



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Mejoramiento de la red de distribución de agua potable y
alcantarillado para el mantenimiento digital del sistema en la
Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Civil

AUTORES:

Ayala Hilario, Vladimir Luis (orcid.org/0000-0002-9578-9731)

Morales Martinez, Carlos Omar (orcid.org/0000-0002-2953-3826)

ASESOR:

Mg. Delgado Ramírez, Félix Germán (orcid.org/0000-0002-7188-9471)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este Informe lo dedico a mi familia, especialmente a mis hijas gemelas: Dariana y Dasha, y a mi esposa por brindarme su apoyo incondicional y permitirme disminuirles mis horas de atención a ellas para lograr terminar esta segunda profesión, también a cada uno de mis profesores por compartir sus valiosos conocimientos y experiencias las cuales me han permitido nutrirme con valiosa información logrando incentivar en mi la búsqueda de mayor conocimiento.

DEDICATORIA

A mis padres, a mis abuelitos, a mi esposa Luisa y a un gran amigo Vladimir por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco con todo mi ser a Dios por regalarme un día más de vida y por todas sus bendiciones recibidas, con las cuales he podido realizar el presente trabajo, también a todos mis compañeros de aula y de trabajo por su amistad incondicional y su inmenso apoyo, pero sobre todo a todos los profesores que me impartieron sus conocimientos los cuales han permitido que no descance en la búsqueda incesante por lograr mis objetivos.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras y gráficos.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	26
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN	63
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	75
ANEXOS.....	79

Índice de tablas

Tabla 1. Ventajas de la Gestión de Presiones (Fuente: Lamabert y Fantozzi).	13
Tabla 2. Indicadores Operativos (fuente propia)	48
Tabla 3. Reporte del promedio de las presiones diarias. Fuente Sedapal.....	48
Tabla 4. Reporte de las incidencias operativas diarias.....	52
Tabla 5. Reporte de las incidencias operativas diarias.....	53
Tabla 6. Reporte de las incidencias operativas diarias.....	54
Tabla 7. Reporte del promedio de la continuidad. Fuente Sedapal.....	56

Índice de Figuras y Gráficos

Figura 1. Fuente Propia (Mapa elaborado con Google Earth)	6
Figura 2. Mapa elaborado por OEIS-Fuente Municipalidad Los Olivos.....	7
Figura 3. Abastecimiento de agua potable en Lima (Fuente Sedapal)	16
Figura 4. Conexión domiciliaria (Fuente Sedapal)	18
Figura 5. Cuadrante del Sector 81. Fuente Visor Web Sedapal.....	28
Figura 6. Cuadrante del Sector 81 Redes de agua potable.....	29
Figura 7. datalogger de la marca Sofrel de tipo LX.....	30
Figura 8. instalación de redes de agua potable HDPE.....	31
Figura 9. instalación de redes de agua potable HDPE.....	31
Figura 10. Datalogger tipo LS instalado.....	33
Figura 11. Principales usos de los Datalogger tipo LS instalados.....	33
Figura 12. Datalogger que permite optimizar la distribución de agua potable....	34
Figura 13. Dispositivo digital que permite regular las presiones.....	35
Figura 14. Dispositivos digitales diferenciados por sus ventajas.....	36
Figura 15. Obtención de gráficos de los parámetros de Control del datalogger.	36
Figura 16. Obtención de gráficos de los parámetros de Control del datalogger.	37
Figura 17. Control de los elementos de la red de distribución de agua potable.	38
Figura 18. Mapa de la zona donde se encuentran instalados los Dataloggers...	38
Figura 19. Control de los elementos de la red de distribución de agua potable.	39
Figura 20. Control de los elementos de la red de distribución.....	39
Figura 21. Control de los elementos de la red de distribución.....	40
Figura 22. Control de los elementos de la red de distribución.....	40
Figura 23. Control de los elementos de la red de distribución.....	41
Figura 24. Reporte de los caudales.....	41
Figura 25. Reporte de los envíos de alarmas.....	42
Figura 26. Indicadores de presión y continuidad.....	46
Figura 27. Reporte de las presiones promedio (Fuente Sunass)	47
Figura 28. Rotura de tubería ocasionada por sobrepresión (Fuente Sedapal) ...	51
Figura 29. Interrupciones del servicio de agua potable (Fuente Sunass)	51
Figura 30. Reporte de los caudales promedio (Fuente Sunass)	55
Figura 31. Estadístico de reclamos operativos promedio (Fuente Sunass)	58
Figura 32. Evolución de la cobertura de las principales EPS.....	60

RESUMEN

El objetivo de la investigación trata respecto al mejoramiento de las redes de agua potable ubicadas en la Urb. Micaela Bastidas en el distrito de Los Olivos, Provincia y Departamento de Lima y saber de qué manera influye el uso de los dataloggers en la implementación de un sistema de monitoreo utilizando para optimizar su mantenimiento y operatividad. Debido al alto costo del mantenimiento de las redes por las reparaciones por roturas y también por pérdidas por fugas no visibles (agua no facturada – ANF) como consecuencia del mal estado de las redes existentes, generando la necesidad de utilizar la tecnología e información para lograr optimizar su mantenimiento implementando un sistema de monitoreo y control permanente de los parámetros principales como son: la presión, la continuidad, la calidad del agua, la turbidez, los niveles de consumo, control de aniegos, etc. mediante dispositivos digitales de última generación que permanente registran información tomada en el las redes en tiempo real y la envían para poder tomar las mejores alternativas de decisión y mejorar el servicio que la EPS brinda a la población, así se obtuvieron mejoras en el control de las presiones en cada horario (consignas) como también en los indicadores de continuidad optimizando el funcionamiento hidráulico de la red de distribución.

Palabras clave: agua potable, conexiones domiciliarias, mantenimiento, presión, continuidad, consumos, dataloggers. Optimización, mejorar el servicio.

ABSTRACT

The research deals with the improvement of the drinking water networks located in the Urb. Micaela Bastidas in the district of Los Olivos, Province and Department of Lima through the implementation of a monitoring system using data recording devices called dataloggers to optimize their maintenance and operability. Due to the high cost of maintenance of the networks due to repairs due to breakages and also due to losses due to invisible leaks (non-billed water – ANF) as a consequence of the poor condition of the existing networks, generating the need to use technology and information to achieve optimize its maintenance by implementing a permanent monitoring and control system of the main parameters such as: pressure, continuity, water quality, turbidity, consumption levels, flood control, etc. through state-of-the-art digital devices that permanently record information taken in the networks in real time and send it in order to make the best decision alternatives and improve the service that the EPS provides to the population, thus improvements were obtained in the control of the pressures at each time (setpoints) as well as continuity indicators optimizing the hydraulic operation of the distribution network.

