	100
Perulapía		5,895	100
Tenancingo		2,351	100
San Pedro Perulapán		1,326	100
Sn José Guayabal		4,955	100
Cojutepeque		55,979	100
Sta. Cruz Michapa		2,351	43
Chalatenango		25,584	91
Agua Caliente		2,015	100
La Laguna		1,835	48
La Palma		11,595	36
San Luis del Carmen		895	66
Cantón Aldeita		1,578	79
Cantón Potrerillos		2,039	
San José Cancasque		1,755	100
El Paraíso		3,810	100
San Fernando		2,161	64
Santa Rita		788	50
La Libertad		22,118	100
Quezaltepeque		41,250	100
Zaragoza		21,691	28
San Juan Opico		16,358	100
Huizucar		5,852	100
Sacacoyo		8,750	80
San Matías		2,780	80
Teotepeque		4,901	100
Colón y Cantón Lourdes		73,498	54
San Pablo Tacachico		10,060	39

Chilitupán		2,370	100
Paraiso de Osorio		9,506	37
Olocuilta		15,449	100
Rosario de la Paz		3,835	100
San Juan Talpa		5,341	100
San Juan Nonualco		5,952	100
Ctón La Sunganera y El Pimental		3,400	100
San Antonio Masahuat		3,952	31
San Pedro Masahuat		10,674	100
San Pedro Nonualco		5,952	100
Santa María Ostuma		2,622	100
Santiago Nonualco		8,586	100
Sn Rafael Obrajuelo		12,815	100
San Miguel y		8,725	100
San Luis Talpa		5,555	100
Zacatecoluca		57,032	100
Guazapa		17,177	100
Aguilares		25,454	20
Tonacatepeque, Ctón. El Transito		9,603	100
Distrito Italia			100
San José Las Flores		22,600	100
Res. Libertad			100
Nejapa		8,210	32
Santiago Texacuangos			98
San Francisco Chinameca		10,521	40
San Lorenzo		5,679	28
Tecoluca		3,010	100
San Esteban Catarina		5,245	58
Nuevo Tepetitán		3,698	27
Verapaz		7,802	100
Guadalupe			100
La Virgen		19,500	85
			85
			85
San Cayetano Ixtepeque		3,625	95



## **REGIÓN OCCIDENTAL**

## INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN

- PLANTAS DE TRATAMIENTO**

numero	Nombre de la planta de tratamiento	Capacidad (m3/día)	Año de inicio
1	PLANTA POTABILIZADORA EL ROSARIO, METAPÁN, SANTA ANA	4320	1992

- POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA**

Nombre del sistema	Nombre o No. del pozo	Capacidad	Profundidad del pozo (m)	Potencia de la bomba
		(m3/día)		Kwh
<b>REGION OCCIDENTAL</b>				
<b>SANTA ANA</b>				
EL MOLINO	2	2710.00	13.41	18.65
	3	6940.00	73.15	74.6
	4	4760.00	79.25	74.6
	5	7120.00	79.25	111.9
SAPOAPA 1	1	6335.00	24.38	93.25
SAPOAPA 2	1	1970.00	99.54	93.25
CHINAMECA	1	7425.00	48.77	149.2
SANIDAD	1	6730.00	35.36	93.25
COLONIAS UNIDAS	1	880.00	186.54	44.76
SAN MIGUELITO	1	5825.00	79.98	74.6
	2	5015.00	99.54	93.25
SIHUACOOP	1	950.00	137.16	44.76
SINAI	1	1085.00	135.03	55.95
TREBOL 1	1	1240.00	152.40	44.76
TREBOL 5	1	3280.00	207.26	111.9
LA PLAZA	1	520.00	121.92	11.9
BELLO HORIZONTE	1	325.00	117.96	22.38
LOMAS DEL CALVARIO	3	1860.00	109.73	74.6
	4	3650.00	121.92	74.6
LAS MARGARITAS	1	2635.00	114.30	74.6
EL BRUJO	1	1305.00	83.82	37.3
LAS CRISTALINAS	1	1250.00	60.96	55.95
EL ANGEL	1	880.00	85.34	44.76

	2	140.00	85.34	37.3
SAN DIEGO	1	1610.00	97.54	29.84
	2	3670.00	97.54	29.84
EL NANCE	2	1155.00	100.58	44.76
	3	1025.00	85.34	55.95
ARAGUA	1	700.00	188.98	55.95
LA JOYA	3	3835.00	121.92	29.84
TINTERAL	1	1045.00	123.44	29.84
<b>LA LIBERTAD</b>				
ALTOS DE SAN PEDRO	1	1165.00	76.20	55.95
SANTA ROSA	1	1000.00	99.06	37.3
<b>AHUACHAPÁN</b>				
EL CARMEN	1	5495.00	178.31	149.2
GETZEMANI	1	1055.00	152.40	55.95
REFUGIO 1	1	800.00	164.59	37.3
REFUGIO 2	1	530.00	155.75	37.3
EL CHAYAL	1	1745.00	96.62	29.84
	2	1340.00	90.83	29.84
	4	1270.00	152.40	37.3
TURIN	1	890.00	110.95	29.84
	2	150.00	151.79	18.65
<b>SONSONATE</b>				
SAN FELIPE	1	0.00	99.08	37.3
	2	2452.00	109.73	55.95
SAN ANDRES	1	425.00	92.37	18.65
	2		91.46	
EL SAUCE	1	360.00	153.96	22.38
SANTA EUGENIA	2	540.00	181.40	18.65
LAS VICTORIAS	1	1335.00	134.72	18.65
CENTRO CIVICO	1	0.00	91.46	29.86
	2	0.00	91.46	29.86
	3	0.00	132.01	55.99
IVU	1	4060.00	137.16	93.25
	53 pozos			

### RESERVORIOS

Nombre del sistema	Nombre o No. del reservorio	Capacidad	Elevación del suelo	Nivel bajo del agua	Nivel alto del agua
--------------------	-----------------------------	-----------	---------------------	---------------------	---------------------

		(m3)	(m)	(LWL)	(HWL)
				(m)	(m)
SANTA ANA	SAN MIGUELITO #1	1800	FUERA DE USO		
	SAN MIGUELITO #2	1800			
	PROCAVIA #1	1000			
	PROCAVIA #2	600			
	ALTOS DEL PALMAR	500			
	COLONIAS UNIDAS	800			
	SIHUACOO	500			
	EL TREBOL 1 #1	70			
	EL TREBOL 1 #2	800			
	EL TREBOL 5	1000			
	EL ESTADIO	1000			
	RIO ZARCO	600	FUERA DE USO		
	LUCILA	500			
SAN SEBASTIAN SALITRILLO	LA PLAZA	40			
CHALCHUAPA	BRISAS DE LA LAGUNA #1	800			
	BRISAS DE LA LAGUNA #2	800			
	LOMAS DEL CALVARIO	2000			
CANDELARIA DE LA FRONTERA	EL OBRAJE #1	48			
	EL OBRAJE #2	48			
	LA PISCINA #1	125			
	LA PISCINA #2	125			
	EL COROZAL	50			
SAN ANTONIO PAJONAL	EL ANGEL	40	SIN USO		
	PAJONAL #1	70			
	PAJONAL #2	80			
	LAS PIEDRONAS	50	SIN USO		
COATEPEQUE	EL PEZOTE #1	40			
	EL PIÑALÓN	20			
	LOS RODRÍGUEZ	40			
	EL CAULOTE	20			
	LOS GEMELOS #1	150			
	LOS GEMELOS #2	125			
EL CONGO	EL CONGO #1	400			
	EL CONGO #2	600			
TEXISTEPEQUE	CANTÓN SAN	10			

	MIGUEL				
	CANTÓN EL PARAÍSO	35			
	EL NANCE	500			
	GUARNECIA	50			
METAPÁN	SAN DIEGO	2450			
	GUADALUPE #1	400			
	GUADALUPE #2	200			
SANTA ROSA GUACHIPILIN		50			
<b>LA LIBERTAD</b>					
CIUDAD ARCE	TEPEYAC #1	250			
	TEPEYAC #2	350			
	TEPEYAC #3	10			
<b>AHUACHAPÁN</b>					
AHUACHAPÁN	LA CHACRA 2	2500			
	LA CHACRA 1	250			
	LAS CHINAMAS #1	38			
	LAS CHINAMAS #2	365			
ATIQUIZAYA	CHAYAL #1	450			
	CHAYAL #2	450			
EL REFUGIO	TANQUE ELEVADO EL REFUGIO	10	FUERA DE USO		
	EL REFUGIO	150			
TURIN	TURIN #1	250			
	TURIN #2	250			
SAN PEDRO PUXTLA	SAN PEDRO PUXTLA #1	50			
	SAN PEDRO PUXTLA #2	50			
GUAYMANGO	GUAYMANGO	70			
SAN FRANCISCO MENENDEZ	SAN FRANCISCO MENENDEZ #1	50			
JUJUTLA	JUJUTLA #1	35			
<b>SONSONATE</b>					
SONSONATE	CEMENTERIO	2200			
	ATONAL	210			
SACACOYO	SACACOYO	130			
ARMENIA	SIGUENZA	320			
	SAN FERNANDO	600			
	PALMERA DE PARIS	125			
	ARMENIA	125	FUERA DE USO		
IZALCO	IZALCO	500			

	CRUZ GALANA	3	FUERA DE USO		
ACAJUTLA	LA MAGADLENA	2200			
	ACAJUTLA	500	FUERA DE USO		
SANTA ISABEL ISHUATAN	SANTA ISABEL	35			
SONZACATE	EL SAUCE	150			
	SANTA MARIA	110	FUERA DE USO		
NAHUIZALCO	TRINIDAD	250	FUERA DE USO		
	LA TRILLA	600			
	SISIMITEPEC	50			
	EL CANELO	3	FUERA DE USO		
JUAYUA	LA ESMERALDA	350	FUERA DE USO		
	TRES PUERTAS	1300			
	LA MAJADA	40			
SALCOATITAN	SAN ALEJO 1	250			
	SAN ALEJO 2	600			
	COLONIA MORAN #1	40	FUERA DE USO		
	COLONIA MORAN #2	30	FUERA DE USO		

### CONEXIONES DOMICILIARES

Nombre del sistema	Diametro	Número total de conexiones	Número de conexiones con medidores de agua funcionando
	(mm)		
<b>SANTA ANA</b>			
CANDELARIA DE LA FRONTERA		968	549
COATEPEQUE		1209	864
CHALCHUAPA		8161	5728
EL CONGO		2412	1987
METAPÁN		6602	4341
SAN ANTONIO PAJONAL		763	472
SAN SEBASTIÁN SALITRILLO		287	199

SANTA ANA		43938	33105
TEXISTEPEQUE		1674	1123
<b>LA LIBERTAD</b>			
CIUDAD ARCE		3036	2134
<b>AHUACHAPÁN</b>			
AHUACHAPÁN		12284	8887
ATIQUIZAYA		2925	1990
EL REFUGIO		1247	970
GUAYMANGO		675	329
JUJUTLA		121	46
SAN FRANCISCO MENÉNDEZ		179	39
SAN PEDRO PUXTLA		250	111
TURÍN		846	580
<b>SONSONATE</b>			
ACAJUTLA		3868	2598
IZALCO		3567	2589
JUAYUA		2332	803
NAHUIZALCO		1143	379
SALCOATITÁN		308	48
SONSONATE		13335	8733
SONZACATE		4718	4002

### PORCENTAJE DE SERVICIO

Nombre del sistema	Población total	Población servida	Porcentaje de servicio
	(personas)	(personas)	(%)
<b>SANTA ANA</b>			
CANDELARIA DE LA FRONTERA	24,546	3,969	16.17%
COATEPEQUE	39,058	5,561	14.24%
CHALCHUAPA	79,792	33,460	41.93%
EL CONGO	26,333	10,854	41.22%
METAPÁN	63,160	26,408	41.81%
SAN ANTONIO PAJONAL	3,385	2,747	81.15%
SAN SEBASTIÁN SALITRILLO	21,522	1,091	5.07%
SANTA ANA	260,913	171,358	65.68%
TEXISTEPEQUE	18,644	6,696	35.92%
<b>LA LIBERTAD</b>			
CIUDAD ARCE	60,314	12,751	21.14%
<b>AHUACHAPÁN</b>			

AHUACHAPÁN	113,698	52,821	46.46%
ATIQUIZAYA	33,558	12,285	36.61%
EL REFUGIO	8,893	5,237	58.89%
GUAYMANGO	19,373	3,375	17.42%
JUJUTLA	29,036	593	2.04%
SAN FRANCISCO MENÉNDEZ	43,712	823	1.88%
SAN PEDRO PUXTLA	7,937	1,200	15.12%
TURÍN	9,437	3,384	35.86%
<b>SONSONATE</b>			
ACAJUTLA	54,143	16,246	30.01%
IZALCO	73,947	16,052	21.71%
JUAYUA	25,295	10,494	41.49%
NAHUIZALCO	50,943	5,372	10.55%
SALCOATITÁN	5,756	1,448	25.16%
SONSONATE	72,914	54,674	74.98%
SONZACATE	28,264	18,400	65.10%
NOTA:			
DATOS A DICIEMBRE DE 2010			



## **REGIÓN ORIENTAL**

## INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN

- POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Nombre del sistema	Nombre o No. del pozo	Capacidad	Profundidad del pozo (m)	Potencia de la bomba
		(m <sup>3</sup> /día)		(kWH)
<b>REGION ORIENTAL</b>				
<b>LA UNIÓN</b>				
SISTEMA DE LA UNIÓN	Pozo El Golfo	3,816	42.67	1766
	El Caracol	3,898	79.25	1925
	Las Flores 1	0	67.1	162
	Las Flores 3	0	60.96	0
	Las Flores 4	1,090	57.91	266
SISTEMA EL CARMEN	REP DE KOREA	736	54.94	364
	REP DE KOREA	0	54.97	0
	REP DE KOREA	613	--	342
SISTEMA DE INTIPUCA	Amatal	1,145	33.53	546
SISTEMA DE LA MALTEZ				
SISTEMA LLANO DE LOS PATOS	Llano de los patos	3,543	--	293
SISTEMA DE SAN ALEJO	Maltez 1	345	42.67	317
	Maltez 1	5,996	88.39	1162
	Maltez 1	0	57.91	0
	Maltez 2	1,117	83.82	12
SISTEMA DE YUCUAQUIN	Yucuaquín	109	--	89
	Yucuaquín	109	--	85
<b>USULUTÁN</b>				
SISTEMA DE USULUTÁN	El Molino	1,363	21.34	179.71
	El Molino	2,374	18.3	751.89
	El Molino	2,158	76.2	773.04
	El Pozo	--	24.38	--
SISTEMA DE SAN FRANCISCO JAVIER	Los Hornos	318	--	297
	Los Hornos	327	--	304
SISTEMA DE ESTANZUELAS	Santa Lucia	545	--	451
SISTEMA DE JIQUILISCO	Los Cactus	237	24.38	56
	Los Cactus	454	24.38	81.6
	Los Cactus	2,362	45.72	395.2
SISTEMA DE OZATLÁN	Poza I		91.44	

	Poza II	954	97.54	558
SISTEMA DE JUCUARAN	El Since	--	--	--
SISTEMA CIUDAD EL TRIUNFO	Baltazar Orellana 1	136	128.02	204
	Baltazar Orellana 2	1,363	118.87	1095
SISTEMA DE PUERTO EL TRIUNFO	El Tercio	--	42.67	--
	El Tercio	2,249	91.44	792
<b>SAN MIGUEL</b>				
SISTEMA DE MONCAGUA				
SISTEMA DE CHIRILAGUA	Zapatagua 1	--	91.44	--
	Zapatagua 2	836	94.5	1315.2
SISTEMA SAN MIGUEL	Jalacatal	2,071	64.01	616.8
	Jalacatal	1,635	82.3	331.2
	Sitio N°1	1,476	94.49	932
	Sitio N°2	1,590	115.82	1192
	Sitio N°2	2,271	112.78	1166
	Hirleman	4,088	51.82	1104
	Hirleman	1,908	48.77	715.2
	Hirleman	3,816	48.77	1,104
	Residencial el Sitio	795	67.02	257
	Belén	954	21.34	167.52
	Belén	491	82.3	276
	Belén	--	51.82	--
	Belén	--	79.25	--
	Molino	3,407	85.34	1483.57
	La Paz	1,136	73.15	577.91
	La Paz	736	54.86	263.04
	La Paz	--	85.34	--
	La Paz	--	79.25	--
	La Paz	--	124.97	--
	Ciudad Real	--	76.2	--
	Ciudad Real	999	94.49	714.21
	Centro de Gobierno I	491	3.05	385.33
	Lomas de Chaparrastique	2726	--	860
SISTEMA DE CAROLINA	Pozo El Aguacate	509	3.15	177.04
SISTEMA DE QUELEPA	El Jaguar	727	--	223
SISTEMA DE LOLOTIQUE	La Piscina	727	88.39	223
	Santa Rosa	273	114.3	194
SISTEMA DE LA PRADERA Y EL TRANSITO	La Pradera	1,624	60.96	803
	El Marañon			

SISTEMA ULUAZAPA		273	--	194.4
<b>MORAZÁN</b>				
SISTEMA DE JOCORO	Jocoro	102	--	--
	Jocoro	43	--	--
	66 pozos			
<b>SISTEMA DESCENTRALIZADOS</b>				
SISTEMA DE CHINAMECA	El Llano	1681	--	699.75
	El Llano	1317	128.02	547.29
NOTA: LA INFORMACION CONSOLIDADA HA SIDO TOMADA DEL ARCHIVO "LISTA DE TANQUES DE LA ZONA ORIENTAL Y PROGRAMA DE LIMPIEZA" Y "EQUIPOS ANDA REGION ORIENTAL3"				

### RESERVIORIOS

Nombre del sistema	Nombre o No. del reservorio	Capacidad	Elevación del suelo	Nivel bajo del agua	Nivel alto del agua
		(m3)	(m)	(LWL)	(HWL)
				(m)	(m)
<b>LA UNIÓN</b>					
SISTEMA DE LA UNIÓN	Tanque 1 La Flores	800	4.42	47.99	52.41
	Tanque 2 La Flores	400	4.5	48	52.50
SISTEMA EL CARMEN	Tanque El Carmen	150	4.57	142	146.50
SISTEMA DE INTIPUCA	Tanque Intipuca	200	2.38	122	124.38
			3.63	122	125.63
SISTEMA DE LA MALTEZ	Tanque Maltez	200	4.40		
SISTEMA LLANO DE LOS PATOS	Tanque El Canoguero	200	4.40	50.32	54.72
	Tanque Los Naranjos	200	5.20	41.88	47.08
SISTEMA DE SAN ALEJO	Tanque de san alejo	300	4.04	201	205.04
	Tanque los Cercos de Piedra	104.5	3.57	198	201.57
SISTEMA PASAQUINA-FRONTERA-ROSARIO Y PORTILLO	Tanque Pasaquina	150	2.75	108.14	100.89
	Tanque 1 El Amatillo	150	3.00	111.79	114.79
	Tanque 2 El Amatillo	150	3.20	111.79	114.99
SISTEMA YAYANTIQUÉ	Tanque del Pueblo	70	3.50	282	285.5
SISTEMA DE YUCUAQUIN	Tanque de Yucuaquin	100	3.5	482	485.5
SISTEMA DE NUEVA ESPARTA	Tanque Nueva Esparta	100	3.00	316.39	319.39

	Tanque Nueva Esparta	100	3.00	316.39	319.39
SISTEMA DE ANAMOROS	Tanque Anamoros	100	3.70	197.23	200.93
	Tanque Anamoros	100	3.80	197.23	201.03
<b>USULUTÁN</b>					
SISTEMA DE USULUTÁN	Tanque La Cruz	500	6.37	133	139.37
	Tanque La Cruz	1000	6.50	133	139.5
	Tanque El Nanzal	1000	4.10	140	144.1
	Tanque El Nanzal	1200	4.00	140	144
SISTEMA DE SAN FRANCISCO JAVIER	Tanque San Francisco Javier	300	4.42	335	339.42
SISTEMA DE ESTANZUELAS	Tanque Estanzuelas	100	4.00	259	263
SISTEMA DE JIQUILISCO	Tanque 1 Los cactus	300	4.00	55	59
	Tanque 2 Los cactus	300	4.00	54	58
SISTEMA DE OZATLÁN	Tanque 1 Ozatlán	300	3.20	251	254.2
	Tanque 2 Ozatlán	100	3.20	249	252.2
SISTEMA DE JUCUARAN	Tanque Jucuaran	150	3.87	374.01	377.88
SISTEMA CIUDAD EL TRIUNFO	Tanque Ciudad El Triunfo	350	3.55	395.47	399.02
SISTEMA DE PUERTO EL TRIUNFO	Tanque 1 Puerto El Triunfo	1000	4.55	37	41.55
	Tanque 2 Puerto El Triunfo	1000	4.50	45	49.5
SISTEMA SAN JORGE	Tanque Chambala 1	140	3.64	319.27	322.91
	Tanque Chambala 2	100	2.60	315	317.6
<b>SAN MIGUEL</b>					
SISTEMA DE MONCAGUA	Tanque Moncagua	50	3.00	282.34	285.34
SISTEMA DE CHIRILAGUA	Tanque Chirilagua	100	3.00		
SISTEMA DE SAN MIGUEL	Residencial el Sitio	100	3.00	142	145
	Residencial el Sitio	200	4.40	149	153.4
	Centro de Gobierno	100	3.00	119	122
SISTEMA DE CAROLINA	Tanque pueblo	100	3.50	340.84	344.34
SISTEMA DE QUELEPA	Tanque Quelepa	50	2.50	231.69	234.19
SISTEMA DE LOLOTIQUE	Tanque 1 Lolotique	50	2.50	165	167.5
	Tanque 2 Lolotique	100	2.50	165	167.5
SISTEMA DE SESORI	Tanque circular	100	2.50	203.3	205.8
	Tanque cuadrado	100	2.50	202.75	205.25
SISTEMA DE LA PRADERA Y EL TRANSITO	Tanque la Pradera	300	4.21	150	154.21
	Tanque El Marañon	300	3.20	160	163.2
SISTEMA ULUAZAPA	Tanque de Uluzapapa	50	2.55	307	309.55
SISTEMA DE GRANADA Y	Tanque Nueva	300	3.75	451	454.75

JOCOTILLO	Granada				
	Tanque El Jocotillo	50	3.75	430	433.75
<b>MORAZÁN</b>					
SISTEMA DE JOCORO	Tanque Jocoro	50	2.55	316.18	318.73
	Tanque Jocoro	50	2.55	307.09	309.64
SISTEMA DE CHILANGA	Tanque de Chilanga	150	3	327.17	330.17
SISTEMA DE SENSEMBRA	Tanque de Sensembra	50	2.5	32.6	35.1
SE LE LLAMARAN RESERVORIOS A LOS TANQUES DE DISTRIBUCION					
NOTA: LA INFORMACION CONSOLIDADA HA SIDO TOMADA DEL ARCHIVO " <b>LISTA DE TANQUES DE LA ZONA ORIENTAL Y PROGRAMA DE LIMPIEZA</b> "					

#### LINEAS DE TUBERIAS DE TRANSMISIÓN

Nombre del sistema	Diametro	Largo	Material	Año de instalación
	(mm)	(m)	(DIP, CIP, Acero, PVC)	
<b>LA UNIÓN</b>				
<i>SISTEMA DE LA UNIÓN</i>	304.8	152.255	Ho. Fo.	1974
	254	1724.21	Ho. Fo.	1974
<i>SISTEMA EL CARMÉN</i>	101.6	31.865	PVC	1987
	76.2	5.43	PE(polietileno)	1987
	50.8	1913.81	PE(polietileno)	1987
<i>SISTEMA DE INTIPUCA</i>	101.6	479.23	Ho. Go.	1979
	101.6	66.56	Ho. Fo.	1979
<i>SISTEMA DE LA MALTEZ</i>	152.4	1392.99	PE(polietileno)	1980
	152.4	5661.1	Ho. Fo.	1980

	101.6	2578.93	PE(polietileno)	1980
	101.6	3900.26	Ho. Fo.	1980
	76.2	2463.45	Ho. Go.	1980
	50.8	87.49	Ho. Go.	1980
<i>LLANO DE LOS PATOS</i>	203.2	5345.71	PVC	1979
	152.4	110.67	PVC	1979
	152.4	2407.298	PVC	1979
	101.6	752.16	PVC	1979
<i>SISTEMA DE SAN ALEJO</i>	152.4	1295.86	Ho. Go.	1966
<i>SISTEMA PASAQUINA-FRONTERA-ROSARIO Y PORTILLO</i>	457.2	1388.23	CEMENTO	1977
	304.8	1989.77	Ho. Fo.	1977
	254	7565.83	Ho. Fo.	1977
	254	14046.24	PVC	1977
	101.6	7615.77	PVC	1977
	101.6	812.23	Ho. Go.	1977
<i>SISTEMA DE YAYANTIQUÉ</i>	101.6	1477.24	ACERO	1977
<i>SISTEMA DE YUCUAQUÍN</i>	76.2	1417.71	Ho. Fo.	1966
	50.8	7.37	PVC	1966
<i>SISTEMA DE NUEVA ESPARTA</i>	76.2	1493.38	Ho. Go.	1968
	76.2	207.5	PVC	1968
<b>USULUTÁN</b>				
<i>SISTEMA DE USULUTÁN</i>	406.4	1197.18	PVC	1965
	355.6	1053.018	PVC	1965
	254	475.77	PVC	1965
	152.4	338.618	Ho. Go.	1965
	203.2	309.15	Ho. Go.	1965
	101.6	462.1	PVC	1965
<i>SISTEMA DE SAN FRANCISCO JAVIER</i>	101.6	6314.72	PVC	1978
<i>SISTEMA DE ESTANZUELAS</i>	101.6	460.9	Ho. Fo.	1978
	76.2	430.53	Ho. Fo.	1978
<i>SISTEMA DE JIQUILISCO</i>	101.6	31.392	Ho. Fo.	1980
<i>SISTEMA DE OZATLÁN</i>	101.6	172.26	Ho. Fo.	1977
	76.2	6902.2	PVC	1977
	50.8	99.79	PVC	1977
<i>SISTEMA DE JUCUARAN</i>	76.2	3359.81	Ho. Go.	1976
<i>SISTEMA DE CIUDAD DEL TRIUNFO</i>	203.2	370.87	PVC	1966

	101.6	828.098	PVC	1966
<i>SISTEMA DE PUERTO EL TRIUNFO</i>	152.4	33.73	PVC	1983
<i>SISTEMA DE SAN JORGE</i>	203.2	17213.4	PVC	1979
<b>SAN MIGUEL</b>				
<i>SISTEMA DE MONCAGUA</i>	152.4	1970.25	PVC	1966
	101.6	430.55	Ho. Fo.	1966
	101.6	2543.43	PVC	1966
	76.2	700.05	PVC	1966
<i>SISTEMA DE CHIRILAGUA</i>	203.2	8.96	Ho. Go.	1977
<i>SISTEMA DE SAN MIGUEL</i>	457.2	3273.71	Ho. Fo.	1954
	304.8	5094.04	Ho. Fo.	1954
	152.4	25.3	Ho. Go.	1954
	76.2	130.95	PVC	1954
<i>SISTEMA DE CAROLINA</i>	101.6	3931.41	PVC	1967
<i>SISTEMA DE QUELEPA</i>	152.4	592.31	Ho. Fo.	1966
<i>SISTEMA LOLOTIQUE</i>	101.6	168.52	Ho. Fo.	1964
<i>SISTEMA SESORI</i>	101.6	1265.7	PVC	1964
	76.2	177	PVC	1964
	63.5	423.9	Ho. Go.	1964
	63.5	13878.25	Ho. Fo.	1964
	63.5	474.39	PVC	1964
<i>SISTEMA DE LA PRADERA Y EL TRANSITO</i>	101.6	1307.91	PVC	1968
<i>SISTEMA DE ULUAZAPA</i>	152.4	1755.42	PE(polietileno)	1971
	101.6	607.58	PVC	1971
<i>SISTEMA DE NUEVA GRANADA Y JOCOTILLO</i>	101.6	2184.292	PVC	1981
	101.6	52.42	Ho. Fo.	1981
	76.2	722.65	PVC	1981
	50.8	4684.49	PVC	1981
<b>MORAZÁN</b>				
<i>SISTEMA DE JOCORO</i>	50.8	31.125	Ho. Go.	1973
<i>SISTEMA DE CHILANGA</i>	101.6	534.71	Ho. Fo.	1973
<i>SISTEMA DE SENSEMBRA</i>	101.6	730.73	Ho. Go.	1975
	76.2	1909.17	PVC	1975

