

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”



CORRESPONDIENTE AL AÑO 2021



ABRIL - 2023




Roberth Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ASPECTOS GENERALES.....	5
2.1. Información general de E.P.S EMUSAP S.A.....	5
2.2. Nombre del Estudio y Antecedentes	6
2.3. Objetivos del presente estudio	7
2.4. Características del área de estudio	7
3. AGUA NO FACTURADA (ANF) EN EPS EMUSAP S.A.....	8
3.1. Cálculo del ANF 2021 de EPS EMUSAP S.A.....	9
3.2. ANF real en EMUSAP S.A.....	10
3.3. Delimitación del ANF en EMUSAP S.A.....	10
4. PROCESOS DEL AGUA, LUGARES DE PÉRDIDAS Y LA INFLUENCIA DE ESTAS PERDIDAS EN EL ANF.....	12
4.1. Descripción general del proceso.....	12
4.2. Captación de agua cruda	13
4.2.1. Descripción general de la fase de captación	13
4.2.2. Pérdidas en la fase de captación y su influencia al ANF	14
4.3. Conducción de agua cruda	14
4.3.1. Descripción general de la fase de conducción	14
4.3.2. Pérdidas en la fase de conducción y su influencia al ANF	15
4.4. Planta de tratamiento de agua	15
4.4.1. Descripción general de la fase de tratamiento.....	16
4.4.2. Pérdidas en la fase de tratamiento y su influencia al ANF	19
4.5. Almacenamiento de agua potable	19
4.5.1. Descripción general de la fase de almacenamiento	20
4.5.2. Pérdidas en la fase de almacenamiento y su influencia al ANF	24
4.5.3. Causas de pérdidas que producen ANF en la fase de almacenamiento	24
4.6. Distribución del agua potable	25
4.6.1. Descripción general de la fase de distribución	25
4.6.2. Pérdidas en la fase de distribución y su influencia al ANF	27
4.6.3. Causas de pérdidas que producen ANF en la fase de distribución.....	27
4.6.4. Posibles causas de ANF en la fase de distribución que no se aplican a la EPS	28



Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

4.7.	Comercialización del agua potable	28
4.7.1.	Descripción general de la fase de comercialización	28
4.7.2.	Pérdidas en la fase de comercialización y su influencia al ANF	29
4.7.3.	Causas de pérdidas que producen ANF en la fase de comercialización	29
4.7.4.	Típicas causas de ANF en la comercialización que no aplican a la EPS.....	31
4.8.	Resumen de las causas por proceso	32
5.	CUANTIFICACIÓN DEL ANF POR CAUSAS.....	33
5.1.	En el almacenamiento de agua potable.....	33
5.1.1.	Reboses	33
5.1.2.	Evaporación.....	34
5.1.3.	Limpieza y mantenimientos preventivos	35
5.1.4.	Fugas y mantenimientos correctivos	37
5.1.5.	Total, de ANF en la fase de almacenamiento	37
5.2.	En la distribución de agua potable.....	38
5.2.1.	Mantenimientos preventivos y correctivos.....	38
5.2.2.	Purgas	39
5.2.3.	Fugas visibles y su reparación	39
5.2.4.	Instalación de conexiones de agua y válvulas	40
5.2.5.	Mantenimiento del sistema de desagüe	41
5.2.6.	Fugas invisibles	42
5.2.7.	Total, del ANF en la fase de distribución	43
5.3.	En la comercialización de agua potable	43
5.3.1.	Consumos autorizados, no facturado.....	43
5.3.2.	Consumos atípicos.....	44
5.3.3.	Reclamos	45
5.3.4.	Consumos no autorizados, no facturado	45
5.3.5.	Pérdidas en la facturación del agua por cambio de medidores	47
5.3.6.	Subregistro de medidores	47
5.3.7.	Total, del ANF en la fase de comercialización	49
5.4.	Composición total del ANF de EMUSAP SA.....	49
6.	EL ANF DE EMUSAP EN EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL.....	50
6.1.	El ANF en el contexto nacional	50
6.2.	El ANF en el contexto internacional	50



Robert Brayan Goñas Puscan
Robert Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 206677

7.	MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL ANF	51
7.1.	Medidas para la disminución del ANF en la distribución.....	51
7.2.	Medidas para la disminución del ANF en la comercialización	51
8.	CONCLUSIONES.....	52
9.	RECOMENDACIONES.....	52
10.	PROPUESTAS DE ACCIONES INMEDIATAS	52
11.	PANEL FOTOGRÁFICO	53


Robert Brayan Goñas Puscán
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677



1. INTRODUCCIÓN

El agua no facturada es uno de los problemas más persistentes en los sistemas de suministro de las empresas prestadoras de servicio de agua potable. Este término describe el agua que es producida pero que posteriormente se pierde o no se factura en el sistema. Los costos relacionados con estas pérdidas pueden ser el resultado de robos, evaporación, fugas en las tuberías, o incluso una mala medición o recopilación de datos.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Información general de E.P.S EMUSAP S.A

La empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Chachapoyas Amazonas Sociedad Anónima y ENUSAP S.A, se constituye en el año 1994, en cumplimiento al artículo 26 del Reglamento de la Ley General de Servicio de Saneamiento, mediante escritura del 10/12/1998 realiza su adecuación estatutaria de Sociedad Anónima a la Sociedad de Responsabilidad Limitada, participando como socios las municipalidades provinciales de Chachapoyas y Luya y Lamud.

Con la finalidad de viabilizar el objetivo social de EMUSAP S.R.L., con fecha 26/07/2000 se inscribe la Escritura de Modificación del Estatuto y de Reducción de Capital, estas acciones se adoptaron por la renuncia del Concejo Provincial de Luya-Lamud a participar en la vida social de la EPS, así como por la decisión de SUNASS comunicada mediante Oficio N° 296-2000-SUNASS del 15/05/2000. En consecuencia, su ámbito jurisdiccional se limitaba a la Provincia de Chachapoyas, específicamente a los distritos de Chachapoyas, Levanto y su Anexo Collacruz. El 28 de abril del 2004, la Junta General de Socios dispone el cierre definitivo del servicio de agua que brinda EMUSAP SRL a Levanto y Collacruz, a solicitud de los pobladores de estas localidades, quedando finalmente el ámbito definido a la ciudad de Chachapoyas.

Como Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento opera bajo el ámbito de la Ley N° 26338, habiendo sido reconocida como tal por Resolución de Superintendencia N° 021-95-PRES/VMI/SSS.

Normativa Legal que regula su Actividad.

Las disposiciones Legales que regulan la actividad de EPS EMUSAP S.A., se detallan a continuación:

- Ley N° 26338, Ley General de los Servicios de Saneamiento y su Reglamento.
- Ley N° 26284, Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- D.S. N° 002-2006-VIVIENDA (Precisan facultades de Gobiernos Regionales en la prestación de servicios de saneamiento.

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.


Robert Brayan Goñas Puscán
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

- D.S. N° 007-2006-VIVIENDA (Aprueban el Plan Nacional de Saneamiento 2006 y 2015).
- D.S. N° 023-2005 y Vivienda, reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento.
- Ley N° 26887, Ley General de Sociedades.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- Ley N° 24948, Ley de la Actividad de Empresarial del Estado.
- D.S. N° 024-94-PRES, Reglamento de la Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.
- D. Leg. N° 716, Ley de Protección al Consumidor.
- Decreto Ley N° 26162, Ley del sistema Nacional de Control.
- Decreto Ley N° 17752, Ley General de Aguas.
- Decreto Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Ley N° 17505, Código Sanitario del Perú.
- Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley N° 28411, Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto.
- Código Civil.
- Código Penal.
- Estatuto Social de la empresa.

La EPS EMUSAP S.A. ha logrado durante varios años el primer puesto entre las EPS pequeñas (hasta 15,000 conexiones), fue calificado con el más alto puntaje en el Benchmarking 2019 de las EPS nacionales publicado por la SUNASS, es decir es mantiene los mejores indicadores de todas las EPS.



En el 2021 conto con 8,940 conexiones alcanzando una cobertura de 73.75% del servicio de agua potable y con 7, 693 conexiones.

2.2. Nombre del Estudio y Antecedentes

En cumplimiento de la Ley General del Impuesto a la Renta (Decreto Supremo N° 194-99-EF), mediante el Decreto Legislativo N° 774 se ha aprobado la Ley del Impuesto a la Renta; que a través de la Ley N° 27034 se han modificado algunos aspectos de la referida Ley del Impuesto a la Renta; emitido por la Superintendencia de Administración Tributaria - SUNAT.



Toda empresa requiere efectuar un estudio de mermas para justificar aquellas que son inherentes a sus operaciones de proceso, el contribuyente deberá acreditar las mermas mediante un informe técnico emitido por un profesional independiente, competente y colegiado o por el organismo técnico competente. Dicho informe deberá contener por lo menos la metodología empleada y las pruebas realizadas.

El consultor cuenta con la capacidad técnica y la experiencia demostrada para llevar a cabo el estudio de mermas que se pueden generar durante la captación,

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.


Roberta Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

conducción, tratamiento del agua, almacenamiento, distribución del servicio de agua potable, hasta el ingreso a los domicilios de los clientes, así como la carga de materias primas, insumos, productos intermedios y productos terminados, estableciendo la metodología y las pruebas necesarias para detectar y cuantificarlas, así mismo, el estudio realizado ofrece alternativas para controlar y/o minimizar las mermas del servicio de agua potable.

2.3. Objetivos del presente estudio

El objetivo del presente estudio es cuantificar el Agua no Facturada (ANF) de EMUSAP S.A para el año 2021, determinar los puntos y causas en el proceso de producción, distribución y comercialización en las cuales se produce.

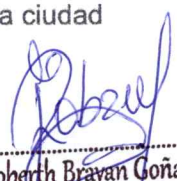
Como objetivos específicos tenemos:

- Se delimitaría que pérdidas en el proceso constituyen Agua no Facturada.
- Descripción del proceso de producción, distribución y comercialización indicando los puntos de este en los cuales se produce Agua no Facturada.
- Determinar todos los puntos donde se produce Agua no Facturada se revisará las posibles causas en forma pormenorizada, descartando aquellas que no son aplicables en el caso de EMUSAP S.A.
- Se indicará los métodos con los cuales se estima las pérdidas que son Agua no Facturada en los puntos mencionados del proceso.
- Se cuantificaría por cada causa la ocurrencia del Agua no Facturada
- Se resumiría todas estas pérdidas que son Agua no Facturada, determinando de esta manera si en su totalidad constituyen mermas en el proceso de producción, distribución y comercialización o si existen ventas presuntas de agua potable.
- Finalmente se indicaría cuáles son las medidas que está tomando EMUSAP S.A. para disminuir el Agua no Facturada, cuales medidas tiene planificado para el futuro y se daría algunas recomendaciones adicionales a los planes que ya se encuentran en marcha.

2.4. Características del área de estudio

La EPS EMUSAP S.A. Empresa Municipal de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sociedad Anónima, se ubica en el departamento de Amazonas; provincia de Chachapoyas; distrito de Chachapoyas; ciudad de Chachapoyas. Esta fue constituida a fines de 1994, cuya participación accionaria corresponde en un 100% a la Municipalidad Provincial de Chachapoyas. Como tal se encarga de la prestación de servicio de saneamiento: Agua Potable y Alcantarillado en la ciudad de Chachapoyas.




Roberth Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

3. AGUA NO FACTURADA (ANF) EN EPS EMUSAP S.A

Es el volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora.

El Agua no Facturada es calculado como la diferencia entre el Volumen de Agua Producido y el Volumen de Agua Facturada.

$$ANF (\%) = \frac{V_{ap} - V_{af}}{V_{ap}} \times 100$$

Volumen Agua Producida (Vap): se refiere al valor volumétrico de micro medición de producción en un período determinado.

Volumen de Agua Facturada (Vaf): se refiere al valor volumétrico de agua facturado en un período determinado.

El término de producción de agua se refiere a la adición de valor que se le hace al agua captada, bien sea por procesos de transporte o tratamientos de potabilización (Pérez, 2004).

El agua contabilizada está compuesta por dos componentes: las pérdidas físicas o reales y las pérdidas comerciales; estas últimas no se observan a simple vista y están relacionadas directamente con la gestión de la entidad prestadora del servicio. Las pérdidas físicas incluyen fugas en las líneas de distribución.

Tabla N° 01. Tabla de balance hídrico que demuestra la composición de ANF

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



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

3.1. Cálculo del ANF 2021 de EPS EMUSAP S.A

El Agua no Facturada (ANF) en EMUSAP S.A, durante el 2021 fue de 30.64% y para el 2020 fue de 26.82%, determinándose sus causas y composición de la misma, se puede apreciar que durante el año 2021 fueron mayores que de los años 2020 fue de 15.3%, y 2018 con 16.75%.

AGUA NO FACTURADA SEGÚN PERÍODO DE LECTURA 2021							
MES	Período	VOL. PRODUC.	VOL. FACTUR.	VOLUMEN DE AGUA NO FACTURADA			
		M³/MES	M³ / MES	M³/MES	% / MES	M³/TRIM.	% / TRIM.
ENERO	Del 23-11-2020 Al 22-12-2020	177,627.00	128,984.0	48,643	27.38		
FEBRERO	Del 23-12-2020 Al 22-01-2021	185,389.00	135,094.0	50,295	27.13		
MARZO	Del 23-01-2021 Al 22-02-2021	191,856.00	133,759.0	58,097	30.28	157,035	28.30
ABRIL	Del 22-02-2021 Al 25-03-2021	195,359.00	135,949.0	59,410	30.41		
MAYO	Del 26-03-2021 Al 26-04-2021	204,956.00	141,204.0	63,752	31.11		
JUNIO	Del 27-04-2021 Al 28-05-2021	206,844.00	135,855.0	70,989	34.32	194,151	31.98
JULIO	Del 28-05-2021 AL 29-06-2021	216,653.00	141,058.0	75,595	34.89		
AGOSTO	Del 29-06-2021 AL 31-07-2021	224,339.00	145,969.0	78,370	34.93		
SETIEMBRE	Del 01-08-2021 AL 31-08-2021	214,542.00	147,675.0	66,867	31.17	220,832	33.69
OCTUBRE	Del 01-09-2021 AL 30-09-2021	203,748.00	147,201.0	56,547	27.75		
NOVIEMBRE	Del 01-10-2021 AL 31-10-2021	206,903.00	145,039.0	61,864	29.90		
DICIEMBRE	Del 01-11-2021 AL 30-11-2021	207,999.00	151,933.0	56,066	26.95	174,477	28.20
TOTAL		TOTAL	2,436,215.0	1,689,720	746,495	30.64%	

Tabla N° 02: Agua no Facturada

NOTA: El volumen facturado y leído corresponde exactamente al período de producción y consumo.