Keywords: drinking water, home connections, maintenance, pressure, continuity, consumption, dataloggers. Optimization, improve service.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación tiene la importante finalidad de desarrollar un proyecto para realizar un mejoramiento en la distribución de las redes de agua potable y alcantarillado para posteriormente realizar el mantenimiento de la nueva red utilizando dispositivos tecnológicos como los dataloggers para captar la información de dichas redes controlando así de manera eficaz todo el sistema de la Urb. Micaela Bastidas del distrito de Los Olivos, donde actualmente las redes de agua potable y alcantarillado ya cumplieron su ciclo de vida requiriendo ser rehabilitadas.

Asimismo, debemos agregar que esta zona de estudio se encuentra en constante crecimiento de la población y existe la probabilidad que en un futuro ocurra desabastecimiento de agua por la escasez que se agudiza año tras año debiendo controlar los consumos evitando la fugas no visibles disminuyendo muy significativamente el agua no facturada (ANF) mediante la instalación de dataloggers en la red obteniendo datos como, caudales, presiones, niveles de consumos, aniegos, roturas de redes, información que estará de forma permanente a disposición y en tiempo real haciendo mucho más eficiente su mantenimiento.

Se pretende con esta investigación tratar de responder el problema: ¿Cómo influye en el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable el uso de dispositivos digitales en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023? Mientras que los objetivos principales son el determinar cómo influye en las presiones, la continuidad, el mantenimiento correctivo y el preventivo con la instalación y uso de dataloggers en la red de distribución de servicio de agua potable en las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

Cuando se instalan dataloggers en la red de distribución, nos dice (GALEANO, 2021) se pueden ver ciertos aportes que propenden a su optimización tales como:

- Tener la información sobre eventos, así como la capacidad de predecir o tomar medidas preventivas contra la degradación de la red, también permite a los administradores crear modelos más precisos y eficientes y realizar investigaciones sobre el comportamiento de los usuarios según sus categorías.
- Mejorar su eficiencia optimizando el recurso, podemos reducir las cantidades de agua suministrada y optimizar sus rendimientos reduciendo así las fugas, todo esto implica una disminución en el ANF.
- Se reducen los costes de desplazamiento y de actuación lo que conlleva a mejorar los tiempos de interrupción del servicio cuando se produce una incidencia operativa como una rotura en algún punto de la red. En la intervención de averías se eleva su eficacia al optimizar los recursos materiales y humanos.
- Mediante aplicaciones muy fáciles de usar nos brindan información de consumo de los usuarios controlar de manera permanente el uso del agua y facilitar con esto un consumo más eficiente y responsable por parte de los usuarios.

Según (LAMBERT y FANTOZZI, 2020), hace treinta años, Japón y el Reino Unido concluyeron que la reducción del exceso en la presión entregada reduce significativamente los porcentajes de las fugas y roturas de tuberías y comenzaron a practicar y promover el manejo activo de la presión. Algunos países muy pocas empresas de servicios públicos le siguieron el ejemplo quizá porque se consideró como una pérdida de ingresos cuando se tiene el consumo de los usuarios medidos o incertidumbre sobre la predicción de los beneficios que podrían no justificar los costos de inversión, Pero durante los últimos años, el efecto del manejo de la presión sobre las roturas, se han hecho más conocidas.

Las empresas de servicios públicos que han implementado recientemente esquemas de gestión de la presión ahora están dándose cuenta de que las tasas de flujo de fugas reducidas y los costos de reparación por roturas no

son los únicos beneficios. La gestión de la presión no es solo una herramienta para el control de fugas, sino también para la demanda gestión, conservación del agua y la gestión de activos así como otros beneficios tales como:

- Conservación del estado de tuberías aumentando su vida útil y aplazando su renovación.
- Disminución en los costos del control activo de fugas
- Mejora en el servicio a los usuarios por la disminución de las interrupciones

Bajo este nuevo enfoque se tiene que tener en cuenta nuevos términos como la telegestión o gestión inteligente del agua. La utilización de una infraestructura de comunicaciones, contadores (dataloggers) y aplicaciones que permitan su interacción.

Problemática

La elección de este proyecto fundamentalmente busca soluciones alternas a la cada vez más aguda falta de agua. Desde hace muchos años el agua potable no llega a la gran mayoría de la población y somos conscientes de lo esencial que en nuestro día a día y para mantener en equilibrio del ciclo de vida de todos de los seres que habitamos en nuestro planeta Tierra. Mas aun cuando el recurso que se tiene es escaso es imperdonable que se desperdicie el agua potable teniendo en cuenta que la población mantiene un crecimiento vertiginoso y no existen macro políticas que permitan disminuir la brecha existente en el sector saneamiento.

(ONU, 2022) nos señaló que el agua es un recurso muy escaso cada vez más y tenemos a un mundo que está obligado a encarar sus grandes desafíos demográficos y climáticos. No darle el debido reconocimiento a su valor hoy en día es la principal causa del mal uso que le damos.

Problemática Internacional

En Madrid, España, en la red de agua del canal de Isabel II, se dificultó el registro de información al momento de presentarse paralizaciones e interrupciones del abastecimiento de agua, se estudió y diagnosticó las tuberías que forman el sistema de redes de distribución como son: año de instalación, diámetro de las tuberías de las redes existentes, profundidades en las que se encuentran las tuberías, y las variaciones de presiones. (GÓMEZ, 2017)

La regulación y el control de las presiones en los distintos puntos de la red de distribución de agua potable tiene por objetivo el de reducir y prevenir las fugas de agua. Por lo que están directamente ligadas la presión y el volumen de pérdida por fuga; esto quiere decir que, a mayor presión en la red, mayor será la probabilidad de fuga y mayores serán los volúmenes de pérdidas. Es por eso que las presiones son controladas y mantenidas en valores mínimos, pero sin afectar la calidad del servicio brindado (RAMIREZ, 2017).

Problemática Nacional

Un estudio (SUNASS, 2020) elaborado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – Sunass, nos menciona que el problema resulta más complicado cuando consideramos que del total de los habitantes de nuestro país, es decir, de los 27,2 millones de peruanos, solo el 71.4% viven en zonas urbanas y los restantes, el 27.6% viven en las zonas rurales, siendo estos últimos aquellos con la mayor deficiencia, ya que no obtienen un adecuado acceso para el servicio de agua potable. Ahora bien, de la primera población antes mencionada, solo el 81,1% cuentan con el acceso directo al agua potables; mientras que el resto se abastece por medio de piletas o por otros medios alternativos que brinda el Estado como son los camiones de cisternas.