<i>SISTEMA DE SAN FRANCISCO GOTERA</i>	152.4	8500.95	Ho. Fo.	1970
	101.6	804.89	Ho. Fo.	1970
	101.6	4179.11	Ho. Go.	1970
	76.2	6414.19	Ho. Go.	1970
<b>SISTEMAS DESCENTRALIZADOS</b>				
<i>SISTEMA DE CHINAMECA</i>	152.4	592.31	Ho. Fo.	1978
<i>SISTEMA DE JUCUAPA</i>	101.6	2058.8	PVC	1977
<b>NOTA: INFORMACION OBTENIDA DE LOS ARCHIVOS DIGITALES DE CATASTRO DE ANDA ORIENTAL</b>				

#### LINEAS DE TUBERIAS DE DISTRIBUCIÓN

Nombre del sistema	Diametro	Largo	Material	Año de instalación
	(mm)	(m)	(DIP, CIP, Acero, PVC, PE)	
<b>LA UNIÓN</b>				
SISTEMA DE LA UNIÓN	152.4mm	1572.41	Ho. Fo.	1974
	101.6mm	3432.78	Ho. Fo.	1974
	101.6mm	5016.68	PVC	1974
	101.6mm	276.42	Ho. Go.	1974
	76.2mm	10021.44	PVC	1974
	63.5mm	9360.11	Ho. Fo.	1974
	50.8mm	39972.35	PVC	1974
	38.1mm	973.71	PVC	1974
SISTEMA EL CARMEN	101.6mm	862.03	PVC	1987
	76.2mm	493.43	PE(polietileno)	1987
	635mm	356.16	PE(polietileno)	1987
	50.8mm	11232.3	PE(polietileno)	1987
	381mm	2439.8	PE(polietileno)	1987
SISTEMA DE INTIPUCA	152.4mm	72.16	PVC	1979
	152.4mm	102.71	Ho. Fo.	1979
	101.6mm	1305.2	PVC	1979
	101.6mm	46.85	Ho. Go.	1979

	76.2mm	958.11	Ho. Fo.	1979
	63.5mm	755.53	Ho. Go.	1979
	50.8mm	3482.79	PVC	1979
	38.1mm	2252.27	PVC	1979
	25.4	510.73	PVC	1979
SISTEMA DE LA MALTEZ	635mm	980.59	PE(polietileno)	1980
	3381mm	3056.65	PE(polietileno)	1980
	101.6mm	3000.78	PE(polietileno)	1980
	76.2mm	5266.23	PE(polietileno)	1980
	63.5mm	18160.45	PVC	1980
SISTEMA LLANO DE LOS PATOS	203.2mm	1895.79	PVC	1970
	152.4mm	5684.72	PVC	1970
	101.6mm	3571.24	PVC	1970
	76.2mm	6662.29	PVC	1970
	50.8mm	41922.44	PVC	1970
	38.1mm	3583.53	PVC	1970
SISTEMA DE SAN ALEJO	101.6mm	977.93	Ho. Go.	1966
	76.2mm	3432.508	Ho. Go.	1966
	50.8mm	9662.7	Ho. Go.	1966
SISTEMA PASAQUINA-FRONTERA-ROSARIO Y PORTILLO	635mm	3213.92	PVC	1977
	635mm	2158.9	Ho. Go.	1977
	152.4mm	2181.17	PVC	1977
	152.4mm	1663.67	PVC	1977
	101.6mm	2736.02	PVC	1977
	50.8mm	60456.66	PVC	1977
SISTEMA DE YAYANTIQUÉ	101.6mm	697.02	ACERO	1977
	76.2mm	75.56	ACERO	1977
	50.8mm	7578.9	ACERO	1977
SISTEMA DE YUCUAQUÍN	101.6mm	589.48	ACERO	1965
	101.6mm	268.03	PVC	1965
	76.2mm	629.4	PVC	1965
	50.8mm	8294.45	PVC	1965
SISTEMA DE NUEVA ESPARTA	76.2mm	1138.46	PVC	1968
	50.8mm	2566.88	PVC	1968
SISTEMA DE ANAMOROS	101.6mm	1229.48	PVC	1970
	76.2mm	1723.88	PVC	1970
	50.8mm	4097.96	PVC	1970

<i>USULUTÁN</i>				
SISTEMA DE USULUTÁN	254mm	1776.17	PVC	1954
	203.2mm	2953.36	Ho. Go.	1954
	152.4mm	15381.34	Ho. Go.	1954
	101.6mm	5525.22	PVC	1954
	76.2mm	11584.53	PVC	1954
	63.1mm	7436.58	PVC	1954
	50.8mm	12457.05	PVC	1954
	38.1mm	502.6	PVC	1954
SISTEMA DE SAN FRANCISCO JAVIER	76.2mm	430.14	PVC	1978
	63.5mm	793.3	PVC	1978
	50.8mm	4188.63	PVC	1978
SISTEMA DE ESTANZUELAS	152.4mm	946.118	Ho. Fo.	1978
	101.6mm	225.3	Ho. Fo.	1978
	76.2mm	1361.29	Ho. Fo.	1978
	50.8mm	9104.54	Ho. Fo.	1978
SISTEMA DE JIQUILISCO	203.2mm	20.57	Ho. Fo.	1980
	203.2mm	731.14	PVC	1980
	152.4mm	1241.18	PVC	1980
	101.6mm	379.26	PVC	1980
	76.2mm	272.12	PVC	1980
	63.5mm	716.57	PVC	1980
	50.8mm	19960.19	PVC	1980
SISTEMA DE OZATLÁN	101.6mm	183.98	Ho. Fo.	1977
	101.6mm	1963.7	PVC	1977
	50.8mm	11334.13	PVC	1977
SISTEMA DE JUCUARAN	76.2mm	209.708	Ho. Go.	1976
	50.8mm	4815.94	PVC	1976
SISTEMA DE PUERTO EL TRIUNFO	203.2mm	3802.79	PVC	1983
	152.4mm	16.84	PVC	1983
	101.6mm	928.65	Ho. Fo.	1983
	76.2mm	6323.41	PVC	1983
	25.4mm	12458.5	PVC	1983
SISTEMA CIUDAD DEL TRIUNFO	152.4mm	1260.97	PVC	1966
	101.6mm	80.027	Ho. Fo.	1966
	76.2mm	1407.72	Ho. Fo.	1966
	63.5mm	1281.2	Ho. Fo.	1966
	50.8mm	24745.94	PVC	1966

	50.8mm	897.51	Ho. Go.	1966
SISTEMA DE SAN JORGE	152.4mm	1629.33	PVC	1979
	101.6mm	8644.11	PVC	1979
	76.2mm	7707.86	PVC	1979
	50.8mm	28981.41	PVC	1979
	38.1mm	28398.63	PVC	1979
SISTEMA SANTA ELENA	254mm	263.8	PVC	1981
	203.2mm	196.88	PVC	1981
	152.4mm	309.1	PVC	1981
	101.6mm	3780.99	PVC	1981
	76.2mm	1220.857	PVC	1981
	50.8mm	5794.83	PVC	1981
<b>SAN MIGUEL</b>				
SISTEMA DE MONCAGUA	152.4mm	911.58	PVC	1966
	101.6mm	65.96	PVC	1966
	72.6mm	203.5	PVC	1966
	50.8mm	8058.84	PVC	1966
	38.1mm	801.54	PVC	1966
SISTEMA DE CHIRILAGUA	152.4mm	595.92	AC	1977
	152.4mm	1860.45	Ho. Fo.	1977
	101.6mm	446.07	AC	1977
	76.2mm	2159.31	AC	1977
	50.8mm	10522.31	PVC	1977
SISTEMA DE SAN MIGUEL	50.8mm	117912.88	PVC	1955
	76.2mm	10257.07	PVC	1954
	76.2mm	5079.37	Ho. Fo.	1954
	101.6mm	19224.58	PVC	1954
	101.6mm	4819.11	Ho. Fo.	1954
	152.4mm	17830.51	PVC	1954
	152.4mm	12728.55	Ho. Fo.	1954
	203.2mm	2357.84	PVC	1954
	203.2mm	3872.98	Ho. Fo.	1954
	254mm	163.32	PVC	1954
	254mm	1031.86	Ho. Fo.	1954
	304.8mm	2210.63	Ho. Fo.	1954
	406.4mm	5222.247	Ho. Fo.	1954
SISTEMA DE CAROLINA	76.2	1240.19	PVC	1967
	50.8	3941.79	PVC	1967

SISTEMA DE QUELEPA	101.6mm	912.82	PVC	1967
	76.2mm	1860.99	Ho. Fo.	1966
	50.8mm	4292.1	PVC	1966
SISTEMA DE LOLOTIQUE	101.6mm	378.51	Ho. Fo.	1964
	76.2mm	1776.21	Ho. Fo.	1964
	50.8mm	1874.96	Ho. Fo.	1964
SISTEMA DE SESORI	76.2mm	976.44	PVC	1964
	50.8mm	5592.37	PVC	1964
SISTEMA DE LA PRADERA Y EL TRANSITO	254mm	2213.83	PVC	1968
	203.2mm	604.69	PVC	1968
	152.4mm	4374.47	PVC	1968
	101.6mm	2920.84	PVC	1968
	76.2mm	743.18	PVC	1968
	50.8mm	38131.82	PVC	1968
SISTEMA DE ULUAZAPA	76.2mm	140.34	PVC	1971
	50.8mm	3222.08	PVC	1971
SISTEMA DE NUEVA GRANADA Y JOCOTILLO	101.6mm	738.93	PVC	1981
	76.2mm	2565.61	PVC	1981
	50.8mm	11607.85	PVC	1981
	25.4mm	497.9	PVC	1981
<b>MORAZÁN</b>				
SISTEMA DE JOCORO	152.4mm	259.71	Ho. Fo.	1973
	76.2mm	165.16	PVC	1973
	76.2mm	1296.95	Ho. Fo.	1973
	50.8mm	8351.19	Ho. Fo.	1973
SISTEMA DE CHILANGA	101.6mm	905.54	PVC	1975
	50.8mm	2914.57	PVC	1975
	38.1mm	52.98	PVC	1975
SISTEMA DE SENSEMBRA	101.6mm	315.48	PVC	1978
	76.2mm	984.02	Ho. Go.	1978
	50.8mm	5708.05	PVC	1978
	38.1mm	956.64	PVC	1978
	25.4mm	2067.75	PVC	1978
SISTEMA DE SAN FRANCISCO GOTERA	152.4mm	6933.58	PVC	1972
	152.4mm	3463.16	Ho. Fo.	1972
	101.6mm	5568.2	Ho. Fo.	1972

	76.2mm	3936.27	Ho. Go.	1972
	76.2mm	288.25	PVC	1972
	63.5mm	2311.32	PVC	1972
	50.8mm	15998.28	PVC	1972
	50.8mm	1169.528	Ho. Go.	1972
<b>SISTEMA DESCENTRALIZADOS</b>				
SISTEMA DE CHINAMECA	101.6mm	912.82	PVC	1978
	76.2mm	1860.99	Ho. Fo.	1978
	50.8mm	4292.1	PVC	1978
SISTEMA DE JUCUAPA	101.6mm	22642.57	PVC	1977
SISTEMA DE CIUDAD BATRES	203.2mm	37.07	PVC	1975
	153.4mm	1338.83	PVC	1975
	101.6mm	1748.51	PVC	1975
	50.8mm	4618.934	PVC	1975
<b>NOTA: INFORMACION OBTENIDA DE LOS ARCHIVOS DIGITALES DE CATASTRO DE ANDA ORIENTAL</b>				

#### CONEXIONES DOMICILIARES

Nombre del sistema	Diametro	Número total de conexiones	Número de conexiones con medidores de agua funcionando
	(mm)		
SISTEMA DE LA UNIÓN	50.8	4576	3979
SISTEMA DE MONCAGUA, QUELEPA, SESORI Y CAROLINA	50.8	1457	1393
SISTEMA DE USULUTÁN	50.8	9236	8626
SISTEMA DE SAN FRANCISCO JAVIER Y JIQUILISCO	50.8	1478	1344
SISTEMA DE SAN ALEJO Y YUCUAQUIN	50.8	1222	922
SISTEMA PUERTO EL TRIUNFO	50.8	1158	1099
SISTEMA LLANO DE LOS PATOS, INTIPUCA Y LAS TUNAS	50.8	1613	1199
SISTEMA DE CHIRILAGUA Y ULUAZAPA	50.8	997	985
SISTEMA EL CARMEN, EL PICHE, YAYANTIQUÉ Y OMEGA	50.8	795	682
SISTEMA PASAQUINA-FRONTERA-ROSARIO Y PORTILLO	50.8	803	656

SISTEMA DE ESTANZUELAS NUEVA GRANADA Y EL JOCOTILLO	50.8	1068	941
SISTEMA DE OZATLÁN, SAN RAFAEL DE OTE. Y SANTA ELENA	50.8	895	882
SISTEMA DE LA PRADERA Y EL TRANSITO	50.8	1401	1162
SISTEMA DE JOCORO, SENSEMBRA Y CHINAMECA	50.8	1179	1172
SISTEMA DE SAN MIGUEL	50.8	27447	25403
SISTEMA DE ANAMOROS Y NUEVA ESPARTA	50.8	579	579
SISTEMA DE JUCUARA Y SAN JORGE	50.8	1431	1430
SISTEMA DE PUERTO EL TRIUNFO	50.8	921	902
SISTEMA DE CHILANGA	50.8	289	33
SISTEMA DE SAN FRANCISCO GOTERA	50.8	2136	1835
<i>NOTA: Datos de "ÁREA DE FACTURACIÓN REGION ORIENTAL"</i>			

#### PORCENTAJE DE SERVICIO

Nombre del sistema	Población total	Población servida	Porcentaje de servicio
	(personas)	(personas)	(%)
<b>LA UNIÓN</b>			
SISTEMA DE LA UNIÓN	34,045	22,880	67%
SISTEMA DE ANAMORÓS Y NUEVA ESPARTA	24,188	2,895	12%
SISTEMA PASAQUINA-FRONTERA-ROSARIO Y PORTILLO	16,375	3,212	20%
SISTEMA INTIPUCA, LLANOS LOS PATOS Y LAS TUNAS	7,567	6,452	85%
SISTEMA EL PICHE, YAYANTIQUÉ, EL CARMÉN Y OLOMEGA	19,195	3,419	18%
SISTEMA SAN ALEJO Y YUCUAQUÍN	24,397	4,888	20%
<b>USULUTÁN</b>			
SISTEMA DE USULUTÁN	73,064	46,180	63%
SISTEMA JUCUARÁN Y SAN JORGE	22,539	6,296	28%
SISTEMA OZATLÁN, SAN RAFAEL OTE. Y SANTA ELENA	43,075	3,580	8%

SISTEMA JIQUILISCO Y SAN FRANCISCO JAVIER	47,784	5,912	12%
SISTEMA PUERTO EL TRIUNFO	16,584	4,632	28%
SISTEMA DE LA PRADERA Y EL TRANSITO	18,363	5,604	31%
<b>SAN MIGUEL</b>			
SISTEMA DE SAN MIGUEL	218,410	137,235	63%
SISTEMA DE ULUAZAPA Y CHIRILAGUA	23,335	4,188	18%
SISTEMA DE MONCAGUA QUELEPA SESORI CAROLINA	45,653	7,285	16%
SISTEMA SENSEMBRA JOCORO CHINAMECA	35,311	5,895	17%
SISTEMA ESTANZUELAS, NVA GRANADA Y EL JOCOTILLO	9,015	4,593	51%
<b>NOTA: Datos de "ÁREA DE FACTURACIÓN REGION ORIENTAL" y de "Resultados VI Censo de Población y V de Vivienda 2007"</b>			



## **APENDICE A2 ESTIMACIONES DE GASTOS**



## **REGIÓN METROPOLITANA**

B31

Región Metropolitana

LA MACROMEDICION ESTA CONSIDERADA EN EL PROGRAMA BID.

### Mejoramiento del sistema de medición

#### Se requiere macro medidores a la salida de

Plantas de tratamiento de agua  
 pozos subterráneos  
 Estaciones de bombeo  
 Reservorios  
 entrada de distritos

Número de plantas de tratamiento de agua	<input type="text" value="2"/> Plantas	x	<input type="text" value="2"/> Salidas	=	4 macro medidores
Número de pozos subterráneos	<input type="text" value="110"/> Pozos	x	<input type="text" value="1"/> Salidas	=	110 macro medidores
Número de estaciones de bombeo	<input type="text" value="17"/> Estaciones	x	<input type="text" value="2"/> Salidas	=	34 macro medidores
Número de reservorios	<input type="text" value="169"/> Reservorios	x	<input type="text" value="1"/> Salidas	=	169 macro medidores
<b>Total</b>					<b>317 macrometers</b>

#### Tiempo requerido para la adquisición de macro medidores

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas	<input type="text" value="2"/> meses
Licitación	<input type="text" value="2"/> meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato	<input type="text" value="2"/> meses
Fabricación y transporte	<input type="text" value="6"/> meses
Sub-Total	<b>12 meses</b>

#### Tiempo requerido para instalación (Considerando dos equipos de instalación).

<input type="text" value="1"/> días/medidor	x	317 medidores	=	317 días
317 días	/	<input type="text" value="20"/>	=	<b>16 meses</b>

**Total de tiempo requerido** **28 meses**

### Costos de adquisición e instalación de macro medidores

Tamaño promedio del medidor	200 mm		
Costo unitario de macro medidores de Dia.	200 mm	=	6,500 US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	317 macro medidores
<b>Costo total de adquisición</b>			<b>2,060,500 US\$</b>
Costo unitario por instalación de macro medidores	200 mm	=	600 US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	317 macrometers
<b>Costo total de instalación</b>			<b>190,200 US\$</b>
<b>Costo total de adquisición e instalación de macro medidores</b>			<b>2,250,700 US\$</b>

### Mejoramiento de micro medición

Número de conexiones domiciliarias	398,171 conexiones		
Se debe rehabilitar el porcentaje	50 %		
(para micro medidores, tuberías de conexión domiciliar, saddle)			
Número de conexiones domiciliarias a ser reemplazadas		=	199,086 micro medidores
Número de micro medidores que tiene en stock ANDA		=	64,000 micro medidores
<b>Requerimiento de nuevos micro medidores</b>		=	<b>135,086 micro medidores</b>

### Tiempo requerido para adquisición de micro medidores

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas			2 meses
Licitación			2 meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato			2 meses
Fabricación y transporte			6 meses
	Sub-Total		<b>12 meses</b>
<b>Tiempo requerido de instalación (utilizando 45 instaladores)</b>			
199,086 micro medidores	/	400 medidores/día	= 498 días
498 días	/	20 días/mes	= 25 meses
25 meses	/	12 meses	= 3 años
<b>Tiempo requerido total</b>			<b>3.0 años</b>

**Costo de adquisición e instalación de micro medidores**

Tamaño promedio del medidor	13 mm	=	13	US\$	
Costo unitario de micro medidores de Dia. Incluyendo tuberías, accesorios, saddles	13 mm	=	13	US\$	
Número total de micro medidores requerido		=	135,086	macro medidores	
<b>Costo total de adquisición</b>			<b>1,756,112</b>	<b>US\$</b>	<b>2,963,288</b>
Costo unitario por instalación de macro medidore	13 mm	=	5	US\$	
Número total de instalación de micro medidores		=	199,086	macro medidores	
<b>Costo total de instalación</b>			<b>995,428</b>	<b>US\$</b>	<b>2,497,126</b> 832375.33
<b>Costo total de adquisición e instalación de micro medidores</b>			<b>2,751,539</b>	<b>US\$</b>	

**Costo requerido por año para el sum e instalacion macro y micro Med 1,667,000 US\$/año**

B32  
B33

Cuánto tiempo tomará la discusión y toma de desición en ANDA?	6 meses?
Cuánto tiempo llevará la preparación y autorización del nuevo reglamento sobre la pertenencia de los micro medidores y el reemplazo periódico de medidores?	12 meses?

**NOTE!!**

**Costs, quantities, days used for calculation are just for example and do not represent actual figures.**

**NOTA!!**

**Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.**

B41

Región Metropolitana

**Establecimiento de sistema GIS**

Contratación de consultor especial				2	year contract			
Líder del equipo	24 meses	x	7,000	US\$/mes	=	168,000	US\$	
Ingeniero GIS 1	24 meses	x	5,000	US\$/mes	=	120,000	US\$	
Ingeniero GIS 2	24 meses	x	5,000	US\$/mes	=	120,000	US\$	
Operador PC 1	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000	US\$	
Operador PC 2	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000	US\$	
Operador PC 3	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000	US\$	
Operador PC 4	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000	US\$	
Recolección de datos/estudio 1	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000	US\$	
Recolección de datos/estudio 2	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000	US\$	
Recolección de datos/estudio 3	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000	US\$	
Recolección de datos/estudio 4	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000	US\$	
Recolección de datos/estudio 5	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000	US\$	
Recolección de datos/estudio 6	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000	US\$	
PC	7	unidades	x	5,000	US\$	=	35,000	US\$
Plotter	2	unidades	x	5,000	US\$	=	10,000	US\$
Soft Ware	1	unidades	x	50,000	US\$	=	50,000	US\$
						Sub-Total	1,007,000 US\$	
Overhead y otros	20%		x	1,007,000	US\$	=	202,000	US\$
						Costo total	1,209,000 US\$	

B42

B42 actividades ya incluidas en B41 arriba mencionado  
 El trabajo GIS debe incluir el mejoramiento de la base de datos de los clientes

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B51

## Región Metropolitana

### Reducción de fugas del sistema de transmisión

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Largo de línea de tubería de transmisión	150	km	
<b>Estudio de fugas visibles</b>			
Largo de estudio de fugas visibles por día	2	km/día	
Total de días requerido	75 días		\$ 4,500.00
<b>Total de meses requerido</b>	<b>3.75 meses</b>		
<b>Estudio de balance de agua</b>			
Esta actividad puede ser conducida solamente luego del "Mejoramiento del sistema de medición"			
Se recomienda comparar (M1+M2+M3) y (m1+m2+m3) por un año (datos de 12 meses)			
para identificar grandes fugas de la línea de tuberías de transmisión			
<b>Total de meses requerido</b>	<b>12 meses</b>		
<b>Detección de fugas intensiva</b>			
Largo de estudio intensivo de fugas por día	0.5	km/día	
Total de días requerido	300 días		\$ 22,500.0
<b>Total de meses requerido</b>	<b>15 meses</b>		
Reemplazo de tubería			
Largo de tubería a reemplazar	15	km	
Longitud estimado para reemplazo	1.25	km/mes	
tiempo requerido	12	meses	
costo por mes	50000	mes	\$ 600,000.0
			<b>\$ 627,000.0</b>

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

## Región Metropolitana

B52

### Reducción de fugas de reservorios

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Número de reservorios	169	tanques		
<b>Estudio de fugas visibles</b>				
Número de días requeridos para un reservorio	1	día/reservorio		
Total de días requeridos	169 días		2500.02	6242.65
<b>Total months required</b>	<b>8.45 meses</b>			
<b>Revisión de válvula flotante</b>				
Número de días requeridos para la prueba de válvula flotante	1	día/reservorio		
Total de días requeridos	169 días		7605	11347.63
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>8.45 meses</b>			
<b>Investigación del nivel de agua</b>				
Número de días requeridos para la investigación del nivel de agua	1	día/reservorio		
Total de días requeridos	169 días		845	4587.63
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>8.45 meses</b>		10950.017	22177.90

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B53  
Región Metropolitana

Actividades ADM

Los costos y el tiempo requerido pueden ser estimados en base a resultados del Bloque Modelo

Tabla 1.2 Extensión de tuberías en Bloques modelo (m)

Región	6"	4"	3"	2 1/2"	2"	Total
Metropolitana	1,360	3,130			8,410	12,900
Central	600	3,340	2,350	690	3,550	10,530

Tabla 5.5 Resumen de Costo de estudio en los bloques modelo (US\$)

Región	Metropolitana	Central	Occidental	Total	Promedio
ANDAs Oerios					
ANDAs Preparativas					
Obras Preparatorias / Estudios	5,613	5,210	4,077	14,900	4,967
Preparatory Works/ Surveys					
Reemplazo / Disposición de válvulas	8,051	6,292	29,715	44,058	14,686
Valve Replacement/Arrangements					
Reemplazo de Micromedidores	33,239	29,396	12,566	75,201	25,067
Replacement of micrometers					
Construcción de Caja PA Construcciones	6,197	12,254	8,538	26,989	8,996
PA Construction					
Estudio de Fugas y MNF	3,332	2,269	1,606	7,207	2,402
Leak/MNF Survey					
Reparación de Fugas	1,466	1,289	1,994	4,849	1,613
Leak Repair					
Comunicaciones y Relaciones Públicas	4,633	6,286	2,979	13,898	4,633
Public Relations					
Costo de Administración de ANDA	15,633	15,772	15,369	46,774	15,591
ANDA Administration Cost					
<b>Subtotal</b>	<b>78,164</b>	<b>78,859</b>	<b>76,844</b>	<b>233,867</b>	<b>77,956</b>
<b>Sub-Total</b>					
Adquisiciones por JICA					
JICA Procurement					
Válvulas/Accessories	21,743	15,442	29,721	66,906	22,302
Valve/Fittings					
Macro Medidores	11,380	10,587	10,587	32,554	10,851
Macro meters					
<b>Subtotal</b>	<b>33,123</b>	<b>26,029</b>	<b>40,308</b>	<b>99,460</b>	<b>33,153</b>
<b>Sub-Total</b>					
<b>Total</b>	<b>111,287</b>	<b>104,888</b>	<b>117,152</b>	<b>333,327</b>	<b>111,109</b>
<b>Total</b>					

\*El costo de la EIMetro es el promedio de EICent & EIOcc / PR cost of MRE average of CR & WR

\*Costo de administración es el 25% de los costos directos / Administration cost is 25% of direct costs

	Largo de tubería		Costo		Costo unitario
	m	US	US	US\$/m	
Metropolitana	12,900		111,287		8.63
Central	10,530		104,888		9.96
Occidental	4,580		117,152		25.58
Promedio					14.72
			<b>Rondeado</b>		<b>15</b>

Largo total de tuberías de distribución	4000 km				
	4,000,000 m				
Costos totales requeridos	60,000,000 US\$	110,100,000	28,800,000	2,400,000	31,200,000
		2,400,000	501,000,000	1 a 12 años	13 a 25 años
			78,900,000	6,575,000	2,400,000

Estimación de tiempo requerido

Supongamos que una ADM tenga	10 km de tubería de distribución
(casi del mismo tamaño del bloque modelo en las regiones Metropolitana y Central)	
Estableciendo límites de ADM	4 días
Preparación de planos de tuberías	10 días
Preparación de lista de clientes	4 días
Detección a sonido de fugas en conexiones domiciliarias	4 días
Detección de fugas a sonido	4 días
Construcción de caja de medidor/macro medidor	5 días
Instalación de válvulas de aislamiento	10 días
1er MNF	2 días
Reemplazo/instalación de micromedidor	5 días
Reparación de fugas	9 días
2do MNF	2 días
Evaluación	1 día
<b>Total de días requeridos</b>	<b>60 días</b>
	<b>3 meses</b>
Actividades de ADM (km/mes)	3.33 km/mes
Número de equipos asignados para actividades de ADMs	4 equipos
Largo de actividades de ADM por mes	13.33 km/mes
<b>Tiempo requerido para actividades de ADM</b>	<b>300 meses</b>
	<b>25.0 años</b>
<b>Costo requerido por año</b>	<b>2,400,000 US\$/año</b>

NOTA!!  
Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B71

**Revisión de sistema de zonificación**

La zonificación debe ser considerada al establecer el ADM

B72

**Establecimiento de ADM**

referirse a B53

B73

**Programa de reemplazo de tuberías**

**Región Metropolitana**

Largo de tubería de distribución 4000 km  
Este largo viene de la hoja de trabajo "actividades de ADM"

Estas líneas de tubería deben ser reemplazadas cada  años

Reemplazo de tuberías por año  
**160 km/año**  
13.3 km/mes  
667 m/día  
3,333 m/semana

**Costo de adquisición de tuberías**

Tamaño promedio de tubería  pulgadas  
Costo de tubería  US\$/m

**Costo de tubería por año 1,280,000 US\$/año**

Costo de instalación de tubería  
Tamaño promedio de tubería  pulgadas  
Costo de instalación de tubería+restauración de pavimento  US\$/m

**Costo de tubería por año 1,920,000 US\$/año**

**Costo total por año 3,200,000 US\$/año**  
**80,000,000 US\$/ 25 años**

4,596,800  
**107,936,000** total programa de reemplazo de tubería 4 region

B74

**Mejoramiento de instalación de conexiones domiciliarias**

referirse a B53 y B64

0.0425882

B75

**Inventario de sistema existente**

referirse a B41

B76

**Mejoramiento de procedimiento de transferencia para urbanizadores**

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B91

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en la sede**

Cuánto tiempo llevará la toma de decisión por la Junta de ANDA?  
 meses?