Cabe señalar que el agua facturada en el año fiscal 2021 es reflejada en los estados de cuenta de EMUSAP S.A., corresponden al producido y consumido durante el periodo de 23 de noviembre de 2020 al 30 de noviembre de 2021. Es así que le Agua no Facturada se analiza para este mismo periodo.

Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

3.2. ANF real en EMUSAP S.A

Durante el año 2021, existieron consumos que no fueron facturados mediante boleta de venta, por ello no son reflejados en el volumen de agua facturada reportado por el área de Comercialización y el área de Operaciones, entre ellos encontramos: Agua repartida mediante cisternas, aguas gratis, apoyo a Instituciones Públicas (mercados), Venta de agua, proyectos de construcción de la Municipalidad, Consumos Atípicos, etc.

Dentro de este grupo consideramos al agua no facturada a los procesos constructivos de obras que han producido roturas de tuberías tanto en redes matrices como de obras que se ejecutaba en este periodo.

A continuación, presentamos un cuadro resumen de los casos mencionados:

Concepto	M3
Construcciones	300
Obras	
Clientes varios (usos indebidos recuperados)	938
TOTAL	1,238

Tabla N° 03: Volumen de Agua no Facturada, en proceso de cobro

Volumen de agua producida medida 2021 (M3)	2,436,215
Volumen de agua facturada a clientes 2021 (M3)	1,689,720
Volumen de agua no facturada por consumos, reclamos y usos indebidos y otros 2021 (M3)	1,238
Volumen de agua facturada total 2021 (M3)	1,690,958
Volumen de agua no facturada real 2021 (M3)	745,257
Porcentaje de agua no facturada real 2021 (%)	30.59%

Tabla N° 04: ANF Real, considerando consumos facturados con boleta de venta y reclamos operacionales.

El agua no facturada real del cual a continuación se establecerá las causas y su distribución asciende a 745,257m3 y representa el 30.59% del total producido en el periodo 2021.

3.3. Delimitación del ANF en EMUSAP S.A

El volumen de agua producida es medido con 3 macro medidores, 2 de 8" cada uno (instalados en el año 2006 de marca Zenner y en el 2008 de marca Elster) y 1 de 2" instalado en el 2014, los cuales se encuentran instalados en la salida del Reservorio R2, donde el agua es clorada y luego distribuida.

El volumen total de producción es la suma de lo medido por los 3 macro medidores.

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

PRODUCCIÓN MENSUAL SEGÚN PERIODO DE LECTURA 2021					
M E S	RANGO DE MEDICIÓN	SECTOR 1,3,4	SECTOR 2	Sector Ø 2"	VOLUMEN
ENERO	Del 23-11-2020 Al 22-12-2020	123531	53710	386	177,627.00
FEBRERO	Del 23-12-2020 Al 22-01-2021	127368	57640	381	185,389.00
MARZO	Del 23-01-2021 Al 22-02-2021	127368	64020	468	191,856.00
ABRIL	Del 22-02-2021 Al 25-03-2021	131844	63130	385	195,359.00
MAYO	Del 26-03-2021 Al 26-04-2021	142922	61670	364	204,956.00
JUNIO	Del 27-04-2021 Al 28-05-2021	146023	60410	411	206,844.00
JULIO	Del 28-05-2021 AL 29-06-2021	154825	61450	378	216,653.00
AGOSTO	Del 29-06-2021 AL 31-07-2021	156953	67000	386	224,339.00
SETIEMBRE	Del 01-08-2021 AL 31-08-2021	148936	65250	356	214,542.00
OCTUBRE	Del 01-09-2021 AL 30-09-2021	144087	59320	341	203,748.00
NOVIEMBRE	Del 01-10-2021 AL 31-10-2021	144328	62240	335	206,903.00
DICIEMBRE	Del 01-11-2021 AL 30-11-2021	151717	55930	352	207,999.00
T O T A L		1,699,902.0	731,770.0	4,543	2,436,215.00

Tabla N° 05: Registro de Producción Mensual año 2021 y Fuente: Departamento de Operaciones.

El agua usada antes de la ubicación de los micromedidores, como el uso en la planta de tratamiento para la limpieza de filtros y válvula y de las instalaciones mismas, el agua que se evapora y el agua que se usa en el banco de medidores ubicadas en las inmediaciones de la planta, no corresponden a Agua no Facturada ya que se trata de agua cruda o semitratada, y se encuentran antes de los macro medidores.

De la misma manera el agua que se utiliza para la limpieza del reservorio R2, así como sus válvulas flotadoras, se realizan con agua semitratada la cual no corresponde al Agua no Facturada.

Cabe recalcar que para el caso de AGUA NO FACTURADA, el agua que se pierde por fugas domiciliarias no corresponde a esta, debido a que esta se produce después de los micromedidores de los usuarios, por lo que es agua facturada. Asimismo, en el caso de errores de lectura de medidores son equilibrados en el siguiente mes por lo que no producen agua no facturada.

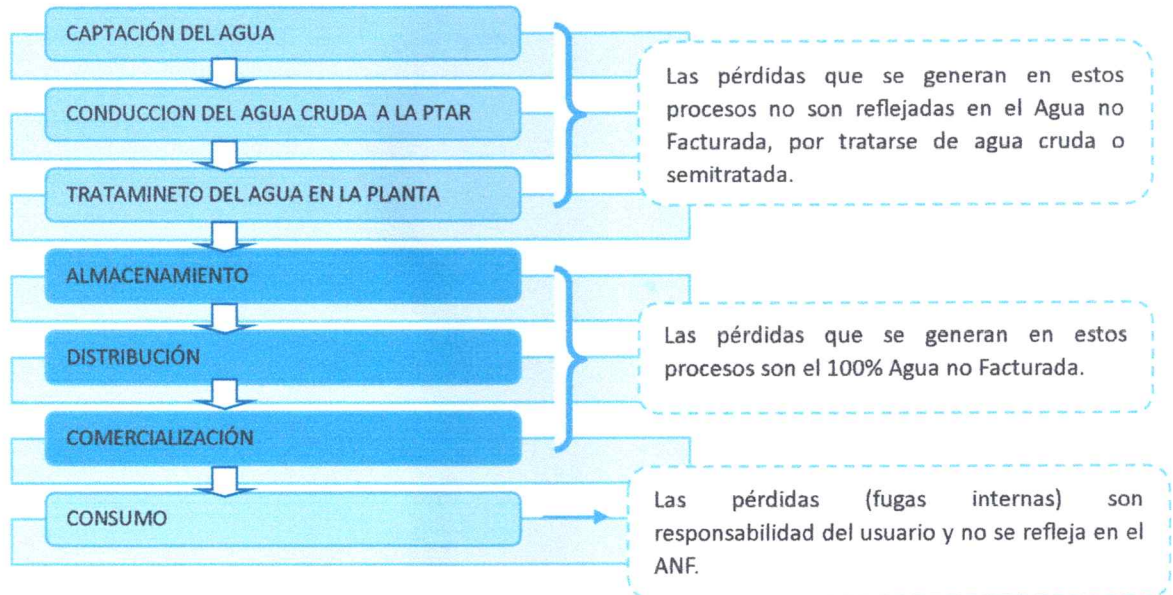
El Agua no Facturada se produce en el trayecto de la salida de los macro medidores a la entrada de los micromedidores de los usuarios.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso con la delimitación de las partes del proceso en las cuales se produce Agua no Facturada.



Robert Brayan Goñas Puscan
Robert Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 206677

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DEL AGUA Y CAUSAS DE ANF



4. PROCESOS DEL AGUA, LUGARES DE PÉRDIDAS Y LA INFLUENCIA DE ESTAS PERDIDAS EN EL ANF

4.1. Descripción general del proceso

El proceso de producción, distribución y comercialización del agua de EMUSAP S.A. se da en las siguientes fases.

- Captación de agua cruda: captaciones de Tilacancha y Barretacucho, Ashpachaca.
- Conducción de agua cruda a la planta de tratamiento.
- Tratamiento en Planta.
- Almacenamiento de agua
- Distribución a través de redes primarias y secundarias en 4 sectores.
- Comercialización.



Roberth Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

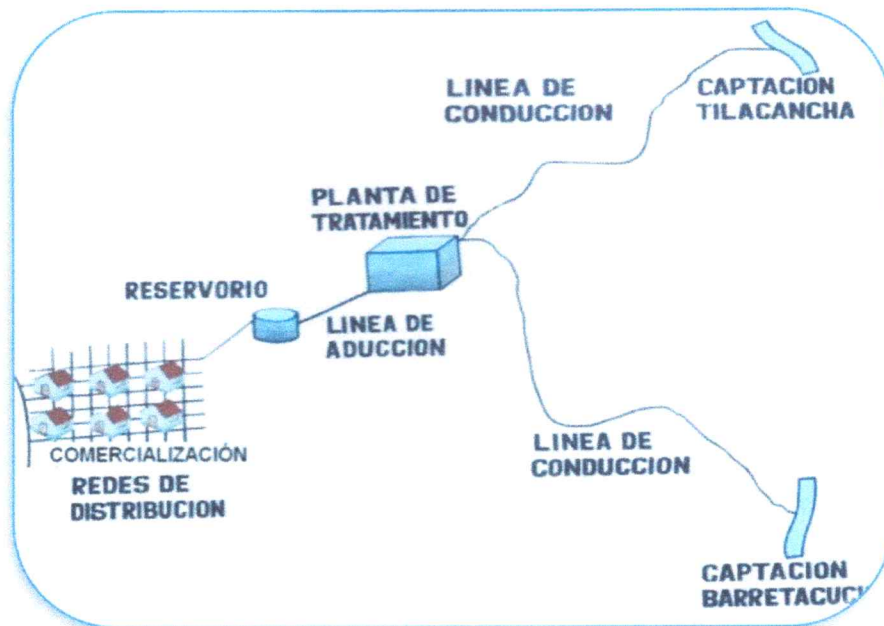


Figura N° 01: Proceso de Captación, Tratamiento y Distribución de Agua de EMUSAP S.R.L. (Fuente: Dpto. de Producción)

4.2. Captación de agua cruda

4.2.1. Descripción general de la fase de captación

La EPS EMUSAP S.A. cuenta con 02 fuentes de captación de agua superficial siendo estas Tilacancha y Ashpachaca, para abastecer a la ciudad de Chachapoyas, que operan de manera alternada en función de la disponibilidad y calidad de agua en cada una de las dos fuentes.

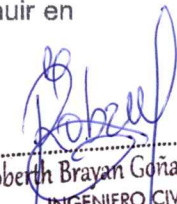
Captación Tilacancha

Se encuentra ubicada al sureste de la ciudad, en el distrito de Levanto, a una altura de 2,942.00 msnm en las coordenadas (E-188,879; N-9,299,732), tiene una capacidad máxima de captación de 90lps. Fue construido en el año 1992 con el financiamiento del FONAVI, actualmente es la fuente principal de agua potable para la ciudad de Chachapoyas.

Está operativo en la época de estiaje que va desde el mes de mayo a diciembre e inoperativo en el periodo enero a abril - algunos años se extiende hasta junio, debido a la turbiedad alta de agua en época de lluvia.

La EPS EMUSAP S.A. mide caudal mensualmente, con la finalidad de conocer como es el comportamiento del caudal durante el año, que puede disminuir en forma drástica por cambio climático (verano intenso).

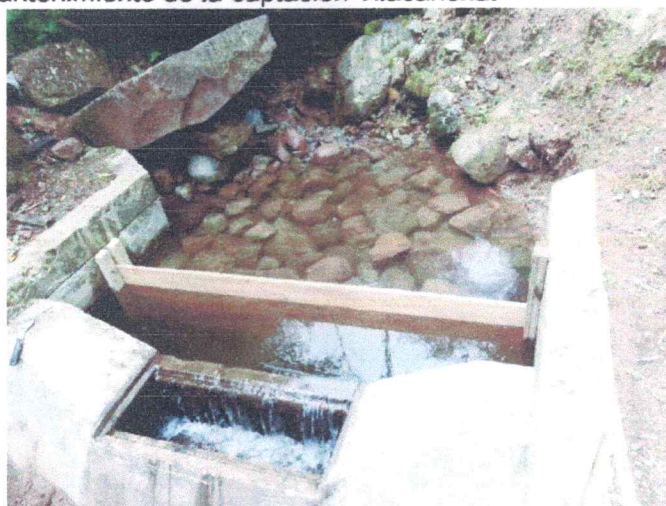



Roberth Brayan Gónas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

Captación Ashpachaca y Barreta Cucho

Los manantiales de este sistema de captaciones están ubicados al sur-este de la ciudad, actualmente está conformado por siete (07) cámaras de captación de concreto armado que recibe el nombre de las quebradas que captan el agua, unas fueron construidas en 1961 y otras en 1991, además están interconectadas mediante una línea de conducción y anteriormente fueron nueve (09) captaciones, desde marzo de 2015 las captaciones Ashpachaca N° 01 y N° 02 están administradas por las autoridades de la comunidad Levanto, por lo tanto, ya no forman parte del sistema de captaciones Ashpachaca y Barreta Cucho.

El sistema de captaciones Ashpachaca y Barreta Cucho este operativo en época de lluvia que va desde enero hasta abril, además de los días cuando se realiza el mantenimiento de la captación Tilacancha.



Captación Barreta Cucho



4.2.2. Pérdidas en la fase de captación y su influencia al ANF

En la fase de captación debido a que es agua cruda, este no genera pérdidas ni Agua no Facturada (ANF).



4.3. Conducción de agua cruda

4.3.1. Descripción general de la fase de conducción

El sistema de agua potable tiene 02 líneas de conducción de agua cruda, cada línea de conducción proviene de cada captación y son líneas independientes una de la otra, la primera línea de conducción, conduce el agua desde la captación Tilacancha y la segunda línea de conducción conduce el agua del sistema de captaciones Ashpachaca y Barreta Cucho, hasta la PTAP El Prado, ambas líneas de conducción se interceptan en una cámara de reunión antes de ingresar a la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Prado.

a) Líneas de Conducción Tilacancha a PTAP El Prado

La línea de conducción está conformada por tuberías de PVS - SP clase 10 de diámetros 14" (L=6,000 ml), 12" (L=7,000 ml) y 8" (L=7,037.45 ml) que fueron instalados en 1992, tiene una longitud de 20.04 km y su recorrido se encuentra 10 cámaras rompe presión, 31 válvulas de aire y 20 válvulas de purga de sedimentos, alguna de ellas nos e encuentran a la vista por estar enterradas, las válvulas están instaladas con ayuda de una abrazadera y dentro de cámaras de concreto, se encuentran en regular estado de funcionamiento.

