



**INAPA**

**INSTITUTO NACIONAL  
DE AGUAS POTABLES  
Y ALCANTARILLADOS**

***PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN  
PARA EL SECTOR AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO (9490-DO)***

---

**Estrategia Provisional de Aguas No  
Facturadas (ANF)**

**2023**

---

## Contenido

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>5</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Contexto</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Objetivo.</b>	<b>14</b>
<b>2. Diagnóstico de la situación existente.</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Introducción</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Sistema ALINO</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1. Diagnóstico técnico y operacional</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2. Diagnóstico comercial en la Región Noroeste.</b>	<b>23</b>
<b>2.2.3. Balance de Agua</b>	<b>28</b>
<b>2.3. Mao.</b>	<b>38</b>
<b>2.3.2. Diagnóstico comercial.</b>	<b>47</b>
<b>2.3.3. Balance de Agua.</b>	<b>49</b>
<b>2.3.4. Sectorización de la red de distribución.</b>	<b>52</b>
<b>2.3.5. Conclusiones</b>	<b>58</b>
<b>3. Desarrollo de la Estrategia ANF</b>	<b>60</b>
<b>3.1. Contexto.</b>	<b>60</b>
<b>3.2. Objetivos.</b>	<b>61</b>
<b>3.3. Metodología de elaboración del Plan de acción de la estrategia ANF.</b>	<b>62</b>
<b>3.3.1. Diseño del Plan de acción.</b>	<b>62</b>
<b>3.3.2. Criterios y Metodología de cálculo de los costos de cada recomendación.</b>	<b>63</b>
<b>3.4. Sistema ALINO (Red Matriz).</b>	<b>64</b>
<b>3.5. Zona Piloto de Mao.</b>	<b>67</b>
<b>3.6. Reducción de las pérdidas físicas en los otros sistemas de distribución.</b>	<b>71</b>
<b>3.7. Cronograma de implementación, estimación y proyección de costos y equilibrio presupuestario del plan de acción ANF Banco Mundial.</b>	<b>73</b>
<b>3.7.1. Cronograma de Implementación.</b>	<b>73</b>
<b>3.7.2. Estimación de costos.</b>	<b>76</b>
<b>3.7.3. Proyección de desembolsos.</b>	<b>79</b>
<b>3.7.4. Equilibrio presupuestario.</b>	<b>82</b>
<b>3.8. Monitoreo del plan de acción ANF Banco Mundial.</b>	<b>83</b>
<b>3.8.1. Modelo ANF - Cumplimiento de las metas ANF.</b>	<b>83</b>
<b>3.8.2. Indicadores de seguimiento del desempeño ANF.</b>	<b>89</b>
<b>4. Conclusiones y próximos pasos.</b>	<b>90</b>

**5. ANEXOS**

**92**

## ACRÓNIMOS

<b>AFD</b>	Agencia Francesa de Desarrollo
<b>ALINO</b>	Acueducto de la Línea Noroeste
<b>ANC</b>	Aguas No Contabilizadas
<b>ANF</b>	Aguas No Facturadas
<b>APS</b>	Agua Potable y Saneamiento
<b>AR</b>	Áreas de Resultados
<b>AT</b>	Asistencia Técnica
<b>BH</b>	Balance Hídrico (Water Balance) según los conceptos del IWA
<b>CIF</b>	Facilidad de Inversión en el Caribe
<b>CM</b>	Compras Menores
<b>CP</b>	Comparación de Precios
<b>DPD</b>	Dirección de Planificación y desarrollo
<b>DPPE</b>	Dirección de Programas y Proyectos Especiales
<b>EB</b>	Estación de Bombeo
<b>EC</b>	Eje Clave
<b>EEMM</b>	Electromecánico o electromecánica
<b>ETA</b>	Estación de Tratamiento de Agua
<b>INAPA</b>	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado
<b>IVD</b>	Indicadores Vinculados a Desembolsos
<b>LP</b>	Licitación Pública
<b>NO</b>	Noroeste
<b>O&amp;M</b>	Operaciones & Mantenimiento
<b>PEI</b>	Plan Estratégico Institucional
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller
<b>POA</b>	Plan Operativo Anual
<b>Dpto</b>	Departamento
<b>PA</b>	Plan de Acción
<b>PACC</b>	Plan Anual de Compras y Contrataciones
<b>RRHH</b>	Recursos Humanos
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>TDR</b>	Términos de Referencia
<b>UE</b>	Unión europea
<b>UEP</b>	Unidad Ejecutora de Proyecto

## RESUMEN EJECUTIVO

El Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) ha incluido y priorizado el desarrollo de una estrategia provisional de Agua No Facturada (ANF) dentro de un Plan de Inversión, cuyo propósito es mejorar la eficiencia en la gestión de los servicios de agua potable y saneamiento en la Región Noroeste

El Plan de Inversión ha sido desarrollado dentro del marco del Proyecto Aumento de la Eficiencia de la Gestión de Agua y Saneamiento, el cual comenzó con un diagnóstico detallado de la Región Noroeste. A partir de este diagnóstico, se establecieron líneas de acción concretas que el INAPA implementará para mejorar la gestión de recursos hídricos.

El INAPA ha vinculado estas líneas de acción con un Plan de Inversión que se enmarca en el Programa de Modernización del Sector Agua, orientado a alcanzar metas específicas tales como la reducción del agua no contabilizada (ANC) en sistemas y sectores hidráulicos priorizados, y el fortalecimiento de la planificación operativa y la eficiencia energética, en línea con el Indicador Vinculado a desembolso IVD 6: Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética y el IVD 7 : Reducción de Agua no Contabilizada (ANC).

Según el IVD 6, la estrategia ANF debe enfocarse en “sistemas y sectores hidráulicos prioritarios”, los cuales serán objeto de auditorías anuales a partir de 2024. En este sentido, se ha seleccionado como Sector Hidráulico prioritario la Zona Piloto del sistema de distribución de agua potable del Municipio de Mao, que incluye las localidades de Centro de Mao, Hato Nuevo y Boca de Mao, con un estimado de 25,000 conexiones. Además, se han propuesto acciones específicas para la Matriz del sistema vinculada a esta Zona Piloto.

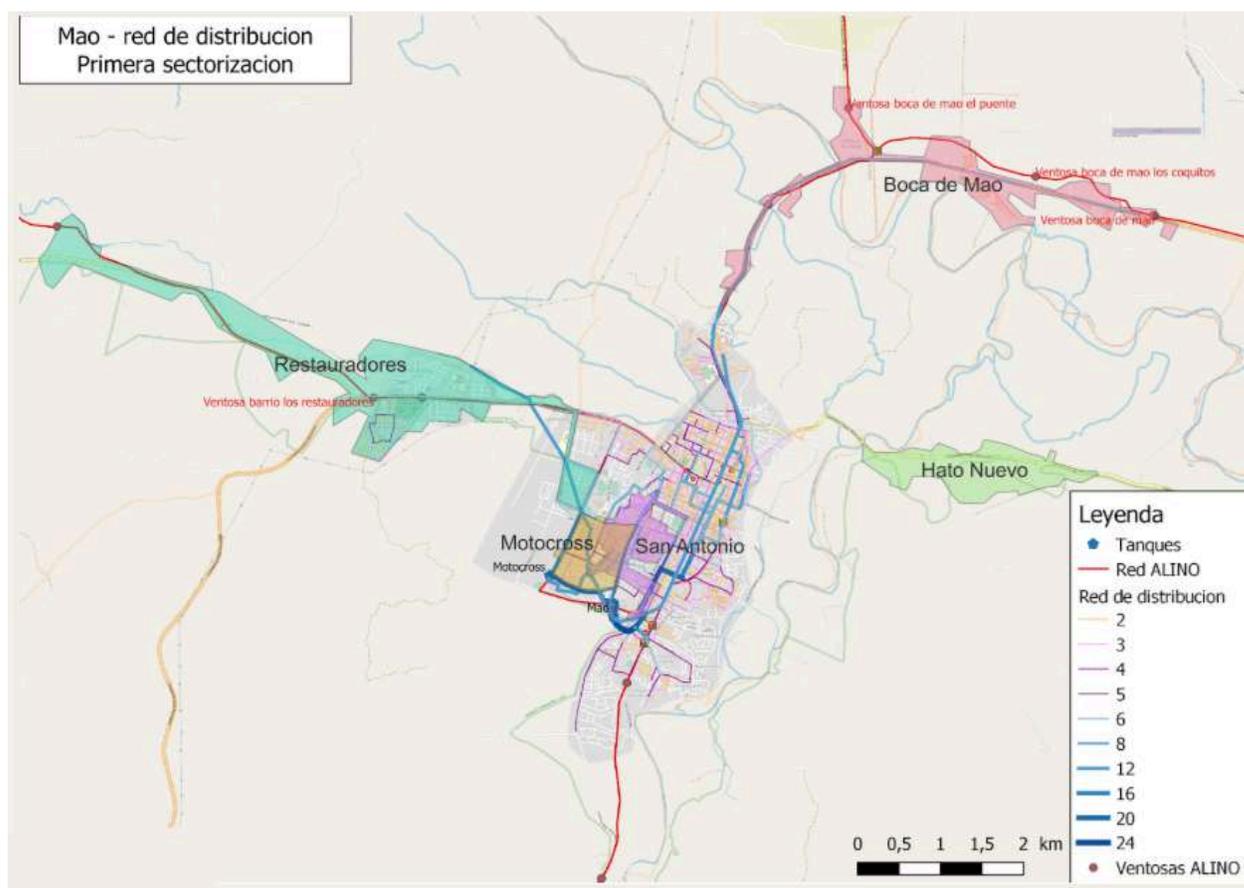
El Sistema ALINO (Acueducto de la Línea Noroeste) abarca la macrored principal, que comprende las líneas matrices A, B y C que se derivan de la Planta de Tratamiento de Agua de la Región Alino en Monción, así como sus respectivas derivaciones y depósitos. También incluye todos los sistemas de distribución y los usuarios abastecidos por estas infraestructuras.

Las acciones proyectadas dentro del Sistema ALINO y la Zona Piloto conformada por los sectores de Hato Nuevo, Boca Mao, Municipio de Mao, provincia Valverde/ Villa Vásquez municipio de la provincia Monte Cristi, están diseñadas para cumplir con los objetivos del IVD 7. Esto implica que la línea base y las reducciones de ANC deberán auditarse anualmente para verificar el cumplimiento de las metas establecidas en el IVD 7, específicamente dentro del perímetro conformado por el Sistema ALINO y la Zona Piloto de Mao.

### Diagnóstico y Línea Base.

En el marco del desarrollo de la Asistencia Técnica, el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) ha llevado a cabo un diagnóstico integral de los servicios de agua en la Región Noroeste, así como el levantamiento de información necesaria para preparar la Estrategia Provisional destinada a dicha región. Este proceso ha permitido establecer una Línea Base enfocada en el acueducto del Municipio de Mao.

Como parte de este diagnóstico, se realizó una campaña de medición de caudales y presiones en Mao, provincia Valverde efectuada del 28 de noviembre al 3 de diciembre de 2023. Asimismo, se están realizando las gestiones para realizar las campañas de mediciones en el municipio de Villa Vásquez, provincia Monte Cristi, se presentó un Sistema de Información Geográfica (SIG) preliminar que mapea la red de distribución de agua los sectores prioritarios.



*Primera propuesta de sectorización del sistema hidráulico de Mao*



*Primera propuesta de sectorización del sistema hidráulico Villa Vasquez*

Se propone en particular:

- Seleccionar los tres primeros sectores : Hato Nuevo, Boca de Mao, municipio de Mao, provincia Valverde y Villa Vásquez, provincia Monte Cristi.

La línea base de esta estrategia ANF provisional corresponde al resultado del balance de agua para el Sistema ALINO. Este balance ha sido actualizado con los datos del catastro de usuarios y de facturación del período anterior a la preparación de esta estrategia (Nov-2022 a Oct-2023) y una serie de hipótesis detalladas en el Capítulo 2.

Parámetros	ALINO	
	Cantidad	%
Población 2022 - proyección	331 412	
Hogares conectados a la red 2022	110 001	
Facturados (m3/año)	17 520 729	
Producción (m3/año)	105 384 558	
Consumo total estimado (m3/año)	39 600 271	
Dotación equivalente (l/d/hab)	327	

<b>ANF (m3/año)</b>	<b>87 863 830</b>	<b>83%</b>
Pérdidas comerciales (m3/año)	22 079 542	25%
Pérdidas físicas (m3/año)	65 784 287	75%
<b>ANF (m3/año)</b>	<b>87 863 830</b>	<b>83%</b>
ANF sistema matriz ALINO	18 700 848	21%
ANF sistemas de distribución	69 162 982	79%

Es importante destacar, que la falta completar la micromedición, solo tenemos instalada un pequeño porcentaje en el Municipio de Villa Vazquez, Esto nos permitirá determinar el consumo real y la distribución precisa entre pérdidas reales (físicas) y aparentes (comerciales). Aplicando como hipótesis un consumo unitario por hogar de 30 m3/mes, correspondiente al cupo básico de un cliente de categoría R2, las pérdidas reales son predominantes (75%) y se debe realizar entonces un esfuerzo para reducir las.

El nivel de ANF del sistema ALINO alcanza un **83% de la producción**. Es un porcentaje **muy alto**, pero **bastante similar a otras evaluaciones ANF en República Dominicana**. El promedio en el Caribe se sitúa en un rango de 40% a 65%, lo que ilustra la urgencia de acción en el sistema ALINO. Según los diagnósticos realizados (campañas de mediciones), las pérdidas en la macrored son de 20% del total (principalmente pérdidas reales), lo que significa que la mayoría de las pérdidas reales se encuentra en las redes de distribución. Se realizó también un balance de agua para el sistema de distribución de Mao resultando en un nivel de ANF de **73%**.

#### **Plan de Acción y Proyecciones de reducción de Agua no Facturada (ANF).**

El plan de acción presentado en esta estrategia provisional para la gestión/reducción de los ANF será la propuesta de inversión a implementar en el marco de desarrollo del Programa del Banco Mundial para el periodo 2023 – 2027 para la Región Noroeste INAPA, y que fue el resultado del desarrollo de los productos presentados en el marco del proyecto de la asistencia técnica.. (Anexo 2)

La tabla siguiente da un resumen de la distribución de las inversiones propuestas por Eje Clave:

<b>Eje Clave</b>	<b>Inversiones Total USD</b>
EC1 - Fortalecer la dirección regional	200,000
EC2 - Implementar una estrategia de reducción de los ANF	14,499,346
EC3 - Fortalecer la atención al cliente y mejorar los ingresos / recaudación	170,000
EC 6 - Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio de Agua Potable y Saneamiento	3,850,000
<b>TOTAL</b>	<b>18,719,346</b>

Las acciones se identificaron a nivel del Sistema ALINO (macrored) y a nivel de la Zona Piloto de Mao:

**Sistema ALINO:**

Eje Clave	#	Plan de Inversión (UE/AFD/INAPA)	Actividad	Costo (USD)
EC1	1	Revisar la organización de los equipos operacionales en la región (incl. un equipo ANF)	Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1	100,000
EC2	1	Desarrollar e implementar la estrategia de digitalización del catastro de redes y de digitalización del catastro de usuarios para el Sistema ALINO	Desarrollar una estrategia de digitalización del catastro de redes y de usuarios para el Sistema ALINO para cumplir con las metas del IVD-6	60,000
	2		Contratación de un personal local para actividades de levantamiento y de codificación en cada provincia (3 personas x provincia durante 3 años)	297,931
	3	Desarrollar una estrategia ANF detallada para zona piloto.	Desarrollar una estrategia ANF detallada, auditoría anual (Piloto de Mao y Red matriz ALINO)	315,000
	4	Asistencia Técnica, supervisión y seguimiento del desempeño gestión y reducción ANF para la Zona Piloto y red matriz ALINO	Asistencia Técnica Piloto de Mao y Red matriz ALINO	1,620,000
	12	Implementación de la macromedición, del control de presión y de los puntos de medición de presión y nivel en el sistema ALINO (incl. construcción de cámaras)	Macro medición en la red matriz - prioridad 2 - 12 puntos de medición (derivaciones y salida depósitos menores)	480,000
	13		Macromedición en la línea que abastece la ETA y a la entrada de la ETA de Monción - 1 punto de medición (con macromedidor ultrasónico y datalogger) y un punto con datalogger (asociado al medidor existente a la entrada de la ETA)	28,000
	14	Implementar una estrategia enfocada en la reducción del consumo agrícola de agua	Definición de una estrategia y acompañamiento técnico para levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras	75,000
	15		Levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras	300,000
	16	Líneas Matriz ALINO: Detección de fugas (con técnica gas helio u otra tecnología definida en la estrategia NRW) y reparación	Piloto detección fugas red matriz con satélite, gas helio o smart ball	250,000
	17		Detección fugas red matriz por equipos INAPA capacitados	
	18		Reparación de fugas red matriz @ 2 x fugas / km	1,578,000
19	Desarrollar e implementar una campaña de sensibilización y movilización social externa y interna (INAPA regional y provincias) para un uso racional del agua según la estrategia ANF	Desarrollo e implementación de la Movilización social (INAPA regional y provincias) según la estrategia ANF	144,000	

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Eje Clave	#	Plan de Inversión (UE/AFD/INAPA)	Actividad	Costo (USD)
EC6	1	Monitoreo y control de los caudales de producción	Nuevo PLC y actuador para la válvula monovar a nivel de la derivación hacia la ETA (+ RTU instalado a la entrada de la ETA) y <u>rehabilitación de la válvula Monovar.</u>	100,000
<b>TOTAL</b>				<b>5,137,531</b>

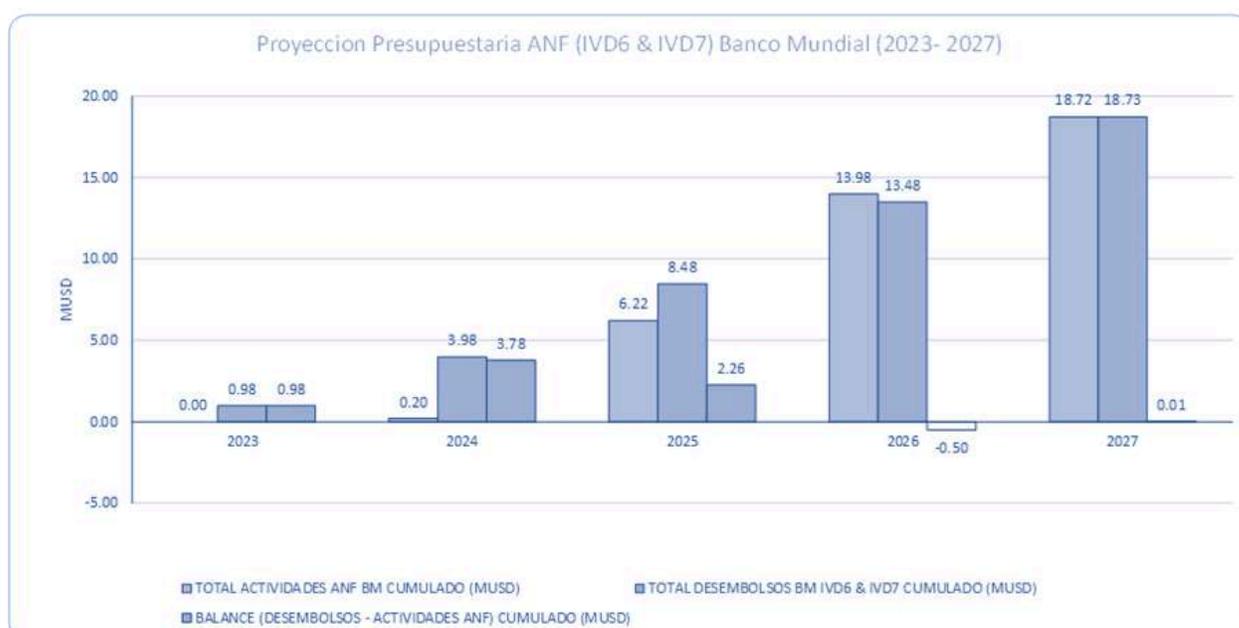
**Zona Piloto**

Eje Clave	#	Plan de Inversión (UE/AFD/INAPA)	Actividad	Costo (USD)
EC1	1	Revisar la organización de los equipos operacionales en la región (incl. un equipo ANF)	Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1	100,000
EC2	5	Realizar el piloto con sectorización (DMC) (inc. implementación de la macro medición, control de presión y puntos de medición de presión) - ZONA PILOTO.	Sectorización Mao en 6 x DMC con macro medición	600,000
	6	Implementar Medidas de reducción de pérdidas reales en cada DMA (presión, fugas) - ZONA PILOTO.	Detección de fugas red de distribución (incluyendo las detecciones puntuales a nivel de las acometidas)	250,000
	7		Reparación de fugas en redes de distribución (@ 7 por km de red) - incluye fugas en redes y en acometidas	1,400,000
	8	Adquirir/instalar 70 micromedidores en zona piloto y estudiar perfil de consumo para incrementar los ingresos y disminuir el IPUF-ANF	Adquisición/ instalación de 70 micromedidores (incluye construcción caja en las acometidas)	194,075
	9		Estudio de perfiles de consumo en cada provincia	37,740
	10	Implementar la micro medición universal en los DMC de la Zona Piloto (control del consumo del agua y reducción de desperdicios)	Instalación de micromedidores para consumidores residenciales prioritarios con caja y accesorios en los DMC	5,900,000
11	Instalación de micromedidores para consumidores mayores con caja y accesorios en los DMC		1,180,000	
EC3	1	Implementación de la micro medición	Compra e instalación del banco de prueba.	170,000
EC 6	2	Realizar las rehabilitaciones y mejoras de gestión en la red de distribución	Rehabilitación redes de distribución en el Piloto de Mao (@10% redes existentes) - incluye reforzamientos	3,750,000
	3		Desconexiones de acometidas en redes viejas y reconexiones en redes recientes	
<b>TOTAL</b>				<b>13,581,815</b>

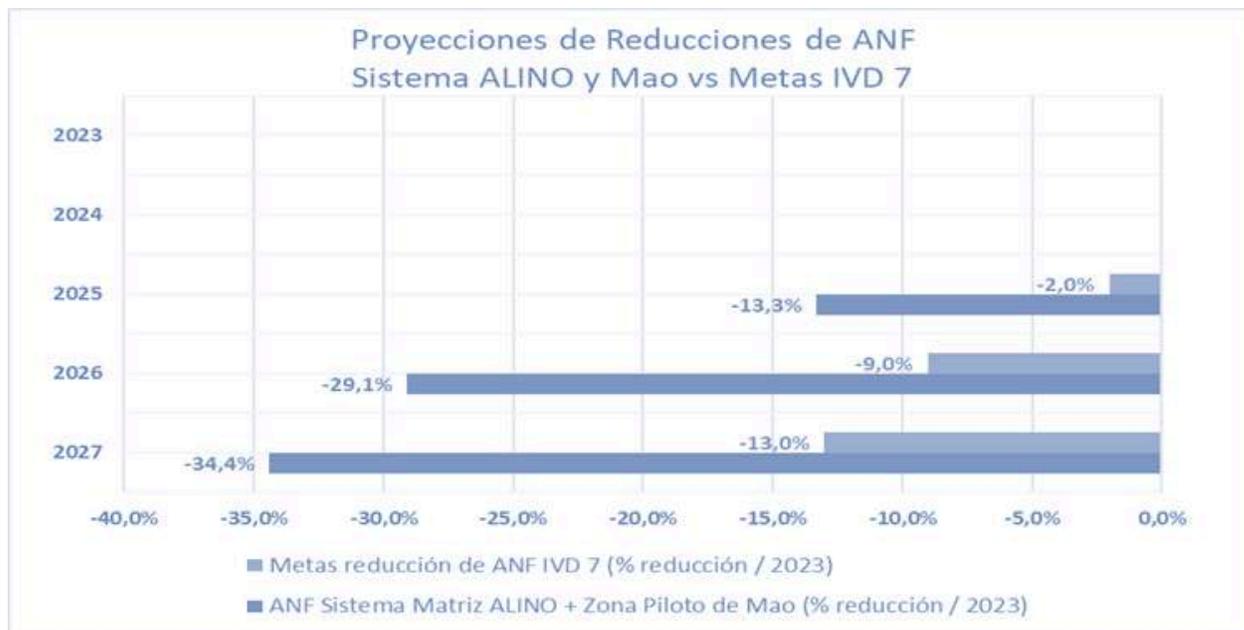
El equilibrio presupuestario (desembolsos - costos directos) del Plan de Acción ANF sobre el periodo 2024 - 2027 se presenta en la siguiente tabla y figura:

**PROYECCION PRESUPUESTARIA ANF BM (2023 -2027)**

	Total Anual					Total
	2023	2024	2025	2026	2027	2023-2027
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
TOTAL ACTIVIDADES ANF BM (USD)	\$0	\$202,231	\$6,019,248	\$7,755,567	\$4,742,300	\$18,719,346
TOTAL ACTIVIDADES ANF BM (MUSD)	0.00	0.20	6.02	7.76	4.74	18.72
TOTAL ACTIVIDADES ANF BM CUMULADO (MUSD)	0.00	0.20	6.22	13.98	18.72	18.72
TOTAL DESEMBOLSOS BM IVD6 & IVD7 (MUSD)	0.98	3.00	4.50	5.00	5.25	18.73
TOTAL DESEMBOLSOS BM IVD6 & IVD7 CUMULADO (MUSD)	0.98	3.98	8.48	13.48	18.73	18.73
BALANCE (DESEMBOLSOS - ACTIVIDADES ANF) CUMULADO (MUSD)	0.98	3.78	2.26	-0.50	0.01	0.01



La realización conjunta de acciones de gestión y reducción del ANF programas en los proyectos de inversión del INAPA asociados con esta estrategia provisional permiten lograr las metas establecidas en el Programa de Modernización, específicamente en el indicador vinculado a desembolso (IVD 7).



### **Principales retos**

El éxito de esta estrategia provisional está condicionado por varios factores vinculados a la gestión y organización a nivel central y regional. Se pueden destacar los siguientes:

- Un equipo conformado con tareas precisas a nivel regional y el fortalecimiento del grupo de trabajo a nivel central compuesto por personas claves de las principales direcciones y la organización de comités técnicos de seguimiento;
- Apoyo técnico a nivel de la Región Noroeste para que puedan llevar a cabo con la Dirección Regional las actividades de actualización de esta estrategia, de adquisición de equipos, de implementación de fortalecimiento del personal, de acompañamiento de las actividades identificadas y de apoyo en la preparación de la documentación técnica;
- Contratación de personal comercial a nivel provincial para llevar a cabo la digitalización de los catastros de usuarios.

## 1. Introducción

### 1.1. Contexto

Esta Estrategia de Reducción de Agua No Facturada está enfocada en la Región Noroeste en los sectores de las provincias Valverde y Monte Cristi.

El Programa de Modernización del Sector Agua, entre otros indicadores, tiene metas establecidas para el IVD 6, e indica que la estrategia ANF se debe enfocar en “sistemas y sectores hidráulicos prioritarios” en los cuales se realizarán, a partir del año 2024 auditorías anuales de agua.

La Región Noroeste ha sido seleccionada como una de las áreas del Programa de Modernización del Sector Agua. Un elemento importante de este programa es reducir los niveles de Agua No Facturada (ANF). Para eso el Programa dedica dos IVD (Indicadores Vinculados a Desembolso):

- IVD 6: Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética
- IVD 7: Reducción de Agua No Facturada (ANF)

El detalle de los objetivos específicos de los IVD 6 e IVD 7 para los años 2023, 2024, 2025, 2026 y 2027 se encuentra en anexo (Anexo 1).

Esto significa que la línea base y las reducciones que se deberán auditar anualmente para verificar el cumplimiento con las metas del IVD 7 se proponen calcular para este perímetro (Sistema ALINO y Zona Piloto ).

Se define como sectores hidráulicos prioritarios al **sistema de distribución de agua potable del Municipio de Mao**, y Villa Vásquez el cual incluye 3 localidades ( Hato Nuevo y Boca de Mao) y **Municipio Villa Vásquez**, con un total de conexiones estimado a aproximadamente **25,000** unidades, lo que permite cumplir con el IVD 6. Adicional a estos sectores prioritarios, o zona piloto, se propone incluir también en el **perímetro de esta estrategia al Sistema ALINO** (Acueducto de la Línea Noroeste).

Las acciones propuestas dentro del sistema ALINO y de la Zona Piloto permiten cumplir también con los objetivos del IVD 7. Ambos forman parte de la Zona I del INAPA (Región Noroeste).

Es importante destacar, que ALINO es un sistema múltiple mediante el cual se abastecen varios sistemas de distribución, el más importante siendo el de Mao; por tanto, es de suma importancia que las redes (matriz A, B y C) trabajen de manera óptima para asegurar la entrega adecuada del agua desde estos puntos hacia las redes de distribución.

De igual manera, la reducción de pérdidas comerciales y reales, y el mejoramiento hidráulico del sistema matriz (en particular con la regulación de presión y caudal a nivel de las derivaciones hacia los tanques y las comunidades, con la eliminación de conexiones agrícolas y con la eliminación de fugas importantes) debe permitir mejorar el servicio y el acceso al agua de los demás municipios y así implementar de forma más eficiente las medidas de reducción de pérdidas en otros sistemas de distribución. Por esto, se incluye en el Balance de agua del sistema ALINO y de la red de la zona piloto a lo largo de la implantación de las acciones de la estrategia y de las acciones que se han propuesto en el plan de inversión para la Región

Noroeste.

De hecho, el sistema matriz del acueducto de la línea noroeste (ALINO) se puede considerar como un “despacho de agua”, en tanto se conecta directamente a las líneas de distribución, sin dejar de lado que la fuente es la presa de Monción.

La selección del sistema de agua potable de la zona piloto se justifica por varios motivos, entre ellos:

- Es el sector que más consume agua en el sistema ALINO (y potencialmente pierde más agua también) Tiene abastecimiento continuo de agua.
- Villa Vazquez cuenta con un gran potencial para servicio continuo de agua.
- Villa Vazquez inició el proceso de instalación de micromedición.
- Mao ha sido escogido también para el desarrollo del catastro de redes y de una parte significativa del catastro de usuarios
- Mao aloja el personal regional que se va a capacitar, en particular en todo lo que se refiere a ANF

El desarrollo de esta estrategia se enmarca entonces más específicamente en las actividades siguientes del IV6 para el año 2023:

- Estrategia provisional de reducción de ANC desarrollada y adoptada por el Prestador de servicios APS y aprobada por su gerencia.
- Plan de inversión anual para la reducción de ANC desarrollado por el respectivo Prestador de Servicios APS.

Aunque muy cercanos en definición, no se deben confundir ANC (Agua No Contabilizada) y ANF (Agua No Facturada). De una forma simplificada, el ANC corresponde al total de pérdidas de agua (pérdidas reales y aparentes) en un sistema de agua potable, o sea la diferencia entre el volumen que se ingresa al sistema y el consumo autorizado por los usuarios domésticos y no domésticos. Por su parte, ANF (NRW en inglés) corresponde a la diferencia entre el volumen que se ingresa al sistema y el consumo autorizado facturado a los usuarios. La diferencia entre ANC y ANF es mínima y corresponde a los consumos autorizados y no facturados. Para cumplir con los conceptos del IWA (Asociación Internacional del Agua), se utilizará el término de ANF.

El objetivo final es que la institución pueda ir enlazando las localidades donde se han implementado la Estrategia de ANF seguido de la conducción de agua a otra localidad a través del sistema matriz de ALINO y la posterior recuperación de agua en esta nueva localidad y crear una cultura de recuperación de agua y reducción de pérdida de forma continua, permitirá a futuro contar con un sistema eficiente y sostenible en relación con el servicio de abastecimiento de agua.

## 1.2. Objetivo.

El objetivo de este documento es presentar la estrategia provisional de Agua No Facturada (o de gestión y reducción de Agua No Facturada) para la Región Noroeste.

En un primer momento se presentan los resultados de los diagnósticos, incluyendo los resultados de campañas de medición, los balances de agua, y una propuesta preliminar de sectorización en la zona piloto escogida. Luego se desarrolla la estrategia, correspondiendo en un plan de acción y de inversión, a un cronograma de implementación, a la verificación del cumplimiento del plan con los objetivos anuales de los IVD 6 e IVD 7 y a un monitoreo de las acciones a ser implementadas.

La Implementación de la Estrategia de ANF también tiene un impacto importante en los IVD 1, 5 y 8, que buscan medir los resultados en las siguientes áreas:

- IVD 1: Hogares atendidos con suministro de agua gestionado de forma segura
- IVD 5: Aumento de las tasas de recaudación
- IVD 8: Eficiencia Energética Mejorada

Así, la vinculación de la reducción de ANC con el IVD 1 tiene base en que ciertas acciones tales como la reducción de las pérdidas físicas y la reducción del consumo excesivo por parte de los usuarios a quienes se instala medidor derivan en un aumento en la disponibilidad de agua en las redes que permite aumentar la duración de la oferta y con ello, si se logra la continuidad del servicio, contribuir al objetivo de que un determinado número de conexiones adicionales reciban un servicio gestionado en forma segura. En el caso de la Zona 1 de INAPA, el agua recuperada podría redistribuir utilizando el sistema matriz de ALINO y lograr este aumento de la duración de la oferta en la localidad que resulte más propicia a tal efecto.

El IVD 5 se beneficia pues, al mejorarse el servicio, sobre todo si se logra continuidad, refuerza los argumentos del prestador para exigir el pago de los servicios y para solicitar, eventualmente, un aumento en la tarifa de agua ajustado a los nuevos niveles de servicio y eficiencia integral del prestador.

En el caso de la Zona 1 de INAPA (Región Noroeste), se indica que, si bien fue concebido para el funcionamiento a gravedad, se han incorporado estaciones de bombeo para alimentar localidades vecinas a la costa. La redistribución del agua recuperada puede dirigirse a dichas estaciones de bombeo en las cuales, tal vez modificando las condiciones de las instalaciones, podría lograrse una reducción del consumo de energía eléctrica, impactando en el IVD 8.

## 2. Diagnóstico de la situación existente.

### 2.1. Introducción

El diagnóstico integral de la Región Noroeste fue realizado considerando todas las estructuras de la gestión del servicio de abastecimiento de agua potable a nivel regional, en coordinación con la Sede Central. Este diagnóstico fue completado bajo un contrato de Asistencia Técnica financiado por el Programa Aumento de la Eficiencia en la Gestión de Agua y Saneamiento, e incluye nuevos elementos como el diagnóstico comercial adicional, levantamientos adicionales y catastro preliminar en zona piloto, entre otros. Toda la información levantada en el último trimestre de 2022 y primer semestre de 2023 fue utilizada para este estudio. Se presenta el diagnóstico situacional para el sistema ALINO y luego para la red de agua potable de la zona piloto.