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B92

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en las respectivas oficinas regionales**

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B93

**Adquisición de vehículo y equipo necesario para la Unidad de Control de ANF**

	Costo unitario		Cantidad	Costo
Vehículo tipo Pick-up	25,000 US\$		1 =	25,000 US\$
Computadora	2,000 US\$		10 =	20,000 US\$
Impresor	200 US\$		5 =	1,000 US\$
Material y equipo de oficina	20,000 US\$		1 =	20,000 US\$
Scanner para planos	7,000 US\$		1 =	7,000 US\$
GPS	1,200 US\$		2 =	2400 US\$
Camaras fotografica y de video	3,500 US\$		1 =	3500 US\$
Salario y prestaciones staff Prof.	20,000 US\$		1 =	20000 US\$
otros	15,000 US\$		1 =	15000 US\$
				113,900
			<b>Total</b>	<b>120,000 US\$</b>
			IVA 13%	11,700 US\$
Período de adquisición		<input type="text" value="6"/> meses?	<b>Total gral</b>	<b>131,700 US\$</b>

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.





## REGIÓN CENTRAL

B31

Región Central

**Mejoramiento del sistema de medición**

**Se requiere macro medidores a la salida de**

Plantas de tratamiento de agua  
pozos subterráneos  
Estaciones de bombeo  
Reservorios  
entrada de distritos

Número de plantas de tratamiento de agua				
2 Plantas	x	2 Salidas	=	4 macro medidores
Número de pozos subterráneos				
99 Pozos	x	1 Salidas	=	99 macro medidores
Número de estaciones de bombeo				
120 Estaciones	x	1 Salidas	=	0 macro medidores
Número de reservorios				
130 Reservorios	x	1 Salidas	=	130 macro medidores
<b>Total</b>				<b>233 macrometers</b>

**Tiempo requerido para la adquisición de macro medidores**

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas	2 meses
Licitación	2 meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato	2 meses
Fabricación y transporte	6 meses
<b>Sub-Total</b>	<b>12 meses</b>

**Tiempo requerido para instalación**

3 días/medidor	x	233 medidores	=	699 días
699 días	/	20	=	35 meses

**Total de tiempo requerido**

**47 meses**

**Costos de adquisición e instalación de macro medidores**

Tamaño promedio del medidor	200 mm			
Costo unitario de macro medidores de Dia.	200 mm	=	6,500	US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	233	macro medidores
<b>Costo total de adquisición</b>			<b>1,514,500</b>	<b>US\$</b>
Costo unitario por instalación de macro medidores I	200 mm	=	600	US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	233	macrometers
<b>Costo total de instalación</b>			<b>139,800</b>	<b>US\$</b>
<b>Costo total de adquisición e instalación de macro medidores</b>			<b>1,654,300</b>	<b>US\$</b>
				<b>3,457,700</b>

**Mejoramiento de micro medición**

Número de conexiones domiciliarias 159,024 conexiones  
Se debe rehabilitar el porcentaje 55 %  
(para micro medidores, tuberías de conexión domiciliar, saddle)

Número de conexiones domiciliarias a ser reemplazadas	=	87,463	micro medidores
Número de micro medidores que tiene en stock ANDA	=	55,000	micro medidores
<b>Requerimiento de nuevos micro medidores</b>	=	<b>32,463</b>	<b>micro medidores</b>

**Tiempo requerido para adquisición de micro medidores**

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas	2 meses
Licitación	2 meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato	2 meses
Fabricación y transporte	6 meses
<b>Sub-Total</b>	<b>12 meses</b>

**Tiempo requerido de instalación**

87,463 micro medidores	/	200 medidores/día	=	437 días
437 días	/	20 días/mes	=	22 meses
22 meses	/	12 meses	=	2 años

**Tiempo requerido total**

**2 años**

**Costo de adquisición e instalación de micro medidores**

Tamaño promedio del medidor	<input type="text" value="13"/> mm	=	<input type="text" value="13"/> US\$	
Costo unitario de macro medidores de Dia. Incluyendo tuberías, accesorios, saddles	13 mm	=		
Número total de micro medidores requerido		=	32,463 macro medidores	
<b>Costo total de adquisición</b>			<b>422,022 US\$</b>	
Costo unitario por instalación de macro medidores l	13 mm	=	<input type="text" value="5"/> US\$	
Número total de instalación de micro medidores		=	87,463 macro medidores	
<b>Costo total de instalación</b>			<b>437,316 US\$</b>	
<b>Costo total de adquisición e instalación de micro medidores</b>			<b>859,338 US\$</b>	<b>4,978,014</b> 8,435,714
<b>Costo requerido por año para el sum e instalacion macro y micro Med</b>			<b>1,257,000 US\$/año</b>	2,811,905

B32  
B33

Cuánto tiempo tomará la discusión y toma de desición en ANDA? 6 meses?

Cuánto tiempo llevará la preparación y autorización del nuevo reglamento sobre la pertenencia de los micro medidores y el reemplazo periódico de medidores? 12 meses?

**NOTE!!**

**Costs, quantities, days used for calculation are just for example and do not represent actual figures.**

**NOTA!!**

**Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.**

B41

**Región Central**

**Establecimiento de sistema GIS**

Contratación de consultor especial			<b>2</b> year contract		
Líder del equipo	24 meses	x	<b>7,000</b> US\$/mes	=	168,000 US\$
Ingeniero GIS 1	24 meses	x	<b>5,000</b> US\$/mes	=	120,000 US\$
Ingeniero GIS 2	24 meses	x	<b>5,000</b> US\$/mes	=	120,000 US\$
Operador PC 1	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 2	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 3	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 4	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Recolección de datos/estudio 1	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 2	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 3	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 4	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 5	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 6	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
PC	<b>7</b> unidades	x	<b>5,000</b> US\$	=	35,000 US\$
Plotter	<b>2</b> unidades	x	<b>5,000</b> US\$	=	10,000 US\$
Soft Ware	<b>1</b> unidades	x	<b>50,000</b> US\$	=	50,000 US\$
			Sub-Total		1,007,000 US\$
Overhead y otros	<b>20</b> %	x	1,007,000 US\$	=	202,000 US\$
			Costo total		1,209,000 US\$

B42

B42 actividades ya incluidas en B41 arriba mencionado  
El trabajo GIS debe incluir el mejoramiento de la base de datos de los clientes

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B51

## Región Central

### Reducción de fugas del sistema de transmisión

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Largo de línea de tubería de transmisión 120 km

#### Estudio de fugas visibles

Largo de estudio de fugas visibles por día 2 km/día  
Total de días requerido 60 días \$ 3,600.00  
**Total de meses requerido 3 meses**

#### Estudio de balance de agua

Esta actividad puede ser conducida solamente luego del "Mejoramiento del sistema de medición"  
Se recomienda comparar (M1+M2+M3) y (m1+m2+m3) por un año (datos de 12 meses)  
para identificar grandes fugas de la línea de tuberías de transmisión

**Total de meses requerido 12 meses**

#### Detección de fugas intensiva

Largo de estudio intensivo de fugas por día 0.5 km/día  
Total de días requerido 240 días \$ 18,000.0  
**Total de meses requerido 12 meses**

#### Reemplazo de tubería

Largo de tubería a reemplazar 12 km  
Longitud estimado para reemplazo 1 km/mes  
tiempo requerido 12 meses  
costo por mes \$ 40,000.00 mes \$ 480,000.0

#### NOTA!!

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

**\$ 501,600.0**

## Región Central

B52

### Reducción de fugas de reservorios

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Número de reservorios	130	tanques	
<b>Estudio de fugas visibles</b>			
Número de días requeridos para un reservorio	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	130 días		1923.09
<b>Total months required</b>	<b>6.5 meses</b>		
<b>Revisión de válvula flotante</b>			
Número de días requeridos para la prueba de válvula flotante	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	130 días		5850
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>6.5 meses</b>		
<b>Investigación del nivel de agua</b>			
Número de días requeridos para la investigación del nivel de agua	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	130 días		650
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>6.5 meses</b>		
			8423.09

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B53

Región Central

Actividades ADM

Los costos y el tiempo requerido pueden ser estimados en base a resultados del Bloque Modelo

Tabla 1.2 Extensión de tuberías en Bloques modelo (m)

Región Region	6"	4"	3"	2"1/2"	2"	Total Total
Metropolitana Metropolitan	1,360	3,130			8,410	12,900
Central Central	600	3,340	2,350	690	3,550	10,530

Tabla 5.5 Resumen de Costo de estudio en los bloques modelo (US\$)

Región Region	Metropolitana Metropolitan	Central Central	Occidental Western	Total Total	Promedio Average
<b>ANDA Ocosingo</b>					
ANDA Dependencias					
Obras Preparatoria / Estudios Preparatory Works/Studies	5,613	5,210	4,077	14,900	4,967
Reemplazo / Deposición de vulvalve Valve Replacement/Replacements	8,051	6,292	29,715	44,058	14,686
Reemplazo de Micromedidores Replacement of microcounters	33,239	29,396	12,566	75,201	25,067
Construcción de Caja PA Construction	6,197	12,234	8,538	26,969	8,989
Estudio de Fugas y MNF Leak/MNF Survey	3,352	2,269	1,606	7,227	2,409
Repuración de Fugas Leak Repair	1,466	1,380	1,994	4,840	1,613
Comunicaciones y Relaciones Públicas Public Relations	4,633	6,285	2,979	13,897	4,633
Costo de Administración de ANDA ANDA Administration Cost	15,633	15,772	15,369	46,774	15,591
Subtotal Sub-Total	78,164	78,859	76,844	233,867	77,956
<b>Adquisiciones por JICA</b>					
JICA Procurement					
Válvulas/Accesorios Valves/Fittings	21,743	15,442	29,721	66,906	22,302
Macro Medidores Macrocounters	11,380	10,587	10,587	32,554	10,851
Subtotal Sub-Total	33,123	26,029	40,308	99,460	33,151
Total Total	111,287	104,888	117,152	333,327	111,109

\*EP costo de la EIMetro es el promedio de EIMetro & EIMetro / FR cost of MRF is average of CR & WR

\*Costo de administración es el 12% de los costos directos / Administration cost is 12% of direct costs

Largo de tubería	Costo		Costo unitario
	m	US	US\$/m
Metropolitana	12,900	111,287	8.63
Central	10,530	104,888	9.96
Occidental	4,580	117,152	25.58
Promedio		Rondeado	14.72
			15

Largo total de tuberías de distribución **800** km  
800,000 m  
Costos totales requeridos **12,000,000** US\$

Estimación de tiempo requerido

Supongamos que una ADM tenga **10** km de tubería de distribución (casi del mismo tamaño del bloque modelo en las regiones Metropolitana y Central)

- Estableciendo límites de ADM **4** días
- Preparación de planos de tuberías **10** días
- Preparación de lista de clientes **4** días
- Detección a sonido de fugas en conexiones domiciliarias **4** días
- Detección de fugas a sonido **4** días
- Construcción de caja de medidor/macro medidor **5** días
- Instalación de válvulas de aislamiento **10** días
- 1er MNF **2** días
- Reemplazo/instalación de micromedidor **5** días
- Reparación de fugas **9** días
- 2do MNF **2** días
- Evaluación **1** días

Total de días requeridos **60** días  
3 meses

Actividades de ADM (km/mes) **3.3** km/mes

Número de equipos asignados para actividades de ADMs **2** equipos

Largo de actividades de ADM por mes **6.7** km/mes

Tiempo requerido para actividades de ADM **120** meses  
**10.0** años

Costo requerido por año **1,200,000** US\$

NOTA!!

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B71

**Revisión de sistema de zonificación**

La zonificación debe ser considerada al establecer el ADM

B72

**Establecimiento de ADM**

referirse a B53

B73

**Programa de reemplazo de tuberías**

**Región Central**

Largo de tubería de distribución 800 km  
Este largo viene de la hoja de trabajo "actividades de ADM"

Estas líneas de tubería deben ser reemplazadas cada **20** años

Reemplazo de tuberías por año **40 km/año**  
3.3 km/mes  
167 m/día  
833 m/semana

**Costo de adquisición de tuberías**

Tamaño promedio de tubería **3** pulgadas  
Costo de tubería **4** US\$/m

**Costo de tubería por año 160,000 US\$/año**

Costo de instalación de tubería  
Tamaño promedio de tubería 3 pulgadas  
Costo de instalación de tubería+restauración de pavimento **5** US\$/m

**Costo de tubería por año 200,000 US\$/año**

**Costo total por año 360,000 US\$/año**  
**7,200,000 US\$/20 año**

B74

**Mejoramiento de instalación de conexiones domiciliarias**

referirse a B53 y B64

B75

**Inventario de sistema existente**

referirse a B41

B76

**Mejoramiento de procedimiento de transferencia para urbanizadores**

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B91

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en la sede**

Cuánto tiempo llevará la toma de decisión por la Junta de ANDA?  
 meses?

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B92

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en las respectivas oficinas regionales**

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B93

**Adquisición de vehículo y equipo necesario para la Unidad de Control de ANF**

	Costo unitario		Cantidad	Costo
Vehículo tipo Pick-up	25,000	US\$	1 =	25,000 US\$
Medidor de flujo ultrasónico	14,000	US\$	1 =	14,000 US\$
Detector de fugas	9,000	US\$	3 =	27,000 US\$
Registrador de presión	5,000	US\$	2 =	10,000 US\$
Barra de sonido	300	US\$	3 =	900 US\$
Barra de mandrinar	300	US\$	2 =	600 US\$
Taladro	3,000	US\$	1 =	3,000 US\$
Generador	1,800	US\$	1 =	1,800 US\$
Localizador de metal	2,500	US\$	1 =	2,500 US\$
Localizador de tubería	10,600	US\$	1 =	10,600 US\$
Computadora	2,000	US\$	1 =	2,000 US\$
Impresor	1,000	US\$	1 =	1,000 US\$
				98,400
			<b>Total</b>	<b>100,000 US\$/Región</b>

Período de adquisición  meses?

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.





## **REGIÓN OCCIDENTAL**

B31

**Región Occidental**

**Mejoramiento del sistema de medición**

**Se requiere macro medidores a la salida de**

Plantas de tratamiento de agua  
pozos subterráneos  
Estaciones de bombeo  
Reservorios  
entrada de distritos

Número de plantas de tratamiento de agua				
1 Plantas	x	2 Salidas	=	2 macro medidores
Número de pozos subterráneos				
53 Pozos	x	1 Salidas	=	53 macro medidores
Número de estaciones de bombeo				
4 Estaciones	x	2 Salidas	=	8 macro medidores
Número de reservorios				
71 Reservorios	x	1 Salidas	=	71 macro medidores
<b>Total</b>				<b>134 macrometers</b>

**Tiempo requerido para la adquisición de macro medidores**

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas	2 meses
Licitación	2 meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato	2 meses
Fabricación y transporte	6 meses
<b>Sub-Total</b>	<b>12 meses</b>

**Tiempo requerido para instalación**

3 días/medidor	x	134 medidores	=	402 días
402 días	/	20	=	21 meses

**Total de tiempo requerido**

**33 meses**

**Costos de adquisición e instalación de macro medidores**

Tamaño promedio del medidor	200 mm		
Costo unitario de macro medidores de Dia.	200 mm	=	6,500 US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	134 macro medidores
<b>Costo total de adquisición</b>			<b>871,000 US\$</b>
Costo unitario por instalación de macro medidores I	200 mm	=	600 US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	134 macrometers
<b>Costo total de instalación</b>			<b>80,400 US\$</b>
<b>Costo total de adquisición e instalación de macro medidores</b>			<b>951,400 US\$</b>

**Mejoramiento de micro medición**

Número de conexiones domiciliarias 125,320 conexiones  
Se debe rehabilitar el porcentaje 55 %  
(para micro medidores, tuberías de conexión domiciliar, saddle)

Número de conexiones domiciliarias a ser reemplazadas	=	68,926 micro medidores
Número de micro medidores que tiene en stock ANDA	=	39,000 micro medidores
<b>Requerimiento de nuevos micro medidores</b>	=	<b>29,926 micro medidores</b>

**Tiempo requerido para adquisición de micro medidores**

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas	2 meses
Licitación	2 meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato	2 meses
Fabricación y transporte	6 meses
<b>Sub-Total</b>	<b>12 meses</b>

**Tiempo requerido de instalación**

68,926 micro medidores	/	200 medidores/día	=	345 días
345 días	/	20 días/mes	=	18 meses
18 meses	/	12 meses	=	2 años

**Tiempo requerido total**

**2 años**

**Costo de adquisición e instalación de micro medidores**

Tamaño promedio del medidor	<input type="text" value="13"/> mm		
Costo unitario de macro medidores de Dia.	13 mm	=	<input type="text" value="13"/> US\$
Incluyendo tuberías, accesorios, saddles			
Número total de micro medidores requerido		=	29,926 macro medidores
<b>Costo total de adquisición</b>			<b>389,038 US\$</b>
Costo unitario por instalación de macro medidores l	13 mm	=	<input type="text" value="5"/> US\$
Número total de instalación de micro medidores		=	68,926 macro medidores
<b>Costo total de instalación</b>			<b>344,630 US\$</b>
<b>Costo total de adquisición e instalación de micro medidores</b>			<b>733,668 US\$</b>

**Costo requerido por año para el sum e instalacion macro y micro Med 843,000 US\$/año**

B32  
B33

Cuánto tiempo tomará la discusión y toma de desición en ANDA? 6 meses?

Cuánto tiempo llevará la preparación y autorización del nuevo reglamento sobre la pertenencia de los micro medidores y el reemplazo periódico de medidores? 12 meses?

**NOTE!!**

**Costs, quantities, days used for calculation are just for example and do not represent actual figures.**

**NOTA!!**

**Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.**

B41

**Región Occidental**

**Establecimiento de sistema GIS**

Contratación de consultor especial			<b>2</b> year contract		
Líder del equipo	24 meses	x	<b>7,000</b> US\$/mes	=	168,000 US\$
Ingeniero GIS 1	24 meses	x	<b>5,000</b> US\$/mes	=	120,000 US\$
Ingeniero GIS 2	24 meses	x	<b>5,000</b> US\$/mes	=	120,000 US\$
Operador PC 1	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 2	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 3	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 4	24 meses	x	<b>3,000</b> US\$/mes	=	72,000 US\$
Recolección de datos/estudio 1	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 2	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 3	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 4	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 5	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 6	24 meses	x	<b>1,500</b> US\$/mes	=	36,000 US\$
PC	<b>7</b> unidades	x	<b>5,000</b> US\$	=	35,000 US\$
Plotter	<b>2</b> unidades	x	<b>5,000</b> US\$	=	10,000 US\$
Soft Ware	<b>1</b> unidades	x	<b>50,000</b> US\$	=	50,000 US\$
			Sub-Total		1,007,000 US\$
Overhead y otros	<b>20</b> %	x	1,007,000 US\$	=	202,000 US\$
			Costo total		1,209,000 US\$

B42

B42 actividades ya incluidas en B41 arriba mencionado  
El trabajo GIS debe incluir el mejoramiento de la base de datos de los clientes

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B51

## Región Occidental

### Reducción de fugas del sistema de transmisión

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Largo de línea de tubería de transmisión 120 km

#### Estudio de fugas visibles

Largo de estudio de fugas visibles por día 2 km/día  
Total de días requerido 60 días \$ 3,600.00  
**Total de meses requerido 3 meses**

#### Estudio de balance de agua

Esta actividad puede ser conducida solamente luego del "Mejoramiento del sistema de medición"  
Se recomienda comparar (M1+M2+M3) y (m1+m2+m3) por un año (datos de 12 meses)  
para identificar grandes fugas de la línea de tuberías de transmisión  
**Total de meses requerido 12 meses**

#### Detección de fugas intensiva

Largo de estudio intensivo de fugas por día 0.5 km/día  
Total de días requerido 240 días \$ 18,000.0  
**Total de meses requerido 12 meses**

#### Reemplazo de tubería

Largo de tubería a reemplazar 12 km  
Longitud estimado para reemplazo 1 km/mes  
tiempo requerido 12 meses  
costo por mes \$ 40,000.0 mes \$ 480,000.0

#### NOTA!!

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

**\$ 501,600**

## Región Occidental

B52

### Reducción de fugas de reservorios

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Número de reservorios	71	tanques	
<b>Estudio de fugas visibles</b>			
Número de días requeridos para un reservorio	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	71 días		1050.30
<b>Total months required</b>	<b>3.55 meses</b>		
<b>Revisión de válvula flotante</b>			
Número de días requeridos para la prueba de válvula flotante	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	71 días		3195
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>3.55 meses</b>		
<b>Investigación del nivel de agua</b>			
Número de días requeridos para la investigación del nivel de agua	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	71 días		355
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>3.55 meses</b>		
			4600.303

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B53  
Región Occidental

Actividades ADM

Los costos y el tiempo requerido pueden ser estimados en base a resultados del Bloque Modelo

Tabla 1.2 Extensión de tuberías en Bloques modelo (m)

Región Region	6"	4"	3"	2"1/2"	2"	Total Total
Metropolitana Metropolitan	1,360	3,130			8,410	12,900
Central Central	600	3,240	2,350	690	3,550	10,530

Tabla 5.5 Resumen de Costo de estudio en los bloques modelo (US\$)

Región Region	Metropolitana Metropolitan	Central Central	Occidental Western	Total Total	Promedio Average	4,580
<b>ANDA Gastos ANDA Expenses</b>						
Otros Preparatoria / Estudios Preparatory Works/ Studies	5,613	5,210	4,877	14,900	4,967	
Reemplazo / Disposición de válvulas Valve Replacement/ Arrangements	8,051	6,292	29,715	44,038	14,686	
Reemplazo de Micromedidores Replacement of micrometers	33,239	29,396	12,566	75,201	25,067	
Construcción de Caja de Contadores	6,197	12,234	8,238	26,669	8,889	
Estudio de Fugas y MIF Leak/ MIF Survey	3,252	2,269	1,606	7,207	2,402	
Reparación de Fugas Leak Repair	1,466	1,380	1,594	4,840	1,613	
Comunicaciones y Relaciones Públicas Public Relations	4,633	6,286	2,979	13,898	4,633	
Costo de Administración de ANDA ANDA Administration Cost	15,633	15,772	15,369	46,774	15,591	
<b>Subtotal Sub-Total</b>	<b>78,164</b>	<b>78,859</b>	<b>76,844</b>	<b>233,867</b>	<b>77,956</b>	
<b>Adquisiciones por JICA JICA Procurement</b>						
Válvulas/Accesorios Valves/Fittings	21,745	15,442	29,721	66,906	22,302	
Macro Medidores Macrometers	11,380	10,587	10,587	32,554	10,851	
<b>Subtotal Sub-Total</b>	<b>33,125</b>	<b>26,029</b>	<b>40,308</b>	<b>99,462</b>	<b>33,153</b>	
<b>Total Total</b>	<b>111,289</b>	<b>104,888</b>	<b>117,152</b>	<b>333,327</b>	<b>111,109</b>	

\*EP costo de la EMetro es el promedio de ECent & EOcc / EP cost of ME is average of CE & WE

\*Costo de administración es el 25% de los costos directos / Administration cost is 25% of direct costs

	Largo de tubería Costo		Costo unitario	
	m	US	US\$/m	
Metropolitana	12,900	111,287	8.63	
Central	10,530	104,888	9.96	
Occidental	4,580	117,152	25.58	
Promedio			14.72	
		<b>Rondeado</b>	<b>15</b>	

Largo total de tuberías de distribución **1504** km  
1,504,000 m  
Costos totales requeridos **22,560,000** US\$

Estimación de tiempo requerido

Supongamos que una ADM tenga **10** km de tubería de distribución (casi del mismo tamaño del bloque modelo en las regiones Metropolitana y Central)

Estableciendo límites de ADM	4	días
Preparación de planos de tuberías	10	días
Preparación de lista de clientes	4	días
Detección a sonido de fugas en conexiones domiciliarias	4	días
Detección de fugas a sonido	4	días
Construcción de caja de medidor/macro medidor	3	días
Instalación de válvulas de aislamiento	10	días
1er MNF	2	días
Reemplazo/instalación de micromedidor	5	días
Reparación de fugas	9	días
2do MNF	2	días
Evaluación	1	días

Total de días requeridos 60 días  
3 meses

Actividades de ADM (km/mes) 3.3 km/mes

Número de equipos asignados para actividades de ADMs **3** equipos

Largo de actividades de ADM por mes 10.0 km/mes

Tiempo requerido para actividades de ADM 150.4 meses  
**12.5 años**

Costo requerido por año **1,800,000** US\$

NOTA!!

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B71

**Revisión de sistema de zonificación**

La zonificación debe ser considerada al establecer el ADM

B72

**Establecimiento de ADM**

referirse a B53

B73

**Programa de reemplazo de tuberías**

**Región Occidental**

Largo de tubería de distribución 1504 km  
Este largo viene de la hoja de trabajo "actividades de ADM"

Estas líneas de tubería deben ser reemplazadas cada  años

Reemplazo de tuberías por año **75.2 km/año**  
6.3 km/mes  
313 m/día  
1,567 m/semana

**Costo de adquisición de tuberías**

Tamaño promedio de tubería  pulgadas  
Costo de tubería  US\$/m

**Costo de tubería por año 300,800 US\$/año**

**Costo de instalación de tubería**

Tamaño promedio de tubería 3 pulgadas  
Costo de instalación de tubería+restauración de pavimento  US\$/m

**Costo de tubería por año 376,000 US\$/año**

**Costo total por año**

**676,800 US\$/año**  
**13,536,000.0 US\$/20 años**

B74

**Mejoramiento de instalación de conexiones domiciliarias**

referirse a B53 y B64

B75

**Inventario de sistema existente**

referirse a B41

B76

**Mejoramiento de procedimiento de transferencia para urbanizadores**

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B91

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en la sede**

Cuánto tiempo llevará la toma de decisión por la Junta de ANDA?  
 meses?

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B92

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en las respectivas oficinas regionales**

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B93

**Adquisición de vehículo y equipo necesario para la Unidad de Control de ANF**

	Costo unitario	Cantidad	Costo
Vehículo tipo Pick-up	25,000 US\$	1 =	25,000 US\$
Medidor de flujo ultrasónico	14,000 US\$	1 =	14,000 US\$
Detector de fugas	9,000 US\$	3 =	27,000 US\$
Registrador de presión	5,000 US\$	2 =	10,000 US\$
Barra de sonido	300 US\$	3 =	900 US\$
Barra de mandrinar	300 US\$	2 =	600 US\$
Taladro	3,000 US\$	1 =	3,000 US\$
Generador	1,800 US\$	1 =	1,800 US\$
Localizador de metal	2,500 US\$	1 =	2,500 US\$
Localizador de tubería	10,600 US\$	1 =	10,600 US\$
Computadora	2,000 US\$	1 =	2,000 US\$
Impresor	1,000 US\$	1 =	1,000 US\$
			98,400
		<b>Total</b>	<b>100,000 US\$/Región</b>

Período de adquisición  meses?

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.