*En el tramo D= 8" de la línea de conducción Tilacancha existe 30 puntos de derivación que abastecen a igual número de familias que hace una población estimada de 120-140 habitantes.

*Para la EMUSAP S.A. estas conexiones no son autorizados.

b) Línea de Conducción Ashpachaca y Barreta Cucho a PTAP El Prado

Está conformado por tubería PVC -CP de diámetro 6", tiene una longitud de 14.42 km y en su recorrido se encuentran 07 cámaras rompe presión, 03 válvulas de aire y 08 válvulas de purga de sedimentos, las válvulas están instaladas con ayuda de una abrazadera y dentro de cámaras de concreto, fueron instalados en 1961 (Captaciones: Albahuayco, Lanche, Monte, Barreta Cucho Chico y Barreta Cucho Grande) y en 1991 (Captaciones: Mátala, Mátala I y II y San Cristóbal) fue renovada la línea de conducción, se encuentran en regular estado de funcionamiento.

*Existen tramos de la línea de conducción que son afectados por deslizamiento del terreno como consecuencia de las intensas lluvias en la zona.

*Se han identificado tuberías conectadas de forma directa a la línea de conducción, conexiones realizadas por los propietarios de los terrenos por donde cruza la línea de conducción.



4.3.2. Perdidas en la fase de conducción y su influencia al ANF

En la fase de conducción se producen pérdidas por fugas de agua cruda, sin embargo, no influyen en el Agua no Facturada (ANF), debido a que esta se refiere exclusivamente al agua potable producida, la cual es medido por 3 macro medidores instalados en la salida del reservorio R2.



4.4. Planta de tratamiento de agua

La planta de tratamiento de agua potable El Prado, se ubica en el barrio El Prado en el lado Sur Este de la ciudad de Chachapoyas, consta de los siguientes componentes: Cámara y Canal de ingreso con medidor Parshall, mezcla rápida, floculador hidráulico de flujo horizontal, decantador mixto (un decantador convencional seguido de un decantador de placas paralelas), 04 filtros de taza declinante y lavado mutuo y un sistema de inyección de cloro gas.

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

La planta de tratamiento tiene una capacidad de diseño de 30lps; sin embargo, en la actualidad la cantidad de agua que ingresa a la PTAP es de 48.29lps, llegando en algunas temporadas incluso hasta 80lps. La PTAP es de tipo filtración rápida de tasa declinante y lavado mutuo.

La PTAP es una planta convencional con operación a gravedad, integrado por los procesos de: aforo, coagulación, floculación, sedimentación, filtración rápida y desinfección, con edificaciones complementarias para almacén, dosificación de insumos químicos, laboratorio de control de procesos, vías para circulación interna de jardines y áreas verdes.

Características de la PTAP EL PRADO

Nombre de la PTAP	Año de Construcción	Ubicación		Coordenadas UTM 18M		Caudal de diseño (lps)	Caudal de Tratamiento actual (lps)	Operativo (si/no)	Estado Actual
		Distrito/ Anexo /otros	Cota (m.s.n.m)	N	E				
PTAP El Prado	1993	Jr. Sociego C8	2450	9 309 394	182 914	30	65	Si	Regular

Fuente: EMUSAP S.A.



Planta de Tratamiento de EMUSAP S.A.

4.4.1. Descripción general de la fase de tratamiento

Una vez captada el agua bruta es necesario tratarla para que sea adecuada para el consumo humano, es decir, conseguir convertir el agua bruta o cruda en agua potable.

El agua proveniente de las captaciones llega a la planta de tratamiento a través de una tubería de 200mm - PVC, la cual se conecta a la cámara de ingreso cuya estructura es de concreto armado con forma cilíndrica teniendo un diámetro de externo de 1.56m, a pesar del contacto constate con el agua, esta estructura no presenta signos de erosión.

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.

16
Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206477

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

Fases de tratamiento de agua:

De acuerdo con los procesos de tratamiento utilizados, se espera que la planta entregue agua que cumpla con los requisitos exigidos por la normatividad vigente, para ser considerada potable.

Cámara Rompe Presión: Es donde llega el agua de las fuentes de captación disminuyendo la presión para ingresar al canal. A la salida de esta cámara se agrega el sulfato de cobre.

Canal de Ingreso: es la zona de ingreso del agua a la planta, es la zona donde se agrega la solución de cal hidratada, se recoge muestras para análisis fisicoquímico y bacteriología del agua cruda, material de construcción concreto armado.

Mezcla Rápida: Es donde se agrega el coagulante, en la zona de mayor movimiento del agua (Sulfato de Aluminio), para obtener una distribución instantánea y uniforme, produciéndose la coagulación, material de construcción de concreto armado. Este proceso se realiza en una estructura hidráulica denominada Parshal, cuyas dimensiones son:

Descripción	Medidas			
	Largo (m)	Ancho Mayor (m)	Ancho menor (m)	Profundidad Total (m)
Inicio del Parshal hasta la garganta	0.66	0.40	0.15	0.44
Medidas de la Garganta de Parshal	0.28	0.15		0.46
Mediadas del Término de la Garganta hasta término del Parshal	0.68	0.15	0.39	0.62
Canal del Término del Parshal hasta la compuerta del ingreso del Floculador	6.25	0.41		0.62



Floculador Hidráulico: Estructura diseñada para crear condiciones adecuadas para aglomerar las partículas desestabilizadas en la coagulación y obtener flóculos grandes, pesados que decanten con rapidez y que sean resistentes, se cuenta con un floculador hidráulico con pantallas de tres compartimentos, de concreto armado. El floculador es hidráulico, de forma horizontal.

Medidas	Descripción		
	Compartimento N° 1	Compartimento N° 2	Compartimento N° 3
Largo (m)	5.85	6.12	7.35
Ancho (m)	5.14	5.22	5.39
Profundidad Total (m)	1.16	1.19	1.19
Profundidad Altura de Agua (m)	1.16	0.97	0.97

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.

17

Roberth Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

Volumen (m3)	34.88	0.97	0.97
N° de Pantallas (unidades)	26	23	18
Ancho de Pantalla (m)	0.22	0.26	0.38

Decantador Convencional y de Placas Paralelas: Es donde se efectúa el proceso de remoción de partículas discretas por acción de la fuerza de gravedad, se cuenta con un decantador convencional, con su pantalla de distribución al inicio, seguido de un decantador con pantallas paralelas, el material de construcción es concreto armado.

Medidas Decantador Convencional:

- ❖ Largo: 13 metros
- ❖ Ancho: 4.93 metros
- ❖ Profundidad Total: 3.32 metros
- ❖ Profundidad hasta la altura del agua: 3.0 metros
- ❖ Volumen: 192.27 m3
- ❖ La pantalla difusora se encuentra a 1.15 metros del ingreso del decantador.

Medidas del Decantador con Pantallas

- ❖ Largo: 5.80 metros
- ❖ Ancho: 4.93 metros
- ❖ Profundidad total: 3.32 metros
- ❖ Profundidad hasta altura del agua: 3.04 metros
- ❖ Volumen: 86.93 m3
- ❖ Número de Pantallas: 75 unidades de vinilona
- ❖ En la parte superior de este decantador se tiene 03 canales de fierro con sus respectivos vertederos donde se recoge el agua decantada que se conduce a los filtros rápidos, medidas del canal, los tres tienen la misma medida.

Largo: 580 metros, Ancho: 0.25 metros, profundidad: 0.23 metros.

Filtros Rápidos: La filtración es un proceso que sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina, que no alcanzo a ser removida en los procesos anteriores, material de construcción concreto armado. Se cuenta con una batería de 04 filtros de taza declinante, de doble lecho filtrante (arena y antracita), cada filtro tiene las siguientes medidas.

- ❖ Largo: 2.56 metros
- ❖ Ancho: 1.96 metros

- Material de soporte: 0.45 metros de grava, este material es colocado sobre las viguetas.

1/4" – 1/8"	7.5 cm
1/2" – 3/4"	7.5 cm
3/4" – 1/2"	7.5 cm
1" – 3/4"	10 cm
1 1/2" – 1"	12.5 cm



Robert Brayan Gónas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

- Material filtrante: 0.30 metros de arena, diámetro efectivo D10: 0.54mm, D90: 1.41mm y coeficiente de uniformidad 1.50.
- Material filtrante: 0.60 metros de antracita, diámetro efectivo D10: 0.93mm, D90: 2.00mm y coeficiente de uniformidad 1.50.

Desinfección: Se realiza para destruir microorganismos perjudiciales a la salud, se efectúa agregando cloro líquido y gaseoso o hipoclorito de calcio al agua. Se cuenta con 02 equipos dosificadores de cloro líquido gaseoso de inyección al vacío y dos equipos dosificadores de hipoclorito de calcio por goteo. Luego de todo el proceso de tratamiento con el tiempo de contacto mínimo de 30 minutos de cloro con el agua.

4.4.2. Pérdidas en la fase de tratamiento y su influencia al ANF

El agua usada para la limpieza de filtros, limpieza de la planta, agua usada en las instalaciones higiénicas, así como perdida por fugas, evaporación, son agua cruda o agua semitratada, por lo que esta no influye en el Agua no Facturada (ANF), además este se encuentra antes de los macro medidores por lo cual este no es medido.

4.5. Almacenamiento de agua potable

El sistema de agua potable tiene 05 reservorios y 02 cisternas de almacenamiento. El R1 se encuentra ubicado en el barrio La Laguna entre el Jr. Cuarto Centenario y el Jr. Sociego, el R2 está ubicado dentro de la Planta de Tratamiento, el R3 se encuentra en la parte más alta de la UU.PP. Santo Toribio de Mogrovejo y el R4 se encuentra en la zona más alta de la UU.PP. Pedro Castro Alva, al costado del R4 se tiene otro reservorio de 100m³ construido por el MVCS.

La cisterna C3 se encuentra en el barrio Luya Urco dentro de las instalaciones del asilo de ancianos, la cisterna C4 se encuentra ubicada en la UU. PP. Pedro Castro Alva.

Cuadro N° 01: Cuadro Resumen de almacenamiento de Agua

Reservorio	Tipo Elevado/ Apoyado	Volumen (m ³)	Antigüedad (años)	Estado Físico	Operativo/ Inoperativo
R1	Apoyado	560	57	Regular	Operativo
R2	Apoyado	1,000	30	Regular	Operativo
R3 y Mogrovejo	Apoyado	100	25	Regular	Operativo
R4-1 y Pedro Castro	Apoyado	100	26	Regular	Operativo
R4-2 y Pedro Castro	Apoyado	100	8	Bueno	Operativo
Cisterna 3 y Asilo de Ancianos	Enterrado	90	25	Bueno	Operativo
Cisterna 4 y Pedro Castro	Enterrado	90	26	Bueno	Operativo
Total,		2,040			

Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

4.5.1. Descripción general de la fase de almacenamiento

Una vez se ha tratado y potabilizado el agua, se transporta hasta depósitos urbanos conectados con la red de abastecimiento. Su objetivo es doble: por un lado, asegurar un suministro de agua potable continuo bajo parámetros controlados, y por otro asegurar la disponibilidad de agua a futuro aprovechando los momentos en los que exista un excedente que sobrepase las necesidades actuales de abastecimiento.

Para ello se utilizan depósitos distribuidos en distintos puntos estratégicos, a partir de los cuales se realiza el suministro, ya sea mediante instalaciones de bombeo, o gracias a la ayuda de la gravedad, por estar localizados en puntos elevados del terreno.

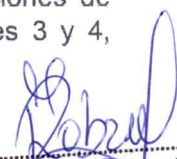
Reservorio R1 (Volumen = 560m³): Es una estructura apoyada de concreto armado de forma cilíndrica con techo plano y caseta de válvulas, posee cerco perimétrico con una antigüedad mayor a 57 años, se encuentran en mal estado (las paredes interiores y el piso, se encuentran deterioradas). Las instalaciones hidráulicas se encuentran en regular estado, requiere mantenimiento de las tuberías de rebose y limpieza están conectados al sistema de alcantarillado.



Reservorio R1

Reservorio R2 (Volumen = 1,000m³): Es una estructura apoyada de concreto armado de forma cilíndrica con techo de cúpula y caseta de válvulas, posee una antigüedad mayor a 30 años, se encuentra en regular estado. Es llenado directamente por la PTAP El Prado las 24 horas, que abastece al Sector 2 y parte del Sector 1, además provee de agua al reservorio R1 que abastece la otra parte del Sector 1, desde el sector 1 a través de las instalaciones de bombeo de agua potable EBAP 03 y 04 se abastecen los sectores 3 y 4, respectivamente.




Robert Brayan Gónias Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677



Reservorio R2 de 1000m3

Reservorio R3 (Volumen = 100 m3): Se encuentra ubicado en el punto más alto del cerro Mogrovejo, no cuenta con cerco perimétrico, el acceso a la caseta de válvulas y el interior del reservorio se encuentra protegido con puerta y tapa metálica respectivamente.

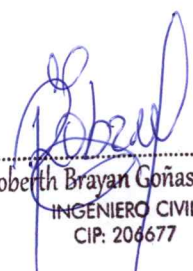
Funciona como un reservorio de cabecera y recibe el agua que se impulsa desde la cisterna C-3 (ubicada en el asilo) mediante 02 electrobombas. El agua almacenada sirve para abastecer a la UU.PP. Santa Rosa de Lima, Santa Rosa de Luya Urco y Santo Toribio de Mogrovejo, a través de tres líneas de aducción independiente.

Fue construido en el año 1996, de geometría cilíndrica, estructura de concreto armado, su base circular interna es de 7.91m de diámetro, altura de 3.40m (incluida cúpula) y espesor de muro de concreto 0.25m, además de un recubrimiento con mampostería de piedra de 0.15m. cuenta con un volumen útil de 102.20 m3 y una altura máxima de agua de 208m. La losa del techo es de concreto armado tiene la geometría de un casquete esférico con una flecha de 0.7m.