### 2.2. Sistema ALINO

#### 2.2.1. Diagnóstico técnico y operacional

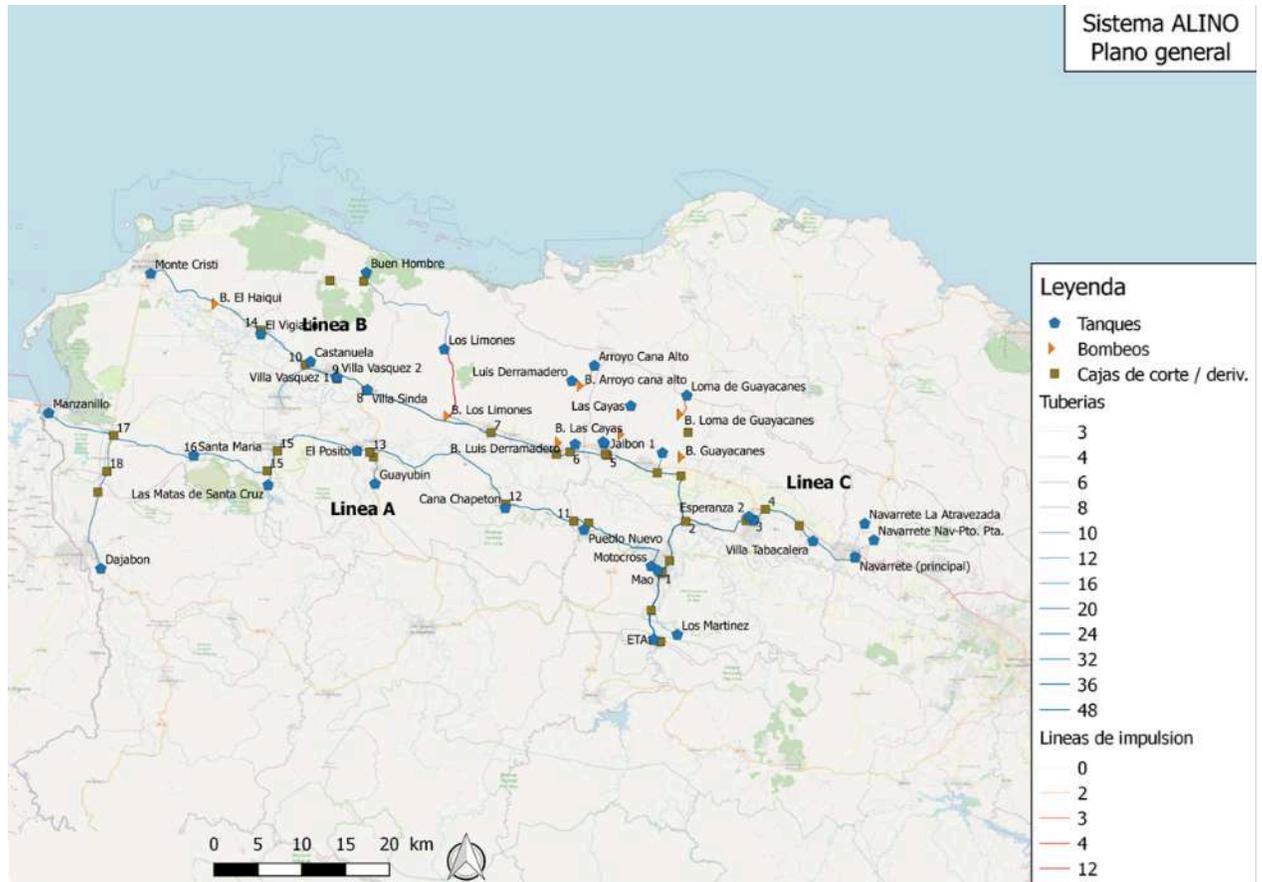
##### 2.2.1.1. Diagnóstico de las infraestructuras de agua potable

El sistema ALINO, tiene tres (3) líneas principales de conducción (líneas A, B y C).

- **Línea A:** sale de la ETA de Monción (en 48”), baja a la ciudad de Mao y luego corre paralela a la Cordillera Central desde la ciudad de Mao y hasta la población de Copey, pasando por Pueblo Nuevo, Cana Chapetón, Guayubín, Las Matas de Santa Cruz y Santa María. Desde Copey se separa en 2 líneas, una hasta Pepillo Salcedo y las otra finalizando en Dajabón. Esta línea de hierro dúctil inicia en un diámetro de Ø32” y finaliza en Ø20” con una longitud total de 107 Km. Esta línea permite abastecer 10 depósitos, tiene 31 ventosas y 6 desagües intervenidos para abastecer comunidades, tiene cajas de derivación hacia los depósitos inicialmente equipadas con válvulas de regulación de presión y/o caudal y tiene cajas inicialmente equipadas con regulación de altura de los depósitos;
- **Línea B:** sale de la ETA de Monción (en 48”), baja a la ciudad de Mao y luego corre paralela a la Cordillera Septentrional desde la ciudad de Mao hasta la población de Montecristi pasando por Laguna Salada, Hatillo Palma, Villa Elisa y, **Villa Vázquez**. Esta línea de hierro dúctil inicia en Ø36” a partir de la caja de derivación no 2 y finaliza en Ø24” en la ciudad de Montecristi con una longitud total de 112 km. Esta línea permite abastecer también 10 depósitos, tiene 14 ventosas intervenidas para abastecer comunidades, tiene también cajas de derivación y de regulación de altura de los depósitos. Permite abastecer también 7 estaciones de bombeo.
- **Línea C:** cuyo recorrido es el siguiente: Boca de Mao, Esperanza, hasta Navarrete. Esta línea de hierro dúctil inicia en Ø36” y finaliza en Ø24” en la ciudad de Navarrete con una longitud total de 44 km. Esta línea permite abastecer también 4 depósitos, tiene 2 ventosas intervenidas para abastecer comunidades, y tiene también cajas de derivación y de regulación de altura de los depósitos.

**Nota:** Se presenta más detalladamente en el Anexo 4 de este documento.

El mapa temático siguiente corresponde al plano general de la macrored en QGIS.



Los detalles del diagnóstico demuestran la ausencia de mantenimiento preventivo y correctivo en la Región Noroeste.

En particular, debido a esta ausencia de mantenimiento, las válvulas de control de altura de los depósitos y las válvulas de regulación de presión y caudales en las derivaciones, fueron deteriorándose progresivamente hasta que ninguna funcionara, obligando a los operadores a maniobrar las válvulas de corte y de derivación para controlar el caudal, provocando pérdidas de carga no recuperables, el desgaste de estos equipos, y la distribución heterogénea del agua disponible.

El Sistema ALINO dejó de cumplir con su funcionamiento inicial (funcionamiento por gravedad con regulación de las presiones y caudales en las derivaciones y con control de la altura en los depósitos) con la introducción de estaciones de bombeo y con empalmes de comunidades (54 en total) en ventosas y desagües del sistema, sin regulación previa. Esto también contribuye al mal funcionamiento del sistema, con pérdidas de carga no recuperables.

Por este motivo, a pesar de que la topografía sea favorable, el agua casi nunca llega hasta el depósito de Dajabón, como lo demostró la campaña de mediciones y la modelación hidráulica.

Las estaciones de bombeo demuestran también un estado de desgaste y/o una falta de mantenimiento preocupantes, y algunas no tienen bomba reserva por lo que amenazan de no funcionar más si las bombas operacionales se encuentren fuera de servicio.

Finalmente, el diseño no contempló un sistema de macromedición y de telemedición permitiendo una supervisión efectiva del comportamiento del sistema en sus puntos claves (principales derivaciones y nodos del sistema, salida de los depósitos y de las estaciones de bombeo, etc...). No se pueden establecer entonces balances de agua confiables y controlar los caudales y presión en el sistema.

Se hace necesario entonces acercarse del funcionamiento concebido inicialmente e incluir el manejo de los caudales y presiones en los puntos claves del sistema.

Ante estas observaciones técnicas y conclusiones, el Plan de acción y el Plan de inversión, identifica y prioriza las medidas correctivas a nivel del sistema ALINO, que se materializan en los procesos de adquisición siguientes:

- Macromedición en la macrored.
- Sustitución/rehabilitación de válvulas de regulación de presión e inclusión de un filtro a nivel de las derivaciones.
- Rehabilitación/sustitución de válvulas altimétricas y accesorios de los tanques existentes.
- Implementación de válvulas de regulación en los empalmes de las comunidades en ventosas y desagües de la macrored e implementación de ventosas en la red de distribución de las comunidades (cámaras + instalación hidráulica).
- Rehabilitación valvulería en las cámaras de derivación y en las cámaras de los depósitos.
- Rehabilitación de depósitos existentes y construcción de redes de distribución.
- La cultura del uso de este tipo de herramienta representa un salto de conducción y redes matriz / eliminación de empalmes en ventosas y desagües de la macrored (en 2 sistemas: en Las Matas de Santa Cruz y en Guayubín, El Pocito, Bohio Viejo y Ranchadero).
- Construcción de nuevos depósitos con las redes de conducción y matriz / eliminación de empalmes en ventosas y desagües de la macrored (en 2 sistemas: en Santa María y Gozuela y en Laguna Verde y Rincón)
- Reparación/reemplazo de motores y tableros críticos en las estaciones de bombeo de La Caya, Los Limones y Arroyo Caña.

#### **2.2.1.2. Catastro de redes**

El trabajo de catastro técnico realizado por la asistencia técnica tuvo como objetivo reunir todas las informaciones cartográficas levantadas en terreno (y reportadas en las fichas técnicas) y los planos As-Built facilitados en un SIG del Sistema ALINO con dos motivos principales en esta etapa del Proyecto:

- Ser una base cartográfica y poder generar mapas temáticos según los atributos informados en la base de datos;
- Ser una base para la construcción de la modelización hidráulica del sistema matriz de ALINO.

Corresponde a un catastro provisional y a un cambio de mentalidad que transforma completamente la manera de operar la red y este cambio debe ser acompañado a medio plazo para que sea sostenible.

Para este catastro se seleccionó la herramienta QGIS (Quantum GIS), de común acuerdo con la Dirección de Tecnología y la Dirección de Operaciones, por ser un sistema gratuito y en proceso de expansión dentro de la institución.

Se utilizó la base de datos del SIG-APA, creada en el marco del Proyecto de Asistencia Técnica por Resultados (ATPR) de San Cristóbal (y estructurada en el programa PostgreSQL), para desarrollar esta primera versión del SIG de ALINO.

Se siguieron los siguientes pasos para la creación del catastro del Sistema ALINO:

1. Análisis de los planos As-Built en AutoCAD,
2. Análisis de la base de datos del SIG-APA en QGIS,
3. Trabajo de preparación en AutoCAD de los shapefiles y creación de los shapefiles en QGIS correspondientes a los planos As-Built de la red original,
4. Preparación de los shapefiles correspondientes a las infraestructuras posteriores a los planos As-Built (estaciones de bombeo en particular) y adición de nuevos elementos en los shapefiles ya creados de la red original (nuevos depósitos, nuevas cajas, ventosas y desagües intervenidos para abastecer las comunidades etc...): uso para eso de las informaciones técnicas recopiladas en terreno y suministradas por la Dirección Electromecánica.
5. Verificaciones, correcciones, ajustes,
6. Preparación de mapas temáticos (ver paso siguiente).

La preparación de un shapefile incluye:

- La importación de los elementos en QGIS (ejemplos: tuberías, ventosas, desagües etc...) o el dibujo de los elementos directamente en QGIS (ejemplo: tubería de impulsión);
- El llenado de las tablas de atributos asociadas (base de datos).

Se utilizó como fondo del SIG el Open Street Map estándar, propuesto por QGIS vía el plugin Quick Map Services. El mapa temático anterior muestra el plano general de la macrored.

### **2.2.1.3. Campaña de mediciones.**

A finales del año 2022 se realizó una campaña de mediciones para, entre otras, entender el funcionamiento hidráulico del sistema ALINO de una forma más cuantitativa. Se hicieron mediciones de caudal, presión y nivel de tanques, así como mediciones específicas en las estaciones de bombeo.

A pesar de dificultades encontradas en sitio (cajas inundadas, límites técnicos o problemas de seguridad) y de mediciones a veces solamente puntuales, se pudo entender el funcionamiento general de la línea.

Las principales conclusiones de esta campaña fueron las siguientes:

- **La ETA tiene un nivel de pérdidas elevado** (entre la entrada y la salida de la planta), estimado en unos 17%. Eso representa unos 650 lps.
- **El sistema ALINO (líneas matrices) tiene un buen rendimiento**, estimado a más de 90%. Las pérdidas en la línea (fugas y conexiones ilegales) se estimaron en unos 250 lps.
- Pues entonces **la mayoría de las pérdidas de agua se encuentran en los sistemas de distribución**. La dotación promedio de agua por habitante es muy elevada: se estima en unos **760 l/d/hab**. Refleja una falta de control de las redes de distribución (rebosamientos de los tanques, fugas, usos irregulares, etc.) y por consecuencia un nivel alto de pérdidas, tanto físicas como comerciales.
- La distribución está bastante estable, particularmente en la línea B / C. En la línea A se reflejan un poco más los movimientos operacionales (cierre de tanques o conexiones para reparación de averías, por ejemplo).
- Se reflejan las dificultades de abastecimiento de Dajabón (cola de la línea A, falta de presión).
- Se notan **grandes diferencias en la dotación por habitante según los municipios**. Eso refleja el modo de operación del sistema, completamente manual, sin mediciones. Varios municipios tienen una dotación elevada, como Mao (casi 1.300 l/d/hab), Laguna Salada (950 l/d/hab), Jaibon (2500 l/d/hab), Hatillo Palma (1.200 l/d/hab) o El Vigiador (930 l/d/hab), cuando le llega 200 l/d/hab a Dajabón o 500 l/d/hab a Montecristi.
- El **reboamiento de varios tanques fue confirmado** con las mediciones: Laguna Salada y el Vigiador (frecuentes), Esperanza y Navarrete (puntuales). Otros rebosan, pero tienen el rebose directamente conectado a la red de distribución.

#### 2.2.1.4. Modelación hidráulica e interpretación de los resultados.

Luego de la campaña de mediciones, se construyó un modelo hidráulico del sistema matriz de ALINO. Empieza desde las salidas de la ETA hacia los diferentes puntos de distribución (depósitos cabeceros y conexiones identificadas de ventosas y desagües), e incluye las 3 líneas A, B y C en su totalidad, así que las válvulas operadas para regular el flujo de agua válvulas de corte, de derivación o de entrada de depósitos).

Es un primer modelo, que se construyó en base a las informaciones disponibles. Se pudo calibrar en caudal y presión con los datos de mediciones. El trabajo principal de calibración fue reproducir el comportamiento de las válvulas estranguladoras que se usan como válvulas de regulación. A pesar de las hipótesis tomadas, está correctamente calibrado y se puede hacer análisis hidráulicas básicas de su funcionamiento.

Se hizo una modelización dinámica de 24 horas, con la cual se pudo observar lo siguiente:

- **El funcionamiento es bastante similar de día y de noche**, particularmente en las líneas B y C. **En la línea A, se nota el impacto del manejo de las conexiones de ventosas y desgües**: la presión está muy baja de día en la cola (a partir de Santa María), al punto que el agua no llega hacia el tanque de Dajabón - correspondiendo a lo que pueden observar los operadores de la zona -, y de noche la presión sube al cerrar las conexiones en línea.
- Se confirma que **la regulación de la distribución por las válvulas de corte genera pérdidas de presión elevadas en las líneas matrices, que no se recuperan aguas abajo**. Este funcionamiento tiene un impacto fuerte en las colas (particularmente Dajabón en la línea A y Montecristi en la línea B), además del desgaste acelerado de las válvulas.

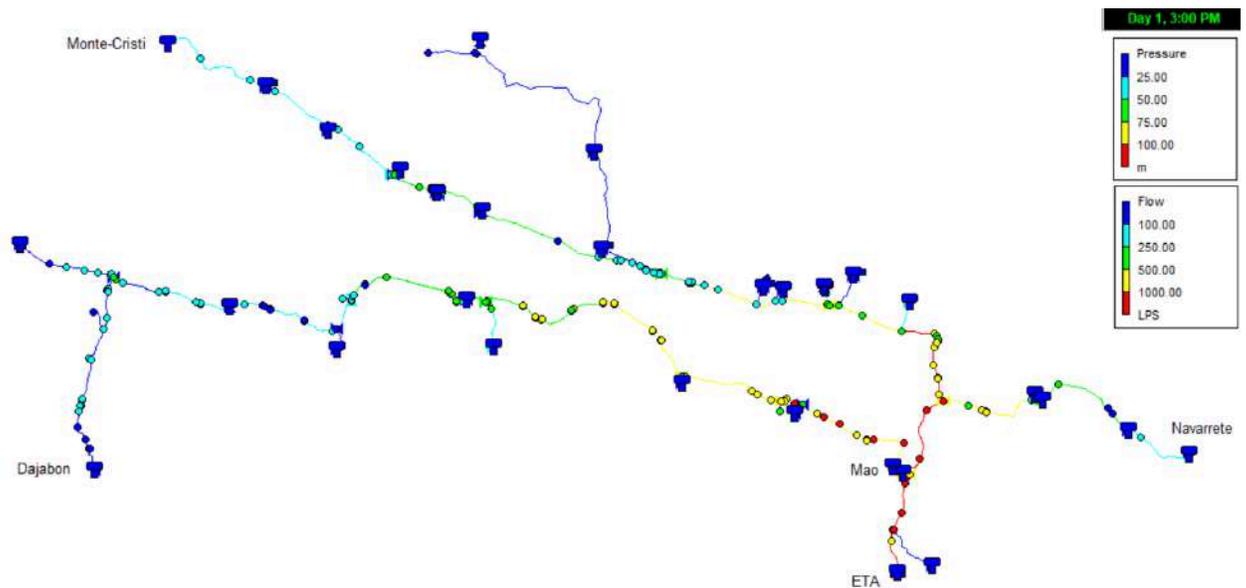


Figura: Resultados de la modelización de día del sistema ALINO al momento del diagnóstico detallado de la AT - Noviembre 2022 (Fuente: SEURECA)

#### 2.2.1.5. Intermitencia del servicio

El enfoque principal de los operadores de las redes matriz, de conducción y de distribución de agua potable es cumplir con el calendario de abastecimiento, abriendo y cerrando manualmente las válvulas que permiten alimentar diferentes sectores de una red de distribución o una red de distribución completa según un calendario establecido.

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

La tabla siguiente es un resumen, para cada municipio de la Región Noroeste, de la cantidad de días y de horas de abastecimiento de agua proveniente de los sistemas de producción:

<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>	<b>Total días con servicio por semana</b>	<b>Total horas de servicio por semana</b>
<b>Valverde</b>	Mao (Mun. Mao)	7 días	168 horas
	Pueblo Nuevo (Mun. Mao)	Entre 3 y 7 días	Entre 36 y 168 horas
	Esperanza	Entre 2 y 7 días	Entre 23 y 168 horas*
	Guatapanal (Mun. Esperanza)	Entre 1 y 7 días	Entre 5 y 168 horas
	Amina (Mun. Esperanza)	Entre 4 y 7 días	Entre 96 y 168 horas*
	Laguneta (Mun. Esperanza)	Entre 2 y 4 días	48 o 96 horas
	Laguna Salada	Entre 5 y 7 días	Entre 106 y 168 horas
	Maizal (Mun. Laguna Salada)	Entre 2 y 5 días	Entre 4 y 18 horas
	Jicome (Mun. Laguna Salada)	2 días	Entre 16 y 34 horas
	Cruce Guayacanes (Mun. Laguna Salada)	Entre 2 y 7 días	Entre 8 y 168 horas
	La Caya (Mun. Laguna Salada)	Entre 2 y 7 días	Entre 8 y 168 horas
	Loma de Guayacanes (Mun. Laguna Salada)	3 días	Entre 12 y 15 horas
	Jaibon	2 días	24 horas
	<b>Montecristi</b>	San Fernando de Montecristi	Entre 0 y 7 días
Castañuelas		2 días	Entre 24 y 36 horas
Guayubin		Entre 0 y 7 días	Entre 0 y 168 horas
Las Matas de Santa Cruz		Entre 0 y 2 días	Entre 0 y 24 horas
Pepillo Salcedo (Manzanillo)		Entre 1 y 4 días	Entre 10 y 50 horas
Villa Vasquez		Entre 1 y 6 días	Entre 5 y 144 horas
<b>Santiago Rodríguez</b>	Sabaneta	Entre 1 y 7 días	Entre 7 y 48 horas
	Villa los Almacigos	Entre 1 y 7 días	Entre 7 y 112 horas
	Monción	1 día	Entre 6 y 24 horas
<b>Dajabón</b>	Dajabón	Entre 3 y 7 días	48 o 84 horas
	Loma de Cabrera	Entre 3 y 7 días	Entre 36 y 84 horas
	Partido	Entre 2 y 7 días	Entre 48 y 168 horas
	Restauración	Entre 4 y 7 días	Entre 12 y 91 horas

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

---

	El Pino	Entre 2 y 7 días	Entre 10 y 168 horas
--	---------	------------------	----------------------

\* La mayoría de los sectores tiene servicio 7 días y 24h/día

*Tabla: Intermittencia y continuidad del servicio por provincia - Región Noroeste (Fuente: Dirección de Operaciones)*

El abastecimiento es intermitente, con una variación de la cantidad de horas disminuyendo a medida que uno se aleja del punto de entrada del sistema (salida de la planta de tratamiento) en el caso del sistema de ALINO (Provincias de Valverde y Montecristi). Esto se debe a las pérdidas altas por rebose y a nivel de los empalmes ilegales en las ventosas y desagües.

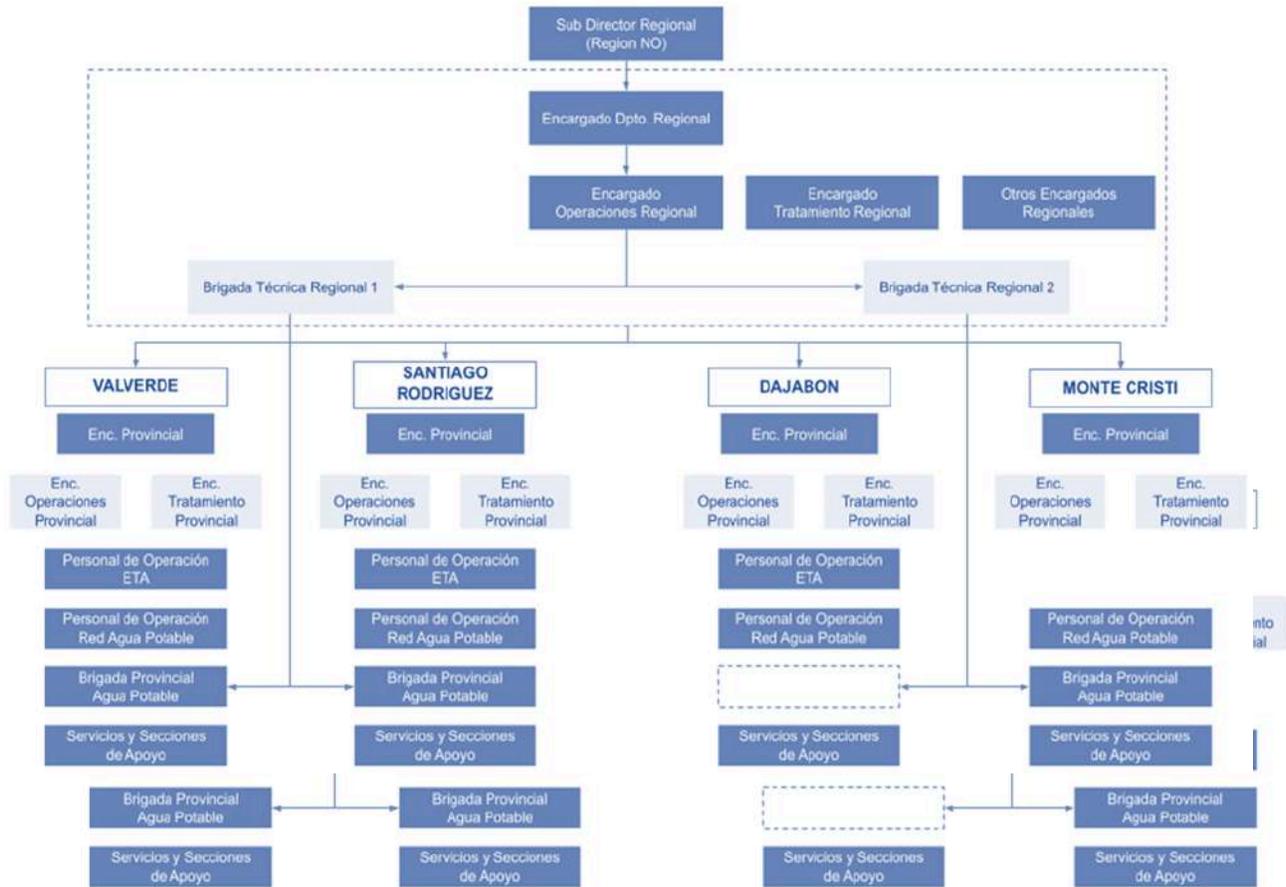
**Un programa de reducción de las pérdidas de agua en el sistema ALINO debe implementarse de forma urgente.** Otros programas y estrategias de reducción de la pérdida de agua en otras zonas pilotos deben continuar.

**El hecho de tener un abastecimiento continuo de agua en el sistema de distribución de zona piloto permite desarrollar una estrategia de reducción de las pérdidas físicas y comerciales, haciendo de Mao una zona piloto muy interesante.**

Las provincias de Dajabón y Santiago Rodríguez tienen sistemas de acueductos independientes que también presentan una intermitencia del servicio. En el caso de Sabaneta (Santiago Rodríguez), el caudal de producción (120 l/s) debería ser suficiente para un abastecimiento continuo de agua.

### 2.2.1.6. Organización y equipos gestionando el sistema ALINO.

La organización regional y provincial se ilustra en la siguiente figura:



**Figura:** Organización regional y provincial de gestión del sistema ALINO (Fuente: INAPA y SEURECA)

### Observaciones esenciales:

- Por lo general, las Brigadas, tanto Regionales como Provinciales, carecen tanto de personal especializado como de herramientas y apoyo logístico. Desempeñan mantenimiento correctivo/emergencia (insuficiente) pero no preventivo lo que acelera el deterioro de la infraestructura (tanques, valvulería, redes, etc.);
- Las provincias de Montecristi y Dajabón comparten una misma brigada (con una camioneta);
- La carga de trabajo del personal de operación es alta dado la necesidad de maniobrar un número importante de válvulas para conseguir el programa de racionamiento de agua, y de proceder a múltiples reparaciones de averías debidos a fenómenos transitorios y golpes de ariete resultando del suministro discontinuo de agua y presencia de aire en el sistema;
- La rotación del personal es alta, el nivel de capacitación del personal es insuficiente;
- En las brigadas regionales, carece de personal con rol transversal (comercial y operaciones) asociado con la gestión del monitoreo, catastro y ANF;
- Se observaron muchas fallas en términos de seguridad e higiene: una misma Brigada (con una camioneta) tanto para intervenciones en el acueducto como en el alcantarillado para las Provincias de Montecristi y Dajabón, muy pocos sitios con vigilancia 24/7 y ausencia de sistemas de monitoreo con cámara y alarma, falta de equipamiento EPP adecuado del personal de O&M;
- No hay suficientes vehículos en las provincias y la Región Noroeste no cuenta con equipos/vehículos pesados (excavadora, retroexcavadora, camiones, camión plataforma con brazo grúa, compactadoras etc.);
- Existen procedimientos y manuales de operación y mantenimiento pero no están completos, ni actualizados, ni tampoco habitualmente disponibles para consulta en las facilidades y no guían sistemáticamente el desempeño operacional en la Región Noroeste;
- No se desarrolla gestión de activos en la Región Noroeste y no existe un sistema de monitoreo/gestión de las intervenciones en la red acueducto.

### **2.2.2. Diagnóstico comercial en la Región Noroeste.**

Esta sección presenta los resultados principales del diagnóstico comercial en lo que se refiere a las actividades vinculadas a las ANF, o sea facturación, catastro, micromedición, organización del personal y herramientas/equipos.

**La gestión comercial se compone de 21 estafetas** ubicadas en los diferentes municipios donde atienden las actividades de Facturación, Recaudo, Gestión de cobro y Atención al cliente; los procesos se encuentran centralizados a nivel nacional y son gestionados por la Dirección Comercial en la sede central.

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA  
Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

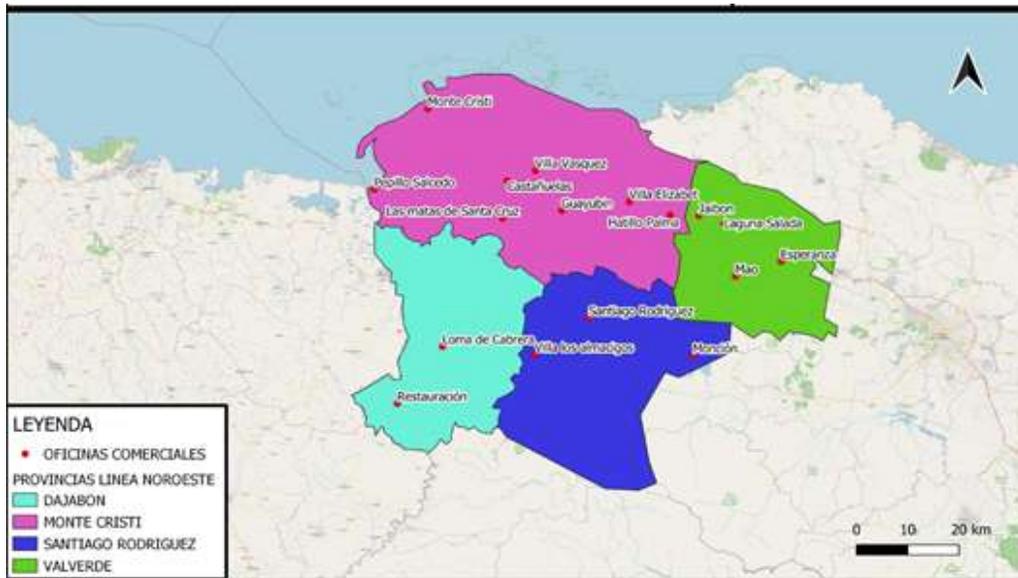


Figura: Plano Región Noroeste y Oficinas Comerciales (Fuente: SEURECA)

Las tablas siguientes muestran las proyecciones de población y hogares disponiendo de agua de la red pública en la Región Noroeste

Tabla: Información Censo 2010 Proyectada a 2022 (Fuente: SEURECA/documento ONE).

PROVINCIA	CENSO 2010			PROYECCION 2022		
	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL	HOGARES QUE NO DISPONEN DE SERVICIO SANITARIO	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL	HOGARES QUE NO DISPONEN DE SERVICIO SANITARIO
DAJABON	38,225	25,73	1,152	40,014	19,317	2,681
MONTE CRISTI	58,224	51,383	3,506	62,828	35,184	5,935
SANTIAGO RODRIGUEZ	27,559	29,917	1,575	27,395	32,939	1,885
VALVERDE	129,071	33,959	4,545	141,785	65,894	10,555
<b>SUBTOTAL</b>	<b>253,079</b>	<b>140,989</b>	<b>10,778</b>	<b>272,021</b>	<b>153,894</b>	<b>21,056</b>

### 2.2.2.1. Facturación.

La tabla siguiente muestra el registro de clientes en la base de datos comercial para el mes de septiembre 2022, con un total de **37,480 clientes facturados con corte al mes de septiembre de 2022**, distribuidos así:

PROVINCIA	1-RESIDENCIAL	2-COMERCIAL	3-HOTELERO	4-PUBLICO	5-HOSPITALARIO	6-INDUSTRIAL	TOTAL
DAJABON	6,602	297	1	170	0	17	7,087
MONTE CRISTI	6,287	445	1	290	15	26	7,064
SANTIAGO RODRIGUEZ	5,09	263	0	134	0	24	5,511
VALVERDE	16,446	1,113	2	214	5	38	17,818
<b>TOTAL PRODUCTOS</b>	<b>34,425</b>	<b>2,118</b>	<b>4</b>	<b>808</b>	<b>20</b>	<b>105</b>	<b>37,48</b>
PARTICIPACION	91,85%	5,65%	0,01%	0,05%	0,28%	0,28%	100,00%

Tabla: Clientes por Categoría Acueducto (Fuente: Reportes Q35 Open Smartflex)

En septiembre de 2022, el INAPA **facturaba entonces aproximadamente el 24% del total de hogares de la región noroeste.**

La facturación se realiza de forma mixta, consignada en el sistema comercial y con tarjetas de papel (aproximadamente 16,000 las cuales no tienen trazabilidad ni custodia de la información, exponiéndose a errores o fraudes e impidiendo elaborar la boleta y distribución al cliente). Se estimó también que de las 37,480 boletas registradas en Open Smartflex, aproximadamente el 80% presentaba errores.

Las cuatro provincias dependen de la dirección comercial en el nivel central para la facturación y cobranza.

En el marco del diagnóstico detallado se hizo una estimación del IPUF de la Región Noroeste, considerando un volumen promedio facturado de 30 m<sup>3</sup> por hogar (correspondiendo al cupo base de la subcategoría residencial R2, más representativa de la base de datos), y considerando también la facturación de septiembre de 2022.

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

PROVINCIA/ MUNICIPIO	PROYECCION 2022 HOGARES QUE DISPONEN DE AGUA DE RED PUBLICA	PROMEDIO M3 CLIENTES CATEGORIA R2	PROYECCION M3 R2 CATEGORIA SEPTIEMBRE 2022	M3 FACTURADOS A SEPTIEMBRE 2022	M3 DEJADOS DE FACTURAR MES DE SEPTIEMBRE 2022	%M3 DEJADOS DE FACTURAR MES DE SEPTIEMBRE 2022
DAJABON	19,317	30	579,495	199,872	379,623	66%
MONTE CRISTI	35,184	30	1,055,528	301,222	754,307	71%
SANTIAGO RODRIGUEZ	32,939	30	988,176	224,532	763,644	7715
VALVERDE	65,894	30	1,976,825	686,235	1,290,590	65%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>153,334</b>		<b>4,600,024</b>	<b>1,411,860</b>	<b>3,188,163</b>	<b>70%</b>

*Tabla: Proyección M3 facturados Proceso Septiembre de 2022*

*(Fuente: Reportes Open Smartflex/ Reporte facturado comercialización de servicios / SEURECA)*

Según proyección de hogares que disponen de agua de la red pública y aforo categoría R2, se calcula que la institución debería facturar aproximadamente 4,600,024 metros cúbicos mensuales.

La prestadora facturó 1,422,860 metros cúbicos en el proceso de facturación de septiembre de 2022, que equivale al 30% de la cantidad proyectada.

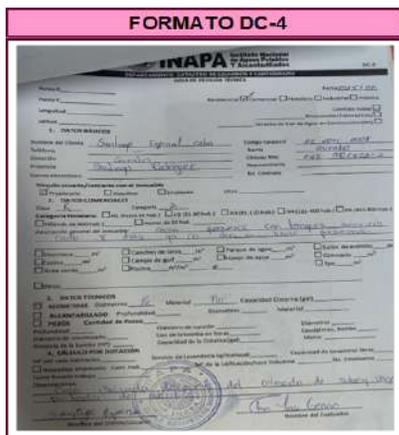
Al comparar los escenarios de metros cúbicos facturados y los proyectados, se exhibe un IPUF del 70%, promedio mes.

Según el área de producción en la región noroeste se producen aproximadamente 8,400,000 metros cúbicos por mes y al realizar la proyección se estima una facturación de 4,600,024 m3, es decir **55% de lo producido**.

#### **2.2.2.2. Catastro de clientes.**

Solo las oficinas comerciales de San Ignacio de Sabaneta y Mao cuentan con el área de catastro de clientes, que tiene como función principal la incorporación al sistema de los clientes nuevos y actualización de datos. Para ejecutar las tareas diarias disponen de una computadora dotada con la herramienta ArcGis, utilizada para localización del predio, codificación y para visualizar las imágenes de los predios.