## **REGIÓN ORIENTAL**

B31

Región Oriental

**Mejoramiento del sistema de medición**

**Se requiere macro medidores a la salida de**

Plantas de tratamiento de agua  
pozos subterráneos  
Estaciones de bombeo  
Reservorios  
entrada de distritos

Número de plantas de tratamiento de agua				
0 Plantas	x	2 Salidas	=	0 macro medidores
Número de pozos subterráneos				
68 Pozos	x	1 Salidas	=	68 macro medidores
Número de estaciones de bombeo				
0 Estaciones	x	0 Salidas	=	0 macro medidores
Número de reservorios				
52 Reservorios	x	1 Salidas	=	52 macro medidores
<b>Total</b>				<b>120 macrometers</b>

**Tiempo requerido para la adquisición de macro medidores**

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas	2 meses
Licitación	2 meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato	2 meses
Fabricación y transporte	6 meses
<b>Sub-Total</b>	<b>12 meses</b>

**Tiempo requerido para instalación**

3 días/medidor	x	120 medidores	=	360 días
360 días	/	20	=	18 meses

**Total de tiempo requerido**

**30 meses**

**Costos de adquisición e instalación de macro medidores**

Tamaño promedio del medidor	200 mm		
Costo unitario de macro medidores de Dia.	200 mm	=	6,500 US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	120 macro medidores
<b>Costo total de adquisición</b>			<b>780,000 US\$</b>
Costo unitario por instalación de macro medidores I	200 mm	=	600 US\$
Número total de macro medidores requeridos		=	120 macrometers
<b>Costo total de instalación</b>			<b>72,000 US\$</b>
<b>Costo total de adquisición e instalación de macro medidores</b>			<b>852,000 US\$</b>

**Mejoramiento de micro medición**

Número de conexiones domiciliarias 86,310 conexiones  
Se debe rehabilitar el porcentaje 55 %  
(para micro medidores, tuberías de conexión domiciliar, saddle)

Número de conexiones domiciliarias a ser reemplazadas	=	47,471 micro medidores
Número de micro medidores que tiene en stock ANDA	=	17,000 micro medidores
<b>Requerimiento de nuevos micro medidores</b>	=	<b>30,471 micro medidores</b>

**Tiempo requerido para adquisición de micro medidores**

Preparación de documentos de licitación y especificaciones técnicas	2 meses
Licitación	2 meses
Evaluación de licitación y otorgamiento de contrato	2 meses
Fabricación y transporte	6 meses
<b>Sub-Total</b>	<b>12 meses</b>

**Tiempo requerido de instalación**

47,471 micro medidores	/	200 medidores/día	=	237 días
237 días	/	20 días/mes	=	12 meses
12 meses	/	12 meses	=	1 años

**Tiempo requerido total**

**1 años**

**Costo de adquisición e instalación de micro medidores**

Tamaño promedio del medidor	13	mm		
Costo unitario de macro medidores de Dia.	13	mm	=	13
Incluyendo tuberías, accesorios, saddles				
Número total de micro medidores requerido			=	30,471 macro medidores
<b>Costo total de adquisición</b>				<b>396,117 US\$</b>
Costo unitario por instalación de macro medidores l	5		=	5
		13 mm		US\$
Número total de instalación de micro medidores			=	47,471 macro medidores
<b>Costo total de instalación</b>				<b>237,353 US\$</b>
<b>Costo total de adquisición e instalación de micro medidores</b>				<b>633,469 US\$</b>

**Costo requerido por año para el sum e instalacion macro y micro Med      1,485,000 US\$/año**

B32  
B33

Cuánto tiempo tomará la discusión y toma de desición en ANDA? 6 meses?

Cuánto tiempo llevará la preparación y autorización del nuevo reglamento sobre la pertenencia de los micro medidores y el reemplazo periódico de medidores? 12 meses?

**NOTE!!**

**Costs, quantities, days used for calculation are just for example and do not represent actual figures.**

**NOTA!!**

**Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.**

B41

## Región Oriental

### Establecimiento de sistema GIS

Contratación de consultor especial			2	year contract		
Líder del equipo	24 meses	x	7,000	US\$/mes	=	168,000 US\$
Ingeniero GIS 1	24 meses	x	5,000	US\$/mes	=	120,000 US\$
Ingeniero GIS 2	24 meses	x	5,000	US\$/mes	=	120,000 US\$
Operador PC 1	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 2	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 3	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000 US\$
Operador PC 4	24 meses	x	3,000	US\$/mes	=	72,000 US\$
Recolección de datos/estudio 1	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 2	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 3	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 4	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 5	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000 US\$
Recolección de datos/estudio 6	24 meses	x	1,500	US\$/mes	=	36,000 US\$
PC	7	unidades	x	5,000	US\$	= 35,000 US\$
Plotter	2	unidades	x	5,000	US\$	= 10,000 US\$
Soft Ware	1	unidades	x	50,000	US\$	= 50,000 US\$
				Sub-Total		1,007,000 US\$
Overhead y otros	20	%	x	1,007,000 US\$	=	202,000 US\$
				Costo total		1,209,000 US\$

B42

B42 actividades ya incluidas en B41 arriba mencionado  
 El trabajo GIS debe incluir el mejoramiento de la base de datos de los clientes

#### NOTA!!

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B51

## Región Oriental

### Reducción de fugas del sistema de transmisión

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Largo de línea de tubería de transmisión	120	km	
<b>Estudio de fugas visibles</b>			
Largo de estudio de fugas visibles por día	2	km/día	
Total de días requerido	60	días	3600
<b>Total de meses requerido</b>	<b>3</b>	<b>meses</b>	
<b>Estudio de balance de agua</b>			
Esta actividad puede ser conducida solamente luego del "Mejoramiento del sistema de medición" Se recomienda comparar (M1+M2+M3) y (m1+m2+m3) por un año (datos de 12 meses) para identificar grandes fugas de la línea de tuberías de transmisión			
<b>Total de meses requerido</b>	<b>12</b>	<b>meses</b>	
<b>Detección de fugas intensiva</b>			
Largo de estudio intensivo de fugas por día	0.5	km/día	
Total de días requerido	240	días	18000
<b>Total de meses requerido</b>	<b>12</b>	<b>meses</b>	
Reemplazo de tubería			
Largo de tubería a reemplazar	12	km	
Longitud estimado para reemplazo	1	km/mes	
tiempo requerido	12	meses	
costo por mes	\$ 40,000	mes	\$ 480,000

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

**\$ 501,600**

## Región Oriental

B52

### Reducción de fugas de reservorios

Estas actividades serán llevadas a cabo por ANDA directamente  
Por tanto, no se han estimado costos

Número de reservorios	52	tanques	
<b>Estudio de fugas visibles</b>			
Número de días requeridos para un reservorio	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	52 días		769.24
<b>Total months required</b>	<b>2.6 meses</b>		
<b>Revisión de válvula flotante</b>			
Número de días requeridos para la prueba de válvula flotante	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	52 días		2340
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>2.6 meses</b>		
<b>Investigación del nivel de agua</b>			
Número de días requeridos para la investigación del nivel de agua	1	día/reservorio	
Total de días requeridos	52 días		260
<b>Total de meses requeridos</b>	<b>2.6 meses</b>		
			3369.236

#### NOTA!!

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B53

Región Oriental

Actividades ADM

Los costos y el tiempo requerido pueden ser estimados en base a resultados del Bloque Modelo

Tabla 1.2 Extensión de tuberías en Bloques modelo (m)

Región Region	6"	4"	3"	2*1/2"	2"	Total Total
Metropolitana Metropolitan	1,360	3,130			8,410	12,900
Central Central	600	3,340	2,350	690	3,550	10,530

Tabla 5.5 Resumen de Costo de estudio en los bloques modelo (US\$)

Región Region	Metropolitana Metropolitan	Central	Occidental Western	Total Total	Promedio Average	4,580
<b>ANIDA Gastos</b> ANIDA Expenses						
Obras Preparatorias / Estudios Preparatory Works/ Studies	5,613	5,210	4,877	14,900	4,967	
Reemplazo / Disposición de válvulas Valve Replacement/ Arrangements	8,051	6,292	29,715	44,038	14,686	
Reemplazo de Micromedidores Replacement of micrometers	33,239	29,396	12,566	75,201	25,067	
Construcción de Caja de Conexiones	6,197	12,234	8,238	26,669	8,890	
Estudio de Fugas y MIF Leak/ MIF Survey	3,252	2,269	1,606	7,207	2,402	
Reparación de Fugas Leak Repair	1,466	1,380	1,594	4,840	1,613	
Comunicaciones y Relaciones Públicas Public Relations	4,633	6,286	2,979	13,898	4,633	
Costo de Administración de ANIDA ANIDA Administration Cost	15,633	15,772	15,369	46,774	15,591	
<b>Subtotal</b> Sub-Total	<b>78,164</b>	<b>78,859</b>	<b>76,844</b>	<b>233,867</b>	<b>77,956</b>	
<b>Adquisiciones por JICA</b> JICA Procurement						
Válvulas/Accesorios Valves/Fittings	21,745	15,442	29,721	66,906	22,302	
Macro Medidores Macrometers	11,380	10,587	10,587	32,554	10,851	
<b>Subtotal</b> Sub-Total	<b>33,125</b>	<b>26,029</b>	<b>40,308</b>	<b>99,467</b>	<b>33,153</b>	
<b>Total</b> Total	<b>111,289</b>	<b>104,888</b>	<b>117,152</b>	<b>333,327</b>	<b>111,109</b>	

\*EP costo de la EMetro es el promedio de ECent & EOcc / EP cost of ME is average of CE & WE

\*Costo de administración es el 25% de los costos directos / Administration cost is 25% of direct costs

	Largo de tubería		Costo	
	m	US	Costo unitario	US\$/m
Metropolitana	12,900	111,287		8.63
Central	10,530	104,888		9.96
Occidental	4,580	117,152		25.58
Promedio				14.72
		<b>Rondeado</b>		<b>15</b>

Largo total de tuberías de distribución **1036** km  
1,036,000 m  
Costos totales requeridos **15,540,000** US\$

Estimación de tiempo requerido

Supongamos que una ADM tenga **10** km de tubería de distribución (casi del mismo tamaño del bloque modelo en las regiones Metropolitana y Central)

Estableciendo límites de ADM	4	días
Preparación de planos de tuberías	10	días
Preparación de lista de clientes	4	días
Detección a sonido de fugas en conexiones domiciliarias	4	días
Detección de fugas a sonido	4	días
Construcción de caja de medidor/macro medidor	3	días
Instalación de válvulas de aislamiento	10	días
1er MNF	2	días
Reemplazo/instalación de micromedidor	5	días
Reparación de fugas	9	días
2do MNF	2	días
Evaluación	1	días

Total de días requeridos 60 días  
3 meses

Actividades de ADM (km/mes) 3.3 km/mes

Número de equipos asignados para actividades de ADMs **2** equipos

Largo de actividades de ADM por mes 6.7 km/mes

Tiempo requerido para actividades de ADM 155.4 meses  
**13.0 años**

Costo requerido por año **1,200,000** US\$

NOTA!!

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B71

**Revisión de sistema de zonificación**

La zonificación debe ser considerada al establecer el ADM

B72

**Establecimiento de ADM**

referirse a B53

B73

**Programa de reemplazo de tuberías**

**Región Oriental**

Largo de tubería de distribución 800 km  
Este largo viene de la hoja de trabajo "actividades de ADM"

Estas líneas de tubería deben ser reemplazadas cada  años

Reemplazo de tuberías por año **40 km/año**  
3.3 km/mes  
167 m/día  
833 m/semana

**Costo de adquisición de tuberías**

Tamaño promedio de tubería  pulgadas  
Costo de tubería  US\$/m

**Costo de tubería por año 160,000 US\$/año**

Costo de instalación de tubería  
Tamaño promedio de tubería 3 pulgadas  
Costo de instalación de tubería+restauración de pavimento  US\$/m

**Costo de tubería por año 200,000 US\$/año**

**Costo total por año 360,000 US\$/año**  
**7,200,000.0 US\$/20 años**

B74

**Mejoramiento de instalación de conexiones domiciliarias**

referirse a B53 y B64

B75

**Inventario de sistema existente**

referirse a B41

B76

**Mejoramiento de procedimiento de transferencia para urbanizadores**

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

B91

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en la sede**

Cuánto tiempo llevará la toma de decisión por la Junta de ANDA?  
 meses?

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B92

**Establecimiento de la Unidad de Control de ANF en las respectivas oficinas regionales**

Cuánto tiempo tomará el establecimiento y la asignación del personal?  
 meses?

B93

**Adquisición de vehículo y equipo necesario para la Unidad de Control de ANF**

	Costo unitario	Cantidad	Costo
Vehículo tipo Pick-up	25,000 US\$	1 =	25,000 US\$
Medidor de flujo ultrasónico	14,000 US\$	1 =	14,000 US\$
Detector de fugas	9,000 US\$	3 =	27,000 US\$
Registrador de presión	5,000 US\$	2 =	10,000 US\$
Barra de sonido	300 US\$	3 =	900 US\$
Barra de mandrinar	300 US\$	2 =	600 US\$
Taladro	3,000 US\$	1 =	3,000 US\$
Generador	1,800 US\$	1 =	1,800 US\$
Localizador de metal	2,500 US\$	1 =	2,500 US\$
Localizador de tubería	10,600 US\$	1 =	10,600 US\$
Computadora	2,000 US\$	1 =	2,000 US\$
Impresor	1,000 US\$	1 =	1,000 US\$
			98,400
		<b>Total</b>	<b>100,000 US\$/Región</b>

Período de adquisición  meses?

**NOTA!!**

Los costos, cantidades, días utilizados para los cálculos son solamente ejemplos y no representan las cifras actuales.

## 添付資料 3

### 無収水対策マニュアル



PROYECTO:

**DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA  
PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL**



**MANUAL DE REDUCCIÓN DE  
AGUA NO FACTURADA**



**ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**



**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN**

EDICION 2011

REVISION 1.0

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR.**

**NOVEMBER 2011**



## **PREFACIO**

El “Manual de Reducción de Agua No Facturada (Borrador)”, es un documento de apoyo operativo para la Institución, que contiene una guía metodológica de temas relacionados con la reducción en las pérdidas de agua potable, orientado a todos los sectores que abastece la ANDA, y es un beneficios más logrado bajo el proyecto de Desarrollo de Capacidades para el Mejoramiento Operacional de ANDA (PRODECANDA), con el apoyo del equipo de expertos de JICA

Se realizaron actividades en Bloques Modelo en las distintas regionales, permitiendo así que los expertos transmitieran su experiencia a través de la práctica en campo, enriqueciendo las áreas operativas de ANDA. Posteriormente, orientados por los expertos se repitió el proyecto en las Áreas Piloto, en las cuales las áreas operativas de la Institución fueron los que realizaron el trabajo. Debido a que este manual es un borrador basado en la experiencia obtenida, estará sujeto a modificaciones.

Finalmente para los miembros del equipo de acción de Agua No Facturada de las regiones Metropolitana, Central y Occidental es un logro haber contribuido en la elaboración del Primer Manual de Reducción de Agua No Facturada.

**Ing. José Saúl Vásquez Ortega**

**Director Técnico**

**Dirección Técnica**



## TABLA DE CONTENIDO

PREFACIO.....	IV
1 INTRODUCCIÓN .....	1
2 OBJETIVOS.....	2
3 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LA REDUCCIÓN DE ANF .....	2
3.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO .....	2
4 EQUIPO Y HERRAMIENTAS.....	8
4.1 EQUIPOS DE DETECCIÓN DE FUGAS.....	8
4.1.1 Detector de Sonido Digital FUJI FSB – 8D.....	8
4.1.2 Detector de Ruidos y Fugas FUJI HG-10All.....	10
4.1.3 Correlador de Sonidos de Fuga FUJI LC-2500 .....	12
4.1.4 Localizador de Metales FUJI F-90M.....	14
4.1.5 Localizador de Cables y Tuberías Metálicas FUJI PL-960 .....	15
4.1.6 Barras Auditivas.....	17
4.2 EQUIPO DE MEDICIÓN DE VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDA .....	18
4.2.1 Flujometro Ultrasónico (Portaflow-C).....	18
4.2.2 Macromedidor electromagnético .....	21
4.2.3 Data Logger .....	21
4.3 HERRAMIENTAS.....	22
4.4 EQUIPO DE SEGURIDAD OCUPACIONAL .....	22
5 DETERMINACIÓN DEL DISTRITO DE MEDICIÓN .....	23
5.1 PLANOS EXISTENTES DE LOS SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	23
5.2 CARACTERISTICAS BASICAS DE SELECCIÓN .....	23
6 PLANIFICACIÓN DEL AISLAMIENTO Y MEDICIÓN DE FLUJOS (PROPUESTA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE)..	24
6.1.1 Preparación de planos del Distrito de Medición.....	26
6.1.2 Aislamiento .....	27

6.1.3	Sub Bloques De Trabajo .....	27
6.1.4	Ubicación De Macro Medidor .....	27
7	CONDICIÓN INICIAL DEL DISTRITO DE MEDICIÓN .....	27
7.1	REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS .....	28
7.2	SONDEO DE MICROMEDIDORES .....	28
7.2.1	Micromedidores Averiados .....	30
7.2.2	Conexiones Ilegales .....	31
7.2.3	Error En Los Micromedidores .....	31
7.3	LISTADO DE USUARIOS .....	32
8	MEJORAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	33
8.1	CAMBIO DE VÁLVULAS .....	33
8.2	INSTALACIÓN DE MACRO MEDIDOR .....	34
8.3	PRUEBA DE AISLAMIENTO .....	35
9	MACRO MEDICIÓN INICIAL .....	36
9.1	LECTURA DE MACRO MEDIDOR .....	36
9.2	ESTUDIO DE FLUJO MÍNIMO NOCTURNO (MNF) .....	37
9.3	REGISTRO DE PULSO (DATA LOGGER) .....	38
10	DETECCIÓN DE FUGAS .....	39
10.1	SONDEO ACÚSTICO DE MICRO MEDIDORES .....	39
10.2	SONDEO ACÚSTICO DE FUGAS EN LA RED .....	41
10.3	CONFIRMACIÓN DE FUGAS .....	43
11	ELIMINACIÓN DE FUGAS .....	45
11.1	REPARACIÓN DE FUGAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	45
11.2	CAMBIO DE MICRO MEDIDORES .....	48
11.3	ELIMINACIÓN DE CONEXIONES ILEGALES Y FRAUDULENTAS .....	49
12	MEDICIÓN DE FLUJOS DESPUÉS DE REPARADAS LAS FUGAS .....	51
12.1	MACRO MEDICIÓN DESPUÉS DE REPARADAS LAS FUGAS .....	51

12.1.1	Lectura De Macro Medidor.....	51
12.1.2	Estudio De Flujo Mínimo Nocturno (MNF).....	51
12.1.3	Registro de Pulso (Data Logger).....	53
12.2	MICRO MEDICIÓN.....	54
12.2.1	Consumo De Clientes.....	54
13	ANÁLISIS DEL AGUA NO FACTURADA (ANF).....	55
13.1	CÁLCULO DEL AGUA NO FACTURADA (BENEFICIO).....	55
13.1.1	ESTUDIO DE CONSUMO MÍNIMO NOCTURNO (MNF).....	57
13.1.2	ANALISIS DEL SONDEO DE MACROMEDIDOR.....	59
13.1.3	EFFECTOS DE LA REDUCCIÓN DEL AGUA NO FACTURADA.....	59
13.2	COSTOS DEL DISTRITO DE MEDICIÓN.....	60
13.2.1	ACTIVIDADES REALIZADAS EN DISTRITO DE MEDICION.....	60
13.3	ANÁLISIS DEL COSTO-BENEFICIO.....	62
14	condiciones especiales.....	63
14.1	HABILITACIÓN DE TANQUE-CISTERNA.....	63
14.2	MODIFICACIONES EN PUNTO DE ENTRONQUE.....	64
14.3	CAMBIO DE TUBERÍAS.....	65



## 1 INTRODUCCIÓN

La tasa de agua no facturada que actualmente la ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados) establece de forma generalizada en sus sistemas de distribución de agua potable es aproximadamente del 50%; este porcentaje está compuesto principalmente por pérdidas en: fugas de líneas principales, de distribución y de conexiones de los servicios.

Considerando lo anterior, ANDA y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón JICA, mediante convenio de Cooperación Técnica ejecutan el “PROYECTO DE DESARROLLO DE CAPACIDADES DE ANDA PARA EL MEJORAMIENTO OPERACIONAL, PRODECANDA”, a través del cual el personal técnico de la Institución ha recibido el conocimiento básico para la implementación de métodos y técnicas adecuadas para la reducción del agua no facturada.

Los integrantes de los Equipos de Acción para la Reducción del ANF de las Regiones Metropolitana, Central y Occidental, bajo la guía del equipo de expertos de Japón, elaboran el presente **Manual de Reducción de Agua No Facturada** con la finalidad de documentar la metodología y las técnicas para la Reducción del Agua No Facturada, implementada por los expertos en Distritos de Medición experimentales denominados Distrito Modelo y Áreas Piloto, que de una forma sistemática y práctica fueron ejecutados para el ordenamiento, funcionamiento adecuado, la medición y análisis de éstos Distritos de Medición.

El presente manual se divide en trece secciones principales, cuya correlación corresponde a la guía paso a paso del trabajo en los Distritos de Medición Experimentales, desde la planificación pasando por la ejecución de acciones concretas hasta llegar al análisis de los resultados.

## 2 OBJETIVOS

### Objetivo del Proyecto:

“Mejorar la capacidad institucional de ANDA en el mantenimiento y administración de las instalaciones”

### Objetivo general del Manual:

“Mejorar la capacidad técnica de la ANDA en la reducción de la tasa de agua no facturada.”

### Objetivos específicos del Manual:

- Adquirir el conocimiento necesario para el establecimiento de Distritos de Medición
- Conocer el equipo utilizado para la detección de fugas y la medición de volúmenes de agua distribuidos.
- Proveer de una metodología clara que guie paso a paso las acciones para la reducción del Agua No Facturada.
- Proveer de un documento técnico que permita la capacitación continua en las técnicas y métodos para la reducción del Agua No Facturada.

## 3 METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LA REDUCCIÓN DE ANF

### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO

El proceso metodológico para la Reducción del Agua No Facturada se fundamenta en el sistema de zonificación y control de presión. Este sistema establece sectores aislados que llamaremos “*Distritos de Medición*”, que permiten efectuar de forma controlada mediciones de caudal para su análisis.

El trabajar con Distritos de Medición requiere de efectuar una revisión completa de las áreas a ser aisladas, posteriormente se realizan mejoras integrales y adecuaciones en las redes de agua potable, desde los puntos de entrada de flujo a los aislamientos

hasta los medidores domiciliarios. Estas intervenciones permiten, a través de una serie de mediciones, obtener con precisión datos de las condiciones al inicio y al final de todo el proceso desarrollado.

Con los datos obtenidos en todo el proceso, los cuales llamaremos indicadores, se podrá realizar un análisis sistemático a través de la comparación del antes y después, determinando los beneficios obtenidos por la reducción del Agua No Facturada, tanto en eficiencia del servicio como en la reducción de costos de producción.

Por otra parte, se da la posibilidad para un monitoreo adecuado y constante, así como determinar patrones del comportamiento del consumo.

La metodología de los Distritos de Medición se estructura en 10 secciones principales a conocer:

#### **A. ESTABLECIMIENTO DE LOS DISTRITO DE MEDICIÓN**

El establecimiento de los Distritos de Medición se planifica basándose en la información reflejada en planos existentes de los sistemas de distribución de agua potable, el funcionamiento de las zonas de presión, los horarios de servicio y las zonas de cobertura de las fuentes de abastecimiento. De importancia resulta el apoyo en los conocimientos propios del personal técnico y operador de los sistemas. Así también se debe considerar el cumplimiento de algunos criterios a establecer.

#### **B. PLANIFICACIÓN DE LOS AISLAMIENTOS Y MEDICIONES DE FLUJOS**

Se refiere al diseño del funcionamiento de los sistemas de agua potable, que deben considerar la sectorización en Distritos de Medición, la creación de Sub Bloques para la medición de los Flujos Mínimos Nocturno (MNF por sus siglas en inglés), la evaluación de pasos y la ubicación de los puntos de abastecimiento y de medición.

#### **C. CONDICIÓN INICIAL DEL DISTRITO DE MEDICIÓN**

Para establecer la condición inicial del Distrito de Medición es necesario realizar una serie de actividades que permitan obtener datos base que posteriormente serán analizados con una metodología comparativa con los resultados de las condiciones

finales, en otras palabras cuantificar la condición inicial para realizar los análisis posteriores.

Dentro de las actividades principales a considerar se tienen: toma de presiones en la red, revisión del funcionamiento de las válvulas, sondeo del estado de los micro medidores, la identificación de conexiones ilegales o fraudulentas, el sondeo de error en micro medidores y el establecimiento del listado de usuarios.

#### **D. MEJORAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

Es indispensable efectuar una revisión exhaustiva de las redes de distribución, para que con plena concordancia a la planificación del aislamiento y medición de flujos se determinen las mejoras a efectuar. En una primera etapa se realizan todas aquellas mejoras que conciernen al aislamiento del Distrito de Medición, ya sean cambio e instalación de válvulas, cambio de tuberías (si es que fuera necesario o bien como medida de renovación de tuberías y accesorios) y la instalación de macro medición. Así también se deben considerar las obras para la mejora de los puntos de entrada de flujo y la prueba del correcto funcionamiento y aislamiento, cuando sea el caso.

En una segunda etapa posterior a la medición de caudales en etapa inicial, se supone una mejora en la micro medición, permitiendo elevar el grado de precisión en la lectura para su facturación. Este cambio se fundamentaría en los resultados que se tengan en el sondeo del estado y error de micro medidores, los cuales pueden reflejar la necesidad del cambio total o parcial del inventario realizado.

En esta actividad se presenta la necesidad de recurrir a mayor detalle de información de la que usualmente se encuentra en los planos físicos o formato digital CAD, ya que según la cantidad de información y el grado de precisión de éstos será necesario realizar un proceso de actualización de la información o requerir el completo levantamiento del catastro de redes.

Para el mejor aprovechamiento de la información que se genera con la revisión de los sistemas de agua potable, se sugiere el uso de un Sistema de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés), sistema informático para el manejo y análisis de la

información referenciada geográficamente, que permite la representación gráfica y cartográfica en papel y digital, así como la manipulación de datos para su análisis, control y monitoreo.

### **E. MEDICIÓN DE CAUDALES EN ETAPA INICIAL.**

Establecida la condición de aislamiento, se procede a realizar la medición inicial de caudales, cuyo objetivo es establecer parámetros iniciales de producción y consumo en el Distrito de Medición, para su posterior análisis comparativo con los resultados finales. Las mediciones a realizar son:

1. Flujo a la entrada del Distrito de Medición: a través del macro medidor instalado se realiza lectura cada 24 horas por 3 días consecutivos. El promedio de las lecturas obtenidas se establece como el ingreso diario de agua al Distrito de Medición.
2. Flujo Mínimo Nocturno (MNF por sus siglas en ingles): es el flujo neto en el Distrito de Medición durante el periodo de mínimo consumo. Este periodo es por lo general de una hora entre la 0:00 y las 3:00 horas.
3. Prueba de pasos (Step Test): los sub bloques de trabajo de un Distrito de Medición son progresivamente aislados, mientras se monitorea el caudal. La disminución del caudal después de cada aislamiento se utiliza para identificar el volumen de las fugas de cada sub bloque aislado.
4. Volumen de agua facturada: se determina a través de la suma del consumo de los micromedidores menos el consumo registrado en el macromedidor en un ciclo de facturación mensual, reportado por el Area de Facturación.
5. Registro de pulsos (Data Logger): Equipo de registro de volúmenes de caudal por períodos de tiempo establecidos (variable entre 5 -10 minutos) durante un lapso de tiempo determinado (de 2 a 5 días), que permite establecer patrones de consumo.

### **F. DETECCIÓN DE FUGAS**

Es un proceso que se ejecuta en el Distrito de Medición. Este consiste en el uso de equipos digitales de detección de sonidos y fugas de agua, para la revisión sistemática de la red de agua potable y sus accesorios; precisando la ubicación de posibles fugas

ya sean estas en red, válvulas, hidrantes, acometidas o medidores, para su posterior confirmación con el correlador de sonidos de fugas.

### **G. REPARACIÓN DE FUGAS**

Una vez ubicadas y confirmadas las fugas detectadas en el Distrito de Medición, se procede a efectuar su reparación.

### **H. MEDICIÓN DE CAUDALES EN ETAPA FINAL**

Confirmada la reparación de las fugas detectadas y cumplido con el cambio de los micros medidores, se procede a realizar la medición final de caudales, cuyo objetivo es establecer los parámetros finales de producción y consumo en el Distrito de Medición, para su posterior análisis comparativo con los resultados iniciales. Se repiten las mediciones que se realizaron en la etapa inicial.