Reservorio R3

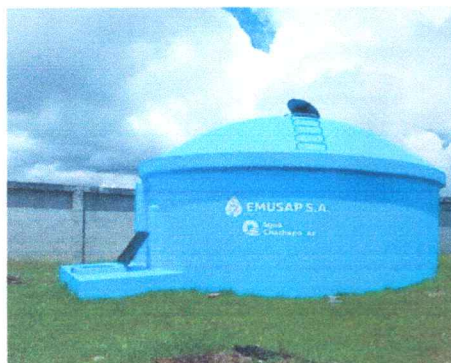



Roberth Brayan Goñas Puscán
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

Reservorio R4x1 y R4-2 (Volumen =100 m3): se encuentra ubicado en la zona más alta de la UU.PP. Pedro Castro Alva, cuenta con cerco de protección, el acceso a la caseta de válvulas y al interior del reservorio se encuentra protegido con puerta y tapa metálica respectivamente.

En la actualidad y con presupuesto del Ministerio de Vivienda, la Municipalidad ha realizado la ampliación de redes de agua y desagüe en la UU.PP. San Carlos de Murcia, para lo cual ha construido un reservorio paralelo al existente con una capacidad de 100m3, el cual se encuentra en funcionamiento.

Funcionan como reservorios de cabecera y reciben agua que se impulsa desde la Cisterna C4 (ubicada también en Pedro Castro Alva), mediante 02 electrobombas, de 25hp. El agua almacenada sirve para abastecer a la UU.PP. Pedro Castro Alva y a la UU.PP. Señor de los Milagros y la UU.PP. San Carlos de Murcia, a través de dos líneas de aducción independientes.



Reservorios R4-2 y R4-1.

Cisterna C-3 (Volumen = 100 m3; R3): Se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del asilo de ancianos en el barrio Luya Urco en la calle Asunción entre Arequipa y Puno, el acceso a la caseta de válvulas y al interior de la cisterna se encuentra protegido con puerta y tapa metálica respectivamente.

Esta cisterna almacena el agua que llega a través de una tubería de 110mm, la red de distribución del barrio de Luya Urco, esta tubería capta agua de la red en la intersección de las calles Asunción y Santo Domingo.

Fue construido en el año 1997, de geometría cubica semienterrada, estructura de concreto armado, su base rectangular interna es de 5.67 x 5.62 m, altura de 4.48m, el espesor de su muro de concreto es de 0.22m. Cuenta con un volumen útil de 123.32m3 y una altura máxima de agua de 3.87m, la losa del techo es de concreto armado con un espesor de 0.16m.

Las instalaciones hidráulicas están compuestas por accesorios, válvulas y dos electrobombas de eje horizontal de 25 HP cada una de ellas. La tubería de ingreso a la cisterna se encuentra fuera de la caseta de válvulas y es de 110mm de PVC, las tuberías de succión son de 110mm de fierro galvanizado, la tubería de impulsión dentro de la caseta de bombeo es de 63mm, pero la línea de impulsión es de 110mm. Cada una de las electrobombas de 25HP cuentan con una válvula de control y check, en el tramo común se ha instalado una válvula



de alivio de presión, para el golpe de ariete, que se produce cuando se detienen los equipos.



Cisterna C3

Cisterna C4 (Volumen = 100 m³; R4-1 y R4-2): Se encuentra ubicado en la zona intermedia de la UU.PP. Pedro Castro Alva, entre las calles 7E9 y 749, no cuenta con cerco de protección, el acceso a la caseta de válvulas y al interior de la cisterna se encuentra protegido con puerta y tapa metálica respectivamente.

Esta cisterna almacena agua que llega a través de una tubería de 110mm de la red de distribución del barrio Yance, esta tubería capta el agua de la red en la intersección de la Av. Salamanca y Hermosura.

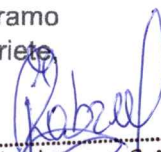
Fue construido en el año 1995, de geometría cilíndrica, estructura de concreto armado, su base circular interna es de 8.07m de diámetro, altura de 3.50m (incluido la cúpula) y espesor de muro de concreto de 0.25m, además de un recubrimiento con mampostería de piedra de 0.15m.

Cuenta con un volumen útil de 95.64m³ y una altura máxima de agua de 1.87m. La losa del techo es de concreto armado tiene la geometría de un casquete esférico con una fecha de 0.95m. La estructura en general se encuentra en perfecto estado.

Las instalaciones hidráulicas están compuestas por accesorios, válvulas y dos electrobombas de eje horizontal de 25HP nueva, adquiridas por la Municipalidad Provincial de Chachapoyas, con motivo del proyecto de ampliación de redes de agua y desagüe de la UU.PP. San Carlos de Murcia, que a la fecha están funcionando.

La tubería de ingreso a la cisterna es de 110mm PVC, la válvula de control de esta tubería se encuentra fuera de la caseta y está enterrada, las tuberías de succión como se detalla: sale de cisterna con tubo PVC Ø90mm y se reducen a Ø 63mm para ingresar a la bomba, saliendo de la misma con el mismo diámetro de Ø63mm para luego ampliarse a un diámetro Ø110mm, cada una de las electrobombas cuentan con una válvula de control y check, en el tramo común se ha instalado una válvula de alivio de presión, para golpe de ariete, que se produce cuando se detienen los equipos.




Robert Brayan Goñas Puscán
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677



Cisterna C4

4.5.2. Pérdidas en la fase de almacenamiento y su influencia al ANF

El uso y pérdidas de agua en la fase de almacenamiento es reflejada en su totalidad en el Agua No Facturada (ANF), esto incluye el agua que se pierde por evaporación, así como la limpieza de las válvulas flotadores o por fugas en esta parte, así como su limpieza y mantenimiento.

El Reservorio R2 se encuentra junto a la Planta de Tratamiento de Agua Potable, en este se termina el proceso de producción de agua ya que en este se realiza la cloración de esta. En este reservorio se localizan los 3 micromedidores, los cuales miden la producción de agua potable, ubicados a la salida de dicho reservorio, es por ello que en este reservorio no se produce Agua no Facturada.

4.5.3. Causas de pérdidas que producen ANF en la fase de almacenamiento

Se detectaron causas que producen pérdidas de agua durante el proceso de almacenamiento, los cuales se detallan a continuación:

1.- Evaporación de Agua: Este proceso se da en toda la superficie del agua, es decir en toda la superficie de los reservorios durante todo el año y las 24 horas.

2.- Rebose del reservorio: Se define como el agua que se pierde en reservorios debido a las infiltraciones por la estructura del reservorio, reboses que ocurren mayormente debido al mal funcionamiento de las válvulas flotadoras que interrumpen el suministro de agua cuando el reservorio alcanza su nivel máximo, se dan un promedio de 8 veces al año.

3.- Fugas y mantenimiento correctivo: El agua puede fugarse de los tanques por grietas o rebalses, puede ser visible o no. En cualquier caso, cerrando la entrada y la salida, verificando que efectivamente estas válvulas cierren herméticamente, se mide la altura que desciende el agua en determinado tiempo la altura multiplicada por el tiempo dará el volumen perdido. Las fugas por rebalse, cuando suceden, generalmente son de gran magnitud por lo que



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A.”

merecen especial atención la inspección y el mantenimiento de las válvulas de control de nivel en el tanque o válvula de altitud. Estas se producen generalmente en épocas de lluvia debido a los deslizamientos que se producen, sin embargo, al ocurrir durante la noche no se tiene una respuesta inmediata, ya que las reparaciones recién se realizan en horas de la mañana cuando el personal de EMUSAP inicia sus labores.

4.- Limpieza y mantenimiento preventivo: Se define como el agua usada en las operaciones de limpieza y mantenimiento preventivos de los reservorios, este procedimiento se realiza con el fin de garantizar la calidad de agua y evitar los reboses y fugas, se realizan en promedio 3 veces al año.

4.6. Distribución del agua potable

4.6.1. Descripción general de la fase de distribución

La red de distribución de la ciudad de Chachapoyas se encuentra dividido en 4 sectores o zonas de abastecimiento, estas están delimitadas por el área de influencia de cada uno de los reservorios antes mencionados.

La red de distribución está conformada por líneas de aducción, redes primarias, redes, secundarias, válvulas de compuerta, grifos contra incendios, válvulas de purga y conexiones domiciliarias. Esta está conformada por 68km de tubería, instaladas a partir del año 1960 y cuyos diámetros van de 15mm hasta 200mm, en diversos materiales como se muestra a continuación.



REDES MATRICES

Diámetro (pulg)	Longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad (en ml.)							Total, por Diámetro
	(0 - 5)	(6 - 10)	(11 - 15)	(16 - 20)	(21 - 25)	(26 - 30)	31 a mas	
8"	120.00	-	-	440.00	-	-	-	560.00
6"	100.00	210.00	1,200.00	1,120.00	-	480.00	2,230.00	5,340.00
4"	200.00	100.00	-	3,370.00	-	-	-	3,670.00
3"	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	420.00	310.00	1,200.00	4,930.00	0.00	480.00	2,230.00	9,570.00

REDES DE DISTRIBUCIÓN

Diámetro (pulg)	Longitud acumulada de tubería por rango de años de antigüedad (en ml.)							Total, por Diámetro
	(0 - 5)	(6 - 10)	(11 - 15)	(16 - 20)	(21 - 25)	(26 - 30)	31 a mas	
6"		440.00	-	800.00	-	-	70.00	1,310.00
4"		10,720.00	4,020.00	1,530.00	600.00	430.00	7,005.00	24,305.00
3"		1,750.00	240.00	720.00	2,850.00	1,040.00	-	6,600.00
2"	520.00	700.00	650.00	2,720.00	7,990.00	2,860.00	-	15,440.00
1.1/2"	250.00	1,290.00	-	940.00	-	-	-	2,480.00
1"	400.00	-	-	870.00	125.00	120.00	-	1,515.00
Total	1,170.00	14,900.00	4,910.00	7,580.00	11,565.00	4,450.00	7,075.00	51,650.00

T=67.97KM

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.



25

Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

La ciudad de Chachapoyas cuenta con 04 sectores o zonas de abastecimiento, el agua que se abastece desde los distintos reservorios tiene un servicio promedio de 22.07 horas diarias y la presión de servicio promedio es de 30.40 mca (metros de columna de agua) para el año 2021.

A continuación, se muestra la continuidad y presión de servicio por sectores, para los años 2021

CONTINUIDAD PROMEDIO AÑO 2021

SECTORES	MESES												PROMEDIO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
SECTOR I	23.37	23.47	23.67	23.87	23.83	23.83	23.37	23.57	22.23	21.83	11.33	22.17	22.21
SECTOR II	22.43	23.53	23.73	23.80	23.73	23.80	23.37	23.57	22.23	21.40	20.67	22.37	22.89
SECTOR III	21.20	22.77	23.80	23.73	23.70	23.70	23.60	22.90	23.63	21.43	11.33	22.90	22.06
SECTOR IV	23.60	22.57	23.03	23.73	23.63	23.70	23.20	23.67	11.33	20.97	11.33	22.70	21.12
PROMEDIO =	22.65	23.08	23.56	23.78	23.73	23.76	23.38	23.43	19.86	21.41	13.67	22.53	22.07

PRESION PROMEDIO AÑO 2021

SECTORES	MESES												PROMEDIO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
SECTOR I	33.20	34.11	30.22	30.27	32.65	34.58	30.25	25.83	31.09	26.82	24.10	34.85	30.66
SECTOR II	24.88	26.03	31.19	28.68	28.15	28.06	30.00	29.87	26.76	25.79	15.64	30.43	27.12
SECTOR III	28.62	29.08	30.87	38.20	32.71	33.72	22.56	32.41	28.98	23.87	19.82	32.15	29.42
SECTOR IV	35.93	36.42	39.73	37.04	35.02	32.28	35.25	32.40	30.85	34.36	26.85	36.68	34.40
PROMEDIO =	30.66	31.41	33.00	33.55	32.13	32.16	29.52	30.13	29.42	27.71	21.60	33.53	30.40



La continuidad se ha visto afectada por las horas de corte del servicio en forma mensual debido a rotura de tuberías en redes matrices, falta de energía eléctrica en los sistemas de bombeo, mantenimiento de reservorios y/o planta de tratamiento y otros.

Válvulas y grifos contra incendios

Se tienen instalados 02 tipos de válvulas; de compuerta y de bola, las primeras para tuberías de diámetro mayor o igual a 90mm y la segunda para las de diámetro menor o igual a 63mm, además se cuenta con 38 grifos contra incendios.


 Robert Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 206677

4.6.2. Pérdidas en la fase de distribución y su influencia al ANF

Las pérdidas de volúmenes de agua en la fase de distribución a través de todo tipo de fugas, reboses, son contabilizadas en su totalidad en el ANF, y estas son consideradas pérdidas reales. También se encuentran dentro de esta clasificación el agua que se pierde por purgas, mantenimientos preventivos de grifos contra incendios y válvulas (compuerta, reductoras de presión, flotadoras, purgas, aire), en la instalación de conexiones nuevas, en medición de presiones y por fugas visible e invisibles.

4.6.3. Causas de pérdidas que producen ANF en la fase de distribución

Fugas visibles: se refiere a las fugas que se producen en las redes matrices o secundarias, así como en las conexiones domiciliarias antiguas y grifos contra incendios. Se detectan al ser notadas por la salida de agua a la vía pública o por interrupciones de servicio, por lo general son avisados por los usuarios o el personal de campo. Una vez identificada la fuga se repara de forma inmediata, en caso de demora esta se debe a que las fugas son producidas durante la noche debido al aumento de presión del agua.

Fugas invisibles: Este tipo de fugas al no ser visibles no son detectadas rápidamente, produciendo así la principal fuente de agua No Factura, ya que muchas veces pasan meses antes de ser detectada. Mayormente se producen en las abrazaderas de las válvulas de las tomas, conexiones y en unión de tuberías. Son causadas debido a la mala calidad de tubería, antigüedad de esta, eventos sísmicos y tránsito pesado.

Purgas: Corresponde a la acción de evacuar por un tiempo variable el agua contenida en la red de distribución. Con esta acción se elimina los residuos sólidos contenidos en el agua potable y se reestablece los valores adecuados de cloro y turbiedad para garantizar el consumo de esta por parte de la población. Por tanto, el objetivo es mantener adecuadamente la Calidad de Agua suministrada para consumo humano. Se realizan de forma periódica en las válvulas de purga y los hidrantes. El agua usada para esta actividad corresponde a Agua No Facturada.