El diseño de las redes de agua potable en Huancavelica obedeció a criterios que no tomaron en cuenta el crecimiento progresivo y desordenado, esto al no tener una planificación adecuada del sistema, es por ello que existen muchos empalmes y ampliaciones de redes en el sistema que no obedecen a un criterio técnico lo cual dificulta la operación del propio sistema. (EMAPA Huancavelica, 2022).

(MVCS,2022) El Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento - MVCS en el Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026 (PNS) estima que hacia el año 2023 la brecha en infraestructura sanitaria de alcanzaría casi los S/ 100.000 millones.

Según la Encuesta Nacional de Programas presupuestales del Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, en año 2021, el 92.9% de la población ubicada en el área urbana consume agua que proviene de red pública comparado con solo el 76.6% en el área rural. Pero si se tiene en cuenta que el acceso es diario, estos porcentajes descienden a 87,2% y 68,4% respectivamente. (INEI, 2021)

La gestión de Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) tienen mucho espectro para la mejora. De acuerdo a los reportes de la Sunass, al tercer trimestre de 2021 se verificó que el agua no facturada (ANF) es la proporción del volumen de agua potable que es producida pero que no es facturada, en Sedapal alcanza el 28,9% y en las EPS al interior del país supera el 40%. Según señaló la cámara de Comercio de Lima (CCL, 2021).

Problemática Local

El lugar del proyecto está ubicado en la Urb. Micaela Bastidas del distrito de Los Olivos, Provincia y Departamento de Lima, actualmente este distrito de Lima metropolitana cuenta con una gran posibilidad de crecimiento socio-económico a futuro; esto en gran parte es debido a su posición geopolítica y también a algunas características socio económicas de su población, pues tiene en su mayoría población con nivel "B".

Tiene un sistema de acceso fácil por sus vías principales: Panamericana Norte, Carlos Izaguirre, Las Palmeras y Los Alisos; la totalidad de sus vías están asfaltadas y tienen áreas verdes en mayor proporción que las demás urbanizaciones colindantes. Por tal motivo se proyecta como una urbanización sólida lo que permite sea considerada para atraer a la inversión privada, beneficiando a de esta manera a sus habitantes. Sin embargo; en el plano de la salud pública, especialmente referido a las enfermedades gastro intestinales, no escapa a las cifras nacionales deprimentes, ya que las redes de agua potable y alcantarillado existentes han cumplido su vida útil hace ya bastante tiempo, siendo esta la principal causa de los datos estadísticos en este factor de salud y se convierte en un factor de riesgo. (Memoria Anual Municipal de los Olivos, 2020).

Creemos que el presente trabajo de investigación contribuirá con el mejoramiento de estos aspectos y servirá para conocer aquella realidad particular sobre el tema del saneamiento en la Urb. Micaela Bastidas a su vez introducimos de forma complementaria la optimización del mantenimiento de las redes de saneamiento una vez rehabilitadas, mediante el uso de dispositivos digitales tales como los dataloggers para un adecuado funcionamiento, prolongando la vida útil de las mismas pero disminuyendo el nivel de los reclamos de los usuarios y lo más importante cuidando el recurso hídrico que cada vez es más y más escaso como se ha podido leer anteriormente.

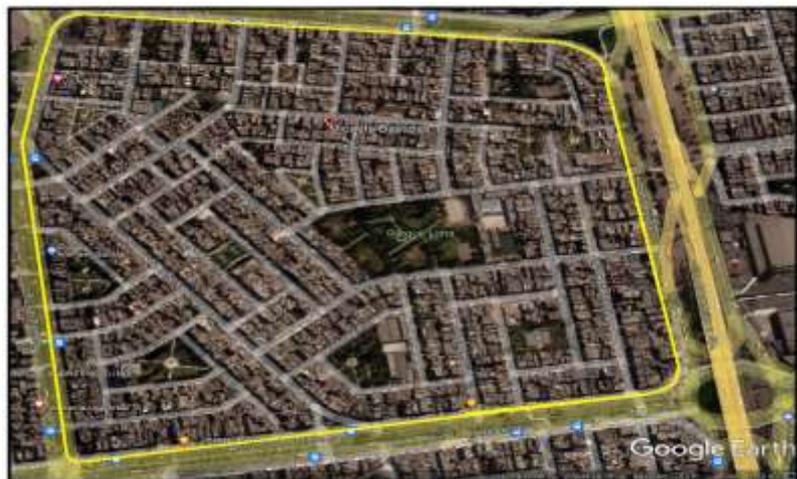


Figura Nº 01: Fuente Propia (Mapa elaborado con Google Earth)

El distrito de Los Olivos se ubica en la parte nororiental de la provincia de Lima; muy cerca de los ríos Rímac y Chillón; y es uno de los 43 distritos que conforman el distrito de Lima Norte. También se encuentra a una altitud de 75 msnm, 11° 09' 09" de latitud y 77° 04' 14" de longitud, y limita al norte con el distrito de Puente Piedra, al sur y al oeste con el distrito de Sanmartín de Porres, y al este con el distrito de Independencia y Comas.



Figura Nº 02: Mapa elaborado por OEIS-Fuente Municipalidad Los Olivos

Justificación

Los diversos sistemas de abastecimiento de agua en Lima y otras provincias ofrecen oportunidades para la modernización, y es importante promover una combinación de métodos de modernización y gestión, tanto en términos de control como de medición de parámetros clave relevantes para la protección y mantenimiento de este recurso de agua potable. Así como la mejora de las infraestructuras para reducir significativamente las pérdidas y al mismo tiempo promover el ahorro y el consumo responsable. El objetivo es conseguir la máxima eficiencia de los recursos, optimizar el consumo de agua y buscar su sostenibilidad.

El aporte del uso de los dataloggers ha permitido tener un mejor control de los niveles de presión del servicio y de la continuidad de la red de distribución. El estudio se justifica teóricamente, en la práctica y también en lo metodológico.

Justificación teórica

El uso de la telemetría en las redes de distribución de agua potable implica el uso de dispositivos digitales (data loggers), estaciones remotas o conjuntos RTU que se comunican mediante diversas infraestructuras técnicas y de telecomunicaciones, permitiendo la gestión remota de las instalaciones, válvulas, sensores, sensores o interruptores digitales. Así, la gestión remota incluye la telemetría y el control remoto, aunque pueden ser sistemas similares, no lo son. La diferencia es que la telemetría o lectura remota simplemente recibe datos de la red, los interpreta y los convierte en información para el análisis, además de alertar de irregularidades en la planta y aplicar reglas expertas. El mando a distancia será un añadido, cuando se pueda enviar información al dispositivo y se puedan ejecutar instrucciones, comandos y parámetros de funcionamiento.

