



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**

**Escuela de
Postgrado**

**“LA SOSTENIBILIDAD FINANCIERA DE LAS ENTIDADES
PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO Y SU
VINCULACIÓN CON EL INDICADOR RELACIÓN DE TRABAJO”**

**Trabajo de Investigación
presentado para optar el Grado Académico de
Magíster en Regulación y Gestión de Servicios Públicos**

Presentado por:

Sr. Gustavo John Baines Cuellar Mendoza

Sr. Jesus Angel Guevara Rivera

Srta. Anne Franshesca Luisa Melendez Angulo

Asesor: Profesor Mauro Orlando Gutiérrez Martínez

[0000-0003-1127-3648](tel:0000-0003-1127-3648)

Lima, febrero de 2022

Dedicatoria

Dedicamos el presente trabajo a nuestra familia,
quienes han sido, son y serán nuestro soporte y
motivación principal.

Agradecimientos

Agradecemos a los profesionales de la SUNASS y
OTASS por el aporte documental y técnico
brindado.

Glosario de abreviaturas

AECID	: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
EP	: Empresa Prestadora de Saneamiento
LMGPSS	: Ley Marco de la Gestión y Prestación de Servicios de Saneamiento aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1280.
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas.
OTASS	: Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento
RAT	: Régimen de apoyo transitorio, a cargo del OTASS.
RLMGPS	: Reglamento de la Ley Marco de la Gestión y Prestación de Servicios de Saneamiento aprobada mediante Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA
RT	: Relación de trabajo
RGRT	: Reglamento General de Regulación Tarifaria (RGRT), aprobado con Resolución de Consejo Directivo N° 009-2007-SUNASS-CD de 31 de enero de 2007, publicado en “El Peruano” el 5 de febrero de 2007
SUNASS	: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

Resumen ejecutivo

En el presente trabajo se aborda la sostenibilidad financiera de las 48 Empresas Prestadoras con accionariado municipal (EP), entendida esta como la capacidad a largo plazo de disponer de los recursos para financiar el funcionamiento, el mantenimiento y las inversiones necesarias para ampliar los servicios para los usuarios existentes y futuros. Partiendo de ello, se evalúan los resultados obtenidos en el indicador **relación de trabajo** (RT) en el período 2014-2019. El indicador relación de trabajo es definido por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) como el indicador que mide la proporción de los costos operacionales totales, deducidos la depreciación y la provisión por cobranza dudosa, con respecto a los ingresos operacionales totales obtenidos por las EP.

En el primer capítulo se describen los resultados de la RT obtenida para cada año del período 2014-2019, advirtiéndose que las EP presentan valores dispersos sobre el indicador RT, incluso al clasificarlas según tamaño por el número de conexiones. En el período del 2014-2019, de las 48 EP analizadas, se aprecia que solo en los tres últimos años, una EP por año alcanzó una RT menor al 60%, mientras que la mayoría se situó entre 60% a 100%, y de estas la gran mayoría se ubicó en el medio superior, es decir, con valores de RT entre 80 a 100%, lo que evidencia su pobre desempeño y la precariedad de su sostenibilidad financiera. Del grupo analizado, también se observa que, en el período de análisis, en promedio 6 EP superan los valores del 100% en este indicador.

En el segundo capítulo, se indican los sustentos teóricos de la investigación, partiendo desde la definición de la sostenibilidad financiera y sus distintos niveles, así como la definición del indicador relación de trabajo y su vinculación con otros indicadores relacionados a los costos e ingresos.

En este contexto, a fin de cumplir con los objetivos de la investigación, en el tercer capítulo se plantea como marco metodológico una investigación cuantitativa y de alcance correlacional, planteando un modelo estadístico que tiene como finalidad identificar la correlación entre la RT y las variables que resultan determinantes en su desempeño.

En el cuarto capítulo, se formula el modelo a desarrollarse así como el análisis correlacional. Como resultado se identifica que, en el análisis global de las 48 EP, cuando disminuye la variable continuidad, el indicador RT aumenta, y cuando la variable trabajadores por mil conexiones se incrementa, la RT también se incrementa.

De otro lado, realizando un análisis segmentado por tamaño de EP, en el caso de las EP pequeñas, se advierte que cuando se incrementan las variables micromedición y servicio completo, el indicador RT disminuye. En el grupo de las EP medianas, se advierte que cuando se incrementan las variables presión y agua producida obtenida mediante fuentes subterráneas, el indicador RT disminuye; mientras que cuando la variable tratamiento de aguas residuales se incrementa, la RT también se incrementa. Para el caso de las EP grandes, se advierte que al incrementar la variable trabajadores por mil conexiones se incrementa la RT, mientras que cuando se incrementa la variable presión, la RT disminuye.

Sobre la base de los resultados obtenidos, se concluye que las EP no presentan un comportamiento uniforme respecto al indicador RT, las variables significativas difieren por el tamaño de las EP y, por lo tanto, las políticas de mejoramiento de la sostenibilidad financiera deben tomar en cuenta dichas heterogeneidades.

Índice

Índice de tablas.....	ix
Índice de gráficos.....	x
Índice de anexos	xi
Capítulo I. Planteamiento del problema	1
1. La sostenibilidad financiera de las EP en el Perú	1
1.1 La definición de la sostenibilidad financiera de las EP en el Perú y el indicador relación de trabajo	1
1.2 ¿Por qué es importante el indicador RT?.....	2
1.3 Análisis de la RT en el período 2014-2019.....	2
2. Problema de investigación.....	5
3. Pregunta de investigación	7
4. Objetivos.....	7
4.1 Objetivo general	7
4.2 Objetivos específicos	7
5. Justificación.....	7
6. Delimitaciones, limitaciones y alcances	8
6.1 Delimitación	8
6.2 Limitaciones	8
6.3 Alcances	9
Capítulo II. Marco teórico.....	10
1. Sostenibilidad Financiera en la Prestación de los Servicios.....	10
1.1 Definiciones de sostenibilidad financiera	10
1.2 La sostenibilidad financiera y las EP	11
1.3 Niveles de la sostenibilidad financiera.....	11
2. La relación de trabajo como un indicador de sostenibilidad financiera.....	12
2.1 Principales indicadores financieros para la EP en América Latina	12
2.2 Indicador financiero usado en el Perú para medir el desempeño de las EP: RT	13
2.3 ¿Por qué la RT es un buen indicador de sostenibilidad financiera en el Perú?.....	14
2.4 La RT y el tamaño de la EP	14
3. Control de la RT.....	15
4. Indicadores relacionados con la RT	17
Capítulo III. Marco metodológico	20
1. Enfoque de investigación: cuantitativa	20

2. Alcance: correlacional	20
3. Recolección de datos	20
Capítulo IV. Descripción, análisis y propuesta	22
1. Procesamiento de datos	22
2. Descripción de comportamiento de variables	22
3. Planteamiento del modelo	26
4. Metodología de estimación	27
4.1 Cuestiones previas: multicolinealidad y simultaneidad	27
4.2 Método de datos de panel	29
5. Análisis global	32
6. Evaluación de acuerdo al tamaño de la EP	35
7. Resultados por tamaño de EP	36
7.1 EP pequeñas	36
7.2 EP medianas	39
7.3 EP grandes	42
Conclusiones y recomendaciones	46
1. Conclusiones	46
2. Recomendaciones	47
Bibliografía	48
Anexos	52
Notas biográficas	77

Índice de tablas

Tabla 1.	Cantidad de EP según resultado en porcentaje del indicador RT por intervalo de valores, en el período 2014-2019	5
Tabla 2.	Distribución de la cantidad de EP según rangos intermedios de la RT entre 60% a 100%, en el período 2014-2019.....	6
Tabla 3.	Resumen de variables identificadas relacionadas con la RT	19
Tabla 4.	Matriz de correlaciones simples de las variables explicativas	28
Tabla 5.	Variabes utilizadas para el análisis global	32
Tabla 6.	Resultados Test de Hausman para análisis global.....	33
Tabla 7.	Variabes determinantes de la RT para EP pequeñas	36
Tabla 8.	Resultados Test de Hausman para EP pequeñas	37
Tabla 9.	Variabes determinantes de la RT para EP medianas	39
Tabla 10.	Resultados Test de Hausman para EP medianas	40
Tabla 11.	Variabes determinantes de la RT para EP grandes.....	43
Tabla 12.	Resultados Test de Hausman para EP grandes	43

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Resultados RT promedio total EP, período 2014-2019	3
Gráfico 2.	Resultados RT promedio por tamaño de EP, período 2014-2019	4
Gráfico 3.	Avances temporales hacia la sustentabilidad financiera	12
Gráfico 4.	Comportamiento de variables propuestas vinculadas a los ingresos	23
Gráfico 5.	Comportamiento de variables propuestas vinculadas a los costos	25

Índice de anexos

Anexo 1.	Costos y subcostos más usuales en servicios de agua potable	53
Anexo 2.	Definición de variables consideradas relacionadas con la relación de trabajo	54
Anexo 3.	Revisión de la naturaleza de las variables independientes y el problema de la Multicolinealidad	58
Anexo 4.	Balance hídrico a considerar para el análisis del ANF	61
Anexo 5.	Clasificación de EP por tamaño	62
Anexo 6.	Resultados de las regresiones econométricas (parámetros y p-valor) con el modelo de efectos fijos y aleatorios para las EP pequeñas.	63
Anexo 7.	Relación entre la variable SERVCOMP vs. RT. Para las EP pequeñas con los 3 valores más altos de SERVCOMP al 2019	64
Anexo 8.	Relación entre la variable SERVCOMP vs. RT. Para las EP pequeñas con valores más bajos de SERVCOMP al 2019	65
Anexo 9.	Relación entre la variable MICRO vs. RT. Para las EP pequeñas con los 3 valores más altos de MICRO al 2019.....	66
Anexo 10.	Resultados de las regresiones econométricas (parámetros y p-valor) con el modelo de efectos fijos y aleatorios para las EP medianas.	67
Anexo 11.	Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP medianas con los 4 valores más bajos de PRES al 2019	68
Anexo 12.	Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP medianas con valores más altos de PRES al 2019.....	69
Anexo 13.	Relación entre la variable TAR vs. RT. Para las EP medianas con los 3 valores más altos de TAR al 2019.....	70
Anexo 14.	Relación entre la variable AOBSUBT vs. RT. Para las EP medianas con los 4 valores más altos de AOBSUBT al 2019	71
Anexo 15.	Resultados de las regresiones econométricas (parámetros y p-valor) con el modelo de efectos fijos y aleatorios para las EP grandes.....	72
Anexo 16.	Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP grandes con valores más bajos de PRES al 2019	73
Anexo 17.	Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP grandes con valores más altos de PRES al 2019.....	74
Anexo 18.	Relación entre la variable TPMCONX vs. RT para las EP grandes con valores más altos de TPMCONX al 2019.....	75
Anexo 19.	Base de datos de las EP en el periodo 2014-2019.....	76

Capítulo I. Planteamiento del problema

Antecedentes

1. La sostenibilidad financiera de las EP en el Perú

1.1 La definición de la sostenibilidad financiera de las EP en el Perú y el indicador relación de trabajo

La sostenibilidad financiera de los servicios se puede definir como la capacidad a largo plazo de una EP de disponer de los recursos para financiar el funcionamiento, el mantenimiento y las inversiones necesarias para mejorar y ampliar los servicios para los usuarios existentes y futuros. Asimismo, en una situación óptima, una EP debería ser capaz de generar remuneraciones al capital invertido (Ducci y García 2013).

En el Perú, la sostenibilidad financiera es uno de los 6 ejes de la Política Nacional de Saneamiento, eje 2, el cual tiene como objetivo específico “garantizar la generación de recursos económicos y su uso eficiente por parte de los prestadores”¹.

En ese sentido, tiene como lineamiento lograr que las tarifas garanticen las metas de inversiones y la estructura de financiamiento². Asimismo: “Respecto a qué tanto las tarifas vigentes contribuyen al autosostenimiento de las EPS, es útil **analizar la relación entre los costos operativos, (descontando la depreciación y cobranza dudosa) con los ingresos operativos**, lo que se conoce como relación de trabajo” (CEPAL 2010: 34).

Para la evaluación de la sostenibilidad financiera, la SUNASS hace uso del indicador RT. Este indicador, según lo establecido en la Resolución de Consejo Directivo N° 10-2006-SUNASS-CD³ de fecha 01 de marzo de 2006, “mide la proporción de los costos operacionales totales, deducidos la depreciación y la provisión por cobranza dudosa, con respecto a los ingresos operacionales totales obtenidos por la Empresa Prestadora” (SUNASS 2006: 3).

De lo señalado, es posible advertir que, para el organismo regulador, la sostenibilidad financiera de una EP, se encuentra directamente relacionada con los ingresos y costos operativos.

¹ Numeral 6.3 de la Política Nacional de Saneamiento aprobada mediante Decreto Supremo (D.S.) N° 007-2017-VIVIENDA publicada el 30 de marzo del 2017.

² Plan Nacional de Saneamiento aprobado mediante D.S. N° 018-2017-VIVIENDA publicado el 25 de junio del 2017.

³ Resolución de Consejo Directivo N° 10-2006-SUNASS-CD que aprueba el Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Servicio de Saneamiento.

1.2 ¿Por qué es importante el indicador RT?

El indicador RT resulta de suma importancia en la medida que nos permite conocer si los ingresos operativos de las EP se encuentran cubriendo los costos operativos, excluyendo de éstos últimos, la depreciación y la cobranza dudosa.

Una adecuada proporción entre los costos operacionales totales y los ingresos operacionales, medida por la RT, permite el aseguramiento de recursos en forma continua, lo que permite a la entidad ampliar los servicios a zonas en los que falta cobertura, que corresponden por lo general a sectores de menos recursos, generando además un círculo virtuoso de mayores ingresos.

Los costos operativos, (incluyendo la depreciación⁴ y las provisiones por cobranza dudosa)⁵, están compuestos por todos los costos en los que se incurren para la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado los cuales incluyen los costos de ventas, los gastos administrativos y los gastos de ventas.

De otro lado, los ingresos operativos, están compuestos únicamente por los ingresos que perciben las EP producto del cobro de la tarifa a los usuarios del servicio.

Cabe precisar que el indicador RT es un indicador “de reducción” en la medida que la finalidad es que sus resultados se aproximen a ser menores al 100% (Dirección de Fiscalización 2019).

Es decir, “si, el indicador es mayor a 100%, significa que la EP no estaría cubriendo sus costos y gastos desembolsables, lo cual afectaría negativamente la sostenibilidad de los servicios” (SUNASS 2019a: 21). En ese sentido, altos porcentajes en el indicador RT implica que la sostenibilidad del servicio puede verse afectada negativamente.

Finalmente, mejorar el desempeño de la RT significa reducir la dependencia que se establece entre la EP y los recursos estatales, que como se sabe son escasos, además de impredecibles, lo que genera incertidumbre para la planificación futura (Ducci y García 2013).

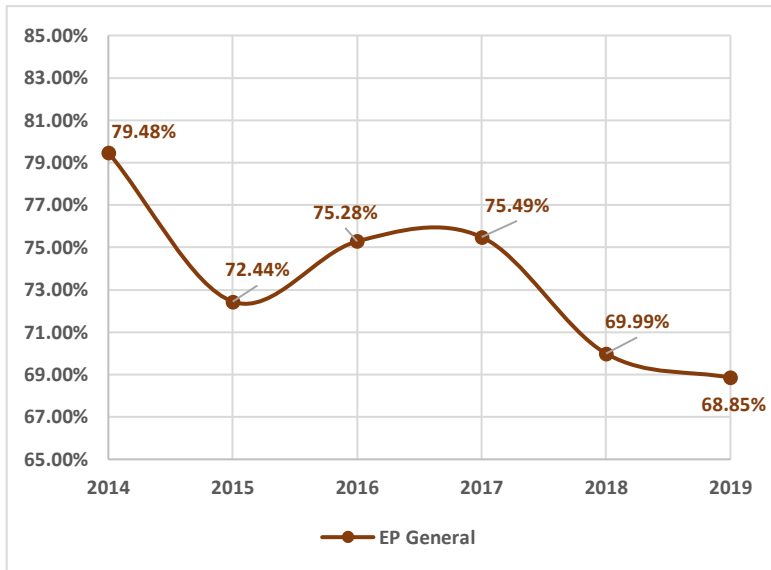
1.3 Análisis de la RT en el período 2014-2019

Del análisis efectuado a los resultados del indicador RT, para el período 2014-2019 respecto a las 50 EP se tiene los resultados que se muestran en el gráfico 1.

⁴ Para el caso de bienes intangibles, la depreciación debe ser entendida como amortización.

⁵ Esta división se utiliza en general en los Estudios Tarifarios. Ver, por ejemplo, la página 14 de: https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/def_epssmu_estudiot_1110.pdf.

Gráfico 1. Resultados RT promedio total EP, período 2014-2019



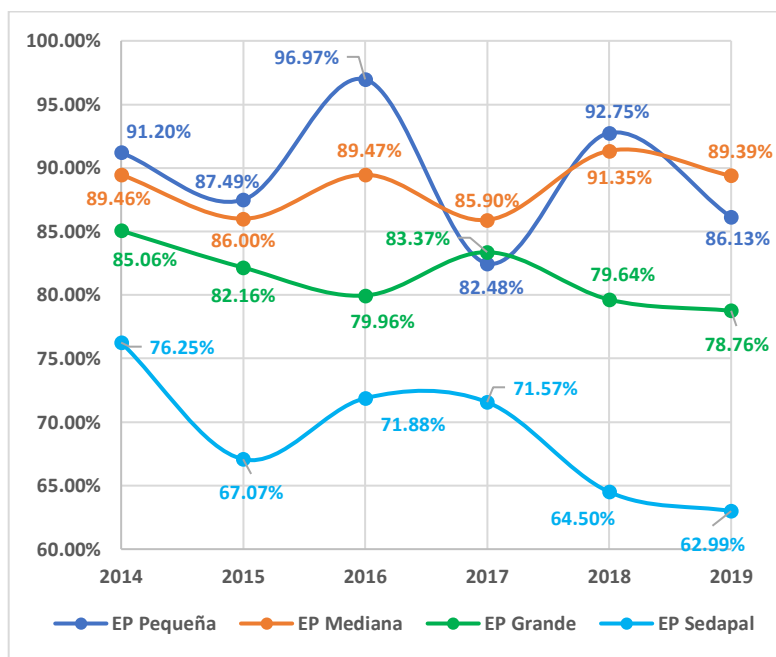
Fuente: Elaboración propia 2021. Información provista por SUNASS a través de Acceso a la Información Pública para las 50 EPS en el período 2014-2019.

De una primera apreciación de las 50 EP (lo cual incluye a SEDAPAL y Aguas de Tumbes), es posible advertir que, en promedio, los resultados del indicador RT presentarían una evolución favorable en la medida que, en el período 2014-2019 el valor promedio del indicador RT es de 79,48% para el año 2014 y para el año 2019, es de 68,85%. Lo cual, nos muestra que en el último año del período analizado, el indicador RT muestra el valor promedio más bajo para el período 2014-2019.

En ese sentido, la situación descrita significa que en el conjunto de las 50 EP, el excedente de los ingresos tarifarios respecto a los costos operativos, habría mejorado, y por tanto el margen operativo para cubrir otros como la mejora y ampliación de servicios.

Sin embargo, al clasificar estos resultados según tamaño de las 50 EP, los resultados empiezan a evidenciar valores fluctuantes, como se muestra en el gráfico 2.

Gráfico 2. Resultados RT promedio por tamaño de EP, período 2014-2019⁶



Fuente: Elaboración propia 2021. Información provista por SUNASS a través de Acceso a la Información Pública para las 50 EP en el período 2014-2019.

Respecto al gráfico mostrado, cabe indicar que, por el tipo de administración y tamaño, se ha considerado a la EP SEDAPAL de forma independiente con la finalidad de evitar distorsiones en los resultados, considerándose, además, la clasificación de pequeña, mediana y grande según el número de conexiones domiciliarias⁷.

Al clasificar estos resultados según tamaño de las 50 EP, los resultados evidencian las siguientes características:

- Las empresas pequeñas muestran valores que oscilan entre 96,97% (año 2016) y 82,48% (año 2017), sin una tendencia definida, con oscilaciones en cada año.
- Las empresas medianas muestran menor oscilación en los resultados, variando entre 91,35% (año 2018) y 86,00% (año 2015).
- En las empresas grandes, se evidencia una oscilación de valores que van desde 85,06% (año

⁶ Cabe indicar que el gráfico incluye los datos obtenidos para la EP SEDAPAL que se encuentra bajo la administración del Gobierno Central conforme a lo establecido en el Decreto Legislativo N° 150 de fecha 12 de junio del 1981 y la EP Aguas de Tumbes que durante el período 2005-2018 estuvo concesionada a la empresa Aguas de Tumbes S.A. (ATUSA), finalizando con la Resolución Ministerial N° 374-2018-VIVIENDA publicada el 7 de noviembre del 2018.

⁷ Según el Informe de Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras año 2019 (con datos al 2018) se tiene la siguiente clasificación de EP por número de conexiones: SEDAPAL (más de 1 millón de conexiones), EP Grande (40.000 a 1 millón de conexiones), EP mediana (de 15.000 a 40.000 conexiones) y EP pequeña (menos de 15.000 conexiones). Para efectos de nuestro análisis, en el caso que, una EP sobrepase los límites de clasificación para un año determinado, se ha considerado su tamaño, según la mayor frecuencia en el período en estudio.

2014) hasta 78,76% (año 2019). Este grupo de EP presenta una tendencia a la mejora.

En promedio, para el período en análisis, las empresas pequeñas, medianas y grandes, presentan valores entre 78% y 97%, lo que nos indicaría que la gran mayoría de ellas, no tienen mucho margen, después de cubrir sus costos operativos para financiar los costos de inversión o pago de deudas.

2. Problema de investigación

La SUNASS, en el marco de su función reguladora⁸ aprueba las tarifas (fórmulas tarifarias y estructura tarifaria) de los servicios de saneamiento prestados por las EP bajo su ámbito, y establece sus respectivas metas de gestión, en concordancia con las tarifas aprobadas. Por ello, los Estudios Tarifarios aprobados por quinquenios para cada una de las EP, establecen dentro de las metas de gestión, metas para el indicador RT para cada año del período quinquenal regulado. A su vez, la SUNASS supervisa el cumplimiento de estos indicadores, uno de los cuales es la RT.

En el presente trabajo, para el período en estudio 2014-2019, se ha requerido a la SUNASS tanto los resultados del indicador RT como las metas establecidas para cada EP con la finalidad de evaluar su desempeño y resultados respecto a este indicador.

De otro lado, de los resultados para el indicador RT en el período 2014-2019, se muestra la cantidad de EP por intervalos de valores, desde RT menores o iguales a 60%, mayor de 60% y menor o igual a 100% y de 100% a más. La cantidad de EP en cada intervalo se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de EP según resultado en porcentaje del indicador RT por intervalo de valores, en el período 2014-2019

Rango	Año					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT≤60	1	0	0	1	1	1
60<RT≤100	40	47	37	43	38	41
RT>100	7	1	11	4	9	6
Total	48	48	48	48	48	48

Fuente: Elaboración propia 2021. Información provista por SUNASS a través de Acceso a la Información Pública para las 50 EP en el período 2014-2019.

⁸ Reglamento General de Regulación Tarifaria, aprobado con Resolución de Consejo Directivo N° 009-2007-SUNASS-CD de 31 de enero de 2007, publicado el 5 de febrero de 2007 y modificatorias.

Sobre la base de lo indicado por SUNASS en los informes de *benchmarking* publicados en su portal web y en particular el publicado el año 2020 respecto a la evaluación del indicador RT, el presente trabajo ha considerado el valor de 60% como el óptimo para el indicador RT dado que de un puntaje de 1 a 100, SUNASS asigna 100 puntos a las EP que presentan un valor menor a 60%. El detalle puede verse en el Anexo N° 1 de SUNASS (2020).