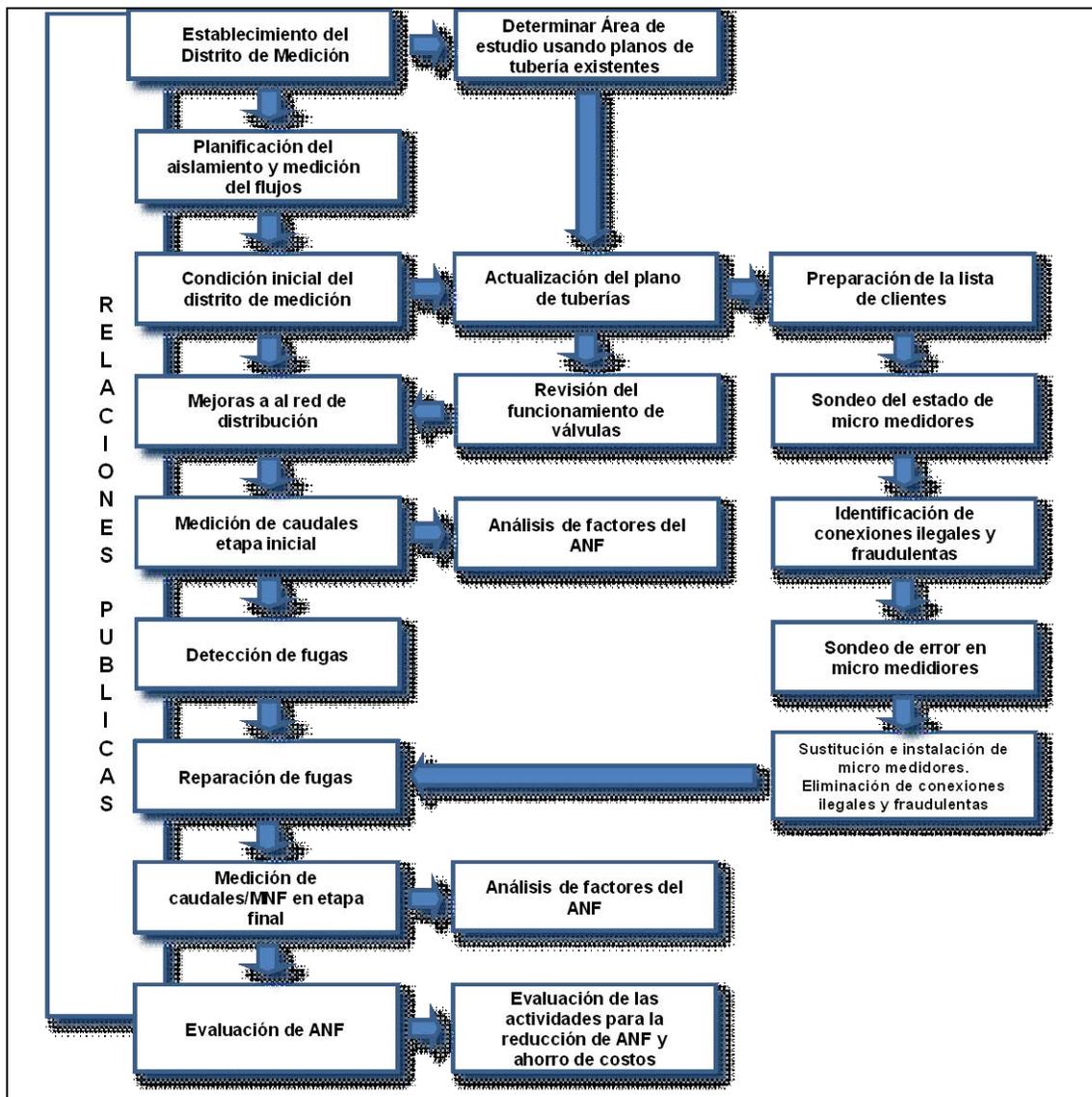
### **I. ANÁLISIS DE AGUA NO FACTURADA**

Al realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos en las mediciones iniciales y finales, se procede al cálculo del Agua No Facturada, así como también entro otros análisis: los efectos de la reducción del consumo mínimo nocturno, los costos de las mejoras a la red y el análisis del costo-beneficio.

### **J. RELACIONES PÚBLICAS**

Entiéndase esta actividad como las acciones de comunicación dirigidas a la comunidad afectada de forma directa por el Distrito de Medición, así como todas aquellas que se realicen con el objetivo de informar a la población en general para dar a conocer el proceso de mejoras y los resultados obtenidos. También se deben realizar las comunicaciones necesarias a las autoridades locales para que presten la debida colaboración cuando se realicen los trabajos de estudio.

Cada una de las actividades debe ser informada con la anticipación necesaria para evitar la falta de aprovisionamiento de agua, cuando así se requiera, y minimizar las incomodidades a los usuarios.



**Figura 1: DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ACTIVIDADES**

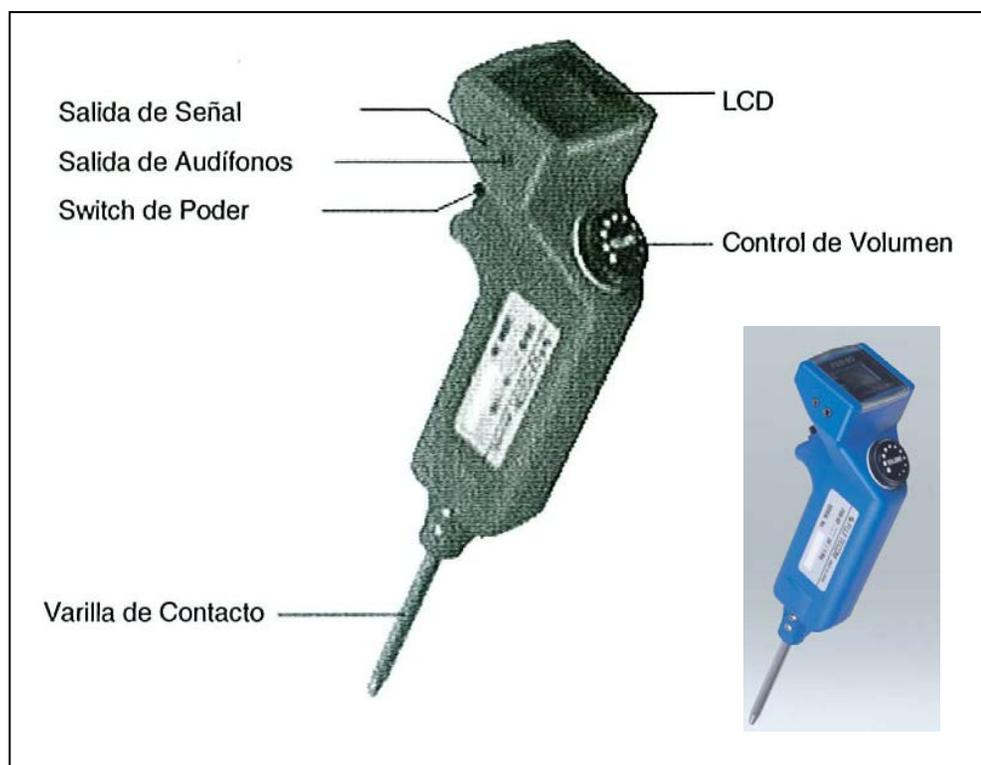
## 4 EQUIPO Y HERRAMIENTAS

### 4.1 EQUIPOS DE DETECCIÓN DE FUGAS

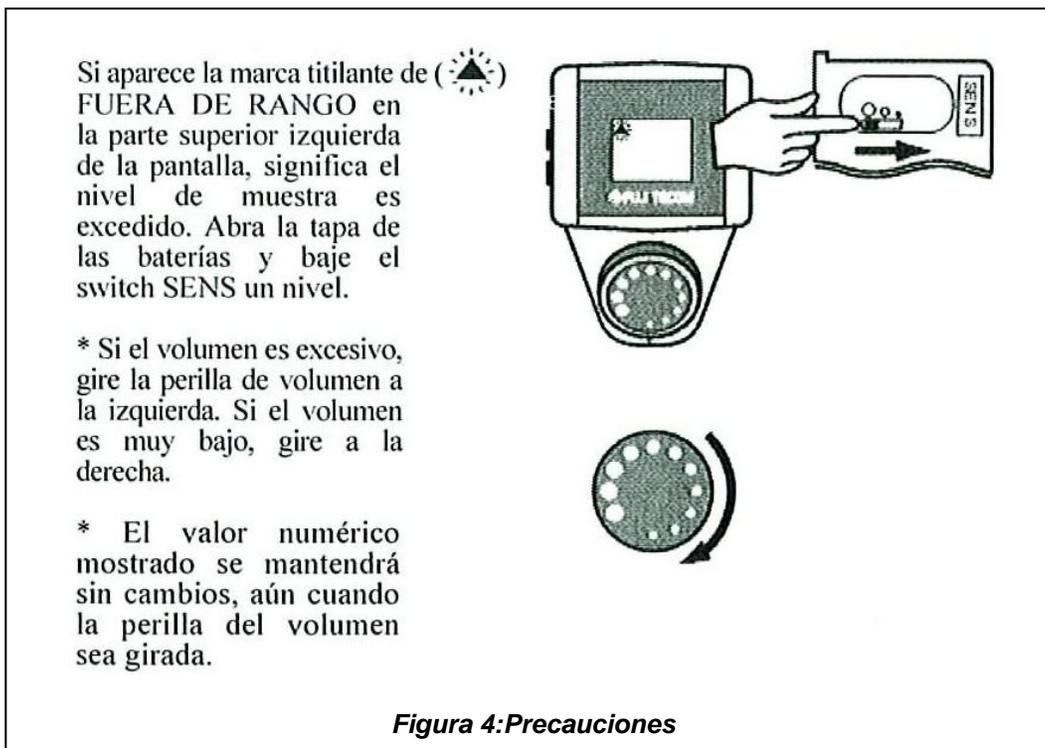
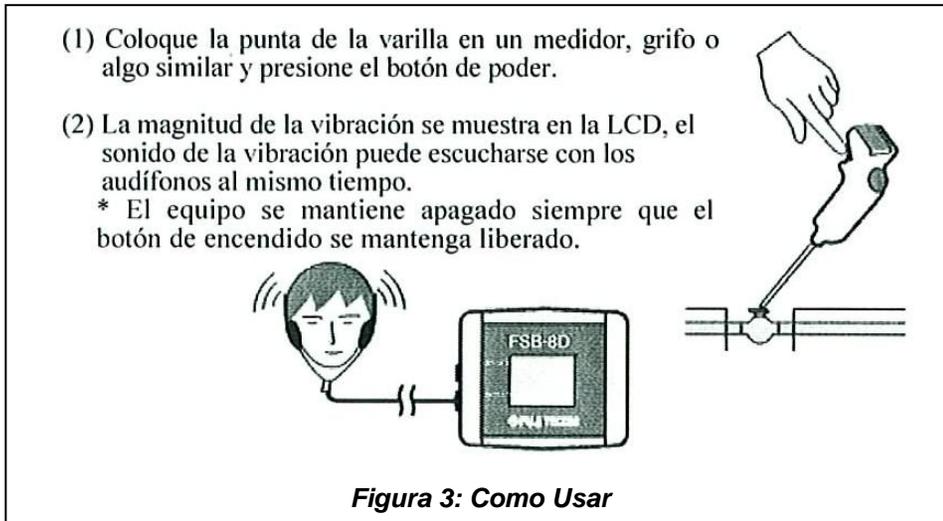
Se presenta a continuación una descripción puntual de los equipos básicos para el proceso de detección de fugas, para el conocimiento más específico, deberá referirse a los manuales de cada uno de los equipos.

#### 4.1.1 DETECTOR DE SONIDO DIGITAL FUJI FSB – 8D

El detector de sonidos FUJI FSB – 8D (Figura 2) es capaz de interpretar fugas de agua detectando tonos menores de vibración, amplificándola y comparando el tono detectado con la referencia basándose en el sonido y el valor numérico. Es particularmente útil en tuberías de agua de PVC y polietileno.



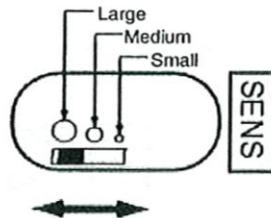
**Figura 2: DESCRIPCIÓN DEL DETECTOR**



El switch SENS tiene tres (3) posiciones. Se utiliza para atenuar la señal a un valor de salida específico. [El ajuste inicial es ALTO (○)]

MEDIO (◐): El nivel de la señal es cerca de 1/10 del ALTO (  $\frac{1}{10}$  )

BAJO (◑): El nivel de la señal es cerca de 1/100 del ALTO (  $\frac{1}{100}$  )



La pantalla LCD muestra niveles de salida en valores numéricos entre 0-99.

Cuando el nivel de salida excede 99, la marca Fuera de Rango (▲) en la parte superior izquierda comienza a titilar, indicando que el nivel ha sido sobrepasado.

En tal caso, baje el grado de amplificación deslizando el switch SENS hacia la derecha de [ALTO (○) a MEDIO(◐)] o de MEDIO(◐) a BAJO (◑)



\* El valor numérico mostrado titilante realmente no es un valor medido.

Cuando el valor mostrado es de un dígito, incremente el grado de amplificación deslizando el switch SENS a la izquierda [ (◑) (BAJO) a (◐) MEDIO y de (◐) MEDIO a (○) ALTO ]

**Figura 5: Precauciones**

#### 4.1.2 DETECTOR DE RUIDOS Y FUGAS FUJI HG-10AII

El detector de Ruidos y fugas HG-10AII consiste en nueve diferentes combinaciones de filtros de alto rendimiento, entre los rangos de alta y de baja frecuencia.



El sonido de fuga que se transmite a la superficie es diferente en calidad debido a las condiciones de la tierra, material de las tuberías, presión del agua o de la profundidad de la tubería.

Los sonidos de las fugas en tuberías bajo tierra son consistentes y se distinguen en cuatro tipos (1) Sonidos de flujo, (2) Sonidos de impacto, (3) Sonidos de fricción, (4) Sonidos oscilantes. Estos sonidos están mezclados y se convierten en sonidos de fuga.

Los cuatro sonidos y condiciones diferentes son las que producen la calidad de sonido, y debido a esto se sabe con exactitud el rango de la frecuencia.

El sensor (pick up) de peso liviano está equipado con una bola y un patente de espera, el cual reduce el sonido del viento externo.

### **FUNCIONAMIENTO.**

Una vez conectados los audífonos y el sensor efectuar los siguientes pasos:

- Presione el botón de encendido (power)
  - Precaución: en este caso, se requiere que los audífonos estén conectados, ya que si no lo están el botón de encendido no funcionará.
- Presiona el botón de la batería para revisar el remanente de carga.
  - Precaución: cuando el medidor no muestre nada acerca de las baterías reemplácelas todas inmediatamente. (6 baterías de 1.5v).

- Ponga la perilla de volumen al mínimo.
- Colóquese los audífonos y ponga el sensor (pick up) en la superficie. Luego presione el botón de mudo (mute) y gire la perilla del volumen siguiendo las manijas del reloj, para escuchar los ruidos de la tierra.
- Combine los botones de selección de filtros de acuerdo al tipo de tubería.
- Después de verificar que todo funciona bien, puede trabajar y buscar fugas de agua.



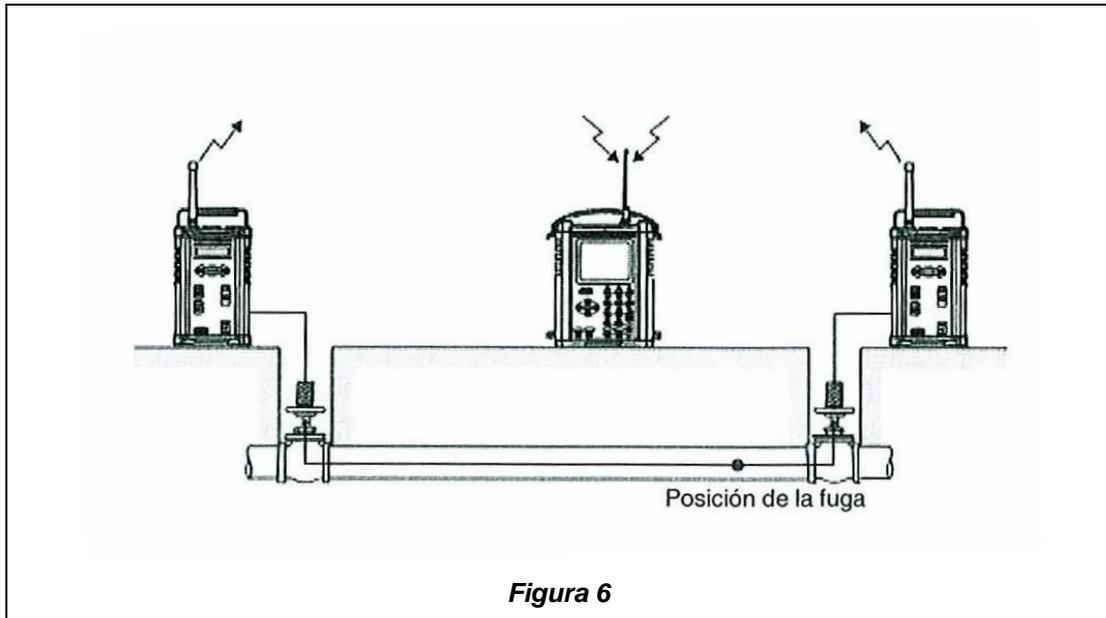
#### 4.1.3 CORRELADOR DE SONIDOS DE FUGA FUJI LC-2500

Este equipo calcula el coeficiente de correlación de las señales captadas por los sensores. Los pre-amplificadores envían las señales captadas por los sensores, los cuales han sido montados en dos posiciones, al detector de fugas, y este calcula el coeficiente de correlación y el tiempo diferencial entre ambas señales para obtener la posición de la fuga.

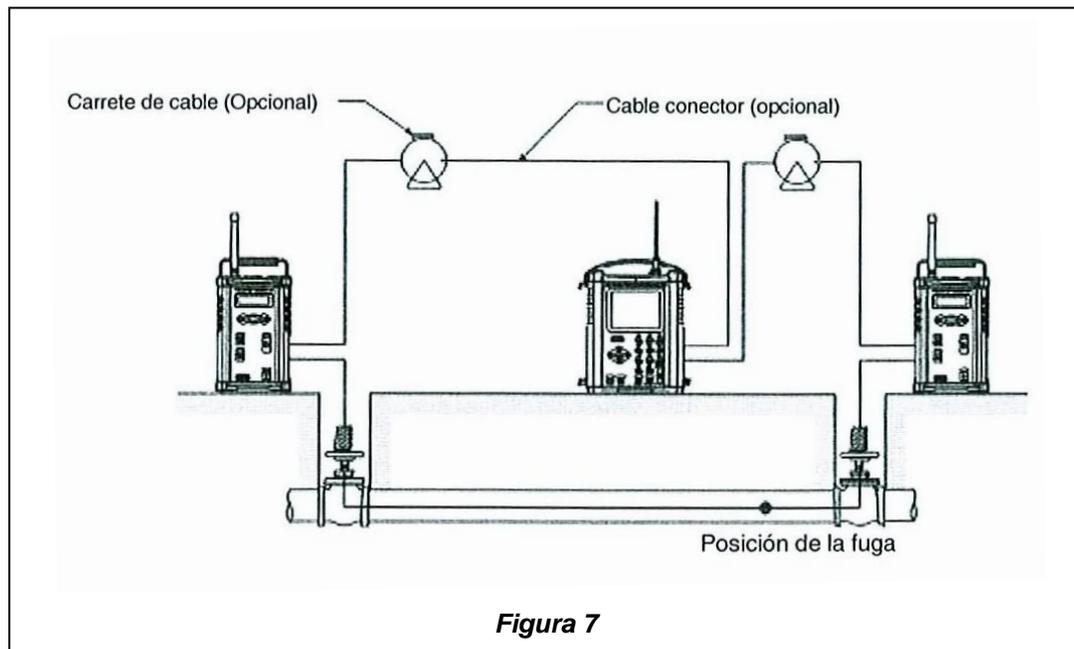


**FUNCIONAMIENTO.**

- a) **MODO RADIO:** Generalmente se emplea este método para la detección de fugas.



- b) **MODO CABLE:** este método se emplea cuando no se puede establecer comunicación entre los radios y el receptor por causa de edificios u otra señal que los afecte.





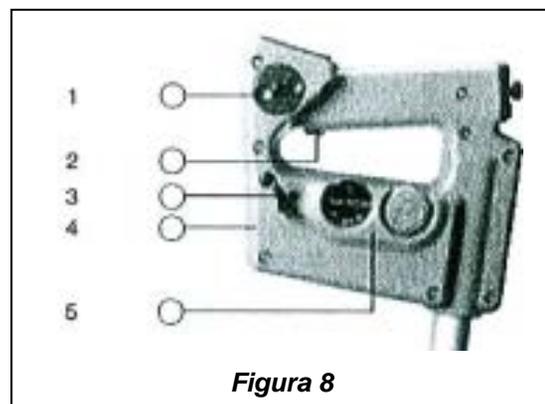
#### 4.1.4 LOCALIZADOR DE METALES FUJI F-90M

Este equipo localiza metales a cierta profundidad de acuerdo a los niveles en que viene configurado (alto, medio y bajo). Es utilizado para la búsqueda de tapaderas de hierro fundido de pozos que han sido enterrado debido a recarpeteos de vías principales, cubre válvulas o tubería de hierro fundido que pueda estar superficial y que se necesiten para verificar funcionamiento de las redes de distribución.



#### DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO (Figura 6)

1. Altavoz
2. Interruptor de Reset
3. Entrada de Auricular
4. Carcasa de Amplificador
5. Interruptor de poder y sensibilidad



- 6. Medidor del indicador
- 7. Cubierta de las Baterías
- 8. Tubo de Longitud Ajustable
- 9. Sujetador
- 10. Carcasa de la Antena

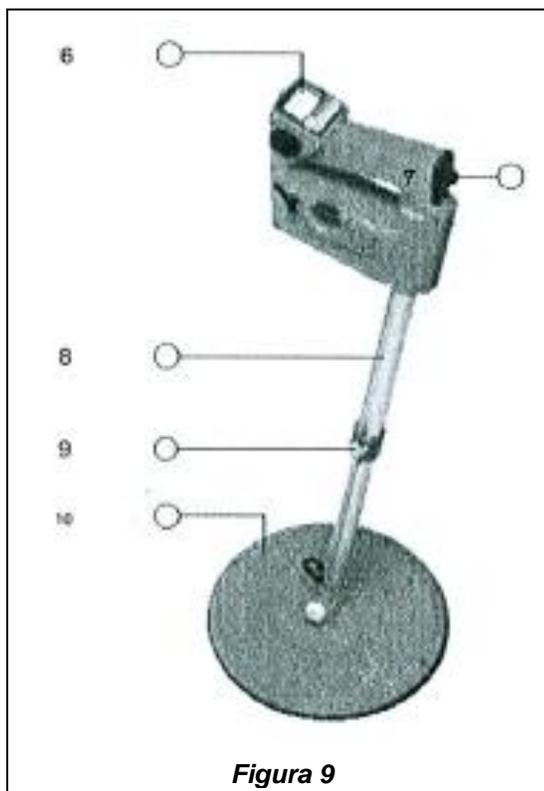


Figura 9

#### 4.1.5 LOCALIZADOR DE CABLES Y TUBERÍAS METÁLICAS FUJI PL-960

Se utiliza para la detección de tuberías continuas de hierro fundido y otros metales (cables eléctricos, etc.), una vez encontradas o determinadas, este aparato puede determinar la profundidad a la cual se encuentran.



El transmisor genera un campo magnético sobre la línea de la tubería metálica, lo que permite localizar la tubería.

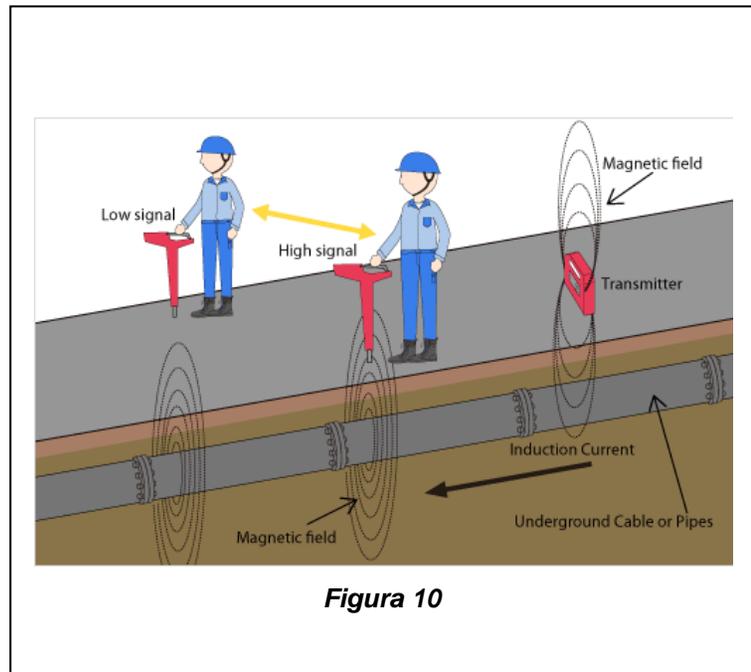
**DESCRIPCIÓN:**



1. Receptor
2. Transmisor
3. Barra a tierra
4. Cable para método directo

**COMO USAR:**

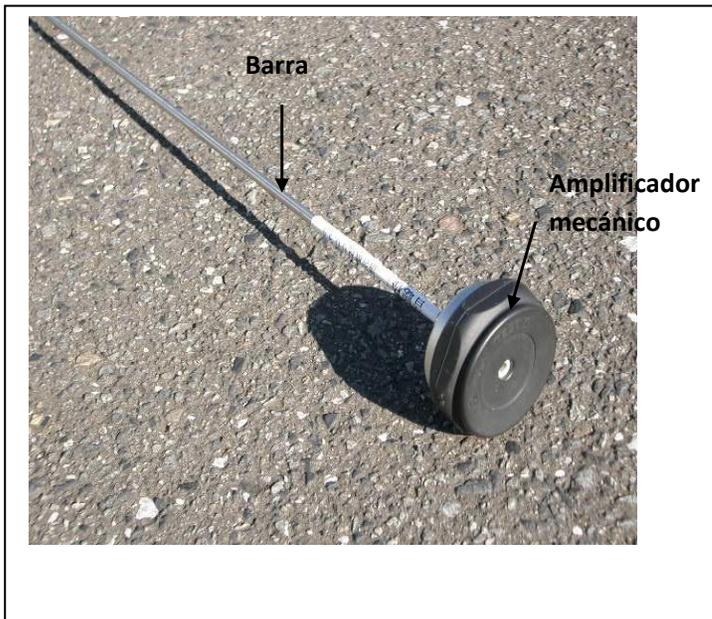
Se efectúa un recorrido perpendicular a la tubería que se desea encontrar y en la posición de mayor valor numérico en la pantalla digital, se coloca el transmisor, sobre la calle, luego se hace un barrido con el receptor para precisar la posición de la tubería a detectar, y una vez encontrada, se posiciona en el suelo y se levanta manteniendo la pestaña inferior del detector en el suelo para calcular la profundidad de la tubería.



**Figura 10**



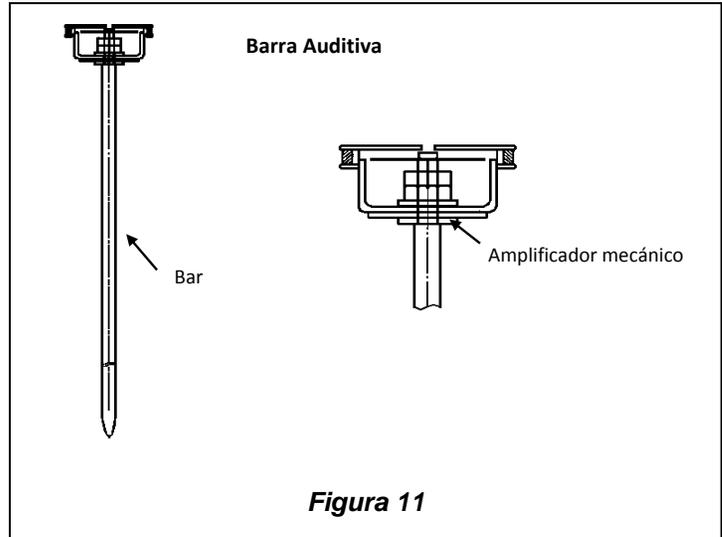
#### 4.1.6 BARRAS AUDITIVAS



Son utilizadas para la detección inicial de sonidos sospechosos de fugas, es un componente básico, y consiste de una barra de metal y un amplificador mecánico.