Mantenimientos Preventivo y Correctivos: son los mantenimientos y la limpieza periódica que se realiza a las diversas estructuras que componen el sistema de abastecimiento de agua potable, como son válvulas de compuerta, válvulas de aire, válvulas reductoras de presión, válvulas flotadoras y las válvulas de purga y grifos contra incendio. El agua utilizada para estas actividades se considera Agua No Facturada,

Instalaciones de Nuevas conexiones de Agua Potable y de Válvulas Reductoras de Presión: Son tuberías que se instalan desde la red de distribución hacia la vivienda, para que los usuarios puedan utilizar el servicio en sus hogares. Consta de una abrazadera o una Tee, al hacer esta instalación hay una pérdida de agua al igual que al colocar el medidor y sus accesorios.



Uso en el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de desagüe: como la EPS no cuenta con equipos de limpieza de desagüe tipo Hidrojet, el uso de agua para este proceso es de unos cuantos baldes de agua que se utiliza para la mezcla de concreto y la limpieza de herramientas.

4.6.4. Posibles causas de ANF en la fase de distribución que no se aplican a la EPS

Instalación de conexión de desagüe: Para la instalación de conexiones de desagüe se utiliza agua para la mezcla de concreto de uno de los vecinos por lo que es agua factura es decir no se produce agua no facturada (ANF).

Mediciones de presión con manómetro: Corresponde a las acciones de control que demanda en forma periódica SUNASS, para ello se utiliza agua al momento de realizar las mediciones de presión, en el año 2021 se realizaron 165 mediciones, sin embargo, estas mediciones se realizaron dentro de los predios micro medidos y al tener micro medición no afecta al ANF.

Control de calidad de agua: Las muestras obtenidas para las pruebas de control de calidad de agua son tomadas de los predios micro medidos y al tener esta la micro medición del 100% no se produce ANF. Esta prueba consiste en ver el cloro residual (que va desde los 3000 a 4000 todos los años).

4.7. Comercialización del agua potable

4.7.1. Descripción general de la fase de comercialización

Las conexiones a diciembre de 2021 fueron de 8,940 conexiones de agua potable y 8,557 conexiones de alcantarillado. Los usuarios son facturados de acuerdo con su consumo micro medido, con el promedio de los 6 anteriores o por asignación, acorde a la tarifa aprobada por la SUNASS, según sus categorías correspondientes.

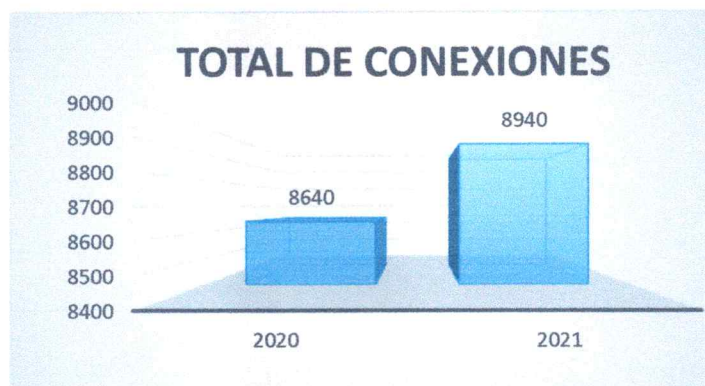


Figura N° 02: Conexiones año 2020 y 2021

De las 8,940 conexiones de agua potable a diciembre de 2021, 8,555 se encuentran activos siendo estos el 95.72%, mientras que 383 conexiones se encuentran cortadas.

CATEGORÍA	CONEXIONES 2021		
	ACTIVAS	CORTADAS	TOTALES
RESIDENCIAL	7,660	352	8,012
Social	52	1	53
Doméstico	7608	351	7959
NO RESIDENCIAL	897	31	928
Comercial	764	28	792
Industrial	7	0	7
Estatat	126	3	129
TOTAL	8,557	383	8,940

Tabla N° 06: Distribución de clientes según categoría tarifaria año 2021
(Fuente: Área de Comercialización)

Como se describe contamos con más de 95.72% de conexiones activas por lo que estas cuentan con servicio y son facturados, mientras que el 4.28% se encuentra inactiva y por ende no facturado.

Para el periodo 2021 se obtuvo el 93.33% de micro medición que se considera en total de conexiones activas.

4.7.2. Pérdidas en la fase de comercialización y su influencia al ANF

Las pérdidas en la fase de comercialización se refieren al agua que es consumida pero que no es registrada o facturada, todas las pérdidas de agua durante este proceso se incluyen dentro del agua no facturada (ANF). Las pérdidas durante esta fase son llamadas *pérdidas aparentes*, ya que no se trata de pérdidas reales o físicas, si no de agua que, si se ha consumido pero que no se ha facturado, esto debido a los casos como: instalaciones clandestinas, cambio de medidores, reclamos, consumos atípicos, sub registro de medidores entre otros.



4.7.3. Causas de pérdidas que producen ANF en la fase de comercialización

Dentro de las causas de ANF durante el proceso de comercialización tenemos:

Consumos autorizados, no facturados: Es el volumen de agua medida y no medida, por el que no se ha pagado ninguna factura, incluye el uso de agua utilizada por los bomberos, entrega de agua mediante cisternas a las diversas UU.PP. por desabastecimiento de los reservorios por fallas en las líneas de conducción y a su vez por el bajo nivel de producción durante la época de lluvia.

Consumos atípicos: Es aquella que supera en más del 100% al promedio histórico del consumo del usuario y que es igual o mayor a dos asignaciones de consumo.

Consumos no autorizados por rehabilitación de conexiones en cortes clandestinos y por manipulación del consumo medido: Para la estimación de del porcentaje de clandestinos para la EPS EMUSAP S.A. se da en 2 formas, la primera es por reapertura de los servicios de manera informal, ya sea manipulando directamente los accesorios de su conexión, haciendo derivaciones de aguas arriba. La segunda está constituida por aquellos domicilios que no se encuentran registrados en el catastro de la empresa, pero que cuentan con el servicio de agua potable gracias a derivaciones clandestinas efectuadas en las redes secundarias que pasan frente a su domicilio.

Para estimar el porcentaje de reaperturas clandestinamente se ha hecho uso de los registros de conexiones cortadas de proporcionadas por el área de Gerencia Comercial, con la información se ha realizado una verificación en campo, para lo cual se seleccionó una muestra aleatoria.

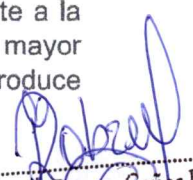
Debido a que la población de Chachapoyas es pequeña y la poca inclinación de los habitantes a cometer actividades ilícitas y la vigilancia eficaz y oportuna con la que cuenta la EPS EMUSAP S.A., casi no se detectan usos clandestinos tan frecuentes como en otras ciudades del país. Como se describió anteriormente se cuenta con 383 conexiones inactivas de las cuales más de la mitad de estas se ubican en predios deshabitados y/o sin instalaciones interiores. Las reconexiones que hacen los usuarios son pocos y estos no causan ANF, ya que cuando se hace el corte del servicio la EPS no retira los medidores de manera tal que si se hace uso del agua este es registrado y posteriormente facturado.

En el caso de conexiones clandestinas propiamente dichas solo se ha encontrado 5 casos durante el periodo 2021, siendo estos formalizados y cobrados (recuperos), los cuales son reflejados en los en el ANF real como en los estados financieros de la EPS. Por otro lado, se investigó la ocurrencia de acciones fraudulentas por parte de los usuarios que pueden disminuir el consumo medido mediante inversión de medidor, manipulación o vandalización, no pudiéndose verificar su existencia debido a la poca actividad ilícita que ay en la ciudad.

Una práctica que si ocurre y es recurrente y de difícil detección es el uso no autorizado de agua en obras tanto públicas como privadas (construcciones), cuando son detectadas se procede a estimar en volumen de consumo presunto el cual es facturado mediante boleta de venta. Cuando no se detectan no llegan a ser facturados, debido a que es muy difícil detectar por el hecho de que no se puede conocer el proceder de los contratistas.

Sub Registro de Medidores: La principal fuente de ANF en la fase de comercialización es el sub registro de medidores, debido principalmente a la antigüedad de los medidores, los cuales a mayor antigüedad produce mayor subregistro. De ese mismo modo se produce debido al desgaste que se produce por el paso de muchos metros cúbicos por el medidor.




Roberth Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

4.7.4. Típicas causas de ANF en la comercialización que no aplican a la EPS

Consumos propios: como se explicó anteriormente los consumos estipulados en las fases de almacenamiento, distribución y comercialización no hay otros consumos que afecten al ANF. Esto se debe a que para todos los usos en las instalaciones de la planta de tratamiento se utiliza agua semitratada o cruda, y el uso de agua en el local de la institucional de la EPS (promedio de consumo de 20 m³/ mes) si es micro medido y facturado (Código de cliente:1008011).

Consumos municipales: Todos los consumos que se realizan por parte de entidades que pertenecen a la Municipalidad como parques y jardines, piletas públicas, mercados, camal entre otros, son debidamente registrados y cuentan con su respectivo micromedidor, como se detalla a continuación.

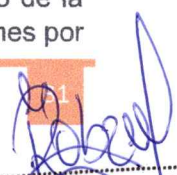
CONSUMOS MUNICIPALES

Código Suministro	Propietario	Dirección	Actividad
1013585	COMEDOR MUNICIPAL	JR. ORTIZ ARRIETA Nro. 435 Ref. C-4	COMERCIAL
1013563	CAMAL CENTRAL	JR. UNION N°. 100 Ref. C-1	INDUSTRIAL
1024555	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHACHAPOYAS	JR. AMAZONAS Nro. 1004 Ref. 1004	ESTATAL
1030973	ESCUELA MUNICIPAL	JR. CRISTO REY Nro. 210 Ref. C-2	ESTATAL
1031123	PISCINA MUNICIPAL	JR. UNION Nro. 115 Ref. C- 1	ESTATAL
1031587	TEATRO MUNICIPAL	JR. AMAZONAS Nro. C-10 Ref. C-10	ESTATAL
1032771	MUNIC.PROV. CHACHAP.SECCION PESCADOS	JR. LIBERTAD Nro. 915 Ref. C-9	COMERCIAL
1033341	PARQUE BELEN MUNIC. PROV. CHA.	JR. UNION Nro. C-6 Ref. C-6	COMERCIAL
1055836	BOTICA MUNICIPAL	JR. AMAZONAS Nro. 1000 Ref. 1000	COMERCIAL
1064553	MUNICIPALIDAD - MERCADO DE YANCE	AV. SALAMANCA Nro. 499 Ref. C-9	COMERCIAL
1064564	MUNICIPALIDAD - POOL DE MAQUINARIA	JR. SANTA ANA Nro. S/N Ref. S/N	ESTATAL
1065269	MUNIC.MERC. DE YANCE-JUGUERIA JAVITO	AV. SALAMANCA Nro. 493 Ref. 493	COMERCIAL
1071358	MUNIC.PROV. CHACHAPOYAS - COCINERIA	JR. LIBERTAD Nro. 903 Ref. 903	COMERCIAL
1079016	MUNI.PROV.DE CHACHAPOYAS-PARQUE BURGOS	JR. HERMOSURA Nro. 675 Ref. PARQUE BURGOS	ESTATAL
1081001	PLAZUELA DE SANTA ANA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL	JR. SANTA ANA Nro. S/N C - 11 Ref. S/N C - 11	COMERCIAL
1082731	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHACHAPOYAS	JR. PIURA Nro. S/N C - 11 Ref. S/N C - 11	COMERCIAL
1082915	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHACHAPOYAS	CLL LA MURALLA Nro. S/N C - 1 Ref. S/N C - 1	ESTATAL

Tabla N° 07: Conexiones municipales medidas y facturadas (Fuente: Dpto. de Comercialización)

Pérdida en la facturación del agua por cambio de medidores: A realizar el cambio de medidor de un antiguo por un nuevo, debido a la diferencia de fechas en las que se realiza el cambio y que el sistema no permite el registro de la lectura anterior al cambio, comercialización ha optado por facturar ese mes por

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.


Roberth Brayan Goñas Puscán
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

promedio de consumo de las 6 lecturas anteriores, en el 2021 se realizaron 3045 cambios de medidor.

Distribución de agua potable mediante camión cisterna en zonas no abastecidas por la EPS, las cuales en ocasiones no son facturadas: En caso de EMUSAP S.A no se da debido a que en la actualidad no cuenta con cisterna, pudiendo darse este caso solo cuando se llenan los camiones cisternas u otros dispositivos por conexiones micro medidas, debido a esto no se genera ANF.

4.8. Resumen de las causas por proceso

Se ha logrado determinar las causas que para el caso de EMUSAP S.A. influyen en Agua no Facturada y aquellos que no influyen a la misma, las cuales se distribuyen en los procesos de almacenamiento, distribución y comercialización como se muestra a continuación:



5. CUANTIFICACIÓN DEL ANF POR CAUSAS

5.1. En el almacenamiento de agua potable

La fórmula para calcular los caudales de descarga tomando en cuenta la presión y el diámetro de la tubería que se usara en este y los siguientes acápites es el siguiente:

$$V_r = \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

- V_r = velocidad real media del líquido a la salida del orificio.
- g = coeficiente de la gravedad ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$).
- h = altura manométrica en el punto de descarga (presión en mca).

El caudal descargado Q resulta de la velocidad y el diámetro del orificio y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = c_d * A * V_r$$

Donde:

- C_d = Coeficiente por el cual el valor ideal de descarga es multiplicado para obtener el valor real, y se conoce como coeficiente de descarga. Se ha asumido el valor 0,65 un valor típico para agua.
- A = Área del conducto que resulta del diámetro d : $A = \pi * (d/2)^2$
- V_r = Velocidad de descarga real calculado arriba.



5.1.1. Reboses

Método de cálculo/pruebas realizadas: Los datos obtenidos fueron mediante entrevista al personal del área de Operaciones, mantenimiento y conexiones, de ellos se obtuvo la cantidad promedio anual de reboses para los distintos reservorios y cisternas, así como el tiempo promedio que se requiere para dar solución al problema. Con los datos obtenidos se procedió a calcular el caudal para cada reservorio, y luego se obtuvo las pérdidas.