Si bien la institución, cuenta con herramientas para soportar un catastro de clientes, las actividades de captura, levantamiento de información en terreno y codificación se realiza bajo procedimientos manuales, que reducen la capacidad operativa debiendo digitalizar 24 números que conforman el NUIP apoyado en la plataforma MY MAPS y el programa Excel. El trabajo se dividía en 2 etapas:

The image shows a form titled 'FORMATO DC-4' with the INAPA logo at the top. The form is a technical document with various fields for data entry, including sections for 'DATOS BÁSICOS', 'DATOS TÉCNICOS', and 'DATOS DE IDENTIFICACIÓN'. It contains checkboxes and text boxes for recording specific information related to water service or infrastructure.

- En campo se levantaban las coordenadas GPS y se diligencia el formato DC-4 hoja revisión técnica.
- En la oficina se crean manualmente los códigos NUIP.

La actividad de creación y asignación de una categoría por ende una tarifa no tiene supervisión, situación que se puede ver afectada por errores humanos, intereses políticos o económicos.

El rendimiento en la creación de puntos por día laboral, bajo esta metodología, es de máximo 100 puntos (Manual – Margen de error 15%). En la provincia de San Cristóbal se presenta una estadística de creación de 2.000 puntos día, de forma digital con 0% de margen de error.

### 2.2.2.3. Micromedición.

En ninguna de las 4 provincias que conforman la región noroeste se registran clientes con plan de facturación medido; ni existen pruebas piloto de micro medición.

### 2.2.2.4. Oficinas y/o estafetas, herramientas y vehículos.

**A nivel nacional se cuenta con veintiuna oficinas (Estafetas), en los diferentes municipios de las provincias, las instalaciones no reflejan la imagen institucional, ni se encuentran dotadas de herramientas tecnológicas que permitan la conectividad y manejo de información en línea, según lo requerido en la Ley 200-04 de República Dominicana.**

El personal carece también de vehículos para poder efectuar las tareas de la gestión comercial, en particular el catastro y la normalización de clientes.

El personal tampoco tiene acceso a herramientas tecnológicas de terreno (tablets y otros dispositivos).

### 2.2.2.5. Organización y recursos humanos.

En la actualidad la división regional solo cuenta con la designación de un encargado regional comercial, la Estructura Organizacional depende de aprobaciones del Ministerio de Administración Pública y no está visibilizada a nivel regional ni provincial.

Los niveles provinciales no cuentan con el total de personal necesario, en especial 2 de las 4 provincias, ni herramientas tecnológicas para realizar las actividades de catastro de usuarios.

Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA  
Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6

14 Colaboradores

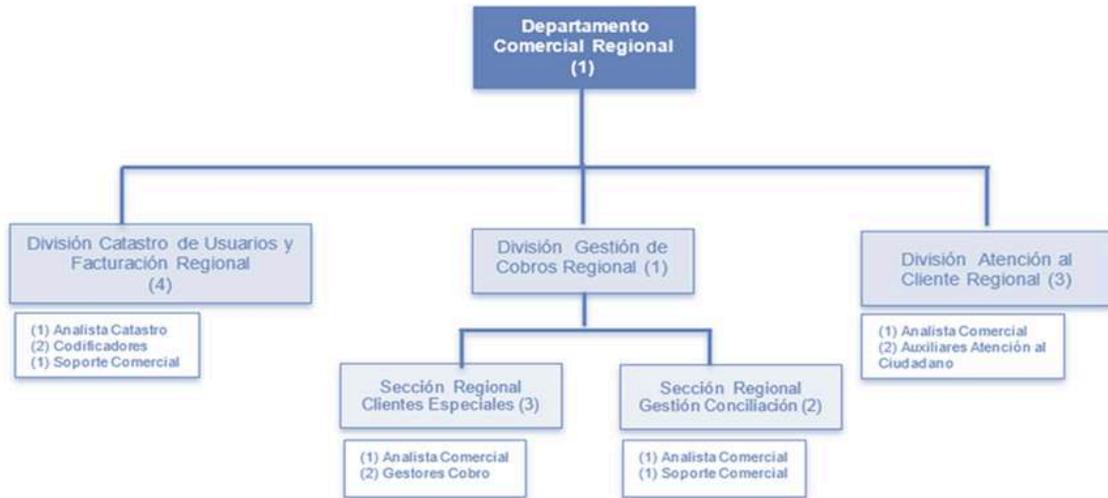


Figura: Organigrama Departamento Comercial Regional Propuesto (Fuente : Nota de reorganización, AT SEURECA)

29 colaboradores

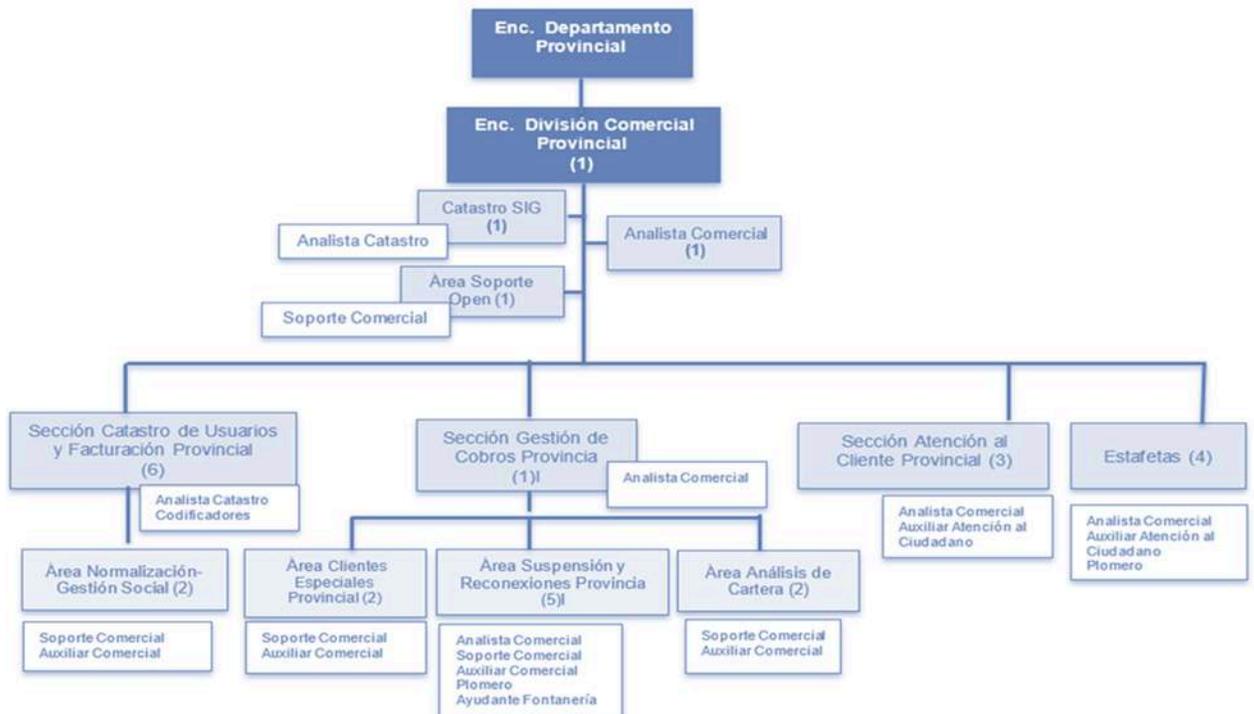


Figura: Organigrama División Comercial Provincial Propuesta (Fuente: Nota de reorganización, AT SEURECA)

El desarrollo de las actividades de catastro en las provincias de Dajabón y Montecristi son

imprescindibles.

### 2.2.3. Balance de Agua

#### 2.2.3.1. Introducción al Balance de Agua e Indicadores

El Balance de Agua (Water Balance) o Balance Hidraulico (BH) es una herramienta de gestión muy útil para conocer y controlar el nivel de pérdidas de agua en un acueducto. Existen múltiples formas de calcularlo, entre otras una desarrollada por la Asociación Internacional de Agua (IWA) que se enfoca **en un sistema de distribución de agua**. El dato de entrada corresponde a los volúmenes de agua que ingresan al sistema.

El BH permite distribuir los volúmenes de agua que ingresan al sistema en varios componentes. El volumen de agua que ingresa al sistema se divide en Consumos Autorizados y Pérdidas de Agua. El Consumo Autorizado se divide entre Consumo Facturado y Consumo Autorizado No Facturado (por ejemplo, los volúmenes utilizados para usos propios y mantenimiento del sistema como limpieza de depósitos, limpieza de tuberías, etc...).

Es importante decir también que el BH se calcula para un periodo determinado: día, mes o año.

La figura siguiente muestra los diferentes componentes de un BH y permite entender a qué corresponden las ANF:

#### BALANCE DE AGUA

Volumen de entrada al sistema $Q_i$	Consumo autorizado $Q_A$	Consumo autorizado facturado $Q_{AF}$	Agua facturada exportada	Agua facturada
			Consumo facturado medido	
		Consumo facturado no medido	Consumo autorizado no facturado $Q_{ANF}$	
		Consumo no facturado medido		
	Perdidas de agua $Q_p$	Perdidas aparentes $Q_{FA}$	Consumo no autorizado	Agua no facturada
			Inexactitudes de los medidores y errores de manejo de datos	
		Perdidas reales $Q_{PR}$	Fugas en las tuberías de aducción y distribución	
			Fugas y reboses en tanques de almacenamiento	
	Fugas en conexiones de servicio hasta el punto del medidor del cliente			

*BH y sus componentes según el IWA (Fuente: AWWA/IWA, EPA 2010)*

Las ANF corresponden entonces a la **diferencia entre los volúmenes ingresados al sistema y los volúmenes facturados**.

El **consumo autorizado**, corresponde en casi totalidad a un consumo facturado no medido, por la ausencia de micromedidores. Hay una cantidad mínima de consumo no facturado no medido, que corresponde a los usos internos de la institución (plantas, oficinas, etc.) pero que se puede ignorar en primera aproximación.

Las **pérdidas de agua** se dividen en dos categorías: **pérdidas reales (o físicas)** y **pérdidas aparentes (o comerciales)**:

- Las **Pérdidas Reales** se refieren principalmente a lo siguiente:
  - Las fugas visibles de gran magnitud en tuberías, la mayoría de las fugas actualmente reparadas,
  - Las fugas visibles, pero no detectadas que afectan acometidas o tuberías de menor diámetro, que pueden ser identificadas por usuarios y operadores a la simple vista, pero que requerirían la organización de recorridos de la red para una detección visual más sistemática,
  - Las fugas no visibles que sólo se pueden detectar usando equipos de detección adecuados, requiriendo un trabajo previo en el catastro de redes y adquisición de equipos
  - Las fugas en las estructuras civiles (esencialmente tanques) o por rebose,
  - Las fugas en las instalaciones internas de los usuarios, por válvulas de cierre de tinaco que no funcionan, de entrada, de cisternas no reguladas, por equipos o red interna que no aguantan la presión, y que no se podrán resolver sin una sensibilización comunitaria incitativa a evitar los derroches de agua.
  
- Las **Pérdidas Aparentes** son pérdidas de ingresos para la institución. Se refieren principalmente a lo siguiente:
  - Los Consumos No Autorizados (deficiencias en la gestión de clientes / usuarios):
    - Las conexiones ilegales (o clandestinas) que nunca fueron registradas en la base comercial (incluyen las conexiones en redes tipo espaguetis y las conexiones madre-hija de usuario del sistema abastecido por la conexión de un usuario registrado),
    - Las conexiones de contratos cancelados que en realidad siguen habilitadas,
    - Las conexiones registradas como cortadas (habilitación suspendida por falta de pago) pero que siguen habilitadas (corte no efectivo porque nunca se hizo o porque se instaló un bypass).
  - Las pérdidas debidas a los procesos comerciales:
    - La desactualización de la base de datos (clientes que no aparecen) o de la categorización del cliente (por la estructura tarifaria que funciona por niveles de aforo diferentes según la categoría socioeconómica),
    - La no lectura efectiva de un medidor funcionando (medición ficticia), de bajo impacto por la poca cantidad de medidores instalados y funcionando.
  - Las pérdidas debidas a la falta de micromedición: la ausencia de medidor lleva a la facturación de un volumen estimado (aforo), el cual puede ser menor o mayor al consumo real (déficit o excedente de facturación), por eso el nivel de pérdida está directamente relacionado con la estructura tarifaria,
  - Las pérdidas debidas a las condiciones de medición del consumo, de bajo impacto por la poca cantidad de medidores instalados y funcionando.

El IWA define dos metodologías principales para calcular las pérdidas y construir un BH:

1. **Top down** – análisis de las pérdidas aparentes y reales basado en volúmenes anuales o mensuales – utilizando datos de producción y facturación (el periodo se adapta al ciclo de facturación). El BH se enfoca generalmente en el sistema de agua potable (sistema matriz o de distribución) pero puede enfocarse también en macrosectores o también en Distritos de Medición y Control. Permite modelar períodos anuales, mensuales y diarios.
2. **Bottom up** – análisis de las pérdidas reales basado en datos de mediciones de caudal nocturno y presiones y convirtiéndolos en volúmenes diarios y anuales. El BH Bottom-up se enfoca entonces en Distritos de Medición y Control y periodos diarios.

Cada modelo anterior se utiliza para estimar los niveles de pérdidas utilizando diferentes datos de entrada y haciendo comparaciones. Los modelos de análisis de componentes se utilizan para cálculos económicos y selección de métodos de intervención.

Resumiendo, en el método Top down las pérdidas reales se obtienen indirectamente mientras que en el método Bottom up las pérdidas reales se calculan directamente.

El BH permite también calcular indicadores de desempeño vinculados a las ANF, pérdidas totales, pérdidas reales y pérdidas aparentes.

La figura siguiente muestra un paso a paso del método Top down.

#### Metodo Top/down



#### *Etapas del método Top down de gestión de ANF*

### 2.2.3.2. Hipótesis y Desarrollo del Balance de Agua ALINO

La metodología utilizada para estimar las ANF en el caso de esta estrategia ALINO es Top down. (modelación de las pérdidas en un sistema macro con datos de caudal de entrada y consumos autorizados). Considerando los datos disponibles en el sistema ALINO, se toman en cuenta un cierto número de hipótesis y simplificaciones, presentadas en seguida.

El balance se hizo con los datos técnicos y comerciales más recientes posible, es decir el periodo noviembre 2022 / octubre 2023.

#### Perímetro (Cobertura):

El balance de agua intenta corresponder lo más precisamente posible al perímetro del ALINO, es decir abastecido por la ETA de Monción. Cuando se mezclan otras fuentes de agua con la de ALINO en un acueducto - típicamente en Dajabón, Navarrete y Esperanza -, se decidió incluir el acueducto en su totalidad en el balance, y por consecuencia tomar en cuenta su producción adicional y la totalidad de su población y clientes recibiendo el servicio de agua potable.

Para mejorar y afinar el balance, se separaron las líneas A y B / C en la medida de lo posible.

#### Producción:

Aunque no se conocen las condiciones exactas de mediciones (no hay sistemas automatizados de medición), la mayoría de las fuentes de producción cuentan con una medición. El detalle está presentado en el cuadro siguiente:

Línea	Fuente	Q nominal (lps)	Medición / Estimación	Q promedio (lps)	Volumen anual (m3)	Comentarios
A	ALINO	3 000	medido	3 043	47 982 024	Hipótesis: 50% por salida
B / C	ALINO				47 982 024	Hipótesis: 50% por salida
A	Corral Grande (Dajabón)	25	medido	11	350 960	A confirmar que se mezcla con ALINO
A	Dajabón	100	medido	100	3 169 022	
B / C	Esperanza	100	asumido	100	3 153 600	
B / C	Navarrete	80	medido	87	2 746 928	
<b>Total Línea A</b>		-			<b>51 502 006</b>	
<b>Total Línea B / C</b>		-			<b>53 882 552</b>	
<b>Total</b>		<b>3 305</b>			<b>105 384 558</b>	

Cabe destacar que para la ETA de Monción (planta de ALINO) se consideró **600 lps de pérdidas** internas, conforme a los resultados de la campaña de medición realizada en el marco del Diagnóstico detallado, durante 10 días en octubre de 2022. En resumen, entraron en promedio en la ETA 3.643 lps, y se considera que salieron - y entraron en la red matriz de ALINO - 3.043 lps.

Estas pérdidas corresponden a **16% del caudal entrante** (Toma ETA), lo que se considera muy alto, pues

las pérdidas aceptables (esencialmente lavado filtros) están habitualmente en los alrededores de 5%.

Considerando **5% para las pérdidas aceptables** (inevitables) en la ETA ALINO:

- Las pérdidas inevitables alcanzan 0.2 m<sup>3</sup>/s (equivalente a 17,280 m<sup>3</sup>/día) o 5%,
- Las pérdidas evitables alcanzan 0.4 m<sup>3</sup>/s (equivalente a 34,560 m<sup>3</sup>/día) o 11%.

Las pérdidas físicas evitables dentro de la ETA (esencialmente por válvulas sedimentadores deficientes y por rebose de los tanques) no se consideran como ANF según la definición IWA. Aunque se debe actuar para reducir estas pérdidas internas (meta 5% del caudal entrante), no se deben considerar estas pérdidas como fuente de producción adicional, ya que la planta está funcionando por encima de su capacidad de diseño (3 m<sup>3</sup>/s) y hay riesgo de deterioro de la calidad del agua tratada. Un aumento de la capacidad producción actual (por ejemplo desde 3.2 m<sup>3</sup>/s hasta 3.4 m<sup>3</sup>/s) requiere tanto la rehabilitación de la ETA como la optimización de la operación (incluyendo el uso y la dosificación de químicos) y finalmente el mejoramiento de la calidad del agua cruda (dragado de la presa Monción por parte del INDRHI).

#### Consumos:

Los volúmenes facturados - **consumos autorizados** - fueron suministrados para el periodo noviembre 2022 / octubre 2023.

En su casi totalidad corresponden a cupos básicos (facturación de un volumen constante), por la ausencia de micromedidores. Es un límite fuerte a la confiabilidad del balance: no se conocen los consumos reales de los hogares (igual para los consumos no domésticos - industriales, públicos, etc.).

Líneas	Volumen facturado anual (m3)	Volumen facturado mensual promedio (m3)
Línea A	10 469 166	872 430
Línea B / C	7 051 563	587 630
<b>Total</b>	<b>17 520 729</b>	<b>1 460 061</b>

Para estimar los **consumos no autorizados**, se estimó el consumo total de los usuarios y se restó el consumo autorizado, bajo la metodología siguiente:

- Proyecciones de la población y de los hogares con agua potable de la red pública a partir de los datos del Censo 2010 de la ONE. La población servida toma en cuenta la tasa de cobertura, que es el ratio del número de hogares con agua potable de la red pública por el número total de hogares.
- Aplicación de un consumo unitario por hogar de 30 m<sup>3</sup>/mes, correspondiente al cupo básico de un cliente de categoría R2: a falta de un piloto de micromedición, esta hipótesis es cuestionable, pero permite avanzar con la estrategia provisional.

En síntesis se llegan a las estimaciones siguientes (cuadros detallados en anexo 6):

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Líneas	Hogares con AP de la red pública	Población con servicio	Volumen consumado mensual (m3)	Volumen consumado anual (m3)	Pérdidas aparentes mensuales (m3)	Pérdidas aparentes anuales (m3)
Línea A	46 846	137 0231	1 405 392	16 864 704	532 962	6 395 544
Línea B / C	63 154	194 388	1 894 631	22 735 568	1 307 001	15 684 008
<b>Total</b>	<b>110 001</b>	<b>331 412</b>	<b>3 300 023</b>	<b>39 600 271</b>	<b>1 839 962</b>	<b>22 079 542</b>

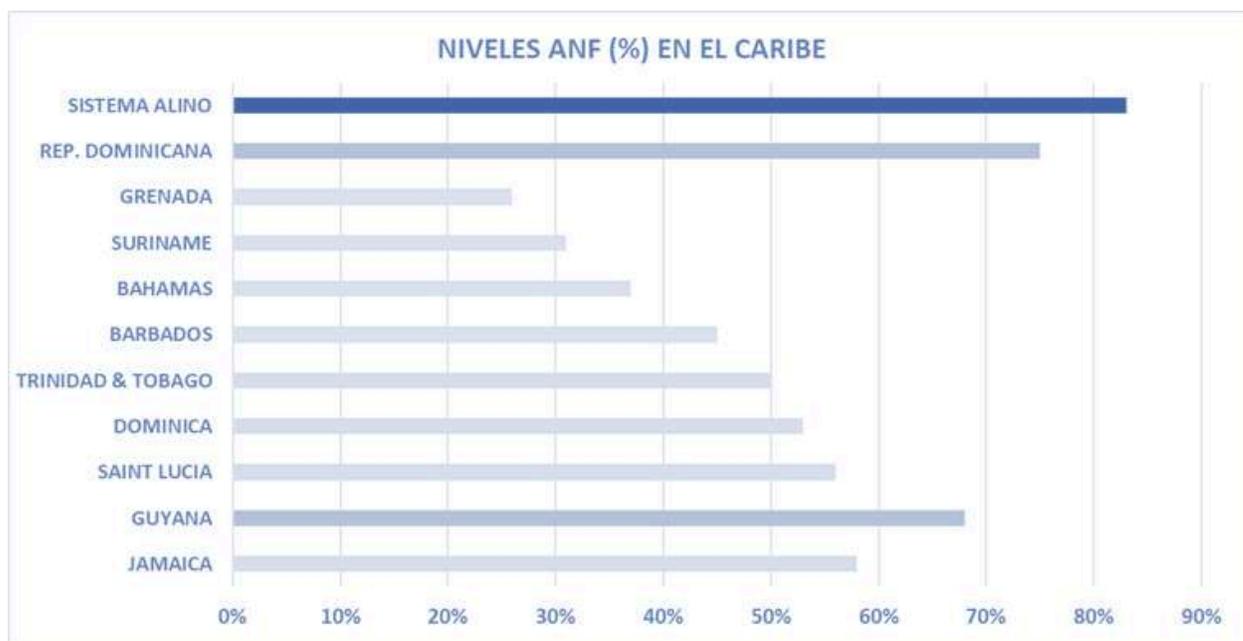
**Primeros resultados:**

La comparación entre producción y consumo permite llegar a un primer balance de agua:

Parámetros	ALINO		Línea A		Línea B / C	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Población 2022 - proyección	331 412		137 023		194 388	
Hogares conectados a la red 2022	110 001		46 846		63 154	
Facturados (m3/año)	17 520 729		10 469 166		7 051 563	
Producción (m3/año)	105 384 558		51 502 006		53 882 552	
Consumo total estimado (m3/año)	39 600 271		16 864 704		22 735 568	
Dotación equivalente (l/d/hab)	327		337		320	
<b>ANF (m3/año)</b>	<b>87 863 830</b>	<b>83%</b>	<b>41 032 841</b>	<b>80%</b>	<b>46 830 989</b>	<b>87%</b>
Pérdidas comerciales (m3/año)	22 079 542	25%	6 395 538	16%	15 684 004	33%
Pérdidas físicas (m3/año)	65 784 287	75%	34 637 303	84%	31 146 984	67%
<b>ANF (m3/año)</b>	<b>87 863 830</b>	<b>83%</b>	<b>41 032 841</b>	<b>80%</b>	<b>46 830 989</b>	<b>87%</b>
ANF sistema matriz ALINO	18 700 848	21%	11 321 424	28%	7 379 424	16%
ANF sistemas de distribución	69 162 982	79%	29 711 417	72%	39 451 565	84%

**Análisis:**

- El nivel de ANF del sistema ALINO alcanza un **83% de la producción**. Es un porcentaje **muy alto** pero **bastante similar a otras evaluaciones ANF en República Dominicana** (por ejemplo San Cristóbal) antes de la realización de acciones de gestión / reducción ANF. Cabe mencionar que el nivel ANF observado / medido en otras islas del Caribe en la década 2020 (por ejemplo Jamaica, Trinidad y Tobago, Barbados, Bahamas, etc.) es inferior, y situado en un rango de 40% a 65% (ver gráfico siguiente) los que ilustra la urgencia de acción en el sistema ALINO.



Niveles ANF en el Caribe (Fuente: SEURECA y Caribbean Water Study del BID)

- La incertidumbre mayor queda en el consumo real, por la doble razón que no se mide el volumen consumido por los clientes, y tampoco se conoce la cantidad exacta de usuarios irregulares y su consumo (doméstico, pero también para riego, ganadero, etc.). Con las hipótesis hechas en el marco de este primer balance de agua, se llega a una **dotación equivalente de 327 l/d/hab**, y las **pérdidas comerciales representan un 25% de las pérdidas totales**, pero esta cantidad puede ser subestimada, y eso por varias razones:
  - El cálculo no toma en cuenta un ratio de consumo no doméstico (comercial, industrial, etc.), está incluido en el consumo doméstico,
  - Se puede subestimar la población / los hogares con servicio (Censo 2010 incompleto, proyecciones bajas, etc.),
  - Se pueden subestimar las pérdidas en las acometidas (dentro de los solares) / cisternas, y el desperdicio por parte de los usuarios.
- Cual sea la incertidumbre previamente descrita, **el nivel de pérdidas físicas queda muy alto, estimado a un 75% de las pérdidas totales**. Las razones pueden ser múltiples: fugas visibles y no visibles - en las redes de distribución como en las acometidas -, fugas en las conexiones ilegales (red matriz ALINO), rebose de los tanques, etc.
- El año pasado en el marco del Diagnóstico detallado del sistema, se realizó un desglose entre el nivel de ANF del sistema ALINO red matriz y el de los sistemas de distribución:
  - ANF “ALINO red matriz” = Pérdidas técnicas (fugas) + pérdidas comerciales (incluyendo volumen desviado ilegalmente por agricultores para ganado y riego),
  - ANF “sistemas de distribución” = Pérdidas técnicas (fugas, reboses tanques) + pérdidas comerciales (conexiones ilegales + mal uso del agua en predios domiciliarios).

Con base a la campaña de medición realizada en ese momento, se estimaron las pérdidas en la red matriz ALINO a unos 600 lps, representando un **20% de las ANF**. No representan la mayoría del

ANF del sistema global, pero son puras pérdidas: no hay un solo cliente fuera de los acueductos formales del sistema ALINO.

Por deducción, la mayoría de las pérdidas se encuentran en las redes de distribución de los varios acueductos.

- Las pérdidas en el sistema matriz ALINO son de 2 tipos:
  - **Pérdidas identificadas**”: son las más de 50 conexiones hechas y manejadas para suministrar agua a unas comunidades que no tienen acueducto formal. Al igual que los acueductos, son una mezcla de pérdidas físicas (fugas) y comerciales. Se estiman un **60% de las pérdidas en el sistema matriz**.
  - **Pérdidas “desconocidas”**: son las fugas y las conexiones ilegales, mayormente agrícolas para riego y ganadería. Se estima un **40% de las pérdidas en el sistema matriz**.
- Con el fin de mejorar la confiabilidad del balance de agua en los próximos meses y años, existen varias posibilidades en función del avance de los diferentes proyectos, entre otros:
  - el uso de los datos del nuevo Censo 2022 de la ONE,
  - el uso de la macromedición proyectada,
  - el uso de los resultados en un sector piloto, con macro y micromedición,
  - etc.

#### **Análisis de escenarios:**

En esta parte se presentan escenarios que permiten resaltar la sensibilidad de los parámetros e hipótesis. No cambian la estimación del volumen de ANF, sino la repartición entre pérdidas físicas y comerciales. Los 3 escenarios presentados en seguida son:

- una dotación de 400 l/d/hab (contra 327 l/d/hab en el balance inicial),
- una dotación de 500 l/d/hab,
- la misma dotación, pero con un 15% de volumen adicional para los consumos no domésticos (públicos, industriales, etc.)

Escenario	Parámetros	ALINO		Línea A		Línea B / C	
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Dotación de 400 l/d/hab	Dotación (l/d/hab)	400		400		400	
	Consumo total estimado (m3/año)	48 386 109		20 005 408		28 380 701	
	<b>ANF (m3/año)</b>	<b>87 863 830</b>	<b>83%</b>	<b>41 032 841</b>	<b>80%</b>	<b>46 830 989</b>	<b>87%</b>
	Pérdidas comerciales (m3/año)	30 865 380	35%	9 536 243	23%	21 329 137	46%
	Pérdidas físicas (m3/año)	56 998 450	65%	31 496 598	77%	25 501 851	54%
Dotación de 500 l/d/hab	Dotación (l/d/hab)	500		500		500	
	Consumo total estimado (m3/año)	60 482 636		25 006 760		35 475 876	
	<b>ANF (m3/año)</b>	<b>87 863 830</b>	<b>83%</b>	<b>41 032 841</b>	<b>80%</b>	<b>46 830 989</b>	<b>87%</b>
	Pérdidas comerciales (m3/año)	42 961 907	49%	14 537 595	35%	28 424 313	61%
	Pérdidas físicas (m3/año)	44 901 923	51%	26 495 246	65%	18 406 676	39%
15% adicional de	Consumo doméstico estimado (m3/año)	39 600 271		16 864 704		22 735 568	
	Consumo no doméstico estimado (m3/año)	5 940 041		2 529 706		3 410 335	

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

consumo no doméstico	Consumo total estimado (m3/año)	45 540 312		19 394 409		26 145 903	
	<b>ANF (m3/año)</b>	<b>87 863 830</b>	<b>21%</b>	<b>41 032 841</b>	<b>28%</b>	<b>46 830 989</b>	<b>16%</b>
	Pérdidas comerciales (m3/año)	28 019 583	32%	8 925 244	22%	19 094 340	41%
	Pérdidas físicas (m3/año)	59 844 247	68%	32 107 597	78%	27 736 649	59%

Se nota que un aumento de la dotación provoca un aumento de las pérdidas comerciales (o aparentes) en comparación con las pérdidas reales. El segundo escenario presenta por ejemplo una repartición casi equitativa de las pérdidas en sistema ALINO (y más pérdidas comerciales en las líneas B y C). Por este motivo es importante poder tener un conocimiento más preciso de los consumos, y esto pasa por mediciones (idealmente la implementación progresiva de la micromedición en los municipios que ya tienen un catastro de usuarios actualizado). Se puede empezar por un piloto de micromedición.

De forma general, un conocimiento más preciso de las pérdidas reales y comerciales tiene un impacto grande en la estrategia de reducción de dichas pérdidas ya que permite orientar y calibrar las acciones.

#### 2.2.4. Conclusiones.

El siguiente cuadro (análisis FODA) resume los puntos clave tratados en la sección de diagnóstico del sistema ALINO. Ofrece una visión de conjunto de las ANF:

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Suficiente personal para la operación.</li> <li>Presencia de un taller, almacén y oficinas regionales.</li> <li>Personal motivado para bajar las pérdidas en el sistema ALINO y monitorear las actividades a nivel de las provincias.</li> <li>Volumen producido suficiente para cubrir las necesidades de la población conectada al sistema ALINO.</li> <li>El sistema ALINO (líneas matrices) tiene un buen rendimiento, estimado a más de 90% y la mayoría de las pérdidas de agua se encuentran en los sistemas de distribución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión deficiente del sistema ALINO en lo que se refiere a ANF: ausencia de macromedición y sistema de monitoreo de los caudales y presiones, ventosas y desagües intervenidos para abastecimiento de comunidades y conexiones ilegales creando pérdidas de agua y pérdidas de cargas impidiendo el agua de llegar en las colas de las redes matriz, no hay control de los niveles de los tanques ni tampoco de las presiones y caudales a nivel de las derivaciones hacia los tanques del sistema, etc...</li> <li>Deficiencias de los equipos de operaciones a nivel regional y provincial: personal no capacitado, sobrecargado, falta de vehículos, no hay monitoreo del sistema ALINO, ausencia de mantenimiento preventivo del sistema ALINO, no hay gestión de activos, manuales actualizados y disponibles etc.</li> <li>La ETA pierde 16% de su caudal de entrada.</li> <li>Nivel muy alto de ANF (83%), y se estiman que entre 59% y 75% son pérdidas reales.</li> <li>Solo 24% de los hogares de la región NO facturados y IPUF (m3 dejados de facturar) muy alto (70%).</li> <li>No hay estructura comercial a nivel regional.</li> <li>No hay personal dedicado al catastro de redes a nivel regional y provincial y solo 2 oficinas comerciales cuentan con el área de catastro de usuarios.</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lanzamiento de las acciones claves identificadas en el Plan de acción y en el Plan de inversión bajo financiamiento de la AFD/UE</li> <li>Plan de capacitación del personal regional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No implementación de la organización a nivel regional y provincial permitiendo la sostenibilidad de las acciones de mejora.</li> <li>Atraso en la implementación de las inversiones identificadas</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>● Implementación de la reorganización (cargos claves) y en particular creación de la oficina ANF/Catastro de redes y de la sección de catastro de usuarios a nivel regional.</li><li>● Las pérdidas en la red matriz ALINO solo representan 20% del total de las ANF.</li><li>● Uso de la herramienta SIG.</li><li>● Reducción de las ANF.</li><li>● Creación de un plan de gestión de las conexiones ilegales en el sistema ALINO.</li><li>● Programa de modernización del Sector Agua del Banco Mundial para completar las acciones de la AT en lo que se refiere a la reducción de ANF (desarrollo de una estrategia ANF e implementación de las acciones identificadas en el sistema ALINO).</li></ul>	<p>referentes al monitoreo, la capacitación y la reducción de pérdidas de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Selección del personal clave con criterios más políticos que relacionados al cumplimiento con los requisitos técnicos de los cargos.</li></ul>
--	--

El desarrollo de la estrategia ANF requiere la identificación de una zona piloto. Naturalmente, la elección recayó en la red de distribución de agua potable del municipio de Mao, pues es el municipio cabecera del sistema, sede de los equipos regionales y presenta condiciones de abastecimiento continuo además de ser la red donde se generan los mayores caudales de pérdidas reales de agua. Las acciones que se implementarán podrán replicarse en los demás sistemas de distribución abastecidos por el sistema ALINO.

## **2.3 Zona Piloto**

### **2.3.1. Diagnóstico técnico y operacional.**

#### **2.3.1.1. Diagnóstico de las infraestructuras de agua potable y catastro de redes.**

El diagnóstico del sistema de agua potable de Mao se presenta más detalladamente en el Anexo 5 de este documento.

La cartografía realizada por la asistencia técnica adoptó una metodología en el caso del sistema ALINO similar a la empleada para realizar la cartografía y el SIG provisional de la red de distribución de agua potable del municipio de Mao.

El catastro provisional se trabajó también en QGIS, con la misma base de datos que el SIG de ALINO. Al final del ejercicio se constituyó entonces un SIG de la macrored (ALINO) y de la red de distribución de Mao.

Se siguieron entonces los siguientes pasos para la creación del catastro preliminar del Sistema de Mao:

1. Reuniones técnicas con el equipo regional (encargado regional y encargado de operaciones), y con el equipo provincial y municipal (encargada de operaciones de la provincia de Valverde, plomeros responsables por el mantenimiento de la red de distribución de Mao),
2. Recopilación de los planos en formato papel y del plano DWG,
3. Análisis de los planos As-Built en AutoCAD y de los planos en formato papel,
4. Trabajo de preparación en AutoCAD de los shapefiles y creación de los shapefiles en QGIS correspondientes a los planos As-Built de la red original / llenado de las tablas de atributo,

5. Digitalización en QGIS de las redes plasmadas en planos papel por los equipos del catastro de redes utilizando como base el shapefile correspondiente a la capa de las tuberías / llenado de las tablas de atributo,
6. Verificaciones, correcciones, ajustes,
7. Levantamientos en campo y digitalización en QGIS de redes sin plano (ampliaciones realizadas y/o por proyectos privados),
8. Preparación de mapas temáticos, análisis de la información plasmada y discusiones adicionales.
9. Se crearon los shapefiles de los accesorios de la red (hidrantes, válvulas, ventosas, desagües etc...) a partir de las informaciones digitales importadas de AutoCAD. Los planos papel no incluyen este nivel de información.