**Como Usar:**

La barrilla tiene 1.5 metros de largo debe ser colocada la parte inferior (punta) de la barra preferentemente sobre una parte metálica como una válvula o el mismo medidor, luego de la parte superior deberá ser tomada por la parte plástica para no causar interferencia y colocar el oído sobre la parte superior, de oírse un probable sonido de fuga este deberá ser marcado en el plano y marcado el lugar.

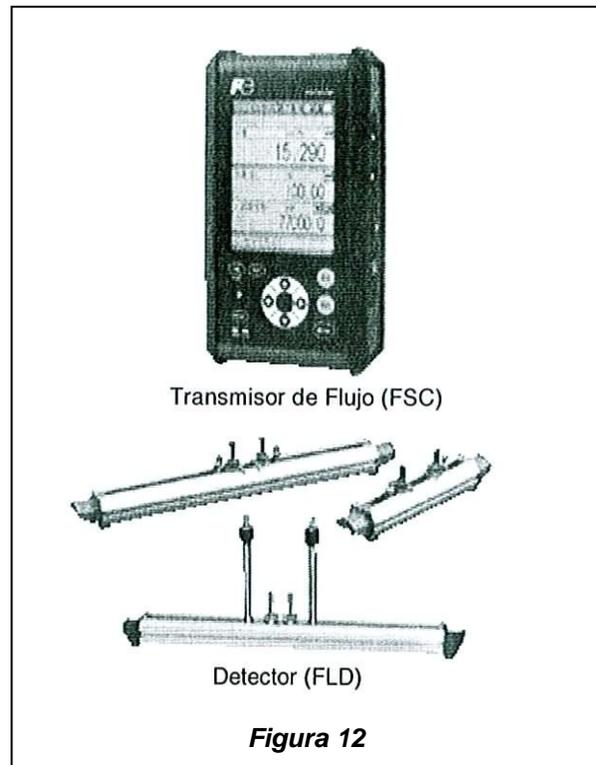


**4.2 EQUIPO DE MEDICIÓN DE VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDA**

**4.2.1 FLUJOMETRO ULTRASÓNICO (PORTAFLOW-C)**

Es un fluxómetro ultrasónico de tipo portátil que utiliza el método de medición de tiempo de transito utilizando un detector de tipo abrazadera.

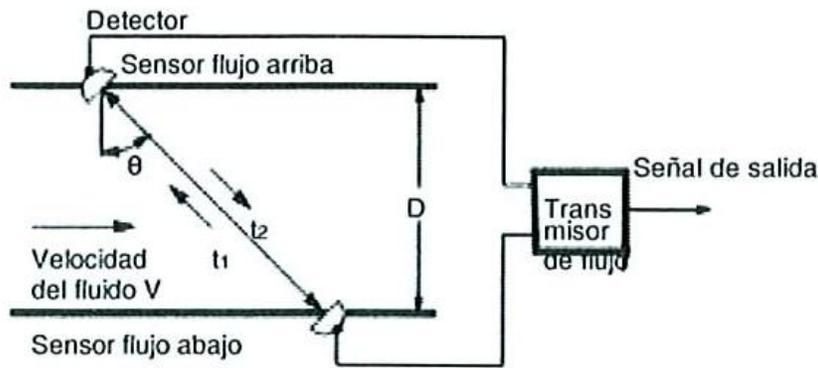
- Objetos a medir: Líquidos uniformes en los cuales se pueden propagar ondas ultrasónicas.
- Turbiedad del Fluido: 10,000 mg/L o menos
- Estado del Fluido: Fluido turbulento o laminar bien desarrollado en tubería llena hasta un 90%.
- Temperatura del Fluido: -40 a +200° C
- Rango de Medición: ±0.3 a 32 m/s



- Material de tubería: Acero al Carbón, Acero Inoxidable, Hierro Fundido, PVC, FRP, Cobre, aluminio, acrílico o un material con velocidad del sonido conocido.
- Diámetro de tubería:  $\varnothing 13$  a 6,000 mm
- Material de revestimiento: Brea epóxica, mortero, hule, teflón, vidrio pírex, un material con velocidad del sonido conocido o ningún revestimiento, no se permite vacío entre el revestimiento y la tubería.
- Longitud de la tubería recta: 10D aguas arriba o 5D aguas abajo (D: diámetro interno de la tubería).

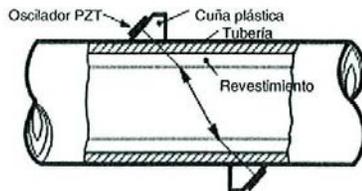
**PRINCIPIO DE MEDICIÓN (Figura 14)**

El rango de flujo se mide propagando pulsos ultrasónicos diagonalmente entre los sensores y detectando la diferencia en el tiempo obtenida por el flujo del fluido.



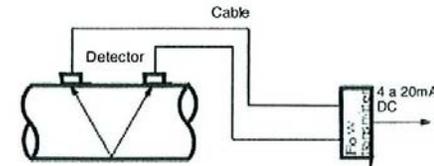
**Figura 13**

**Montaje del detector**

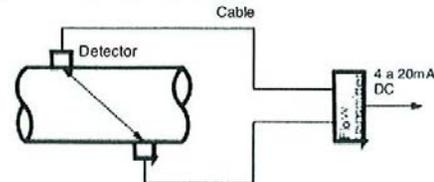


**DIAGRAMA DE CONFIGURACIÓN**

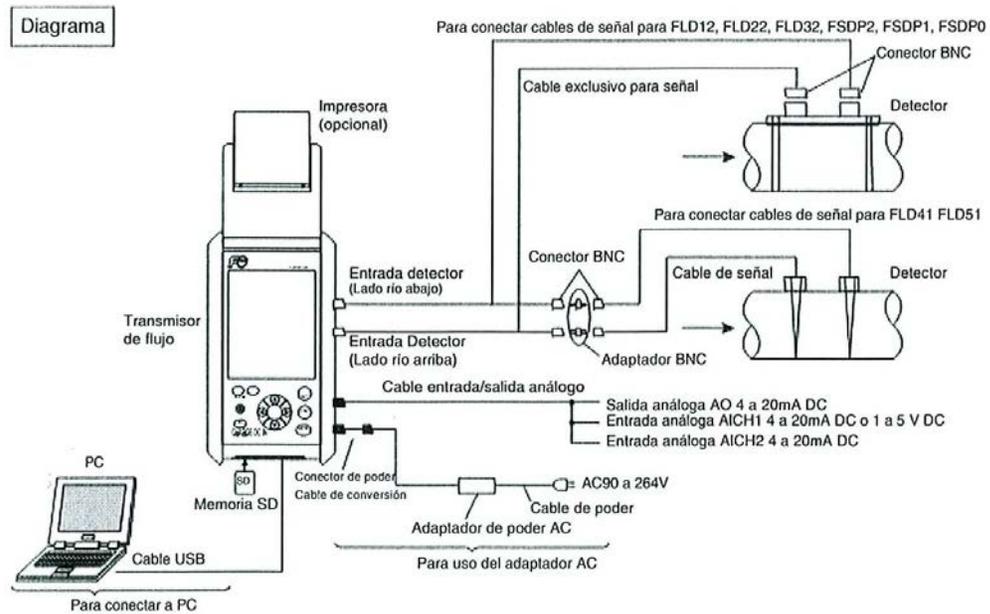
(1) Con montura con método V



(2) Con montura con método Z



**Figura 14: Montaje y Diagrama de Configuración**



**Figura 15: Diagrama de uso del Flujometro**

Para el caso del proyecto el flujometro, y está incorporado en una armazón portátil donde están colocados el transmisor y sus componentes eléctricos; en la parte baja una tubería de  $\varnothing 2''$  de hierro galvanizado donde se coloca el detector y los conectores BNC, según la siguientes imágenes:



#### 4.2.2 MACROMEDIDOR ELECTROMAGNÉTICO

Está basado en la *ley de Faraday* que enuncia que el voltaje inducido a través de un conductor que se desplaza transversal a un campo magnético es proporcional a la velocidad del conductor.

Se aplica un campo magnético a una tubería y se mide su voltaje de extremo a extremo de la tubería. Es de muy bajo mantenimiento ya que no tiene partes móviles.



#### 4.2.3 DATA LOGGER

El Data Logger, o Registrador de Datos, es un dispositivo para registrar datos en el tiempo. Siendo el principal beneficio la capacidad de recopilación de datos las 24 horas del día, de una forma automática y sin vigilancia para medir y registrar la información.

Se establecen periodos de tiempo de registro de 5 a 10 minutos en un lapso de 2 a 5 días, dependiendo de la capacidad de memoria. Al procesar la información se reflejará en forma gráfica el volumen de agua que pasa por el Macro Medidor en ese periodo de tiempo determinado.

Está compuesto de dos partes, el primero que es el Transmisor y el segundo que es el Registrador de datos (Data Logger).



### 4.3 HERRAMIENTAS

- Palas
- Piochas
- Almádanas
- Barras hexagonales
- Chuzo
- Cucharines
- Llaves para cajas internacionales
- Llaves stilson de diferentes diámetros
- Llaves para movimiento de válvulas
- Rotomartillo
- Odómetro
- Barra perforadora
- Luminarias
- Achicadora



### 4.4 EQUIPO DE SEGURIDAD OCUPACIONAL

- Chalecos reflectivos
- Cascos
- Lámparas

- Conos
- Banderines
- Guantes
- Cinturones para trabajo
- Botas de hules
- Cinta delimitadora
- Gafas
- Tapones auditivos



## 5 DETERMINACIÓN DEL DISTRITO DE MEDICIÓN

Es necesario que se determine la totalidad de los Distritos de Medición del Sistema seleccionado, sobre la base de criterios para la delimitación, así como las consideraciones estratégicas para obtener continuidad en su ejecución y fortalecer el ordenamiento del sistema, logrando con ello acciones más efectivas y la reducción de costos en la ejecución de las mejoras a la red.

### 5.1 PLANOS EXISTENTES DE LOS SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Comentario particular merece el no contar con los planos del sistema a un nivel medio. Es necesario realizar las acciones para el levantamiento del Catastro de Redes a nivel preliminar, permitiendo con ellos el diseño de los Distritos de Medición más conveniente.

Se deberá de apoyar en las Unidades de Catastro de Redes de las 4 Regionales de la ANDA, las cuales son las encargadas del levantamiento y actualización de los planos de los sistemas.

### 5.2 CARACTERÍSTICAS BASICAS DE SELECCIÓN

Para determinar los Distritos de Medición es necesario que se tomen en consideración como mínimo las siguientes características:

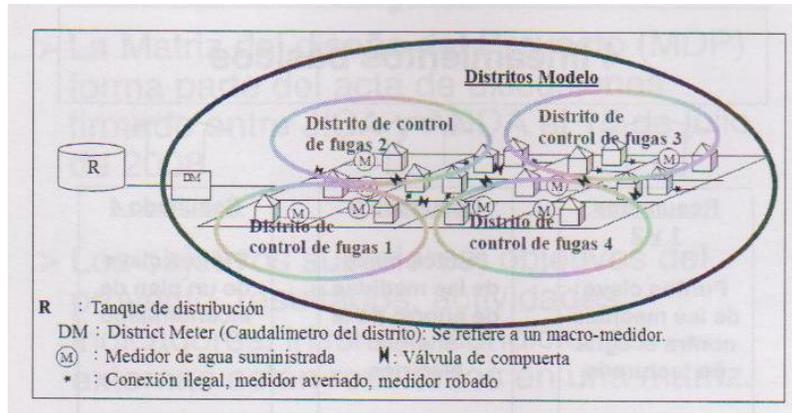
- Red de distribución de agua potable de 4 a 20 kms de longitud..
- Una sola fuente de abastecimiento, con un diámetro de tubería adecuado para abastecer al tamaño seleccionado de usuarios.
- Condiciones mínimas de seguridad para realizar mediciones nocturnas.
- No afectar a zonas aledañas al realizar los aislamientos.
- Usuarios de 1000 a 3000

## **6 PLANIFICACIÓN DEL AISLAMIENTO Y MEDICIÓN DE FLUJOS (PROPUESTA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE).**

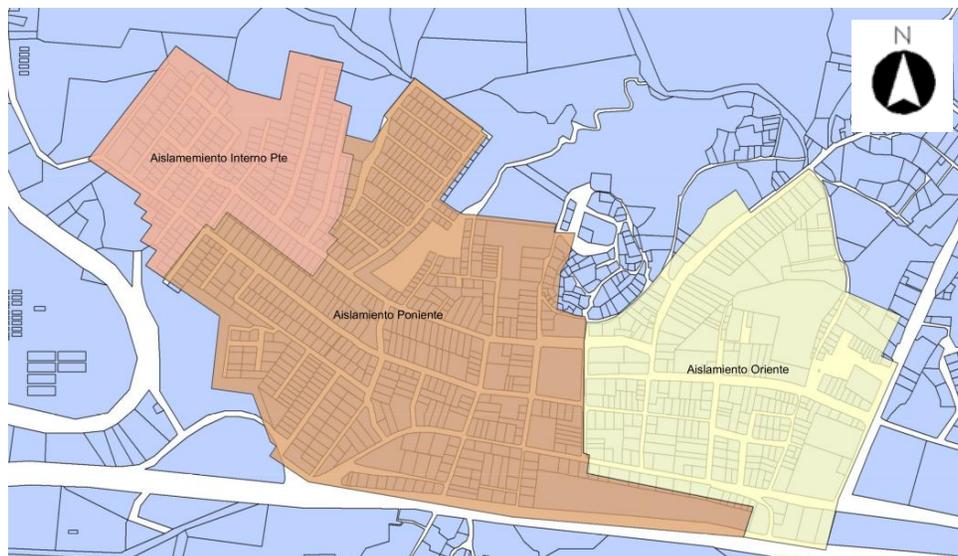
Para contar con una buena planificación de como ejecutar un buen aislamiento del Distrito de Medición es necesario conocer el funcionamiento del sistema y el estado físico de las válvulas en el caso que existieran. El aislamiento es necesario para establecer el distrito de medición, verificando el comportamiento del flujo en el sector, permitiendo tener un mejor control del sistema, sin afectar las zonas aledañas.

Para poder realizar el aislamiento es necesario medir el flujo del consumo de agua que entra en el Distrito de Medición, por lo que se requiere la instalación de un macromedidor que pueda medir dicho consumo, y este posteriormente servirá para realizar una comparación entre el consumo registrado total que entra en el sistema y la sumatoria de los consumos registradas por los micromedidores, lo que nos permitirá obtener el agua no facturada.

Otro punto muy importante para tener una buena planificación de aislamiento es la ubicación del macromedidor, ya que este se deberá de instalarse en la tubería que sale de la fuente de abastecimiento y alimenta el distrito de medición. También deberá de instalarse en un lugar que se pueda abarcar toda la medición posible y así tener un mejor estudio del flujo de agua que entra al Distrito de Medición.

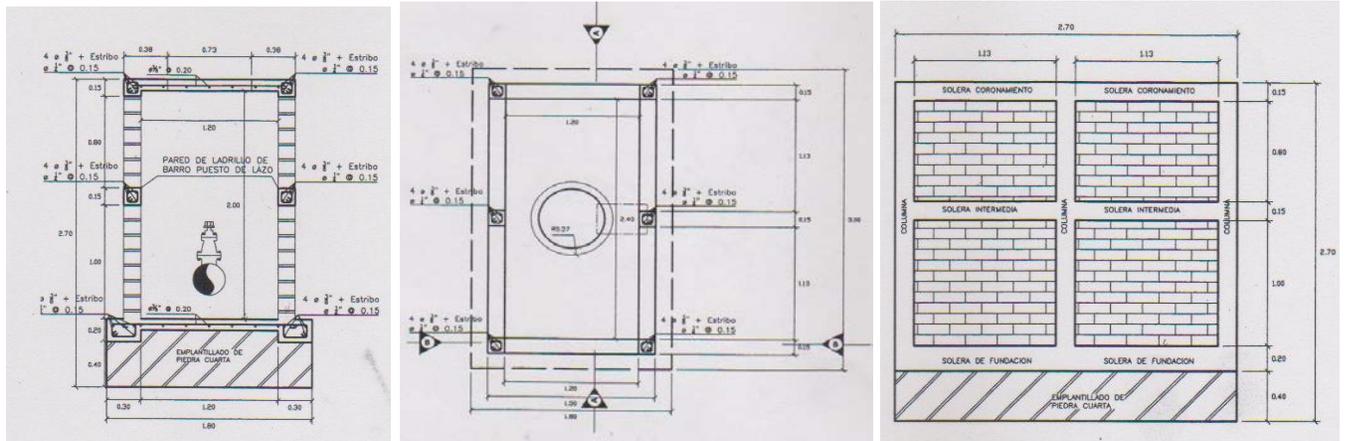


**Figura 16: Diagrama de ubicación del macromedidor**



**Figura 17: Diagrama de aislamiento del Distrito de Medición**





**Figura 18: Detalle constructivo de la caja hidráulica**

### 6.1.1 PREPARACIÓN DE PLANOS DEL DISTRITO DE MEDICIÓN



**Figura 19: Ejemplo del Plano de Distrito de Medición antes de realizar el proyecto ANF**



**Figura 20: Ejemplo Plano de Distrito de Medición después de realizar el proyecto ANF**

### **Propósito de la actividad:**

Conocer el estado de la red de distribución de agua potable, válvulas y micro medidores.

Para esta actividad debemos realizar lo siguiente:

- Obtener el plano en físico o digital de la red de distribución de agua potable del Distrito de Medición.
- Realizar estudios de campo sobre el estado de la red de distribución.
- Ubicar en dicho plano diámetros y material de tuberías, válvulas, hidrantes y usuarios.

#### **6.1.2 AISLAMIENTO**

Consiste en definir los límites del Distrito de Medición, según las características propias de la red de distribución. Dicho límite se hace efectivo con la instalación de válvulas.

La función principal del aislamiento es permitir el manejo de forma integral de la red de agua potable, determinar la longitud de tubería, precisar la cantidad de usuarios

#### **6.1.3 SUB BLOQUES DE TRABAJO**

Es la división del Distrito de Medición en Sub Bloques, a través de la instalación de válvulas que permitan el aislamiento de cada uno de ellos y la ejecución de mediciones sectorizadas, tales como el estudio del flujo mínimo nocturno (MNF) y la prueba de pasos (Step Test).

#### **6.1.4 UBICACIÓN DE MACRO MEDIDOR**

Es la definición del sitio de instalación del Macro Medidor en la red de distribución, como única entrada de flujo de agua al Distrito de Medición.

## **7 CONDICIÓN INICIAL DEL DISTRITO DE MEDICIÓN**

En esta etapa se realiza el diagnóstico del Sistema de agua potable, fuentes de abastecimiento, topografía del lugar, población, accesos al lugar y todas las

condiciones necesarias para iniciar los trabajos de análisis de reducción de agua no facturada.

### 7.1 REVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS

Se verifica el estado actual de cada válvula encontrada en la red de distribución, tomando en consideración los diámetros, tipo de material, el funcionamiento, si son accesibles para la revisión (válvulas sucias, aterradas o destruidas); identificándose en el plano de conjunto cada una de las válvulas y su estado.

CHEQUEO DEL ESTADO DE VALVULAS DE LA URBANIZACION BOSQUES DE LA PAZ, ILOPANGO SAN SALVADOR/2009													
No.	Fecha de inspección	Diametro de tubería	Material de tubería	Profundidad en metros	Localización Calle/Acera	Superficie Asf/Pav/tierra	Función de Valvula	Tipo de válvula	Condición de Pozo/C, valv	Numero de vueltas	Fuga en valvula	Chequeo auditivo	Condición Actual de válvula
1	29.07.09	2	P.V.C	1.1	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/ buena	9	no	ok	buena
2	29.07.09	2	P.V.C	0.73	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/ buena		si/al man		mala
3	29.07.09	2	P.V.C	1.1	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/sin tapad		si/al man		mala
4	29.07.09	2	P.V.C	0.75	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/buena		si/al man		mala
5	29.07.09	2	P.V.C	0.85	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/buena				
8	30.07.09	2	P.V.C	1.03	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/buena	15	si/al man		mala
9	13.08.09	2	P.V.C	1	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/buena		no		mala
10	13.08.09	2	P.V.C	0.64	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v*buena	12	no	ok	buena
11	13.08.09	4	P.V.C	1.1	Calle	asfalto	distribucion	compuerta	pozo	7	no	ok	buena
12	13.08.09	2	P.V.C	0.75	Calle	asfalto	distribución	compuerta	C.v/sin tapad	15	no	ok	buena
13	13.08.09	2	P.V.C	1.2	Calle	asfalto	distribución	compuerta	c.v/buena				
14	1						distribución	compuerta	c.v/buena				
15	1						distribución	compuerta	c.v/buena	6	no	ok	buena



**Figura 21: Revisión de válvulas de control**

### 7.2 SONDEO DE MICROMEDIDORES

Se realiza inspección de campo, para validar la información de cada una de las conexiones existentes en el Distrito de Medición, registradas en el Sistema Comercial de ANDA.

Para la ejecución de este trabajo, utilizamos la siguiente ficha catastral, la cual contiene:

- Datos del cliente y del inmueble
- Uso del local
- Si cuenta con servicio de Acueducto y Alcantarillado
- Estado de servicio
- Datos del medidor

	<b>ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS</b> <b>COOPERACIÓN ANDA-JICA</b>				Dia	Mes	Año
	Desarrollo de Capacidades de ANDA y Mejoramiento Operacional <b>GERENCIA REGION METROPOLITANA</b>				Boleta No. _____		
<b>A- DATOS DEL CLIENTE Y DE LA PROPIEDAD</b>							
Cuenta Corriente	Agencia	Sector	Ruta	Secuencia	No. de Personas	Telefono	
Nombres(s) o Razón Social				<b>INMUEBLE</b>			
Dirección				1 <input type="checkbox"/> Propietario <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Arrendamiento <input type="checkbox"/>			
<b>Tipo de Usuario:</b>		1 <input type="checkbox"/> Particular	3 <input type="checkbox"/> Autónomo	5 <input type="checkbox"/> Comercial			
		2 <input type="checkbox"/> Gobierno Central	4 <input type="checkbox"/> Municipal	6 <input type="checkbox"/> Marginal			
<b>TIPO DE INMUEBLE</b>							
1 <input type="checkbox"/> Inmueble Deshabitado		3 <input type="checkbox"/> Inmueble Destruído		5 <input type="checkbox"/> Inmueble no esta Registrado			
2 <input type="checkbox"/> Predio Baldío		4 <input type="checkbox"/> No Encontró Inmuebles		6 <input type="checkbox"/> Otros			
<small>PASAR A SECCION C SI SU RESPUESTA ES 1,2 O 3. SI ES 5 PASAR A LA SECCION B Y COMPLEMENTAR SECCION A</small>							
<b>B- USO DE LOCAL</b>							
1 <input type="checkbox"/> Domiciliar		5 <input type="checkbox"/> Mesón		<input type="text"/> Piezas			
2 <input type="checkbox"/> Comercio		6 <input type="checkbox"/> Condominio habitación		<input type="text"/> Apts.			
3 <input type="checkbox"/> Industria sin Desechos Residuales		7 <input type="checkbox"/> Institución Educativa					
4 <input type="checkbox"/> Industria con Desechos Residuales		8 <input type="checkbox"/> Institución de Asistencia Social Particular					
<b>C- FORMA DE ABASTECIMIENTO Y EVALUACION</b>							
<b>ABASTECIMIENTOS</b>				<b>EVALUACION</b>			
1 <input type="checkbox"/> Goza de Acueducto				1 <input type="checkbox"/> Goza de Alcantarillado			
2 <input type="checkbox"/> No Goza de Acueducto				2 <input type="checkbox"/> No Goza de Alcantarillado			
<b>TIPO DE ABASTECIMIENTO</b>				3 <input type="checkbox"/> No sabe			
1 <input type="checkbox"/> Se abastece del Vecino		1 <input type="checkbox"/> Compra Agua		Si la Respuesta es (1 o 3) pase a la Sección "D"			
2 <input type="checkbox"/> No Aplica		2 <input type="checkbox"/> Tiene pozo Privado		1 <input type="checkbox"/> Tiene Fosa Séptica			
Especifique _____				2 <input type="checkbox"/> Tiene pozo Sumidero			
<b>ABASTECIMIENTOS PROPIOS</b>				3 <input type="checkbox"/> Drenaje es Río			
1 <input type="checkbox"/> Tiene Cisterna		2 <input type="checkbox"/> Tiene Tanque		4 <input type="checkbox"/> Otros _____			
Especifique _____				T I P O			
<b>D- ESTADO DE SERVICIO</b>							
0 <input type="checkbox"/> Normal		6 <input type="checkbox"/> Incobrable		<b>CLASE DE SERVICIO</b>			
1 <input type="checkbox"/> Suspendido a Solicitud		7 <input type="checkbox"/> Encementado		0 <input type="checkbox"/> Normal			
2 <input type="checkbox"/> Suspendido por Mora		8 <input type="checkbox"/> Ilegal		1 <input type="checkbox"/> Provisional para Construcción			
3 <input type="checkbox"/> No Facturar		9 <input type="checkbox"/> Nuevo Servicio		2 <input type="checkbox"/> Provisional para Fosa			
4 <input type="checkbox"/> Fraudulento				3 <input type="checkbox"/> Explotación Privada sin Desechos			
5 <input type="checkbox"/> Fraudulento Encementado		No. de Ficha _____		4 <input type="checkbox"/> Explotación Privada con Desechos			
				5 <input type="checkbox"/> Explotación Privada Autoabastecida			
<b>E- DATOS DEL MEDIDOR</b>							
0 <input type="checkbox"/> Funciona		1 <input type="checkbox"/> Medidor Parado		2 <input type="checkbox"/> Servicio Directo			
<b>Código de Observación</b>							
No. de Medidor	Marca	Diámetro de Medidor	Diámetro de Acometida	Lectura del Medidor			
1 <input type="checkbox"/> Caja de Medidor en Acera		1 <input type="checkbox"/> Tapadera de Cemento	1 <input type="checkbox"/> Calle Asfaltada				
2 <input type="checkbox"/> Caja de medidor en Arriate		2 <input type="checkbox"/> Tapadera Ferrocemento	2 <input type="checkbox"/> Calle Encementada				
3 <input type="checkbox"/> Caja de medidor en Calle		3 <input type="checkbox"/> Tapadera de Hierro	3 <input type="checkbox"/> Calle Adoquinada				
4 <input type="checkbox"/> Caja de medidor dentro de Casa		4 <input type="checkbox"/> Tapadera Arruinada	4 <input type="checkbox"/> Calle de Tierra				
5 <input type="checkbox"/> Medidor en Árbol		5 <input type="checkbox"/> No tiene Tapadera	5 <input type="checkbox"/> Calle Empedrada				
		6 <input type="checkbox"/> Inter	6 <input type="checkbox"/> Otros				
Cuantos días a la semana recibe agua <input type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> D							
Numero de Días <input type="checkbox"/> Horarios desde _____ hasta _____ Otros _____							
Observaciones : (Si no se puede leer el medidor aclarar la razón), ejemplo: empañado, visor de lectura quebrado, lleno de agua, etc.							