Justificación práctica

Su aplicación ayudará a modernizar la administración y brindará soluciones flexibles y adaptables para una gestión más eficiente de la infraestructura EPS y un control total de los recursos. Sin incorporar estos avances tecnológicos, será difícil lograr mejores resultados.

Justificación metodológica

La presente investigación abordo el campo de la digitación en el mundo del agua. Las opiniones de expertos determinaron que es en las EPS donde el ANF es más alto, el uso de los dataloggers es primordial y justificado, así como en las zonas del país donde el recurso del agua es escaso y no hay fuentes como en el caso de Lima Metropolitana. Sin embargo, no existen limitaciones para su implementación en otros campos como en el de las aguas residuales, por ejemplo. Estos instrumentos podrán ser utilizados por futuros investigadores que en afán de brindar nuevas soluciones a los problemas vinculados con el sector saneamiento.

Formulación del Problema

Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), mencionaron que la elección de los métodos para el estudio no se hace al principio, sino que primero se deben formular las preguntas y aclararse con anticipación para que los métodos anteriores pudieran desarrollarse más adelante.

Problema General:

¿Cómo influye en el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable el uso de dispositivos digitales en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023?

Problemas específicos:

- 1.- ¿Cómo influye el uso de dispositivos digitales en el control de las presiones de servicio en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023?
- 2.- ¿Cómo influye el uso de dispositivos digitales en el control de las presiones de servicio en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023?
- 3.- ¿Cómo influye el uso de dispositivos digitales en el mantenimiento correctivo y preventivo de las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023?
- 4.- ¿Cómo influye el uso de dispositivos digitales en la renovación de redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023?

Objetivos de la investigación

El objeto de la investigación es el fin, la expresión del fin encaminado a lograr el resultado, el objetivo general refleja el porqué de la acción y responde a preguntas o preguntas generales, es muy similar en el texto que tiene preguntas generales, pero la diferencia es que no tiene oraciones interrogativas, los verbos siempre deben usarse en infinitivos al principio de una oración. (Hurtado,2015).

Objetivo General:

Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

Objetivos Específicos:

- 1.- Determinar cómo influye en las presiones de servicio el uso de dispositivos digitales en las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.
- 2.- Determinar cómo influye en la continuidad del servicio el uso de dispositivos digitales en las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.
- 3.- Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en el mantenimiento predictivo de las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.
- 4.- Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en la renovación de las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

Hipótesis de la investigación

(Bacon-Shone,2020), indica que una hipótesis es un enunciado que puede ser probado empíricamente, es decir, convirtiendo una teoría en un enunciado que luego será probado. Puede expresarse en términos probabilísticos o positivos y debe formularse teniendo en cuenta la cuestión general y el alcance de la investigación.

Hipótesis General

El uso de dispositivos digitales optimiza el mejoramiento del sistema de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

Hipótesis Específicas:

1. El uso de dispositivos digitales optimiza el control de las presiones de servicio del sistema de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.
2. El uso de dispositivos digitales optimiza la continuidad del servicio del sistema de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.
3. El uso de dispositivos digitales optimiza el mantenimiento correctivo y preventivo en el sistema de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.
4. El uso de dispositivos digitales optimiza el mantenimiento preventivo en el sistema de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Internacional

(CAMPBELL E. 2013) en su entrega para una metodología de sectorización en el abastecimiento del agua potable realizó una investigación con el objeto de establecer ciertos procedimientos informáticos para la producción de planos de un sistema de agua potable sectorizada, contemplando las redes de la parte alta, media y baja del sector y que emplee criterios hidráulicos y geográficos, además de considerar las fugas en la red. Cabe señalar que realizó modelos matemáticos adecuados a la red de investigación propuesta pero no a la población real con déficit la cual tiene su sistema de distribución de agua con pérdidas de carga y filtraciones no visibles.

Según la Doctora (PADILLA, 2022) en concordancia con la Organización Mundial de la Salud – OMS nos señala que una persona necesita en su vida cotidiana aproximadamente cien litros de agua al día (eso representa entre 5 a 6 cubetas grandes) para satisfacer sus necesidades primordiales, como son las de higiene y las de consumo. Sin embargo, esto cambia en la elaboración de una barra de 100 gramos de chocolate, la cual necesita aproximadamente de 2 400 litros de agua. Aun así, su alto consumo para este producto se muestra invisible ante la sociedad, ya que, las personas no toman conciencia sobre uso indiscriminado del agua para este tipo de actividad que no corresponde a una necesidad primordial.

Es importante para el diseño de una red de agua potable primero definir la fuente de abastecimiento (ubicación tentativa), luego se podrá diseñar la red de distribución, lo importante en esta situación es asegurarle a la población tanto un suministro eficiente y continuo de agua en relación a los parámetros de cantidad, así como también el contar con una presión adecuada, según (AROCHA Simon, 2021).

Una vez los sistemas de saneamiento fueron diseñados y construidos, deberá

de seguir su operación, ésta procurando que sea lo más eficiente posible. Eso implica tener que tomar decisiones que aseguren su eficacia y mantenimiento óptimo, esto según (CORES ulises y otros, 2016) y para ello sería necesario la utilización de dispositivos digitales que permitan su monitorización efectiva y automática.

Las tuberías de conducción de agua potable y alcantarillado sufren un deterioro cuando cumplieron su vida útil, puesto que su capacidad de transporte hidráulico se ve disminuido. Cuando tienen mucho tiempo de servicio, aparecen diferentes factores pudiendo provocar fisuras en las tuberías y éstas a su vez originan pérdidas volumétricas de agua que son irrecuperables, además de la disminución en su capacidad de transporte y sin olvidarnos de la contaminación del agua, pero tal vez la principal consecuencia, son los costos incrementados para la posterior reparación de dicha tubería. (DE LA CRUZ, 2014).

Utilities should aim to make reasonably reliable predictions of all these benefits, in order to present a sound financial case for investing in pressure management and prioritizing the most necessary plans. The benefits are as follows:

- ✚ predictions of benefits from proposed pressure management schemes
- ✚ data analysis from completed schemes to assess actual benefits and improve existing prediction methods where necessary

PRESSURE MANAGEMENT: REDUCTION OF EXCESS AVERAGE AND MAXIMUM PRESSURES						
CONSERVATION BENEFITS		WATER UTILITY BENEFITS			CUSTOMAR BENEFITS	
REDUCED FLOW RATES		REDUCED FREQUENCY OF BURSTS AND LEAKS				
REDUCED CONSUMPTION	REDUCED FLOW RATES OF LEAKS AND BURSTS	REDUCED REPAIR COSTS, MAINS Y SERVICES	DEFERRED RENEWALS AND EXTENDED ASSET LIFE	REDUCED COST OF ACTIVE LEAKAGE CONTROL	FEWER CUSTOMER COMPLAINTS	FEWER PROBLEMS ON CUSTOMER PLUMBING Y APPLIANCES

▪ **Tabla 1: Ventajas de la Gestión de Presiones (Fuente: Lamabert y Fantozzi)**

Nacional

GUARNIZO Y SANCHEZ (2019) nos dicen que para reducir las pérdidas de agua potable en el distrito de Salaverry en Trujillo, a través de un enfoque sectorial, para mejorar y optimizar los servicios, era necesario tratar de aumentar la continuidad de los servicios y reducir la cantidad de agua no pagada. Aunque el proyecto requirió una inversión significativa, finalmente redujo la pérdida de agua potable hasta en un 60%.