Las reuniones de trabajo, la recopilación de planos, y los levantamientos en campo llevan a las conclusiones siguientes:

- El sistema actual de agua potable de Mao se abastece a partir de una derivación en 20” de la macrored (línea A de 48”) que abastece los dos depósitos de Mao actualmente en servicio (Tanque Municipal de 1,390,000 m<sup>3</sup> y Tanque Motocross de 158,500 m<sup>3</sup>) y se reduce en 16” a nivel de la caja de derivación (la cual aloja una válvula reguladora de presión y de caudal fuera de servicio);
- La red de distribución se construyó en 3 etapas:
  - La red “vieja” (principalmente en asbesto cemento y hierro galvanizado) se finalizó en 1968 y se abastecía originalmente de una toma en el Río Mao de la cual salían, luego de un bombeo, dos líneas de impulsión:
    - una línea hacia una planta de tratamiento ubicada en el predio del Tanque municipal de Mao que, por su altura, permitía abastecer por gravedad Pueblo Nuevo, Laguna Salada y Boca de Mao (a través de 3 líneas de 12” construidas para este propósito),
    - otra línea hacia otra planta de tratamiento ubicada en el predio del Tanque viejo (deshabilitado) de Mao, el cual permitía abastecer el centro de Mao,
    - Se puede agregar que la línea de 12” que pasa por la Calle Duarte corresponde a la línea de Laguna Salada y que Boca de Mao se abastecía a partir de una derivación de ella,
  - En 1983 se finalizó la construcción de la red en el Barrio San Antonio, exclusivamente en PVC abastecida a través de una línea de 12” desde la PTAP localizada en el terreno del tanque Municipal (derivación de la línea de 12” hacia Pueblo nuevo, La Yaguita y Petrile);
  - En los años 2000, la empresa Odebrecht lideró la construcción de la red de distribución principal del Municipio de Mao, exclusivamente en PVC, conjuntamente con la macrored del sistema ALINO, la cual incluye los 2 tanques (Municipal y Motocross) y las cajas de derivación del sistema. En esta ocasión se abandonaron la toma, las plantas de tratamiento y el tanque viejo. Las 3 líneas viejas de 12” derivan de la línea principal de 24” que sale del tanque de Mao. No se hizo la sectorización de las redes por motivos económicos;

- A pesar de que estas redes se construyeron en periodos diferentes, se realizaron muchas interconexiones entre ellas (principalmente entre la red vieja y la red construida por Odebrecht), no catastradas, lo que dificulta mucho el trabajo de operación También existen, en muchas calles, acometidas en redes viejas y redes puestas por Odebrecht según su proximidad con las viviendas;
- En los últimos años se hicieron ampliaciones no catastradas de redes, por la institución o con proyectos privados (o invasiones de terreno). En este caso se realizaron los empalmes en las redes existentes;
- En particular el pueblo de Hato Nuevo, el cual se abastecía inicialmente a través del acueducto de Esperanza Viejo, se abastece hoy con una línea de 6", colocada por el INAPA, lo que permite que este sector tenga más presión y continuidad de servicio;
- Según mencionado durante el diagnóstico detallado realizado por la Asistencia Técnica en 2022, la gran mayoría de los hidrantes (más de 90%) ya no cumple más con su función. Se vandalizaron para llenar los camiones y vender agua.

El mapa temático de la página siguiente muestra el plano de las 3 redes de distribución de Mao digitalizadas en QGIS.

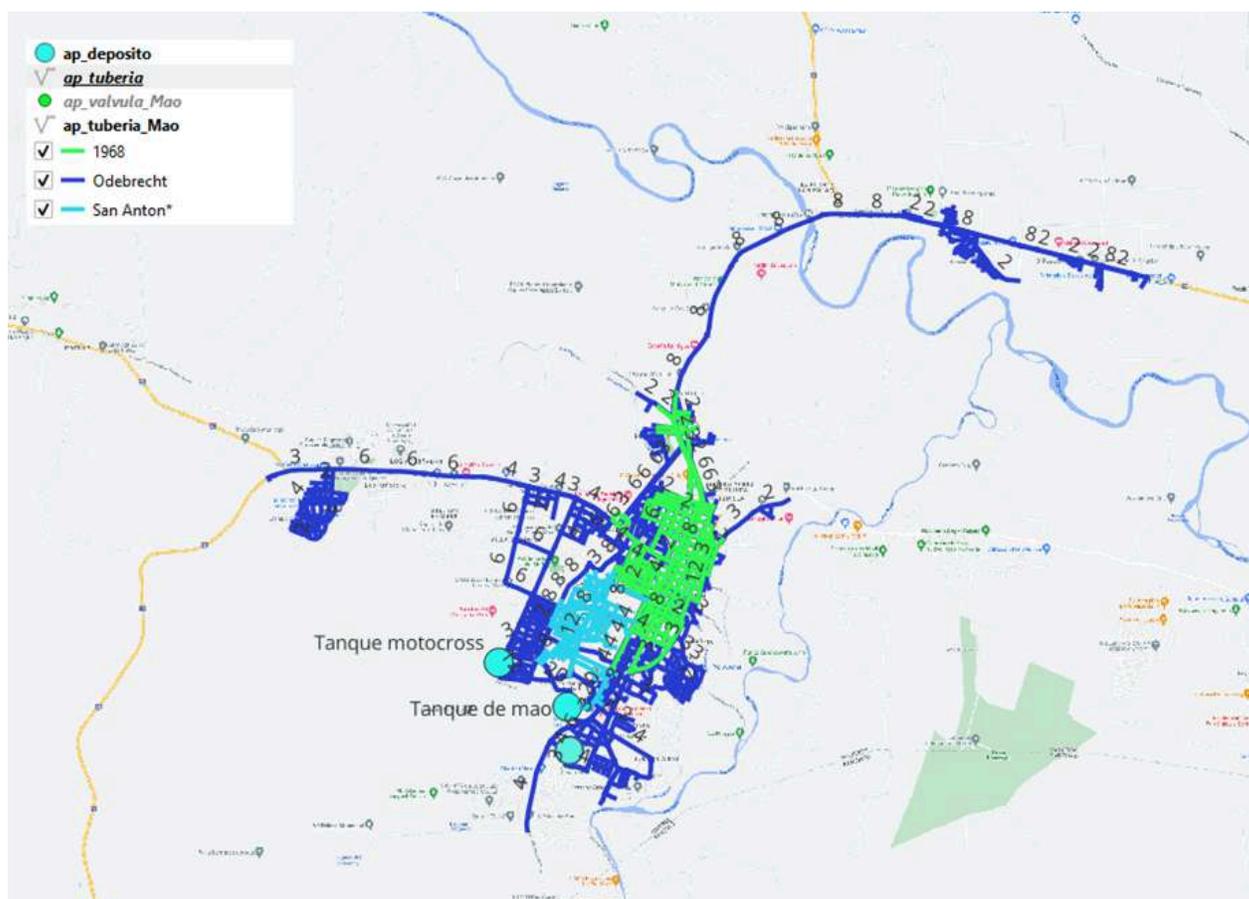


Figura: Plano general del sistema ALINO (Fuente : SIG preparado por SEURECA con la información de los planos comunicados por el INAPA)

## Conclusiones.

El análisis anterior demuestra la necesidad de completar el nivel actual de conocimiento de las redes de agua potable en el municipio de Mao y realizar un catastro técnico completo. Con el nivel actual de conocimiento, y por la falta de sectorización de las redes de distribución, los equipos de operaciones en la zona no pueden realizar una reparación de avería sin interrumpir el servicio, y deben cerrar las válvulas a la salida de los depósitos.

Muchas partes de las redes de agua potable existentes no han sido levantadas y no se tiene mapa de ello (líneas principales a la salida del tanque principal, ampliaciones, parte de la red vieja etc...).

En lo que se refiere a la posibilidad de sectorizar la red de distribución (ver acápite 2.3.4), el nivel actual de conocimiento no permite tampoco proponer un diseño fino de sectores hidráulicos y Distritos de mediciones y control, aunque ya se pueden definir los conceptos principales del enfoque: sector que depende de la salida del depósito de Motocross, Sector correspondiente al Barrio San Antonio, Sector correspondiente al Hato Nuevo (el cual ya tiene una sola entrada ya identificada) etc..

Actualmente, la Región Noroeste cuenta con el nivel central para catastro de redes pero no existen capacidades suficientes ni a nivel central ni tampoco a nivel local poder realizar eficientemente el levantamiento y desarrollar el catastro, de ahí la importancia también Falta de eficiencia importancia de tener un equipo bien capacitado.

Se identificó una sola entrada al sistema de agua potable de Mao (derivación de 20" en la línea A de la macrored) aunque se debe averiguar la posibilidad de otras entradas (menores) al sistema.

## Estrategia y lineamientos del catastro de redes.

El sistema de acueducto de Mao constituye la red de agua potable más importante de la Región Noroeste, con el nivel de consumo y los volúmenes de pérdidas reales más elevados también, y por ende es una prioridad empezar los trabajos de catastro técnico por el Municipio de Mao. Este catastro servirá de base en particular para el diseño de la sectorización.

Para eso se utilizan los sistemas de información geográfica como herramienta que centraliza las informaciones cartográficas y las bases de datos del catastro.

El catastro de redes que se va a implementar en Mao corresponde entonces a una continuación del trabajo ya iniciado en el marco de la Asistencia Técnica AFD/UE y se identifican las acciones claves siguientes:

- Definición de las soluciones informáticas (hardware y software), herramientas, servidores que se vayan a utilizar para el trabajo, en particular el uso de workstations, laptop, tablets equipadas con QFIELD, antena tipo GNSS, impresoras etc;
- Actualización de la base de datos del catastro de redes: esta base de datos debe permitir incluir todas las informaciones de las capas constituyendo la red de agua potable y se debe retroalimentar con las intervenciones y los levantamientos en terreno (ejemplos: creación de una capa para las averías

visibles y no visibles identificadas y reparadas, posibilidad de averiguar/retroalimentar el catastro con las informaciones de la red expuesta al momento de realizar la corrección);

- Definición de la metodología de levantamiento de las informaciones y de digitalización/actualización del SIG en la oficina y del cronograma de trabajo: flujo de responsabilidades, etapas, levantamiento con planos papel, levantamientos con antena y con tablet etc;
- Definición de las reglas topológicas y de digitalización de las redes;
- Definición de un programa de puesta nivel de válvulas existentes y de limpieza de cámaras;
- Proponer y definir actividades de cateo (cantidad, ubicación) para clarificar dudas;
- Definición de una metodología de levantamiento de infraestructuras en predios privados;
- Definición de procedimientos de actualización de redes y desarrollo de herramientas de SIG móviles, aplicaciones y de órdenes de trabajo para retroalimentación y ajuste del catastro de redes en QGIS;
- Desarrollo de otras herramientas de utilización/interpretación de los datos del catastro (ej: red dependiendo de un nodo, catastro de las fugas y producción de un informe, creación de modelos hidráulicos y visualización de los resultados del modelo, visualización de los resultados de pérdidas en cada sector o DMC etc.);
- Definición del programa de capacitación del personal en el catastro de redes en QGIS y en el campo.

### 2.3.1.2. Operación de la red de distribución de agua potable de zona piloto - Gestión de las pérdidas reales.

Se enumeran a continuación los **desafíos operativos generales identificados por la AT AFD/UE en las redes de distribución** y que se aplican también en el contexto de la red de distribución de Mao:

- **Catastro ausente o incompleto** de la red de distribución;
- Red generalmente mallada en el casco urbano pero **ausencia de sectorización y de macromedición** lo que no permite establecer balances de agua confiables (incluyendo la cuantificación de las pérdidas totales en los sectores) ni tampoco gestionar los caudales y presión en el sistema;
- Aunque la mayoría de las válvulas de corte son accesibles (utilizadas para el racionamiento), las **tapas de algunas cámaras son asfaltadas**;
- Presencia de **tuberías viejas en Asbestos Cemento** que constituyen puntos débiles de la red;
- Según los datos comunicados por los operadores de la Provincia Valverde, se calculó en 2022 un promedio de 3 fugas visibles reparadas por km por año<sup>1</sup>, lo que es relativamente bajo dado el suministro de agua 24/7 y las buenas presiones promedias en el sistema (2 bares). Probablemente, este ratio aumenta al considerar las **fugas invisibles no detectadas** por el INAPA;
- Las **reparaciones de fugas son a veces complicadas por ausencia de equipos y repuestos**.
- **Ausencia de purgas regulares y controladas en los desagües** (por ejemplo, anualmente) para controlar la cantidad de lodos en la red. Según los operadores, la calidad del agua es buena en Mao (con servicio de agua 24/7).

---

<sup>1</sup> 600 fugas reparadas anualmente en la Provincia de Valverde que cuenta con aproximadamente 200 km de redes de distribución acueducto

Los siguientes retos para el mejoramiento en la Región Noroeste lo constituye que:

- La provincia de Valverde cuenta con un solo vehículo (del encargado provincial de Valverde);
- Se requieren más brigadas de operaciones (sólo 2 brigadas para la provincia de Valverde) y de mantenimiento/repación de averías en las redes de distribución;
- Los sueldos de los plomeros son muy bajos (participando a las condiciones precarias de trabajo);
- Por lo general, las brigadas, carecen tanto de personal especializado y capacitado como de herramientas, EPP y apoyo logístico. Desempeñan mantenimiento correctivo/emergencia (insuficiente) pero no preventivo lo que acelera el deterioro de la infraestructura (tanques, valvulería, redes, etc.);
- Se producen informes semanales y mensuales de averías. Se hacen también reportes diarios por teléfono a la Dirección de operaciones;
- El trabajo de corrección de averías solo se enfoca en fugas visibles y el personal y equipos no son suficientes para eliminar todas estas averías;
- En caso de avería grande, el encargado provincial se apoya en el encargado regional para solicitar el apoyo a nivel central, con la Dirección de operaciones;
- La información sobre averías se recibe mediante denuncias y/o revisiones;
- La mayor parte de fugas se da en acometidas y no existe un plan de reparación para esas fugas
- Operaciones es responsable por la reparación de averías en redes (diam  $> \frac{3}{4}$ ) mientras que la reparación de averías en acometidas y redes (diam  $< \frac{3}{4}$ ) depende de Comercial;
- Sin embargo, el área comercial solo se enfoca en cortes y reconexiones y en esas reconexiones quedan muchas fugas en las acometidas.

La tabla siguiente muestra la cantidad de averías reparadas entre enero y noviembre de 2023:

Mes	Ene-23	Feb-23	Mar-23	Abr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Ago-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23
Cantidad de averías reparadas	42	83	61	59	45	36	44	46	48	76	43

Las obras de construcción del alcantarillado sanitario en Mao provocan muchas averías en la red de distribución de agua potable, para las cuales las empresas constructoras tienen obligación de corrección.

### 2.3.1.3. Campaña de mediciones.

#### Diagnóstico detallado de 2022:

En el marco de la campaña de mediciones realizadas a finales de 2022, unos puntos de medición ofrecieron información sobre el consumo de agua del municipio de Mao.

En primer lugar, se pudo estimar a unos **800 lps** el consumo del municipio para llenar sus tanques con el agua del sistema ALINO, o sea más de un 50% del caudal total de la línea A, como se refleja en el gráfico siguiente. El consumo de Mao, en primera aproximación, es la diferencia entre lo que sale de la ETA y lo que pasa por la caja 1 (registro ubicado aguas abajo de la conexión de Mao). Puede haber conexiones

ilegales puntuales pero que no representan un caudal significativo en este tramo.



*Mediciones de caudal en la línea A (Fuente: resultados de las mediciones realizadas por SEURECA en el marco del diagnóstico detallado de la AT - dic. 2022)*

Este caudal corresponde a una dotación de casi **1.300 l/día/habitante**, lo que es sumamente elevado.

Además, otra medición más aguas abajo en la línea A (entre Pueblo nuevo y Caña Chapetón), hizo resaltar un consumo elevado - unos 100 lps - en el tramo entre Mao y la salida de Pueblo Nuevo, cuando hay solamente 4 conexiones identificadas desde válvulas o desagües. La línea cruza toda la zona urbana de Mao y es posible que haya varias conexiones ilegales. Será importante recorrer la línea en este sector para identificarlas y buscar soluciones para limitar su impacto (desconexión o reducción de presión). Por fin, se midió el nivel del tanque principal. Siempre tiene agua, y se mantiene a un nivel alto, generalmente entre 6 y 9 metros.



*Nivel del tanque principal de Mao (Fuente: resultados de las mediciones realizadas por SEURECA en el marco del diagnóstico detallado de la AT - dic. 2022)*

Mediciones adicionales:

A finales de 2023, se pudo realizar una campaña de medición adicional, dedicada a la red de distribución de Mao. Se midieron durante una semana, del 28 de noviembre al 3 de diciembre, los puntos siguientes:

- el caudal de la derivación de Mao en la línea A,
- la presión en 4 sectores de la red de distribución.

La medición de caudal confirmó los resultados observados el año pasado, o sea un caudal entrante en los tanques de Mao de **800 lps** en promedio, oscilando entre 500 y puntualmente más de 1000 lps.



*Caudal derivación línea A para Mao (Fuente: resultados de las mediciones realizadas por SEURECA -*

nov. - dic. 2023)

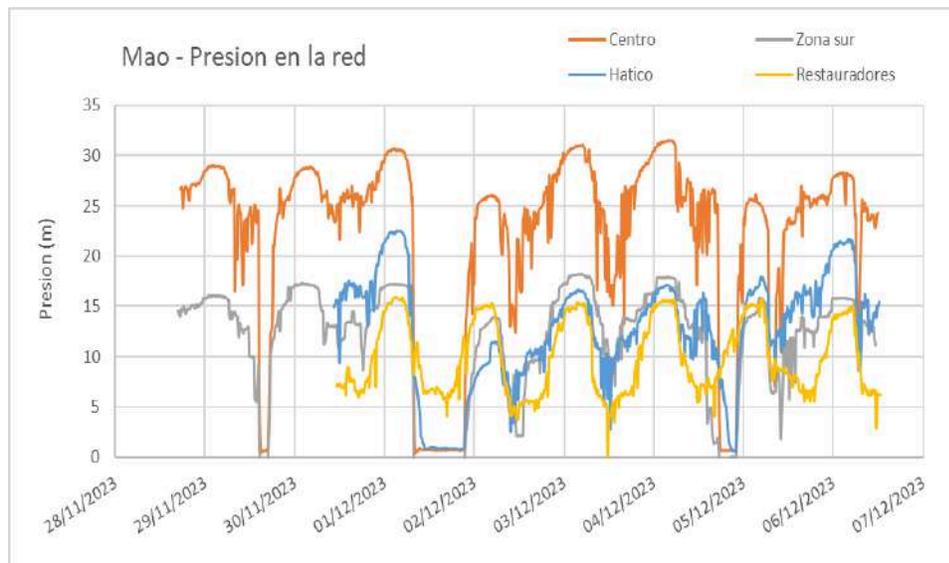
Las mediciones de presión fueron realizadas en los sectores siguientes:

- Zona Centro, supuestamente conectado en la red de Odebrecht,
- Hatico, supuestamente conectados de la red vieja, que iba hacia Laguna Salada, y que sigue suministrando agua a Boca de Mao,
- Zona Sur, supuestamente conectado en la red de Odebrecht,
- Los Restauradores, supuestamente conectados de la red vieja, que iba hacia Pueblo Nuevo, y reforzada por una conexión desde una ventosa de la red de ALINO.



Red de Mao - Mediciones de presión (Fuente: SIG preparado por SEURECA con la información de los planos comunicados por el INAPA y la ubicación de las mediciones realizadas - nov. - dic. 2023)

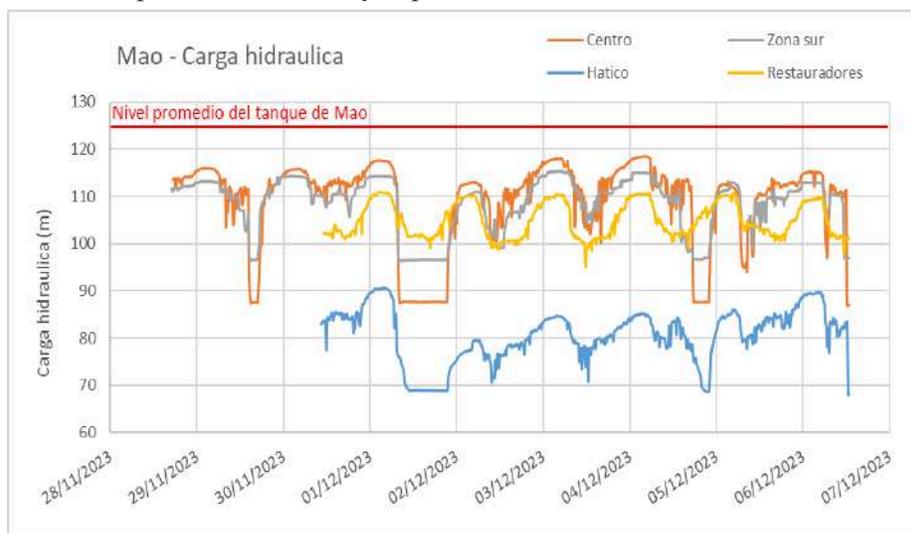
Los resultados están presentados en el gráfico siguiente:



*Resultados de las mediciones de presión (Fuente: resultados de las mediciones realizadas por SEURECA - nov. - dic. 2023)*

En primer lugar, se confirma que Mao recibe agua en continuo, con buena presión en los varios sectores medidos. Hubo un corte operativo el 1ero de diciembre por reparación de fugas. Se nota que con su empalme en la red de ALINO, Los Restauradores siguen recibiendo agua también durante los cortes.

Queda interesante también analizar la carga hidráulica en cada uno de estos puntos, y compararla al nivel del tanque de Mao, que es lo que da la presión en la red. La carga hidráulica - en metros - corresponde a la suma de la elevación del punto de medición y la presión medida.



*Carga hidráulica (Fuente: resultados de las mediciones realizadas por SEURECA - nov. - dic. 2023)*

Se nota que, en el centro, la zona sur y Los Restauradores, la carga hidráulica se mantiene alta, no hay pérdidas de cargas muy elevadas en la red hacia estos puntos. Se explica por cercanía al tanque (zona sur), o porque se abastece de la red mayor de Odebrecht (centro), o porque recibe refuerzo de ALINO (Los Restauradores). Al contrario, se notan pérdidas de carga mucho más elevadas en Hatico, posiblemente debidas a una deficiencia de las conexiones entre la red de Odebrecht y la red vieja (conexiones insuficientes, válvulas estranguladas o cerradas - tal vez desconocidas y/o bajo asfalto, etc.).

Para profundizar el conocimiento de la red y de su funcionamiento, sería interesante, en paralelo de las otras actividades (catastro de redes, etc.), completar las mediciones, con:

- mediciones de los niveles de tanque (Mao y Motocross),
- mediciones de caudal a las salidas de los tanques, y en puntos claves de la red a definir,
- mediciones de presión en las extremidades de la red (Hato nuevo, Boca de Mao, La Yagua / Pretile, etc.), en el sector abastecido por el tanque de Motocross, en el acueducto de San Antonio y en varios puntos de la zona centro.

### 2.3.2. Diagnóstico comercial.

La estrategia comercial para el catastro de usuarios y normalización en la región Noroeste presenta un

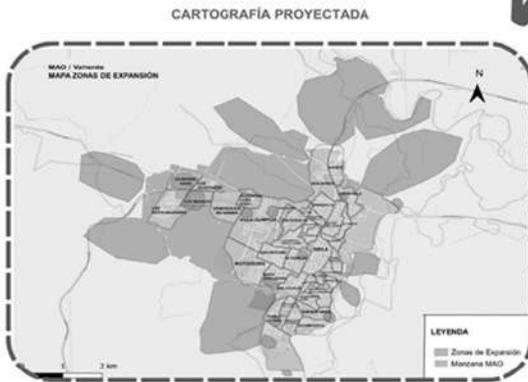
diagnóstico adicional de la gestión comercial en varios Municipios, incluyendo a Mao.

La figura siguiente presenta la actualización del diagnóstico y las proyecciones de impacto del ejercicio de regularización del catastro de usuarios y normalización, en el municipio de Mao.

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA  
Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

**MAO**

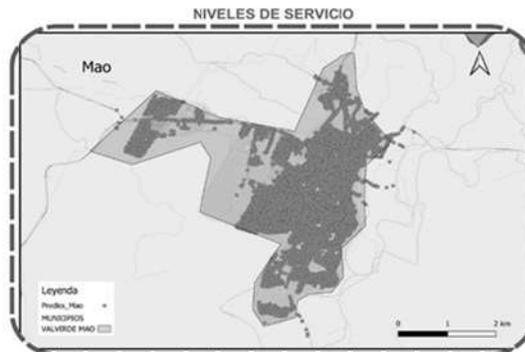
Categoría	Cientes BD Octubre 2023	Puntos Netos	Puntos Estimados - 15%	Puntos Proyectados a Normalizar
Residencial	11.720	18.900	16.065	4.345
Comercial	755	4.113	3.496	2.741
Hotelero	2	17	14	12
Público	143	148	126	
Hospitalario	5	23	20	15
Industrial	19	28	24	5
<b>TOTAL CLIENTES</b>	<b>12.644</b>	<b>23.229</b>	<b>19.745</b>	<b>7.118</b>



\*Zonas de Expansión 24  
\*Puntos zona de Expansión 3.020  
\*Puntos zona de Normalización 20.209



\* Alta: R4, R5  
\* Media: R3, R2  
\* Baja: R  
\* Tarifa de Proyección \$375  
\* M3 Proyección: 45



\*Se estima Continuidad 24 horas  
7 días a la semana

**Nota:** Alta: R4, R5; Media: R3, R2 y Baja: R1

### 2.3.3. Balance de Agua.

La metodología utilizada para estimar las ANF del acueducto de Mao es estrictamente similar a la descrita y utilizada para el sistema ALINO, incluyendo también un cierto número de hipótesis y simplificaciones, presentadas en seguida.

#### **Perímetro (Zona de cobertura):**

El perímetro corresponde al acueducto de Mao, como resultado del trabajo realizado con el catastro de redes, se pudieron determinar los límites, que incluyen Boca de Mao al norte, Hato Nuevo al este y Petriles y La Yagua (Pueblo Nuevo) al oeste.

#### **Producción:**

No hay equipos de medición en la red de ALINO. Por eso se usaron los datos de las campañas de mediciones previamente descritas. Para las conexiones desde ventosas, se hizo una estimación básica en función de su diámetro (pues de su capacidad).

Fuente	Caudal (lps)	Volumen anual (m3)	Comentarios
Derivación ALINO	800	25 228 800	Medición (una semana en continuo noviembre 2023), confirmando resultados de otra campaña realizada en 2022
Ventosa Los Restauradores 3"	10	315 360	Estimación básica
Ventosa Boca de Mao El Puente 2"	5	157 680	Estimación básica
Ventosa Boca de Mao Los Coquitos 2"	5	157 680	Estimación básica
Ventosa Boca de Mao 2"	5	157 680	Estimación básica
<b>Total</b>	<b>825</b>	<b>26 017 200</b>	

Cabe destacar que el consumo de Mao representa más del 40% de la producción de la línea A.

#### **Consumos:**

Los volúmenes facturados - **consumos autorizados** - fueron suministrados, para el periodo noviembre 2022 / octubre 2023.

En su casi totalidad corresponden a cupos básicos (facturación de un volumen constante), por la no instalación de micromedidores. Es un límite fuerte a la confiabilidad del balance: no se conoce cuánto consumen los hogares en realidad (igual para los consumos no domésticos - industriales, públicos, etc.).

Volumen facturado anual (m3)	Volumen facturado mensual promedio (m3)
6 961 435	580 120

Para estimar los **consumos no autorizados**, se estimó el consumo total de los usuarios y se restó el consumo autorizado, bajo la metodología siguiente:

- Proyecciones de la población y de los hogares con agua potable de la red pública a partir de los datos del Censo 2010 de la ONE. La población servida toma en cuenta la tasa de cobertura, que es el ratio del número de hogares con agua potable de la red pública por el número total de hogares.
- Aplicación de un consumo unitario por hogar de 30 m<sup>3</sup>/mes, correspondiente al cupo básico de un cliente de categoría R2.

En síntesis se llegan a las estimaciones siguientes (cuadros detallados en Anexo 2):

Hogares con AP de la red pública	Población con servicio	Volumen consumido mensual (m <sup>3</sup> )	Volumen consumido anual (m <sup>3</sup> )	Pérdidas aparentes mensuales (m <sup>3</sup> )	Pérdidas aparentes anuales (m <sup>3</sup> )
26 199	63 965	785 982	9 431 779	205 862	2 470 345

### Primeros resultados:

La comparación entre producción y consumo permite llegar a un primer balance de agua:

Parámetros	Cantidad	Porcentajes
Población 2022 - proyección	63 965	
Hogares conectados a la red 2022	26 199	
Facturados (m <sup>3</sup> /año)	6 961 435	
Producción (m <sup>3</sup> /año)	26 017 200	
Consumo total estimado (m <sup>3</sup> /año)	9 431 779	
Dotación equivalente (l/d/hab)	404	
<b>ANF (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>19 055 765</b>	<b>73%</b>
Pérdidas comerciales (m <sup>3</sup> /año)	2 470 345	13%
Pérdidas físicas (m <sup>3</sup> /año)	16 585 421	87%

### Análisis:

- El nivel de ANF del acueducto de Mao alcanza un **73%** del volumen de agua distribuido. Es un porcentaje **muy alto pero por debajo del promedio en el sistema ALINO, que es de un 83%**.
- La incertidumbre mayor queda en el consumo real, por la doble razón que no se mide el volumen consumido por los clientes, y tampoco se conoce la cantidad exacta de usuarios irregulares y su consumo (doméstico, pero también para riego, ganadero, etc.). Con las hipótesis hechas en el marco de este primer balance de agua, se llega a una **dotación equivalente de 404 l/d/hab**, y las **pérdidas comerciales representan un 13% de las pérdidas totales**, pero esta cantidad puede ser subestimada, y eso por varias razones:
  - El cálculo no toma en cuenta un ratio de consumo no doméstico (comercial, industrial, etc.), está incluido en el consumo doméstico,
  - El perímetro del acueducto quizás es más extenso de lo definido hoy (interconexión con Pueblo Nuevo, Amina), las investigaciones para mejorar el catastro de redes siguen.

- Se puede subestimar la población / los hogares con servicio (Censo 2010 incompleto, proyecciones bajas, etc.),
  - Se puede subestimar las pérdidas en las acometidas (dentro de los solares) / cisternas, y el desperdicio por parte de los usuarios.
- Cual sea la incertidumbre previamente descrita, **el nivel de pérdidas físicas queda muy alto, estimado a un 87% de las pérdidas totales**. Las razones pueden ser múltiples: fugas visibles y no visibles - en las redes de distribución como en las acometidas -, fugas en las conexiones ilegales (red matriz ALINO), rebose de los tanques, etc.
  - Con el fin de mejorar la confiabilidad del balance de agua en los próximos meses y años, existen varias posibilidades en función del avance de los diferentes proyectos, entre otros:
    - el uso de los datos del nuevo Censo 2022 de la ONE,
    - el uso de la macromedición proyectada,
    - la colocación de caudalímetros dedicados a la red de Mao (ver parte siguiente Sectorización),
    - el uso de los resultados en un sector piloto, con macro y micromedición,
    - etc.

**Análisis de escenarios:**

Los mismos 3 escenarios se presentan en el caso específico del balance de agua de Mao:

Escenario	Parámetros	Cantidad	Porcentajes
Dotación de 500 l/d/hab	Dotación (l/d/hab)	500	
	Consumo total estimado (m3/año)	11 673 583	
	<b>ANF (m3/año)</b>	<b>19 055 765</b>	<b>73%</b>
	Pérdidas comerciales (m3/año)	4 712 149	25%
	Pérdidas físicas (m3/año)	14 343 617	75%
Dotación de 600 l/d/hab	Dotación (l/d/hab)	600	
	Consumo total estimado (m3/año)	14 008 300	
	<b>ANF (m3/año)</b>	<b>19 055 765</b>	<b>73%</b>
	Pérdidas comerciales (m3/año)	7 046 865	37%
	Pérdidas físicas (m3/año)	12 008 900	63%
15% adicional de consumo no doméstico	Consumo doméstico estimado (m3/año)	9 431 779	
	Consumo no doméstico estimado (m3/año)	1 414 767	
	Consumo total estimado (m3/año)	10 846 546	
	<b>ANF (m3/año)</b>	<b>19 055 765</b>	<b>73%</b>
	Pérdidas comerciales (m3/año)	3 885 111	20%
	Pérdidas físicas (m3/año)	15 170 654	80%

Se nota, en función de los escenarios, un aumento de las pérdidas comerciales, potencialmente hasta casi un 40%. Las conclusiones son similares a las conclusiones del análisis de los escenarios presentados en el balance de agua del sistema ALINO.

### 2.3.4. Sectorización de la red de distribución.

#### 2.3.4.1. Enfoque general del diseño de la sectorización.

Resaltamos que la sectorización de un sistema de agua potable se puede definir en **cuatro niveles diferentes**:

- 1° Nivel: Sectorización clásica desde un punto de entrega de volumen de agua;
- 2° Nivel: Sectorización definida por zonificación piezométrica (subdivisión piezométrica);
- 3° Nivel: Zonificación piezométrica representada por estaciones booster de red y Válvulas Reductoras de Presión (VRPs) (subdivisión piezométrica);
- 4° Nivel: Sectorización definida por distritos de medición y control (subdivisión operacional)

El diseño de la sectorización se realiza entonces en 2 etapas:

- 1era etapa: subdivisión del sistema en sectores hidráulicos (macrosectores) en función de la estructura del sistema (redes e infraestructuras) y su funcionamiento hidráulico, en función de la topografía y de la posibilidad de crear zonas piezométricas
- 2da etapa: subdivisión operacional de los sectores en distritos medición y control (DMC o DMA en inglés)

Los criterios críticos para el diseño de la sectorización también son:

- Aislamiento de los macrosectores y DMCs
- Limitar al máximo las entradas y salidas: idealmente una sola entrada y sin salida (evitar sectores y DMCs en “cascada”)
- Tener DMCs de aproximadamente 1500 a 2500 usuarios, pero pudiendo llegar a 5000 usuarios (en tal caso se confunden con los macrosectores)
- Tener en consideración las condiciones de las redes: la sectorización no debería por ejemplo incluir las redes de asbestos cemento que, por su vida útil y por el tipo de material, se deberían abandonar

Cabe recordar también que el proyecto de la red de distribución de Mao construida por el Consorcio liderado por la empresa Odebrecht debía incluir la sectorización y el **abandono de dichas líneas**.

#### 2.3.4.2. Objetivos.

El objetivo principal de una sectorización es conocer y controlar la distribución del agua dentro de un sistema. Actualmente el acueducto de Mao no cuenta con caudalímetros o cualquier tipo de equipo de medición (nivel de tanque, presión, etc.), y por consecuencia se opera manualmente y de forma totalmente ciega, sin ningún tipo de control.