En relación a la tabla 1 mostrada, cabe precisar que si bien no hay límites señalados en forma precisa para la RT, sí se puede mencionar algunos en base a los documentos del ente regulador, SUNASS.

En este marco, y de los resultados de la tabla 1, se advierte que sólo en el año 2014 y en los tres últimos años, 1 EP por año, de las 48 en estudio, alcanzaron una RT menor al 60%, mientras que en el otro extremo, un número variable de EP, que el año 2016 llegó hasta 11 superaron el valor de RT 100%, es decir, sus costos operacionales superaron a los ingresos, evidenciando la precariedad de su sostenibilidad financiera.

Asimismo, dado que la gran mayoría de EP se situaron en el rango de RT entre 60% a 100%, a fin de determinar hacia qué extremo se sitúa la tendencia del comportamiento de la RT, se presenta la distribución de la cantidad de EP, estableciendo rangos de RT entre 60% a 80% y entre 80% a 100%, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Distribución de la cantidad de EP según rangos intermedios de la RT entre 60% a 100%, en el período 2014-2019

Rango	Año					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
60<RT<=80	7	11	9	11	13	13
80<RT<=100	33	36	28	32	25	28
Total	40	47	37	43	38	41

Fuente: Elaboración propia 2021. Información provista por SUNASS a través de Acceso a la Información Pública para las 50 EP en el período 2014-2019.

Del cuadro mostrado se aprecia que de las EP cuyos valores de RT se encuentran en el intervalo de valores de 60% a 100%, la gran mayoría de ellas se encuentra en el medio superior, es decir con RT entre 80% a 100%, con valores que dejan un estrecho margen operativo, lo que evidencia el pobre desempeño de las mismas.

3. Pregunta de investigación

Se formula como pregunta de investigación la siguiente:

¿Qué factores influyen en el desempeño del indicador **relación de trabajo**?

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Encontrar los determinantes del desempeño indicador RT en las 48 EP Municipales en el Perú.

4.2 Objetivos específicos

- Evaluar los determinantes de la RT a nivel de todas las EP.
- Evaluar los determinantes de la RT según el tamaño de las EP.
- Plantear recomendaciones a fin de mejorar el desempeño del indicador RT.

5. Justificación

De acuerdo a la información proporcionada por SUNASS, al 2019, de una población urbana de 20.412.679 de habitantes en el ámbito de las 50 EP, el 90,12% (18.396.476 habitantes) cuentan con acceso al servicio de agua potable; mientras que el 9,88% no tiene acceso a este servicio. Del mismo modo, para el caso del acceso a servicios de alcantarillado, se determina que para la población urbana citada, el 84,30% (17.207.212 habitantes) cuentan con acceso al servicio de alcantarillado (cobertura); mientras que, el 15,70% no tienen acceso a este servicio (brecha).

En tal sentido, considerando que la sostenibilidad financiera tiene como objetivo garantizar la generación de recursos económicos y su uso eficiente por parte de las EP, el estudio del indicador RT es importante porque al ser un indicador que mide la proporción de los costos operacionales⁹ totales, respecto a los ingresos operacionales totales obtenidos por la EP, permite identificar en qué medida la tarifa de agua potable estaría cubriendo la totalidad de costos y gastos desembolsables.

De lo señalado inicialmente, se tiene que, cuando el indicador RT no alcanza los resultados deseados, bien sea porque no se alcanzan las metas de gestión establecidas en los Estudios Tarifarios aprobados por la SUNASS o porque los resultados son mayores a 100%, **la EP se encuentra en una situación de déficit operacional**, restándole margen de recursos que pueden ser destinados,

⁹ Los costos operacionales en la **relación de trabajo**, no consideran la depreciación ni la provisión por cobranza dudosa.

entre otras áreas, a la ampliación de la cobertura de agua potable y así contribuir al cierre progresivo de la brecha de cobertura.

Así mismo, en el último año de evaluación del presente estudio (año 2019) se advierte que, del total de 48 EP, en cuanto al valor de la RT, 6 presentaron valores superiores a 100%, lo cual significa que los déficits se cubrieron con transferencias estatales o vía endeudamiento y 28 EP tuvieron valores entre 80% a 100%, es decir, presentan riesgo de no cubrir los costos de reposición de equipos. Las 14 EP restantes, presentan valores menores a 80%.

De otro lado, de las 48 EP, 22 tuvieron en el último año de evaluación del presente estudio (2019) un valor de la RT mayor al del año anterior (2018), es decir, cerca del 50% de las EP empeoraron en su desempeño en el indicador RT.

Situaciones como las señaladas, ponen a las EP en un alto grado de vulnerabilidad, y amenaza su sostenibilidad financiera.

6. Delimitaciones, limitaciones y alcances

6.1 Delimitación

- El período de análisis de la presente investigación comprende el período 2014-2019. Se ha considerado un período de seis años porque en los estudios tarifarios en los que se establecen las metas de gestión aprobados por la SUNASS se consideran períodos de cinco años, además de considerarse el año 0.

Además, se considera como año final el 2019 por ser el último año en el que se contó con información reportada por las EP y validada por SUNASS, a la fecha de procesamiento de los datos.

- El ámbito geográfico de las empresas prestadoras: 48 EP municipales del ámbito urbano (sin considerar SEDAPAL y Aguas de Tumbes).

6.2 Limitaciones

- El estudio no consideró la información de los indicadores correspondientes al año 2020 debido a que es un año atípico.
- Dificultad de acceso a información de las EP dado el contexto generado por la propagación del COVID-19.
- Pese a contar con información de cada EP a nivel nacional, en el período 2014-2019 existen algunas EP que no han remitido la información de los indicadores a SUNASS, no tienen

estudios tarifarios y/o no cuentan con Planes Maestros Optimizados actualizados.

- Escasa información de las empresas prestadoras a nivel internacional, a fin de establecer comparaciones.

6.3 Alcances

En el Perú, existen 50 EP que prestan el servicio de saneamiento en el ámbito urbano (agua potable y alcantarillado) y se encuentran clasificadas, principalmente, por el ámbito geográfico de las regiones o provincias.

De estas 50 EP, existen dos EP que se encuentran excluidas del presente trabajo de investigación: la EP SEDAPAL que se encuentra bajo la administración del Gobierno Central conforme a lo establecido en el Decreto Legislativo N° 150 de fecha 12 de junio del 1981 y la EP Aguas de Tumbes que durante el período 2005-2018 estuvo concesionada a la empresa Aguas de Tumbes S.A. (ATUSA), finalizando el Contrato de Concesión con la Resolución Ministerial N° 374-2018-VIVIENDA publicada el 7 de noviembre del 2018, por lo que, considerando el período de análisis (2014-2019) su incorporación generaría distorsiones en los resultados, por el tipo de administración bajo el cual se encontraba.

En ese sentido, el alcance de la presente investigación es analizar el desempeño en la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado, de las 48 EP existentes en el Perú bajo la gestión de los Gobiernos Locales, medido a través del indicador Relación de Trabajo en la medida que se identifique los determinantes y cómo actuar sobre estas, así como formular recomendaciones para la mejora de la sostenibilidad financiera de las EP.

Capítulo II. Marco teórico

1. Sostenibilidad Financiera en la Prestación de los Servicios

1.1 Definiciones de sostenibilidad financiera

Abrams y Lockwood definen la sostenibilidad financiera como “el mantenimiento de un cierto nivel de beneficio de una inversión, después de que se cumpla su etapa de implementación y debe ser interpretada en un período de tiempo sin límites” (AECID 2015: 14).

En el *Benchmarking Regulatorio 2019* elaborado por el Regulador (SUNASS 2019a: 39), al referirse a la sostenibilidad financiera, señala que “para garantizar el acceso universal a los servicios de saneamiento, las Empresas Prestadoras deben contar con los ingresos necesarios que les permita cubrir los costos de la operación eficiente, el mantenimiento de los sistemas con que brinda los servicios y las amortizaciones de las inversiones de ampliación y reposición de la infraestructura en saneamiento, así como la remuneración al capital. Por esta razón, se consideró el indicador ‘Relación de trabajo’, el que permite identificar a aquellas Empresas Prestadoras cuya tarifa de agua potable no estaría cubriendo la totalidad de costos y gastos y/o podrían tener una gestión inadecuada.

En ese sentido, la definición de sostenibilidad financiera considerada en este trabajo está en concordancia con la definición de SUNASS, la cual considera también el indicador Relación de Trabajo como el indicador adecuado para medirla.

El hecho que la RT no considere la depreciación no constituye un hecho contradictorio con la definición de sostenibilidad financiera, sino que la RT, dependiendo de su valor, permite identificar, tal como lo señala la SUNASS, a aquellas EP que no estarían cubriendo la totalidad de sus costos.

A efectos del presente trabajo, la sostenibilidad financiera es entendida como el estado que permite a una EP cubrir los costos para el abastecimiento de agua potable y garantizar su continuidad. En el **Anexo 1** de este trabajo se muestra una tabla en la que se describen los costos en los que incurren las EP (AECID 2015). Cabe indicar que estos conceptos contienen una estructura general y básica de los costos en los que incurren las EP para su funcionamiento.

1.2 La sostenibilidad financiera y las EP

Existen dos factores que influyen en la sostenibilidad en la prestación del servicio (AECID, 2015): i) A nivel de prestadores de servicios que implican la sostenibilidad técnica, institucional, social, medio ambiental y económica financiera; y ii) A nivel de usuarios que está vinculado al nivel de servicio recibido por los usuarios vinculado a la cantidad, calidad, accesibilidad y fiabilidad del suministro.

De estos dos factores, el presente trabajo se enfoca en la sostenibilidad a nivel de prestadores de servicios y dado que el indicador RT mide la sostenibilidad financiera, el análisis se centrará en el aspecto económico financiero.

1.3 Niveles de la sostenibilidad financiera

En cuanto a la cobertura de los costos en la prestación del servicio, las EP pasan por distintos niveles en los que es posible advertir la relación entre los ingresos y costos en los que incurre, a continuación se muestra las distintas categorías por las que atraviesan (Fernández 2009).

- **Cobertura operativa**

Implica que los costos de personal e insumos son cubiertos con los ingresos tarifarios. La utilidad bruta (ingresos operativos menos costos directos de producción y administración) es igual o mayor que cero.

- **Cobertura financiera básica**

Los costos operativos y administrativos, incluyendo depreciación, son cubiertos con ingresos. La utilidad del estado de resultados es baja o cercana a cero.

- **Sustentabilidad financiera**

La utilidad presentada en el estado de resultados, esto es, después de cubrir la depreciación y los intereses del endeudamiento, cubre el costo de capital propio.

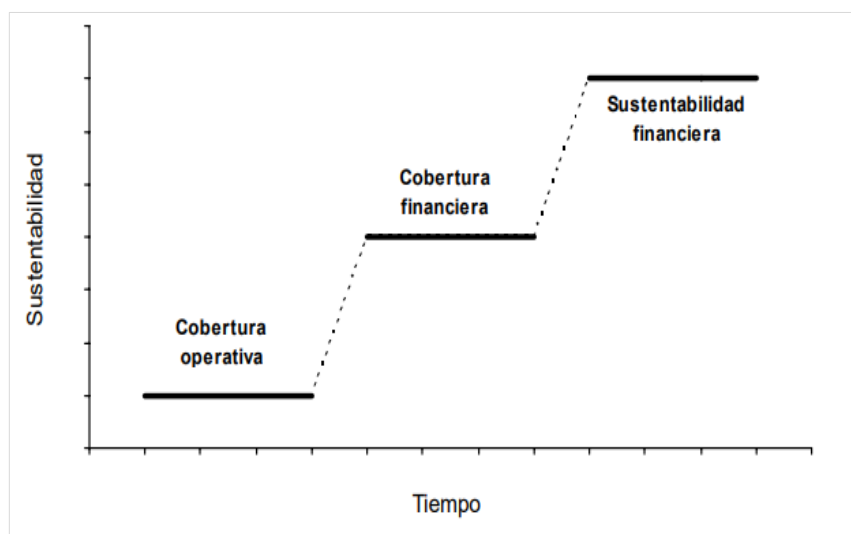
La empresa cuenta con la capacidad de cubrir los costos en los que incurre para la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado.

Cabe indicar que, en este extremo, se considera como sustentabilidad financiera siempre y cuando la EP alcance a cubrir la depreciación y los intereses de endeudamiento, situación distinta al

concepto de sostenibilidad financiera que es usado por la SUNASS dado que para su medición, utiliza el indicador relación de trabajo, el mismo que no considera la depreciación ni los intereses de endeudamiento, encontrándose más cercano al concepto de cobertura operativa.

A continuación, se muestran los diferentes estadios de los avances temporales hacia la sustentabilidad financiera, presentado en el gráfico 3.

Gráfico 3. Avances temporales hacia la sustentabilidad financiera



Fuente: Fernández (2009).

2. La relación de trabajo como un indicador de sostenibilidad financiera

2.1 Principales indicadores financieros para la EP en América Latina

Conforme a lo indicado por Jorge Ducci y Lucio Javier García, son considerados indicadores financieros en Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento en América Latina y el Caribe, los siguientes: i) Índice de cobertura de costos operativos; ii) Índice de endeudamiento; e iii) Índice de rentabilidad sobre patrimonio (Ducci y García 2013). En esta sección nos ocuparemos del índice de cobertura de costos operativos, por ser análogo a la **relación de trabajo**.

- **Índice de cobertura de costos operativos:** Mide el cociente entre los ingresos operativos conformados por los ingresos procedentes de los servicios de operación de la entidad y los costos operativos que incluye los costos de operación, mantenimiento y administrativos, sin incluir los costes de depreciación de los activos de la entidad (Ducci y García 2013).

Es decir, el índice de cobertura de costos operativos mide la relación entre ingresos y costos operativos percibidos por una empresa prestadora de servicio de saneamiento. “Este es un indicador clave que muestra el margen en el resultado de explotación de una entidad, de manera que si la facturación no alcanza a cubrir sus costos operativos, se produce un déficit en las actividades operativas de la empresa, que debe ser financiado mediante recursos provenientes de otras fuentes externas” (Ducci y García 2013: 8).

En ese sentido, el Índice de cobertura de costos operativos se aproxima al valor recíproco de la RT.

2.2 Indicador financiero usado en el Perú para medir el desempeño de las EP: RT

En el Perú, la entidad a cargo de la evaluación de los indicadores de las EP es el organismo regulador de agua potable, la SUNASS, quien evalúa la sostenibilidad financiera de las EP a través del indicador RT (SUNASS 2019a).

La SUNASS define la RT como el indicador que muestra la relación entre costos y gastos desembolsables; e ingresos operacionales de las EP (SUNASS 2019a). Este indicador es de “reducción” lo cual implica que mientras menor sea su valor, la EP se encuentra en una mejor situación en cuanto a sostenibilidad financiera.

El indicador **relación de trabajo** tiene como propósito “identificar a aquellas empresas prestadoras cuya tarifa de agua potable no estaría cubriendo la totalidad de costos y gastos desembolsables”. Se establece como regla de cálculo de este indicador la siguiente:

$$\text{Relación de Trabajo} = \frac{COT_t - DEP_t - PCD_t}{IOT_t}$$

Donde:

COT_t : son los costos operativos totales desde inicios del año hasta el mes “t”.

DEP_t : es la depreciación desde inicios del año hasta el mes “t”.

PCD_t : es la provisión por cobranza dudosa desde inicios del año hasta el mes “t”.

IOT_t : son los ingresos operativos totales desde inicios del año hasta el mes “t”.

t : es el mes en el cual se hace la evaluación.

La fórmula señalada en el párrafo precedente corresponde a la definición de SUNASS según la Resolución del año 2006, la cual considera que la data se puede procesar y consolidar mes a mes. Para el presente estudio, los datos se consideran con periodicidad anual, de acuerdo a la información consolidada y proporcionada por SUNASS, la cual es utilizada por el Regulador en sus reportes anuales de benchmarking y fue entregada por solicitud de acceso a la información para los fines del presente trabajo.

2.3 ¿Por qué la RT es un buen indicador de sostenibilidad financiera en el Perú?

Como ha sido indicado, tanto por Fernández cuando señala las distintas categorías financieras en las que se encontrarían las EP, como por Jorge Ducci y Lucio Javier García, al hacer referencia a los principales indicadores financieros, existe un nivel básico de sostenibilidad financiera en el que las EP deberían ser capaces de cubrir sus costos operativos con sus ingresos operativos, sin considerar los fondos destinados a provisión por cobranza dudosa y los costos de depreciación. En términos de Fernández esto se denomina cobertura operativa y en el caso de Jorge Ducci y Lucio Javier García, cobertura de costos operativos.

En ese sentido, la RT nos permite medir la sostenibilidad financiera en el nivel de cobertura operativa, que es el nivel en el que se encuentra la mayoría de las EP en el Perú.

2.4 La RT y el tamaño de la EP

Un estudio realizado por la SUNASS para 34 EP con información del periodo 2014-2016 sobre la escala eficiente para la prestación de los servicios de saneamiento (SUNASS 2018a), concluye que existe una escala eficiente en la propuesta de SUNASS, según la cual se puede determinar el tamaño óptimo que debería tener una EP para brindar los servicios al mínimo costo posible; lo que, en términos de la relación de trabajo implica una optimización de los costos operativos con relación a los ingresos operativos.

En ese sentido, el Regulador (SUNASS 2018a) determina una escala mínima eficiente, la cual determina para la Costa un óptimo de 35.229 conexiones, para la Sierra 17.405 conexiones y para la Selva 12.907 conexiones; sin embargo, para una eventual integración debe también considerarse la condición de monopolio natural del servicio y la verificación de la existencia de subaditividad de costos. De otro lado, recomienda la agregación o integración de prestadores de menor tamaño a fin de aprovechar economías de escala, lo que podría ser causado por la existencia de elementos de producción no divisibles, los que integrados pueden ser aprovechados hasta su máxima capacidad.

De otro lado, en un estudio sobre las economías de escala en el Perú (Mercadier, Cont y Ferro 2016), basado en un panel de datos con información del periodo 2006-2010 que examinó 39 EP, revela en el Perú la falta de economías de escala en el sector como un todo, señalando que sí se pueden producir ahorros en los costos a través del incremento en el volumen de producción de agua (economías de densidad de producción), y una mayor densidad de la provisión (economías de densidad del consumidor), pero no vía un incremento en el número de las localidades servidas.

De lo anterior, se puede colegir que las economías de escala para las EP en el Perú, deben orientarse a un mejor aprovechamiento de la capacidad, hasta llegar a su máxima capacidad instalada, y no tanto en una integración a priori, dadas las condiciones geográficas de nuestro país.

Sin embargo, esto no descarta que exista una ventaja manifiesta en las empresas prestadoras de acuerdo a su mayor tamaño, ventajas que se explicarían por factores de densidad en la prestación de los servicios.

3. Control de la RT

- Estudios Tarifarios y Metas de Gestión

De acuerdo al artículo 4° del Reglamento General de Regulación Tarifaria (RGRT), aprobado con Resolución de Consejo Directivo N° 009-2007-SUNASS-CD de 31 de enero de 2007, publicado en “El Peruano” el 5 de febrero de 2007, y modificatorias, la función de regulación tarifaria de la SUNASS es exclusiva y excluyente, y el ejercicio de dicha función comprende, entre otros aspectos: determinar las tarifas de las EP bajo su ámbito y establecer las metas de gestión, en concordancia con las tarifas aprobadas.

Para ello, el artículo 6° del RGRT señala que el Plan Maestro Optimizado (PMO) es la herramienta regulatoria para determinar tanto las fórmulas tarifarias, estructuras tarifarias como las metas de gestión. El PMO deberá ser formulado por la EP y excepcionalmente el Regulador lo formulará de oficio. De conformidad con lo indicado en los artículos 7° y 9° del referido cuerpo legal, el PMO formulado se elabora para un horizonte de 30 años.

En ese sentido, en el ejercicio de su función regulatoria, SUNASS viene fijando metas de gestión a las EP con la finalidad de garantizar que las inversiones se reflejen en una mejora de la prestación de los servicios. Ahora bien, de acuerdo a Layseca y Gutiérrez (2020), las metas de gestión más utilizadas en los Estudios Tarifarios aprobados para 41 EP que culminaron sus períodos regulatorios entre los

años 2014-2019, son las siguientes: micromedición (nuevos medidores y renovación de medidores), continuidad y relación de trabajo. Sin embargo, a pesar que la ejecución de inversiones se debe reflejar en una mejora en la prestación de los servicios, y para ello se fijan metas de gestión, se advierte que no existe una meta de cumplimiento de inversiones.

De otro lado, de acuerdo al informe citado, debe tenerse en cuenta que un esquema regulatorio que reconoce costos no controlados, podría llevar a sacrificios en la calidad. Por ello, en el presente estudio, debería tenerse en cuenta que valores de “mejora” en la RT podrían, en algunos casos, estar encubriendo una disminución de costos en desmedro de la calidad de los servicios.

- ***Benchmarking* regulatorio a cargo de la SUNASS.**

La SUNASS realiza, como parte de sus funciones, la evaluación de la gestión de las EP, actividad que se realiza desde el año 1998, a través de la recolección de datos y publicación de la evaluación de desempeño de las EP a través de los indicadores de gestión. Esta evaluación permite calificarlas y clasificarlas de acuerdo al puntaje obtenido (SUNASS 2017).

Los objetivos del *benchmarking* son evaluación del desempeño, mejora del rendimiento y transparencia, los que permiten a las EP y al Regulador un registro ordenado, que sirva de punto de referencia a fin de incentivar la implementación de mejores prácticas de las EP (SUNASS 2017).

Cabe resaltar que los pilares del *benchmarking*, son los siguientes (SUNASS 2017):

- Reglas claras: normativa que establece las variables requeridas para el cálculo de los indicadores, remitido en forma mensual e información financiera trimestral.
- Sistema de captura y transferencia de datos: Desarrollado en el año 2002 y entregado a las EP en el año 2003. SICAP¹⁰, SIEPS¹¹ y FTP.
- Asistencia técnica: Para el uso del SICAP, consultas mediante videoconferencias.
- Institucionalidad. Obligación de las EP de designar un coordinador titular y suplente responsable del envío de información a la SUNASS.

Los indicadores del *benchmarking* regulatorio se clasifican en 4 áreas de desempeño: acceso,

¹⁰ SICAP- Sistema de Captura de Datos, por el cual las empresas ingresan la información de variables de gestión operativa, comercial y financiera y de control de calidad del agua.

¹¹ SIEPS- Sistema de Información de EPS, utilizado en la SUNASS para el procesamiento de la información remitida por las EPS y cuyos resultados son exportados a archivos MS-Excel en los que se trabaja el *benchmarking*. FTP- *File transfer protocol*, en el cual las EPS cuentan con un ambiente individual con clave y usuario, y en el que colocan de manera periódica los archivos generados.

calidad, clientes y sostenibilidad financiera. En cuanto a la sostenibilidad financiera, el indicador utilizado es la RT (SUNASS 2017).

- Régimen de apoyo transitorio (RAT) a cargo de OTASS

De acuerdo al artículo 79°, numeral 79.8 del Texto Único Ordenado del Decreto Legislativo N° 1280, la SUNASS evalúa a las EP de accionariado municipal a fin de determinar si incurren en causal(es) para el ingreso al RAT y de conformidad con el artículo 88°, numeral 88.1 esta evaluación se realiza de oficio anualmente, incluyendo la solvencia económica y financiera.

Son causales para la aplicación del RAT, entre otras, la posible insolvencia económico-financiera de la empresa, según los criterios establecidos en el numeral 89.1 del Reglamento.

El OTASS, dependiente del MVCS, prioriza el ingreso y dirige el RAT en las EP de accionariado municipal incorporadas al mismo.