Para (MOREL,2016), Invertir en servicios de saneamiento e higiene no se trata solo de salvar vidas y la dignidad humana; también es la base para la inversión en desarrollo humano, principalmente en áreas urbanas y suburbanas donde los recursos económicos son limitados. Sin embargo, uno de los mayores desafíos a los cuales se enfrenta es el conocimiento y la comprensión limitada de los sistemas y tecnologías sostenibles que pueden reducir costos y hacer que los proyectos sean accesibles y asequibles para la mayoría de la población.

Local

Las vías afirmadas que conforman la mayor parte de la red de agua potable y alcantarillado en Lima norte, específicamente del distrito de Los Olivos se encuentran en un pésimo estado ya sea por la falta de mantenimiento o por el deterioro que presenta las tuberías por el pasar de los años.

Las bases teóricas son las siguientes:

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto interconectado de equipos que captan, entregan, almacenan, tratan y finalmente distribuyen agua potable hasta llegar a los hogares de las personas (SANCHEZ, 2020).

En el interior del país existen distritos pequeños con varios tipos de abastecimiento de agua potable según sea la tecnología que utilizan,

(LOYOLA & OLIVAS, 2020), menciona que los sistemas de abastecimiento se pueden clasificar mediante el Bombeo y también Por Gravedad (con o sin considerar su tratamiento).

Según (SUNASS, 2016) los componentes del sistema de agua también están estrechamente relacionados con el tratamiento que debe realizarse antes de la entrega al usuario final. Considerando que el agua subterránea no requiere tratamiento, pero requiere un estrecho seguimiento de los resultados químicos y microbiológicos, generalmente es necesario tratarla con cloro y protegerla de la contaminación accidental que pueda estar presente en la red de abastecimiento de agua subterránea. Por otro lado, las sustancias de fuentes superficiales también necesitan ser tratadas para reducir su turbidez y permitir el seguimiento de su estado microbiológico. Estos componentes son los siguiente:

Captación:

Se utiliza el agua de la(s) fuente(s) cercana(s), para se componen o construyen estructuras que toman agua para su tratamiento. Puede haber una o más fuentes, pero esta debe estar en función del total de la demanda que se requiera de acuerdo a la cantidad de habitantes, además para determinar cuál fuente de captación se debe usar, es importante comprender los tipos de agua que están disponibles en el medio ambiente y en función del ciclo hidrológico.

Captación y Producción de agua potable: El agua superficial se obtiene de los ríos Rímac y Chillón, y el agua subterránea de los acuíferos Rímac, Chillón y Lurín. El sistema de producción incluye 03 plantas potabilizadoras: La Atarjea, Huachipa y Chillón con un caudal promedio de 17,5 m³/s (en total en sus 2 bocatomas), 5 m³/s y 2 m³/s respectivamente, esto según el Informe de Sostenibilidad de Sedapal, 2020.

(JIMENEZ, 2016) estima principalmente las siguientes fuentes de agua: **Las superficiales**, estas fuentes de agua pueden ser manantiales, quebradas,

ríos o arroyos, su aprovechamiento requiere de análisis físicos, químicos y bacteriológicos. **Las subterráneas**, salen a la superficie por capilaridad y pueden ser extraídos utilizando estructuras adicionales que facilitan su escape a través de afloramientos y a través de perforaciones que pueden realizarse a mano o con maquinaria especializada.

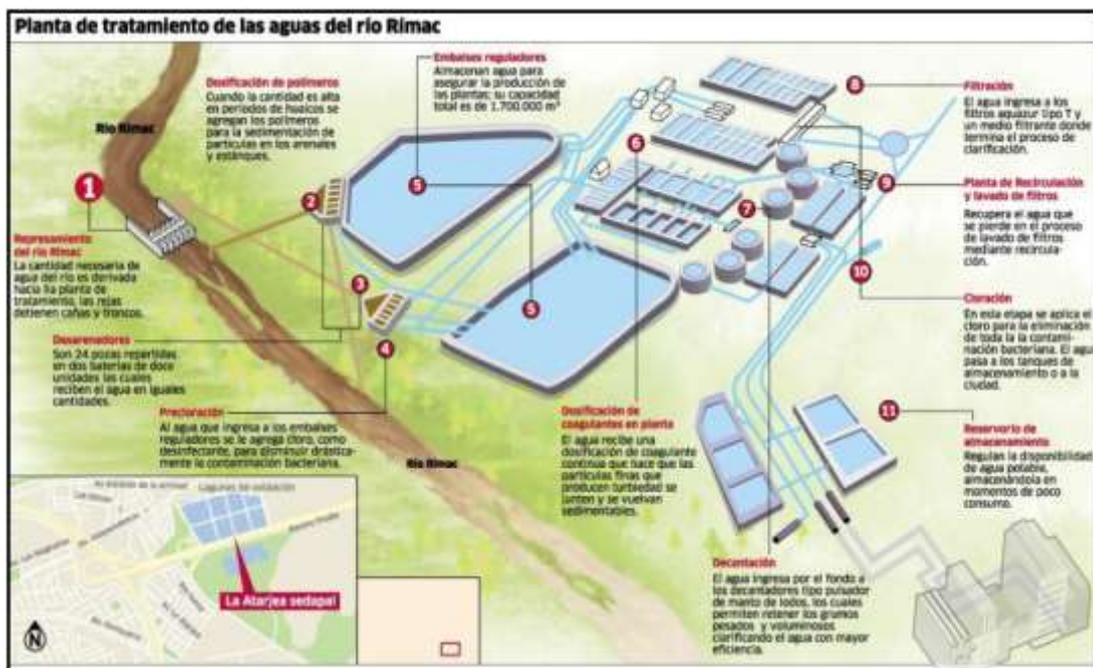


Figura N° 03: Esquema del abastecimiento de agua potable en Lima (Fuente Sedapal)

Redes de conducción: Son aquellas que permiten que el líquido elemento se dirija desde la captación hacia un lugar para o estructura para su almacenamiento, en su trayectoria cuentan con estructuras complementarias que facilitan la eliminación de las burbujas de agua, son conocidas como válvulas de aire, o para disminuir las presiones (reductoras de presión), también hay otras que sirven para la limpieza de la red en el momento que fuese requerido. Pueden funcionar por gravedad o también por impulsión, eso dependerá de la diferencia de altura que exista entre la captación y la estructura del almacenamiento (ARIZA, 2019).