Cuantificación:

Lugar y Causa	Descripción	Tiempo (h)	Diámetro Pulgadas	Área de descarga M2	Presión prom. mca	Caudal M3/h	M3 por vez (flujo)	N° de veces 2021	M3 total 2021
Reboses R1	Duración prom.: 12 horas; Diámetro: 6"; Presión: 30 mca aprox.	12:00	6.00	0.018	30.00	1,035.6	12,427.0	5	62,135
Reboses R3	Duración prom.: 12 horas. El caudal es acorde a la	12:00	4.00	0.008	10.00	21.6	259.2	6	1,555

Robert Brayan Gonas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

	electrobomba de 6 l/s								
Reboses R4-1	Duración prom.: 12 horas. El caudal es acorde a la electrobomba de 6 l/s	12:00	4.00	0.008	10.00	10.8	129.6	7	907
Reboses R4-2	Duración prom.: 12 horas. El caudal es acorde a la electrobomba de 6 l/s	12:00	4.00	0.008	11.00	10.8	129.6	7	907
Reboses C3	Duración prom.: 12 horas; Diámetro: 4"; Presión: 5 mca aprox.	12:00	4.00	0.008	5.00	187.9	2,254.8	8	18,038
Reboses C4	Duración prom.: 12 horas; Diámetro: 4"; Presión: 10 mca aprox.	12:00	4.00	0.008	10.00	265.7	3,188.8	8	25,510
Total, Reboses 2021 (M3)									109,053
Porcentaje de la producción									4.48%

Tabla N° 08: Calculo de ANF por Reboses

5.1.2. Evaporación

Método de cálculo / pruebas realizadas: El proceso de evaporación de agua depende de muchos factores entre ellos tenemos: movimiento del aire en la superficie, presencia de minerales, temperatura del aire de la superficie, temperatura del agua en la superficie, el nivel sobre el nivel del mar, así como la humedad del aire. Es por ello que no es posible determinar estos factores ya que se influyen entre ellos y varían durante el día y las épocas del año, por ello se usa para la estimación un valor promedio de 0.1 mm/hora, este valor se multiplica el tiempo (por las 24 horas del día y los 365 días del año), y la superficie de los reservorios y cisternas.

Cuantificación

Formula	A = 24h * 365d	B	C	D=A*B*C
Descripción	Tiempo (horas)	Tasa de evap. (mm/h)	Superficie (M2)	Evaporación 2021 (M3)
Evaporación R1	8,760	0.1	176.01	154.18
Evaporación R3	8,760	0.1	49.14	43.05
Evaporación R4-1	8,760	0.1	51.02	44.69
Evaporación R4-2	8,760	0.1	49.27	43.16
Evaporación C3	8,760	0.1	31.87	27.92



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

Evaporación C4	8,760	0.1	51.15	44.81
Total, Evaporación 2021 (M3)				357.81
Porcentaje de la producción				0.02%

Tabla N° 09: Calculo de ANF por Evaporación

5.1.3. Limpieza y mantenimientos preventivos

Método de cálculo / pruebas realizadas: En la limpieza y mantenimiento de los reservorios se realiza mediante chorro de agua de 1" con presiones que varía entre 20 mca y 30mca, resultando el caudal utilizado de acuerdo al tiempo. Con la información obtenida por el encargado del área de operación, mantenimiento y conexiones se emplea un promedio de 02:30 horas.

En el caso del Reservorio R1 se tiene que agregar a esta limpieza el agua que se retira del fondo del reservorio sin usar (una altura de 15cm) porque periódicamente se forman sedimentos.

A este se agrega un poco de agua potable que se usa en la limpieza y el mantenimiento de los sistemas de bombeo y las válvulas flotadoras, estimando para ello la cantidad de baldes de 18 litros que se emplea en promedio.

La cantidad de veces que se efectúa las acciones descritas en este capítulo se ha obtenido del informe anual de las acciones preventivas y correctivas del área de operaciones, Mantenimiento y Conexiones de EMUSAP S.A.

Cuantificación:

	Descripción	Tiempo (h)	Diámetro Pulgadas	Área de descarga M2	Presión prom. mca	Caudal M3/h	M3 por vez (flujo)	M3 por vez (baldes y 15 cm en R1)	M3 por vez total	N° de veces 2021	M3 total 2021
Reservorio R1 560 m3, Limpieza, Desinfección preventivos	Limpieza por 3:30 hora prom.; Diámetro: 1" a 30 mca; Además se botan unos 10 cm de agua donde se produce sedimento (Superficie 176.01 M2)	03:30	1.00	0.001	30.00	28.77	100.68	26.40	127.08	3	381.25
Reservorio R3 100 m3, Limpieza, Desinfección preventivos	limpieza por 02:40 hora prom.; Diámetro: 1" a 30 mca; Además se botan unos 25 cm de agua donde se produce sedimento (Superficie 49.14 M2)	02:40	1.00	0.001	30.00	28.77	76.71	7.37	84.08	3	252.24

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.



35
Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677



5.1.4. Fugas y mantenimientos correctivos

Método de Cálculo / Pruebas realizadas: La cantidad de veces que se efectúa las acciones descritas en este párrafo se ha sacado del informe anual de acciones preventivas y correctivas del Área de Operaciones, Mantenimiento y Conexiones de EMUSAP S.A. tratándose de fugas que se producen por deslizamiento principalmente en época de lluvias que cortan el abastecimiento de zonas completas.

Para calcular el caudal de estas fugas se estimó la presión en los puntos que ocurren (líneas de aducción) en 05 y 10 mca (metros columna de agua) respectivamente con un diámetro de 4 pulgadas. El tiempo promedio que se demora para reparar una fuga luego de que esta ocurra es de 5 horas, la demora es debido a que la mayoría de fugas se da durante la noche cuando la presión en el sistema aumenta, por lo que transcurren unas horas hasta que sea detectada e informada a EMUSAP S.A.

Cuantificación:

Lugar y Causa	Descripción	Tiempo (h)	Diámetro Pulgadas	Área de descarga M2	Presión mca	Caudal M3/h	M3 por vez (flujo)	N° de veces 2021	M3 total 2021
Sistemas de bombeo Asilo, Líneas de aducción, impulsión, otros correctivos	Fugas, Duración prom.: 5 horas; Diámetro: 4"; Presión 10 mca aprox.	05:00	4.00	0.008	10	266	1,329	12	15,944
Sistemas de bombeo P. Castro, Líneas de aducción, de impulsión, otros correctivos	Fugas, Duración prom.: 5 horas; Diámetro: 4"; Presión 5 mca aprox.	05:00	4.00	0.008	5	188	940	12	11,274
Total, Reboses 2021 (M3)									27,218
Porcentaje de la producción									1.12%

Tabla N° 11: Cálculo del ANF por fugas y mantenimientos correctivos en la fase almacenamiento

5.1.5. Total, de ANF en la fase de almacenamiento

Descripción	M3	% de Producción
ANF Reboses de reservorios	109,053	4.48%
ANF Evaporación en reservorios	358	0.01%
ANF Limpieza y Mantenimientos preventivos	1,481	0.06%
ANF Fugas en Líneas de aducción	27,218	1.12%
ANF total Almacenamiento	138,110	5.67%

Tabla N° 12: Cálculo del ANF total en la fase de Almacenamiento



Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677



5.2. En la distribución de agua potable

5.2.1. Mantenimientos preventivos y correctivos

Método de Cálculo / Pruebas realizadas: Para los mantenimientos correctivos y preventivos que se emplea en las distintas válvulas de compuerta, válvulas de purga, válvulas de aire, válvulas reductoras de presión, así como de los grifos contra incendio, se utiliza baldes de agua para su limpieza en caso de los grifos contra incendio, válvulas de aire y de purga, es necesario que el agua discurra a chorros durante algunos minutos mientras se realiza el mantenimiento. Para cada una de las acciones se ha estimado juntamente con el personal encargado sea la cantidad de baldes de 18 litros utilizados o la duración promedio que discurre el agua, una vez obtenida el tiempo y acorde al diámetro y la presión promedio se obtiene el caudal descargado que es multiplicado por la cantidad de veces que se realizan los mantenimientos.

La cantidad de veces que se realizan los mantenimientos se obtuvieron del informe anual de las acciones preventivas y correctivas del área de Operaciones, Mantenimiento y Conexiones de EMUSAP S.A.

Cuantificación:



Lugar y Causa	Descripción	Tiempo (h)	Diámetro Pulgadas	Área de descarga M2	Presión prom. mca	Caudal M3/h	M3 por vez (flujo)	M3 por vez (baldes)	M3 por vez total	N° de veces 2021	M3 total 2021
Válvulas Reductoras presión Limpieza mantenimiento, preventivos	Un promedio de 5 min en un diámetro ponderado de 3.4"	00:05	3.40	0.006	31.93	343.07	28.59	-	28.59	960	27,445.42
Válvulas de compuerta Reparaciones correctivos	Un promedio de 20 min en un promedio de 4"	00:20	4.00	0.008	31.93	474.83	158.28	-	158.28	18	2,849.01
Válvulas de compuerta cambios en redes y purgas, correctivos	Un promedio de 20 min en un promedio de 4"	00:20	4.00	0.008	31.93	474.83	158.28	-	158.28	9	1,424.50
Válvulas de compuerta, abrir cerrar movimiento diversos motivos, correctivos	Un promedio de 10 min en un promedio de 4"	00:10	4.00	0.008	31.93	474.83	79.14	-	79.14	120	9,496.69
Válvulas de purga preventivos Limpieza mantenimiento PURGAS	Un promedio de 15 min en un promedio de 2"	00:15	2.00	0.002	31.93	118.71	29.68	0.09	29.77	156	4,643.67
Grifos contra incendios preventivos Limpieza Mantenimiento SUNASS	Un promedio de 05 min en un promedio de 4"	00:05	4.00	0.008	no aplica	-	-	0.18	0.18	76	13.68
Válvulas Aire Preventivos Limpieza mantenimiento	Prom. 1 balde de 18 litros	00:00	-	-	no aplica	-	-	0.02	0.02	48	0.86
Válvulas de Aire, Jr. Sociego Limpieza mantenimientos	Prom. 2 baldes de 18 litros	00:00	-	-	no aplica	-	-	0.04	0.04	12	0.43
Grifos contra incendios correctivos Instalaciones	Un promedio de 10 min en un promedio de 4"	00:10	4.00	0.008	31.93	474.83	79.14	-	79.14	2	237.42
Total, Mantenimientos preventivos y correctivos en la fase de distribución (M3)											46,112
Porcentaje de la producción											1.89%

Tabla N° 13: Cálculo del ANF por Mantenimientos preventivos y correctivos en la Fase de Distribución

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.

38



Robert Brayan Goñas Puscan
Robert Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 205677

5.2.2. Purgas

Método de Cálculo / Pruebas realizadas: Para calcular el volumen de agua potable que se utiliza para realizar las purgas en las redes de distribución se ha averiguado el promedio de duración de las mismas, tanto para las purgas en las válvulas de purga como para los grifos contra incendio, multiplicando la duración del flujo de acuerdo a la presión y al diámetro de las redes en las válvulas de purga y los grifos contra incendio, la cantidad de veces que se realizó las purgas se ha obtenido del informe anual de las acciones Preventivas y Correctivas del Área de Operaciones, Mantenimiento y Conexiones de EMUSAP S.A.

Cuantificación:

Lugar y Causa	Descripción	Tiempo (h)	Diámetro Pulgadas	Área de descarga M2	Presión prom. mca	Caudal M3/h	M3 por vez (flujo)	N° de veces 2021	M3 total 2021
Grifos contra incendios, preventivos, limpieza purga redes	Se purga cada mes 1 vez en mínimo 19 GCI. Duración: 15 min; Diámetro: 4"; Presión prom.: 37,16 mca	00:15	4.0	0.008	30.40	475	119	228	27,066
Redes distribución, preventivos, purga redes	Se purga cada mes 1 vez en mínimo 25 válvulas de purga. Duración prom.: 10 min; Diámetro: 2"; Presión prom.: 37,16 mca	00:10	2.0	0.002	37.16	128	21	302	6,446
Total, Purgas 2021 (M3)									33,511
Porcentaje de la producción									1.38%

Tabla N° 14: Cálculo del ANF por Purgas

5.2.3. Fugas visibles y su reparación

Método de Cálculo / Pruebas realizadas: Las tasas individuales de fugas dependen del tamaño del agujero, rotura, grieta y el sistema de presión, y el tiempo de duración de esta. El número de reparaciones de fugas en las diferentes partes de la ciudad y alrededores se tomó del informe anual de acciones preventivas y correctivas del Área de Operaciones. Para el cálculo del caudal de las fugas se consideró la presión promedio de las redes primarias y secundarias que haciende a 30.40 mca (metros columna de agua), asimismo se asume un diámetro promedio para las fugas en coordinación con el personal operativo de EMUSAP S.A. El tiempo de respuesta promedio para reparar las fugas es de 5 horas, esto debido a que la mayoría de estas se produce durante la noche al haber mayor presión, por lo que transcurren algunas horas hasta que estas sean detectadas e informadas a EMUSAP S.A.

Cuantificación:



Robert
Robert Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 206677



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

Lugar y Causa	Descripción	Tiempo (h)	Diámetro Pulgadas	Área de descarga M2	Presión prom. mca	Caudal M3/h	M3 por vez (flujo)	M3 por vez (baldes)	M3 por vez total	N° de veces 2021	M3 total 2021
Grifos contra incendios, correctivos Reparaciones correctivos	Fuga duración 5 horas prom. hasta reparación; Diámetro de 2.5" (Tamaño fuga 1/2" prom.)	05:00	0.500	0.000	30.40	7.24	36.20	-	36.20	3	109
Redes distribución Primarias Reparación roturas tubería, correctivos	Fuga duración 5 horas prom. hasta reparación; Diámetro de 6" (Tamaño fuga 3" prom.)	05:00	3.000	0.005	30.40	260.62	1,303.08	-	1,303.08	10	13,031
Redes distribución Secundarias Reparación roturas tubería, correctivos	Fuga duración 5 horas prom. hasta reparación; Diámetro de 3" (Tamaño fuga 1.5" prom.)	05:00	1.500	0.001	30.40	65.15	325.77	-	325.77	113	36,812
Conexiones Agua, correctivos tierra, Reparaciones, cajas, tapas, válvulas, abrazaderas	Prom. 10 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas; Fuga duración 6 horas prom. hasta reparación; Diámetro de 1/2" (Tamaño fuga 3/8")	05:00	0.375	0.000	30.40	4.07	20.36	0.18	20.54	118	2,424
Conexiones Agua, correctivos Reparaciones en pista	Prom. 20 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas; Fuga duración 5 horas prom. hasta reparación; Diámetro de 1/2" (Tamaño fuga 3/8")	05:00	0.375	0.000	30.40	4.07	20.36	0.36	20.54	62	1,285
Reclamos Operacionales. -AGUA, Varios diversos	Fuga duración 5 horas prom. hasta reparación; Diámetro de 1/2" (Tamaño fuga 3/8")	05:00	0.375	0.000	30.40	4.07	20.36	-	20.36	11	224
Total, Fugas visibles su reparación 2021 (M3)											53,884
Porcentaje de la producción											2.21%

Tabla N° 15: Cálculo del ANF por Fugas Visibles

5.2.4. Instalación de conexiones de agua y válvulas

Método de Cálculo / Pruebas realizadas: Se entrevistó al personal encargado obteniendo como datos que se requiere un aproximado de 1 minuto para colocar la abrazadera en la matriz. El agujero dejado durante este minuto tiene un diámetro de 3/8". Luego se requiere otro minuto para colocar la batería del medidor (1/2"). El número de conexiones nuevas instaladas en el 2021 fue informado por el Departamento de Comercialización. Para la instalación de las cámaras de válvulas reductoras de presión se estimó un número de 15 baldes de 18 litros para la mezcla de concreto y limpieza de herramientas, mientras durante la colocación de las válvulas se estima pasa un tiempo de una media hora, en la cual discurre el agua.