4. Indicadores relacionados con la RT

La relación de trabajo por su definición y estrecha relación con los costos e ingresos, tiene relación con diferentes variables, las cuales se tratarán de identificar. Un conjunto de variables se encuentra, por ejemplo, en el Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Saneamiento, aprobado con la Resolución de Consejo Directivo N° 10-2006-SUNASS-CD, de 1 de marzo de 2006, Anexo N° 1: Conjunto de Indicadores de Gestión, y del cual se ha extraído los indicadores que pueden tener incidencia en sus resultados, los cuales se encuentran agrupados en la referida norma, en los aspectos, entre otros, de calidad de la prestación de los servicios, acceso a los servicios y eficiencia empresarial.

Al respecto, de la revisión de estudios anteriores, el Estudio “Escala Eficiente para la Prestación de Servicios de Saneamiento” (SUNASS, 2018a), respecto a la formulación de costos e ingresos, identifica estudios anteriores como los siguientes:

(Mizutani y Urakami, 2000, como se citó en SUNASS, 2018a) que consideran entre las variables de costos, al índice de utilización de agua subterránea. En el mismo sentido (Torres y Morrison, 2006, como se citó en SUNASS, 2018a) incluyen en la producción, el porcentaje de agua distribuida de fuente subterránea dentro de las variables técnicas.

Otros autores, (Nauges y Van Den Berg, 2008, como se citó en SUNASS, 2018a) consideran el promedio de continuidad del servicio, y el número de roturas de cañerías. Respecto a este último indicador, en nuestro estudio consideramos la densidad de roturas en las redes de distribución de agua potable.

En cuanto a la función de costos, los costos variables que considera el Estudio ya referido de SUNASS, utiliza entre otros, el nivel de continuidad, el nivel de micromedición, y entre las variables categóricas: tratamiento de aguas residuales (Tratamiento de agua residual mayor o igual a 60%), utilización de fuente subterránea (Utilización de agua subterránea mayor al 50%).

En otro estudio relacionado al tema: “Economías de densidad de producto, clientes y tamaño en el sector de agua y saneamiento en el Perú” (Mercadier, 2012: 5), en el cual “a partir de un panel de 39 empresas para los años 2006 al 2010 se elaboró una función de costos de la cual se derivan los conceptos de economías mencionados. Adicionalmente, se incluyen variables de calidad de servicio y ambiente de operación de las empresas prestadoras para evaluar la interacción de la calidad y los ambientes de operación sobre los costos”. Asimismo, en las conclusiones del Estudio se señala que “A medida que la calidad del servicio aumenta, las economías de escala también lo hacen, junto con el tamaño mínimo óptimo” (Mercadier, 2012:36).

Las consideraciones expuestas refuerzan el que se haya considerado en el presente trabajo variables relacionadas con la calidad del servicio, como son: la continuidad, la presión, la densidad de reclamos totales y el tratamiento de aguas residuales.

Un segundo grupo de variables están relacionadas con la eficiencia empresarial, algunas de las cuales se han considerado en los estudios previos referidos, como son: la micromedición, el agua producida obtenida mediante fuente subterránea, la densidad de roturas de las redes de distribución del agua potable. Asimismo, se han considerado otras variables de este grupo en razón de su relación con los costos o ingresos.

Un resumen de las variables utilizadas (15) se muestra en la tabla 3. Una definición y descripción más detallada de las variables mencionadas se adjunta en el **Anexo 2** de este trabajo.

Tabla 3. Resumen de variables identificadas relacionadas con la RT

Variable/Aspecto	Abrev.	Unidad	Definición	Rango
Calidad de la prestación de los servicios				
Continuidad	CONT	Horas	Promedio ponderado número de horas de servicio de agua potable que la EP brinda al usuario	0-24
Presión	PRES	mca	Promedio ponderado de presión de abastecimiento del servicio de agua potable en la red de distribución	0-50
Densidad de reclamos totales	DRT	(Rec/mes) por mil conexiones	Reclamos totales recibidos por la EP por cada mil conexiones totales de agua potable	0-Infinito
Tratamiento de aguas residuales	TAR	%	Proporción de las aguas residuales recolectadas que reciben un tratamiento efectivo previo antes de ser volcadas a un cuerpo receptor	0-100
Acceso a los servicios				
Cobertura de agua potable	COBAP	%	Proporción de la población zona administrada por la EP con acceso al servicio de agua potable	0-100
Cobertura de alcantarillado	COBAL	%	Proporción de la población zona administrada por la EP con acceso al servicio de alcantarillado	0-100
Eficiencia empresarial				
Agua no facturada	ANF	%	Proporción de volumen de agua potable producida que no es facturada por la EP	0-100
Micromedición	MICRO	%	Proporción del total de conexiones de agua potable que tiene instalado un medidor operativo	0-100
Morosidad	MOROSD	mes	Nivel de las cuentas por cobrar comerciales netas, medido en número de meses equivalentes de facturación.	0-Infinito
Agua producida obtenida mediante fuentes subterráneas	AOBTMFSUB	%	Proporción del agua producida por la EP que se obtiene por fuentes subterráneas	0-100
Densidad de roturas de las redes de distribución de agua potable	DROTREDAP	Rot/Km	Incidencia de las roturas de las redes de distribución de agua potable en relación a su longitud	0-Infinito
Densidad de atoros en las redes de alcantarillado	DATOREDAL	Atoros/Km	Incidencia de los atoros en las redes de alcantarillado en relación a su longitud	0-Infinito
Trabajadores por mil conexiones ¹²	TPMCONX	(Trab/con. tot.) por mil conexiones	Cantidad de trabajadores por cada mil conexiones totales	0-Infinito
Servicio Completo ¹³	SERVCOMP	%	Proporción de Conexiones totales alcantarillado /Conexiones totales agua potable	0-100
Avance total de ejecución presupuestal ¹⁴	AVAT	%	Proporción de ejecución anual /ejecución total programada modificada	0-100

Fuente: Elaboración propia 2021, usando información de SUNASS (2006).

¹² Tomado de SUNASS (2014): Reporte de los Indicadores de Gestión de las EPS a diciembre de 2014, p. 33.

¹³ Variable asumida en el presente trabajo, que se ha tomado debido a que de los datos recibidos se advierte que no siempre las conexiones de alcantarillado van a la par con la correspondiente conexión de agua potable.

¹⁴ De la consulta del Gasto Presupuestal de las Entidades de Tratamiento Empresarial (ETES), para el rubro de empresas municipales de agua potable y alcantarillado. Portal web del MEF.

Capítulo III. Marco metodológico

1. Enfoque de investigación: cuantitativa

El enfoque de la investigación tiene carácter cuantitativo debido a que se analiza una realidad objetiva, el desempeño del sector de prestación del servicio de agua potable y saneamiento, y la postura planteada está en concordancia con lo que reflejan los datos, estadísticas e indicadores relacionados con la RT. En ese sentido, se propone encontrar los factores que influyen en la trayectoria de la sostenibilidad de las EP.

La postura de la investigación respecto al desempeño de las EP es neutral y objetiva. De acuerdo con Kafka (1989), la firme intención de este documento es verter enunciados concisos y compactos.

Dado que la población objeto de estudio está delimitada a 48 EP, ubicadas en todo el territorio del Perú, las conclusiones y recomendaciones que se obtengan del análisis estadístico planteado serán representativas a nivel nacional. Asimismo, el tratamiento de los datos podrá ser replicado por futuras investigaciones que refuten o validen las aseveraciones vertidas en esta investigación.

2. Alcance: correlacional

En primer término, se describen las magnitudes y direcciones de algunos indicadores que podrían influir en la RT, en un periodo específico (2014-2019) para las 48 EP y de forma agrupada según su número de conexiones.

Posterior a ello, siguiendo las pautas de Hernández, Fernández y Baptista (2014), una vez revelado el desempeño promedio de las EP agrupadas de acuerdo con su dimensión, y de la revisión de la literatura especializada, se pretende conocer el grado de asociación que existe entre las variables planteadas y el desempeño del indicador RT; toda vez que este estudio pretende hacer recomendaciones sobre los factores donde se podrían impulsar mayores esfuerzos de política o gestión, o intervenir con mayor eficacia para que las EP estén en condiciones de, paulatinamente, poder revertir su desempeño o alcanzar un mejor performance en beneficio de una calidad adecuada del servicio para sus usuarios.

3. Recolección de datos

En este campo de investigación existen dos tipos de datos para analizar los planteamientos propuestos: i) datos transversales, es decir, información de las EP en un determinado momento

del tiempo y ii) datos longitudinales, que permiten observar la evolución en el tiempo de los indicadores objeto de estudio.

En esta investigación las fuentes de la recolección de datos son principalmente:

- Reportes estadísticos,
- Estudios tarifarios,
- Planes maestros optimizados,
- Documentos de estudio comparativos o *benchmarking* de las EP en el Perú, entre otros.

Dichas fuentes de información son de carácter público y están disponibles en los repositorios digitales de las entidades involucradas: SUNASS, OTASS, EP, MEF, entre otras. Asimismo, a fin de contar con información completa y detallada se realizaron solicitudes de acceso a la información pública a SUNASS y al MEF, en el primer caso, información sobre los valores de los indicadores de gestión monitoreados por SUNASS, y en el segundo, información de ejecución presupuestal monitoreado por el MEF, de las 48 EP analizadas.

Con la totalidad de información recopilada se elaboró una matriz de datos o panel de datos, que permitió realizar el seguimiento de los principales indicadores de las EP en un período de seis (06) años.

Capítulo IV. Descripción, análisis y propuesta

1. Procesamiento de datos

La información se obtuvo de fuentes secundarias, proporcionadas por SUNASS y el MEF, a través de diversos pedidos de acceso a la información pública, información que fue entregada entre los meses de noviembre de 2020 y mayo de 2021. Asimismo, se tabuló la información transversal y temporal que se recolectó de 42 indicadores, compuestos por más de 120 variables, de los diversos indicadores de gestión de las 48 EP analizadas.

Como se desarrolló en el Capítulo II, se seleccionó 15 indicadores que tienen incidencia en los costos operativos, los ingresos recaudados o en ambos, toda vez que tienen una presencia importante en las actividades que realizan las EP para proveer los servicios de agua potable y saneamiento.

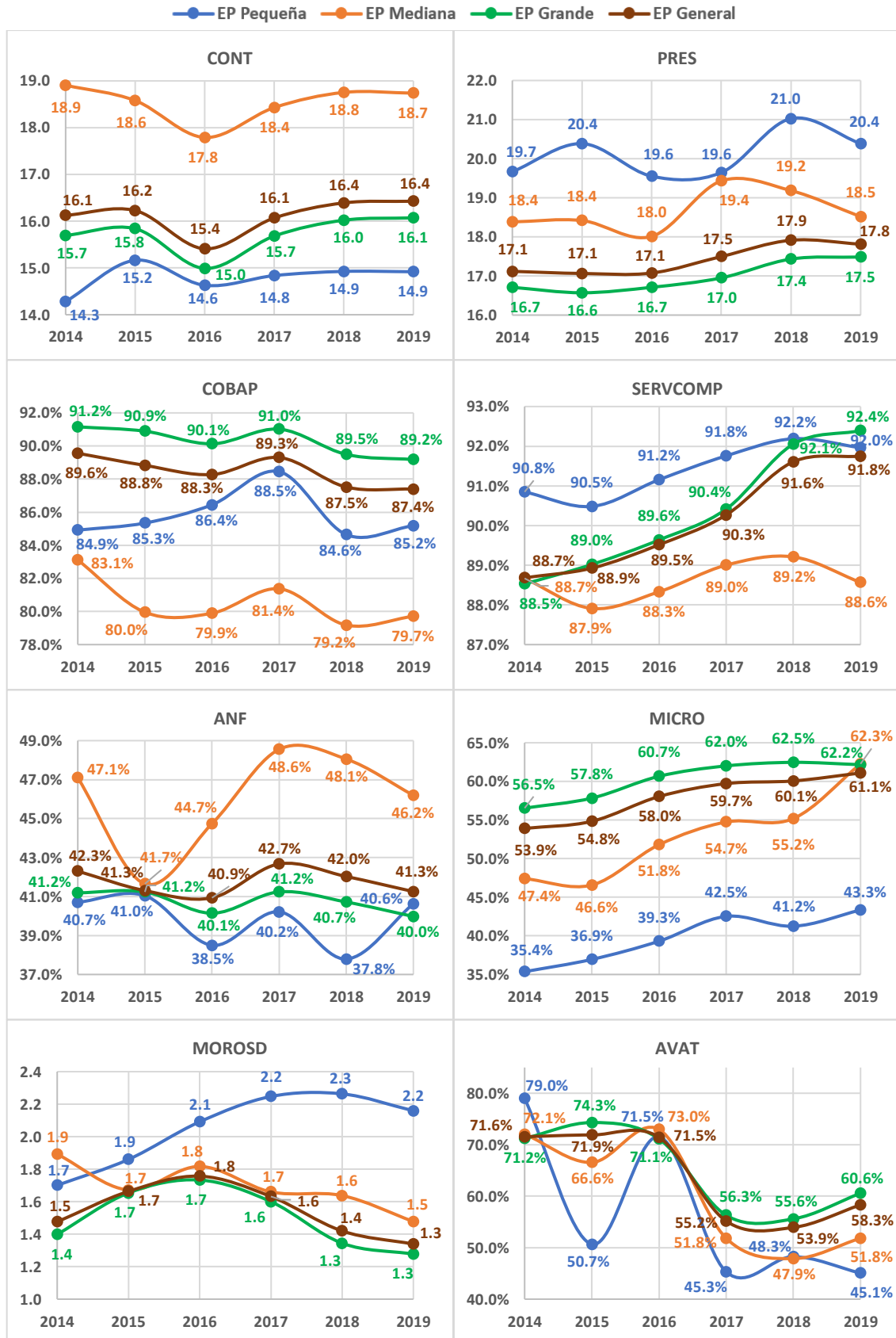
Como se obtuvo información de las variables que están detrás de cada indicador de gestión, para los 16 indicadores seleccionados, incluyendo la RT, estos se recalcularon sobre la base de las definiciones y fórmulas establecidas en la Resolución de CD N° 10-2006-SUNASS-CD, con la finalidad de contrastarlos con la información oficial, y se ratificaron los valores.

Por otro lado, se realizó una revisión de la data consolidada y se detectó información faltante en algunas variables. Al respecto, para superar esta situación, una parte se completó con información que obra en los diversos reportes y documentos públicos que emite SUNASS y OTASS, y que no había sido consignada en las respuestas a los requerimientos de acceso a la información pública. Una vez realizado este primer filtro, para completar la parte que no obra en los documentos públicos emitidos por SUNASS y OTASS, se utilizó la metodología de imputación de datos, para ello, se usaron las técnicas: interpolación, extrapolación y valor del periodo anterior, técnicas usadas para completar la información según la tendencia de los datos. Cabe precisar que este procedimiento se aplicó a un porcentaje mínimo de la data.

2. Descripción de comportamiento de variables

Previo a la ejecución del análisis correlacional, se realiza una descripción del comportamiento de las 15 variables relacionadas con la RT, a lo largo del período en estudio para las 48 EP, segmentadas según tamaño, para lo cual en los gráficos 4 y 5 se muestra el comportamiento de las variables relacionadas con ingresos y costos, respectivamente, a fin de visualizar sus promedios, identificar diferencias relevantes en los valores de las mismas y cuán cercanos o lejanos están sus valores en cuanto a los estándares o valores deseables.

Gráfico 4. Comportamiento de variables propuestas vinculadas a los ingresos



Fuente: Elaboración propia 2021.

Del gráfico 4, se aprecia que las EP medianas muestran un mejor desempeño en cuanto a la variable CONT que las EP pequeñas y grandes, aunque en los promedios por tamaño no se presentan diferencias importantes. El valor óptimo es 24 horas. La variable PRES es ligeramente mayor en las EP pequeñas y desciende en forma leve a mayor tamaño de EP; sin embargo, las diferencias son mínimas. La presión promedio se mantiene dentro de los valores aceptados, es decir, en el rango entre 10 a 50 metros de columna de agua (mca).

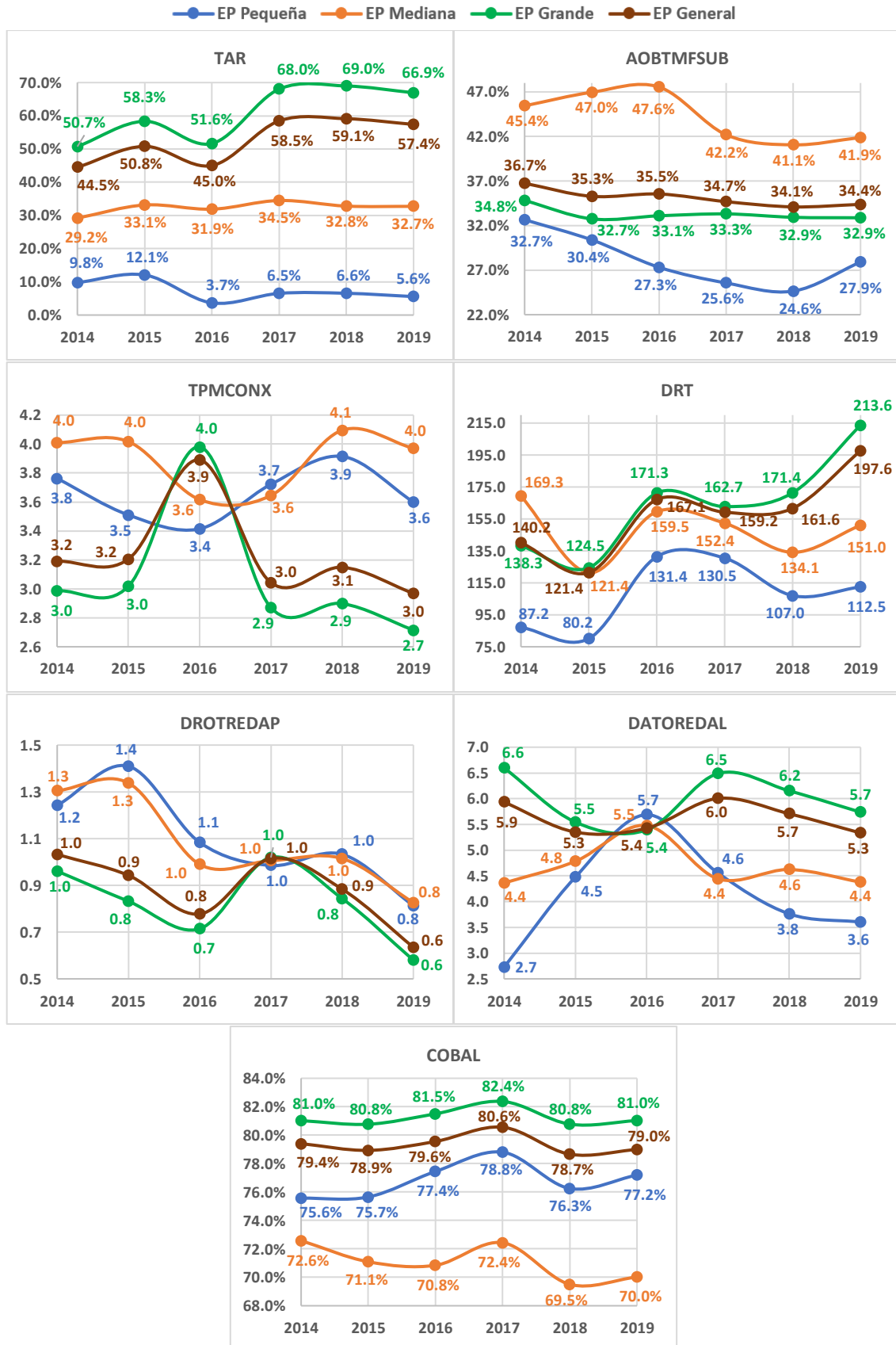
En relación a la variable COBAP, no se advierte una tendencia relevante en los valores de esta variable respecto al tamaño de EP. El valor óptimo es el 100%. Los valores de la variable SERVCOMP para todos los tamaños de EP se encuentran en rangos cercanos entre 88% a 92%, sin mayores diferencias. El valor óptimo es 100%. En el caso de la variable ANF, el promedio del indicador es prácticamente semejante en todos los tamaños de EP. Si bien no hay parámetros de estandarización, de la revisión de los resultados de las EP al año 2019 reportados por SUNASS, se advierte que hasta 11 de 48 EP han logrado porcentajes de ANF menores al 30%, similares a los mejores desempeños de EP grandes como SEDAPAR, lo que podría tomarse como valores aceptables para la realidad de las EP, aunque no todavía óptimos. Asimismo, el MVCS (2017) establece en el Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021 como meta para el 2021, un valor de ANF de 30%.

En cuanto a la variable MICRO, el promedio es mayor según la EP pertenezca a un grupo de mayor tamaño. En las EP pequeñas, los valores solo llegan al 43%, mientras en las medianas y grandes llegan hasta el 62%. El valor óptimo es 100%. Existe, una brecha importante, y por tanto un mayor margen de crecimiento de este indicador en las EP pequeñas.

En relación a la variable MOROSD, se aprecia una relativa menor morosidad cuanto mayor sea el tamaño de la EP. Aquí también no hay parámetros absolutos, solo se pueden establecer comparaciones con los valores extremos que presentan las EP. La variable AVAT, presenta valores entre 45% a 79%, sin mayores diferencias para los 3 grupos de EP, siendo el valor óptimo el 100%.

Del gráfico 5, se advierte que la variable TAR es mayor, según la EP pertenezca a un grupo de mayor tamaño. En este caso, las diferencias en los niveles de TAR si son significativas. Se advierte que en las EP pequeñas los valores de TAR son bajos, entre 4% a 12%, y en las medianas 29% a 35%, siendo en las grandes entre 51% a 69%. En todos los casos insuficientes respecto al óptimo de 100%.

Gráfico 5. Comportamiento de variables propuestas vinculadas a los costos



Fuente: Elaboración propia 2021.

La variable AOBTMSUB, es mayor en las EP medianas, seguida de las grandes y por último las pequeñas, siendo significativa en las EP medianas, entre 41% a 48% del agua producida en dichas EP. Esta variable depende de la existencia de fuentes subterráneas. En el período en estudio, se aprecia un decrecimiento en los valores en las EP pequeñas y medianas, siendo estable en las grandes. El decrecimiento señalado, puede estar relacionado a que algunas fuentes pasan a la condición de inoperativas por sobreexplotación o deterioro de los equipos.

En cuanto a la variable TPMCONX, los rangos de valores son mayores y semejantes en las EP pequeñas y medianas, mientras que en las EP grandes los valores promedio son menores. Para esta variable solo se puede establecer comparaciones con los valores extremos de las EP. Los mejores valores están por el orden de 3.

Respecto a la variable DRT, hay un mayor número de reclamos por mil conexiones cuanto mayor sea el tamaño de la EP. En este caso, las diferencias son más notorias. No hay parámetros absolutos. Solo se puede establecer comparaciones relativas con los valores máximos de las 48 EP.

La variable DROTREDAP, no muestra mayores diferencias entre los tamaños de EP, mientras que la variable DATOREDAL muestra que a mayor tamaño de EP el valor de esta variable se incrementa. En cuanto a valores óptimos, en ambos casos solo se pueden establecer comparaciones con los valores extremos que presentan las EP.

En relación a la variable COBAL, no se advierte una tendencia clara en los valores de estas variables respecto al tamaño de EP. El valor óptimo de esta variable es 100%.

3. Planteamiento del modelo

La sostenibilidad es un proceso al que las EP deben apuntar para garantizar la prestación del servicio de agua potable y saneamiento. Esto además es reconocido en el marco normativo peruano (Resolución de CD N° 10-2006-SUNASS-CD). En la aplicación de esta norma, la SUNASS evalúa la sostenibilidad financiera de una EP con el indicador RT.