Según (MVCS, 2018) para poder evitar las fallas en la línea de conducción se requiere considerar otros elementos tales como:

Cámara rompe presión: sirve para optimizar y regular las presiones del agua, evitando así posibles daños a la tubería de agua potable.

Válvula de aire: se utiliza para extraer el aire existente en el conducto y se encuentra ubicado generalmente en el punto más alto de la línea.

Válvula de purga: sirve para eliminar los lodos y la arena acumulada en las redes de agua.

Reservorio de almacenamiento: es una estructura que es utilizada para el almacenamiento temporal del agua. Su función es mantener agua adicional para garantizar la presión de trabajo en toda la red de distribución.

(PEREZ, 2020) señala que el tanque de almacenamiento debe cumplir con los siguientes objetivos: proporcionar a la red de distribución la máxima capacidad horaria y mantener la presión suficiente según sea necesario; mantener un suministro de agua de reserva en caso de rotura de tubería. Pueden ser apoyados, elevados o enterrados en su mayoría son rectangulares y circulares y de distintas capacidades.

Redes de distribución: son las encargadas de desviar el agua potable de las estructuras de almacenamiento a los hogares de los usuarios finales con estructuras adicionales para reducir el estrés y controlar la distribución del agua, y poder realizar la limpieza de las redes, etc. Siempre en la búsqueda de la satisfacción de los usuarios. (MVCS, 2016). Esta conformado por las redes primarias y secundarias, estaciones reductoras de presión, cámaras de bombeo y rebombeo y reservorios de almacenamiento.

Estas redes deberán mantener una presión mínima de servicio para poder realizar la entrega del agua potable hasta la caja de control (donde se ubica el medidor de agua potable). Asimismo, deben existir límites o presiones máximas en la red para que no dañen la conexión y permitan operar normalmente y sin mayores inconvenientes (AGUERO, 2017).

Conexiones domiciliarias: Según (SEDAPAL,2018) Se instalan a la entrada de la propiedad para canalizar el agua hacia el interior de la vivienda, como se hace habitualmente, y se ubican entre la red de distribución y las cajas de inspección en la acera del predio.



Figura N° 04: Conexión domiciliaria (Fuente Sedapal)

Telemetría: Cuando se recibe información directamente de los equipos de campo.

Telecontrol: Cuando se recibe información directamente de los equipos de campo, pero además se pueden enviar ordenes y operar de forma remota.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según (HERNANDEZ, 2018) El tipo de investigación es descriptivo ya que se evalúa la situación real y se describe como la mejor alternativa en la modalidad de propuesta técnica, también será cuantitativo ya que se cuantificarán las variables en cuanto a cobertura y calidad de agua potable que se pretende entregar, este trabajo de investigación busca demostrar que el uso de dispositivos digitales tales los dataloggers instalados en las redes de agua potable permiten optimizar su operatividad y mantenimiento.

Nivel de investigación

Es exploratorio, tal como lo indica (HERNANDEZ,2018) es decir que cuando el objetivo es examinar un problema de investigación el cual es poco estudiado o quizás que no haya sido anteriormente abordado siendo su enfoque cuantitativo porque que posee una concepción global positivista, hipotética y deductiva, orientado siempre a los resultados y también a la propia ciencia.

Diseño de investigación

El diseño es no experimental y de corte transversal, según (Hernández, 2018), estos estudios no manipulan las variables propuestas, sino que se limitan a describirlas y detallarlas en un período de tiempo para encontrar mejores alternativas de solución.

Este trabajo tiene un diseño de investigación de tipo transversal, esto porque se analiza la incidencia en un momento único y además por su alcance es de tipo correlacional causal, debido a que se busca la asociación entre las variables buscando una explicación de sus causas según lo manifestó (HERNANDEZ pág. 93).

3.2 Variables y operacionalización

Para (VILLASIS-KEEVER & MIRANDA -NOVALES,2016), Una variable de investigación es aquella que analiza los datos obtenidos para responder a las preguntas de investigación, y la variable siempre se adapta a los objetivos.

Variable Independiente: Mejoramiento de la red de distribución de agua potable

Definición conceptual. –

Una red de distribución está conformada por las tuberías, accesorios y estructuras que permiten el transporte del agua potable desde los tanques de servicio hasta los lugares domésticos o hacia los grifos contra incendios también en casos de emergencias. Su finalidad es dotar agua a los usuarios de agua para condiciones especiales, como agua potable a los tipos distintos de usuarios: doméstico, público, comercial, industrial y estatal. **(CONAGUA, 2019)**.

El modelo hidráulico se emplea para realizar cálculos hidráulicos en condiciones permanentes y cuentan con los siguientes datos de entrada: Tuberías, longitud, diámetro, coeficiente de pérdida de carga, nodos de elevación y la demanda del agua potable, reservorios (elevados o apoyados), bombas según lo señala **(ALCOCER, 2014)**.

Definición operacional

Es un conjunto de instalaciones en las cuales su construcción, explotación y mantenimiento está orientada a captar, transportar, potabilizar, almacenar y distribuir el agua potable hasta llegar a los usuarios finales siempre en la cantidad y en la calidad necesarias de acuerdo a las normas vigentes.

La distribución de agua por tubería, según el Manual de Operación y Mantenimiento de la Red (**SEDAPAL, 2017**), es una tubería que distribuye agua por gravedad desde las instalaciones de tratamiento de agua potable hasta las fuentes de almacenamiento.

Variable Dependiente: uso de dispositivos digitales como el datalogger

Definición conceptual. -

El mantenimiento de las redes de abastecimiento de agua potable suele aislarse exactamente donde se produce el daño para no perjudicar a otros usuarios. Dependiendo de donde ocurran estas afectaciones, el efecto de aislamiento puede ser importante o significativo y afectar a la calidad del servicio que se brinda. El impacto de cerrar un segmento de un tramo durante las fases de mantenimiento y/o reparación puede determinarse cambiando la capacidad de toda la red de agua potable. Entonces, si se conoce la capacidad actual de la red cuando todos los tramos o tuberías están en funcionamiento, y la capacidad de la red después de que se cierran las válvulas, el tramo o tubería evaluada, es posible calcular las cifras de mantenimiento. Gestionar la capacidad de la red a corto plazo es una de las principales funciones de los departamentos de operación y mantenimiento en la gestión del agua hoy en día. (YLAYA ALZA, Amilcar y OTROS, 2017).