La implementación de una sectorización es un trabajo a largo plazo. En Mao, los objetivos principales se podrían desarrollar de la forma siguiente:

- Conocer el agua entrando en el sistema:
  - Colocación de un caudalímetro en la derivación de la línea A de ALINO,
  - Colocación de caudalímetros en las conexiones desde ventosas,
  - Colocación de caudalímetros en las salidas de los tanques.
- Sectorizar las redes, empezando con los sectores “claves”, particularmente donde se encuentra la mayoría de la población, y los sectores “fáciles” de implementar, donde se requiere la instalación de pocos caudalímetros, y el cierre de pocas válvulas. En el marco de la sectorización, cada sector tiene que ser aislado (en término hidráulico) y medido (en cada entrada y salida para poder establecer un balance).
- Implementar mediciones adicionales como el nivel de los tanques y la presión en cada sector.
- Analizar los datos de medición y armar un plan de trabajo específico por cada sector, priorizando los sectores donde el nivel de ANF es lo más alto, y donde el potencial de reducción es importante.

De forma general, una sectorización efectiva con medición permite lo siguiente:

- Disponer de reportes operativos con registro preciso de datos de producción y distribución,
- Calcular indicadores de costos operativos (por ejemplo: kWh/m<sup>3</sup> por bombeo, químicos por m<sup>3</sup> producido) e identificar factores de mejora en operación y mantenimiento de las instalaciones,
- Monitorear indicadores operacionales como continuidad de servicio, ANF por sector, etc.,
- Supervisar en continuo los sistemas de producción y abastecimiento de agua potable;
- Facilitar la toma de decisión cuando se identifiquen problemas operativos en los sistemas hidráulicos y/o emergencias (gestión de crisis),
- Usar los datos de caudal y presión para planificación y diseño optimizado (modelación hidráulica, diseño, seguimiento de un plan estratégico, factibilidad técnica de integración de nuevas urbanizaciones, etc.),
- Disponer de medidores que transmitan los registros a un servidor central o una nube, para consulta online de los parámetros monitoreados y registro de datos sin desplazamiento al sitio de medición,
- Cerrar un sector bien definido y restringido para proceder a reparaciones de averías, en vez de cerrar las salidas de los tanques y así cortar el servicio en la totalidad del acueducto.

### 2.3.4.3. Metodología general de implementación de un sector hidráulico.

De forma general, la implementación de un sector hidráulico se hace siguiendo una serie de etapas, presentadas brevemente aquí:

- Identificación de un sector a partir del catastro de redes - y del conocimiento de los operadores - e implementación (instalación / cierre de válvulas, etc.).
- Pruebas iniciales de presión en los límites del sector (de ambas partes de las válvulas de seccionamiento)
- Prueba de presión cero (o “Zero Pressure Test” - ZPT): es una prueba para validar la estructura hidráulica de un sector.

El ZPT se realiza mediante medición puntual de la presión de servicio en el punto promedio durante el cierre progresivo de las válvulas de corte en las fronteras. El ZPT es un éxito si la presión baja a cero luego del aislamiento del sector. Estas operaciones se hacen en los sectores de pequeño tamaño, con precaución, teniendo en cuenta que un cierre de válvulas puede generar daños con el aumento de presión en otros sectores. Se debe excluir maniobras sobre la red matriz que impactan más que el sector estudiado.

Si no se reduce a cero, significa que existen interconexiones desconocidas que siguen abasteciendo el sector. En tal caso, se hacen **investigaciones de campo adicionales** hasta encontrar las conexiones, integrarlas en el catastro y se vuelve a realizar el ZPT cerrando estas nuevas interconexiones identificadas. Es importante mencionar que en ciertos casos (válvula de corte inexistente, pasante o inoperante) se tendrá que instalar una válvula de corte nueva para poder ejecutar el ZPT.

Después de la validación de la estructura del sector hidráulico, se procede, si es necesario, a la preparación de los diseños detallados de los nuevos puntos de medición situados en las nuevas interconexiones descubiertas, y a continuación, de las obras de implementación de los caudalímetros, temporales o permanentes.

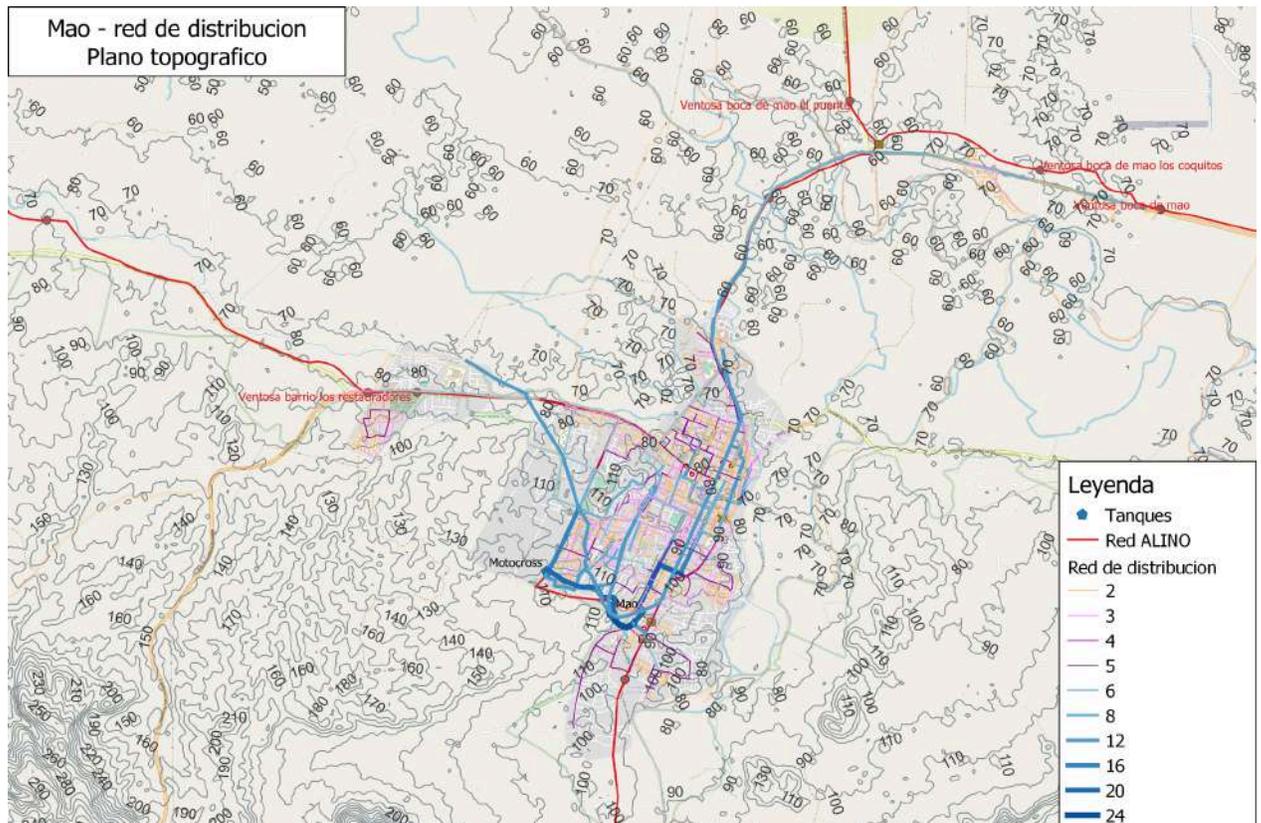
- Instalación de los equipos requeridos (caudalímetros, medidor de presión)
- Cálculo de indicadores en continuo, particularmente los que permiten conocer el nivel de pérdidas físicas y comerciales:
  - ANF (%) con sus diferentes componentes,
  - Nivel de servicio (horas de servicio por día),
  - Caudal mínimo nocturno (m<sup>3</sup>/h),
  - Índice lineal de pérdidas (m<sup>3</sup>/día/km),
  - Índice de pérdidas por cliente (l/día/cliente).
- Definición de un plan de acción específico, en función de las características y del nivel de ANF de cada sector:
  - Búsqueda y reparación de fugas,
  - Sustitución de tuberías dañadas o que rompen regularmente,
  - Reducción de presión con válvulas reductoras,
  - Operativos comerciales para buscar y regularizar conexiones ilegales,
  - Sensibilización comunitaria para disminuir los derroches de agua,

- Instalación de micromedidores en las acometidas de grandes consumidores (industriales, lavaderos, etc.).

### 2.3.4.4. Primera propuesta de sectorización.

Actualmente, el acueducto de Mao se abastece de 2 tanques, el principal y el de Motocross, que se encuentran en una elevación casi similar, alrededor de 120 m, y las redes de distribución están totalmente interconectadas. Significa que existe un solo nivel de presión, como un sector único.

Un rápido análisis de la topografía muestra que las redes del acueducto de Mao se encuentran entre 60 y 120 metros de altura, lo que corresponde a una presión estática máxima de 6 bares. Es mucho, pero queda aceptable, o sea no es prioritario sectorizar la red en niveles de presión distintos, sino solamente en sectores independientes. Sin embargo, no impide que se encuentren a medio plazo sectores donde será necesario reducir la presión, en particular para disminuir la cantidad de fugas.



Plano de la topografía en Mao (Fuente: SIG preparado por SEURECA con la información de los planos comunicados por el INAPA)

Conforme a la estrategia previamente establecida, se identificaron tres (3) sectores “fáciles” de aislar, ubicados en las extremidades de la red:

- **Hato Nuevo:** sector ubicado del otro lado del río Mao al este de la ciudad, se abastece de una tubería única de 6”.
- **Boca de Mao:** sector ubicado al norte de la ciudad, se abastece de la tubería antigua de 12” - que reduce a 8” en la salida de la ciudad - que iba hacia Laguna Salada. El servicio está reforzado por 3 conexiones desde ventosas de la red Matriz de ALINO (Boca de Mao, Los Coquitos y el Puente), que será necesario medir y controlar.

En el centro ciudad, donde se mezclan e interconectan varios acueductos (ver parte sobre el Catastro de redes), se podrá empezar con la implementación de 2 sectores, que fueron inicialmente construidos a parte:

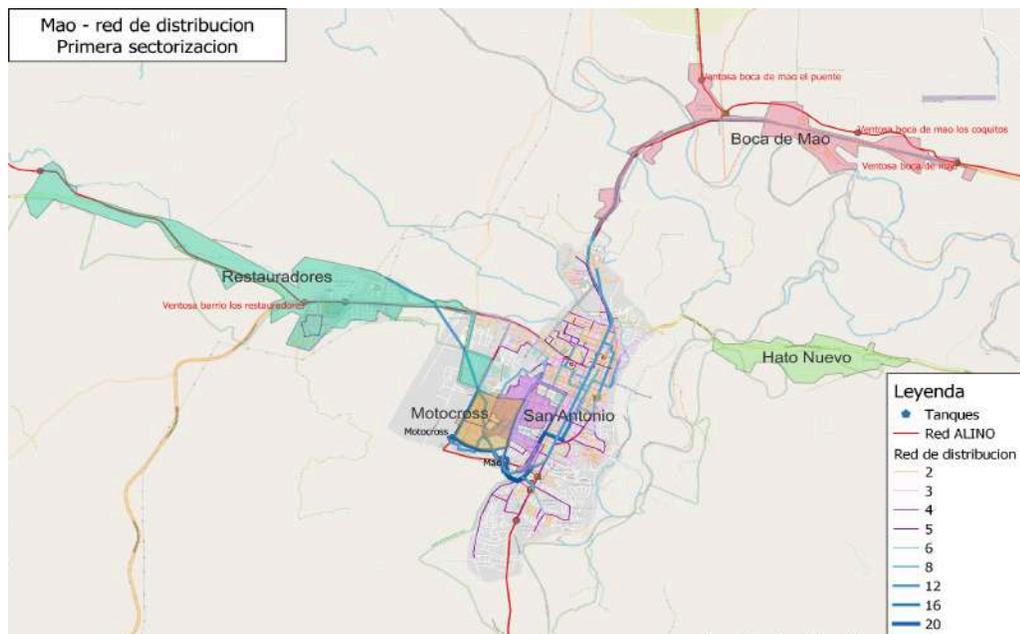
- **San Antonio:** acueducto construido aparte, antes del de Odebrecht hoy conectada a la salida del tanque principal.
- **Motocross:** acueducto construido en el marco del proyecto de Odebrecht, pero aislado y abastecido por su propio tanque, del mismo nombre.

El trabajo mayor consistirá en la identificación y el cierre de las interconexiones entre estas redes y las otras.

Se trabajará en la sectorización del centro ciudad, que se compone de 3 acueductos, totalmente interconectados (y con un conocimiento parcial de los operadores):

- 1/ el de Odebrecht (tubería de 24” saliendo del tanque principal),
- 2/ el acueducto viejo (“Laguna Salada”) dedicado principalmente al centro histórico (tubería de 12”, inicialmente saliendo del tanque viejo abandonado, y conectada a la tubería de 24” de Odebrecht - conexión no claramente identificada, y posible son varias), y
- 3/ las extensiones de redes realizadas por INAPA o por Proyectos privados e interconectadas con los 2 acueductos anteriores.

La cartografía siguiente presenta la primera propuesta de sectorización con los cinco (5) primeros sectores previamente descritos:



*Primera propuesta de sectorización (Fuente : SIG preparado por SEURECA y visitas en terreno)*

### 2.3.4.5. Identificación de las acciones prioritarias

En conclusión, las acciones prioritarias en términos de sectorización son las siguientes:

- Colocar un caudalímetro en la derivación de la línea A de ALINO (previsto).
- Colocar caudalímetros en las salidas de los tanques:
  - Tanque de Mao: 3 de 12” y 1 de 24”,
  - Tanque de Motocross: 1 de 20” (a confirmar).
- Colocar medidores de nivel de agua en los 2 tanques.
- Determinar los tres (3) primeros sectores (cantidades y diámetros a confirmar):
  - **Hato Nuevo:** 1 caudalímetro de 6” (además puede ser un sector piloto potencial),
  - **Boca de Mao:** 1 caudalímetro de 8”, y 3 de 2” para las conexiones de ventosas de ALINO,
  - **Los Restauradores:** 1 caudalímetro de 8”, posiblemente 1 de 6”, y 1 de 3” para la conexión de la ventosa de ALINO.
- Preparar los sectores de Motocross y San Antonio hasta lograr las pruebas de presión cero: búsqueda y cierre de válvulas, instalación de válvulas adicionales si es necesario, etc.

### 2.3.5. Conclusiones

El siguiente cuadro (análisis FODA) resume los puntos clave tratados en la sección de diagnóstico de Mao. Ofrece una visión de conjunto de las ANF:

<i><b>FORTALEZAS</b></i>	<i><b>DEBILIDADES</b></i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Personal motivado para bajar las pérdidas en la red de distribución de Mao y monitorear las actividades a nivel del Municipio y de la provincia de Valverde</li> <li>● Volúmenes producidos suficiente para cubrir las necesidades de la población conectada a la red de distribución de Mao</li> <li>● Los equipos regionales y provincial se concentran en Mao</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gestión deficiente de la red en Mao en lo que se refiere a ANF: ausencia de macromedición y sistema de monitoreo de los caudales y presiones, ventosas intervenidas ...</li> <li>● Deficiencias de los equipos de operaciones a nivel provincial y de Mao: personal no capacitado, sobrecargado, falta de vehículos, ausencia de mantenimiento preventivo (lo que acelera el deterioro de la infraestructura), etc...</li> <li>● Las Brigadas, carecen tanto de personal especializado y capacitado como de herramientas, EPP y apoyo logístico.</li> <li>● Nivel muy alto de ANF (73%), y se estima que aprox. 87% son pérdidas reales</li> <li>● No hay personal dedicado al catastro de redes y a la reducción de pérdidas a nivel regional y provincial</li> <li>● Buena parte de la red de distribución no está catastrada (extensiones realizadas después de la construcción de la red por la empresa Odebrecht) y tampoco están catastradas las interconexiones entre redes viejas y más recientes</li> <li>● No hay sectorización de la red de distribución y las válvulas de seccionamiento están parcialmente tapadas por asfalto lo que obliga a los operadores a interrumpir el abastecimiento en caso de intervención</li> <li>● la gran mayoría de los hidrantes (más de 90%) ya no cumple más con su función después de vandalismo</li> <li>● Presencia de tuberías viejas en AC que constituyen puntos débiles de la red y una amenaza para la salud de los usuarios</li> <li>● Ausencia de purgas regulares y controladas en los desagües para controlar la cantidad de lodos en la red</li> <li>● Ratio de reparación de fugas muy bajo, y los equipos solo se enfocan en la corrección de fugas visibles en redes de diam &gt; 3/4 “), lo que excluye las averías en acometidas</li> <li>● Sin embargo, el área comercial solo se enfoca en cortes y reconexiones y en esas reconexiones quedan muchas fugas en las acometidas</li> <li>● En caso de avería grande, el encargado provincial depende del nivel central</li> </ul>
<i><b>OPORTUNIDADES</b></i>	<i><b>AMENAZAS</b></i>

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

---

<ul style="list-style-type: none"><li>● Lanzamiento de las acciones claves identificadas en el Plan de acción y en el Plan de inversión bajo financiamiento de la AFD/UE</li><li>● Plan de capacitación del personal regional</li><li>● Implementación de la reorganización (cargos claves) y en particular creación de la oficina ANF/Catastro de redes y de la sección de catastro de usuarios a nivel regional</li><li>● Potencial de reducción de las pérdidas en Mao muy alto con un impacto grande en todo el sistema ALINO, reforzando el interés de tener a Mao como zona Piloto</li><li>● Uso de la herramienta SIG (herramienta centralizada) y del catastro preliminar de Mao</li><li>● Fortalecimiento de los equipos regionales (posibilidad de desarrollo de proyectos como 100 días o AT prevista en el marco del IVD 6 del Programa de modernización del Banco Mundial)</li><li>● El catastro de redes que se va a realizar en el marco de la AT va a facilitar el trabajo de sectorización y luego de implementación de las medidas de reducción de pérdidas y de monitoreo</li><li>● Posibilidad de desarrollar acciones de reducción de las ANF en sectores ya aislados y capacitar los equipos regionales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● No implementación de la organización a nivel regional y provincial permitiendo la sostenibilidad de las acciones de mejora</li><li>● Atraso en la implementación de las inversiones identificadas referentes al monitoreo, la capacitación y la reducción de pérdidas de agua</li><li>● Selección del personal clave con criterios más políticos que relacionados al cumplimiento con los requisitos técnicos de los cargos</li></ul>
---	---

### 3. Desarrollo de la Estrategia ANF

#### 3.1. Contexto.

El Plan de Inversión 2023 - 2027 desarrollado en el marco del proyecto de Asistencia Técnica incluye una serie de acciones orientadas hacia la gestión/reducción del ANF en la Región Noroeste. Parte de estas acciones ANF se financian a través del fondo UE/AFD (CIF) y las demás acciones se debían financiar a través de “otros fondos” (fondo propio de INAPA o financiamiento internacional).

Este plan de Inversión se estructuró en seis (6) Ejes Claves (EC):

- EC1 - Fortalecer la dirección regional
- EC2 - Implementar una estrategia de reducción de los ANF
- EC3 - Fortalecer la atención al cliente y mejorar los ingresos/ recaudación
- EC4 - Fortalecer los procedimientos operativos
- EC 5 - Fortalecer la gestión de recursos humanos
- EC 6 - Mejorar Cobertura y Calidad del Servicio de Agua Potable y Saneamiento

En particular, bajo el Eje Clave EC2 se identificaron diez (10) acciones principales conformadas por 25 actividades distintas. Hay que añadir que otras acciones vinculadas con la gestión/reducción de los ANF están incluidas en los demás Ejes Claves del Plan de Inversión.

#### 3.2. Objetivos para el Programa ANF de la Región Noroeste.

El objetivo final del programa de modernización de sector APS en términos de gestión/reducción de ANF consiste en *la reducción sostenible de las pérdidas (pérdidas técnicas y comerciales) en el perímetro de intervención definido, o sea el sistema ALINO (macro red o red matriz) y la zona piloto definida como siendo casco urbano del municipio de Mao*. Ambos corresponden a los “Sistemas y Sectores Hidráulicos Prioritarios” definidos en la matriz del Programa (IVD 6).

Alcanzar los objetivos ANF establecidos debería resultar en la mejora del servicio de agua y el aumento de la satisfacción de los usuarios y de la recaudación.

Los principales metas del programa financiado por el Banco Mundial en términos de gestión/reducción de los ANF son cuantificados en la matriz, como se describe a continuación:

1. **IVD 6:** se implementa en la Región Noroeste, el plan de Digitalización del Catastro de Redes de Agua y Catastro de Usuarios, cubriendo al menos:
  - a. 2025 (IVD 6c iv): El 60% de la red de agua y el 80% de los usuarios en sectores hidráulicos prioritarios;
  - b. 2026 (IVD 6d iv): El 75% de la red y el 80% de los usuarios en sectores hidráulicos prioritarios;
  - c. 2027 (IVD 6e iv): El 95% de la red y el 100% de los usuarios en sectores hidráulicos prioritarios;
2. **IVD 7:**
  - a. 2025 (IVD 7c): Reducción de puntos porcentuales en ANC: -2%;

- b. 2026 (IVD 7d): Reducción acumulada de puntos porcentuales en ANC: -9%;
- c. 2027 (IVD 7e): Reducción acumulada de puntos porcentuales en ANC: -13%.

A esta altura, se resalta que se establecerá la línea base ANF de la Red Matriz ALINO y la Zona Piloto Mao en el primer año de implementación del programa (2024) y se monitoreará trimestralmente y anualmente el cumplimiento de las metas ANF establecidas (2025 hasta 2027).

### 3.3. Metodología de elaboración del Plan de acción de la estrategia ANF.

#### 3.3.1. Diseño del Plan de acción.

El Plan de Acción para la gestión/reducción de los ANF en el perímetro del Programa de modernización adopta el Plan de Inversión global (2023 - 2027) de la Región Noroeste desarrollado en el marco del proyecto de AT UE/AFD y resumido en el Anexo 2 de este informe.

El Plan de Inversión 2023 – 2027 incluye acciones de gestión/reducción de los ANF en la Región Noroeste principalmente bajo el Eje Clave EC2 (Implementar una estrategia de reducción de los ANF) con acciones complementarias/vinculadas bajo los otros Ejes Claves (EC1 hasta EC6).

Para el diseño del Plan de Acción ANF BM, se implementó la siguiente metodología:

1. Definición del perímetro de intervención del programa ANF teniendo en cuenta los desembolsos disponibles (RVD) bajo los IVD 6 e IVD 7;
2. Identificación de acciones de gestión/reducción ANF del Plan de Inversión de la AT, incluidas en este perímetro de intervención;
3. Actualización de las acciones ANF contemplada en el Plan de Inversión de la AT:
  - a. Inclusión de nuevas acciones ANF y revisión/precisión de acciones ANF existentes;
  - b. Inclusión de nuevas acciones vinculadas a la digitalización de los catastros de redes y de usuarios en la región (parte de las actividades del IVD 6)
  - c. Revisión de las cantidades previstas en cada acción/inversión teniendo en cuenta nuevos elementos/conocimientos del Sistema ALINO y de la Zona Piloto Mao (véase capítulo 2);
  - d. Actualización del plazo de implementación de las acciones ANF sobre el periodo 2024 – 2027 teniendo en cuenta el estado de preparación/implementación de los procesos de adquisición por el INAPA, el avance en la preparación/implementación del POA, la coordinación necesaria entre los programas ANF UE/AFD y Banco Mundial, así como posibles cuellos de botella durante la implementación de las acciones ANF;
4. Verificación/revisión de los costos unitarios y totales de las acciones ANF incluidas en el Plan de inversión;
5. Estimación de los logros del programa gestión/reducción de los ANF en el Sistema ALINO y en la Zona Piloto Mao con base en un modelo ANF desarrollado en el marco de la elaboración de esta estrategia ANF (véase Anexo 7 - modelo ANF no calibrado a esta altura). Verificación del alcance de las metas establecidas bajo los IVD 6 e IVD 7;
6. Proyecciones presupuestarias del programa gestión/reducción ANF financiado por el Banco Mundial sobre el plazo 2023 – 2027 teniendo en cuenta:
  - a. Los costos anuales de las acciones incluidas en el programa ANF Banco Mundial;

- b. Los desembolsos totales bajo los IVD 6 e IVD 7 (considerando alcanzadas las metas establecidas – véase punto anterior y capítulo 3-2);
7. Verificación del saldo anual y acumulado positivo del programa ANF Banco Mundial. En caso de saldo anual negativo, iteraciones con el alcance y/o programación de las acciones hasta que se consiga un saldo anual y acumulado positivo.
8. Verificación de los logros actualizados del programa ANF Banco Mundial siempre cumplan con las metas ANF establecidas bajo los IVD 6 e IVD 7.

### 3.3.2. Criterios y Metodología de cálculo de los costos de cada recomendación.

Se determinaron los costos de las acciones ANF incluidas en el programa de modernización y la repartición de estos costos sobre el plazo 2024 – 2027 de la siguiente manera:

1. Identificación de las acciones ANF a ser incluidas en el programa gestión/reducción ANF.
2. Revisión del plazo de implementación de las acciones ANF sobre el periodo 2024 – 2027 (esencialmente acciones de preparación TdR, licitación y adjudicación en 2024 e implementación de acciones de gestión/reducción ANF entre 2025 y 2027);
3. Verificación (y revisión si fuera el caso) de los costos unitarios y totales de las acciones ANF incluidos en el Plan de Inversión 2023 -2027 para reflejar la evolución del contexto en República Dominicana y la de la Región Noroeste;
4. Determinación de la repartición de los costos de las acciones ANF sobre el plazo 2024 – 2027;
5. Verificación del saldo presupuestario positivo anual y acumulado del componente ANF del programa de modernización e iteraciones para alcanzar un saldo positivo;
6. Verificación del cumplimiento de las metas establecidas bajo los IVD 6 y IVD 7.

Se presentan a continuación las acciones ANF detalladas previstas dentro del perímetro de intervención del programa de modernización que incluye:

1. El Sistema ALINO (capítulo 3.4);
2. La Zona Piloto de Mao (casco urbano del municipio de Mao - capítulo 3.5).

Se mencionan también en los capítulos 3.6 y 3.7 las acciones de gestión/reducción ANF (respectivamente pérdidas físicas y comerciales) por desarrollar en los otros sistemas de distribución (Región Noroeste).

### 3.4. Sistema ALINO (Red Matriz).

Las acciones de gestión/reducción ANF para el Sistema ALINO incluidas en el programa ANF (complementarias de las acciones ANF prioritarias de la AT UE/AFD) se distribuyen en los EC1 y EC2 y se describen a continuación:

1. **Eje Clave EC1:** Fortalecer la dirección regional:
  - Compra de equipos de detección de fugas (acústicos, gas helio) y otros equipamientos ANF, computadores, impresoras etc.
2. **Eje Clave EC2:** Implementar una estrategia de reducción de los ANF:

- Desarrollar e implementar la estrategia de digitalización del catastro de redes y de digitalización del catastro de usuarios para el Sistema ALINO
- Desarrollar una estrategia ANF detallada y auditorías anuales para la Zona Piloto Mao y la red matriz ALINO;
- Asistencia Técnica, supervisión y seguimiento del desempeño gestión y reducción ANF para la Zona Piloto y la red matriz ALINO;
- Macromedición (+ telemedición) en la red matriz - prioridad 2 - 12 puntos de medición (derivaciones y salida depósitos menores), y Macromedición en la línea que abastece la ETA y a la entrada de la ETA de Monción;
- Definición de una estrategia y acompañamiento técnico para levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras;
- Levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras;
- Piloto detección fugas red matriz con satélite, gas helio o smart ball;
- Detección fugas red matriz por equipos INAPA capacitados (financiado y desarrollado por el INAPA);
- Reparación de fugas red matriz @ 2 x fugas / km;
- Desarrollar e implementar una campaña de sensibilización y movilización social externa e interna a nivel regional y provincial para un uso racional del agua según la estrategia ANF.

3. **Eje Clave EC6:** Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio de Agua Potable y Saneamiento:

- Monitoreo y control de los caudales de producción (con nuevo PLC, RTU y Válvula monóvar rehabilitada y asociada a actuador)

La prioridad (según el Plan de Inversión UE/AFD 2023 - 2027) y el plazo revisado para cada acción de gestión/reducción de los ANF en la Red Matriz ALINO a ser financiado por el programa ANF se describen en las siguientes tablas (extraídas de la matriz del Plan de Inversión ANF del BM que se encuentra en el Anexo 2).

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Eje Clave (INAPA)	#	Acción (Plan de Inversión AT UE/AFD)	Actividad	Prioridad (según Plan de Inversión)	Unidad	Cantidad	Financiamiento	Plazos							
								TDR		Licitación		Inicio		Fin	
								T	Año	T	Año	T	Año	T	Año
<b>EC1 - Fortalecer la dirección regional</b>	1	Revisar la organización de los equipos operacionales en la región (incl. un equipo ANF)	Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1	1	unidad	2	BM	2	2024	3	2024	4	2024	4	2024
	1	Desarrollar e implementar la estrategia de digitalización del catastro de redes y de digitalización del catastro de usuarios para el Sistema ALINO	Compra de equipos detección fugas acústicas, gas helio, otros equipamientos ANF, computadores, impresoras etc.	1	PA	1	BM	2	2024	3	2024	3	2024	4	2024
2	Desarrollar una estrategia de digitalización del catastro de redes y de usuarios para el Sistema ALINO para cumplir con las metas del IVD-6		1	año	3	BM					1	2025	4	2027	
<b>EC2 - Implementar una estrategia de reducción de los ANF</b>	3	Desarrollar una estrategia ANF detallada y auditoria anual para la Zona Piloto Mao y Red Matriz	Desarrollar una estrategia ANF detallada, auditoria anual (Piloto de Mao y Red matriz ALINO)	1	año	3.5	BM	2	2024	3	2024	4	2024	4	2027
	4	Asistencia Técnica, supervisión y seguimiento del desempeño gestión y reducción ANF para la Zona Piloto y red matriz ALINO	Asistencia Técnica Piloto de Mao y Red matriz ALINO	3	año	3	BM	2	2024	3	2024	1	2025	4	2027
	12	Implementación de la macromedición, del control de presión y de los puntos de medición de presión y nivel en el sistema ALINO (incl. construcción de cámaras e integración en el sistema de telemedición)	Macro medición en la red matriz - prioridad 2 - 12 puntos de medición (derivaciones y salida depósitos menores)	3	unidad	12	BM	3	2024	4	2024	2	2025	2	2026
	13		Macromedición en la línea que abastece la ETA y a la entrada de la ETA de Monción - 1 punto de medición (con macro medidor ultrasónico y datalogger) y un punto con datalogger (asociado al medidor existente a la entrada de la ETA)	1	PA	1	BM	3	2024	4	2024	2	2025	2	2026
	14	Implementar una estrategia enfocada en la reducción del consumo agrícola de agua	Definición de una estrategia y acompañamiento técnico para levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras	1	mes	3	BM	3	2024	4	2024	1	2025	2	2025
	15		Levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras	1	unidad	10	BM	4	2024	1	2025	2	2025	1	2026
	16	Líneas Matriz ALINO: Detección de fugas (con técnica gas helio u otra tecnología definida en la estrategia NRW) y reparación	Piloto detección fugas red matriz con satélite, gas helio o smart ball	1	PA	1	BM	3	2024	4	2024	1	2025	2	2025
	17		Detección fugas red matriz por equipos INAPA capacitados		PA	1	INAPA					3	2025	4	2026
	18		Reparación de fugas red matriz @ 2 x fugas / km	3	unidad	526	BM	4	2024	1	2025	3	2025	2	2027
	19	Desarrollar e implementar una campaña de sensibilización y movilización social externa y interna (INAPA regional y provincias) para un uso racional del agua según la estrategia ANF	Desarrollo e implementación de la Movilización social (INAPA regional y provincias) según la estrategia ANF	2	año	2	BM	2	2024	3	2024	4	2024	3	2026
	<b>EC 6 - Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio</b>	1	Monitoreo y control de los caudales de producción	Nuevo PLC y actuador para la válvula monóvar a nivel de la derivación hacia la ETA (+ RTU instalado a la entrada de la ETA) y rehabilitación de la vávula Monóvar	1	PA	A	BM	3	2024	4	2024	2	2025	4

Se resalta lo siguiente:

1. La reducción de las conexiones ilegales agrícolas en la red matriz ALINO no será sostenible en la ausencia de un programa holístico de sustitución (encabezado por el INDRHI) con desarrollo de un sistema alternativo para ganado y riego;
2. Sin embargo, en la espera de tal sistema, se podría contemplar un conjunto de acciones incluyendo un programa de educación/sensibilización de los agrícolas, equipamiento para reducir el suministro de agua a las conexiones ilegales así como el aumento periódico de la dosificación de cloro;
3. Por consiguiente, en el Plan de Acción ANF, se considera la regularización de solamente 10 conexiones agrícolas ilegales (sobre un total estimado de 50 conexiones agrícolas ilegales) en el plazo 2024 -2027;
4. La regularización de las conexiones de comunidades conectadas directamente a la red ALINO (54 en total) está prevista en el Plan de Inversión UE/AFD. Se ha previsto el censo y la regularización de los usuarios en estas 54 comunidades (estimación de un censo de 25% de las 14,100 conexiones en estas comunidades y regularización de 1,904 usuarios, o sea aprox. 50% de las conexiones del censo) bajo financiamiento de INAPA con el apoyo de la Asistencia Técnica;
5. Se propone el desarrollo en 2025 de un piloto de pre localización de fugas en la red matriz ALINO por satélite seguida de una detección con gas helio o smartball bajo financiamiento BM. Con base en los resultados de este piloto, los equipos capacitados desarrollarán la detección de fugas en las secciones restantes de la red matriz ALINO (263 km en total) en 2025 y 2026 bajo financiamiento propio. Contratistas especializados se encargaran de la reparación de fugas en la red matriz entre 2025 y 2027 bajo financiamiento del programa de modernización.

### 3.5. Zona Piloto

Las acciones de gestión/reducción ANF en la Zona Piloto incluidas en el programa ANF del programa de modernización y complementarias de las acciones ANF prioritarias de la AT UE/AFD se distribuyen en los EC1, EC2, EC3 y EC4, y se describen a continuación:

1. **Eje Clave EC1:** Fortalecer la dirección regional:
  - Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1 (2 vehículos ANF para la Región.
2. **Eje Clave EC2:** Implementar una estrategia de reducción de ANF:
  - Contratar contratista. Realizar el piloto con sectorización (6 x DMC) (inc. implementación de la macromedición, control de presión y puntos de medición de presión) en la zona piloto.
  - Implementar medidas de reducción de pérdidas reales en cada DMC (presión, fugas) en la zona piloto de Mao:
    - i. Detección de fugas red de distribución (250 km);
    - ii. Reparación de fugas red de distribución (@ 7 por km de red) sea 1,750 fugas;

- Adquirir/instalar 70 micromedidores en zona piloto (previsto como opción bajo la AT UE/AFD) y estudiar perfil de consumo para incrementar los ingresos y disminuir el IPUF-ANF;
  - Implementar la micro medición universal en los DMC de la Zona Piloto de Mao (control del consumo del agua y reducción de desperdicios):
    - i. Instalación de micromedidores con caja y accesorios en los DMC según la priorización de la estrategia de catastro de usuarios en Mao (10,000 unidades para usuarios residenciales entre los 18,838 usuarios levantados luego del catastro de usuarios que se realizará en el Municipio de Mao);
    - ii. Instalación de micromedidores con caja y accesorios en los DMC (consumidores mayores - 2,000 unidades);
3. **Eje Clave EC3:** Fortalecer la atención al cliente y mejorar los ingresos / recaudación:
- Compra e instalación de un banco de prueba para la Región Noroeste (instalación prevista en el almacén regional rehabilitado);
4. **Eje Clave EC6:** Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio de Agua Potable y Saneamiento:
- Rehabilitación redes de distribución en el Piloto de Mao (@10% redes existentes) sea 25km.