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

Cuantificación:

Lugar y Causa	Descripción	Tiempo (h)	Diámetro Pulgadas	Área de descarga M2	Presión prom. mca	Caudal M3/h	M3 por vez (flujo)	N° de veces 2021	M3 total 2021
Instalaciones conexión de agua (Colocar abrazadera)	Duración prom.: 1 min aprox. para colocar la abrazadera; Diámetro: 3/8"	00:01	0.38	0.0001	30.40	4.1	0.07	299	20.29
Instalaciones conexión de agua (Colocar batería del medidor)	Duración: 1 min aprox. para colocar batería del medidor; Diámetro: 1/2"	00:01	0.50	0.0001	30.40	7.2	0.12	299	36.08
Construcción Cámara válvula	Prom. 15 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	00:00	-	-	no aplica	-	-	0	-
Instalación válvula Reductora	Un promedio de 30 min en tubería de 2"	00:30	2.00	0.0020	30.40	115.8	57.91	0	-
Total, Instalación de conexiones de agua potable 2021 (M3)									56.37
Porcentaje de la producción									0.002%

Tabla N° 16: Cálculo del ANF por Conexiones e Instalación de Válvulas

5.2.5. Mantenimiento del sistema de desagüe

Método de Cálculo / Pruebas realizadas:

Como ya se ha mencionado anteriormente solo se usa agua para la mezcla de concreto y la limpieza de herramientas. Se entrevistó al personal encargado para obtener la cantidad promedio de baldes llenos por tipo de actividad y se consideró 18 litros por balde. La cantidad de las veces que se efectúa las acciones descritas en este acápite se ha obtenido del informe anual de las acciones preventivas y correctivas del Área de Operaciones, Mantenimiento y Conexiones de EMUSAP S.A.

Cuantificación:

Lugar y Causa	Descripción	M3 por vez	N° de veces 2021	M3 total 2021
Emisor Santa Lucia correctivos, Reparaciones	Prom. 2 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	0.036	4	0.144

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

Redes alcantarillado correctivos Reparaciones	Prom. 20 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	0.360	25	9.000
Buzones Alcantarillado, correctivos Cambio tapas buzones alcantarillados	Prom. 10 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	0.180	4	0.720
Buzones Alcantarillado correctivos Reconstrucción techos y/ buzones	Prom. 20 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	0.360	6	2.160
Conexiones alcantarillado correctivos Reparaciones en tierra	Prom. 10 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	0.180	134	24.120
Conexiones alcantarillado correctivos Reparaciones en pista	Prom. 20 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	0.360	21	7.560
Reclamos Operacionales. Desagüe, Varios reclamos	Prom. 10 baldes de a 18 litros para mezcla de concreto y limpieza de herramientas	0.180	5	0.900
Total, Mantenimiento del sistema de desagüe 2021 (M3)				55.00
Porcentaje de la producción				0.002%

Tabla N° 17: Cálculo del ANF por Mantenimiento del Sistema de desagüe

5.2.6. Fugas invisibles

Método de Cálculo / Pruebas realizadas: Habiendo cuidadosamente calculado todas las pérdidas que se producen en todas las fases del proceso, así como excluido algunas causas de ANF que no son aplicables en el caso de EMUSAP S.A. recién se puede estimar las pérdidas por fugas invisibles, de las cuales por su naturaleza se desconoce en qué cantidad y en qué lugares ocurren y que diámetros tienen. Son la principal causa de las pérdidas por varias razones:

- Por el hecho que Chachapoyas tiene una continuidad de abastecimiento de 23.48 horas significa que estas fugas producen pérdidas continuas.
- Por el hecho que las presiones en partes de la ciudad llegan a 50 mca significa que cualquier fuga produce pérdidas muy grandes
- Como se describió en el capítulo correspondiente unos 9,5 kilómetros (14% aprox.) son todavía de asbesto cemento y fierro galvanizado con una antigüedad de más de 55 años y por ello más prolíferos de producir fugas.



Robert Brayan Goñas Puscan
Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A.”

Cuantificación:

Lugar y Causa	Descripción	M3 total 2021	% de Producción
Fugas invisibles	Es el ANF no cuantificable	274,585	11.27%

Tabla N° 18: Cálculo del ANF por Fugas invisibles

5.2.7. Total, del ANF en la fase de distribución

Las principales causas de ANF en la fase de distribución son las fugas y entre estas las fugas invisibles (ver tabla N° 16) las cuales por su naturaleza no son detectadas y reparadas. Otra razón importante son las purgas, que son totalmente necesarias para garantizar la calidad del agua en Chachapoyas.

Descripción	M3	% de Producción
ANF Mantenimientos preventivos y correctivos	44,994	1.85%
ANF Purgas	32,239	1.32%
ANF Fugas visibles	53,884	2.21%
ANF Instalación conexiones de agua	56	0.00%
ANF Mantenimiento sistema desagüe	55	0.00%
ANF Fugas invisibles	274,585	11.27%
ANF total distribución	405,814	16.66%

Tabla N° 19: ANF Total, Fase de Distribución

5.3. En la comercialización de agua potable

5.3.1. Consumos autorizados, no facturado

Método de Cálculo/ Pruebas Realizadas: Se realizó entrevista a la compañía de bomberos Voluntarios “Higos Urco” N° 101, de dicha entrevista se consolidó la siguiente información:

Cuenta con 01 cisternas contra incendio, 01 vehículo de código CBP-1181 de marca Volkswagen de 1100 galones de capacidad, este vehículo es utilizado para apagar incendios cuyo volumen promedio es de 3,974 litros, en el año 2021 se hizo uso de los hidrantes o Grifos contra incendio un promedio de 20 veces.

Se realizaron un reparto de agua mediante camión cisterna y otros vehículos durante el periodo 2021, a las UU. PP y en la ciudad, debido al desabastecimiento de agua en los Reservorios y la baja de producción de la planta en un promedio de 160M3 por mes, esta información fue brindada por la Gerencia de Operaciones.

Cuantificación:



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

	Descripción	Valor	Unidad	Formula
A	Total, producido 2021	2,436,215	M3	
B	Volumen Cisterna de la Unidad Volkswagen	3.974682	M3	
C	N° de llenados con Agua Potable en 2021	20	veces	
D	Uso de agua potable en grifos contra incendio	0	veces	
E	Duración promedia del uso	00:00	hora	
F	Diámetros grifos contra incendio	2.5	Pulgadas	
H	Área de descarga grifos contra incendio	0.00316692	M2	$H=\pi*((F*0.0254)/2)^2$
I	Presión promedia	31.93	mca	
J	Caudal por hora	185.5	M3/hora	$J=H*0.65*\sqrt{(2*9.81*I)}$ $*3600$
K	Caudal total usado	0.0	M3	$K=J*D*E$
L	Total, de consumo autorizado no facturado	79.49	M3	$L=K+B*C$
E	Porcentaje del Agua producida	0.003%	Porcentaje	$E=L/A$

Tabla N° 20: Cálculo del ANF por Consumos Autorizados no Facturados - Bomberos

Descripción	Volumen Promedio Mensual	M3 total 2021	% de Producción
Repartición de agua a las UU. PP, debido a desabastecimiento de Reservorios	160	1,920	0.08%

Tabla N° 21: Cálculo del ANF por Consumos Autorizados no Facturados - Operaciones

5.3.2. Consumos atípicos

Método de Cálculo/ Pruebas Realizadas: Es aquella que supera en más del 100% al promedio histórico del consumo del usuario y que es igual o mayor a dos asignaciones de consumo.

¿Cuando la empresa detecta un consumo atípico tiene la obligación de avisarle al usuario y programar una visita de inspección en el domicilio, para verificar si existen fugas de agua visibles (en caños, inodoros u otros) o no visibles. Si la EPS encuentra fugas evidentes emitirá la facturación que corresponde, en tanto, si detecta fugas no visibles, le dará al usuario un plazo de 15 días para realizar las reparaciones necesarias. Si el usuario subsana estas fallas, tendrá una facturación según su promedio histórico de consumos, para el periodo 2021, los consumos atípicos fueron brindados por la gerencia de Comercialización de EMUSAP S.A.

Cuantificación:



Robert Brayan Gonas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

CONSUMOS ATÍPICOS				
M E S	CONSUMO	CONSUMO FACTURADO	VOLUMEN DE AGUA NO FACTURADA	
	M ³ /MES	M ³ / MES	M ³ /MES	% / MES
ENERO	2,442.00	640.0	1,802	1.01
FEBRERO	6,167.00	1,435.0	4,732	2.55
MARZO	6,302.00	1,519.0	4,783	2.49
ABRIL	4,423.00	1,098.0	3,325	1.70
MAYO	5,777.00	1,546.0	4,231	2.06
JUNIO	3,558.00	849.0	2,709	1.31
JULIO	3,368.00	926.0	2,442	1.13
AGOSTO	3,544.00	945.0	2,599	1.16
SETIEMBRE	3,115.00	691.0	2,424	1.13
OCTUBRE	4,303.00	928.0	3,375	1.66
NOVIEMBRE	3,515.00	992.0	2,523	1.22
DICIEMBRE	4,779.00	1,170.0	3,609	1.74
TOTAL	51,293.0	12,739	38,554	1.58%

Tabla N° 22: Cálculo del ANF por Consumos Atípicos

5.3.3. Reclamos

Método de Cálculo/ Pruebas Realizadas: Los Usuarios tienden a realizar reclamos comerciales cuando ha habido un cambio en la cantidad facturada promedio, es decir cuando los recibos llegan más altos que lo que usualmente llega, es ahí donde ellos acuden a las oficinas de EMUSAP S.A. a realizar dicho reclamo, pidiendo la reducción de su facturación, esto es debido muchas veces al error de las lecturas que realiza el personal encargado. A lo que proceden a reducir el volumen facturado al promedio de consumo de sus 6 ultimas lecturas. En el periodo 2021 se realizaron 664 reclamos por parte de los usuarios. Los datos fueron brindados por la Gerencia de Comercialización de EMUSAP S.A.

Cuantificación:

Lugar y Causa	Descripción	M3 total 2020	% ANF de Producción
Reclamos	Es el ANF producido por la reducción de Volumen consumido debido a los reclamos por parte de los usuarios	15,116	0.62%

Tabla N° 23: Cálculo del ANF por Reclamos Comerciales

5.3.4. Consumos no autorizados, no facturado

Método de Cálculo/ Pruebas Realizadas: Debido al bajo nivel de los usos clandestinos verificados, se estima que no existen más de 4 casos no detectados de conexiones clandestinas o rehabilitaciones para los cuales se

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.

Robert Brayan Goñas Pucan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

asume el promedio de consumo de los Usuarios de EMUSAP S.A. (Ver tabla N° 22).

Para el caso de las construcciones (obras públicas) en el año 2021 debido a la emergencia sanitaria por el COVID 19 no se realizaron obras públicas, siendo quizá un promedio 5 que se dieron durante este periodo 2021, las cuales duran un promedio 2 meses, durante las cuales consumen un promedio de 20m³, que corresponde al volumen asignado doméstico para usuarios sin micro medición. (Ver Tabla N° 23).

En el caso de obras públicas ejecutadas en el 2021 fueron muy pocas debido a la emergencia sanitaria por el COVID 19, se ha observado que en la mayoría de estas existe un índice alto de incidentes (baja facturación, precintos de seguridad rotos, etc.) lo cual indica una pérdida de agua alta. Como se ha indicado anteriormente es difícil de demostrar de tal forma que se pueda proceder o cobrar un recupero. Se ha asumido que el consumo real llegaría a un triple de lo facturado.

Cuantificación:

	Descripción	Valor	Unidad	Formula
A	Total, producido 2021	2,436,215	M3	
B	Total, facturado 2021 a clientes	1,689,720	M3	
C	N° Usuarios activos 2021	8,557	Usuarios	
D	Promedio usuario/año 2021	197	M3	$D=B/C$
E	N° aproximado de usos clandestinos	4	Usuarios	
F	Pérdida total por usos no autorizados	790	M3	$F=E*D$
G	Porcentaje del agua producida	0.03%	Porcentaje	$G=F/A$

Tabla N° 24: Cálculo del ANF por consumos no autorizados por Clandestinos

	Descripción	Valor	Unidad	Formula
A	Total, producido 2021	2,436,215	M3	
B	N° aprox. usos no autorizados en construcción	5	Usuarios	
C	Duración prom. de las construcciones	2	Meses	
D	Consumo promedio estimado mensual	20	M3	
E	Pérdida total usos no autorizados en construcción	200	M3	$E=B*C*D$
F	Porcentaje del Agua producida	0.01%	Porcentaje	$F=E/A$

Tabla N° 25: Cálculo del ANF por consumos no autorizados por Construcciones

	Descripción	Valor	Unidad	Fórmula
A	Total, producido 2021	2,436,215	M3	
B	Total, no facturado por obras en 2021	300	M3	
C	Porcentaje aprox. de uso real en obras	300%	Porcentaje	
D	Pérdida total usos no autorizados en obras	600	M3	$D=B*C-B$
E	Porcentaje del Agua producida	0.02%	Porcentaje	$F=E/A$

Tabla N° 26: Cálculo del ANF por Obras

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.

Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

5.3.5. Pérdidas en la facturación del agua por cambio de medidores

Método de Cálculo/ Pruebas Realizadas: Como se explicó en el acápite respectivo, el cambio de medidores no genera agua no facturada debido a que el mes donde se realizó el cambio del medidor se promedia su consumo de acuerdo con las 6 últimas lecturas de sus recibos, se realiza este procedimiento de acuerdo al reglamento de la SUNASS.

5.3.6. Subregistro de medidores

Método de Cálculo/ Pruebas Realizadas: Este cálculo se divide en 3 partes: El primero se refiere a la totalidad de los medidores, ya que no pueden registrar consumos de muy bajos caudales, como por ejemplo por goteo de grifos, para que el medidor comience a registrar requiere de un caudal mínimo de 10.8t/hora en el caso de medidores de chorro único nuevos, (Laura et. al, 2010, 28). Los consumos en este rango llegan a un promedio del 5% del total consumido (Vega,2003,8) y son no medibles. (Ver Tabla N° 26).

Para el subregistro de medidores por antigüedad, para calcular ese subregistro real se usó la data del Estudio y Asesoramiento comercial para la elaboración de un plan de medidores (Ziemendorff, 2015) el cual se realizó el año 2014 con siguiente prueba estadística: Se tomó como base aquellos casi 300 medidores de más de 5 años de antigüedad cambiados a inicios del 2014 por medidores nuevos, comparando el promedio anterior al cambio en el 2013 y el promedio posterior al cambio, sacando así el subregistro por rango de antigüedad extrapolando este valor al total del parque medidor de Chachapoyas. De este Cálculo se excluye los medidores cuyos registros de consumo pasaron los 2500 M3, para analizarlas separadamente (ver Tabla N° 27).

En los medidores que pasaron los 2500M3 muchos son por el rápido consumo, es decir los altos consumidores. Para calcular el real se toman los Medidores de más de 2500M3 cambiados en el 2021, por medidores nuevos, comparando el promedio anterior al cambio en el 2020 y el promedio posterior al cambio, sacando así el subregistro para este grupo de medidores, luego se extrapolándolo al grupo de Medidores en la misma condición. (Ver tabla N° 28).

Cuantificación:

	Descripción	Valor	Unidad	Fórmula
A	Total, producido 2021	2,436,215	M3	
B	Total, facturado 2021	1,689,720	M3	
C	N° Usuarios activos 2021	8,557	Usuarios	
D	Promedio Usuario/mes 2021	16.46	M3 por mes	$D=B/C/12$
E	Porcentaje de Consumo no medible	5%	Porcentaje	
F	Incidencia por cada usuario	0.86	M3 por mes	$F=((D*E)+D)*E$
G	Pérdida total por consumo no medible	88,710	M3 por año	$G=C*F*12$



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A.”

H	Porcentaje del Agua producida	3.64%	Porcentaje
---	-------------------------------	-------	------------

Tabla N° 26: Cálculo del ANF por Subregistro Caudal de Arranque

Descripción	Antigüedad del medidor		TOTAL	Unidad	Formula
	9 años +	5 -8.99 años			
A N° de medidores cambiados de 01.01. al 31.12. 2021 (menos 2500 M3)	1850	1175	0	medidores	
B Lectura total promedio mensual antes del cambio	950	2,620	3,632	M3	
C Lectura total promedio mensual después del cambio	1,060	2,705	3,782	M3	
D Subregistro prom.	11.6%	3.2%	4.1%	Porcentaje	$D=100\%-C/B$
E N° de medidores por antigüedad en 2021 (menos 2500 M3)	142	1,133	4,093	medidores	
F Promedio de facturación anual por usuario 2021 (menos 2500 M3)	160			M3	
G Pérdida anual por subregistro por medidor	18.53	5.19	8.74	M3	$G=F*D$
H Pérdida total por subregistro (ANF)	2,631	5,881	8,512	M3	$H=G*E$
I Total, producido 2021			2,436,215	M3	
J Porcentaje del Agua producida			0.35%	Porcentaje	

Tabla N° 27: Cálculo del ANF por Subregistro de Medidores por Antigüedad

Descripción	Valor	Unidad	Fórmula
A N° de medidores cambiados de 1.1. al 31.3. 2021 con más de 2500 M3 (1/2")	15	Medidores	
B Lectura total promedio mensual antes del cambio	2,125	M3	
C Lectura total promedio mensual después del cambio	2,439	M3	
D Subregistro prom. (porcentaje)	14.7%	Porcentaje	$D=100\%-C/B$
E Lectura promedio mensual (medidores con más de 2500 M3)	45.2	M3	
F Subregistro prom. (M3)	7.6	M3	$F=E*D$
G N° de medidores con más de 2500 M3 en 2021	532	Medidores	
H Perdida por subregistro (ANF)	48,772	M3	$H=G*F*12$
I Total, producido 2021	2,436,215	M3	
J Porcentaje del Agua producida	2.0%	Porcentaje	$J=H/I$

Tabla N° 28: Cálculo del ANF por Subregistro Consumidores Mayores


Robert Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 206677

5.3.7. Total, del ANF en la fase de comercialización

Las principales fuentes de ANF en la fase de comercialización es el de consumos atípicos, y sub registro de medidores como se observa en la tabla N° 29, causado parcialmente por no realizar el cambio de los medidores a tiempo.

Descripción	M3	% de Producción
ANF Consumos autorizados no facturados (Bomberos)	79	0.00%
ANF Consumos atípicos	38,554	1.58%
ANF Reclamos	15,116	0.62%
ANF Consumos no autorizados no facturados (Clandestinos)	790	0.03%
ANF Consumos no autorizados no facturados (Construcciones)	200	0.01%
ANF Consumos no autorizados no facturados (Obras)	600	0.02%
ANF Perdida por cambio de medidores	-	0.00%
ANF Subregistro por caudales no medibles	88,710	3.64%
ANF Subregistro por antigüedad	8,512	0.35%
ANF Subregistro por desgaste	48,772	2.00%
ANF total Comercialización	201,333	8.26%

Tabla N° 29: ANF Total, Fase Comercialización



5.4. Composición total del ANF de EMUSAP SA

La principal fuente de ANF de EMUSAP S.A. se debe a las fugas (visibles e invisibles), los reboses, consumos atípicos y sub registro de medidores (Ver Tabla N° 30).



Descripción	M3	% de Prod.	% de ANF
ANF Reboses de reservorios	109,053	4.48%	14.63%
ANF Evaporación en reservorios	358	0.01%	0.05%
ANF Limpieza y Mantenimientos preventivos	1,481	0.06%	0.20%
ANF Fugas en Líneas de aducción	27,218	1.12%	3.65%
ANF total Almacenamiento	138,110	5.67%	18.53%

Descripción	M3	% de Prod.	% de ANF
ANF Mantenimientos preventivos y correctivos	44,994	1.85%	6.04%
ANF Purgas	32,239	1.32%	4.33%
ANF Fugas visibles	53,884	2.21%	7.23%
ANF Instalación conexiones de agua	56	0.00%	0.01%
ANF Mantenimiento sistema desagüe	55	0.00%	0.01%
ANF Fugas invisibles	274,585	11.27%	36.84%
ANF total distribución	405,814	16.66%	54.45%

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A.”

Descripción	M3	% de Prod.	% de ANF
ANF Consumos autorizados no facturados (Bomberos)	79	0.00%	0.01%
ANF Consumos atípicos	38,554	1.58%	5.17%
ANF Reclamos	15,116	0.89%	2.03%
ANF Consumos no autorizados no facturados (Clandestinos)	790	0.03%	0.11%
ANF Consumos no autorizados no facturados (Construcciones)	200	0.01%	0.03%
ANF Consumos no autorizados no facturados (Obras)	600	0.02%	0.08%
ANF Perdida por cambio de medidores	-	0.00%	0.00%
ANF Subregistro por caudales no medibles	88,710	3.64%	11.90%
ANF Subregistro por antigüedad	8,512	0.35%	1.14%
ANF Subregistro por desgaste	48,772	2.00%	6.54%
ANF total Comercialización	201,333	8.26%	27.02%

ANF total real	745,257	30.59%	100.00%
-----------------------	----------------	---------------	----------------

6. EL ANF DE EMUSAP EN EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

6.1. El ANF en el contexto nacional

El Agua no Facturada de EMUSAP S.A. se ubica a nivel nacional muy por debajo del promedio de las 20 EPS pequeñas, es decir de las EPS con menos de 15,000 conexiones (hasta 2018 se consideraba EPS pequeña las de igual o menor de 10,000 conexiones) y aún en el rango inferior de todas las EPS, incluyendo las medianas y grandes, como nos muestra la siguiente tabla:

	2016	2017	2018	2019
EMUSAP S.R.L.	15.54%	20.45%	16.75%	15.63%
Promedio EPS pequeñas	33.84%	39.26%	37.79%	41.52%
Promedio EPS medianas	42.31%	46.54%	48.05%	45.82%
Promedio EPS grandes	37.51%	38.97%	41.93%	41.94%

Fuente: SUNASS - EPS y SICAP

6.2. El ANF en el contexto internacional

El ANF a nivel de otros países de la región y con América Latina, el ANF de EMUSAP S.A. logra ubicarse en el rango inferior. Cabe señalar que en la mayoría de países no cuentas con datos estadísticos.

	PAIS	AÑO	FUENTE	ANF
AMERICA LATINA	COLOMBIA (prom. de 13 EPS supervisadas)	2019	scielo.org.co	35%
	CHILE	2012	SISS	34%

FAGOPU CONSULTORIA Y EJECUCION E.I.R.L.

50

Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

NIVEL MUNDIAL	URUGUAY	2013	OSE	52%
	PROMEDIO AMERICA LATINA	2013	Banco Mundial	36%
	ESPAÑA	2016	INE	16%
	AFRICA	2004	REVISTA AGRICOLAE & HABITAT	39%
	ASIA	2004	EUROSTAT	18%
	NORTEAMERICA	2004	EUROSTAT	15%
	EUROPA	2004	UBA	27%

7. MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL ANF

Para disminuir el Agua no Facturada la EPS EMUSAP S.A., está tomando una serie de medidas preventivas y correctivas en los procesos de distribución y comercialización como se detalla:

7.1. Medidas para la disminución del ANF en la distribución

Detección y reparación de Fugas: EMUSAP S.A tiene equipos de detección de fugas invisibles con método acústico, equipo de correlación y un geófono. Estos equipos sirven para ubicar con mayor precisión las fugas invisibles. La capacitación del personal para tener una respuesta rápida cuando se presentan las fugas y roturas en la red de distribución.

Así mismo está en la espera de puesta en funcionamiento de las estructuras del Mega Proyecto: “Mejoramiento, ampliación y rehabilitación del servicio de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas de la ciudad de Chachapoyas y Amazonas”, con lo cual se cambiará la mayor parte de las redes de distribución.

Manejo de presiones: El horario de consumo se realiza en promedio desde las 6am a 8pm, la demanda por el agua varía en función de la hora. Es decir, hay una mayor presión cuando hay menor consumo que es durante la noche, teniendo como efecto que se den mayores pérdidas de agua en caso de roturas, así como que se produzcan fugas y roturas por la elevada presión.

Es por ello que EMUSAP S.A. está considerando dentro de sus actividades el contratar un servicio para la detección y reparación de fugas.

7.2. Medidas para la disminución del ANF en la comercialización

Para disminuir las pérdidas producidas en esta etapa, se están realizando los cambios de medidores para evitar el subregistro por antigüedad, así mismo se realizan trabajo conjunto con el área de operaciones para la detección de fugas invisibles.



Robert Brayan Goñas Puscan
Robert Brayan Goñas Puscan
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 206677

8. CONCLUSIONES

- En el año 2021 se obtuvo un 30.59% de ANF, siendo las principales causas de estas el Rebose, Fugas visibles, fugas invisibles, consumos atípicos y subregistro de medidores.
- Se concluye que la mayor incidencia de pérdidas de agua potable se da en las pérdidas operativas, por el exceso de presión en las redes durante la noche, movimiento de suelos, reboses y fugas.
- Se concluye que las pérdidas de agua potable en las pérdidas comerciales se dan por consumos atípicos y subregistro de medidores, esto debido al parque de medidores ya que cuanto más antiguos son mayor es su subregistro.
- Los reclamos de los usuarios se dan por consumo elevado es decir su consumo sube a más de 15M3, siendo este un factor importante para el ANF.
- La EPS EMUSAP S.A. cuenta con el 100% de facturación por micro medición.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, para la reducción del volumen de pérdidas operativas, la renovación integral de las tuberías de las redes de abastecimiento de agua potable por tener una antigüedad mayor a los 30 años de funcionamiento y reemplazarlos con tuberías de clase 10.
- Se recomienda para la reducción de pérdidas comerciales la implementación de un programa de reducción de pérdidas comerciales como evaluación del historial de consumo y tipo de uso de la edificación para poder detectar pérdidas por conexiones clandestinas y hurtos de agua, así como la evaluación del parque de medidores, se tiene medidores con una antigüedad mayor a 5 años en un 10%.
- Contratar un servicio de detección de fugas invisibles.

10. PROPUESTAS DE ACCIONES INMEDIATAS

- Contar con personal capacitado para la detección de fugas invisibles.
- Contar con un programa de pérdidas de agua tratada
- Uso de los medidores recuperados para mejorar el estado del parque medidor, priorizando el cambio acorde a la directiva.




Roberto Brayan Goñas Puscam
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677

11. PANEL FOTOGRÁFICO

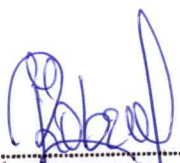


Planta de tratamiento de Agua Potable EPS EMUSAP S.A.



Floculador hidráulico de flujo horizontal




Roberto Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP. 206677



Caseta de válvulas de Reservorio R2



Macro medidor de 8" instalado en el Reservorio R2


Robert Brayan Goñas Puscan
INGENIERO CIVIL
CIP: 206677



Captación Barreta Cucho Grande



“Determinación de causas y composición del Agua no Facturada de la E.P.S. EMUSAP S.A”

Mantenimiento y limpieza de los reservorios



Limpieza y reparación de captación Ashpachaca



Repartición de agua a las UU.PP. mediante cisterna y cuando hay desabastecimiento de los reservorios.