**Figura 22: Ficha Catastral**

Luego de realizar el levantamiento de la información de cada uno de los usuarios, se procede a tabularla en el cuadro siguiente:

Lista de Tareas											
Oficina Región Metropolitana											
No.	Fecha de inspección	Nombre del usuario	Numero de casa	Numero de cuenta	Ruta	secuencia	diámetro de medidor	Condición T/NT/P/O	Otros, ilegales, suspendidos	Cambio de medidor	Otros (codigos)
POLIGONO 3											
1	12/10/2009	Carlos Ernesto Hernández	1	7466923	256	2060	20	P		1	107 y 108
2	12/10/2009	Ignacio Guadalupe Molina	2	07455175	256	2064	20	P		1	312 y 302
3	12/10/2009	Rutilio Guardado	3	06948907	256	2068	20	T			0
4	12/10/2009	Carlos Hernández	4	07161733	256	2072	20	P		1	311
5	12/10/2009	Jose Soto	5	07056576	256	2672	20	P		1	311
6	12/10/2009	Flor Escalante	6	07018601	256	2076	20	T			0
7	12/10/2009	Bladimir Castro	7	06955722	256	2078	20	T			0
8	12/10/2009	José Ortiz	8	07033987	256	2088	20	O	Suspendido		309
9	12/10/2009	Gregorio Antonio	9	07894452	256	2092	20	T			0
10	12/10/2009	Benedicto Torres	10	07079776	256	2096	20	O			311
12	12/10/2009	Juan Arteaga	12	06893777	256	2104	20	O			201
13	12/10/2009	Iglesia Adventista	13	7756093	256	2052	20	T			0
14	12/10/2009	Ana González	14	06900087	256	2048	20	T			0
15	12/10/2009	Yesenia Alfaro	15	06893971	256	2048	20	T			0
16	12/10/2009	Natanael Siciliano	16	07228497	256	2040	20	T			0
17	12/10/2009	Miriam Monterrosa	17	07034116	256	2036	20	P		1	301-311y10
18	12/10/2009	Norma Ruiz	18	07021247	256	2036	20	O			312 y 311
19	12/10/2009	Edgar Ramos	19	06946553	256	2028	20	T			0
20	12/10/2009	Evaristo Amaya	20	07064541	256	2024	20	T			0
21	12/10/2009	José Alemán	21	07020097	256	2020	20	O			311
22	12/10/2009	Carlos Escobar	22	07433922	256	2016	20	O			311
23	12/10/2009	Fidel Flores	23	07064003	256	2021	20	O			311 y 312
24	12/10/2009	Clemente Madrid	24	07080385	256	2012	20	NT	parado	1	312 y 311
25	12/10/2009	Sonia Margarita Cabrera	25	07894154	256	2004	20	O			311 y 227

T : Trabajando  
 NT : No está trabajando  
 P : Problema  
 O : Otros

**Figura 23**



### 7.2.1 MICROMEDIDORES AVERIADOS

Se realiza un conteo general y ubicación en el plano de todos los micromedidores que están funcionando inadecuadamente, para proceder a realizar los cambios respectivos. Se notifica a los usuarios por medio del departamento de Relaciones Públicas que necesitan cambio de medidor, informándoles que el costo de dicho medidor será cargado a su cuenta, reflejándose en la próxima factura.



Medidor averiado

### 7.2.2 CONEXIONES ILEGALES

Las conexiones ilegales son todas aquellas que no están autorizadas a conectarse a los sistemas de acueductos y alcantarillados propiedad de ANDA.

Para ubicar estas conexiones en el Distrito de Medición se hace un recorrido en campo, verificando las conexiones existentes registradas, de acuerdo al catastro de usuarios de ANDA. La que no esté registrada se tipifica como ilegal.

Luego se procederá a la desconexión de dichos servicios.



### 7.2.3 ERROR EN LOS MICROMEDIDORES

Según la normativa de ANDA, la calibración aceptada para el buen funcionamiento de un micromedidor oscila entre el  $\pm 5\%$ . Los medidores que estén fuera de este rango deberán ser sustituidos. Los datos obtenidos en campo se tabularán según el cuadro siguiente:

Oficina Región Central

Bloque Modelo:  
Tonacatepeque

Page:1/5

No.	Fecha de Inspección	Nombre de Cliente	Numero de Casa	Numero de Cuenta	Numero Miembros de Familia	Volumen Inicial de Medidor	Volumen de Terminal de Medidor	Diferencia(L)	Error (%)	Otros
	Ejemplo									
1-1	10-Aug	Jose manuel	54	00436798	7	2345.2340	2345.2518	17.8	11.0	
1-2						2345.2520	2345.2678	15.8	21.0	
1-3						2345.2680	2345.2849	16.9	15.5	
2-1	10-Aug	Antonio Jose	59	00245612	6	1678.2750	1678.2946	19.6	2.0	
2-2						1678.2950	1678.3145	19.5	2.5	
2-3						1678.3150	1678.3350	20.0	0.0	
3-1	10-Aug	Robelt Calros	65	00326783	3	2378.3470	2378.3652	18.2	9.0	
3-2						2378.3660	2378.3839	17.9	10.5	
3-3						2378.3840	2378.4021	18.1	9.5	

**Figura 24: Lista de trabajo de error en medidores**



### 7.3 LISTADO DE USUARIOS

Incluye el catastro de usuarios y el consumo de clientes

FECHA: 06/07/2011

HORA: 09:24:28

PAGINA: 1 DE 1

CUESTA	REFERENCIA	NOMBRE DEL CLIENTE	DIRECCION / UBICACION DEL INMUEBLE	FECHA DE INSTALACION DE MEDIDOR	CONSUMOS FACTURADOS 2011					
					ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
7880375	01-055-085-0595	AVANCE INGENIEROS (CASCADA Y Z.V.)	URB CDAD CORINTO BK B-14 SDA 14 OTE.MEJICANOS	0203/2006	10	1	1	1	20	1
7305357	01-055-085-0515	EDUARDO ALFREDO ROMERO GARCIA	RES CIUD CORINTO II POL B-14 SDA 14 PTE #7 MEJICANOS	1502/2005	20	1	0	14	4	0
7200395	01-055-085-0520	ARACELY ANTONIA PARRAS DE LAZO	URB CIUDAD CORINTO BK B-14 SDA 14 PTE NO 8 MEJICANOS	3004/2011	28	28	28	28	19	20
7170130	01-055-085-0525	ANA MARITZA GUZMAN DE BARRIENTOS	RESIDENCIAL CORINTO SDA 15 PTE PG B-14 NO.5	0002/2001	19	19	29	19	19	19
7203152	01-055-085-0535	ROBERTO CARLOS CASTANEDA RODRIGUEZ	RES CORINTO I POL B 14 SDA 15 PTE NO.4 MEJICANOS S SALVADOR	2804/2011	14	14	14	14	5	5
7155984	01-055-085-0545	DIONISIO RIVERA DIAZ	RES CD CORINTO II SDA 15 PTE PG.B-14 88 MEJICANOS	2804/2011	22	22	22	22	27	23
7141032	01-055-085-0555	ANA HELEN BENTES SALVADOR	RESD CORINTO 1A ETAPA, POL.G B 14 82 SDA. 15PTE. MEJICANOS	1502/2005	8	13	14	11	13	13
7210116	01-055-085-0565	ANA MIRIAN SOSA RODAS DE CHOYO	URB CDAD CORINTO SDA 15 PTE PG B-14 NO.1	1502/2005	17	17	14	22	18	14
7871855	01-055-085-0575	SANDRA EMELET HERNANDEZ AMAYA	URB.CIUDAD CORINTO I SDA.15 PTE.POL.G.15 B NO.5 MEJICANOS.	1006/2011	2	2	9	24	24	30
7804807	01-055-085-0585	SALVADOR ERNESTO CASTILLO	RES.CD.CORINTO SDA 15 PTE PG B-15 NO.4	1306/2002	9	2	4	2	7	4
7858051	01-055-085-0595	MARCO ANTONIO JUAREZ MENDOZA	URB CIUDAD CORINTO SDA 15 PTE PG B- 15 NO.3	1506/2002	29	29	29	29	29	29

**Figura 25: Reporte de Consumos en m<sup>3</sup>**

CONSUMOS	178	148	170	180	185	170
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## 8 MEJORAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En esta etapa todas las actividades a desarrollar están enfocadas al trabajo Operativo, describiéndose éstas paso a paso, especificando el equipo, herramientas y personal a utilizar en cada proceso.

### Propósito de la actividad:

Cambiar o instalar todos aquellos elementos faltantes de la Red de Distribución que no se encuentren en condiciones idóneas para realizar las pruebas de aislamiento y las diferentes mediciones de flujo en el Distrito de Medición.

#### 8.1 CAMBIO DE VÁLVULAS

Para esta actividad se requiere lo siguiente:

### EQUIPO Y HERRAMIENTAS:

- Mapa de ubicación indicando el lugar preciso donde se encuentran las válvulas
- Localizador de metales FUJI F-90M
- Válvulas y accesorios de diferentes diámetros.
- Herramientas para limpiar cajas de válvulas de control
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.

### **PERSONAL:**

- Cuadrilla de mantenimiento
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.

### **ACTIVIDADES:**

Se realizan las actividades siguientes:

1. Notificar a los residentes del Distrito de Medición, mediante hojas volantes y perifoneo la actividad a realizar.
2. Suspensión parcial de servicio de agua, dependiendo de la ubicación de la válvula a cambiar.
3. Cambio de válvula y accesorios indicados.
4. Reestablecer el servicio de agua potable en el sector aislado.
5. Ubicar en el mapa las válvulas cambiadas con los diámetros correspondientes.
6. Las válvulas correspondientes para el estudio del MNF podrán estar instaladas ya sea en cajas hidráulicas o en pozos de visita, dependiendo de las características que la red de distribución presenta.

## **8.2 INSTALACIÓN DE MACRO MEDIDOR**

Para realizar esta actividad se requiere se verifique el siguiente “check list”:

### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Macromedidor y accesorios (abrasaderas).
- Herramientas para su instalación (Llave stilson y llave fija de diferentes diámetros).
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.
- Manómetro

### **PERSONAL:**

- Cuadrilla de mantenimiento



- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.

### **ACTIVIDADES:**

1. Notificar a los residentes del Distrito de Medición la suspensión del servicio.
2. Instalación del Macromedidor y Manómetro.
3. Pruebas de buen funcionamiento del Macromedidor.
4. Reestablecer el servicio de agua potable en el Distrito de Medición.
5. Las válvulas correspondientes para el estudio del MNF podrán estar instaladas ya sea en cajas hidráulicas o en pozos de visita, dependiendo de las características que la red de distribución presenta.



### **8.3 PRUEBA DE AISLAMIENTO**

Para realizar esta actividad se requiere se verifique el siguiente “check list”:

### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Barra de cubo para realizar maniobras de válvulas.
- Barra para limpiar las cubre válvulas.
- Conos de seguridad.



### **PERSONAL:**

- 2 auxiliares de fontanería para maniobras en válvulas
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.

### **ACTIVIDADES:**

1. Notificar a los residentes del Distrito de Medición la suspensión del servicio.
2. Ubicar los sectores y válvulas de aislamiento en el plano y en campo

3. Identificar las válvulas a maniobrar en campo
4. Corroborar que los sectores en estudio estén aislados, mediante apertura de chorros domiciliarios.
5. Construir cajas, desalojar ripio y material sobrante.
6. Instalar válvulas de aislamiento en cada sector analizado.
7. Suspensión del servicio en sector de aislamiento.
8. Realizar pruebas de aislamiento.



## 9 MACRO MEDICIÓN INICIAL

### 9.1 LECTURA DE MACRO MEDIDOR

La lectura del Macro Medidor deberá realizarse según las consideraciones siguientes:

1. El área de facturación notifica al Equipo de Acción para la reducción de agua no facturada la fecha de lectura de micro medidores en el Distrito de Medición.
2. En la fecha de lectura de micromedidores, el lector encargado de registrar la medición se desplaza al Distrito de Medición y procede a aislar el área donde se encuentra el macromedidor con cintas de seguridad.



3. Registra la lectura del Macromedidor en su bitácora de reporte mensual, la cual deberá realizarse antes de iniciar la lectura de micromedidores, manteniendo la misma hora en cada registro mensual.
4. Retira perímetro de seguridad e informa al Equipo de Acción para la reducción de agua no facturada.



## 9.2 ESTUDIO DE FLUJO MÍNIMO NOCTURNO (MNF)

Se verificará el siguiente “check list” para esta actividad:

### EQUIPO Y HERRAMIENTAS:

- Flujómetro ultrasónico (Portaflow-C)
- Mangueras metálicas
- Torre de iluminación con planta eléctrica
- Lámparas de mano
- Cinta teflón
- Acoples de bronce de diámetro 2”
- Llaves de cubo para manipular las válvulas
- Llave stilson
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.

### PERSONAL:

- Técnico encargado del sector.
- Cuadrilla de mantenimiento
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.
- Personal de seguridad.



### **ACTIVIDADES:**

Esta actividad se realiza en horario nocturno (de 11:00 p.m. a 04:00 a.m.):

1. Asegurarse que el servicio de agua potable esté funcionando adecuadamente, con presiones entre 20 y 40 PSI para realizar las pruebas.
2. Notificar a los residentes del Distrito de Medición, mediante hojas volantes y perifoneo la actividad a realizar.
3. Ubicar las cajas hidráulicas donde están instaladas las válvulas de aislamiento de los sub-bloques.
4. Colocación de elementos de seguridad industrial.
5. Preparación del equipo y accesorios.
6. Cerrar las válvulas para aislar el sub-bloque que se va a analizar.
7. Proceder a la recopilación de información con el Flojómetro Ultrasónico, por un período de 30 minutos.
8. Posteriormente se abren las válvulas de aislamiento y se registra el flujo de agua por 15 minutos.
9. Se repiten los procesos de los ítems 6 al 8, dependiendo de los sub-bloques en que se divide el Distrito de Medición.
10. Abrir todas las válvulas que se han maniobrado en el Distrito de Medición.



### **9.3 REGISTRO DE PULSO (DATA LOGGER)**

Se verificará el siguiente “check list” para esta actividad:

#### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Batería de 12V, 75 amp. (batería cargada)
- Protección de batería (plástico, etc)
- Cinta aislante
- Data Logger y accesorios (baterías cargadas)
- Herramientas adecuadas para su instalación.
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.



**PERSONAL:**

- Auxiliar de mantenimiento
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.



**ACTIVIDADES:**

1. Colocación de elementos de seguridad industrial.
2. Instalación del Data Logger, para tomar el registro de consumo por períodos variables (entre 5 -10 minutos) durante un tiempo determinado (de 2 a 5 días).
3. Luego de finalizado el tiempo establecido se desinstala y se descarga la información en el programa HIOKI.
4. Se analiza la información recopilada en campo.

**10 DETECCIÓN DE FUGAS**

**Propósito de la actividad:**

Ubicar en el Distrito de medición las fugas que existan en medidores, válvulas y tubería de agua potable, ubicados en aceras, calles o avenidas, para su posterior confirmación y reparación, minimizando así el consumo de agua no facturada.



**10.1 SONDEO ACÚSTICO DE MICRO MEDIDORES**

Para realizar esta actividad se requiere se verifique el siguiente “check list”:

**EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Barras acústicas (listening stick).



- Detector de sonido digital (batería cargada)
- Plano de conjunto con sus respectivas viviendas.
- Registro de cuentas que factura la institución, detallando, nombre de cliente, número de casa, polígono, nombre de calle o avenida, número de cuenta y condición del medidor
- Herramientas para abrir cajas de medidores (desarmador, martillo, tenazas, franelas para limpiar visor del medidor)
- Spray de color para la marcación de posibles fugas.
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.



### **PERSONAL:**

- Técnicos para utilizar las barras acústicas
- 2 ayudantes generales para destapar cajas de medidores, maniobrar válvulas.
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.

### **ACTIVIDADES:**

Se realizan las actividades en horario diurno:

1. Notificar a los residentes del Distrito de Medición, mediante hojas volantes y perifoneo la actividad a realizar.
2. Asegurarse que el servicio de agua potable sea el adecuado para realizar las pruebas.
3. Traslado del personal de campo al Distrito de Medición
4. Ubicar en el mapa y en el listado cada una de las viviendas a analizar, para su respectivo recorrido.



5. Factores externos a considerar: transformadores, aires acondicionados funcionando y tráfico vehicular.
6. Verificar que ninguno de los grifos del inmueble que se está analizado se encuentre abierto.
7. Cumplido el numeral anterior proceda al sondeo acústico.
8. Ubicarse frente a la caja del medidor, destaparla y colocar la punta metálica de la barra acústica en cualquier material metálico que posea la conexión del medidor (válvula, coplas, etc.)
9. Colocar el otro extremo de la barra acústica en el oído para verificar si existe algún sonido de flujo de agua.
10. Asegúrese de no tocar con las manos la parte metálica de la barra, únicamente sostenerla de la parte ahulada en que se encuentra el amplificador mecánico.
11. Presione con la otra mano el oído que queda libre, para obtener una mayor recepción del sonido, evitando los ruidos externos.
12. Escuche por un lapso de 15 a 30 segs. el flujo constante de agua. Con la práctica podrá distinguir el sonido del flujo normal del agua al de una posible fuga.
13. Si no se escucha ningún sonido de fuga, termina el proceso y se descarta la existencia de ésta, trasladándose a la siguiente caja de medidor.
14. Si se escucha algún sonido se procede a cerrar las válvulas de los medidores cercanos al analizado. Se procede a escuchar nuevamente el flujo de agua y si persiste el sonido de fuga se marca en la acera utilizando spray de color.
15. Se traslada la información de la existencia de fugas en medidores a la lista de usuarios y a los planos. Se especifica en qué accesorio de la conexión se ubica la fuga (válvula, codo, parado, copla, entronque, etc.).
16. Este proceso se hace en cada una de las viviendas del Distrito de Medición, con un tiempo estimado de 3-5 min.



## 10.2 SONDEO ACÚSTICO DE FUGAS EN LA RED

Para esta actividad se verificará el “check list” siguiente:

### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Barra acústica (listening stick).
- Detector de sonido digital (batería cargada)
- Detectores de ruidos y fugas (batería cargada)
- Plano de conjunto del Distrito de Medición.
- Registro de cuentas que factura la institución, detallando, nombre de cliente, número de casa, polígono, nombre de calle o avenida, número de cuenta y condición del medidor.
- Herramientas para abrir cajas de medidores y válvulas de control (desarmador, martillo, tenazas, barra de cubo, franelas para limpiar visor del medidor)
- Manómetro de presión
- Spray de color para la marcación de posibles fugas en calles y avenidas.
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.

### **PERSONAL:**

- Técnico encargado de distribución de agua potable del sector en estudio.
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.
- 4 técnicos para utilizar los aparatos detectores de fugas.
- 1 técnico para el manejo de la barra acústica digital.
- 1 ayudante general para destapar cajas de medidores, maniobrar válvulas en pasajes, calles y avenidas.

### **ACTIVIDADES:**

Se realizan las siguientes actividades de preferencia en horario nocturno: (de 11 p.m. a 4 a.m.), tiempo en el cual el consumo es casi nulo.

1. Asegurarse de que el servicio de agua potable sea el adecuado para realizar las pruebas.
2. Traslado del personal de campo al Distrito de Medición.
3. Delimite cada área a verificar con cintas y conos de seguridad.
4. Hacer las pruebas de presión con el manómetro para garantizar que ésta sea la óptima para el trabajo auditivo.

5. Preparar el equipo de detección de fugas, verificando que los accesorios estén completos, de acuerdo al manual de equipos (barra acústica, Detector de sonido digital y detector de ruidos y fugas).
6. Ubicar las tuberías de agua potable que se encuentran en las vías de circulación.
7. Se colocan los audífonos y se ajusta el volumen del aparato, dando golpes con el pie en la superficie cercana donde está ubicado el amplificador.
8. Se inicia la verificación de fugas, recorriendo la tubería en cada una de las calles y avenidas que componen el Distrito de Medición; haciendo contacto con la superficie aproximadamente a cada metro.
9. Verificar en cada válvula e hidrante con la barra acústica la existencia de fuga.
10. Al escuchar sonido de fuga se comprueba si existen factores externos que puedan interferir en la percepción del sonido. (transformadores, aires acondicionados funcionando, tráfico vehicular, etc.) . Si el sonido persiste se marca en la superficie y en el plano la posible fuga. Además se indica en el cuadro de usuarios frente a qué vivienda se encuentra la fuga.

### 10.3 CONFIRMACIÓN DE FUGAS

Se requiere se verifique el siguiente “check list”:

#### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Barra acústica (listening stick).
- Detector de sonido digital (batería cargada)
- Detectores de ruidos y fugas (batería cargada)
- Correlador de fugas. (batería cargada)
- Taladro industrial para perforar pavimento y concreto.
- Varilla de perforación.
- Planta eléctrica.
- Plano de conjunto del Distrito de Medición con la identificación de las posibles fugas.
- Registro de cuentas que factura la institución con la identificación de las posibles fugas.

- Herramientas para abrir cajas de medidores y válvulas de control (desarmador, martillo, tenazas, barra de cubo, franelas para limpiar visor del medidor)
- Spray de color para la marcación de posibles fugas.
- Lámparas de mano.
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.



### **PERSONAL:**

- Technical supervisor who coordinates and supervises the work to perform and record the information gathered.
- Technical responsible for drinking water distribution sector under study.
- Security as required.
- 4 technicians to use leak detection devices
- 1 general assistant to uncover and maneuver meter boxes valves.

### **ACTIVIDADES:**

1. Notificar a los residentes del Distrito de Medición, mediante hojas volantes y perifoneo que se realizará actividad en horario nocturno.
2. Asegurarse de que el servicio de agua potable sea el adecuado para realizar las pruebas.
3. Traslado del personal de campo al Distrito de Medición



4. El coordinador indica al personal los lugares identificados para hacer la confirmación de fugas.
5. Preparar el correlador de fugas, de acuerdo al manual de equipos.
6. Ubicar el pre-amplificador “A” en la válvula de la tubería principal y el pre-amplificador “B” en la acometida del micromedidor más cercano a la fuga. Asegurarse que los contactos de los pre-amplificadores estén en la parte metálica de la válvula. La unidad principal del correlador registra los datos donde se ubica el punto exacto de la fuga.
7. Se procede a taladrar dicho punto hasta perforar la superficie asfáltica o de cemento.
8. Con la varilla de perforación se llega a un punto cercano a la fuga.
9. Se comprueba la existencia de la fuga, la cual será reparada hasta después de la primera prueba del flujo mínimo nocturno (MNF).
10. Ubicar en el mapa y en el listado las fugas ya corroboradas.



## 11 ELIMINACIÓN DE FUGAS

### **Propósito de la actividad:**

Reparar las fugas identificadas y confirmadas en el ítem anterior, en micro medidores y tuberías de agua potable, con el fin de minimizar el consumo de agua no facturada.

### **11.1 REPARACIÓN DE FUGAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

Para realizar esta actividad se requiere se verifique el siguiente “check list”:

### **EQUIPO, HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS:**

- Plano de conjunto con las fugas en red de distribución ya identificadas.
- Accesorios y herramientas para reparación: Cortadora mecánica, Piocha, pala, barra lineal, llave stilson, tubería de PVC de diferentes diámetros, pegamento, lima escofina, cinta teflón, grasa y para cerrar válvulas la llave dado grueso.
- Accesorios y herramientas para compactación: pala, pisón, vibro – compactadora (bailarina), suelo- cemento, asfalto.
- Carretilla para traslado de materiales y desalojo de ripio.
- Chalecos, cinta amarilla de protección y conos de seguridad.

### **PERSONAL:**

- Cuadrilla para reparación de fugas en red de distribución.
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.



### **ACTIVIDADES:**

1. Traslado del personal de campo al Distrito de Medición
2. Ubicar el lugar donde se corroboró que hay fuga en red de distribución.
3. Cumplido el numeral anterior proceda a colocar la cinta y los conos de protección, y que el personal se coloque los chalecos.
4. Una vez identificado el punto exacto de fuga, realizar el corte de pavimento-asfalto y la excavación hasta llegar a la fuga en tubería.
5. Preparar los accesorios a utilizar en la reparación
6. Cerrar la válvula de control para realizar la reparación en la tubería.
7. Una vez reparada la fuga, se realiza la compactación correspondiente, aplicando la capa asfáltica o cemento según sea el caso.
8. Se abre nuevamente la válvula para el paso normal del agua en la red de distribución.



9. Se retira el ripio del lugar trasladándolo al lugar asignado.
10. Se llena la hoja de control de fugas por cada reparación realizada, anexándole esquema de ubicación y fotografía de antes y después del trabajo realizado (ver hoja de control de fugas)
11. Se traslada el personal a la próxima fuga identificada, repitiéndose el proceso.

Hoja de Control de Fugas					Ref. No	1																																																																																																																																						
<b>C I U D A D O C R I N T O</b>																																																																																																																																												
Fecha:	28-Apr-11		Fuga No.																																																																																																																																									
Bloque No.			Calle No.																																																																																																																																									
Polígono No.			Casa No.																																																																																																																																									
Tubería Principal	H erro Fundido , PVC , Gal vanizado, Others( )		Ubicación	Tubería, Acometida, Válvula, Otros																																																																																																																																								
			Condición	Hoyo, Quebradura, Rajadura, Empaques, Desconocido, Otros																																																																																																																																								
Diámetro			Causa	Corrosión, Presión del Agua, Envejecimiento, Mala Construcción, Carga Vehicular, Desconocido, Otros																																																																																																																																								
Acometida	Gal vanizado , PVC , Others( )		Ubicación	Tubería, Acometida, Válvula, Otros																																																																																																																																								
			Condición	Hoyo, Quebradura, Rajadura, Empaques, Desconocido, Otros																																																																																																																																								
Diámetro	1,5"		Causa	Corrosión, Presión del Agua, Deterioro, Mala Construcción, Carga Vehicular, Vandalismo, Otros																																																																																																																																								
Profundidad			Terreno	Asfalto, Concreto, Grava, Grama, Tierra, Otros																																																																																																																																								
Tamaño de la Fuga	Grande, Mediana, Pequeña		Cantidad de Fuga (Quantificada)	6 L/H																																																																																																																																								
Punto de la Fuga																																																																																																																																												
Reparación & Repleno					Fecha de la Reparación :																																																																																																																																							
Mapa del Sitio			Fotografía <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">                     Antes                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">                     Después                 </div>																																																																																																																																									
Comentarios EL CODO ESTA QUEBRADO																																																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th>m X</th> <th>m X</th> <th colspan="2">m=( m<sup>2</sup> )</th> <th colspan="4">Material</th> </tr> <tr> <th>Precio Unit</th> <th>Hora</th> <th>Volúmen</th> <th>Sub total</th> <th>Principal</th> <th>Precio Unit</th> <th>Volúmen</th> <th>Sub total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trabajador</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Acople</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fontanero</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Tubería</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Supervisor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Válvula</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ingeniero</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Et c</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Excavadora</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>Servicio</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Válvula</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Acople</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Medidor</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Empaques</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Et c</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Arena</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Asfalto</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Total</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								m X	m X	m=( m <sup>2</sup> )		Material				Precio Unit	Hora	Volúmen	Sub total	Principal	Precio Unit	Volúmen	Sub total	Trabajador					Acople				Fontanero					Tubería				Supervisor					Válvula				Ingeniero					Et c				Excavadora					<b>Servicio</b>									Válvula									Acople									Medidor									Empaques									Et c									Arena									Asfalto				Total					Total			
	m X	m X	m=( m <sup>2</sup> )		Material																																																																																																																																							
	Precio Unit	Hora	Volúmen	Sub total	Principal	Precio Unit	Volúmen	Sub total																																																																																																																																				
Trabajador					Acople																																																																																																																																							
Fontanero					Tubería																																																																																																																																							
Supervisor					Válvula																																																																																																																																							
Ingeniero					Et c																																																																																																																																							
Excavadora					<b>Servicio</b>																																																																																																																																							
					Válvula																																																																																																																																							
					Acople																																																																																																																																							
					Medidor																																																																																																																																							
					Empaques																																																																																																																																							
					Et c																																																																																																																																							
					Arena																																																																																																																																							
					Asfalto																																																																																																																																							
Total					Total																																																																																																																																							

**Figura 26: Hoja de control para verificar la ubicación, tipo de fuga (material, diámetro, lugar de la fuga, si es en red, micromedidor o accesorios)**

## 11.2 CAMBIO DE MICRO MEDIDORES

Esta actividad es la sustitución de micromedidores averiados, destruidos, parados, empañados, servicios directos, etc.; para lo cual se requiere la verificación del siguiente check list:



### **EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:**

- Plano de conjunto y listado de usuarios identificando los micromedidores de las viviendas a ser cambiados. .
- Accesorios y herramientas para cambios de medidores: Medidor nuevo, cinta teflón, llave stilson, niples, accesorios de PVC.
- Identificación del personal de la institución.
- Hoja de notificación al cliente por cambio de medidor.
- Hoja de catastro de clientes identificando el No. de cuenta, para detallar accesorios utilizados en cada cambio de medidor.

### **PERSONAL:**

- El personal de campo a utilizar en esta actividad (fontanero) dependerá de la cantidad de medidores a cambiar, según lo indique el técnico supervisor.
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.

### **ACTIVIDADES:**

1. Traslado del personal de campo al Distrito de Medición
2. Ubicar las viviendas en las que se hará el cambio de medidor.