La RT es definida por la siguiente ecuación:

$$RT = \frac{COT_t - DEP_t - PCD_t}{IOT_t}$$

Tal como se señaló en el marco teórico, el propósito de este indicador es identificar aquellas EP

cuya tarifa de agua potable no estaría cubriendo la totalidad de costos y gastos desembolsables.

En ese sentido, se plantea un modelo estadístico que asocia las variables que pueden tener incidencia en la RT, tanto por el lado de los costos operativos, como de los ingresos recaudados:

$$RT = A + B(C) + Z(I) + U$$

Donde:

RT: Matriz del indicador relación de trabajo (RT).

A: Matriz de valores constantes.

B: Matriz de parámetros de sensibilidad de variables asociadas a costos operativos.

C: Matriz de variables explicativas asociadas a costos operativos.

Z: Matriz de parámetros de sensibilidad de variables asociadas a los ingresos recaudados.

I: Matriz de variables explicativas asociadas a los ingresos recaudados.

U: Matriz de términos aleatorios.

Esta ecuación de regresión es el instrumento estadístico que permitirá encontrar relaciones entre las variables que inciden en el desempeño de la RT, y de ser el caso, sus resultados contribuirán al sustento de los objetivos.

4. Metodología de estimación

4.1 Cuestiones previas: multicolinealidad y simultaneidad

En primer lugar, según lo señalado por Gujarati y Porter (2010) el problema de la multicolinealidad surge cuando existe un alto grado de correlación entre los regresores del modelo (multicolinealidad “alta” pero “imperfecta”) o existe una relación lineal exacta entre dos o más variables independientes (multicolinealidad perfecta). La presencia de cierto grado de multicolinealidad hace los estimadores menos eficientes (menos precisos o exactos), pero no los invalida; caso contrario ocurre cuando se detecta la presencia de multicolinealidad perfecta, en ese escenario, el modelo planteado es incorrecto.

De acuerdo con Labra y Torrecillas (2013), una de las formas prácticas para evitar problemas de multicolinealidad, es revisar la matriz de correlaciones de las variables independientes para detectar si existen altas correlaciones entre parejas de variables que podrían evidenciar un mismo comportamiento; en general, se debería esperar una correlación menor o igual a 0,70, aunque no

existe un criterio exacto. A continuación, en la siguiente matriz se muestra las correlaciones existentes entre las quince (15) variables explicativas usadas en el modelo:

Tabla 4. Matriz de correlaciones simples de las variables independientes

	CONT	PRES	DRT	TAR	COBAP	COBAL	SERVCOMP	ANF	MICRO	MOROSD	AOBTMFSUB	DROTREDAP	DATOREDAL	AVAT	TPMCONX
CONT	1,000														
PRES	0,580	1,000													
DRT	-0,055	-0,015	1,000												
TAR	-0,069	-0,041	0,102	1,000											
COBAP	0,025	0,053	-0,030	0,209	1,000										
COBAL	-0,197	0,050	0,003	0,348	0,581	1,000									
SERVCOMP	-0,285	-0,005	0,023	0,178	-0,283	0,550	1,000								
ANF	0,191	-0,057	0,005	0,006	0,055	-0,108	-0,258	1,000							
MICRO	0,522	0,640	0,160	0,015	0,077	-0,034	-0,134	-0,063	1,000						
MOROSD	-0,351	-0,169	0,051	-0,087	0,052	0,053	0,034	0,110	-0,362	1,000					
AOBTMFSUB	-0,058	-0,186	0,054	0,068	-0,111	0,076	0,215	-0,109	-0,160	-0,092	1,000				
DROTREDAP	-0,099	0,139	0,052	-0,075	0,019	-0,089	-0,163	0,053	0,081	0,084	-0,117	1,000			
DATOREDAL	-0,126	-0,220	0,215	0,074	-0,282	-0,105	0,075	0,084	-0,056	-0,022	0,200	0,031	1,000		
AVAT	-0,041	-0,063	-0,061	-0,064	0,119	-0,092	-0,192	-0,009	0,057	0,005	-0,026	-0,014	-0,120	1,000	
TPMCONX	0,031	0,171	0,157	-0,350	-0,037	-0,074	-0,029	0,002	0,221	-0,085	-0,140	0,199	-0,007	-0,025	1,000

Fuente: Elaboración propia 2021.

De los resultados obtenidos se observa que, en ninguno de los casos las correlaciones de los regresores superan el valor referencial de 0,70, lo que hace poco probable la presencia de multicolinealidad.

De otro lado, complementado lo mencionado en los párrafos precedentes, se ha revisado en la literatura especializada la naturaleza de las diferentes variables independientes, a fin de descartar que estas variables puedan estar recogiendo la misma información; al respecto, según lo mostrado en el **Anexo 3**, no se advierte relaciones relevantes entre los regresores que podrían conllevar a la multicolinealidad entre los mismos.

En segundo lugar, según Wooldridge (2002) el problema de simultaneidad ocurre si la variable dependiente explica o determina simultáneamente a una o más variables independientes. Este sesgo simultaneidad es una de las causas del problema de endogeneidad, que ocurre cuando existe correlación entre la(s) variable(s) explicativa(s) y el término de error, lo que podría disminuir la precisión de los parámetros a estimar.

Al respecto, el modelo planteado nos permite establecer relaciones válidas, dado que existen

elementos o criterios para justificar la exogeneidad de los regresores. Así por ejemplo, la variable ANF, en parte obedece a roturas o a la antigüedad de las redes primarias y secundarias, la variable TAR generalmente obedece a la falta de implementación de colectores y plantas de tratamiento de aguas residuales, la variable CONT depende de la captación de fuentes de agua y la variable PRES está relacionada con el estado de las redes de distribución. Entonces, si bien estas variables pueden depender de la tarifa, principalmente obedecen a: inversiones significativas, el nivel presupuestal asignado a las EP, la brecha de infraestructura y similares; que impulsen inversiones en infraestructura vinculadas a la rehabilitación de los sistemas de agua y saneamiento.

Asimismo, se debe tener en cuenta que una parte significativa de los recursos utilizados para las inversiones antes citadas provienen de transferencias del gobierno central, donaciones, cooperación internacional, y no están directamente relacionadas con la RT a través de las tarifas. En ese sentido, el hecho de que las EP cuenten con mayor recaudación por aumento en las tarifas, no necesariamente significa que las variables citadas van a mejorar su desempeño. Por tanto, consideramos que los regresores planteados son razonablemente exógenos.

Ahora bien, de acuerdo a la literatura especializada, ante la posible presencia de endogeneidad, se podría haber aplicado pruebas estadísticas tales como:

- Test de exogeneidad débil: trata de verificar si efectivamente hay exogeneidad o no en los regresores.
- Test de instrumentos débiles: busca advertir, ante la presencia de endogeneidad y la dificultad en la identificación de un instrumento (variable proxy), si el instrumento elegido corresponde a un instrumento débil, el cual en lugar de contribuir podría estar empeorando las estimaciones.

Sin embargo, por la limitación de la información no fue posible la aplicación de los mismos. Por consiguiente, si bien es cierto que la exogeneidad de los regresores es un supuesto fuerte, consideramos, por lo expuesto, poco probable la presencia del problema de la simultaneidad.

4.2 Método de datos de panel

Los datos de panel combinan la dimensión del espacio y del tiempo en el análisis de la información, lo que permite hacer el seguimiento del comportamiento de individuos o entidades a través del tiempo. Asimismo, estamos ante un panel balanceado para las 16 variables utilizadas (1 variable dependiente y 15 variables explicativas), pues cada EP tiene el mismo número de observaciones e información para los seis años del periodo de estudio (2014-2019). Además, la

información recabada tiene las características de un panel corto, es decir, el número de entidades de corte transversal, en este caso EP (48), es mayor al número de años de estudio (6), estructura que se caracteriza por ser utilizada en estudios microeconómicos.

Como se mencionó en el Capítulo III, nuestro estudio es de tipo correlacional, y lo que pretendemos es que mediante regresiones econométricas se especifique un conjunto de variables que tengan algún grado de incidencia relevante en el comportamiento de la RT. En ese sentido, de la revisión de la literatura, existen dos modelos que sobresalen en la teoría econométrica de datos de panel, que serán aplicados en este estudio, el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios.

La especificación del modelo con efectos fijos es la siguiente:

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2(X2)_{it} + \beta_3(X3)_{it} + \dots + \beta_{16}(X16)_{it} + \mu_{it}$$

$$i = 1, 2, \dots, 48 \text{ EP}$$

$$t = 1, 2, \dots, 6 \text{ años}$$

Donde Y_{it} , es la matriz del indicador RT de la EP i en el año t ; X_{it} (de $X2$ a $X16$) es la matriz de variables explicativas de la EP i en el año t ; μ_{it} es la matriz de errores y; β son los parámetros a estimar de las variables explicativas. Según Gujarati y Porter (2010) el modelo de efectos fijos captura la heterogeneidad o características especiales de los individuos. Es así que, el parámetro de intercepto β_{1i} toma en cuenta las diferencias de la RT entre las 48 EP, es decir, refleja los efectos de las variables no observadas sobre la RT, aunque estas variables pueden diferir entre EP, en este modelo se asume que estas no varían para una EP cualquiera durante el periodo de estudio. Además, este modelo también asume que los parámetros (o coeficientes) no varían entre las EP ni a través del tiempo.

Asimismo, se asume que las variables explicativas no son estocásticas y que no dependen del término error (μ_{it}), que es un ruido blanco, con media cero y varianza constante. Además, este modelo será calculado con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Por otro lado, en el modelo de efectos aleatorios se asume que el intercepto puede variar en el tiempo, es decir el β_{1i} es aleatorio en el tiempo, con un valor medio igual a β_1 más un término error aleatorio, con media cero y varianza constante ε_i :

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i$$

Al respecto, la especificación del modelo con efectos aleatorios es la siguiente:

$$Y_{it} = (\beta_1 + \varepsilon_i) + \beta_2(X2)_{it} + \beta_3(X3)_{it} + \dots + \beta_{16}(X16)_{it} + \mu_{it}$$

Ahora, agrupando los términos de error, se tiene la siguiente ecuación:

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2(X2)_{it} + \beta_3(X3)_{it} + \dots + \beta_{16}(X16)_{it} + w_{it}$$

Donde w_{it} corresponde al término de error compuesto:

$$w_{it} = \varepsilon_i + \mu_{it}$$

En Gujarati y Porter (2010), el término de error compuesto w_{it} , consta de dos componentes: ε_i , componente de corte transversal o del individuo y μ_{it} , la combinación de componente de error de serie de tiempo y corte transversal, que suele denominarse error idiosincrático, porque varía para cada sujeto así como en el tiempo.

Asimismo, este modelo asume que w_{it} no está correlacionado con las variables explicativas, caso contrario los estimadores no serían consistentes. Por otro lado, de acuerdo a la literatura especializada, debido a la estructura de correlación entre los componentes del término error, el método más apropiado para calcular el modelo de efectos aleatorios es el de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG).

Ahora bien, toda vez que los parámetros β fueron calculados con el modelo de efectos fijos y el de efectos aleatorios, de acuerdo a la práctica econométrica para elegir cuál de las dos regresiones se ajusta mejor a los datos, se debe realizar el Test de Hausman en el cual se probará las siguientes hipótesis:

H_0 : los estimadores del modelo de efectos fijos y los estimadores del modelo de efectos aleatorios no difieren considerablemente

H_1 : los estimadores del modelo de efectos fijos y los estimadores del modelo de efectos aleatorios si difieren considerablemente

Al respecto, si el p-valor es bajo, menor de 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre los estimadores de ambos modelos, y se rechaza la hipótesis nula, y es por tanto evidencia en contra del modelo de efectos aleatorios, por ello, el modelo escogido es el de efectos fijos. Caso contrario, si el p-valor es mayor a 0,05, se elige el modelo de efectos aleatorios. Asimismo, las estimaciones econométricas se ejecutarán utilizando el paquete estadístico Stata 13.

5. Análisis global

Al procesar los datos y obtener información completa para los 15 principales indicadores identificados, procedimos a ejecutar la regresión econométrica de panel de datos, bajo los modelos de efectos fijos y efectos aleatorios, para las 48 EP, cuyos resultados para el valor de los parámetros β^{15} y el valor de la probabilidad del estadístico (p)¹⁶ para las diferentes variables se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Variables utilizadas para el análisis global¹⁷

Variables	Efectos fijos	Efectos aleatorios
Continuidad (CONT)	0,00183 (0,765)	-0,00395 (0,107)
Presión (PRES)	-0,00101 (0,857)	-0,000668 (0,804)
Densidad de reclamos totales (DRT)	-0,000528 (0,0613)	-0,000377 (0,0416)
Tratamiento de aguas residuales (TAR)	0,013 (0,832)	0,0107 (0,787)
Cobertura de agua potable (COBAP)	-0,319 (0,33)	-0,23 (0,248)
Cobertura de alcantarillado (COBAL)	0,55 (0,047)	0,199 (0,306)
Servicio completo (SERVCOMP)	0,193 (0,439)	-0,199 (0,177)
Agua no facturada (ANF)	0,0336 (0,814)	0,0529 (0,532)
Micromedición (MICRO)	0,206 (0,11)	-0,0546 (0,492)
Morosidad (MOROSD)	-0,00499 (0,634)	-0,000675 (0,912)
Agua producida obtenida mediante fuente subterránea (AOBTMFSUB)	0,0182 (0,817)	-0,0133 (0,664)
Densidad de roturas en las redes de distribución de agua potable (DROTREDAP)	0,00118 (0,744)	-0,00259 (0,519)
Densidad de atoros en la red de alcantarillado (DATOREDAL)	0,00183 (0,534)	0,00155 (0,325)

¹⁵ En la presente investigación de acuerdo con Labra y Torrecillas (2013), en todas las regresiones econométricas ejecutadas con el programa Stata 13 para estimar los parámetros y su nivel de significancia estadística bajo el modelo de efectos fijos y efectos aleatorios, se utilizó la opción `vce(robust)`, la cual considera en las estimaciones la posible presencia de heterocedasticidad en la información recabada, con el fin de evitar el sesgo y la ineficiencia de los parámetros.

¹⁶ El valor de "p" que indica que la asociación es estadísticamente significativa ha sido arbitrariamente seleccionado y por consenso se considera en 0,05. En la práctica de las ciencias sociales, es admisible utilizar los siguientes niveles de confiabilidad: i) una seguridad del 90% lleva implícito una $p < 0,1$, ii) una seguridad del 95% lleva implícito una $p < 0,05$ y iii) una seguridad del 99% lleva implícita una $p < 0,01$.

¹⁷ Considerando las 48 EP y los 6 años del periodo de estudio, se tiene un total de 288 observaciones.

Variables	Efectos fijos	Efectos aleatorios
Avance total de ejecución presupuestal (AVAT)	0,0961 (0,0677)	0,0814 (0,101)
trabajadores por mil conexiones (TPMCONX)	0,00781 (0,266)	0,0127 (0,0907)
Constante	0,401 (0,304)	1,144 (0,0000000155)
R ²	0,0091	0,1560
F	2,01	-
Probabilidad del F	0,0353	-
Wald chi2	-	29,46
Probabilidad chi2	-	0,0140
N	288	

Fuente: Elaboración propia 2021.

Adicionalmente, se llevó a cabo la prueba de Hausman para poder identificar qué modelo se ajusta mejor a los datos, y como el p-valor del estadístico Chi Cuadrado arrojó un valor mayor al 0,05, tal como se muestra en la tabla 6, el modelo más apropiado en este caso, resultó ser el de efectos aleatorios.

Tabla 6. Resultados Test de Hausman¹⁸ para Análisis Global

Test de Hausman chi2	16,64
P-valor chi2	0,341

Fuente: Elaboración propia 2021.

Al revisar el símbolo de los parámetros estimados y el nivel de significancia estadística a través del p-valor de aquellos, se obtuvo, en la mayoría de los casos, resultados consistentes en términos de la relación (positiva o negativa) entre la RT y las diferentes variables explicativas consideradas: CONT, PRES, TAR, COBAP, COBAL, SERVCOMP, ANF, MICRO, AOBTMFSUB, DATO-REDAL y TPMCONX, lo que se evidencia en los coeficientes resultantes, con signos positivos que expresan que cuando la variable se incrementa, la RT también se incrementa y signos negativos, que expresan que cuando la variable se incrementa, la RT disminuye.

No obstante, cuando analizamos la significancia de las variables, solo dos de ellas resultan significativas, las variables CONT y TPMCONX, con un nivel de confianza alrededor del 90%.

¹⁸ En el presente trabajo, de acuerdo con Labra y Torrecillas (2013), en todas las regresiones econométricas bajo el modelo de efectos fijos y efectos aleatorios con el objetivo de realizar el Test de Hausman, no se utilizó la opción `vce(robust)`, ya que solo así es posible calcular dicho test. Es preciso señalar que el valor de los parámetros estimados y su signo, no varían, así se utilice o no la opción `vce(robust)`.

En cuanto a la variable CONT, de acuerdo a la interpretación señalada por SUNASS (2006), este indicador está relacionado con la producción unitaria y el ANF.

De acuerdo con el mismo análisis, en el primer caso, el volumen producido unitario, indicador 5.8 según SUNASS (2006), permite identificar a aquellas EP que a pesar de producir lo suficiente para un abastecimiento continuo a la población, no lo hacen por ineficiencias en sus operaciones. A mayor diferencia entre este último indicador y el consumo unitario medido (indicador 2.3), mostraría ineficiencias operativas en la EP, lo que se traduce en una reducción de la variable CONT.

En el segundo caso, si bien en la regresión econométrica la variable ANF no resulta estadísticamente significativa, se advierte que la disminución de esta variable tendrá una incidencia directa en la mejora de los ingresos operativos, lo cual podría tener algún efecto en el desempeño de la RT. Respecto a este indicador, cabe precisar que las EP tienen un amplio espectro de análisis a fin de determinar el rubro donde podrían incidir con mayor eficacia. Para ello, un balance hídrico a considerar se muestra en el **Anexo 4** de este trabajo, el cual diferencia el agua comercializada del agua no comercializada.

En cuanto a las medidas a tomar para mejorar y reducir los índices de agua no facturada, se puede tomar como referencia las mejores prácticas consolidadas por las EP en el transcurso de los años. Una muestra de tales prácticas han sido expuestas por SUNASS (2018) en la sección “Buenas Prácticas Identificadas”, de un total de 6 EP, entre las cuales se encuentran como más recurrentes las siguientes:

- Determinación del balance hídrico de la EP para determinar los componentes del ANF.
- Programa de monitoreo permanente.
 - De lecturas atípicas.
 - Nivel de agua de los reservorios.
 - Gestión dinámica de la presión de los sectores abastecidos.
- Mejora del catastro integral del sistema de agua potable y alcantarillado.
- Asignación de cuadrillas dedicadas a la detección de fugas y delimitación de los circuitos de agua.
- Sectorización de sistemas y aplicación de micro y macromedición.

Respecto a la variable TPMCONX, este indicador permite identificar a aquellas EP que tienen mayores gastos en personal por unidad de conexión, lo cual incrementa sus costos operativos y

por tanto afecta la eficiencia de la empresa. En este caso, si bien no hay parámetros estándar establecidos de comparación, puede utilizarse a manera referencial la amplia variación de valores presentados en las diferentes EP, tomando en cuenta los valores más bajos como referencias a seguir.

Sin perjuicio de lo anteriormente señalado, podemos inferir que, a nivel general, considerando las 48 EP, existen pocas variables que influyen en la RT. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la diversidad de las EP analizadas también es importante, por lo que focalizar el análisis en ciertos grupos con características similares sería el paso a seguir.

A raíz de ello, una distinción o clasificación importante que se utiliza para describir el comportamiento de las EP es el nivel de tamaño de estas, los cuales son tres (03): pequeñas, medianas y grandes, clasificación que se basa en el número de conexiones que atienden las EP, como una aproximación a su capacidad operativa.

Por ello, para caracterizar mejor nuestro análisis, procedimos a realizar las regresiones econométricas para cada nivel de tamaño.

6. Evaluación de acuerdo al tamaño de la EP

Tal como se señaló en el Planteamiento del Problema del presente trabajo de investigación, sección 1.3 del Capítulo I, el comportamiento de los valores de la **relación de trabajo** varía según se analice en forma global para el universo total de las EP, o se analice por tamaño de EP, tal como se presentó en los gráficos 1 y 2 del Capítulo I.

Asimismo, tal como se ha expuesto en el marco teórico, sección 2.4, el tamaño de la EP influye en el desempeño de la misma, en manera tal que a un determinado tamaño le permita brindar los servicios al mínimo costo posible.

En ese sentido, a fin de analizar la correlación entre la RT y las variables que tengan incidencia en su desempeño, se ha visto por conveniente realizar los análisis estadísticos por grupos de EP, según el tamaño de la misma. Para tal fin, se ha utilizado la misma clasificación por tamaño que la utilizada por SUNASS, según la cual se tiene la clasificación de la siguiente manera: EP pequeñas: menos de 15.000 conexiones, EP medianas: entre 15.000 y 40.000 conexiones y EP grandes: entre 40.000 y 1 millón de conexiones. La clasificación de las 48 EP según tamaño y número de conexiones, según datos proporcionados por SUNASS al 2019, se muestra en el **Anexo 5** de este trabajo.

Es preciso señalar que dicha clasificación por tamaño genera que 16 EP se encuentran en el grupo de pequeñas, 15 EP en el grupo de medianas y 17 EP en el grupo de grandes. Es decir, aproximadamente 1/3 del total del universo en estudio se encuentran en cada grupo.

7. Resultados por tamaño de EP

Para el análisis de correlación con la RT, se partió de las 15 variables importantes identificadas previamente. Pero al haber varias que, aun así, no resultan significativas o cercanas a la significancia, se realizó un proceso iterativo, que iba descartando, de una en una, las variables que no tenían una influencia estadísticamente significativa con respecto a la RT.

7.1 EP pequeñas

Al cabo de varias iteraciones como se detalla en el **Anexo 6**, para el caso de las EP pequeñas, se muestran los resultados finales en la tabla 7, en la cual se exponen los resultados de las regresiones econométricas para este segmento. Se muestran los resultados, que comprenden: el valor de los parámetros β y el valor de la probabilidad del estadístico (p). En la primera columna se muestran los resultados bajo el modelo de efectos fijos y en la segunda bajo el modelo de efectos aleatorios.

Tabla 7. Variables determinantes de la RT para EP pequeñas

Variables	Efectos fijos	Efectos aleatorios
Servicio completo (SERVCOMP)	0,014 (0,954)	-0,0996 (0,172)
Micromedición (MICRO)	0,065 (0,761)	-0,13 (0,00755)
Constante	0,884 (0,00153)	1,065 (0)
R ²	0,0881	0,0952
F	0,05	-
Probabilidad del F	0,9489	-
Wald chi2	-	7,90
Probabilidad chi2	-	0,0193
N	96	

Fuente: Elaboración propia 2021.

Para determinar qué modelo es el que mejor se ajusta a los datos, y por ende arroja los parámetros de mayor consistencia, se aplicó el Test de Hausman. En ese sentido, tal como se muestra en la tabla 8, la probabilidad del estadístico Chi Cuadrado calculado tiene un valor de 0,691, el cual es mayor a 0,05, con lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula, por lo que el modelo más

apropiado es el de efectos aleatorios, resultando como variables significativas, la variable SERVCOMP y la MICRO. Cabe precisar que si bien el nivel de confianza de la variable SERVCOMP no alcanza el 90%, se aproxima a dicho valor, y muestra un signo consistente con los valores esperados.

Tabla 8. Resultados Test de Hausman para EP pequeñas

Test de Hausman chi2	0,74
P-valor chi2	0,691

Fuente: Elaboración propia 2021.