La prioridad según el Plan de Inversión UE/AFD 2023 - 2027 y el plazo revisado para cada acción de gestión/reducción de los ANF en la Zona Piloto Mao a ser financiado por el programa ANF de modernización se describen en las siguientes tablas (extraídas de la matriz del Plan de Inversión ANF del BM que se encuentra en el Anexo 8).

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Eje (INAPA)	Clave #	Acción (Plan de Inversión AT UE/AFD)	Actividad	Prioridad (según Plan de Inversión)	Unidad	Cantidad	Financiamiento	Plazos							
								TDR		Licitación		Inicio		Fin	
								T	Año	T	Año	T	Año	T	Año
EC1 - Fortalecer la dirección regional	1	Revisar la organización de los equipos operacionales en la región (incl. un equipo ANF)	Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1	1	unidad	2	Banco Mundial	2	2024	3	2024	4	2024	4	2024
EC2 - Implementar una estrategia de reducción de los ANF	5	Contratar contratista. Realizar el piloto con sectorización (DMC) (inc. implementación de la macro medición, control de presión y puntos de medición de presión) - ZONA PILOTO de Mao	Sectorización Mao en 6 x DMC con macro medición	1	unidad	6	Banco Mundial	3	2024	4	2024	2	2025	1	2026
	6	Implementar Medidas de reducción de pérdidas reales en cada DMA (presión, fugas) - ZONA PILOTO de Mao	Detección de fugas red de distribución (incluyendo las detecciones puntuales a nivel de las acometidas)	2	km	250	Banco Mundial					2	2025	2	2027
	7		Reparación de fugas en redes de distribución (@ 7 por km de red) - incluye fugas en redes y en acometidas	4	unidad	1,750	Banco Mundial					2	2025	2	2027
	8	Adquirir/instalar 70 micromedidores en zona piloto y estudiar perfil de consumo para incrementar los ingresos y disminuir el IPUF-ANF	Adquisición/ instalación de 70 micromedidores (incluye construcción caja en las acometidas)	1	PA	1	Banco Mundial					3	2025	4	2025
	9		Estudio de perfiles de consumo en cada provincia	1	PA	1	Banco Mundial					3	2025	4	2025
	10	Implementar la micro medición universal en los DMC de la Zona Piloto de Mao (control del consumo del agua y reducción de desperdicios)	Instalación de micromedidores para consumidores residenciales prioritarios con caja y accesorios en los DMC	1	unidad	10,000	Banco Mundial					3	2025	2	2027
	11		Instalación de micromedidores para consumidores mayores con caja y accesorios en los DMC	5	unidad	2,000	Banco Mundial					4	2026	3	2027
EC3 - Fortalecer la atención al cliente y mejorar los ingresos / recaudación	1	Implementación de la micro medición	Compra e instalación del banco de prueba.	3	unidad	1	Banco Mundial	3	2024	4	2024	2	2025	2	2025
EC 6 - Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio de Agua Potable y Saneamiento	2	Realizar las rehabilitaciones y mejoras de gestión en la red de distribución	Rehabilitación redes de distribución en el Piloto de Mao (@10% redes existentes) - incluye reforzamientos	4	km	25	Banco Mundial	3	2024	4	2024	3	2025	2	2027
	3		Deconexiones de acometidas en redes viejas y reconexiones en redes recientes		PA	1	INAPA					2	2025	2	2027

Se resalta que la reducción sostenible del ANF en el Piloto de Mao necesita también lo siguiente:

1. **Catastro de redes y de usuarios:** estos catastros, realizados en el marco del financiamiento por el fondo UE/AFD, representan una etapa preliminar esencial para el desarrollo de la estrategia ya que el diseño de la sectorización depende del catastro de redes y que las acciones de reducción de pérdidas comerciales dependen también de un catastro de usuarios actualizado;
2. **Pérdidas físicas:** Se incluye un elemento de rehabilitación de la red antigua para completar la localización/repación de fugas: Se rehabilitará 10% de longitud de la red de distribución de Mao (o sea 25 km) bajo el programa ANF. Los 25 km incluyen también los reforzamientos en la red de distribución (menos de 5 km previstos a esta altura) para facilitar la sectorización de la red en 6 x DMC y limitar la construcción de cámaras de medición permanentes;
3. **Pérdidas comerciales:** En la ausencia de micromedidores, una parte de los logros (en términos de reducción de fugas) se trasladará automáticamente hacia desperdicios domiciliarios (consideradas como pérdidas comerciales porque superan los volúmenes considerados en el cupo básico). Por esta razón, se ha considerado bajo el programa ANF BM el suministro y la colocación de 10,000 micromedidores para usuarios residenciales y 2,000 para consumidores mayores en los DMC. Así, son 12,000 micromedidores colocados en Mao sobre un total de 25,000 conexiones/hogares (con objetivo de 18,838 usuarios regularizados y facturados ). Estas instalaciones permitirán corregir fugas que puedan existir a nivel de las acometidas;
4. La instalación de micromedidores siendo imprescindible para lograr una reducción sostenible del ANF (en este caso en el Piloto de Mao), se ha incluido en el programa de modernización, la compra e instalación de un banco de prueba para micromedidores (DN15 hasta DN40) por instalar en un local propio de aproximadamente 40m<sup>2</sup> si fuera posible integrado a la nave del almacén regional (donde se almacenarán los micromedidores nuevos);
5. En el marco de la sectorización y del abandono progresivo de las redes viejas, y luego de la realización de los catastros, se requiere desconectar las acometidas en las redes viejas y reconectar en las redes más recientes. Este trabajo se identifica en el Plan de acción.

### 3.6. Reducción de las pérdidas físicas en los otros sistemas de distribución.

Hay aproximadamente 150,000 hogares en la Región NO (incluyendo 110,000 usuarios abastecidos a partir del sistema ALINO) y 37,500 usuarios actualmente facturados en la Región Noroeste (incluyendo 30,100 usuarios facturados y abastecidos a partir del sistema ALINO). El censo de usuarios incluido en el programa UE/AFD (abarcando aproximadamente 43,000 usuarios incluyendo 18,800 usuarios en Mao) en las zonas prioritarias de la Zona Noroeste debería resultar en un aumento significativo de usuarios regularizados y facturados.

El ratio beneficio/costo del censo siendo alto, se sugiere incluir en la parte comercial del programa de modernización (IVD5 - Aumento de las tasas de recaudación) un censo completo de los usuarios de la Región Noroeste con regularización de la base de datos clientes. El costo adicional (para 150,000 - 43,000 = 107,000 usuarios) puede estimarse entre 1.5 MUSD y 2 MUSD si fuera subcontratado. Se precisa que por limitaciones presupuestarias (RVD IVD 6 e IVD 7) todavía no se ha incluido este censo completo en el programa de modernización descrito en este informe.

Si bien es una buena práctica tener censados y catastrados a todos los usuarios, el aumento de la tasa de recaudación sólo se dará si la misma es superior para los usuarios catastrados a partir de este censo global que para los usuarios que son facturados actualmente. Por ello, antes de realizar un censo masivo de usuarios, deben fortalecerse las prácticas de facturación y cobro.

Según la estrategia de actualización del catastro de usuarios de la AT, los equipos fortalecidos en catastro de usuarios podrán desarrollar la actualización del catastro comercial en otros municipios priorizados.

A corto plazo, el plan de acción de reducción de las ANF, y en particular las pérdidas físicas, se va a enfocar en el municipio de Mao (véase capítulo anterior).

Sin embargo, a mediano, y luego a largo plazo, se implementarán planes similares en los demás municipios del sistema ALINO. Para priorizar las redes en las cuales actuar, se hizo un análisis multicriterios, incluyendo lo siguiente:

- El volumen de agua distribuido en el sistema, y su “peso” en el sistema;
- La población que recibe el servicio;
- La dotación diaria de agua por habitante, resultando de los 2 criterios previos;
- El nivel de servicio;
- Cualquier otra particularidad del sistema.

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

A partir de este análisis, los sistemas fueron repartidos en 3 niveles de prioridad:

<b>Línea</b>	<b>Sistema de distribución</b>	<b>Nivel de prioridad</b>	<b>Comentario</b>
A	Pueblo Nuevo	3	Poco consumo vía el tanque (40 lps), dotación controlada (400 lps)
A	Caña Chapeton	3	Poco consumo (50 lps), servicio precario (un día por semana), pero dotación muy elevada (> 1500 l/d/hab)
A	Guayubin	1	Población (10.000 hab) y consumo (150 lps) elevados, y dotación alta (> 1000 l/d/hab)
A	El Pósito	3	Muy poco consumo (30 lps), pero dotación muy elevada (> 1500 l/d/hab)
A	Las Matas de Santa Cruz	3	Poco consumo (50 lps), servicio precario (2 días por semana) y con poca presión (tanque bypassado)
A	Santa Maria	3	Muy poco consumo (10 lps) y falta de presión
A	Manzanillo	3	Servicio precario (entre 1 y 4 días de servicio por semana) en parte por estar en la cola de la línea A, sin embargo dotación media (650 l/d/hab)
A	Dajabón	3	Servicio precario, recibe poca agua de ALINO por estar en la cola de línea A
B	Los Martinez	3	Poca población servida
B	Laguna Salada	1	Consumo y población elevados, y dotación alta (950 l/d/hab)
B	Jaibon	1	Dotación anormalmente alta (> 2500 l/d/hab)
B	Hatillo Palma	2	Dotación alta (> 1000 l/d/hab)
B	Los Limones	3	Poco consumo, limitado por la capacidad del bombeo (unos 30 lps)
B	Villa Vasquez	2	Población (20.000 hab) y consumo (200 lps) elevados, y casi continuidad de servicio
B	Castañuelas	3	Poco consumo (50 lps), servicio precario (2 a 3 días por semana), pero dotación promedia
B	El Vigiador	1	Población (10.000 hab) y consumo (100 lps) elevados, dotación alta y rebosamiento frecuente del tanque
B	Monte Cristi	3	Servicio regular (mayormente entre 2 y 5 días por semana), dotación media (500 l/d/hab)
C	Esperanza	1	Población (50.000 hab) y consumo (casi 400 lps) elevados
C	Villa Tabacalera	2	Población (10.000 hab) y consumo (100 lps) bastante elevados, pero calidad de servicio desconocido
C	Navarrete		Determinar si se va a quedar abastecido por el Sistema ALINO

El detalle del análisis se encuentra en el Anexo 8.

Es evidente que esta priorización no impide a la futura Oficina Regional ANF/Catastro Técnico de intervenir en unas acciones “quick wins” en cualquier de los sistemas de distribución, como el control del nivel de los tanques, la reparación de fugas importantes y el control de los usos ilegales, entre otros. La implementación de nuevas herramientas como la macro-medición y los catastros de redes permitirán también reajustar esta priorización.

### **3.7. Cronograma de implementación, estimación y proyección de costos y equilibrio presupuestario del plan de acción ANF Banco Mundial.**

#### **3.7.1. Cronograma de Implementación.**

El cronograma de implementación del Plan de Acción ANF del Banco Mundial, enfocado en la Red Matriz ALINO y la Zona Piloto Mao (casco urbano del Municipio de Mao) sobre el plazo 2024 - 2027 se presenta en la tabla de la página siguiente. Primeramente, se destaca:

1. Además de los trimestres/años de inicio y fin de las acciones ANF, la tabla presenta también los trimestres/años de preparación de los Términos de Referencia (TdR)/especificaciones técnicas y los de la licitación/evaluación/adjudicación;
2. Se prevé la preparación de los TdR y la licitación/evaluación/adjudicación de las acciones ANF en 2024, para poder lanzar estas últimas en 2025;
3. El inicio de las acciones de gestión de los ANF (incluyendo la macromedición, la consecución de los equipos y la logística) precede el arranque de las acciones de reducción de las pérdidas técnicas y comerciales, para poder gestionar/monitorear las;
4. La mayoría de las acciones de reducción del ANF (pérdidas técnicas y comerciales) se desarrollarán en el periodo 2025, 2026 y 2027;

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

EC	#	Actividad ANF BM	2025				2026				2027				2028			
			T1	T2	T3	T4												
EC1	1	Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1																
	2	Compra de equipos detección fugas acústicos, gas helio, otros equipamientos ANF, computadores, impresoras etc.																
EC2	1	Desarrollar una estrategia de digitalización del catastro de redes y de usuarios para el Sistema ALINO para cumplir con las metas del IVD-6																
	2	Contratación de un personal local para actividades de levantamiento y de codificación en cada provincia (3 personas x provincia durante 3 años)																
	3	Desarrollar una estrategia ANF detallada, auditoría anual (Piloto de Mao y Red matriz ALINO)																
	4	Asistencia Técnica Piloto de Mao y Red matriz ALINO																
	5	Sectorización Mao en 6 x DMC con macro medición																
	6	Detección de fugas red de distribución (incluyendo las detecciones puntuales a nivel de las acometidas)																
	7	Reparación de fugas en redes de distribución (@ 7 por km de red) - incluye fugas en redes y en acometidas																
	8	Adquisición/ instalación de 70 micromedidores (incluye construcción caja en las acometidas)																
	9	Estudio de perfiles de consumo en cada provincia																
	10	Instalación de micromedidores para consumidores residenciales prioritarios con caja y accesorios en los DMC																
	11	Instalación de micromedidores para consumidores mayores con caja y accesorios en los DMC																
	12	Macro medición en la red matriz - prioridad 2 - 12 puntos de medición (derivaciones y salida depósitos menores)																
	13	Macromedición en la línea que abastece la ETA y a la entrada de la ETA de Monción																
	16	Piloto detección fugas red matriz con satélite, gas helio o smart ball																
	17	Detección fugas red matriz por equipos INAPA capacitados																
	18	Reparación de fugas red matriz @ 2 x fugas / km																
	19	Desarrollo e implementación de la Movilización social (INAPA regional y provincias) según la estrategia ANF																

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

EC	#	Actividad ANF BM	2025				2026				2027				2028			
			T1	T2	T3	T4												
EC	#	Actividad ANF BM	2025				2026				2027				2028			
			T1	T2	T3	T4												
EC3	1	Compra e instalación del banco de prueba.																
EC6	1	Nuevo PLC y actuador para la válvula monovar a nivel de la derivación hacia la ETA (+ RTU instalado a la entrada de la ETA) y rehabilitación de la válvula Monovar																
	2	Rehabilitación redes de distribución en el Piloto de Mao (@10% redes existentes) - incluye reforzamientos																
	3	Desconexiones de acometidas en redes viejas y reconexiones en redes recientes																

### 3.7.2. Estimación de costos.

La tabla siguiente resume el estimado de costo conforme al plan de acción elaborado por la Asistencia Técnica que distribuye la inversión en cuatro (4) ejes claves:

<b>Eje Clave</b>	<b>Inversiones Total USD</b>
EC1 - Fortalecer la dirección regional	200,000
EC2 - Implementar una estrategia de reducción de los ANF	14,499,346
EC3 - Fortalecer la atención al cliente y mejorar los ingresos / recaudación	170,000
EC 6 - Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio de Agua Potable y Saneamiento	3,850,000
<b>TOTAL</b>	<b>18,719,346</b>

En relación a estas acciones, la institución priorizará los siguientes desembolsos, las inversiones estarán distribuidas en inversiones en el plazo de ejecución del Programa de Modernización del sector Agua y otras acciones se realizarán en un plazo mayor. Los montos siguientes corresponden a los próximos cuatro (4) años.

<b>Eje Clave</b>	<b>Inversiones Total USD</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
EC1 - Fortalecer la dirección regional	200,000				
EC2 - Implementar una estrategia de reducción de los ANF	14,499,346				
EC3 - Fortalecer la atención al cliente y mejorar los ingresos / recaudación	170,000				
EC 6 - Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio de Agua Potable y Saneamiento	3,850,000				
<b>TOTAL</b>	<b>18,719,346</b>				

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Eje Clave (INAPA)	#	Acción (Plan de Inversión AT UE/AFD)	Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Financiamiento	Línea Presupuestaria
						Eq. USD	Eq. USD		
EC1 - Fortalecer la dirección regional	1	Revisar la organización de los equipos operacionales en la región (incl. un equipo ANF)	Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1	unidad	2	\$50,000	\$100,000	Banco Mundial	Vehículos
	2	Reforzar los equipamientos de la Sección Regional ANF y catastro Físico	Compra de equipos detección fugas acústicos, gas helio, otros equipamientos ANF, computadores, impresoras etc.	PA	1	\$100,000	\$100,000	Banco Mundial	Equipamientos
EC2 - Implementar una estrategia de reducción de los ANF	1	Desarrollar e implementar la estrategia de digitalización del catastro de redes y de digitalización del catastro de usuarios para el Sistema ALINO	Desarrollar una estrategia de digitalización del catastro de redes y de usuarios para el Sistema ALINO para cumplir con las metas del IVD-6	PA	1	\$60,000	\$60,000	Banco Mundial	Consultoría
	2		Contratación de un personal local para actividades de levantamiento y de codificación en cada provincia (3 personas x provincia durante 3 años)	año	3	\$99,310	\$297,931	Banco Mundial	Contratación de personal
	3	Desarrollar una estrategia ANF detallada y auditoria anual para la Zona Piloto Mao y Red Matriz	Desarrollar una estrategia ANF detallada, auditoria anual (Piloto de Mao y Red matriz ALINO)	año	3.5	\$90,000	\$315,000	Banco Mundial	Consultoría
	4	Asistencia Técnica, supervisión y seguimiento del desempeño gestión y reducción ANF para la Zona Piloto y red matriz ALINO	Asistencia Técnica Piloto de Mao y Red matriz ALINO	año	3	\$540,000	\$1,620,000	Banco Mundial	Consultoría
	5	Contratar contratista. Realizar el piloto con sectorización (DMC) (inc. implementación de la macro medición, control de presión y puntos de medición de presión) - ZONA PILOTO de Mao	Sectorización Mao en 6 x DMZ con macro medición	unidad	6	\$100,000	\$600,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	6	Implementar Medidas de reducción de pérdidas reales en cada DMA (presión, fugas) - ZONA PILOTO de Mao	Detección de fugas red de distribución (incluyendo las detecciones puntuales a nivel de las acometidas)	km	250	\$1,000	\$250,000	Banco Mundial	Consultoría
	7		Reparación de fugas en redes de distribución (@ 7 por km de red) - incluye fugas en redes y en acometidas	unidad	1,750	\$800	\$1,400,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	8	Adquirir/instalar 70 micromedidores en zona piloto y estudiar perfil de consumo para incrementar los ingresos y disminuir el IPUF-ANF	Adquisición/ instalación de 70 micromedidores (incluye construcción caja en las acometidas)	PA	1	\$194,075	\$194,075	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	9		Estudio de perfiles de consumo en cada provincia	PA	1	\$37,740	\$37,740	Banco Mundial	Consultoría
	10	Implementar la micro medición universal en los DMZ de la Zona Piloto de Mao (control del consumo del agua y reducción de desperdicios)	Instalación de micromedidores para consumidores residenciales prioritarios con caja y accesorios en los DMC	unidad	10,000	\$590	\$5,900,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	11		Instalación de micromedidores para consumidores mayores con caja y accesorios en los DMZ	unidad	2,000	\$590	\$1,180,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	12	Implementación de la macro medición, del control de presión y de los puntos de medición de presión y nivel en el sistema ALINO (incl. construcción de cámaras)	Macromedición en la red matriz - prioridad 2 - 12 puntos de medición (derivaciones y salida depósitos menores)	unidad	12	\$40,000	\$480,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	13		Macromedición en la línea que abastece la ETA y a la entrada de la ETA de Monción - 1 punto de medición (con macromedidor ultrasónico y datalogger) y un punto con datalogger (asociado al medidor existente a la entrada de la ETA)	PA	1	\$28,000	\$28,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Eje Clave (INAPA)	#	Acción (Plan de Inversión AT UE/AFD)	Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Financiamiento	Línea Presupuestaria
						Eq. USD	Eq. USD		
	14	Implementar una estrategia enfocada en la reducción del consumo agrícola de agua	Levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras	unidad	10	\$30,000	\$300,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	15	Líneas Matriz ALINO: Detección de fugas (con técnica gas helio u otra tecnología definida en la estrategia NRW) y reparación	Piloto detección fugas red matriz con satélite, gas helio o smart ball	PA	1	\$250,000	\$250,000	Banco Mundial	Consultoría
	16		Detección y reparaciones de fugas red matriz por equipos INAPA capacitados	PA	1	\$75,000	\$75,000	INAPA	Compra de materiales
	17		Reparación de fugas red matriz @ 2 x fugas / km	unidad	526	\$3,000	\$1,578,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	18	Desarrollar e implementar una campaña de sensibilización y movilización social externa y interna (INAPA regional y provincias) para un uso racional del agua según la estrategia ANF	Desarrollo e implementación de la Movilización social (INAPA regional y provincias) según la estrategia ANF	año	2	\$72,000	\$144,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
EC3 - Fortalecer la atención al cliente y mejorar los ingresos / recaudación	1	Implementación de la micro medición	Compra e instalación del banco de prueba.	unidad	1	\$170,000	\$170,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
EC 6 - Mejorar el acceso, la calidad y el nivel de servicio de Agua Potable y Saneamiento	1	Monitoreo y control de los caudales de producción	Nuevo PLC y actuador para la válvula monovar a nivel de la derivación hacia la ETA (+ RTU instalado a la entrada de la ETA) y rehabilitación de la válvula Monovar	PA	1	\$100,000	\$100,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	2	Realizar las rehabilitaciones y mejoras de gestión en la red de distribución	Rehabilitación redes de distribución en el Piloto de Mao (@10% redes existentes) - incluye reforzamientos	km	25	\$150,000	\$3,750,000	Banco Mundial	Equipamiento y Obras
	3		Desconexiones de acometidas en redes viejas y reconexiones en redes recientes	PA	1			INAPA	Equipamiento y Obras

Se resalta lo siguiente:

1. El costo estimado total del Plan de Acción ANF del Programa de modernización (2024 - 2027) = 18,443,815 USD (sea 18.45 MUSD);
2. Las acciones con montos que superan 1 MUSD sobre el plazo 2024 - 2027 son las siguientes:
  - Instalación de 10,000 micromedidores residenciales con caja y accesorios en los DMC: 5,900,000 USD;
  - Rehabilitación redes de distribución en el Piloto de Mao (@10% redes existentes) sea 25km: 3,750,000 USD;
  - Asistencia Técnica, supervisión y seguimiento del desempeño gestión y reducción ANF para la Zona piloto y red matriz ALINO sobre el plazo 2024 -2027 (3 años): 1,620,000 USD;
  - Reparación de fugas en la red matriz ALINO (@ 2 fugas por km de red matriz) sea 526 fugas reparadas: 1,578,000 USD;
  - Reparación de fugas red de distribución (@ 7 por km de red) sea 1,750 fugas reparadas: 1,400,000 USD;
  - Instalación de micromedidores con caja y accesorios para grandes consumidores en los DMZ: 1,180,000 USD;
3. Las acciones ANF se desarrollarán conjuntamente por los equipos de la Región Noroeste y contratistas especializados con una Asistencia Técnica (AT) especializada;
4. Como mencionado anteriormente, el Plan de Acción ANF Programa de modernización se desempeñará en paralelo y en estrecha colaboración con el programa ANF desarrollado por el UE/AFD en la Región Noroeste.

### **3.7.3. Proyección de desembolsos.**

La Estrategia provisional revisada establece una proyección de los desembolsos trimestrales del Plan de Acción ANF del programa de modernización durante el periodo 2024 - 2027 se presenta en la siguiente tabla.

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

EC	#	Actividad ANF BM	Desembolso trimestral USD															
			2025				2026				2027				2028			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
EC1	1	Compra de vehículos para O&M y ANF - prioridad 1	0	0	100,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	Compra de equipos detección fugas acústicos, gas helio, otros equipamientos ANF, computadores, impresoras etc.	0	0	0	100,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EC2	1	Desarrollar una estrategia de digitalización del catastro de redes y de usuarios para el Sistema ALINO para cumplir con las metas del IVD-6	0	0	30,000	30,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	Contratación de un personal local para actividades de levantamiento y de codificación en cada provincia (3 personas x provincia durante 3 años)	0	0	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	24,828	0	0
	3	Desarrollar una estrategia ANF detallada, auditoria anual (Piloto de Mao y Red matriz ALINO)	0	0	0	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231	24,231
	4	Asistencia Técnica Piloto de Mao y Red matriz ALINO	0	0	0	0	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000	135,000
	5	Sectorización Mao en 6 x DMC con macro medición	0	0	0	150,000	150,000	150,000	150,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	Detección de fugas red de distribución (incluyendo las detecciones puntuales a nivel de las acometidas)	0	0	0	0	0	27,778	27,778	27,778	27,778	27,778	27,778	27,778	27,778	27,778	0	0
	7	Reparación de fugas en redes de distribución (@ 7 por km de red) - incluye fugas en redes y en acometidas	0	0	0	155,556	155,556	155,556	155,556	155,556	155,556	155,556	155,556	155,556	0	0	0	0
	8	Adquisición/ instalación de 70 micromedidores (incluye construcción caja en las acometidas)	0	0	0	0	0	0	97,038	97,038	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	Estudio de perfiles de consumo en cada provincia	0	0	0	0	0	0	18,870	18,870	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	Instalación de micromedidores para consumidores residenciales prioritarios con caja y accesorios en los DMC	0	0	0	0	737,500	737,500	737,500	737,500	737,500	737,500	737,500	737,500	0	0	0	0
	11	Instalación de micromedidores para consumidores mayores con caja y accesorios en los DMC	0	0	0	0	295,000	295,000	295,000	295,000	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	Macro medición en la red matriz - prioridad 2 - 12 puntos de medición (derivaciones y salida depósitos menores)	0	0	0	0	0	96,000	96,000	96,000	96,000	96,000	0	0	0	0	0	0
	13	Macromedición en la línea que abastece la ETA y a la entrada de la ETA de Monción	0	0	0	0	0	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	0	0	0	0	0	0

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

	14	Definición de una estrategia y acompañamiento técnico para levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras	0	0	0	0	37,500	37,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	15	Levantamiento de conexiones agrícolas, regularización y/o desconexión, colocación reguladoras presión y cámaras	0	0	0	0	0	75,000	75,000	75,000	75,000	0	0	0	0	0	0		
	16	Piloto detección fugas red matriz con satélite, gas helio o smart ball	0	0	125,000	125,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	17	Detección fugas red matriz por equipos INAPA capacitados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	18	Reparación de fugas red matriz @ 2 x fugas / km	0	0	0	0	0	0	197,250	197,250	197,250	197,250	197,250	197,250	197,250	197,250	0	0	
	19	Desarrollo e implementación de la Movilización social (INAPA regional y provincias) según la estrategia ANF	0	0	0	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	0	0	
EC3	1	Compra e instalación del banco de prueba.	0	0	0	170,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EC6	1	Nuevo PLC y actuador para la monovar a nivel de la derivación hacia la ETA (+ RTU instalado a la entrada de la ETA) y rehabilitación de la Monovar	0	0	0	0	0	33,333	33,333	33,333	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	Rehabilitación redes de distribución en el Piloto de Mao (@10% redes existentes) - incluye reforzamientos	0	0	0	468,750	468,750	468,750	468,750	468,750	468,750	468,750	468,750	468,750	468,750	0	0	0	0
	3	Desconexiones de acometidas en redes viejas y reconexiones en redes recientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<b>2025</b>				<b>2026</b>				<b>2027</b>				<b>2028</b>				
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	
		<b>SUBTOTAL</b>	0	0	30,000	172,231	414,558	1,127,825	2,238,433	2,238,433	2,089,192	1,864,192	1,762,592	2,039,592	2,039,592	2,039,592	479,058	184,058	
		<b>%</b>	0%	0%	0%	1%	2%	6%	12%	12%	11%	10%	9%	11%	11%	11%	3%	1%	
		<b>TOTAL</b>	<b>18,719,346</b>																

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Se anota lo siguiente a propósito de lo costos estimados de las acciones ANF del Programa de modernización (2023 - 2027):

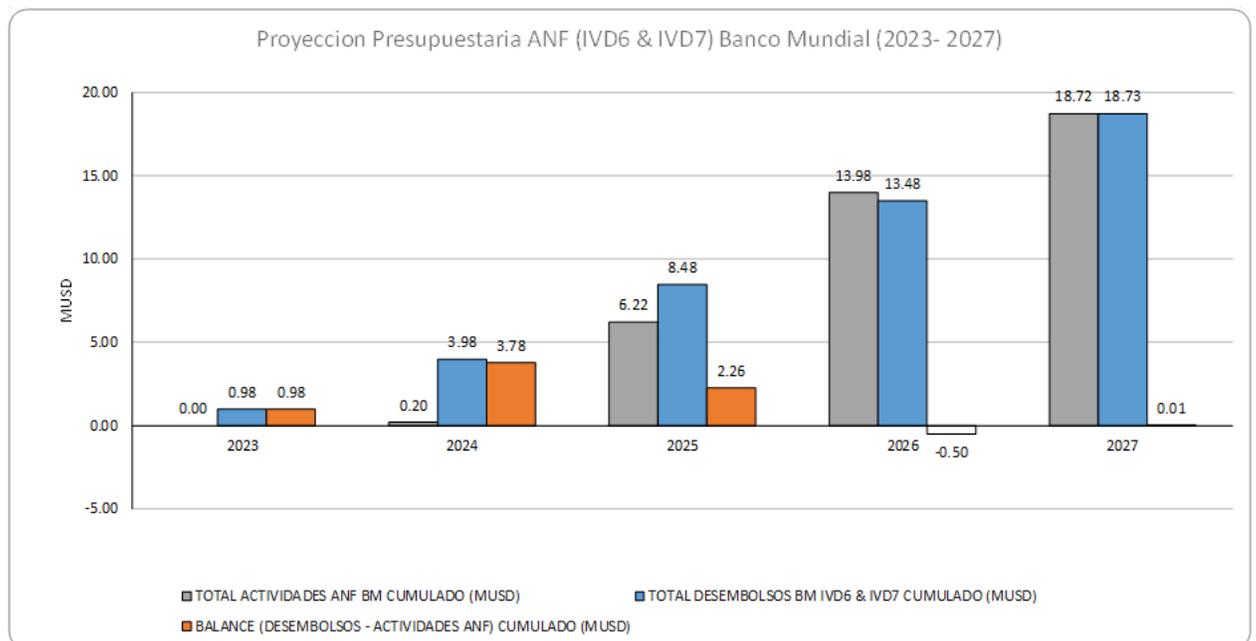
1. Los costos estimados ANF 2023 = 0;
2. Los costos estimados ANF 2024= 142,231 USD;
3. Los costos estimados ANF 2025 = 5,855,738 USD;
4. Los costos estimados ANF 2026 = 7,750,256 USD;
5. Los costos estimados ANF 2027 = 4,695,590 USD;
5. El costo estimado total del Plan de Acción ANF del Programa de modernización (2024 - 2027) = 18,443,815 USD (sea 18.45 MUSD).

### 3.7.4. Equilibrio presupuestario.

La Asistencia Técnica AT determinó el equilibrio presupuestario (desembolsos - costos directos) del Plan de Acción ANF del Programa de modernización al sobre el plazo 2024 - 2028 que se presenta en la siguiente tabla y figura:

**PROYECCION PRESUPUESTARIA ANF BM (2023 -2027)**

	Total Anual					Total
	2023	2024	2025	2026	2027	2023-2027
	USD	USD	USD	USD	USD	USD
<b>TOTAL ACTIVIDADES ANF BM (USD)</b>	\$0	\$202,231	\$6,019,248	\$7,755,567	\$4,742,300	\$18,719,346
<b>TOTAL ACTIVIDADES ANF BM (MUSD)</b>	0.00	0.20	6.02	7.76	4.74	18.72
<b>TOTAL ACTIVIDADES ANF BM CUMULADO (MUSD)</b>	0.00	0.20	6.22	13.98	18.72	18.72
<b>TOTAL DESEMBOLSOS BM IVD6 &amp; IVD7 (MUSD)</b>	0.98	3.00	4.50	5.00	5.25	18.73
<b>TOTAL DESEMBOLSOS BM IVD6 &amp; IVD7 CUMULADO (MUSD)</b>	0.98	3.98	8.48	13.48	18.73	18.73
<b>BALANCE (DESEMBOLSOS - ACTIVIDADES ANF) CUMULADO (MUSD)</b>	0.98	3.78	2.26	-0.50	0.01	0.01



Se resalta lo siguiente:

1. Lo anterior supone el logro de las metas anuales establecidas en los IVD6 y IVD7 y la consecución de los desembolsos anuales asociados. Las simulaciones 2024 - 2027 realizadas con el modelo ANF demuestran, mediante una serie de hipótesis, que las metas IVD6 y IVD7 son alcanzables (véase el capítulo 3.8.1);
2. Hay un saldo acumulado total positivo sobre el periodo 2023 - 2027 de 0.01 MUSD. Esto anterior debería facilitar la programación y la implementación de las acciones ANF del Programa de modernización;
3. Los saldos acumulados anuales son generalmente positivos con la excepción del año 2026 donde se anota un saldo negativo de -0.5 MUSD;
4. Los fondos disponibles en los programas AFD (8.5 €) y del Programa de modernización (72 MUSD) para mejorar la cobertura, la planificación, la gobernanza y la eficiencia del servicio de agua en la Región Noroeste deberían permitir lograr las metas establecidas en el programa Banco Mundial, por lo menos los asociados con el ANF y la Eficiencia Energética;
5. El principal desafío será probablemente asegurar la sostenibilidad de las mejoras y de los logros en términos de gestión/reducción del ANF.

### **3.8. Monitoreo del plan de acción ANF**

#### **3.8.1. Modelo ANF - Cumplimiento de las metas ANF.**

##### **3.8.1.1. Elaboración del Modelo ANF.**

El Modelo ANF es esencialmente del tipo Top-Down (según la terminología de la IWA) que incorpora elementos de:

1. Los resultados de la campaña de medición puntual (Q/p°) realizada en 2022 en la red matriz ALINO (con estimación de la distribución de pérdidas en la red matriz ALINO);
2. Balances ANF elaborados en el marco de esta Estrategia ANF (véase capítulo 2);
3. Datos de censo y regularización de usuarios (ver informe Estrategia Comercial);
4. Acciones de gestión/reducción ANF incluidas en los programas UE/AFD y del Programa de modernización;
5. La experiencia del Consultante en gestión/reducción ANF en la Zona Caribe;

Los modelos Top - Down normalmente se calibran sobre la base de los resultados obtenidos en zonas piloto, lo que mejora la validez de las hipótesis y la precisión de las proyecciones. Este no es el caso aquí y la precisión del modelo aún tiene que determinarse (¿20% - 30%?).

Se han hecho una serie de hipótesis (celdas resaltadas en amarillo con comentarios explicativos en la última columna - Véase Anexo 7) que, por supuesto, se pueden ajustar a medida que se desempeñen acciones ANF y se consigan resultados/datos confiables.

Por lo tanto, el modelo debe considerarse como una herramienta de trabajo vivo que permite estimar el impacto de las diversas acciones de gestión/reducción de los ANF.