3. Notificar al cliente el cambio a realizarse.
4. Preparar los accesorios, limpiar la caja, cerrar válvula de control y realizar la instalación del nuevo medidor.
5. El fontanero deberá asegurarse de la correcta instalación del nuevo medidor según lo indica la flecha de flujo de agua (que el medidor no se haya colocado al revés).
6. Abrir la válvula, corroborar que no existan fugas y verificar el buen funcionamiento del mismo.
7. El medidor que se retiró se le entrega al cliente.



### 11.3 ELIMINACIÓN DE CONEXIONES ILEGALES Y FRAUDULENTAS



Las **conexiones ilegales** son las que realizan tomando el agua de la red de distribución sin permiso de la institución, no realizan pagos de entronque o de consumo de agua, por lo tanto estas no están registradas en el Sistema Comercial de ANDA (SIC).

Las **conexiones fraudulentas** son los servicios registrados en el Sistema Comercial de ANDA, suspendidos por la institución por pagos atrasados, que han sido re-conectados por el cliente, sin autorización.



Para esta actividad se requiere lo siguiente:

#### **EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:**

- Plano de conjunto y cuentas de usuarios identificando las conexiones ilegales y fraudulentas.
- Accesorios y herramientas para desconectar los servicios.



#### **PERSONAL:**

- El personal de campo a utilizar en esta actividad (fontanero) dependerá de la cantidad de desconexiones a realizar, según lo indique el técnico supervisor.
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.



#### **ACTIVIDADES:**

1. Traslado del personal de campo al Distrito de Medición
2. Ubicar los sitios del proyecto en que se han identificado las conexiones ilegales o fraudulentas.

3. Preparar las herramientas y proceder a la desconexión de la instalación ilegal o fraudulenta
4. Proceder a la desconexión siguiente.



## 12 MEDICIÓN DE FLUJOS DESPUÉS DE REPARADAS LAS FUGAS

### Propósito de la actividad:

Una vez reparadas las fugas en redes de distribución, micromedidores y sustitución de estos, se procede a realizar nuevamente la medición del flujo de agua del Distrito de Medición.

### 12.1 MACRO MEDICIÓN DESPUÉS DE REPARADAS LAS FUGAS

Para verificar la macro medición del Distrito de Medición después de reparadas las fugas se debe de realizar lo siguiente:

#### 12.1.1 LECTURA DE MACRO MEDIDOR

Se deben realizar las lecturas mensualmente y compararlas con las lecturas anteriores, es decir antes de reparar las fugas tanto en la red de distribución como en los micromedidores.

#### 12.1.2 ESTUDIO DE FLUJO MÍNIMO NOCTURNO (MNF)

Para esta actividad se deberá de realizar de igual forma como el primer MNF, verificando el siguiente “check list”:

### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Flujómetro ultrasónico (Portaflow-C)
- Mangueras metálicas
- Torre de iluminación con planta eléctrica
- Lámparas de mano
- Cinta teflón
- Acoples de bronce de diámetro 2"
- Llaves de cubo para manipular las válvulas
- Llave stilson
- Chalecos, cintas y conos de seguridad, etc.

### **PERSONAL:**

- Técnico encargado del sector.
- Cuadrilla de mantenimiento
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.
- Personal de seguridad.

### **ACTIVIDADES:**

Esta actividad se realiza en horario nocturno, que es el menor consumo (de 11:00 p.m. a 04:00 a.m.):

1. Asegurarse que el servicio de agua potable esté funcionando adecuadamente, con presiones entre 20 y 40 PSI para realizar las pruebas.
2. Notificar a los residentes del Distrito de Medición, mediante hojas volantes y perifoneo la actividad a realizar.
3. Ubicar las cajas hidráulicas donde están instaladas las válvulas de aislamiento de los sub-bloques.
4. Colocación de elementos de seguridad industrial.
5. Preparación del equipo y accesorios.
6. Cerrar las válvulas para aislar el sub-bloque que se va a analizar.
7. Proceder a la recopilación de información con el Flujómetro Ultrasónico, por un período de 30 minutos.

8. Posteriormente se abren las válvulas de aislamiento y se registra el flujo de agua por 15 minutos.
9. Se repiten los procesos de los ítems 6 al 8, dependiendo de los sub-bloques en que se divide el Distrito de Medición.
10. Abrir todas las válvulas que se han maniobrado en el Distrito de Medición.



### **12.1.3 REGISTRO DE PULSO (DATA LOGGER)**

Para esta actividad se deberá de realizar de igual forma como el primer MNF, verificando el siguiente “check list”:

#### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Batería de 12V, 75 amp. (batería cargada)
- Protección de batería (plástico, etc)
- Cinta aislante
- Data Logger y accesorios (baterías cargadas)
- Herramientas adecuadas para su instalación.
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.

#### **PERSONAL:**

- Auxiliar de mantenimiento
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.

**ACTIVIDADES:**

1. Colocación de elementos de seguridad industrial.
2. Instalación del Data Logger, para tomar el registro de consumo por períodos variables (entre 5 -10 minutos) durante un tiempo determinado (de 2 a 5 días).
3. Luego de finalizado el tiempo establecido se desinstala y se descarga la información en el programa HIOKI.
4. Se analiza la información recopilada en campo.

**12.2 MICRO MEDICIÓN**

Después de los resultados obtenidos del segundo MNF se debe de realizar la micro medición a partir del agua distribuida en la totalidad del Distrito de Medición y los resultados de las lecturas mensuales de los micromedidores.

**12.2.1 CONSUMO DE CLIENTES**

Es la sumatoria de los consumos de los micromedidores menos el consumo total que registra el macromedidor, dando como resultado el Agua No Facturada (ANF).

Año	Mes	Lectura Macro Medidor			Lectura Micro Medidores		
		Fecha	Lectura Medidor	A	Desde Fecha	Hasta Fecha	B
				Ingreso total de agua			Consumo total
			m3	m3/mes			m3/mes
2011	1	18					16,374
2011	2	17					15,716
2011	3	11	1,696		11	11	15,954
2011	4	16	28,135	26,439	16	16	15,884
2011	5	16	50,100	21,965	16	16	15,488
2011	6	16	72,260	22,160	16	16	17,026
2011	7	16	90,783	18,523	16	16	15517
2011	8	19	111,232	20,449	19	19	16,503
2011	9	17	128,913	17,681	17	17	14,638

**Figura 27: Reporte de Consumo, lectura de Macromedidor y de micromedidores.**

## 13 ANÁLISIS DEL AGUA NO FACTURADA (ANF)

Realizadas las actividades de reparación y medición en el área de estudio, se deberán efectuar una serie de cálculos y análisis de los datos obtenidos para establecer los parámetros iniciales y finales, permitiendo así obtener indicadores de las mejoras.

En este apartado se refleja el resumen de todas las acciones desarrolladas en el Distrito de Medición y se establecen los indicadores del estado inicial y de las mejoras realizadas, mediante cuadros y gráficas comparativas de las condiciones iniciales y finales, los consumos de agua según lecturas y los resultados de los estudios de consumo mínimo nocturno. Esta información permitirá realizar los análisis de los resultados de la Reducción del Agua No Facturada, fin último de este manual, que considera los costos de las actividades ejecutadas para establecer el costo-beneficio.

### 13.1 CÁLCULO DEL AGUA NO FACTURADA (BENEFICIO)

Para determinar el volumen del ANF se recurre al uso del Balance del Agua, que es un método de auditoría del agua, que examina los registros por medio de mediciones o estimaciones del flujo del agua, ya sean en forma de consumo en beneficio o como desperdicio; desde el sitio de producción a través del sistema de distribución hasta llegar a los usuarios, permitiendo establecer la pérdida de agua en estos sistemas.

Se utilizará el cálculo básico para determinar el Agua No Facturada, cuyo resultado se obtiene mediante la diferencia entre el volumen de agua medido a la entrada del sistema y el volumen de consumo facturado según los registros de lecturas de medidores, tal como se muestra en la tabla siguiente:

A continuación se muestran los componentes del Balance del Agua:

Volumen de Entrada al Sistema (M3)	Consumo Autorizado (Agua Facturada) (M3)	Consumo Autorizado Facturado (M3)	Consumo Facturado Medido (Incluye Agua Exportada) (M3)	Agua Facturada (M3)	
			Consumo Facturado No Medido (M3)		
		Consumo Autorizado No Facturado (M3)	Consumo No Facturado Medido (M3)		
			Consumo No Facturado No Medido (M3)		
	Pérdidas de Agua (Agua No Facturada) (M3)	Pérdidas Aparentes (M3)		Consumo No Autorizado (Fraude, Robo, Otros) (M3)	Agua No Facturada (M3)
				Imprecisiones de Medición Del Cliente (M3)	
				Sistematización de Datos, Control de Errores (M3)	
		Pérdidas Reales (M3)		Fugas en la Red de Transmisión y Distribución (M3)	
				Fugas y Desbordamientos en los Tanques de Almacenamiento (M3)	
				Fugas en las Conexiones de Servicio hasta el Punto de Medición del Cliente (M3)	

**Figura 28: Balance del Agua**

Fuente: IWA. Asociación Internacional del Agua

Sector : 55 Rutas : 85, 86, 87

**ADMINISTRACION NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

**Macro/Micro Lecturas en Área Piloto**

**RRESIDENCIAL CIUDAD CORINTO, MEJICANOS**

Año	Mes	Fecha	Lectura Macro Medidor		Lectura Micro Medidores		ANF		
			Lectura Medidor m3	A	Desde Fecha	Hasta Fecha	B	C=A-B	D=C/A
				Ingreso total de agua m3/mes			Consumo total m3/mes	Cantidad m3/mes	Proporción %
2011	1	18							
2011	2	17							
2011	3	11	1,696		11	11	15,954		
2011	4	16	28,135	26,439	16	16	15,884	10,555	39.92
2011	5	16	50,100	21,965	16	16	15,488	6,477	29.49
2011	6	16	72,260	22,160	16	16	17,026	5,134	23.17
2011	7	16	90,783	18,523	16	16	15,517	3,006	16.23
2011	8	19	111,232	20,449	19	19	16,503	3,946	19.30

*Callouts:*  
 - "Lectura de macromedidor antes de las reparaciones" (points to row 4)  
 - "Lectura de micromedidores antes de las reparaciones" (points to row 4)  
 - "Diferencia entre ambas lecturas antes de las reparaciones" (points to row 4)  
 - "Diferencia entre lecturas después de reparaciones. Promedio de 4 meses de agua no facturada igual a 4,641 m3/mes" (points to row 8)

**Figura 29: Cálculo del ANF**

Para completar la tabla anterior se colocan en la columna correspondiente los datos siguientes:

- En las primeras dos columnas anotar en números, el **año** y el **mes** en que se realiza la lectura.

- Se colocan las **Lecturas del Macromedidor en m3**; encontrando **“A” (Ingreso total del agua en m3/mes)** al realizar la resta de la lectura del mes actual menos la del mes anterior, debiendo coincidir las fechas de las lecturas de éste con la de los micromedidores. De esta manera se determina el volumen de agua medido a la entrada del sistema.
- En las **Lecturas de Micromedidores**, columna **“B” (Consumo total en m3/mes)**, se anota la sumatoria de las lecturas de consumo de Micro Medidores de las cuentas, proporcionado en informe mensual por Facturación.
- En las columnas de **ANF (Agua no facturada)** se colocan dos datos importantes: el primero, la **Cantidad (C=A-B)** que es el resultado de sustraer del Ingreso Total de Agua (A) el Consumo Total (B), expresado en metros cúbicos por mes (m3/mes); y el segundo es la **Proporción (D=C/A)** que es el resultado de dividir la Cantidad de Agua No Facturada (C) entre el Ingreso Total de Agua (A), expresado como porcentaje.

### 13.1.1 ESTUDIO DE CONSUMO MÍNIMO NOCTURNO (MNF)

En este apartado se muestra el comportamiento del consumo en horario nocturno, antes y después de las reparaciones de fugas y cambios de medidores averiados, desconexiones ilegales y fraudulentas.

Se presenta el resultado obtenido de restar el caudal por cada uno de los bloques aislados en las pruebas realizadas del MNF; teniendo como resultado el ahorro en m3/día por bloque y por el Distrito de Medición completo.

ITEM	ANTES DE REPARACIONES				DESPUES DE REPARACIONES				Diferencia (m3/D)
	Fecha	Hora	Presion (MPa)	Caudal (m3/D)	Fecha	Hora	Presion (MPa)	Caudal (m3/D)	
Estimado en fugas				96.0				0	
Block_A	Marzo,10	0:43	0.544	319.022	Mayo,27	1:06	0.534	158.954	160.068
Block_B	Marzo,10	1:48	0.419	99.106	Mayo,27	2:10	0.413	17.568	81.538
Block_C	Marzo,10	2:40	0.138	96.000	Mayo,31	1:45	*0.138	10.678	85.322
Total MNF				514.128				187.200	326.928

**Figura 30: Consumo Mínimo Nocturno (MNF)**

A continuación se ejemplifica la comparación en forma gráfica del resultado del MNF al realizarse las pruebas antes y después de las reparaciones, en algunos de los bloques en que se divide el Distrito de Medición.

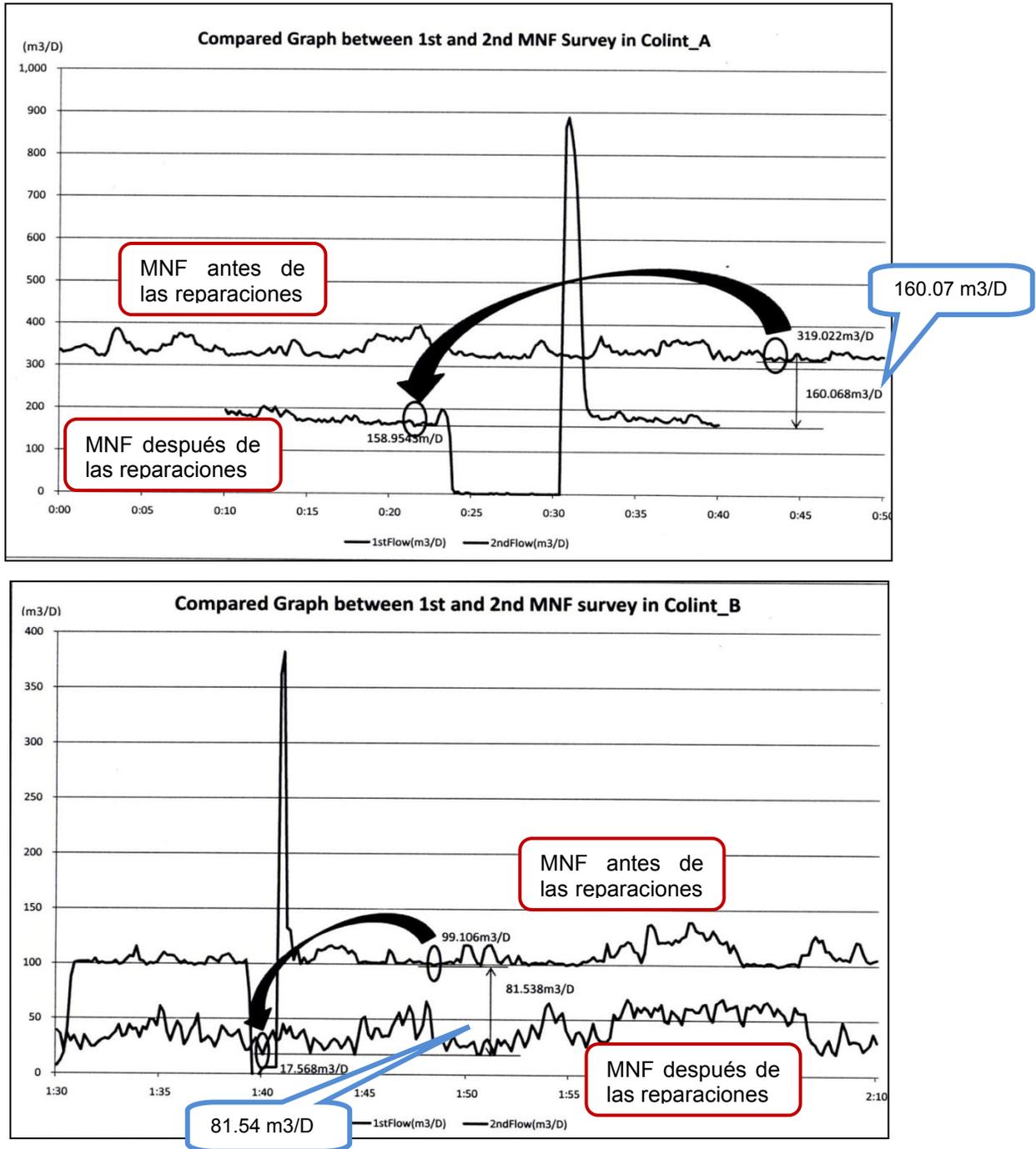


Figura 31: Gráficas del Consumo Mínimo Nocturno (MNF)

Se observa un ahorro considerable tanto en el bloque A como en el bloque B luego de reparadas las fugas.

### 13.1.2 ANALISIS DEL SONDEO DE MACROMEDIDOR

Macro medidor	1er sondeo			2º sondeo			Diferencia	
	Fecha	Marzo, 12	Marzo, 13	Promedio	Junio, 1	Junio, 2		Promedio
	Hora	PM14:00	PM14:00		AM11:00	AM11:00		
	Total Volumen (m3/D)	867	777	822	652	685	669	153
	Caudal Promedio (m3/h)	36.13	32.38	34.25	27.17	28.54	27.85	6.40

**Figura 32: Sondeo de Macromedidor**

Al analizar los datos obtenidos en el macromedidor en un período de tiempo de 2 días, podemos observar que en el primer sondeo el promedio de ambas fechas es mayor que en el segundo sondeo realizado, encontrándose una diferencia sustancial de consumo en m3/D. Se recuerda que el segundo sondeo se ejecuta luego de reparadas las fugas y cambiados los micromedidores.

### 13.1.3 EFECTOS DE LA REDUCCIÓN DEL AGUA NO FACTURADA

Con el promedio de al menos dos días consecutivos de lecturas del Macromedidor, y con los datos de la prueba del MNF en horarios de menor consumo, se obtiene el Porcentaje de Agua No Facturada, dividiendo el Caudal total del MNF entre el Volumen total promedio del Macromedidor.

Estos datos son necesarios para hacer una comparación entre los porcentajes encontrados antes y después de las reparaciones, dando como resultado el Beneficio obtenido en el Distrito de Medición.

	ANTES DE REPARACIONES					DESPUES DE REPARACIONES				Diferencia (m3/D)
Macro medidor	Fecha	Marzo, 11	Marzo, 12	Marzo, 13	Promedio	Mayo, 31	Junio, 1	Junio, 2	Promedio	
	Hora	PM14:00	PM14:00	PM14:00		AM11:00	AM11:00	AM11:00		
	Total Volumen (m3/D)		867	777	822		652	685	669	153
	Caudal Promedio (m3/h)		36.13	32.38	34.25		27.17	28.54	27.85	6.40
MNF	ITEM	Fecha	Hora	Presión (MPa)	Caudal (m3/D)	Fecha	Hora	Presión (MPa)	Caudal (m3/D)	Diferencia (m3/D)
	Estimado en fugas				96.0				0	
	Block_A	Marzo, 10	0:43	0.544	319.022	Mayo, 27	1:06	0.534	158.954	160.068
	Block_B	Marzo, 10	1:48	0.419	99.106	Mayo, 27	2:10	0.413	17.568	81.538
	Block_C	Marzo, 10	2:40	0.138	96.000	Mayo, 31	1:45	*0.138	10.678	85.322
	Total MNF					514.128			187.200	326.928
	Porcentaje calculado en base a lecturas del Macromedidor en relación a datos obtenidos con prueba MNF (%)					62.55%			27.98%	34.56%

**Figura 33: Comparación entre las lecturas del Macromedidor y MNF**

822/514.13

669/187.20

BENEFICIO

### 13.2 COSTOS DEL DISTRITO DE MEDICIÓN

En este apartado se detalla cada uno de los gastos en que ha incurrido la ANDA; además de las adquisiciones de la Cooperación Japonesa, JICA para ejecutar el proyecto de Medición de Agua No Facturada en el Distrito de Medición.

#### 13.2.1 ACTIVIDADES REALIZADAS EN DISTRITO DE MEDICION

Se desglosan los precios unitarios de cada una de las actividades que se realizan en el proyecto, incluyendo materiales, mano de obra, equipo, herramientas y transporte entre otros; con el fin de encontrar el costo total del mismo, y realizar posteriormente el debido análisis del costo-beneficio obtenido. Estas actividades se resumen así:

Summary of Costs - Suma de Costos	COSTO US\$
Estudio y trabajos para elaborar Planos de sistema de tubería	\$ 1,784
Preparación de los planos	\$ 1,005
Estudio casa por casa y verificación de micromedidores	\$ 405
Reemplazo de Válvulas	\$ 1,596
Reemplazo de Micromedidores	\$ 3,829
Construcción de caja de Macro Medidor	\$ 1,552
Construcción de caja de de Medición de Flujo	\$ 4,656
Detección nocturna de fugas	\$ 737
Medición de Flujo Mínimo Nocturno (MNF)	\$ 976
Reparación de fugas y conexiones ilegales	\$ 1,611
Comunicaciones y Relaciones Públicas	\$ 4,705
Costo Total General(US\$)	\$ <b>22,856</b>

\$ 3,194 de Obras preparatorias en Cuadro Resumen de Costos

\$ 6,208 en Construcción de Cajas (Cuadro Resumen de costos)

Por lo tanto el costo generado en el Distrito de Medición, se resume en la próxima tabla:

Región Metropolitana	
ANDA Gastos	
Obras Preparatoria / Estudios	3,194
Reemplazo / Disposición de válvulas	1,596
Reemplazo de Micromedidores	3,829
Construcción de Caja	6,208
Estudio de Fugas y MNF	1,713
Reparación de Fugas	1,611
Comunicaciones y Relaciones Públicas	4,705
Costo de Administración de ANDA	5,714
Subtotal	<b>28,570</b>
Adquisiciones por JICA	
Válvulas/Accesorios	6,954
Macro Medidores	13,088
Subtotal	<b>20,042</b>
Total	<b>48,612</b>

Es el Costo total Invertido en el Distrito de Medición

**Resumen de Costo de estudio en el Distrito de Medición ((US\$)**

### 13.3 ANÁLISIS DEL COSTO-BENEFICIO

Este es el resultado obtenido del Análisis Costo-beneficio, que se detalla de la siguiente manera:

En el apartado “Reducción del Consumo Mínimo Nocturno (MNF)” se obtiene el ANF en m<sup>3</sup>/mes (antes de las reparaciones), dividiéndose este dato entre 30 días, dando como resultado el valor de “a”. Del mismo apartado se promedia el ANF de al menos 4 meses (después de reparaciones) y el resultado se divide entre los 30 días del mes, obteniendo el valor de “b”. Por lo que el agua ahorrada “c” se dará mediante la diferencia de “a-b”

El costo unitario del agua, “d” de acuerdo a análisis de Expertos de JICA, se basa en la información de la Memoria de Labores-2010 de ANDA

<b>Consumo Total Facturado:</b>	<b>226,596,162 m<sup>3</sup></b>
Región Metropolitana	122,781,587 m <sup>3</sup>
Región Central	43,915,499 m <sup>3</sup>
Región Occidental	37,407,199 m <sup>3</sup>
Región Oriental	22,491,876 m <sup>3</sup>
<b>Ingresos Comerciales Totales:</b>	<b>\$ 109,650,961.01</b>
Región Metropolitana	76,119,933.95
Región Central	10,512,586.74
Región Occidental	13,903,482.97
Región Oriental	9,114,957.35

$$\text{\$109,650,961.01} / \text{226,596,162m}^3 = \text{US\$0.484}$$

Al multiplicar el **costo unitario del agua** por el **dinero ahorrado**, se puede comprobar que existe un beneficio para la Institución al haber realizado las reparaciones de fugas y cambios de medidores en el Distrito de Medición, dando como resultado la cantidad de **ahorro diario**.

El Total Invertido, “f” se encuentra en la tabla del resumen de Costos del Distrito de Medición; y su retorno se obtiene dividiendo el **total invertido** entre el **dinero diario ahorrado**, dando como resultado los días y años (al dividir entre 365 días) en que será recuperada dicha inversión.

### **Análisis de costo/beneficio**

ANF (Antes de reparación)	352	m3/día	a
ANF (Después de reparación)	155	m3/día	b
Agua ahorrada	197	m3/día	c=a-b
Costo unitario de agua	0.48	US\$/m3	d
Dinero ahorrado	95	US\$/día	e=c x d
<b>Costos</b>			
Total invertido	48,612	US\$	f
<b>Retorno</b>			
Equivalente días	514	días	g=f/e
Equivalente años	1.4	años	g/365

## **14 CONDICIONES ESPECIALES**

### **14.1 HABILITACIÓN DE TANQUE-CISTERNA**

En el caso que el tanque-cisterna esté construido, se tomará en consideración lo siguiente:

#### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Tubería de PVC necesaria para la habilitación.
- Accesorios que se requiera instalar: Válvula de diferentes tipos (de purga de lodos, de compuerta (entrada y salida al tanque-cisterna) y válvula eléctrica para el llenado.
- Herramientas básicas del personal de cuadrilla
- Equipo de seguridad (cinta amarilla, chaleco, cono)

#### **PERSONAL:**

- Cuadrilla de trabajo de mantenimiento
- Técnico encargado de supervisión de la obra.



### **ACTIVIDADES:**

1. Limpieza y desinfección del tanque-cisterna.
2. Habilitación de entrada (inyección) y salida de tubería del tanque-cisterna a la red de distribución del Distrito de Medición.
3. Instalación de válvulas necesarias para el buen funcionamiento del tanque-cisterna.
4. Instalación de válvula eléctrica para llenado y flotador en tanque-cisterna.
5. Prueba del buen funcionamiento del sistema instalado.

### **14.2 MODIFICACIONES EN PUNTO DE ENTRONQUE**

Después de analizar y estudiar si es necesario la modificación del punto de entronque en el Distrito de Medición, se procederá a considerar lo siguiente:

#### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Mapa de ubicación de Red de distribución con los diámetros de tubería, cajas y válvulas existentes.
- Tubería en las cantidades, materiales y diámetros requeridos.
- Accesorios para el correcto funcionamiento
- Herramientas básicas de cuadrilla
- Equipo de seguridad (cinta amarilla, chaleco, cono)



#### **PERSONAL:**

- Cuadrilla de trabajo de mantenimiento en Red de Distribución.
- Técnico encargado de supervisión de la obra.



### **ACTIVIDADES:**

1. Notificar a los residentes del Distrito de Medición las actividades a realizar: Modificación de punto de entronque y suspensión del servicio de agua.
2. Considerar el abastecimiento mediante camiones cisterna si fuese necesario.
3. Colocar los elementos de seguridad.

4. Construcción de caja para el nuevo punto de entronque
5. Efectuar la modificación de punto de entronque, conectando a la red principal.
6. Reestablecer el servicio de agua potable.
7. Revisar válvulas y hacer las pruebas de tuberías correspondientes.
8. Compactar y pavimentar.
9. Desalojo de material sobrante y ripio.
10. Identificar en el mapa la nueva ubicación del punto de entronque, con todos los datos correspondientes.

### **14.3 CAMBIO DE TUBERÍAS**

Se verificará el siguiente “check list” para esta actividad:

#### **EQUIPO Y HERRAMIENTAS:**

- Localizador de cables y tuberías metálicas FUJI PL-960.
- Tubería y accesorios de diversos diámetros y materiales, según se requiera.
- Herramientas adecuadas para su instalación.
- Chalecos, cintas y conos de seguridad.

#### **PERSONAL:**

- Cuadrilla de mantenimiento
- Técnico supervisor quien coordina, supervisa el trabajo a realizar y registra la información recopilada.

#### **ACTIVIDADES:**

1. Notificar a los residentes del Distrito de Medición la suspensión del servicio.
2. Coordinar con las entidades correspondientes el trabajo a realizar (MOP, Alcaldía Municipal, PNC, etc).
3. Búsqueda de tuberías con el aparato FUJI PL-960
4. Colocación de elementos de seguridad industrial
5. Rotura de encementado, adoquinado o pavimento asfáltico.
6. Excavación.
7. Suspensión del servicio.

8. Cambio de tubería y accesorios
9. Realizar las pruebas de buen funcionamiento de la tubería instalada.
10. Reestablecer el servicio de agua potable en el Distrito de Medición.
11. Relleno y compactación del área afectada.
12. Colocar nuevamente la capa asfáltica o encementado según sea el caso.
13. Desalojo de ripio.