La variable explicativa SERVCOMP refleja en qué medida el servicio de agua potable y alcantarillado se brinda en forma conjunta. Asimismo, el signo negativo que tenemos como resultado para el valor del parámetro, quiere decir que un mayor nivel de SERVCOMP brindado a la población del ámbito de las EP de este segmento, contribuye a disminuir el valor del indicador relación de trabajo, toda vez que coadyuva a incrementar la recaudación y repercute en un mayor nivel de satisfacción de los usuarios.

La variable explicativa MICRO, tiene que ver con la medición de lo efectivamente consumido por los usuarios y, por ende, la cobranza de los diferentes volúmenes de consumo. La mejora se logra con la instalación de nuevas conexiones con medidor y en la instalación o puesta en operación de medidores en conexiones ya existentes.

Según la regresión efectuada para las EP pequeñas, la variable MICRO es estadísticamente significativa, y denota una relación negativa respecto al comportamiento de la RT. Dicho de otro modo, un aumento en la variable MICRO, ocasiona que la RT se reduzca, esto a raíz de una mayor recaudación de fondos por la prestación del servicio. Ello se explica porque las EP que no tienen este dispositivo, no tienen otra opción que cobrar una cuota fija, independientemente del nivel del consumo, cuota que por lo general es baja y no refleja el consumo real de los usuarios. La expansión de la MICRO sincera las cifras de consumo, y los consumidores en promedio pagan un poco más; de este modo, el cobro efectivo a los consumidores contribuye a la mejora de la sostenibilidad del servicio, pues las EP cuentan con mayores recursos para la operación y mantenimiento, lo que permite una mejor calidad en la prestación del servicio.

En cuanto a las medidas a tomar para la mejora de las variables explicativas, en relación a la variable MICRO, se puede señalar que (Layseca y Gutiérrez 2020), esta variable está considerada como meta de gestión en 34 EP, para las 41 empresas prestadoras que culminaron sus períodos

regulatorios en el período 2014-2019. En ese sentido, la extensión de la aplicación de este criterio a todas las EP, contribuiría a la disminución de la brecha en cuanto a la variable MICRO, y sus efectos en la disminución de la RT, conforme a los resultados encontrados.

En cuanto a la variable SERVCOMP, se advierte que EP como EPS Rioja S.A., se encuentra dentro de las EP pequeñas con los valores más bajos para esta variable y que además corresponde a una ciudad con baja cantidad de conexiones (6.932 al año 2018), aunado a una topografía accidentada¹⁹. Sin embargo, se puede mencionar otra empresa prestadora como EPS Moyobamba S.A. que pertenece al mismo segmento, la cual tiene 14.526 conexiones al 2018, y tiene una topografía más plana²⁰, sin embargo, presenta mejores valores de esta variable. En tal sentido, las medidas para corregir valores bajos en esta variable, podrían implementarse con mayor eficacia en las EP que tengan menores limitaciones topográficas, como la última señalada.

Asimismo, como se muestra en el **Anexo 7** de este trabajo, las EP pequeñas con mayores valores de la variable SERVCOMP muestran también en su mayoría valores de RT por debajo del promedio de las EP pequeñas, en el período en estudio, y lo contrario se muestra en el **Anexo 8**. De otro lado, las EP con los mayores valores de la variable MICRO están relacionadas, en su mayoría, con niveles de RT por debajo del promedio de las EP, en el período en estudio, evidenciando en valores la correlación encontrada. Esta situación se visualiza en el **Anexo 9**.

Tal como se ha sustentado en el Trabajo de Investigación, se encontró significancia estadística negativa en las variables MICRO y SERVCOMP. Según los datos obtenidos en el período en estudio, la variable MICRO en las EP pequeñas sólo alcanzó el 43%. En ese sentido, es razonable considerar que la mejora en el desempeño de la micromedición, permitiría a las EP de este segmento enfocarse en los usuarios que muestran mayores pérdidas, lo que permite mejorar la RT, al facturar el consumo real.

En ese sentido, el indicador MICRO resultaría relevante en las EP pequeñas debido al impacto en los ingresos, que se reflejará en mayor proporción que en las EP medianas y grandes, debido al mayor margen de crecimiento para instalar conexiones con medidor operativo.

Respecto a la significancia estadística encontrada para el indicador SERVCOMP, estaría reflejada

¹⁹ Para el caso de Rioja, de manera análoga, se puede visualizar por ejemplo en: <https://es-pe.topographic-map.com/maps/2wdq/Provincia-de-Rioja/>

²⁰ Para el caso de Moyobamba, la topografía más plana se puede visualizar por ejemplo en: <https://es-pe.topographic-map.com/maps/6y8u/Moyobamba/>

en que el margen de crecimiento de este indicador en este segmento de EP, permitiría que se equipare el número de conexiones de alcantarillado respecto a las de agua potable, y por tanto, un mayor ingreso por el cobro de este concepto en la tarifa y la mejora en la RT.

7.2 EP medianas

Luego del proceso iterativo antes mencionado, detallado en el **Anexo 10**, se obtuvo los resultados de las regresiones econométricas para las EP medianas, los cuales se muestran en la tabla 9, los que comprenden: el valor de los parámetros β y el valor de la probabilidad del estadístico (p). En la primera columna se muestran los resultados bajo el modelo de efectos fijos y en la segunda bajo el modelo de efectos aleatorios.

Tabla 9. Variables determinantes de la RT para EP medianas

Variables	Efectos fijos	Efectos aleatorios
Presión (PRES)	0,007 (0,0909)	-0,00532 (0,116)
Tratamiento aguas residuales (TAR)	0,221 (0,0641)	0,103 (0,0524)
Agua producida obtenida mediante fuentes subterráneas (AOBTMFSUB)	-0,001 (0,996)	-0,12 (0,0147)
Constante	0,694 (0,0000176)	1,018 (0)
R ²	0,0081	0,2307
F	2,54	-
Probabilidad del F	0,0981	-
Wald chi2	-	11,74
Probabilidad chi2	-	0,0083
N	90	

Fuente: Elaboración propia 2021.

Al igual que para el caso anterior, para determinar qué modelo es el que mejor se ajusta a los datos, y por ende arroja los parámetros de mayor consistencia, se aplicó el Test de Hausman. En ese sentido, en la tabla 10, la probabilidad del estadístico Chi Cuadrado calculado tiene un valor de 0,1986, el mismo que es mayor a 0,05, con lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula, por lo que el modelo más apropiado es el de efectos aleatorios, resultando como variables significativas, las variables PRES, TAR y el AOBTMFSUB. Cabe señalar que si bien el nivel de confianza de la variable PRES no alcanza el 90%, se aproxima a dicho valor, y muestra un signo consistente con los valores esperados.

Tabla 10. Resultados Test de Hausman para EP medianas

Test de Hausman chi2	4,66
P-valor chi2	0,1986

Fuente: Elaboración propia 2021.

La variable explicativa PRES está relacionada con un servicio constante y óptimo, que le permite al usuario utilizar el servicio de agua potable según sus necesidades cotidianas, pero siempre en mayor medida que otro usuario que tenga una presión baja. Del análisis descriptivo realizado, se aprecia que, para este segmento, la PRES promedio en periodo de estudio tiene un valor de 19 mca (metros de columna de agua), lo cual es un valor aceptable.

Al respecto, de la regresión econométrica realizada se desprende una relación negativa entre la PRES y la RT, es decir que aumentar el nivel de PRES dentro de los límites óptimos, facilita que el consumidor haga un mayor uso del servicio, lo que implica una facturación mayor y, por ende, una reducción del valor del indicador relación de trabajo, lo que facilita una mejor gestión operativa.

De otro lado, tal como se muestra en el **Anexo 11**, en las EP con los valores promedio más bajos de la variable PRES, en la mayoría de dichas EP los valores de la presión se encuentran por debajo de los valores aceptables para dicha variable, es decir, valores por debajo de 10 mca. Por tanto, para estas empresas, se debería evaluar las razones que estarían resultando determinantes para estos bajos niveles de presión, ya que se advierte que son valores que, en general, se mantienen en todo el período. Ello con la finalidad de contribuir, en el contexto de los resultados obtenidos, a la mejora de la RT. De otro lado, tal como se aprecia en el **Anexo 12**, las EP con los valores más altos de presión, presentan valores promedio de la RT por debajo del promedio de las EP medianas en el período en estudio, evidenciando la correlación encontrada.

En cuanto a la variable explicativa TAR, según la regresión econométrica efectuada, existe una relación positiva entre esta variable explicativa y la RT, es decir, una mayor proporción de TAR genera que la RT también se incremente, toda vez que los costos del tratamiento de aguas residuales aumentan, lo que afecta los costos totales del servicio, haciendo esta relación consistente. Además, como se muestra en el **Anexo 13** de este trabajo, las EP medianas con los más altos niveles de la variable TAR están relacionadas, en su mayoría, con niveles de RT por encima del promedio para las EP, en el período en estudio.

Asimismo, se debe tener en cuenta que las tarifas por el servicio de agua potable y alcantarillado

de las EP no detallan la proporción de recaudación por el concepto de alcantarillado, por lo tanto, se desprende que los costos vinculados al TAR crecen en mayor proporción que los ingresos recaudados por el mismo concepto. En este sentido, es razonable que para las EP con altos valores de TAR, debería asegurarse que las tarifas en cuanto al alcantarillado reflejen la incidencia del tratamiento de las aguas residuales en los costos. No obstante, de la revisión de estudios tarifarios que abarcaron el período en estudio, se advierte que la fórmula tarifaria se determinó a través del VAN igual a cero, señalando que existe una restricción²¹ regulatoria, la cual no estaría permitiendo que las tarifas reflejen los costos reales.

En relación a la variable AOBTMFSUB, la producción obtenida de esta forma implica la extracción del recurso hídrico, sin mayores costos destinados al tratamiento de agua potable, y luego la conducción y distribución al consumidor final. En ese sentido, según los resultados de la regresión econométrica realizada, existe una relación negativa entre el AOBTMFSUB y la RT. Una explicación a ello sería que una mayor proporción de la obtención de este recurso de fuente subterránea, implica una disminución de los costos de tratamiento de agua potable, que por los resultados obtenidos para este segmento, mostraría que es superior al costo de extracción de la fuente de agua subterránea. De tal modo que, obtener este recurso estratégico resulta una ventaja comparativa. Además, es preciso indicar que lo más importante es saber administrar este recurso y no poner en riesgo su sostenibilidad.

De otro lado, de la revisión de las EP con mayores valores de AOBTMFSUB se tiene que 3 de ellas, EPS Aguas de Lima Norte S.A., EPS Municipal Mantaro S.A. y EPS Emusap Abancay S.A.C. con 15, 7 y 6 fuentes de agua subterránea, respectivamente (SUNASS 2020); no tienen plantas de tratamiento de agua potable, y mantienen, en su mayoría, valores de RT por debajo del promedio, mientras que la EPS Empssapal S.A. con 7 fuentes subterráneas y 2 plantas de tratamiento de agua potable, tiene algunos valores de la RT por encima del promedio (**Anexo 14** de este trabajo). De acuerdo a estos resultados, las EP con altos valores en la variable AOBTMFSUB y que utilicen fuentes de agua complementarias que requieran tratamiento de agua potable, deberían evaluar la incidencia del incremento en los costos de dicho tratamiento, y la forma en que sean reconocidos a través de la tarifa, a fin de no afectar el desempeño financiero de la EP.

²¹ Por ejemplo, según Estudio Tarifario de EMAPISCO, Fórmula Tarifaria y Metas de Gestión (SUNASS 2011: 89): “La fórmula tarifaria se determinó a través del VAN igual a cero. Es decir, el valor actual neto de los flujos generados en el quinquenio, descontados a la tasa del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), sea igual a cero. Por consiguiente, la tasa de descuento es igual a la Tasa Interna de Retorno (TIR) de la compañía. Debido a esta restricción regulatoria, el WACC r_{mn} [WACC real en moneda nacional] que se ha calculado en el acápite anterior es equivalente a la TIR”.

En relación a la significancia estadística para la variable PRES, en el segmento de las EP medianas, esta se debería a que, a diferencia de las EP pequeñas, presentan un mayor número de conexiones a abastecer, lo que implica una mayor sensibilidad a los cambios en esta variable que repercute directamente en la recaudación tarifaria, lo que a su vez, afectaría la RT.

En cuanto al grupo de las EP medianas, y la relevancia de la variable TAR, al ser una variable relacionada a los costos, si se incrementa esta variable, se incrementa la RT debido a que existirá la necesidad de incurrir en un mayor costo en el Tratamiento de Aguas Residuales, lo cual no siempre redundará en una mejora en los ingresos pues no necesariamente existe un cobro proporcional al incremento de los costos por la disposición de los residuos finales de los usuarios. Este comportamiento se debería a que una EP mediana se encuentra en la necesidad de atender un mayor volumen de conexiones que las pequeñas con los recursos limitados cercanos a los de una EP pequeña, implicando una menor incidencia en los ingresos que percibe frente a los costos que representa tratar las aguas residuales.

En cuanto a la significancia de la variable AOBTMFSUB en el segmento de las EP medianas, esta se debería a que varias de estas EP cuentan con las mayores proporciones de este recurso, las que a su vez no utilizan planta tratamiento de agua potable, lo cual influye positivamente en el desempeño de la RT.

7.3 EP grandes

Luego del proceso iterativo antes mencionado, detallado en el **Anexo 15**, se obtuvo los resultados de las regresiones econométricas para las EP grandes, los cuales se muestran en la tabla 11, los que comprenden: el valor de los parámetros β y el valor de la probabilidad del estadístico (p). En la primera columna se muestran los resultados bajo el modelo de efectos fijos y en la segunda bajo el modelo de efectos aleatorios.

Tabla 11. Variables determinantes de la RT para EP grandes

Variables	Efectos fijos	Efectos aleatorios
Presión (PRES)	-0,023 (0,239)	-0,00769 (0,00562)
Trabajadores por mil conexiones (TPMCONX)	0,013 (0,153)	0,0171 (0,0353)
Constante	1,174 (0,000839)	0,910 (0)
R ²	0,0853	0,1154
F	1,13	-
Probabilidad del F	0,3476	-
Wald chi2	-	7,75
Probabilidad chi2	-	0,0208
N	102	

Fuente: Elaboración propia 2021.

Al igual que para los casos anteriores, para determinar qué modelo es el que mejor se ajusta a los datos, y por ende arroja los parámetros de mayor consistencia, se aplicó el Test de Hausman. En ese sentido, en la tabla 12, la probabilidad del estadístico Chi Cuadrado calculado tiene un valor de 0,1191, el mismo que es mayor a 0,05, con lo cual no se puede rechazar la hipótesis nula, por lo que el modelo más apropiado es el de efectos aleatorios, resultando como variables estadísticamente significativas, las variables PRES, y TPMCONX.

Tabla 12. Resultados Test de Hausman para EP grandes

Test de Hausman Chi2	3,42
P-valor Chi2	0,1811

Fuente: Elaboración propia 2021.

Según las estimaciones econométricas realizadas, en el nivel de EP grandes, también es estadísticamente significativa la variable PRES, y mantiene la misma relación negativa con el indicador relación de trabajo. Ello quiere decir que, como se expuso en el caso de las EP medianas, a mayor nivel de la variable PRES dentro de los niveles óptimos, la RT se reduce, debido a una mayor generación de ingresos por el mayor volumen facturado, lo que equivale a un mayor margen para la sostenibilidad del servicio, impactando positivamente en el desempeño operativo de las EP grandes.

De otro lado, tal como se muestra en el **Anexo 16**, las EP grandes con los valores promedio más bajos de presión, presentan resultados para esta variable por debajo de los valores aceptables, es decir, valores por debajo de 10 mca. Por tanto, se debería evaluar las razones que estarían resultando determinantes para estos niveles de presión, ya que son valores que se mantienen en todo el período.

Asimismo, en el referido Anexo 16, se muestran las EP grandes con los valores más bajos de presión al 2019, las que presentan en su mayoría valores de la RT superiores a los valores de RT promedio en las EP grandes del período en estudio; por el contrario, en el **Anexo 17** de este trabajo, se muestran las EP grandes con los valores más altos de la variable PRES al 2019, las que presentan en su mayoría valores de la RT inferiores a los valores de RT promedio de las EP grandes.

En cuanto a la variable explicativa TPMCONX, de acuerdo a los resultados obtenidos en la regresión econométrica, se observa que existe una relación positiva entre la RT y el indicador TPMCONX; dicho de otro modo, a medida que aumenta este indicador, la RT también se incrementa, debido a un mayor gasto de personal, que no guarda relación con el incremento de conexiones totales.

Es importante señalar que, se debe tener cuidado cuando aumenta el personal, pero no necesariamente aumenta el nivel de conexiones en la misma proporción. Esto no quiere decir que no se deba contratar más personal para mejorar la gestión y operación de las EP, sino que aumentar los costos corrientes por motivos ajenos a las necesidades de la EP, puede generar resultados desfavorables en el indicador RT.

Al respecto, de la revisión de los Informes de Desempeño 2019 y Metas 2020 de 17 EPS bajo el RAT a cargo de OTASS, se advierte que existen situaciones que inciden en el costo laboral como lo señalado en dichos informes: “se encontró instrumentos de gestión desactualizados y pliegos sindicales con beneficios excesivos no relacionados con la capacidad financiera y económica de la empresa” (OTASS 2020:12). El caso citado corresponde a EMAPA CAÑETE S.A. e igual situación se advierte para otras 16 EP en el régimen RAT, dentro de las cuales se encuentran también 5 EP que corresponden a la categoría de grandes²². Tomando como referencia esta evaluación, para los casos de las EP con los valores más altos de la variable TPMCONX, dichas EP deberían evaluar la adecuada asignación de los recursos humanos, en concordancia con la capacidad económica financiera de la empresa a fin de no afectar la sostenibilidad financiera.

Asimismo, las EP con los mayores valores de la variable TPMCONX son las que presentan, en su mayoría, valores superiores al promedio de las EP grandes en el indicador RT, en el período en estudio, reforzando la correlación encontrada, tal como se muestra en el **Anexo 18**.

²² Las EP referidas son: EMAPA SAN MARTÍN S.A., EPS EMAPICA S.A., EPS SEMAPACH S.A., EPSEL S.A., EPS SEDALORETO S.A.

Con relación a la significancia para la variable TPMCONX en el segmento de la EP grandes, esto se encontraría relacionado al aumento de los niveles de exigencia de carga administrativa que ante la ausencia de integración de medios tecnológicos implicarían un mayor costo en la provisión del servicio.

Es decir, dentro de las EP podría haber un límite máximo de trabajadores por mil conexiones que estarían facilitando el funcionamiento eficiente de la EP, no obstante, superado este límite de trabajadores por mil conexiones, el desempeño en este grupo de EP, se volvería ineficiente, escenario vinculado a la ley de los rendimientos marginales decrecientes.

En cuanto a la variable PRES, la hipótesis de su significancia ya se trató en el caso de las EP medianas.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones

- De la regresión econométrica realizada entre el indicador **relación de trabajo** y las 15 principales variables identificadas por su relación con los ingresos y costos operacionales, del total de las 48 EP del presente estudio, se encontró significancia estadística en dos de ellas: CONT y TPMCONX; y con relación consistente negativa para el caso de la variable CONT y positiva para el caso de la variable TPMCONX.

Asimismo, en la gran mayoría de los casos, para las variables: PRES, TAR, COBAP, COBAL, SERVCOMP, ANF, MICRO, AOBTMFSUB y DATOREDAL, si bien no se encontró significancia estadística, sí se encontró parámetros coherentes, es decir, consistentes con la práctica sectorial, expresados en los coeficientes resultantes: signos positivos que expresan que cuando la variable se incrementa, la RT también se incrementa y signos negativos, que expresan que cuando la variable se incrementa, la RT decrece.

- De la regresión econométrica realizada por tamaño de EP, en cuanto a las EP pequeñas se encontró correlación entre la relación de trabajo y las variables MICRO y SERVCOMP, siendo esta relación negativa, en ambos casos.

Al año 2019, último año de estudio, en cuanto a las 16 EP pequeñas, la variable MICRO solo alcanzó un 43%, lo cual denota una brecha importante, mientras que el SERVCOMP alcanzó el 92%, inferior al valor esperado de 100%.

- De la regresión econométrica realizada por tamaño de EP, en relación a las EP medianas se encontró correlación positiva entre la variable RT y la variable TAR y correlación negativa con las variables PRES y AOBTMFSUB.

Asimismo, las EP con mayor proporción de AOBTMFSUB están asociadas con los menores valores de RT, y se advierte que estas EP no tienen plantas de tratamiento de agua potable.

- De la regresión econométrica realizada por tamaño de EP, respecto a las EP grandes se encontró correlación positiva entre la variable RT y la variable TPMCONX y negativa con la variable PRES.

2. Recomendaciones

A partir de los datos analizados y los resultados obtenidos en el presente trabajo, y con el objeto de contribuir a la mejora del desempeño del indicador RT, consideramos las siguientes recomendaciones:

- De acuerdo a los resultados obtenidos, a nivel general de las 48 EP analizadas, las variables con significancia han resultado la Continuidad y la variable Trabajadores por mil conexiones, mientras que de acuerdo al tamaño de la EP por determinados indicadores. Al respecto, se recomienda realizar estudios que profundicen dichos hallazgos, por ejemplo, con un alcance explicativo, que podrían coadyuvar a mejorar los resultados de la RT.
- Se recomienda que los esfuerzos de las políticas sectoriales presten atención a las variables que resultaron relevantes en cada grupo analizado, toda vez que, si bien los resultados obtenidos corresponden a correlaciones encontradas, dinamizar estas variables en las direcciones mencionadas podría influir en la mejora del desempeño de la RT.