Con respecto a las principales hipótesis:

1. El modelo no tiene en cuenta el crecimiento de la población en la Región Noroeste entre 2023 y 2027;
2. La reducción de los ANF entre 2023 y 2027 es el resultado de las acciones de gestión/reducción de los ANF financiadas por los programas AFD y el Programa de modernización más acciones financiadas y ejecutadas por fondos propios;
3. La reducción del ANF (pérdidas físicas y comerciales) entre 2023 y 2027 no se traduce en una reducción de la producción (considerada estable entre 2023 – 2027) sino en un aumento de la facturación;
4. De acuerdo con la evaluación global de ANF establecida por el Consultor:
  - a. El número de conexiones (clientes potenciales) al sistema ALINO en 2023 = 110.000;
  - b. La facturación de 2023 corresponde a 17,520,729 m<sup>3</sup>/año y proviene de los 30,131 usuarios facturados (incluidos en los 110,000 clientes conectados al sistema ALINO);
5. La reducción de las pérdidas físicas se determina con base en:
  - a. Acciones de sectorización, regulación de presión, búsqueda y reparación de fugas, rehabilitación de redes;
  - b. Hipótesis de la eficacia relativa de cada tipo de acción (en términos de reducción porcentual de las pérdidas físicas). Se consideró cifras conservadoras para evitar la sobreestimación de los logros;
6. La reducción de las pérdidas comerciales se determina con base en:
  - a. El número de nuevos clientes (usuarios facturados) incluidos en la base de datos (luego del censo y de la regularización);
  - b. El número de usuarios con micromedidores;
  - c. Pérdidas comerciales unitarias atribuibles a:
    - i. Los usuarios no facturados;
    - ii. Los usuarios sin medidor;
    - iii. La submedición de los micromedidores instalados.

### 3.8.1.2. Cumplimiento de las metas ANF.

En la siguiente tabla se presenta el resumen del balance de agua 2023 - 2027 en la Región Noroeste (INAPA) incluyendo las proyecciones de los componentes del ANF (pérdidas técnicas y comerciales) en la Red Matriz ALINO y en la Zona Piloto Mao (casco urbano del Municipio de Mao) que conforman el perímetro del Plan de Acción ANF del Programa de modernización

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA  
Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

**RESUMEN PROYECCIONES ANF REGION NOROESTE INAPA - SISTEMA ALINO**

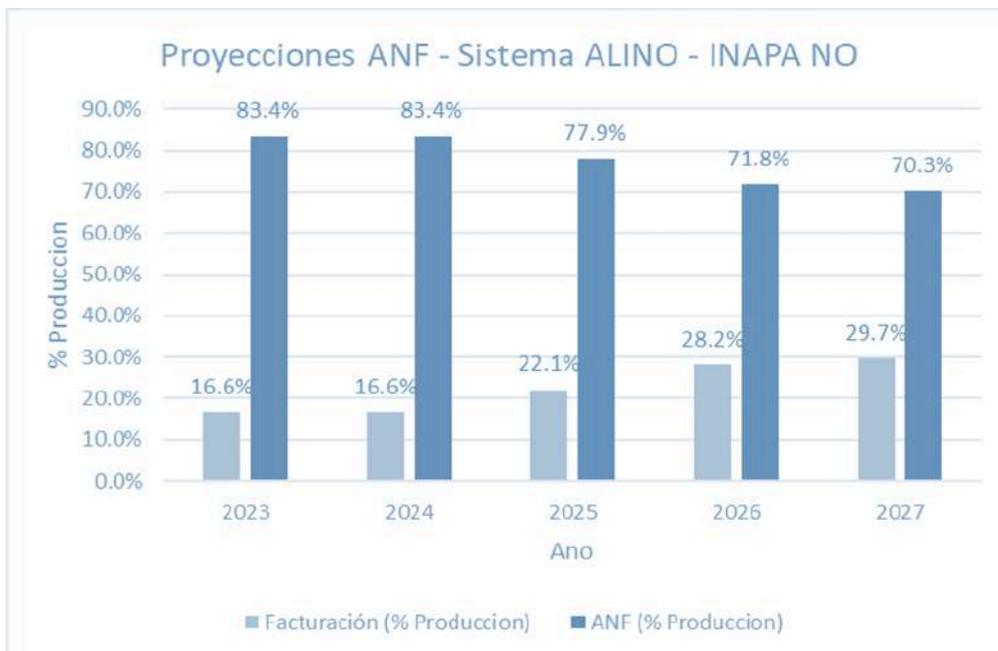
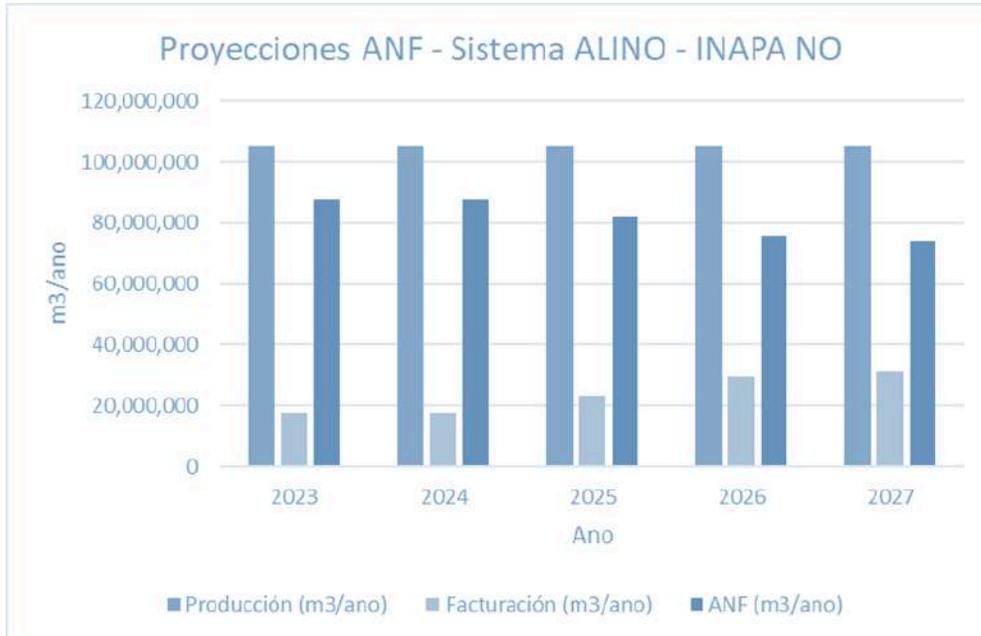
#	Designación	2023	2024	2025	2026	2027
1.1	Producción (m3/año)	105,384,558	105,384,558	105,384,558	105,384,558	105,384,558
1.2	Facturación (m3/año)	17,520,729	17,520,729	23,244,936	29,694,794	31,249,891
	Facturación (% Producción)	16.6%	16.6%	22.1%	28.2%	29.7%
1.3	ANF (m3/año)	87,863,829	87,863,829	82,139,622	75,689,764	74,134,667
	ANF (% Producción)	83.4%	83.4%	77.9%	71.8%	70.3%
1.3.1	ANF Sistema Matriz ALINO (m3/año)	13,806,000	13,806,000	12,519,165	11,400,035	10,942,940
	ANF Sistema Matriz ALINO (% Producción)	13.1%	13.1%	11.9%	10.8%	10.4%
	ANF Sistema Matriz ALINO (% Reducción/2023)		0.0%	-9.3%	-17.4%	-20.7%
1.3.2	ANF Sistema de Distribución (m3/año)	74,057,829	74,057,829	69,620,457	64,289,729	63,191,727
	ANF Sistema de Distribución (% Producción)	70.3%	70.3%	66.1%	61.0%	60.0%
	ANF Sistema de Distribución (% Reducción/2023)		0.0%	-6.0%	-13.2%	-14.7%
1.3.2.1	ANF Zona Piloto Mao (m3/año)	15,535,950	15,535,950	12,915,000	9,400,695	8,302,693
	ANF Zona Piloto Mao (% Producción)	14.7%	14.7%	12.3%	8.9%	7.9%
	ANF Zona Piloto Mao (% Reducción/2023)		0.0%	-16.9%	-39.5%	-46.6%
1.3.2.2	Otras Zonas (m3/año)	58,521,879	58,521,879	56,705,457	54,889,034	54,889,034
	Otras Zonas (% Producción)	55.5%	55.5%	53.8%	52.1%	52.1%
	Otras Zonas (% Reducción/2023)		0.0%	-3.1%	-6.2%	-6.2%
	ANF Sistema Matriz ALINO + Zona Piloto Mao (m3/año)	29,341,950	29,341,950	25,434,165	20,800,730	19,245,633
	ANF Sistema Matriz ALINO + Zona Piloto Mao (% Producción)	27.8%	27.8%	24.1%	19.7%	18.3%
	ANF Sistema Matriz ALINO + Zona Piloto Mao (% Reducción/2023)		0.0%	-13.3%	-29.1%	-34.4%
	Metas IVD 7			-2.0%	-9.0%	-13.0%

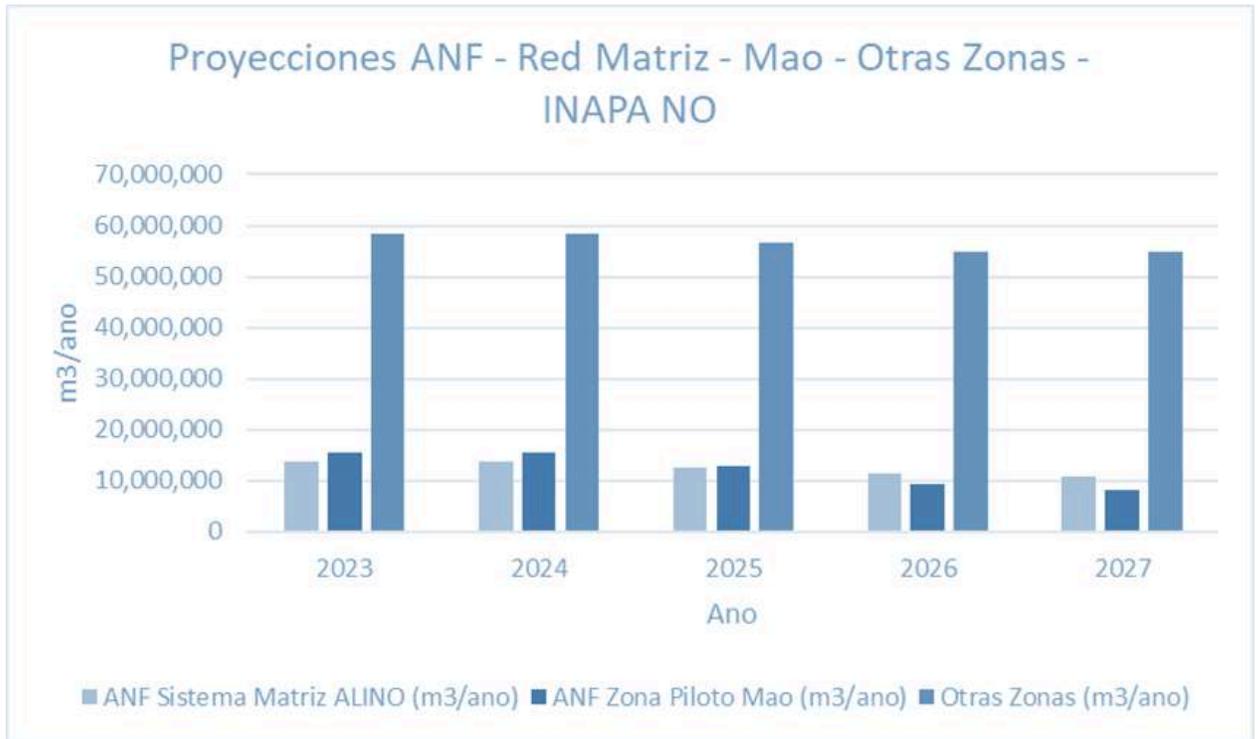
Se destaca lo siguiente:

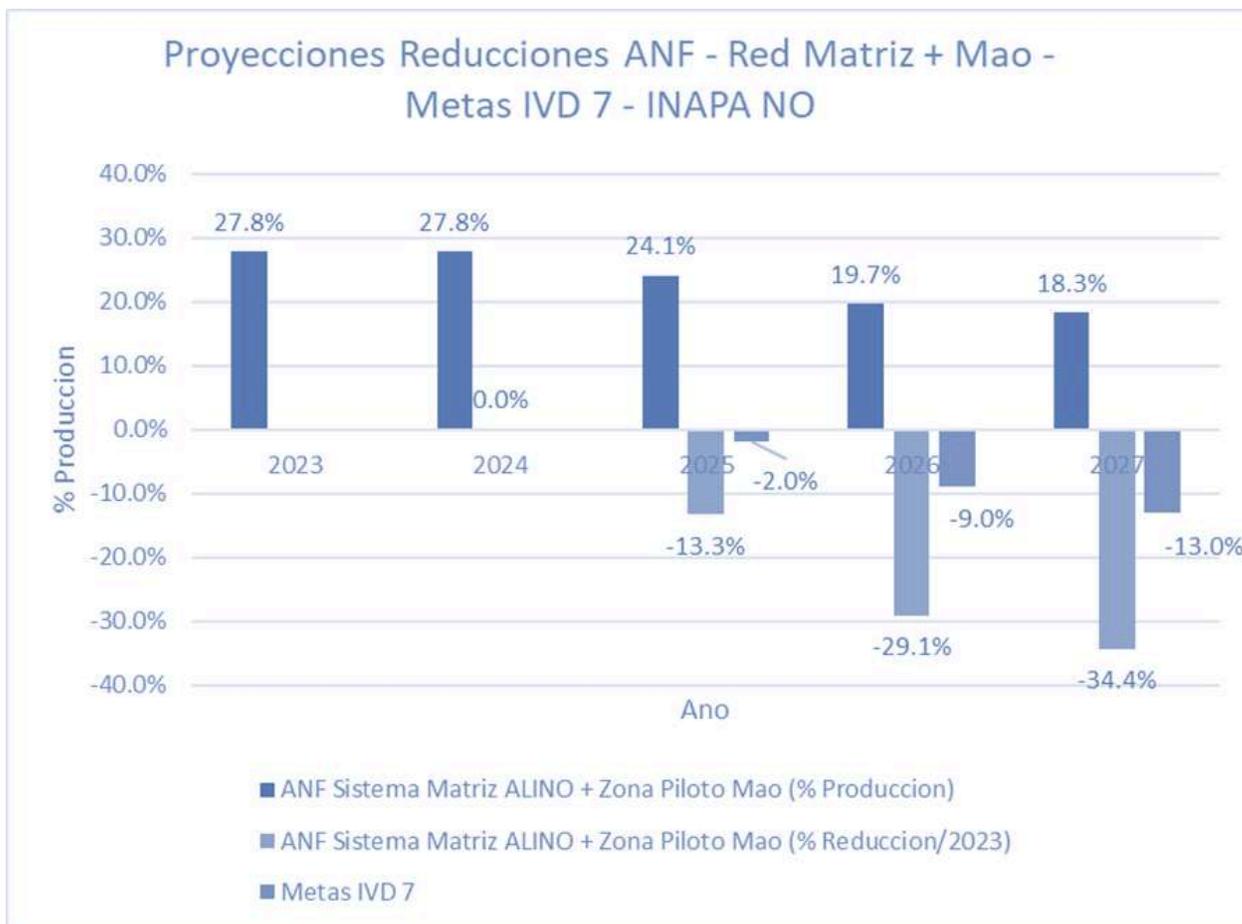
1. Tras la ejecución de las acciones de gestión/reducción de ANF entre 2023 y 2027 (presupuestos AFD + BM + INAPA), con base en las hipótesis avanzadas, las previsiones de reducción de ANF son:
  - a. ANF Global Sistema ALINO:
    - i. 83,4% de la producción en 2023
    - ii. 70.3% de la producción en 2027
  - b. Red Matriz ALINO:
    - i. 13.1% de la producción en 2023
    - ii. 10.4% de la producción en 2027
  - c. Zona Piloto Mao:
    - i. 14,7% de producción en 2023
    - ii. 7,9% de producción en 2027
2. En términos de % reducción de ANF (con línea base 2023):
  - a. Red Matriz ALINO (en % ANF 2023 red matriz ALINO):
    - i. -9.3% en 2025
    - ii. -17.4% en 2026
    - iii. -20.7% en 2027
  - b. Zona Piloto Mao (en % ANF 2023 Zona Piloto Mao):
    - i. -16.9% en 2025
    - ii. -39.5% en 2026
    - iii. -46.6% en 2027
  - c. Red Matriz ALINO + Zona Piloto Mao (en % ANF 2023 red matriz ALINO + Zona Piloto Mao):
    - i. -13.3% en 2025
    - ii. -29.1% en 2026
    - iii. -34.4% en 2027

3. Por lo tanto, se logran las metas establecidas en el IVD7 dentro del perímetro del Plan de Acción ANF del Programa de modernización (Zona Piloto Mao):
- a. -2% en 2025
  - b. -9% en 2026
  - c. -13% en 2027

Se resume lo anterior en las siguientes Figuras:







Se resalta otra vez que lo anterior supone la realización conjunta de acciones de gestión y reducción del ANF bajo los programas financiados:

1. La reorganización y el reforzamiento del Departamento Regional INAPA Noroeste (financiamiento UE/AFD);
2. La conformación de una Oficina ANF y Catastro Técnico Regional con equipamiento y logística (financiamiento UE/AFD);
3. La capacitación del personal Regional y Provincial incluyendo en asuntos operativos, comerciales y ANF (financiamiento UE/AFD);
4. La realización de los 34 puntos con Prioridad 1 de la red de macromedición ALINO (financiamiento AFD/UE);
5. La rehabilitación de las cámaras de derivación con reguladoras de presión y altimétricas en la red ALINO (financiamiento UE/AFD);
6. La regularización de las 54 conexiones de comunidades conectadas directamente a la red ALINO (financiamiento UE/AFD);
7. Con base en los resultados del piloto de detección de fugas en tramos prioritarios de la red matriz ALINO (Satelite, gas helio o Smartball), la detección de fugas en los tramos restantes de la red matriz ALINO - total de 263 km por los equipos (financiamiento Programa de modernización);

8. El censo y la regularización de usuarios (18,838 en total) en el Municipio de Mao (financiamiento UE/AFD);
9. El censo y la regularización de usuarios (mínimo 1,904) en las 54 comunidades conectadas directamente a la red ALINO (financiamiento Programa de modernización);
10. Se espera aún así (y a pesar de que no se contabilice como reducción de pérdidas comerciales en el Sistema ALINO en esta estrategia) que los equipos fortalecidos sigan realizando los censos y regularización de usuarios en los otros Municipios de la Región Noroeste (la actividad de catastro de usuarios y transferencia de conocimiento financiada por UE/AFD se va a implementar en los Municipios de Mao, Esperanza y Sabaneta).

### 3.8.2. Indicadores de seguimiento del desempeño ANF.

Existen numerosos indicadores de seguimiento del desempeño de la gestión de ANF. Se propone una lista extensa de indicadores que se deberían seguir en el Anexo 9 a nivel del Sistema ALINO y de la Zona Piloto en Mao.

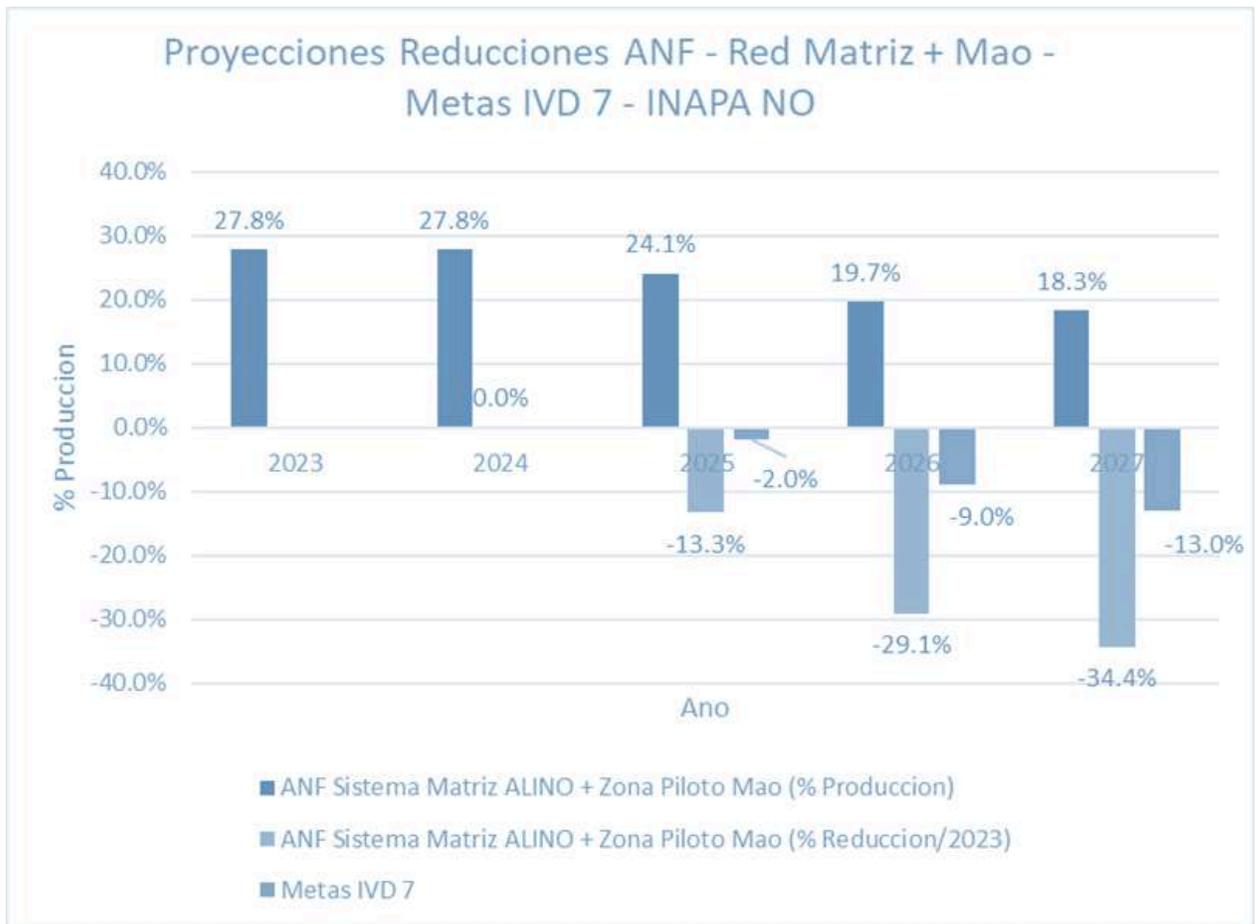
Se propone aquí una lista corta de indicadores definidos en el marco de la AT del Proyecto:

- % de digitalización del catastro técnico de red de distribución (km total de redes digitalizadas / km total de redes existentes)
- % de ANF (Sistema ALINO + redes de distribución)
- Índice de pérdidas por acometida en l/acometida/día (volumen de pérdidas totales / número de hogares con conexión a la red pública)
- Índice de pérdidas por lineal de redes en m<sup>3</sup>/km/día (volumen de pérdidas totales / km total de redes (distrib. + Matriz))
- Número de fugas de agua potable identificadas por km de redes

## 4. Conclusiones y próximos pasos.

La estrategia provisional ANF propuesta en el marco del Programa de Modernización del Sector Agua del Banco Mundial deriva del Plan de Inversión de la Asistencia Técnica UE/AFD para la Región Noroeste y completa las acciones ANF propuestas en este plan y financiada bajo el fondo EU/AFD. Estos dos programas/proyectos se desarrollan entonces en la misma zona geográfica (Zona 1 o Región NO) y son totalmente complementarios desde un punto de vista presupuestario y en la secuencia de actividades vinculadas a la gestión y reducción de ANF.

Esta estrategia ANF se desarrolla en dos niveles, el Sistema ALINO y el Sistema de distribución de agua potable de Mao (Zona Piloto), y **permite lograr** las metas anuales de 2025, 2026 y 2027 establecidas en el marco del IVD 7 del Programa Programa de modernización como lo ilustra el último gráfico presentado en este informe:



Naturalmente, el éxito de esta estrategia está condicionado por varios factores vinculados a la gestión y organización a nivel central y regional y a las condiciones de implementación de los Programas de la AT UE/AFD y del Programa de modernización

Primero, se evalúa como necesaria la confirmación y el fortalecimiento del grupo de trabajo transversal e interdisciplinario que se constituyó a nivel central durante el desarrollo de las actividades de la AT UE/AFD y del lanzamiento del programa de Modernización del Banco Mundial, el cual involucra las principales direcciones interesadas. En cada una de estas direcciones se han nombrado personas claves para estos dos proyectos y la organización de comités técnicos mensuales o trimestrales de seguimiento bajo la coordinación de la DPD y de la DPPE es una solución muy interesante para seguir acompañando las actividades vinculadas a ANF.

Adicionalmente, una unidad de gestión del Programa del BM se debería constituir y fortalecer en la DPPE una unidad dedicada de gestión para permitir la preparación y el lanzamiento de los procesos de adquisición y contrataciones vinculados a las actividades de la estrategia ANF y asegurar que los plazos para lanzar estas actividades se respeten. Pues el tiempo es un factor crítico para poder llevar a cabo las actividades ANF del Programa y presentar los logros anuales. Debido a la complementariedad entre ambos programas, las acciones de la estrategia ANF dependen del lanzamiento y del cumplimiento de las acciones identificadas en el Plan de inversión de la AT UE/AFD (reorganización, creación de la oficina

ANF, adquisición de equipos, catastro de redes y de usuarios, macromedición etc...). Los plazos propuestos en el cronograma de esta estrategia toman en consideración los plazos actualizados de implementación de estas primeras acciones de la AT pero se debe velar para que no haya retrasos adicionales.

Esta estrategia fue revisada por:

  
Ing. Emely Larissa Lara  
Encargada Catastro de Redes



Aprobada Por:

  
Ing. Luis José Popa Peralta  
Director Operaciones



## 5. ANEXOS

## ANEXO N° 1 : OBJETIVOS ESPECÍFICOS IVD 6 Y IVD 7 DEL PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN DEL SECTOR AGUA

Los objetivos específicos del Programa de Modernización del Banco Mundial:

IVD 6: Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética e IVD7: Reducción de Agua No Facturada (ANF) para los años 2024, 2025, 2026 y 2027 o sea, para lo que se refiere a la ANF (o ANC):

Para el año 2024: 1) Auditorías anuales de agua en Sistemas y Sectores Hidráulicos Prioritarios como se identifican en la estrategia ANC provisional, y medidas de monitoreo implementadas por el Prestador de Servicios APS respectivo. 2) Desarrollo y adopción por parte del respectivo Prestador de servicios de APS de una estrategia de ANC basada en auditorías de agua. 3) Actividades de ANC incluidas por el respectivo Prestador de Servicios APS en el POA y en su presupuesto, y están siendo implementadas, y los resultados anuales son monitoreados, informados y publicados en el sitio web de los Prestadores de Servicios APS. 4) Estrategia de digitalización de Catastro de Usuarios y Catastro de Redes desarrollada y aprobada por la respectiva gerencia de Prestadores de Servicios de APS.

Para el año 2025: 1) Auditoría anual de agua en Sistemas y Sectores Hidráulicos Prioritarios según lo identificado en la estrategia ANC y medidas de monitoreo implementadas por el respectivo Prestador de Servicios de APS 2) Las respectivas estrategias de ANC del Prestador de servicios APS se actualizan en función de las auditorías anuales de agua. 3) Actividades de ANC incluidas por el respectivo Prestador de Servicios de APS en el POA y en su presupuesto, y están siendo implementadas, y los resultados anuales son monitoreados, informados y publicados en el sitio web de los Prestadores de Servicios de APS 4) Se implementa el plan de Digitalización del Catastro de Redes de Agua y Catastro de Usuarios por parte de la respectiva Prestadora de Servicios de APS, cubriendo al menos el 60% de la red de agua y el 80% de los usuarios en sectores hidráulicos prioritarios Reducción de 1.3% de ANC .

Para el año 2026: 1) Auditoría anual de agua en Sistemas y Sectores Hidráulicos Prioritarios según lo identificado en la estrategia ANC y medidas de monitoreo implementadas por el respectivo Prestador de Servicios de APS Las respectivas estrategias de ANC del Prestador de servicios APS 2) se actualizan en función de las auditorías anuales de agua 3) Actividades de ANC incluidas por el respectivo Prestador de Servicios de APS en el POA y en su presupuesto, y están siendo implementadas, y los resultados anuales son monitoreados, informados y publicados en el sitio web de los Prestadores de Servicios de APS 4) Se implementa el plan de Digitalización del Catastro de Redes de Agua y Catastro de Usuarios por parte de la respectiva Prestadora de Servicios de APS, cubriendo al menos el 75% de la red de agua y el 80% de los usuarios en sectores hidráulicos prioritarios Reducción de 4.3% de ANC

Para el año 2027: 1) Auditoría anual de agua en Sistemas y Sectores Hidráulicos Prioritarios según lo identificado en la estrategia ANC y medidas de monitoreo implementadas por el respectivo Prestador de Servicios de APS 2) Las respectivas estrategias de ANC del Prestador de servicios APS se actualizan en función de las auditorías anuales de agua 3) Actividades de ANC incluidas por el respectivo Prestador de Servicios de APS en el POA y en su presupuesto, y están siendo implementadas, y los resultados anuales son monitoreados, informados y publicados en el sitio web de los Prestadores de Servicios de APS 4) Se implementa el plan de Digitalización del Catastro de Redes de Agua y Catastro de Usuarios por parte de la respectiva Prestadora de Servicios de APS, cubriendo al menos el 95% de la red de agua y el 100% de los

usuarios en sectores hidráulicos prioritarios Reducción de 9.3% de ANC.

## ANEXO N° 2 : DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA ALINO

Durante el último trimestre de 2022, la AT desarrolló el diagnóstico detallado de las infraestructuras de la Línea Noroeste, el cual sirvió de base para desarrollar las recomendaciones de mejora del sistema ALINO y de su operación y mantenimiento y, luego, el plan de acción y el plan de inversión.

### Presentación general del Sistema ALINO

La construcción del sistema ALINO inició en el año 2001 (finalizando en el año 2005), por el consorcio de empresas brasileñas ODEBRECHT y ANDRADES GUTIERRES, comenzando desde la presa de Monción con la construcción de la línea aductora de Ø60" acero, que conduciría hasta la Estación de Tratamiento de Agua (ETA) los 3.20 m<sup>3</sup>/s previstos en el diseño original para abastecer las provincias de Montecristi, Dajabón y Valverde. El sistema ALINO fue concebido para funcionar exclusivamente por gravedad, desde la estación de tratamiento hacia los depósitos reguladores y de almacenamiento que alimentan los sistemas de distribución de las ciudades y comunidades servidas. El sistema incluye también el abastecimiento del municipio de Navarrete (provincia de Santiago).

El sistema ALINO se subdivide en 3 líneas de conducción (líneas A, B y C). Las líneas A y B salen paralelamente de la Estación de Tratamiento de Agua (ETA) de Monción con diámetros de 48". Luego de la caja de derivación no 1, ubicada en Mao, la línea A reduce de diámetro (48" a 32") y abastece los depósitos y comunidades en su ruta, finalizando en el depósito principal de la ciudad de Dajabón. Luego de la caja de derivación no 2, la línea B se subdivide en dos líneas de 36": continuación de la línea B (hacia Montecristi) y línea C (hacia Navarrete), abasteciendo también los depósitos y las estaciones de bombeo en su ruta (ver Plan en anexo XX).

- Línea A: sale de la ETA de Monción, baja a la ciudad de Mao y luego corre paralela a la Cordillera Central desde la ciudad de Mao y hasta la población de Copey, pasando por Pueblo Nuevo, Cana Chapetón, Guayubín, Las Matas de Santa Cruz y Santa María. Desde Copey se separa en 2 líneas, una hasta Pepillo Salcedo y las otra finalizando en Dajabón. Esta línea de hierro dúctil inicia en un diámetro de Ø32" y finaliza en Ø20" con una longitud total de 107 Km;
- Línea B: sale de la ETA de Monción, baja a la ciudad de Mao y luego corre paralela a la Cordillera Septentrional desde la ciudad de Mao hasta la población de Montecristi pasando por Laguna Salada, Hatillo Palma, Villa Elisa y Villa Vázquez. Esta línea de hierro dúctil inicia en Ø36" a partir de la caja de derivación no 2 y finaliza en Ø24" en la ciudad de Montecristi con una longitud total de 112 km;
- Línea C: cuyo recorrido es el siguiente: Boca de Mao, Esperanza, hasta Navarrete. Esta línea de hierro dúctil inicia en Ø36" y finaliza en Ø24" en la ciudad de Navarrete con una longitud total de 44 km.

La población inicial de diseño usada por la compañía diseñadora y constructora de ALINO, fue de 519,126 habitantes (2002) y la proyectada al final del periodo de diseño, fue de 927,377 habitantes. La población Actual (2020) es de 754,567 habitantes según la Dirección de Ingeniería, lo que difiere con las proyecciones del último censo. Según la Dirección de Ingeniería, se debe considerar también una población de aproximadamente 70,000 nacionales haitianos que viven en la zona de influencia de ALINO. Asignando dotaciones de respectivamente 300 y 175 Lts/Habs/día y coeficiente de punto de 1.25, corresponde a un caudal total de demanda de 2.76 m<sup>3</sup>/s (caudal medio) y 3.45 m<sup>3</sup>/s (caudal máximo).

Como la producción oscila entre 3.6 a 3.8 m<sup>3</sup>/s, se evidencia que se está al límite en el servicio, tomando Teniendo en cuenta la gran cantidad de agua sustraída para fines agrícolas y las demás pérdidas. Pues la mayor parte de la longitud de estas líneas se encuentra en terrenos agrícolas, sujetas a conexiones ilegales. Luego de la construcción del sistema inicial, se operó una ampliación del alcance del sistema, con las construcciones de 7 estaciones de bombeo para poder llevar el agua a comunidades de la zona costera del otro lado de la Cordillera Septentrional (alimentación de depósitos seguido por distribución por gravedad a estas comunidades).

El sistema ha sido diseñado con una cantidad significativa de ventosas y desagües, en cada punto alto y bajo de las tuberías, y respetando una distancia mínima entre cada dispositivo (500 m). Luego, varios de estos dispositivos fueron intervenidos y sirvieron de empalme para el abastecimiento directo de comunidades (el INAPA contabilizó un total de 54 empalmes). Son sujetos también a conexiones ilegales por parte de los agricultores.

En cuanto a la condición general de las infraestructuras, se nota que las líneas trabajan con altas presiones a lo largo de su recorrido, ya que están alimentadas desde la ETA ubicada a 225 m sobre el nivel del mar y las poblaciones que alimenta están ubicadas entre los 85 m y el nivel del mar. Las líneas matrices deben operar 24 horas.