También se encontró una solución al problema con esto, se decidió sumar trabajadores para operar y manipular las válvulas para distribuir

agua a los distintos departamentos de la ciudad por turnos, esto lo señalaron (CABRERA-BEJAR & GUERORGIEV TZATCHKOV,2012), quienes presentaron su tesis en la Universidad Nacional Autónoma de México – Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, titulada: “Modelación de Redes de Distribución de Agua con Suministro Intermitente”.

Definición operacional. –

Es poder garantizar el suministro y tratamiento del agua y la gestión de las aguas residuales para obtener un servicio óptimo que prestan a las ciudades las empresas prestadoras de servicio (EPS). La gestión eficiente de los escasos recursos siempre será necesaria para reducir el consumo de agua y de la energía que son recursos muy escasos, previniendo así las pérdidas de agua. La plataforma de software utilizada en Sedapal ayuda a optimizar el suministro del agua potable en determinadas áreas, la gestión de aguas residuales y el tratamiento del agua potable para diversos sectores. Se puede abordar la gestión de los procesos completos de forma más inteligente y eficiente desde las tuberías e instalaciones de tratamiento de aguas residuales hasta estaciones de bombeo. La plataforma de software proporciona ayuda para poder supervisar permanentemente la red de distribución y también para predecir picos que se producen de forma inesperada en el consumo de agua y en las necesidades de su mantenimiento.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Para HERNANDEZ, 2014, nos brinda el concepto de población como “la colección de todas las cosas o personas que coinciden con un conjunto de especificaciones para conocer un tipo particular de información para poder realizar una investigación en particular.”

El presente trabajo de investigación tiene como fin investigar a los pobladores que habitan en la Urb. Micaela Bastidas del distrito de los Olivos ubicado en la Provincia y Departamento de Lima y para ello abarcará a toda la población actual que aproximadamente oscila en un total de 2 450 viviendas que poseen un servicio de agua potable y alcantarillado mediante sus conexiones domiciliarias instaladas

Muestra

Según HERNANDEZ, nos menciona que: Las muestras forman parte de la población que integran y son definidas como subconjuntos de la población. Por lo tanto, la muestra de estudio de este proyecto de investigación abarca a toda la población de la Urb. Micaela Bastidas del distrito de los Olivos, siguiendo de acuerdo a la aplicación de la fórmula siguiente donde

$$n = \frac{Z^2(p * q)N}{E^2(N - 1) + Z^2(p * q)}$$

Donde:

n: tamaño de muestra

Z: 1.96 valor de distribución normal

N: población integrada por **2450** viviendas

E: 5% de margen de error

p: 0.5

q: 1-p= 0.5

Reemplazando los valores obtenemos:

La muestra hallada es igual a **325 viviendas**.

Teniendo en cuenta que por vivienda se considera a cinco habitantes, esto quiere decir que se tiene que obtener la información de **1 625** personas de la Urb. Micaela Bastidas del distrito de Los Olivos en la Provincia y Departamento de Lima.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica de recolección de datos

Según HERNANDEZ, 2014, "La recolección de datos intenta integrar los datos relevantes en la calidad usando muestreo específico o conceptos y/o variables de observación (participación, equipo, presentación, proceso, secuencia, etc.)". Por otro lado, GONZÁLES (2014, p. 254) nos dice que la entrevista es la técnica cuya finalidad es que el investigador tienda a conseguir la información necesaria de una manera oral y personalizada.

Enríquez nos menciona que "La observación es no participativa para no interferir con el comportamiento o sustancia que se estudia." Por lo tanto, el estudio utilizará la observación y las entrevistas como métodos de recolección de datos.

En la misma línea, HERNANDEZ, 2014 nos indica que "Los instrumentos de medición específicos son instrumentos patentados para datos observados que representan con precisión información o variables que el investigador normalmente tiene en mente". Así, se consideraron instrumentos de investigación, manuales de observación, de fichas técnicas, de cuestionarios y análisis de la literatura.

Instrumentos de recolección de datos

Según (HERNANDEZ,2020), plantea que el investigador debe analizar las técnicas y luego elegir aquella que le permita realizar la investigación de manera concreta y óptima, para encontrar respuestas

a las preguntas formuladas en la investigación, y así adquirir nuevos conocimientos para de esta forma poder expresarlos de manera concisa y muy clara sus resultados. De acuerdo con los criterios seleccionados, este estudio utilizará métodos de recopilación de datos para informes y eventos operativos expresados en relación con los promedios de otras EPS.

Los instrumentos son los siguientes:

Fotografías: las cuales evidencian los ensayos en laboratorio, así como también el proceso de cada uno de los pasos de nuestra investigación como evidencias que correspondan.

Ficha técnica: Son los formatos de los ensayos que se van a realizar durante nuestra investigación analizando los resultados obtenidos para luego interpretarlos.

Equipos y Software: Laptop, Excel, Word, Power Point, Project.

3.5 Procedimientos:

Según (HERNANDEZ, 2020), Indica que el investigador iniciará su investigación proponiendo una estrategia acorde a los lineamientos para que pueda llegar al final del proceso y lograr los resultados que se propuso al formular la pregunta.

Validez

Los instrumentos utilizados para verificar la información fueron registrados de acuerdo a las normas nacionales, luego se continuó utilizando los datos obtenidos y certificados por la estructura prestadora de servicios (en este caso Sedapal) y verificados por cuatro expertos que confirmaron los resultados auténticos (juicio de expertos).

Confiabilidad

La confiabilidad es fundamental y se basa en la información recopilada y los datos directamente relacionados con la técnica y las herramientas utilizadas, proporcionando resultados concisos. La técnica del instrumento utilizado en este estudio está respaldada por la normativa interna existente entre la SUNASS y la EPS (Sedapal en el presente caso) y comparadas a nivel nacional con las demás EPS.

3.6 Método de análisis de datos:

(HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA,2014), determinaron que analizar los datos es un proceso que se realiza cada vez que se va a medir una variable, y siempre debe estar respaldada por datos estadísticos. Por lo tanto, el análisis puede ser descriptivo o inferencial.

En la presente investigación los datos han sido analizados de manera descriptivo.