Bibliografía

- Alfaro Fernandois, Raquel (2009). *Fomento de la eficiencia de las empresas estatales de agua potable y saneamiento*. Santiago de Chile: CEPAL. GTZ. Fecha de consulta: 08/03/2021. <<https://www.cepal.org/es/publicaciones/6348-fomento-la-eficiencia-empresas-estatales-agua-potable-saneamiento>>
- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo - AECID (2015). *Sostenibilidad y Modelos de Gestión de los Sistemas Rurales de Agua Potable*. Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. Fecha de consulta: 15/03/2021. <<https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Sostenibilidad%20y%20MG%2020161102.pdf>>.
- CEPAL (2010). *Servicios de Agua Potable y Saneamiento en el Perú. Beneficios potenciales y determinantes del éxito*. Fecha de consulta: 21/03/2021. <<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3819/1/lcw355.pdf>>.
- Decreto Legislativo N° 150 (1981). *Ley de la Empresa Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado*. (Norma de Creación de Sedapal). Fecha de consulta: 10/11/2021. <<https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/DecretosLegislativos/00150.pdf>>
- Decreto Legislativo N° 1280 (2016). *Decreto legislativo que aprueba la Ley marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento*. Fecha de consulta: 10/11/2021. <<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-marco-de-la-gestion-y-decreto-legislativo-n-1280-1468461-1/>>
- D.S. N° 007-2017-VIVIENDA (2017). *Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Saneamiento*. Publicada el 30 de marzo del 2017. Fecha de consulta: 10/11/2021. <<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-politica-nacional-de-saneamie-decreto-supremo-n-007-2017-vivienda-1503314-7/>>
- D.S. N° 018-2017-VIVIENDA (2017). *Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021*. Publicado el 25 de junio del 2017. Fecha de consulta: 10/11/2021. <<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/07/DS-018-2017-VIVIENDA.pdf>>
- Dirección de Fiscalización. (2019). *Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras (EP) 2019*. Abril 25, 2020. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Fecha de consulta: 10/11/2021. <<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/11/BENCHMARKING-REGULATORIO-DE-LAS-EPS-2020-DATOS-2019.pdf>>

- Ducci, Jorge y García, Lucio (2013) *Principales Indicadores Financieros de Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento en América Latina y el Caribe*. Fecha de consulta: 15/04/2021. <<https://publications.iadb.org/es/principales-indicadores-financieros-de-entidades-prestadoras-de-servicio-de-agua-potable-y>>
- Fernández, Diego (2009). “Sustentabilidad financiera y responsabilidad social de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina”. En: Contabilidad regulatoria, sustentabilidad financiera y gestión mancomunada: temas relevantes en servicios de agua y saneamiento. *CEPAL*. p. 29-50. Fecha de consulta: 20/04/2021. <<https://www.cepal.org/es/publicaciones/6346-contabilidad-regulatoria-sustentabilidad-financiera-gestion-mancomunada-temas>>.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. México: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta. ed. México: McGraw-Hill.
- Kafka, F. (1989). *Guía para elaborar trabajos de investigación*. Lima: Repositorio de La Universidad del Pacífico - UP.
- Labra, R. y Torrecillas, C. (2014). *Guía cero para datos de panel: Un enfoque práctico*, Madrid, UAM-Accenture. Fecha de consulta: 15/02/2022. <https://www.catedrauam-innova.com/documents/Working%20papers/WP2014_16_Guia%20CERO%20para%20datos%20de%20panel_Un%20enfoque%20practico.pdf>
- Layseca, Miguel y Gutiérrez, Mauro (2020). *Informe N° 041-2020-SUNASS-DPN. Propuesta de Reglamento General de Tarifas de los Servicios de Saneamiento brindados por Empresas Prestadoras*. Fecha de consulta: 20/06/2021. <<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2021/01/Informe-N.o-041-2020-SUNASS-DPN.pdf>>.
- Mercadier, A.C., Cont, W.A, y Ferro, G. (2016). *Economies of scale in Peru’s water and sanitation sector*. *Journal of Productivity Analysis*, 45(2), 215-228. (Tomado de SUNASS. Escala Eficiente). Fecha de consulta: 07/07/2021. <<https://doi.org/10.1007/s11123-016-0468-0>>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2017). *Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021*. Fecha de consulta: 13/06/2021. <<http://direccionsaneamiento.vivienda.gob.pe/DocumentosSecciones/Libro%20Plan%20Nacional%20de%20Saneamiento.pdf>>.
- OTASS. (2020). *Comisión de Dirección Transitoria de Emapa Cañete S.A. Plan 2020*. Fecha de consulta: 25/07/2021. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/833358/EMAPA_Ca%3B1ete.pdf>.

- Resolución Ministerial N° 374-2018-VIVIENDA (2018). *Declarar la caducidad del Contrato de Concesión para la mejora, ampliación, mantenimiento, operación y explotación de la infraestructura y los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la jurisdicción de los municipios provinciales de Tumbes, Zarumilla y Contralmirante Villar y municipios distritales correspondientes*. Publicado el 6 de noviembre de 2018. Fecha de consulta: 10/11/2021.
<<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/225152/RM-374-2018-VIVIENDA.pdf>>
- SUNASS. (2006). *Resolución de Consejo Directivo N.° 10-2006-SUNASS-CD. Aprueban Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Servicios de Saneamiento*. 1 de marzo de 2006. Fecha de consulta: 25/07/2021.
<<https://www.gob.pe/institucion/sunass/normas-legales/1478019-010-2006-sunass-cd>>
- SUNASS. (2007). *Resolución de Consejo Directivo N° 009-2007-SUNASS-CD (2007). Reglamento General de Tarifas*. Publicado el 5 de febrero de 2007. Fecha de consulta: 10/11/2021.
<<https://www.gob.pe/institucion/sunass/normas-legales/1328296-009-2007-sunass-cd>>
- SUNASS (2010). *Estudio Tarifario. Determinación de la formula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado EPSSMU S.R.L.* Fecha de consulta: 10/11/2021.
<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/def_epssmu_estudiot_1110.pdf>
- SUNASS (2011). *Estudio Tarifario Final. Determinación de la formula tarifaria, estructuras tarifarias y metas de gestión aplicable a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Pisco S.A: - EMAPISCO S.A.* Fecha de consulta: 10/11/2021.
<http://emapisco.com/trans/emapisco_trans_96.pdf>
- SUNASS (2013). *Las EPS y su desarrollo. Datos 2012*. Fecha de consulta: 15/02/2022.
<<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/La-EPS-y-su-desarrollo-2013-indicadores-de-gestion.-Datos-2013.pdf>>
- SUNASS (2014). *Benchmarking Regulatorio de las EPS (Datos 2014)*. Fecha de consulta: 13/06/2021.
<<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/5.-Benchmarking-regulatorio-de-las-EPS-datos-2014.pdf>>
- SUNASS (2015). *Benchmarking regulatorio de las EPS. (Datos 2015)*. Fecha de consulta: 15/02/2022.
<<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/4.-Benchmarking-regulatorio-de-las-EPS-datos-2015..pdf>>
- SUNASS (2017). *Benchmarking Regulatorio de las EPS (Datos 2016)*. Fecha de consulta:

13/06/2021.

<<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/3.-Benchmarking-regulatorio-de-las-EPS-datos-2016.pdf>>.

- SUNASS (2018a). *Escala eficiente para la prestación de los servicios de saneamiento*. Fecha de consulta: 15/06/2021. <<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Escala-Eficiente.pdf>>.
- SUNASS (2018b). *Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras (EP) 2018*. Fecha de consulta: 10/06/2021. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/bench_regulatorio_eps_info2018.pdf>.
- SUNASS (2019a). *Benchmarking Regulatorio de las Empresas Prestadoras (EP) 2019*. (Con datos del 2018). Fecha de consulta: 12/07/2021. <<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/1.-Benchmarking-regulatorio-de-las-EP-2019.pdf>>.
- SUNASS (2019b). *Informe Final de Evaluación para el Ingreso al Régimen de Apoyo Transitorio de las Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento de Accionariado Municipal 2019*. Fecha de consulta: 08/06/2021. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/informe_final_2019.pdf>
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge, Mass: MIT Press.

Anexos

Anexo 1. Costos y subcostos más usuales en servicios de agua potable

Costos	Subcostos
Materiales	Consumibles
	Productos químicos
	Energía
	Herramientas
	Piezas de repuesto
	Equipo
Personal Técnico	Operación
	Mantenimiento
	Reparaciones de rutina y reparaciones imprevistas.
	Construcción para la rehabilitación de menor importancia.
Personal de Gestión	Planificación
	Supervisión
	Administración financiera
	Administración
	Monitoreo
Seguimiento	Formación
	Apoyo
	Asistencia técnica
	Fortalecimiento institucional
	Seguimiento y evaluación
Gastos financieros	Intereses
	Amortización
	Depreciación
	Variaciones del tipo de cambio
	Seguimiento y evaluación
Costes ambientales	Protección de fuentes de agua y de conservación.
	Tratamiento de aguas residuales
Otros gastos	Gastos de transporte
	Agua no contabilizada por fuga
	Mala administración
	Vandalismo

Fuente: AECID (2015).

Anexo 2. Definición de variables consideradas relacionadas con la relación de trabajo

Las variables que se consideran se han tomado del “Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Servicios de Saneamiento” aprobado por Resolución de Consejo Directivo N.º 10-2006-SUNASS-CD de 1 de marzo de 2006.

1. Indicadores relacionados con la calidad de la prestación de los servicios.

CONT: *“es el promedio ponderado del número de horas de servicio de agua potable que la Empresa Prestadora brinda al usuario. Este indicador varía entre 0 y 24 horas”.*

Según el Sistema de Indicadores de SUNASS, este indicador está relacionado con la producción unitaria y el ANF. En el primer caso, a mayor producción unitaria por habitante servido mayor será la CONT y por ende el volumen facturado; de otro lado, a mayor ANF, la CONT se reduce. En el primer caso, la Relación de Trabajo se vería favorecida, mientras en el segundo se vería afectada.

En la elección de las variables se ha considerado las relacionadas a ingresos y costos, la continuidad es el indicador relacionado a los ingresos de las EP.

PRES: *“es el promedio ponderado de la presión de abastecimiento del servicio de agua potable en la red de distribución”.*

La PRES de abastecimiento debe situarse entre 10 y 50 mca (metros de columna de agua). Presiones por debajo de 10 mca. ocasiona inconvenientes a los usuarios del servicio, presiones por encima puede ocasionar averías. Una presión adecuada, es favorable para el consumo satisfactorio de los usuarios y es proporcional con una mayor facturación y por ende incidirá favorablemente en la Relación de Trabajo.

Este indicador se encuentra relacionada con los ingresos de las EP.

DRT: *“muestra la magnitud de los reclamos recibidos por la empresa prestadora, sean comerciales y operacionales, en relación a cada mil conexiones totales de agua potable”.*

Si este indicador es muy alto, en comparación con el promedio de las Empresas Prestadoras a nivel nacional, daría una señal de deficiencias a nivel comercial u operacional. En cuanto a la Relación de Trabajo, habría que advertir que una disminución de costos podría en algunos casos estar ocultando deficiencias en el servicio.

Este indicador se encuentra relacionado a los costos de la EP

TAR: *“es la proporción de las aguas residuales recolectadas que reciben un tratamiento efectivo previo antes de ser volcadas a un cuerpo receptor”.*

Este indicador, además de identificar el nivel de tratamiento de las aguas residuales, permite advertir que EP en una comparación con otras empresas, podrían presentar costos menores producto del no tratamiento o tratamiento insuficiente de aguas residuales e incidir en los resultados de la Relación de Trabajo.

Este indicador ha sido seleccionado por su relación con los costos en los que incurre la EP.

2. Indicadores relacionados con el acceso a los servicios

COBAP: “Es la proporción de la población que habita en las zonas administradas por la Empresa Prestadora, que tiene acceso al servicio de agua potable, ya sea mediante una conexión domiciliaria o mediante una pileta pública”.

Permite identificar la proporción de la población que no cuenta con el acceso al servicio de agua potable, si este indicador es cercano al 100%, significa que la mayor parte de la población en el ámbito de la empresa prestadora cuenta con acceso al servicio de agua potable y viceversa. Este indicador se encuentra relacionada a los ingresos operativos que la EP percibe.

COBAL: “Es la proporción de la población que habita en las zonas administradas por la Empresa Prestadora, que tiene acceso al servicio de alcantarillado”.

Permite identificar la proporción de la población que no cuenta con el acceso al servicio de alcantarillado. Si este indicador es cercano al 100%, significa que la mayor parte de la población en el ámbito de la empresa prestadora cuenta con acceso al servicio de alcantarillado y viceversa.

Este indicador se encuentra relacionada a los costos operativos que la EP percibe pues a diferencia del indicador COBAP, dentro del esquema tarifario no se ha considerado una asignación por unidad de medida de agua servida.

3. Indicadores relacionados con la eficiencia empresarial

En esta sección, tenemos algunos indicadores relacionados a la forma como la EP mide o provee el agua que proporciona, y tiene según sea el caso incidencia bien sea en los costos de producción o en los ingresos facturados y por ende en la Relación de Trabajo. En ese sentido, se pueden resaltar los siguientes indicadores tomados de la sección 5 Eficiencia Empresarial del Anexo 1 de la Resolución de Consejo Directivo N.º 10-2006-SUNASS-CD:

ANF: “mide la proporción del volumen de agua potable producida que no es facturada por la empresa prestadora”. Su fórmula, adaptada para un año determinado:

$$ANF = (\text{Vol. de Prod. Total} - \text{Vol. Fact. Total}) / \text{Vol. de Prod. Total}$$

Para un nivel determinado de agua producida, cuanto menor sea el volumen facturado, el indicador ANF se incrementa y a menor volumen facturado, disminuyen los ingresos y la Relación de Trabajo se incrementa.

Este indicador se encuentra relacionada a los ingresos operativos que la EP percibe.

MICRO: “es la proporción del total de conexiones de agua potable que tiene instalado un medidor operativo”.

Un menor nivel de MICRO incrementa las pérdidas comerciales de agua potable, ya que los usuarios que no cuentan con medidor, tienden a consumir un mayor volumen de agua que aquellos que no lo tienen. La afectación se produce porque el mayor consumo de dichos usuarios, se refleja

en una menor facturación. En cuanto a la Relación de Trabajo, para un nivel determinado de agua producida, a menor facturación, se incrementa la Relación de Trabajo.

Este indicador se encuentra relacionada a los ingresos operativos que la EP percibe.

MOROSD: *“Mide el nivel de las cuentas por cobrar comerciales netas, medido como el número de meses equivalentes de facturación, que en promedio, los usuarios adeudan a la Empresa Prestadora”.*

Permite identificar a aquellas Empresas Prestadoras que tienen una menor eficiencia comercial, que incidirá en la obtención de recursos, y por ende en la sostenibilidad de los servicios. Mientras más alto sea este indicador, la eficiencia comercial de la EP es menor, lo que afecta directamente la disponibilidad de efectivo, y por tanto la sostenibilidad de los servicios.

Este indicador se encuentra relacionada a los ingresos operativos que la EP percibe.

AOBTMFSUB: *“es la proporción de agua producida por la EP que se obtiene mediante fuentes subterráneas”.*

Permite diferenciar a las Empresas Prestadoras, puesto que el costo de producir agua potable a partir de fuentes subterráneas es mayor al costo para obtenerla de fuentes superficiales. En ese sentido, a mayor proporción de agua producida mediante agua subterránea, mayor costo y para un determinado nivel de agua producida, se eleva la Relación de Trabajo.

Este indicador se encuentra relacionada a los costos operativos que la EP percibe.

DROTREDAP: *“Mide la incidencia de las roturas en las redes de distribución de agua potable (primarias y secundarias) en relación con su longitud”.*

Permite identificar a las EP que tienen una mayor incidencia de roturas en las redes de agua potable, afectando el servicio brindado a los usuarios. Cuanto más alto sea este valor, denota mayor incidencia de las roturas de redes de agua potable, lo que puede deberse a la falta de mantenimiento de las redes o la antigüedad de las mismas.

Este indicador se encuentra relacionada a los costos operativos que la EP percibe.

DATOREDAL: *“Mide la incidencia de los atoros en las redes de alcantarillado (primarias y secundarias) en relación con su longitud”.*

Permite identificar a aquellas EP que tienen una mayor incidencia de atoros en las redes de alcantarillado, ya sea como falta de mantenimiento o la antigüedad. En este caso, la necesidad de un mayor mantenimiento de las redes de alcantarillado incide en mayores costos.

Este indicador se encuentra relacionada a los costos operativos que la EP percibe.

4. Otros indicadores. (No forman parte del Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas

de Servicios de Saneamiento).

TPMCONX: Se define como el Número total de trabajadores de EPS / (N° promedio de conexiones de agua potable de agua potable/1000)

Es un indicador que aparece en el “Reporte de Indicadores de Gestión de las EPS a diciembre de 2014”. Mide el ratio de trabajadores por número de conexiones y denota la optimización relativa de los recursos humanos.

En el presente estudio, este indicador se obtuvo en el conjunto de indicadores solicitados a SUNASS, como parte del requerimiento de información. No forma parte de los indicadores del “Sistema de Indicadores de Gestión de las Empresas de Servicios de Saneamiento” aprobados por Resolución de Consejo Directivo n.º 10-2006-SUNASS-CD de 1 de marzo de 2006.

Este indicador se encuentra relacionada a los costos operativos que la EP percibe.

SERVCOMP: Mide la relación entre el número de conexiones de alcantarillado y el número de conexiones de agua potable, y denota en qué medida la población servida por la EP las conexiones de alcantarillado están a la par que el servicio de agua, brindando una gestión completa del servicio.

Este indicador se encuentra relacionada a los ingresos operativos que la EP percibe.

AVAT

Se mide según el porcentaje de ejecución de proyectos, con recursos propios de la EP, a través del porcentaje de ejecución anual presentados en la Información de Ejecución Presupuestal – Consulta Amigable del MEF.

Se verificará en qué manera buenos niveles de ejecución de proyectos, pueden estar relacionados con la eficiencia en el gasto y la provisión de infraestructura o servicios al sistema de agua potable y alcantarillado.

En este caso, este indicador se toma como un proxy de eficiencia de la EP. A mayor eficiencia en la ejecución presupuestal, se acerca al cumplimiento de las metas de gestión y por ende a una mejora en los ingresos.

Este indicador se encuentra relacionada a los ingresos operativos que la EP percibe.

Anexo 3. Revisión de la naturaleza de las variables independientes y el problema de la multicolinealidad

Indicadores relacionados con la calidad de la prestación de los servicios.

Continuidad: Está relacionada con la producción unitaria de agua (SUNASS, 2006) y en forma directa con el caudal de la fuente. Asimismo, en cuanto al origen de la fuente, puede ser por gravedad, en cuyo caso el costo de producción es mínimo o por bombeo; en todo caso, el costo de un servicio continuo depende también de las condiciones topográficas del área servida. Por lo expuesto, esta variable está muy ligada a condiciones externas, en este caso de la fuente, más que a estar condicionada por otras variables.

Presión: Está relacionada con la presión promedio en la red de distribución de agua (SUNASS, 2006). Cabe precisar que la presión en este caso, se mide en el ámbito de distribución del servicio. En este caso, la presión también se ve favorecida/desfavorecida por condiciones topográficas, geográficas y según el grado de dispersión de las viviendas.

Densidad de reclamos: Esta relacionado con la magnitud de reclamos comerciales u operacionales. (SUNASS, 2006). De la revisión del panel de datos se advierte que en las EP predominan en forma casi por igual, en unas los reclamos comerciales y en otras los reclamos operacionales. (Ver cuadro resumen adjunto). Ahora bien, los reclamos operacionales están más relacionados a costos o ingresos de infraestructura física, no así los comerciales, que están más relacionados a aspectos de facturación. Por tanto, no habría una correlación evidente entre la densidad de reclamos y otras variables.

Tratamiento de aguas residuales: Está relacionado con la proporción de aguas residuales recolectadas que reciben un tratamiento efectivo previo antes de ser volcadas a un cuerpo receptor (SUNASS, 2006). Es relevante advertir que el espacio físico de aplicación de esta variable está fuera del espacio físico de distribución del servicio. Asimismo, la existencia o no del tratamiento de aguas residuales, y el grado de tratamiento de las mismas, es independiente de las condiciones del espacio físico en el que se desarrollan las otras variables. En ese sentido, es independiente de las otras variables consideradas.

Indicadores relacionados con el acceso a los servicios.

Cobertura de agua potable: Está relacionada con la proporción de población que tiene acceso al servicio de agua potable, en las zonas administradas por la EP, mediante una conexión domiciliaria o pileta pública (SUNASS, 2006). Sin embargo, cabe precisar que el número de conexiones domiciliarias de agua potable y la cobertura de agua potable están muy relacionadas a las inversiones en el sector saneamiento, las cuales son ejecutadas por diferentes fuentes: EPS, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (SUNASS, 2013: 19). En tal sentido, esta variable no recogería la misma información que otras variables.

Cobertura de alcantarillado: Análogo a la cobertura de agua potable.

Indicadores relacionados con la eficiencia empresarial.

Agua no facturada: Está relacionada con la proporción de agua potable producida que no es facturada por la EP (SUNASS, 2006).

Al respecto, de acuerdo a la composición²³ del Agua no Facturada, ésta tiene relaciones diversas con algunos otros indicadores.

Por ejemplo, con la micromedición, existen consumos autorizados no facturados conformados por un consumo no facturado medido (subregistro) y un consumo no facturado no medido (fines operativos). De otro lado, existen pérdidas aparentes, conformados por consumos no autorizados (clandestinaje) e imprecisiones de medida (lecturas incorrectas).

Por tanto, aún en el caso del agua no facturada con la micromedición, que serán las más afines, la relación es tan compleja y diversa que no existen elementos que sugieran una multicolinealidad entre estas variables.

Micromedición: Está relacionada con la proporción del total de conexiones de agua potable que tiene un medidor operativo. Tal como se ha precisado, la relación de este indicador con el que tiene cierta afinidad, que sería el Agua no Facturada, tiene relaciones complejas y diversas, por lo que no existen elementos que sugieran una multicolinealidad entre ellos.

Morosidad: Está relacionado con la eficiencia comercial de la Empresa Prestadora.

Agua obtenida mediante fuente subterránea: Está relacionado con la proporción de agua producida por la EP que se obtiene mediante fuente subterránea (SUNASS, 2006).

Tal como se señala en el Estudio sobre Escala Eficiente (SUNASS, 2018a: 17), esta variable se toma “considerando que esta pueda tener un impacto en costos, ya sea por el ahorro en costos por menores requerimientos de tratamiento o por mayores costos por energía por la necesidad de bombeo de la misma”. En tal sentido, en la relación de esta variable con las demás variables utilizadas, no podría colegirse una correlación.

Densidad de roturas de las redes de distribución de agua potable: Las roturas en las tuberías se producen, en orden de importancia²⁴ por: i) defectos del material por causa desconocida o por edad; ii) agentes externos (provocadas o sobrecargas externas como árboles o tráfico pesado); iii) defectos de instalación y iv) operación de la red (presiones o maniobras no habituales). En este sentido, este indicador tiene sus características propias que lo diferencian de la información recogida por otros indicadores.

Densidad de atoros en las redes de alcantarillado: Está relacionado con la antigüedad y el mantenimiento preventivo de las redes de alcantarillado. Asimismo, de las buenas prácticas aprendidas, influye el control de los Valores Máximos Admisibles (VMA) en las aguas residuales y considerar los factores estacionales (avenidas y estiaje). (SUNASS, 2015) (BM Regulatorio). Por lo expuesto, este indicador tiene sus propias características que lo diferencian de la información recogida por otros indicadores.

²³ Esta composición se encuentra detallada en SUNASS 2006 (p. 29), Balance Hídrico del Agua Potable Distribuida.

²⁴ <https://www.iagua.es/blogs/arturo-albaladejo-ruiiz/que-se-producen-fugas-agua-tuberias> ACCIONA AGUA.

Trabajadores por mil conexiones: Está relacionado con la proporción de trabajadores por cada mil conexiones totales de agua potable. No se consideran los trabajadores que forman parte de las empresas tercerizadas (SUNASS, 2013). De acuerdo a los resultados encontrados en los Informes de Desempeño 2019 y Metas 2020 de 17 EPS, en el régimen RAT, “*instrumentos de gestión desactualizados y pliegos sindicales con beneficios excesivos*” afectan los costos laborales. Una muestra de ello en (OTASS 2020: 12). De otro lado, es razonable que el número de trabajadores por mil conexiones guarde relación con la cantidad de componentes del sistema de agua y alcantarillado, número de componentes que no es igual en todos los sistemas de las diferentes EP. Por lo expuesto, este indicador tiene también elementos propios que lo diferencian de la información recogida por otros indicadores.

Servicio completo: Está relacionado con la proporción entre las conexiones totales de alcantarillado respecto a las de agua potable. Este indicador se ha tomado en el presente trabajo, en razón a la disparidad que se advierte entre el número de conexiones de alcantarillado respecto a las de agua potable, encontrándose valores desde 0.51 hasta 1.13, según información recogida del panel de datos de este estudio. Siendo esta variable un cociente de comparación, no se advierte una correlación con otras variables utilizadas.

Asimismo, esta disparidad entre la ratio de las conexiones de alcantarillado y de agua potable hacen difícil prever una correlación entre la cobertura de agua potable y la de alcantarillado.

Avance total de ejecución presupuestal: Está relacionado con la proporción de ejecución anual vs. la programación de inversión modificada. De la revisión de los Estudios Tarifarios aprobados de las EP, se advierte que la mayor parte de las inversiones en agua potable y alcantarillado corresponden a donaciones y transferencias. En ese sentido, el % de avance de ejecución presupuestal al término de cada ejercicio anual revelaría la eficiencia de gasto de la EP. De la naturaleza de este indicador no se advierte que recoja información de otras variables utilizadas.