Depósito para regulación y almacenamiento y control de nivel en los depósitos del Sistema ALINO

Junto con las infraestructuras del Sistema ALINO se construyeron 20 depósitos circulares en acero equipados (casi todos) con control de nivel y se integraron también antiguas estaciones de tratamiento de agua potable convertidas en depósitos y tanques existentes de hormigón rectangulares:

No.	Depósito	Capacidad del depósito (Galones)	Diámetro de la tubería de entrada (pulgadas)	Diámetro válvula de control de altura y del bypass (pulgadas)
<b>Depósitos Línea A</b>				
1	Mao 1 (circular)	1,390,000	16"	12"
2	MotoCross Mao 2 (circular)	158,500	12"	8"
3	Pueblo Nuevo (circular)	158,500	6"	4"
4	Cana Chapetón (circular)	264,200	8"	6"
5	Guayubín (antigua ETA)	1,390,000	10"	8"
6	El Pocito (antigua ETA)	105,680	8"	2"
7	Las Matas de Santa Cruz (circular)	396,300	12"	8"
8	Santa María (antigua ETA)	66,000	6"	4"

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA  
Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

9	Manzanillo (circular)	225,000	12"	No hay
10	Dajabón (circular)	896,300	12"	No hay
<b>Depósitos Línea B</b>				
1	Los Martínez (circular)	264,200	10"	6"
2	Jaibón 1 (circular)	225,000	12"	8"
3	Laguna Salada (circular)	396,300	16"	12"
4	Hatillo Palma (circular)	396,300	10"	8"
5	Castañuela (circular)	396,300	10"	8"
6	Villa Sinda (rectangular)	140,000	6"	No hay
7	Villa Vásquez 1 (rectangular)	140,000	10"	8"
8	Villa Vásquez 2 (circular)	180,000	10"	8"
9	El Vigador (circular)	264,200	8"	6"
10	Monte Cristi	1,390,000	24"	16"
<b>Depósitos Línea C</b>				
1	Principal Esperanza 1 (circular)	1,390,900	24"	16"
2	Esperanza 2 (circular)	52,900	6"	4"
3	Villa Tabacalera (circular)	264,200	8"	No hay
4	Navarrete 1 (circular)	1,300,000	20"	16"

Adicional a estos depósitos, el sistema ALINO cuenta también con los cárcamos y depósitos alimentados por las estaciones de bombeo, los principales siendo:

Nombre / Línea	Capacidad
Derramadero / Línea B (alimentado por la estación de bombeo Agua de Luis)	400 m3 (105,680 gal)
Los Limones / Línea B (alimentado por la estación de bombeo de Los Limones)	900 m3 (240,000 gal)
Loma de Guayacanes / Línea B (alimentado por las estaciones de bombeo del Múltiple de Guayacanes)	80 m3
Arroyo Caña alto (alimentado desde el Tanque de Derramadero)	80 m3
La Caya / Línea B (alimentado por la estación de bombeo de La Caya)	80 m3
Buen Hombre (alimentado desde el Tanque de los Limones)	80 m3

La capacidad total de estos depósitos es del orden de 45,000 m<sup>3</sup>. Según la Dirección de Ingeniería se requiere un volumen adicional de 25,000 m<sup>3</sup>.

Las válvulas de control de nivel se montaron en by-pass por motivo de mantenimiento. La instalación excluye filtros. No hay tampoco medición a la entrada y a la salida de los depósitos.

Los resultados principales de las observaciones en cada uno de los sitios son los siguientes:

- La totalidad de las válvulas de control de altura se encuentran fuera de servicio y los operadores regulan las entradas y salidas de los tanques de forma manual utilizando las válvulas de compuerta o válvulas mariposa;
- Algunos depósitos no se llenan por falta de presión (caso de Castañuelas, Guayubín, Villa Vásquez 1 y 2, Jaibón 2, y Santa María) y otros se suplen de forma intermitente (caso de Los Martínez, Montecristi, Buen Hombre, Arroyo Caña, Hatillo Palma, y Jaibón);
- Varias cámaras se encuentran parcialmente o totalmente llenas de agua debido a averías y fugas en la parte hidráulica (juntas, válvulas, redes);
- Varios depósitos presentan diversos niveles de deterioro y requieren trabajos de mantenimiento y reparación: corrosión, fisuras, daños estructurales, averías en el fondo. En particular el depósito de Montecristi presenta una avería en el fondo del tanque que provoca un desperdicio muy importante de agua. El depósito de Santa María está casi colapsado;
- En algunos casos, por deficiencia del diseño, el depósito no puede suministrar agua a las comunidades (caso de Los Martínez donde el depósito se encuentra a una cota inferior a la del punto alto que se debe alcanzar antes de abastecer varias comunidades (solo una se abastece por gravedad a partir del depósito) por lo que el operador las alimenta por bypass, aprovechando la presión debida a la diferencia de altura entre la salida de la ETA y el punto alto);
- Imposibilidad de conocer el nivel de agua de los depósitos (mangueras transparentes ubicadas en los costados de los mismos totalmente opacas);
- En algunos casos, el camino de acceso a los depósitos está en muy mal estado y requiere readecuación urgente (caso de El Vigador y Castañuelas)

La intermitencia del servicio y la falta de mantenimiento de las infraestructuras son dos motivos principales para los deterioros de los depósitos y de las válvulas de control.

#### Cajas de corte y de derivación y dispositivos de regulación de presión regulación y almacenamiento y control de nivel en los depósitos del Sistema ALINO

La macrored cuenta con un total de 13 cajas de corte, 8 de ellas siendo asociadas a cajas de derivación hacia los depósitos, y 3 permitiendo dividir el caudal entre las líneas principales del sistema (cajas #1, 2 y 17). Existen también 12 cajas de derivación hacia los depósitos de ALINO que no están asociadas a cajas de corte. Se cuenta entonces con un total de 25 instalaciones.

Según su ubicación (en terreno privado, en terreno público o en la vía pública) las cajas están cercadas o no, y pueden estar cubiertas por la estructura del pavimento (caso de caja debajo de una calle). Están accesibles por una tapa circular.

Los hallazgos principales proviniendo de las observaciones en cada uno de los sitios y de las reuniones técnicas con el personal de INAPA son los siguientes:

- Algunas cajas están llenas de agua o de depósito de tierra y requieren limpieza;
- Ninguna de las válvulas reguladoras funciona o está siendo utilizada. El INAPA hace la regulación cerrando parcialmente las válvulas de compuerta o mariposa a nivel de las cajas derivadores (ver tabla siguiente) y de algunas cajas de entrada de los depósitos;
- No hay filtro asociado a las válvulas de regulación;
- Las cajas de derivación no tienen el espacio suficiente para la instalación de un macromedidor en la línea principal o en la derivación, por lo que se requerirá la construcción de nuevas cámaras para este fin.

## **ANEXO N° 3 : DIAGNÓSTICO TÉCNICO Y OPERACIONAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE MAO**

Las reuniones de trabajo, la recopilación de planos traen las informaciones siguientes:

- El sistema de agua potable de Mao se abastece a partir de una derivación en 20” de la línea A de 48” que proviene de la ETAP del sistema ALINO. Dicha línea abastece los dos depósitos de Mao actualmente en servicio, o sea el Tanque Municipal (tanque circular en acero de una capacidad total de 1,390,000 m<sup>3</sup>) y el Tanque Motocross (tanque circular en acero de una capacidad total de 158,500m<sup>3</sup>). Esta línea se reduce puntualmente en 16” a nivel de la caja de derivación con la línea de 48”, y se reduce también a un diámetro de 16” después del tanque municipal de Mao, luego de la derivación hacia el tanque de Motocross
- La caja de derivación aloja una válvula reguladora de presión y de caudal, la cual no está cumpliendo con su función (fuera de servicio) y vuelve incontrolable el caudal que ingresa al sistema de Mao. Dicha caja se llena de agua y materiales y requiere una limpieza más frecuente por parte del equipo de operación.
- La red de distribución se construyó en 3 etapas:
- En 1968 se finalizó la construcción de la red de asbesto cemento y hierro galvanizado principalmente, conocida como “red vieja”. Se tiene un plano papel de dicha red pero no está completo (ver análisis más adelante en esta sección)
- En 1983 se finalizó la construcción de la red en el Barrio San Antonio, exclusivamente en PVC. Se tiene también un plano papel (como construido) de esta red y se puede decir también que no está completo (ver análisis más adelante en esta sección)
- En los años 2000, la empresa Odebrecht lideró la construcción de la red de distribución principal del Municipio de Mao, exclusivamente en PVC, conjuntamente con la macrored del sistema ALINO, la cual incluye los 2 tanques (Municipal y Motocross) y las cajas de derivación del sistema. El INAPA facilitó los planos en formato digital de esta red.

Existen varias líneas saliendo del tanque municipal para abastecer la red de distribución y solo existe una línea saliendo del tanque Motocross. Dichas líneas no están bien representadas en los planos digitalizados en QGIS, por lo que se requirió un levantamiento adicional en campo.

- A pesar de que estas redes se construyeron en periodos diferentes y de forma independiente, se realizaron muchas interconexiones entre ellas (principalmente entre la red vieja y la red construida por Odebrecht), no catastradas, lo que dificulta mucho el trabajo de operación ya que hay un conocimiento muy limitado por parte de INAPA de ellas, y al momento de intervenir los equipos de operaciones suelen cerrar la salida de los tanques. También existen, en muchas calles, acometidas en redes viejas y redes puestas por Odebrecht según su proximidad con las viviendas
- El propósito de INAPA es de poder abandonar la red más antigua, pero depende de un conocimiento del catastro de redes, interconexiones y acometidas
- No se hizo la sectorización de las redes por motivos económicos. Correspondía a la segunda etapa del contrato de construcción de las redes del Municipio de Mao por el Consorcio liderado por la empresa Odebrecht
- El tanque más antiguo fue deshabilitado y según los operadores estaba vinculado a la red más

antigua

En los últimos años se hicieron ampliaciones de redes, por el INAPA o con proyectos privados (o invasiones de terreno). En este caso INAPA realizó los empalmes en las redes existentes. Según mencionado durante el diagnóstico detallado realizado por la AT en 2022, la gran mayoría de los hidrantes (más de 90%) ya no cumple más con su función. Se vandalizaron para llenar los camiones y vender agua.

El mapa temático de la página siguiente muestra el plano de las 3 redes de distribución de Mao.

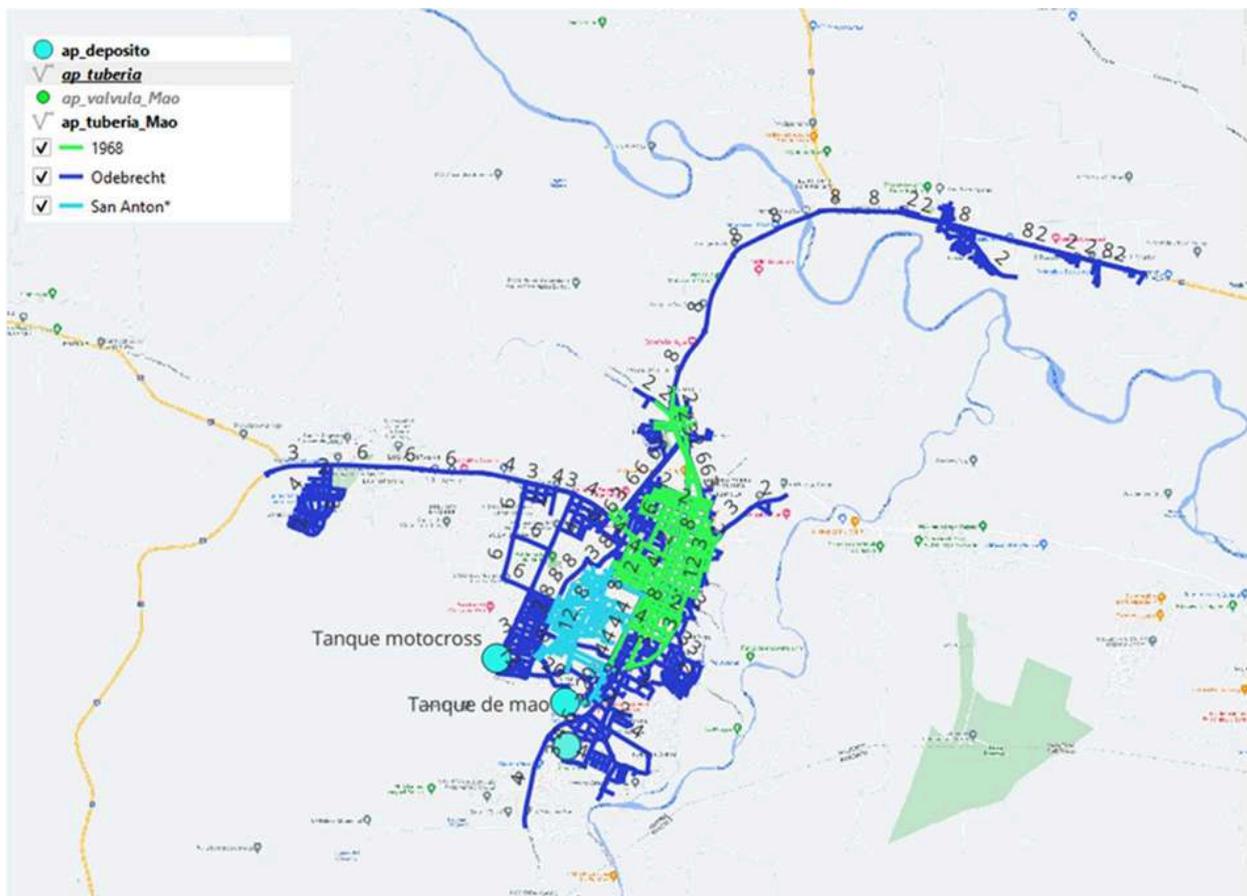


Figura: Plano general del sistema ALINO

Luego de estas reuniones técnicas entre la AT, el equipo de catastro de redes de y el equipo de operaciones regional y municipal de Mao realizaron visitas de campo enfocándose en lo siguiente:

- Visitar las diferentes ampliaciones de las redes de distribución y sectores con agua, pero sin que exista plano de ello
- Identificar los principales empalmes entre ampliaciones de redes y redes existentes
- Identificar las interconexiones entre las tres redes
- Identificar errores en los planos que utiliza INAPA (diferencias entre planos y la realidad en el terreno)

El informe correspondiente a la primera misión de terreno se encuentra anexo a este documento.

Resumiendo:

- Del Depósito principal de Mao salen varias líneas principales:
  - Líneas de 12” en PVC abasteciendo las redes más antiguas (Barrio San Antonio, Pueblo Nuevo y Laguna Salada) y representada en la red digitalizada o

Línea principal de 24” de la red construida por Odebrecht

- Una de la líneas de 12” (“Pueblo Nuevo”) proveniente del Tanque Municipal de Mao también se convierte en línea de 8” después de cruzar la carretera que va a Sabaneta para abastecer La Yagua y Petrile
- El INAPA realizó empalmes para abastecer sectores nuevos donde se hicieron ampliaciones realizadas por el INAPA o por privados:
  - Barrio Los Bonillas: red construida por INAPA en 2019 / empalme de 2” en la línea de 12” AC
  - Barrio Hierba de Guinea: red construida por INAPA en 2019 / empalme de 4” en la línea de 4” PVC puesta por Odebrecht y con ramales de 2” y 3”
  - Hato Nuevo: red construida por INAPA en 2016 / Línea de 6” que se empalma en la línea de 12” HD y redes de 6”, 4”, 3” y 2” (sector grande)
  - Barrio Doña Tatica: red construida por INAPA en 2022 / empalme de 4” en la línea de 4” PVC puesta por Odebrecht y con ramales de 2” y 3”
  - Barrio Primavera: red construida por INAPA en 2021 / empalme en una línea de 2” y redes de 3” y 2”
  - Villa Diego: red construida por INAPA en 2023 / empalme con línea de 4” y red de 2” para 26 casas
  - Barrio Los Octavios: red construida por INAPA en 2023 / empalme con líneas de 4” y 3” red de 2”
  - Barrio Bello Atardecer: red construida por un proyecto privado / empalme con línea de 12” AC realizado por el INAPA o Residencia Laydin: empalme con

línea de 12” AC realizado por el INAPA

- Barrio de Dios (Sur de Mao): red construida por los moradores / un solo empalme con línea de 4” realizado por el INAPA (otros empalmes realizados por

la población)

- o Cañada de Piedras (Sur de Mao): red construida por los moradores / empalmes realizados por la población
- o Villa Olímpica (Sector construido por el Ing. Rumaldo): red construida por un proyecto privado / 2 empalmes de 3" (uno para parte alta y otro para parte baja) en las líneas de 6"
- o Villa Olímpica (Sector cerca del Palacio): red construida por INAPA en 2008 / empalme con línea vieja de 8"
- o Carol Yissel: red construida por un proyecto privado y solares invadidos / empalme 4" en la línea de 6" y ramales de 2" y 3"
- o Sector frente al cementerio: red construida por privados / empalmes de 2" en la línea vieja de 8" y de 3" en la línea de 3", y redes y ramales de 2" dentro del sector
- Algunas líneas no son exactamente como descritas en los planos y otras no aparecen (ej. línea de 8" hacia la Yegua y Petrile)

Dichos levantamientos se complementaron por otros levantamientos:

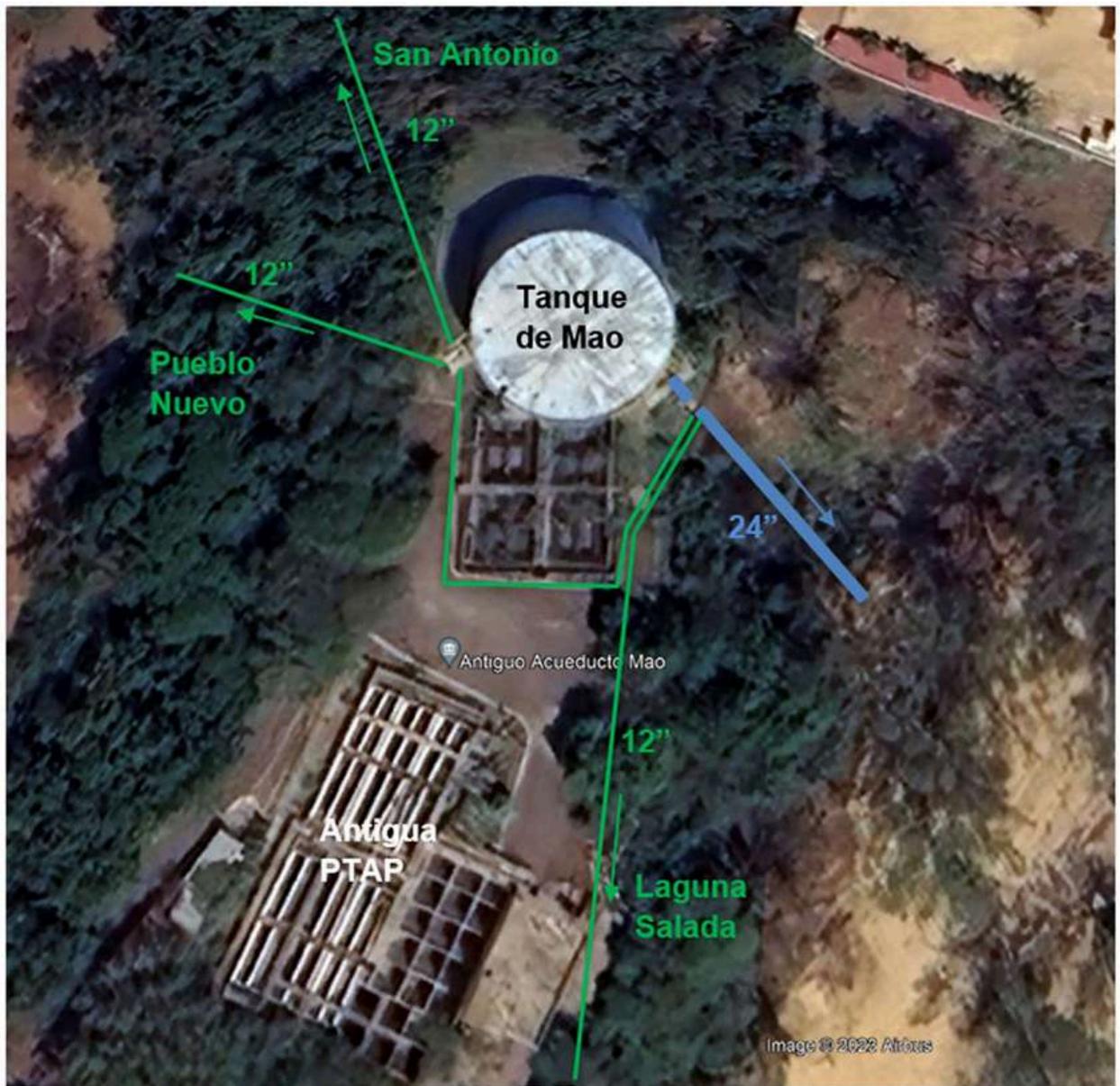
- Levantamiento y digitalización de las líneas principales saliendo del Tanque Municipal y del Tanque Motocross
- Levantamiento de interconexiones entre las redes de diferentes épocas

> Caso específico de la salida del Tanque Municipal de Mao:

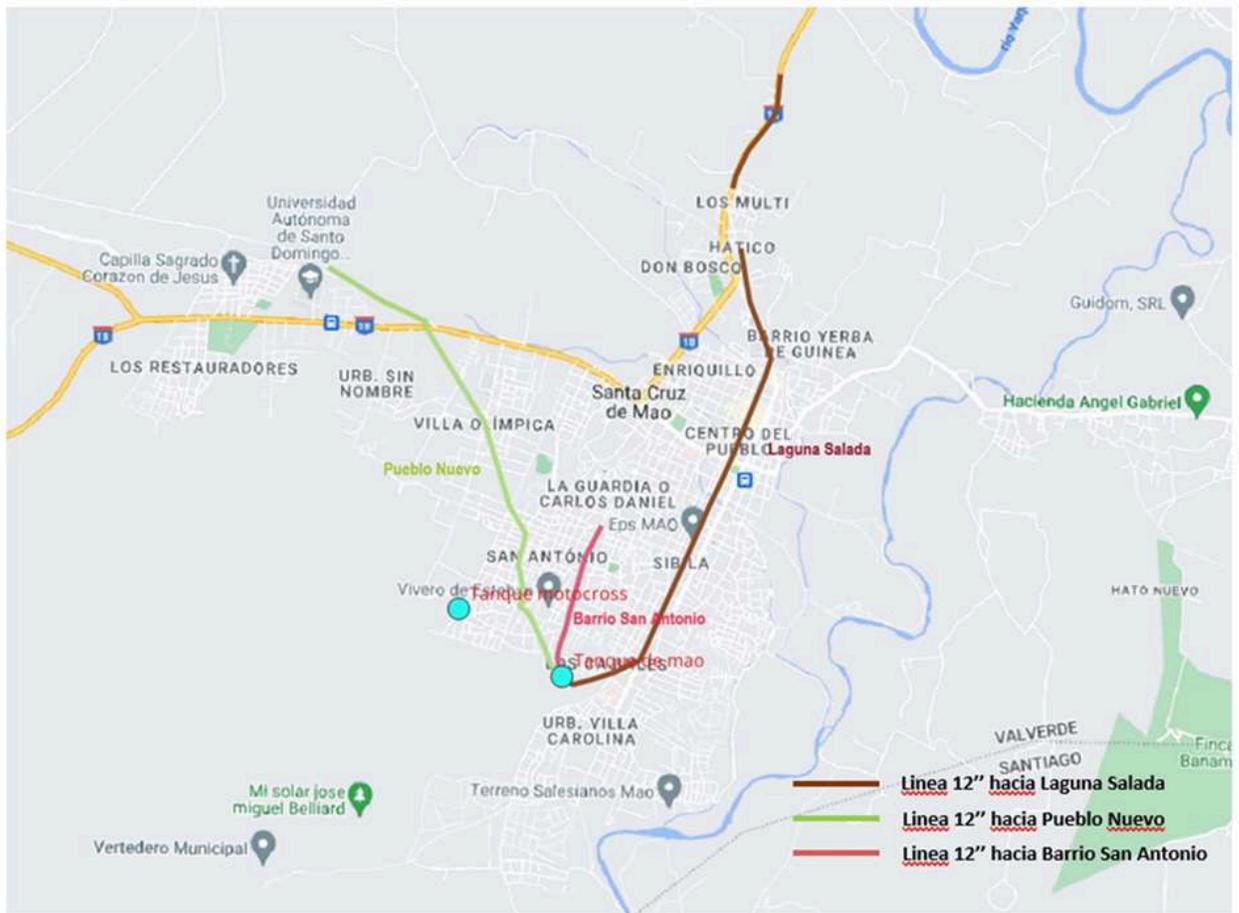
El predio del tanque era, antes de la construcción del depósito, una planta de tratamiento de agua potable. De esta PTAP salían dos líneas de 12", una hacia Laguna Salada y otra hacia Pueblo Nuevo. Luego, con la construcción de la red del Barrio San Antonio, se añadió una línea de 12" derivando de la línea de Pueblo Nuevo, hacia esta red del Barrio San Antonio.

Luego de la construcción del sistema ALINO, incluyendo la PTAP de Monción y el depósito principal de Mao, la PTAP de Mao fue abandonada y se interconectaron las 2 líneas con la salida principal del depósito en 24" (ver esquema siguiente).

La línea de 12" hacia Laguna Salada tiene su trayectoria hacia el viejo tanque (deshabilitado) de Mao, el cual fue construido al mismo tiempo que la red "vieja" de 1968.



Estas líneas se levantaron parcialmente por el INAPA y se creó un shapefile en el SIG de cada una como se muestra en la figura siguiente:

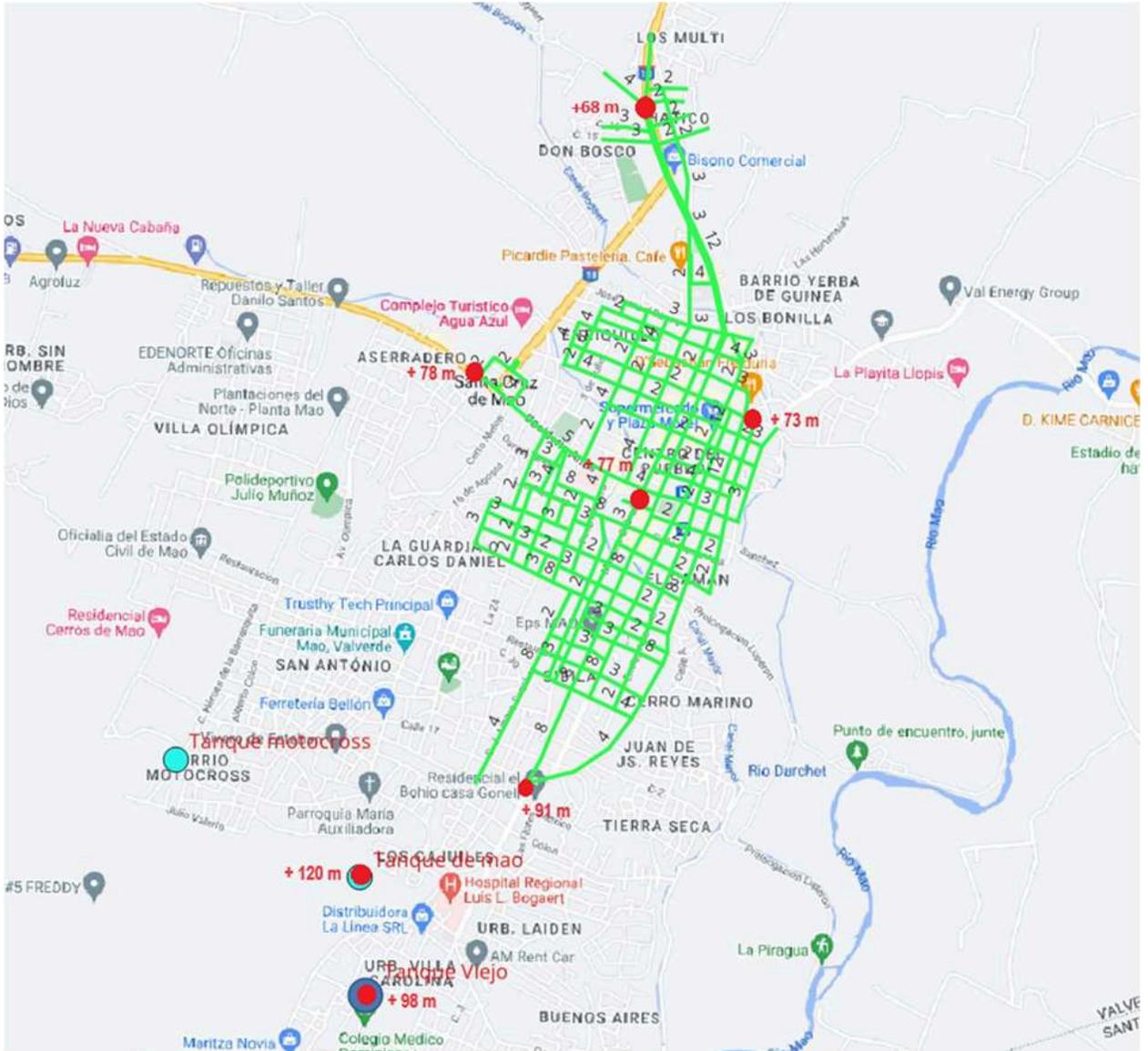


> Caso de la salida del Tanque Motocross:

Según la red digitalizada, la línea saliendo del tanque de Motocross (20") se interconecta con la línea principal saliendo del tanque Municipal de Mao (24").

> Caso específico de la red de 1968:

La red "vieja" presenta la particularidad siguiente: según el plano facilitado por el INAPA, sus líneas principales inician (con diámetro de 12") al Norte de la ciudad de Mao, donde la topografía es la más baja y se presentan ramificaciones con diámetros menores en el Sur donde las cotas altimétricas son más altas.



Según las informaciones intercambiadas con la Dirección de Operaciones y las interpretaciones de la AT, la red vieja se abastecía originalmente de una toma en el Río Mao, al Sur de la ciudad. El agua se enviaba por bombeo y a través de dos líneas de impulsión:

- Una línea hacia la planta de tratamiento ubicada en el predio del Tanque municipal de Mao que, por su altura, permitía abastecer por gravedad Pueblo Nuevo, Laguna Salada y Boca de Mao (a través de las líneas de 12” construidas para este propósito).
- Una línea hacia otra planta de tratamiento ubicada en el predio del Tanque viejo (deshabilitado) de Mao. Este tanque servía para abastecer el centro de Mao.

**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA**  
**Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

Luego de la construcción de la red nueva por el consorcio encabezado por Odebrecht, se deshabilitó el viejo tanque y la red vieja fue empalmada a la red nueva en varios puntos desconocidos por el INAPA.

Se puede agregar que la línea de 12" que pasa por la Calle Duarte corresponde a la línea de Laguna Salada y que Boca de Mao se abastecía a partir de una derivación de ella.

Se puede agregar también que inicialmente el pueblo de Hato Nuevo se abastecía a través del acueducto de Esperanza Viejo. Con la construcción de la línea de 6", el INAPA permitió que este sector se abastecieron con más presión y continuidad.

La institución hizo también un levantamiento de parte de las válvulas empalmando la red nueva con la red del Barrio San Antonio.

El mapa temático siguiente muestra el plano general de la red de agua potable de Mao clasificada por diámetros.



**Proyecto de Modernización del Sector Agua - INAPA  
Estrategia Provisional de Reducción de ANF - IVD 6**

## ANEXO N° 4: DATOS DE POBLACIÓN, COMERCIALES Y DE FACTURACIÓN DEL SISTEMA ALINO

Linea	Jurisdicción			Proyección población 2022			Proyección hogares 2022			Perímetro ALINO			Proyección consumo 2022 (m³/mes)			
	Provincia	Municipio	Distrito	Urbana	Rural	Total	Con agua Potable	Sin agua Potable	Total	Cobertura	Hogares con AP de la red		Poblacion	Consumo	Total	Total
A	Valverde	Mao	Municipal	54 600	2 131	56 731	999	1 604	24 496	94%	100%	22 953	53 443	cliente 30	689 777	perímetro 777
A	Valverde	Mao	Amina	4 483	4 994	9 478	2 215	204	2 418	92%	30%	657	2 573	30	66 437	19 699
B / C											70%	1 558	6 106			46 738
A	Valverde	Mao	Jaiton	7 599	1 921	9 520	2 828	494	3 322	85%	100%	2 828	8 105	30	84 852	84 852
B / C	Valverde	Mao	Guatapasaí	2 785	7 091	9 875	2 155	317	2 483	87%	100%	2 155	8 576	30	64 665	64 665
B / C	Valverde	Esperanza	Esperanza	42 774	5 530	48 304	17 594	1 240	18 834	93%	100%	17 594	45 124	30	527 820	527 820
A	Valverde		Boca de Mao	4 412	933	5 345	1 558	355	1 892	81%	100%	1 538	4 343	30	46 151	46 151
B / C	Valverde	Laguna Salada	Laguna Salada	11 151	685	11 836	3 365	212	3 577	94%	100%	3 365	11 132	30	100 936	100 936
B / C	Valverde	Laguna Salada	Jabon	5 663	1 855	6 958	1 908	94	2 003	85%	100%	1 909	6 631	30	57 278	57 278
B / C	Valverde	Laguna Salada	La Caya	1 408	616	2 024	420	25	445	94%	100%	420	1 910	30	12 665	12 665
A	Valverde										43%	737	2 818			22 116
B / C			Cruce de Guayacanes	3 945	3 172	7 116	1 708	153	1 861	92%	57%	971	3 713	30	51 340	29 136
B / C	Monte Cristi	Monte Cristi	Monte Cristi	16 411	10 300	26 710	7 795	1 048	8 843	88%	100%	7 795	23 545	30	233 863	233 863
B / C	Monte Cristi	Castanuevas	Castanuevas	4 139	6 256	10 395	5 030	401	5 431	93%	100%	5 030	9 627	30	150 910	150 910
B / C	Monte Cristi	Castanuevas	Paño Verde	2 661	3 398	6 078	1 791	167	1 958	91%	100%	1 791	5 560	30	53 733	53 733
A	Monte Cristi	Guayubin	Guayubán	2 525	10 690	13 616	3 753	364	4 117	91%	100%	3 753	12 412	30	112 594	112 594
B / C	Monte Cristi	Guayubin	Villa Elisa	3 492	4 711	8 204	1 775	424	2 199	81%	100%	1 775	6 621	30	58 248	58 248
B / C	Monte Cristi	Guayubin	Haitío Palma	5 133	4 546	9 679	2 543	286	2 849	90%	100%	2 543	8 706	30	76 890	76 890
A	Monte Cristi	Guayubin	Cana Chopeton	2 827	5 159	7 986	240	107	346	69%	100%	240	5 528	30	7 192	7 192
A	Monte Cristi	Las Matas de Santa	Las Matas de Santa	10 987	1 181	11 568	3 097	187	3 284	94%	100%	3 097	10 909	30	92 920	92 920
A	Monte Cristi	Cruz Peppilo	Santa Cruz Manzanillo	4 042	5 996	10 038	2 960	397	3 357	88%	100%	2 960	8 851	30	88 751	88 751
B / C	Monte Cristi	Villa Vasquez	Villa Vasquez	11 643	4 080	15 723	3 967	394	4 361	91%	100%	3 967	14 303	30	119 012	119 012
A	Dajabon	Dajabon	Dajabon	21 261	5 124	26 495	7 217	379	7 596	95%	100%	7 217	25 174	30	216 513	216 513
A	Dajabon	Dajabon	Canongo	1 426	1 705	3 130	826	76	903	92%	100%	826	2 866	30	24 793	24 793
B / C	Santiago	Navarrete	Navarrete	34 395	11 256	45 651	12 280	806	13 086	94%	100%	12 280	42 834	30	367 802	367 802
			<b>Total</b>	<b>269 832</b>	<b>102 839</b>	<b>362 672</b>	<b>110 061</b>	<b>3 646</b>	<b>119 646</b>			<b>110 001</b>	<b>321 412</b>		<b>3 300 023</b>	<b>3 300 023</b>
			Total Linea A	112 818	37 790	150 617	46 846	3 989	50 835			46 846	137 023		1 406 392	1 406 392
			Total Linea B / C	147 016	65 140	212 156	63 164	5 667	68 811			63 154	194 388		1 894 631	1 894 631

**DATOS DE FACTURACIÓN EN LAS REDES ABASTECIDAS POR EL SISTEMA ALINO**