Anexo 4. Balance hídrico a considerar para el análisis del ANF

Volumen de entrada al sistema (Agua Despachada) [m ³ /año]	Consumo Autorizado (Agua Comercializada) [m ³ /año]	Consumo autorizado facturado [m ³ /año]	Consumo facturado medido (incluyendo agua exportada) [m ³ /año]	Agua Facturada (Contabilizada) [m ³ /año]		
			Consumo facturado no medido [m ³ /año]			
	Pérdidas de agua (Agua No Comercializada) [m ³ /año]	Consumo autorizado no facturado [m ³ /año]		Consumo no facturado medido [m ³ /año]	Agua No Facturada (No Contabilizada) [m ³ /año]	
				Consumo no facturado no medido [m ³ /año]		
		Pérdidas aparentes [m ³ /año]		Consumo no autorizado [m ³ /año]		
				Imprecisiones de medida [m ³ /año]		
			Pérdidas reales [m ³ /año]			Pérdida reales en conducciones de agua bruta y en tareas de tratamiento (si procede) [m ³ /año]
						Fugas en transporte y/o conducciones de distribución [m ³ /año]
	Fugas y desbordamientos en transporte y/o depósitos de almacenamiento [m ³ /año]					
	Fugas en acometidas hasta el punto de medida [m ³ /año]					

Fuente: ADERASA. Elaboración: SUNASS (2006).

Anexo 5. Clasificación de EP por tamaño

N.º Orden	EP	Nº Conexiones Totales						
		Tamaño	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	EMUSAP S.A.	P	7.109	7.300	7.579	7.840	8.085	8.333
2	EPS SEDA HUANUCO S.A.	G	42.056	42.746	43.404	44.088	44.558	44.920
3	EMAPACOP S.A.	M	25.200	29.221	27.936	28.077	30.003	31.772
4	EPS SEDALORETO S.A.	G	89.430	89.363	90.883	92.705	94.455	95.358
5	EPS EMAPA CAÑETE S.A.	M	33.082	34.150	35.816	37.126	37.009	39.364
6	EMSAPUNO S.A.	G	36.553	38.311	40.189	41.342	42.535	43.798
7	EPSSMU S.A.	P	8.271	8.610	8.211	8.352	8.631	8.753
9	EMAPA PASCO S.A.	P	11.422	11.597	11.639	11.732	13.889	12.967
10	EMAPISCO S.A.	M	24.315	24.398	23.503	23.891	24.873	25.707
11	EPS SEDACAJ S.A.	G	40.470	41.472	42.849	44.214	45.261	46.314
12	EPS TACNA S.A.	G	90.002	91.677	92.698	94.244	95.498	97.063
13	EMAPAVIGS S.A.	P	8.929	8.955	9.226	9.340	9.504	9.300
14	SEDACHIMBOTE S.A.	G	87.756	89.157	91.320	92.251	91.719	92.278
15	SEDA AYACUCHO S.A.	G	53.945	55.744	57.952	59.747	61.431	62.858
16	EMAPA SAN MARTÍN S.A.	G	41.362	42.654	46.097	44.962	45.920	50.416
17	EPS EMAPAT S.A.	M	16.044	16.935	17.886	18.017	18.691	19.289
18	EPS SEMAPACH S.A.	G	45.637	46.647	47.475	48.257	49.207	52.101
19	EPSSSC S.A.	M	22.932	24.208	25.068	25.327	26.094	26.902
20	EPS MOYOBAMBA S.A.	P	12.047	12.547	13.459	14.033	14.526	15.055
21	EMAPA - HVCA S.A.	P	8.294	8.982	9.999	10.366	10.640	10.917
22	EPS MOQUEGUA S.A.	M	20.724	21.774	22.220	22.467	22.795	23.310
23	EMAPA - Y S.R.L.	P	4.880	5.026	5.235	5.316	5.410	5.480
24	EMAPA HUARAL S.A.	M	13.662	17.309	17.311	17.758	18.172	18.716
25	EPS AGUAS DE LIMA NORTE S.A.	M	23.979	27.199	27.645	28.573	29.369	31.505
27	EPS ILO S.A.	M	24.814	25.170	25.766	26.127	26.288	27.214
28	SEDALIB S.A.	G	171.751	175.355	177.898	180.052	185.977	186.596
29	EPSEL S.A.	G	160.600	165.859	170.638	175.078	180.015	183.939
30	SEDAPAR S.A.	G	282.297	296.125	305.195	299.674	315.419	323.264
31	EPS SEDACUSCO S.A.	G	74.333	77.207	83.527	86.710	89.657	94.036
32	EPS GRAU S.A.	G	192.552	197.103	213.116	210.294	217.465	227.154
33	EPS CHAVIN S.A.	M	27.385	28.131	29.575	30.693	31.664	32.183
34	EPS EMAQ S.R.L.	P	6.979	7.062	7.555	7.879	8.097	8.369
35	EMAPAB S.A.	P	4.896	5.156	5.251	5.426	5.530	5.580
36	EPS BARRANCA S.A.	M	13.300	17.561	17.774	18.188	18.674	19.344
37	EPS EMAPICA S.A.	G	52.335	52.649	53.637	54.615	56.450	58.148
38	EPS EMPSSAPAL S.A.	M	13.975	14.870	15.766	16.316	16.840	17.377
39	EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	P	9.913	8.975	9.114	9.640	9.449	10.064
40	EPS NOR PUNO S.A.	P	8.834	9.125	9.476	10.254	10.537	10.842
41	EPS SEDA JULIACA S.A.	G	49.937	51.462	53.627	55.434	57.296	58.986
42	EPS MUNICIPAL MANTARO S.A.	M	18.173	18.818	19.546	20.203	20.893	21.587
43	EPS EMUSAP ABANCAY S.A.C.	M	13.686	14.436	15.094	15.707	16.224	17.087
44	EPS EMSAP CHANKA S.A.	P	4.906	6.664	5.315	5.345	5.512	5.637
45	EPS MARAÑÓN S.A.	M	17.751	18.256	19.120	19.894	20.519	21.446
46	EPS SEDAM HUANCAYO S.A.	G	69.630	71.207	73.553	78.704	83.876	85.532
47	EPS EMSAPA CALCA S.A.	P	3.558	3.598	3.900	3.933	4.472	4.560
48	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO S.R.L.	P	6.689	6.689	6.689	7.089	7.222	7.407
50	EMSAPA YAULI LA OROYA S.R.L.	P	3.276	3.320	3.320	3.443	3.493	3.537
51	EPS RIOJA S.A.	P	5.893	6.181	6.441	6.655	6.932	7.288

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de información.

P (PEQUEÑA)	16	TOTAL EP EN ESTUDIO:	48
M (MEDIANA)	15		
G (GRANDE)	17		

Criterios de clasificación: (SUNASS 2020: 8)	EP pequeñas:	Hasta 15.000 conexiones totales
	EP medianas:	Más de 15.000 y hasta 40.000 conexiones totales
	EP grandes:	Más de 40.000 conexiones

En el caso que, una EP sobrepase los límites de clasificación para un año determinado, se ha considerado su tamaño, según la mayor frecuencia en el período en estudio.

Anexo 6. Resultados de las regresiones econométricas (parámetros y p-valor) con el modelo de efectos fijos y aleatorios para las EP pequeñas

VARIABLES / ITERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
EFFECTOS FIJOS (EF)														
CONT	-0,00625 (0,638)	-0,00633 (0,628)	-0,00618 (0,635)	-0,00625 (0,632)	-0,00623 (0,633)	-0,00459 (0,691)	-0,00292 (0,777)	-0,00336 (0,745)	-0,00352 (0,731)	-0,00329 (0,75)	-0,00259 (0,819)	0,000397 (0,971)		
PRES	0,00499 (0,464)	0,00468 (0,48)	0,00476 (0,474)	0,00476 (0,472)	0,00459 (0,442)									
DRT	4,43E-05 (0,906)	5,19E-05 (0,89)	3,11E-05 (0,931)	3,37E-05 (0,925)										
TAR	-0,0651 (0,509)	-0,0652 (0,512)	-0,0574 (0,537)	-0,0567 (0,52)	-0,0586 (0,518)	-0,0729 (0,523)	-0,0788 (0,495)							
COBAP	-1,098** (0,0351)	-1,116** (0,0329)	-1,067** (0,0264)	-1,070** (0,0272)	-1,063** (0,0259)	-0,925** (0,0151)	-0,850** (0,023)	-0,837** (0,0196)	-0,841** (0,0202)	-0,821** (0,0276)	-0,264 (0,424)			
COBAL	1,522*** (0,00955)	1,539*** (0,00939)	1,503*** (0,00911)	1,503*** (0,0087)	1,481*** (0,00534)	1,401*** (0,00439)	1,459*** (0,00464)	1,402*** (0,00334)	1,405*** (0,00316)	1,368*** (0,00308)				
SERVCOMP	-0,277 (0,531)	-0,274 (0,531)	-0,29 (0,505)	-0,288 (0,505)	-0,273 (0,531)	-0,268 (0,534)	-0,191 (0,639)	-0,159 (0,666)	-0,174 (0,63)	-0,152 (0,693)	0,0591 (0,881)	0,113 (0,755)	0,106 (0,687)	0,0143 (0,954)
ANF	0,087 (0,734)	0,0871 (0,731)												
MICRO	-0,0561 (0,8)	-0,0547 (0,806)	-0,0266 (0,901)	-0,0271 (0,899)	-0,0243 (0,907)	0,00173 (0,994)	0,0402 (0,83)	0,0338 (0,86)	0,0569 (0,76)	0,0402 (0,825)	0,104 (0,653)	0,098 (0,668)	0,0975 (0,658)	0,0646 (0,761)
MOROSD	-0,016 (0,304)	-0,0158 (0,304)	-0,0158 (0,322)	-0,0159 (0,325)	-0,0156 (0,333)	-0,0138 (0,394)	-0,0146 (0,358)	-0,0155 (0,321)	-0,0153 (0,323)	-0,0165 (0,316)	-0,0176 (0,221)	-0,0192 (0,171)	-0,0191 (0,154)	
AOBTMFSUB	-0,0459 (0,24)													
DROTREDAP	-0,0134 (0,398)	-0,0126 (0,41)	-0,0134 (0,392)	-0,0132 (0,385)	-0,0131 (0,381)	-0,0141 (0,369)								
DATOREDAL	0,00126 (0,803)	0,00125 (0,805)	0,00174 (0,687)	0,00171 (0,683)	0,00185 (0,648)	0,00166 (0,665)	0,00198 (0,622)	0,00186 (0,634)						
AVAT	0,0955 (0,363)	0,0941 (0,365)	0,0945 (0,359)	0,094 (0,345)	0,0935 (0,345)	0,0818 (0,36)	0,0773 (0,377)	0,0704 (0,378)	0,0692 (0,384)					
TPMCONX	-0,000831 (0,947)	-0,001 (0,936)	0,000802 (0,948)											
CONSTANT	0,965 (0,163)	0,954 (0,163)	0,961 (0,161)	0,966 (0,159)	0,968 (0,156)	0,967 (0,164)	0,735 (0,235)	0,748 (0,223)	0,764 (0,204)	0,806 (0,221)	1,144 (0,105)	0,828 (0,104)	0,840*** (0,00365)	0,884*** (0,00153)
R ² (EF)	0,0119	0,0130	0,0115	0,0117	0,0115	0,0207	0,0063	0,0092	0,0058	0,0041	0,0037	0,0165	0,0148	0,0881
F	1629,97	159,09	5,16	3,35	3,78	2,64	3,08	3,29	3,40	3,64	0,79	0,81	0,79	0,05
Probabilidad del F	0	0	0,0017	0,0150	0,0094	0,0440	0,0265	0,0225	0,0223	0,0198	0,5743	0,5366	0,5182	0,9489
EFFECTOS ALEATORIOS (EA)														
CONT	-0,00585* (0,0701)	-0,00659* (0,0954)	-0,00681* (0,0773)	-0,00686* (0,09)	-0,00650* (0,0899)	-0,00685* (0,0548)	-0,00365 (0,291)	-0,00373 (0,272)	-0,00383 (0,252)	-0,0038 (0,259)	-0,00317 (0,338)	-0,00348 (0,281)		
PRES	-0,00198 (0,492)	-0,00129 (0,68)	-0,00157 (0,594)	-0,00132 (0,671)	-0,00113 (0,723)									
DRT	-0,000186 (0,403)	-0,00011 (0,624)	-0,000129 (0,541)	-9,66E-05 (0,658)										
TAR	-0,0582 (0,467)	-0,0556 (0,454)	-0,0473 (0,498)	-0,0514 (0,457)	-0,0344 (0,537)	-0,0233 (0,684)	0,000581 (0,992)							
COBAP	-0,430* (0,0839)	-0,518** (0,0271)	-0,493** (0,0343)	-0,518** (0,0284)	-0,519** (0,0344)	-0,497** (0,0418)	-0,355 (0,209)	-0,362 (0,201)	-0,413* (0,0668)	-0,367* (0,0877)	-0,137 (0,171)			
COBAL	0,317 (0,228)	0,464* (0,0569)	0,391* (0,0823)	0,445** (0,0467)	0,432* (0,0699)	0,382* (0,0997)	0,346 (0,183)	0,361 (0,166)	0,357 (0,141)	0,304 (0,194)				
SERVCOMP	-0,554*** (0,00231)	-0,549*** (0,00429)	-0,542*** (0,00128)	-0,530*** (0,00407)	-0,546*** (0,00378)	-0,541*** (0,00342)	-0,382* (0,0632)	-0,386* (0,0632)	-0,408** (0,0184)	-0,401** (0,019)	-0,216*** (0,00442)	-0,167** (0,0173)	-0,123** (0,0392)	-0,0996 (0,172)
ANF	-0,0668 (0,51)	-0,0277 (0,797)												
MICRO	-0,1 (0,249)	-0,0647 (0,54)	-0,0697 (0,484)	-0,0581 (0,563)	-0,0653 (0,514)	-0,0852 (0,265)	-0,114 (0,163)	-0,11 (0,182)	-0,115 (0,152)	-0,132 (0,121)	-0,161** (0,0303)	-0,141** (0,0477)	-0,181*** (0,000655)	-0,130*** (0,00755)
MOROSD	-0,0067 (0,15)	-0,00855 (0,173)	-0,00873 (0,131)	-0,00948 (0,162)	-0,00959 (0,131)	-0,00958 (0,102)	-0,0115* (0,0964)	-0,0115* (0,0964)	-0,0114* (0,0846)	-0,0120* (0,0869)	-0,0125** (0,0478)	-0,0125** (0,0429)	-0,0112* (0,0665)	
AOBTMFSUB	0,0167 (0,653)													
DROTREDAP	-0,0357*** (0,00821)	-0,0298** (0,0238)	-0,0319** (0,0146)	-0,0284** (0,0277)	-0,0304** (0,0171)	-0,0320*** (0,00892)								
DATOREDAL	0,00161 (0,51)	0,00169 (0,573)	0,00137 (0,589)	0,00139 (0,628)	0,000946 (0,739)	0,000811 (0,762)	0,00182 (0,518)	0,00185 (0,518)						
AVAT	0,0781 (0,345)	0,0863 (0,329)	0,0839 (0,326)	0,0828 (0,322)	0,0818 (0,323)	0,0841 (0,277)	0,076 (0,309)	0,076 (0,274)	0,0714 (0,296)					
TPMCONX	0,0149 (0,184)	0,006 (0,551)	0,00652 (0,547)											
CONSTANT	1,716*** (2,88E-10)	1,669*** (2,31E-08)	1,703*** (6,28E-09)	1,684*** (8,23E-09)	1,696*** (8,07E-10)	1,701*** (1,13E-09)	1,389*** (7,75E-06)	1,388*** (8,23E-06)	1,469*** (0)	1,518*** (0)	1,384*** (0)	1,218*** (0)	1,137*** (0)	1,065*** (0)
R ² (EA)	0,2486	0,2360	0,2406	0,2322	0,2320	0,2324	0,1806	0,1797	0,1780	0,1682	0,1632	0,1487	0,1329	0,0952
Wald chi2	4,710,91	1,718,98	188,28	152,67	83,86	81,67	42,13	28,90	31,85	24,78	23,61	21,56	15,45	7,90
Probabilidad chi2	0	0	0	0	0	0	0	0,0003	0	0,0004	0,0003	0,0002	0,0015	0,0193
TEST DE HAUSMAN Y OTROS														
Test de Hausman chi2 (TH)	11,33	4,67	5,20	4,35	4,76	4,60	6,86	4,82	5,06	5,20	1,93	1,52	1,93	0,74
Probabilidad TH	0,73	0,99	0,97	0,98	0,94	0,92	0,65	0,78	0,65	0,52	0,86	0,82	0,59	0,69
Conclusión TH	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
Observaciones (N)	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Cantidad de EP	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

Correlaciones estadísticas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Fuente: Elaboración propia 2021.

Anexo 7. Relación entre la variable SERVCOMP vs. RT. Para las EP pequeñas con los 3 valores más altos de SERVCOMP al 2019

EPS EMAPA - HVCA S.A. (21)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SERVCOMP	94,4%	95,2%	92,2%	92,8%	93,5%	93,2%
RT	114,5%	94,3%	88,4%	86,7%	95,8%	94,9%
EPS EMAQ S.R.L. (34)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SERVCOMP	96,1%	96,0%	96,7%	96,2%	96,7%	96,1%
RT	60,1%	86,3%	85,1%	87,4%	83,1%	82,6%
EPS SIERRA CENTRAL S.R.L. (39)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SERVCOMP	95,5%	96,0%	96,3%	98,0%	97,5%	97,0%
RT	95,6%	88,1%	82,0%	83,1%	86,1%	84,3%
RT Promedio para las EP pequeñas en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	91,2%	87,5%	97,0%	82,5%	92,7%	86,1%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de información.

Conclusiones

Se aprecia que las EP con mayores valores de la variable SERVCOMP, muestran también valores de RT por debajo del promedio de las EP pequeñas en el período en estudio.

Anexo 8. Relación entre la variable SERVCOMP vs. RT. Para las EP pequeñas con valores más bajos de SERVCOMP al 2019

EMSAPA YAULI LA OROYA S.R.L. (50)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SERVCOMP	82,1%	81,4%	83,0%	80,2%	79,4%	78,4%
RT	99,5%	99,0%	99,3%	98,3%	92,3%	92,4%
EPS RIOJA S.A. (51)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
SERVCOMP	55,1%	52,9%	51,1%	49,8%	48,1%	46,1%
RT	100,7%	93,2%	118,0%	97,2%	96,5%	90,3%
RT Promedio para las EP pequeñas en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	91,2%	87,5%	97,0%	82,5%	92,7%	86,1%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de información.

Conclusiones

Se aprecia que las EP con menores valores de la variable SERVCOMP, muestran también valores de RT por encima del promedio de las EP pequeñas en el período en estudio .

Anexo 9. Relación entre la variable MICRO vs. RT. Para las EP pequeñas con los 3 valores más altos de MICRO al 2019

EMUSAP S.A. (1)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MICRO	93,6%	93,5%	94,0%	93,5%	94,9%	94,9%
RT	89,7%	81,8%	82,9%	61,9%	74,8%	80,1%
EPS MOYOBAMBA (20)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MICRO	84,3%	86,1%	86,6%	87,7%	84,6%	85,4%
RT	90,4%	79,4%	82,2%	74,3%	87,3%	78,9%
EPS EMSAP CHANKA (44)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
MICRO	91,7%	73,7%	90,2%	92,3%	92,1%	91,7%
RT	56,6%	80,6%	86,2%	91,5%	70,6%	81,4%
RT Promedio para las EP pequeñas en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	91,2%	87,5%	97,0%	82,5%	92,7%	86,1%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de información.

Conclusiones

Se aprecia que las EP con valores altos de MICRO están relacionadas con niveles de la RT por debajo del promedio de las EP en el período en estudio.

Anexo 10. Resultados de las regresiones econométricas (parámetros y p-valor) con el modelo de efectos fijos y aleatorios para las EP medianas

VARIABLES / ITERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
EFFECTOS FIJOS (EF)													
CONT	0,00183 (0,873)	0,0013 (0,908)	0,00259 (0,806)	0,0025 (0,748)	0,00261 (0,734)	0,00234 (0,775)							
PRES	0,00791 (0,209)	0,00574 (0,423)	0,00388 (0,541)	0,00432 (0,529)	0,00438 (0,519)	0,00423 (0,53)	0,00467 (0,43)	0,00779 (0,11)	0,00739 (0,12)	0,00743 (0,106)	0,00713* (0,0992)	0,00727* (0,0825)	0,00695* (0,0909)
DRT	-0,000281 (0,25)	-0,000309 (0,174)	-0,000324 (0,161)	-0,000242 (0,206)	-0,000232 (0,239)	-0,000273 (0,168)	-0,000283 (0,151)	-0,000195 (0,272)	-0,000209 (0,245)	-0,000213 (0,165)	-0,000214 (0,16)		
TAR	0,377** (0,0487)	0,345* (0,0741)	0,311 (0,154)	0,146 (0,478)	0,147 (0,47)	0,139 (0,489)	0,138 (0,489)	0,256* (0,0778)	0,239* (0,0936)	0,239* (0,0886)	0,226* (0,0994)	0,184 (0,146)	0,221* (0,0641)
COBAP	0,655 (0,423)	0,738 (0,376)	0,468 (0,471)	0,379 (0,567)	0,303 (0,61)	0,28 (0,641)	0,277 (0,641)	0,199 (0,758)	0,191 (0,773)	0,192 (0,771)			
COBAL	-0,121 (0,798)	-0,216 (0,609)	-0,0968 (0,799)	-0,0802 (0,811)									
SERVCOMP	-0,731 (0,303)	-0,861 (0,176)	-0,638 (0,422)	-0,546 (0,451)	-0,589 (0,4)								
ANF	0,101 (0,629)	0,0708 (0,726)	0,056 (0,788)	0,0751 (0,715)	0,0838 (0,695)	0,0802 (0,695)	0,0758 (0,715)	0,133 (0,532)					
MICRO	0,345 (0,121)	0,329 (0,124)	0,317 (0,122)	0,284 (0,206)	0,282 (0,207)	0,282 (0,197)	0,285 (0,2)						
MOROSD	0,0450** (0,0394)	0,0419** (0,0469)	0,0379* (0,0875)										
AOBTMFSUB	0,0401 (0,804)	0,014 (0,93)	-0,0679 (0,685)	-0,00903 (0,954)	-0,0073 (0,962)	-0,00148 (0,993)	0,00521 (0,973)	0,0295 (0,848)	-0,0314 (0,83)	-0,0292 (0,831)	-0,0502 (0,632)	-0,0721 (0,556)	-0,000606 (0,996)
DROTREDAP	0,0015 (0,826)	0,00191 (0,786)	0,00195 (0,801)	0,000212 (0,979)	-5,83E-05 (0,994)	-0,00032 (0,966)	-0,000103 (0,989)	-0,00013 (0,987)	-0,000454 (0,955)				
DATOREDAL	0,00617 (0,48)	0,00749 (0,388)	0,00895 (0,338)	0,0108 (0,236)	0,0106 (0,242)	0,01 (0,288)	0,00972 (0,299)	0,00743 (0,485)	0,00781 (0,449)	0,00778 (0,444)	0,00839 (0,356)	0,008 (0,368)	
AVAT	0,075 (0,361)												
TPMCONX	0,0335 (0,169)	0,0315 (0,265)											
CONSTANT	0,262 (0,651)	0,529 (0,37)	0,678 (0,159)	0,726* (0,0979)	0,762* (0,0721)	0,283 (0,611)	0,321 (0,578)	0,411 (0,506)	0,519 (0,43)	0,517 (0,422)	0,701*** (7,52E-06)	0,692*** (1,50E-05)	0,694*** (1,76E-05)
R ² (EF)	0,0004	0,0009	0,0042	0,0012	0,0010	0	0	0,0155	0,0206	0,0197	0,0338	0,0315	0,0081
F	-	473,59	19,75	5,39	5,86	3,46	3,85	1,55	1,41	1,48	1,66	1,86	2,54
Probabilidad del F	-	0	0	0,0019	0,0014	0,0172	0,0121	0,2275	0,2747	0,2539	0,2088	0,1738	0,0981
EFFECTOS ALEATORIOS (EA)													
CONT	0,00289 (0,645)	0,00278 (0,65)	0,00288 (0,628)	0,0032 (0,59)	0,00324 (0,577)	0,00167 (0,737)							
PRES	-0,00724 (0,237)	-0,00721 (0,239)	-0,00734 (0,184)	-0,00671 (0,27)	-0,00658 (0,279)	-0,00626 (0,266)	-0,00597 (0,257)	-0,00459 (0,167)	-0,00521 (0,126)	-0,00541 (0,11)	-0,00452 (0,172)	-0,00357 (0,281)	-0,00532 (0,116)
DRT	-0,000327 (0,25)	-0,000331 (0,199)	-0,00033 (0,2)	-0,000229 (0,288)	-0,000217 (0,321)	-0,000225 (0,307)	-0,000238 (0,296)	-0,000194 (0,282)	-0,000281* (0,0765)	-0,000300* (0,0539)	-0,000271* (0,0753)		
TAR	0,115** (0,0481)	0,114* (0,0545)	0,112** (0,0313)	0,126** (0,0202)	0,127** (0,016)	0,128*** (0,0098)	0,121*** (0,00703)	0,112** (0,0121)	0,121** (0,0118)	0,126*** (0,00698)	0,127*** (0,00619)	0,110** (0,0356)	0,103* (0,0524)
COBAP	0,344 (0,418)	0,352 (0,391)	0,368 (0,137)	0,141 (0,582)	0,0789 (0,578)	0,0741 (0,511)	0,0858 (0,422)	0,104 (0,262)	0,11 (0,208)	0,102 (0,248)			
COBAL	-0,184 (0,599)	-0,193 (0,554)	-0,199 (0,467)	-0,0532 (0,86)									
SERVCOMP	0,286 (0,435)	0,291 (0,411)	0,301 (0,233)	0,122 (0,651)	0,0646 (0,685)								
ANF	0,21 (0,146)	0,208 (0,124)	0,203* (0,0935)	0,169 (0,168)	0,167 (0,187)	0,171 (0,172)	0,172 (0,17)	0,16 (0,248)					
MICRO	0,0172 (0,88)	0,0178 (0,871)	0,0165 (0,882)	0,0743 (0,581)	0,0821 (0,546)	0,0663 (0,611)	0,0507 (0,685)						
MOROSD	0,00326 (0,862)	0,00322 (0,863)	0,00314 (0,864)										
AOBTMFSUB	-0,175** (0,0221)	-0,176** (0,0213)	-0,181*** (0,000159)	-0,140*** (0,00906)	-0,135** (0,0199)	-0,138** (0,0118)	-0,147*** (0,00698)	-0,151*** (0,00465)	-0,171*** (0,00155)	-0,169*** (0,00116)	-0,152*** (0,00232)	-0,133*** (0,009)	-0,120** (0,0147)
DROTREDAP	-0,00779 (0,466)	-0,00776 (0,468)	-0,00795 (0,477)	-0,00756 (0,396)	-0,00767 (0,335)	-0,00788 (0,33)	-0,00758 (0,327)	-0,00752 (0,312)	-0,00565 (0,435)				
DATOREDAL	0,00718 (0,127)	0,00717 (0,124)	0,0072 (0,125)	0,00832 (0,102)	0,00841 (0,103)	0,00798 (0,117)	0,00732* (0,0749)	0,00787** (0,043)	0,00764** (0,0372)	0,00727* (0,0607)	0,00739* (0,0827)	0,00728* (0,08)	
AVAT	0,00538 (0,942)												
TPMCONX	0,00165 (0,936)	0,00154 (0,941)											
CONSTANT	0,515 (0,15)	0,517 (0,144)	0,512* (0,0958)	0,683** (0,0325)	0,735*** (0,00462)	0,832*** (5,77E-09)	0,866*** (0)	0,853*** (0)	0,948*** (0)	0,954*** (0)	1,012*** (0)	0,952*** (0)	1,018*** (0)
R ² (EA)	0,3349	0,3349	0,3348	0,3131	0,3061	0,3120	0,3193	0,3217	0,3082	0,3034	0,2868	0,2492	0,2307
Wald chi2	-	120,47	65,43	32,17	27,60	39,88	28,99	19,08	17,69	19,22	14,23	10,71	11,74
Probabilidad chi2	-	0	0	0,0013	0,0037	0	0,0006	0,0145	0,0135	0,0038	0,0142	0,0300	0,0083
TEST DE HAUSMAN Y OTROS													
Test de Hausman chi2 (TH)	288,26	144,63	21,09	12,47	10,72	10,86	11,82	5,62	9,84	9,47	6,36	3,82	4,66
Probabilidad TH	0,00	0,00	0,07	0,33	0,38	0,37	0,22	0,59	0,20	0,15	0,27	0,43	0,20
Conclusión TH	EF	EF	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
Observaciones (N)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Cantidad de EP	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Correlaciones estadísticas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Elaboración propia 2021

Anexo 11. Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP medianas con los 4 valores más bajos de PRES al 2019

EMAPACOP S.A. (3)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	7,6	8,0	9,3	11,2	10,5	10,9
RT	80.4%	78.5%	83.1%	85.7%	113.4%	90.0%
EPS EMAPA CAÑETE S.A. (5)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	12,8	13,3	13,1	10,7	11,4	5,5
RT	95.7%	75.2%	85.3%	86.3%	90.0%	79.2%
EMAPA PISCO S.A. (10)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	7,4	10,7	7,2	7,4	8,2	8,0
RT	89,0%	90,8%	79,3%	85,5%	85,4%	87,5%
EMAPA HUARAL S.A. (24)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	7.70	8.62	8.90	11.03	8.60	8.02
RT	91,9%	95,9%	103,9%	101,3%	82,3%	133,0%
RT Promedio para las EP medianas en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	89,5%	86,0%	89,5%	85,9%	91,3%	89,4%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de Información.

Conclusiones: En cuanto a las EP medianas, respecto a la variable PRES, las EP que tienen los menores valores de PRES son las que presentan valores superiores a los valores de RT promedio de las EP medianas en el período en estudio. Contrario a los valores altos.

Anexo 12. Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP medianas con los 3 valores más altos de PRES al 2019

EPS EMUSAP ABANCAY (43)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	32,7	30,1	28,7	33,2	34,2	31,8
RT	76.5%	71.9%	64.1%	60.3%	60.2%	56.6%
EPS MARAÑÓN S.A. (45)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	30,2	35,3	35,4	35,5	35,6	32,6
RT	101.0%	99,4%	96,1%	81,7%	77,5%	89,4%
EPS CHAVÍN S.A. (33)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	24,9	26,4	24,5	24,7	24,3	25,6
RT	86,4%	85,2%	92,0%	84,2%	84,0%	81,5%
RT Promedio para las EP medianas en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	89,5%	86,0%	89,5%	85,9%	91,3%	89,4%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de información.

Conclusiones: En cuanto a las EP medianas, respecto a la variable PRES, las EP que tienen los mayores valores de PRES son las que presentan valores inferiores a los valores de RT promedio de las EP medianas en el período en estudio.

Anexo 13. Relación entre la variable TAR vs. RT. Para las EP medianas con los 3 valores más altos de TAR al 2019

EPS MOQUEGUA (22)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TAR	49,6%	100,0%	100,0%	100,0%	99,8%	99,4%
RT	94,2%	86,7%	106,3%	113,5%	105,6%	88,1%
EPS ILO (27)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TAR	83,9	71,6%	90,3%	96,3%	90,4%	93,3%
RT	95,4%	86,5%	89,1%	110,0%	119,0%	102,3%
EPS MARAÑÓN (45)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TAR	90,8%	92,6%	84,2%	85,1%	85,1%	83,9%
RT	101,0%	99,4%	96,1%	81,7%	77,5%	89,4%
RT Promedio para las EP medianas en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	89,5%	86,0%	89,5%	85,9%	91,3%	89,4%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de Información.

Conclusiones: En cuanto a las EP medianas, el TAR está desarrollado a un nivel importante solo en 4 de las EP. Sin perjuicio de ello, las EP con los más altos niveles de TAR están relacionados con niveles de la RT por encima del promedio para las EP en el período en estudio.

Anexo 14. Relación entre la variable Agua producida obtenida mediante fuentes subterráneas (AOBTMFSUB) vs. RT. Para las EP medianas con los 4 valores más altos de AOBTMFSUB al 2019

EPS EMPSSAPAL S.A. (38)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AOBTMFSUB	87,3%	86,0%	84,2%	79,6%	83,7%	84,0%
RT	79,4%	76,7%	98,7%	93,2%	85,1%	94,2%
EPS AGUAS DE LIMA NORTE S.A. (25)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AOBTMFSUB	100,0%	100,0%	100,0%	94,6%	100,0%	100,0%
RT	94,4%	96,1%	73,9%	55,9%	81,4%	87,6%
EPS MUNICIPAL MANTARO S.A. (42)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AOBTMFSUB	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	98,8%
RT	86,6%	85,8%	93,8%	84,9%	75,3%	83,3%
EPS EMUSAP ABANCAY S.A.C. (43)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AOBTMFSUB	67,9%	68,3%	76,6%	74,5%	70,7%	100,0%
RT	76,5%	71,9%	64,1%	60,3%	60,2%	56,6%
RT Promedio para las EP medianas en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	89,5%	86,0%	89,5%	85,9%	91,3%	89,4%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de información.

Conclusiones: En cuanto a las EP medianas, respecto a la variable AOBTMFSUB, las EP que tienen los mayores valores de AOBTMFSUB son las que presentan valores inferiores a los valores de RT promedio de las EP medianas en el período en estudio.

Anexo 15. Resultados de las regresiones econométricas (parámetros y p-valor) con el modelo de efectos fijos y aleatorios para las EP grandes

VARIABLES / ITERACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
EFFECTOS FIJOS (EF)														
CONT	0,0132 (0,148)	0,013 (0,139)	0,0107 (0,252)	0,00862 (0,35)	0,00502 (0,53)	0,00649 (0,456)	0,00751 (0,423)	0,00741 (0,415)						
PRES	-0,0241 (0,158)	-0,0242 (0,16)	-0,0211 (0,223)	-0,00953 (0,48)	-0,00929 (0,482)	-0,00911 (0,49)	-0,0121 (0,403)	-0,0117 (0,392)	-0,0109 (0,395)	-0,0109 (0,39)	-0,0146 (0,252)	-0,0196 (0,254)	-0,0208 (0,233)	-0,0229 (0,239)
DRT	-0,00132* (0,0516)	-0,00132* (0,051)	-0,00125* (0,0743)	-0,00128* (0,0796)	-0,00125* (0,0863)	-0,00125* (0,0864)	-0,00118* (0,0951)	-0,00122 (0,117)	-0,00127 (0,117)	-0,00126 (0,115)	-0,00133* (0,0881)			
TAR	0,231** (0,0225)	0,235** (0,0272)												
COBAP	-1,032 (0,267)	-1,054 (0,274)	-0,564 (0,558)	-0,449 (0,603)	-0,506 (0,546)	-0,895 (0,255)	0,0935 (0,851)	0,0775 (0,876)	0,0673 (0,89)	0,0538 (0,907)	0,119 (0,81)	0,311 (0,559)		
COBAL	1,263* (0,0518)	1,270* (0,0523)	0,779 (0,209)	0,875 (0,184)	0,868 (0,185)	1,211* (0,0649)								
SERVCOMP	0,552 (0,137)	0,524 (0,123)	1,024* (0,0818)	0,966* (0,0813)	0,949* (0,084)									
ANF	0,117 (0,769)													
MICRO	0,259 (0,314)	0,251 (0,327)	0,18 (0,462)	0,159 (0,465)	0,159 (0,496)	0,152 (0,492)	0,223 (0,333)	0,253 (0,274)	0,308 (0,243)	0,304 (0,234)	0,298 (0,236)	-0,327 (0,265)	-0,339 (0,246)	
MOROSD	0,00885 (0,61)	0,00899 (0,596)	0,00179 (0,912)	0,000636 (0,967)	0,00398 (0,8)	0,00168 (0,916)	-0,00411 (0,837)	-0,00132 (0,935)	-0,00288 (0,861)					
AOBTMFSUB	0,333** (0,0158)	0,308*** (0,00334)	0,261*** (0,00818)	0,216* (0,0696)										
DROTREDAP	0,0150* (0,0641)	0,0150* (0,0629)	0,0137* (0,0929)											
DATOREDAL	-0,00456 (0,481)	-0,00437 (0,468)	-0,00413 (0,495)	-0,00264 (0,638)	-0,00236 (0,669)	-0,00223 (0,691)	-0,00186 (0,748)							
AVAT	0,217*** (0,00315)	0,222*** (0,00349)	0,200** (0,0147)	0,199** (0,0147)	0,220** (0,016)	0,196** (0,0279)	0,165** (0,047)	0,165** (0,0436)	0,163** (0,0326)	0,164** (0,0278)				
TPMCONX	0,0101 (0,198)	0,0106 (0,195)	0,00585 (0,528)	0,00502 (0,533)	0,00555 (0,465)	0,00393 (0,655)	0,00791 (0,361)	0,00774 (0,368)	0,00884 (0,3)	0,00878 (0,308)	0,00704 (0,383)	0,00934 (0,179)	0,00788 (0,266)	0,0133 (0,153)
CONSTANT	0,0451 (0,948)	0,138 (0,847)	-0,163 (0,847)	-0,413 (0,592)	-0,248 (0,747)	0,686 (0,244)	0,79 (0,183)	0,774 (0,174)	0,855 (0,156)	0,866 (0,138)	0,995* (0,0927)	1,039 (0,136)	1,352*** (0,00433)	1,174*** (0,000839)
R ² (EF)	0,0347	0,0350	0,0477	0,0224	0,0325	0,0768	0,1799	0,1744	0,1852	0,1870	0,1779	0,1048	0,0909	0,0853
F	82,19	80,34	95,3	34,49	2,98	4,06	1,36	1,47	1,36	1,59	1,22	1,07	0,92	1,13
Probabilidad del F	0	0	0	0	0,0236	0,0064	0,2834	0,2419	0,2876	0,2147	0,3452	0,4035	0,4558	0,3476
EFFECTOS ALEATORIOS (EA)														
CONT	0,00586 (0,399)	0,00753 (0,304)	0,00735 (0,313)	0,00565 (0,4)	0,00607 (0,377)	0,00604 (0,376)	0,00584 (0,38)	0,00545 (0,381)						
PRES	-0,00518 (0,357)	-0,00917 (0,173)	-0,00888 (0,172)	-0,00719 (0,208)	-0,00758 (0,21)	-0,00769 (0,214)	-0,00713 (0,207)	-0,00661 (0,193)	-0,00468 (0,226)	-0,00499 (0,168)	-0,00640* (0,0721)	-0,00693* (0,0703)	-0,00504 (0,162)	-0,00769*** (0,00562)
DRT	-0,00084 (0,188)	-0,000976 (0,138)	-0,000986 (0,136)	-0,00101 (0,128)	-0,000925 (0,107)	-0,0009 (0,104)	-0,000911 (0,111)	-0,000921 (0,12)	-0,000862 (0,117)	-0,000894* (0,0965)	-0,000984* (0,0595)			
TAR	-0,0876 (0,2)	0,03 (0,714)												
COBAP	0,984 (0,101)	0,407 (0,512)	0,495 (0,451)	0,445 (0,487)	0,561 (0,373)	0,76 (0,16)	0,905 (0,176)	0,904 (0,155)	0,829 (0,138)	0,83 (0,113)	0,982* (0,0687)	0,911* (0,0938)		
COBAL	0,427 (0,622)	0,557 (0,455)	0,484 (0,533)	0,461 (0,544)	0,42 (0,553)	0,25 (0,434)								
SERVCOMP	-0,0522 (0,933)	-0,328 (0,58)	-0,243 (0,697)	-0,231 (0,71)	-0,152 (0,78)									
ANF	0,158 (0,366)													
MICRO	-0,15 (0,38)	0,0279 (0,897)	0,0254 (0,9)	0,0247 (0,896)	-0,0215 (0,884)	-0,0294 (0,842)	-0,0137 (0,931)	-0,0185 (0,909)	-0,0213 (0,898)	-0,00237 (0,988)	0,0527 (0,741)	-0,124 (0,241)	-0,126 (0,273)	
MOROSD	0,0349 (0,107)	0,009 (0,569)	0,00867 (0,579)	0,00717 (0,64)	0,00788 (0,613)	0,00934 (0,563)	0,00662 (0,713)	0,00925 (0,58)	0,00851 (0,633)					
AOBTMFSUB	0,0513 (0,588)	0,0741 (0,473)	0,0831 (0,433)	0,0778 (0,432)										
DROTREDAP	0,000557 (0,928)	0,00662* (0,0655)	0,00678* (0,0575)											
DATOREDAL	-0,0011 (0,746)	-0,00354 (0,469)	-0,00313 (0,489)	-0,00241 (0,586)	-0,00221 (0,574)	-0,00222 (0,567)	-0,00166 (0,603)							
AVAT	0,192** (0,0172)	0,191*** (0,00975)	0,184** (0,0167)	0,173** (0,0188)	0,183** (0,0209)	0,186** (0,0218)	0,175** (0,0239)	0,177** (0,02)	0,175** (0,0151)	0,169** (0,0143)				
TPMCONX	0,0145 (0,239)	0,017 (0,138)	0,015 (0,129)	0,0145 (0,156)	0,0153 (0,121)	0,0166 (0,118)	0,0155 (0,103)	0,0158* (0,0899)	0,0142* (0,071)	0,0140* (0,0707)	0,0144* (0,0932)	0,0204** (0,0316)	0,0175* (0,0611)	0,0171** (0,0353)
CONSTANT	-0,388 (0,459)	0,266 (0,676)	0,193 (0,769)	0,265 (0,679)	0,145 (0,826)	-0,0374 (0,953)	0,0365 (0,949)	0,0225 (0,968)	0,141 (0,75)	0,156 (0,714)	0,133 (0,761)	0,128 (0,787)	0,937*** (0)	0,910*** (0)
R ² (EA)	0,4265	0,3668	0,3756	0,3719	0,3722	0,3766	0,3690	0,3732	0,3624	0,3543	0,3349	0,2206	0,1369	0,1154
Wald chi2	695,31	125,70	117,54	80,36	106,4	103,54	99,64	101,48	40,48	30,52	18,61	8,66	9,02	7,75
Probabilidad chi2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0023	0,0701	0,029	0,0208
TEST DE HAUSMAN Y OTROS														
Test de Hausman chi2 (TH)	101,27	27,01	14,49	11,99	11,09	10,69	6,27	6,91	7,92	5,69	6,12	3,76	5,78	3,42
Probabilidad TH	0,00	0,01	0,34	0,36	0,44	0,30	0,71	0,55	0,34	0,46	0,29	0,44	0,12	0,18
Conclusión TH	EF	EF	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
Observaciones (N)	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
Cantidad de EP	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Correlaciones estadísticas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Elaboración propia 2021.

Anexo 16. Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP grandes con valores más bajos de PRES al 2019

EPS SEDALORETO S.A. (4)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	9,6	9,1	9,4	8,1	7,8	7,8
RT	101,7%	97,1%	90,6%	90,1%	92,8%	106,2%
EPS SEMAPACH S.A. (18)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	5,2	3,9	3,5	4,6	7,0	6,8
RT	89,6%	84,2%	94,1%	68,4%	67,5%	60,2%
EPSEL S.A. (29)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	6,6	6,8	7,8	5,9	5,7	6,7
RT	87,3%	86,9%	85,4%	87,2%	88,1%	79,6%
EPS SEDA JULIACA S.A. (41)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	6,3	5,6	5,7	3,9	3,6	3,1
RT	88,4%	93,0%	104,4%	93,6%	91,7%	91,4%
RT promedio para las EP grandes en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	84,8%	81,9%	79,5%	82,2%	79,2%	78,2%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de Información.

Conclusiones: En cuanto a las EP grandes, respecto a la variable PRES, las EP que tienen los menores valores de PRES, son las que presentan, en su mayoría, valores superiores a los valores de RT promedio de las EP grandes en el período en estudio.

Anexo 17. Relación entre la variable PRES vs. RT para las EP grandes con valores más altos de PRES al 2019

SEDA AYACUCHO S.A. (15)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	27,8	25,9	27,4	28,0	29,0	29,9
RT	85,3%	77,2%	70,1%	77,9%	71,3%	89,7%
SEDAPAR S.A. (30)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	30,4	29,7	28,2	30,0	31,0	32,3
RT	73,5%	71,0%	77,5%	76,6%	74,7%	78,8%
EPS SEDACUSCO S.A. (31)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PRES	31,5	31,0	31,5	31,5	31,5	32,2
RT	67,9%	74,5%	61,1%	62,3%	65,3%	65,7%
RT promedio para las EP grandes en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	84,8%	81,9%	79,5%	82,2%	79,2%	78,2%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de Información.

Conclusiones: En cuanto a las EP grandes, respecto a la variable PRES, las EP que tienen los mayores valores de PRES, son las que presentan, en su mayoría, valores inferiores a los valores de RT promedio de las EP grandes en el período en estudio.

Anexo 18. Relación entre la variable TPMCONX vs. RT para las EP grandes con valores más altos de TPMCONX al 2019

SEDACHIMBOTE S.A. (14)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TPMCONX	4,3	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3
RT	166,0%	174,1%	80,2%	93,1%	83,0%	79,7%
EMAPA SAN MARTÍN S.A. (16)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TPMCONX	5,5	7,2	7,6	7,1	7,2	6,8
RT	83,0%	84,0%	96,9%	81,5%	81,3%	81,6%
EMSA PUNO S.A. (6)						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TPMCONX	5,8	8,9	10,4	6,5	3,0	1,2
RT	80,1%	98,5%	86,5%	91,1%	103,3%	85,1%
RT promedio para las EP grandes en el período 2014-2019						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
RT promedio	84,8%	81,9%	79,5%	82,2%	79,2%	78,2%

Fuente: Elaboración propia 2021. Información proporcionada por SUNASS, según solicitudes de Información.

Conclusiones: En cuanto a las EP grandes, respecto a la variable TPMCONX, las EP que tienen los mayores valores de TPMCONX, son las que presentan, en su mayoría, valores superiores a los valores de RT promedio de las EP grandes, en el período en estudio.

Anexo 19. Base de datos de las EP en el periodo 2014-2019

Ingresar al enlace:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ILNExRWtDw2NPFes7aV8DO19KU-GVt2zLBU9kLrp2Dc/edit?usp=sharing>

Notas biográficas

Gustavo John Baines Cuellar Mendoza

Nació en Áncash, el 19 de junio de 1989. Economista, colegiado, egresado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Tiene más de seis años de experiencia en fiscalización ambiental y anterior en regulación de servicios públicos. Actualmente se desempeña como especialista en gestión de información en el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Jesus Angel Guevara Rivera

Nació en Ayacucho, el 5 de marzo de 1958. Ingeniero Civil, colegiado, egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Cuenta con un diplomado en Gerencia Social de la PUCP. Tiene más de catorce años de experiencia en control gubernamental y anterior en supervisión y ejecución de obras públicas. Actualmente se desempeña como auditor de obras públicas en la Contraloría General de la República.

Anne Franshesca Luisa Melendez Angulo

Nació en Iquitos, el 27 de junio de 1992. Abogada, colegiada, egresada de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Tiene más de cinco años de experiencia en derecho de la construcción, arbitraje y derecho administrativo. Actualmente se desempeña como administradora de contrato para la empresa concesionaria Autopista del Norte S.A.C.