3.7 Aspectos Éticos:

El presente estudio contiene y está basado en los siguientes aspectos éticos:

- El principio de autonomía: tiene en cuenta a la dignidad de la persona involucrada en el proceso de investigación, toda búsqueda de información debe mantenerse en un ambiente muy sano y de libre elección.
- Principio de justicia: debido al trato justo de todos los participantes, el trabajo de investigación puede realizarse con normalidad, sin ningún tipo de prejuicio o trato discriminatorio.
- Principio de equidad: Este principio busca que cada participante tenga las mismas oportunidades de realizar la búsqueda de información y concluya de manera confiable su investigación

IV. RESULTADOS

Resultado del Objetivo general:

Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

Mantenimiento Preventivo

La zona de estudio se caracteriza por tener sus redes secundarias de agua potable muy antiguas cuyos materiales son de Asbesto Cemento y PVC de diámetro 110 mm estas ya cumplieron su vida útil por lo que se tiene que renovar dichas redes teniendo en cuenta el mantenimiento preventivo del sector N° 81 y a fin de optimizar esta zona se tiene la puesta en marcha de la implementación de instalación de dataloggers con la finalidad de que una vez sectorizado y hermetizado el sector se automaticen el control de las presiones y la continuidad así como también los niveles de caudal y el control de la evolución de la calidad del servicio de entrega de agua potable a todos los predios ubicados en este sector que se caracteriza por ser una zona residencial al interior pero en los límites externos e ubican muchos importantes comercios que mantienen la facturación por encima del promedio en Sedapal en comparación con urbanizaciones cercanas como es Carlos Cueto Fernandini por ejemplo.

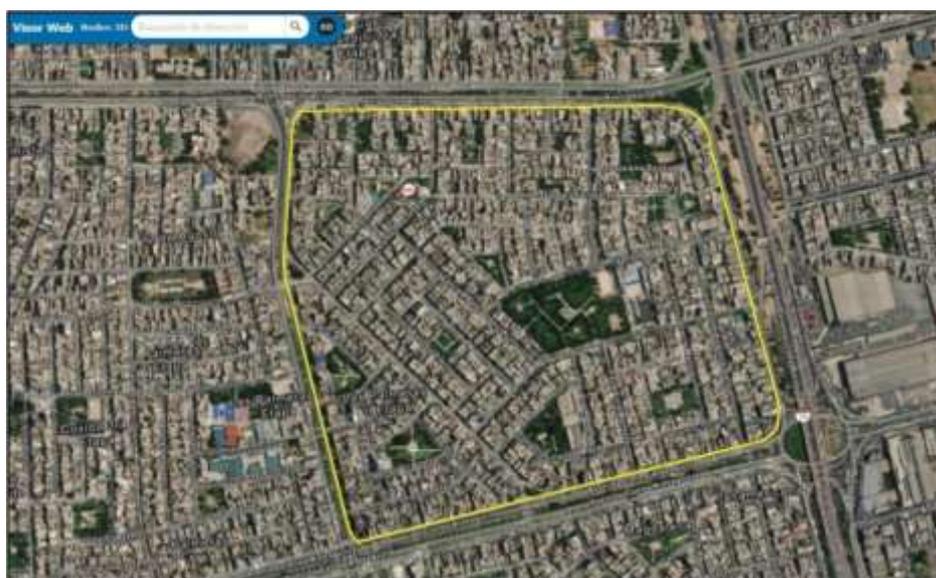


Figura N° 05: Cuadrante del Sector 81. Fuente Visor Web Sedapal

En la figura N° 06 podemos apreciar los materiales y diámetros de las redes en la Urb. Micael Bastidas.



Figura N° 06: Cuadrante del Sector 81 Redes de agua potable

Para la instalación de los dataloggers, que son los dispositivos estancos o fijos que son colocados en cámaras subterráneas y conectadas directamente a la red secundaria de agua potable, son autónomos en cuanto a la energía requerida, transforman las redes de agua potable en redes inteligentes que pueden proporcionar una cantidad muy elevada de información en tiempo real además de poderse comunicar con una minicentral de SCADA y utilizar un software muy amigable que permite la iteración. La gama SOFREL LX está conformada por data loggers empleados para las redes de agua potable principalmente. Son estancos y están integrados con una pila de litio de gran capacidad que ofrece hasta 10 años de autonomía, esto dependerá de la cantidad de información se

programe que envíe ya que a menor intervalos de tiempo mayor cantidad de información, pero menor tiempo de duración de la batería. Disponen además de una antena 2G/3G de alto rendimiento y son compatibles con toda la instrumentación existente en las redes de agua.



Figura Nº 07: datalogger de la marca Sofrel de tipo LX

Su instalación es muy fácil y posee un software que hace que se puedan utilizar muy fácilmente. Los dataloggers también transmiten a todos los SCADA de la EPS y a otras aplicaciones utilizadas a lo largo de la red, pueden intercomunicarse entre si es que cuentan con los accesorios necesarios. Estos instrumentos aportan una solución completa para acceder a la información a distancia, para una sectorización y también para la gestión ágil y dinámica de las presiones que tienen en las redes de distribución de agua potable del sector donde se encuentran instaladas

Los dataloggers transforman las redes de agua potable en redes inteligentes y que encuentran intercomunicadas entre sí. En cuanto a la sectorización, los dataloggers LS conectados a los contadores y a los

caudalímetros nos permiten calcular los caudales medios, los nocturnos y los balances diarios que permiten hacer el seguimiento a los volúmenes de agua que pasan por la red.



Figura Nº 08: instalación de redes de agua potable HDPE en la Urb. Micaela Bastidas en el Distrito de Los Olivos



Figura Nº 09: instalación de redes de agua potable HDPE en la Urb. Micaela Bastidas en el Distrito de Los Olivos

Las aplicaciones principales son:

La Telelectura

- Para los grandes Clientes:
 - Asegurar el seguimiento de los consumos mayores.
 - Conocer anomalías en los consumos.
 - Contribuye al proceso de la facturación.
- Los contadores interconectados permiten:
 - Realizar el seguimiento de las transferencias entre 2 o más redes.
 - Apoyar en la facturación por consumo de manera muy eficiente.
- La sectorización permite:
 - Identificar a los sectores con fugas visibles y no visibles
 - Mejorar muy significativamente los rendimientos de la red de distribución
 - Hacer seguimiento a los caudales y presiones permanentemente
 - Emitir la alerta al instante en caso de detectar una rotura sea aguas arriba o abajo en una tubería
- La gestión dinámica de la presión nos permite:
 - Asegurar un buen funcionamiento de las válvulas reductoras, los estabilizadores y los reguladores.
 - Seguimiento a la calidad del servicio brindado.
 - Optimiza la presión de la red de acuerdo a la programación y en función de periodos, horarios, diarios o semanales, tanto del caudal y de la presión.
 - Posibilita el equilibrio de los niveles en las estructuras de depósitos (reservorios).
 - Realizar purgas de manera programada.
 - Asignar volúmenes predeterminados a los usuarios según su consumo.



Figura N° 10: Datalogger tipo LS instalado.

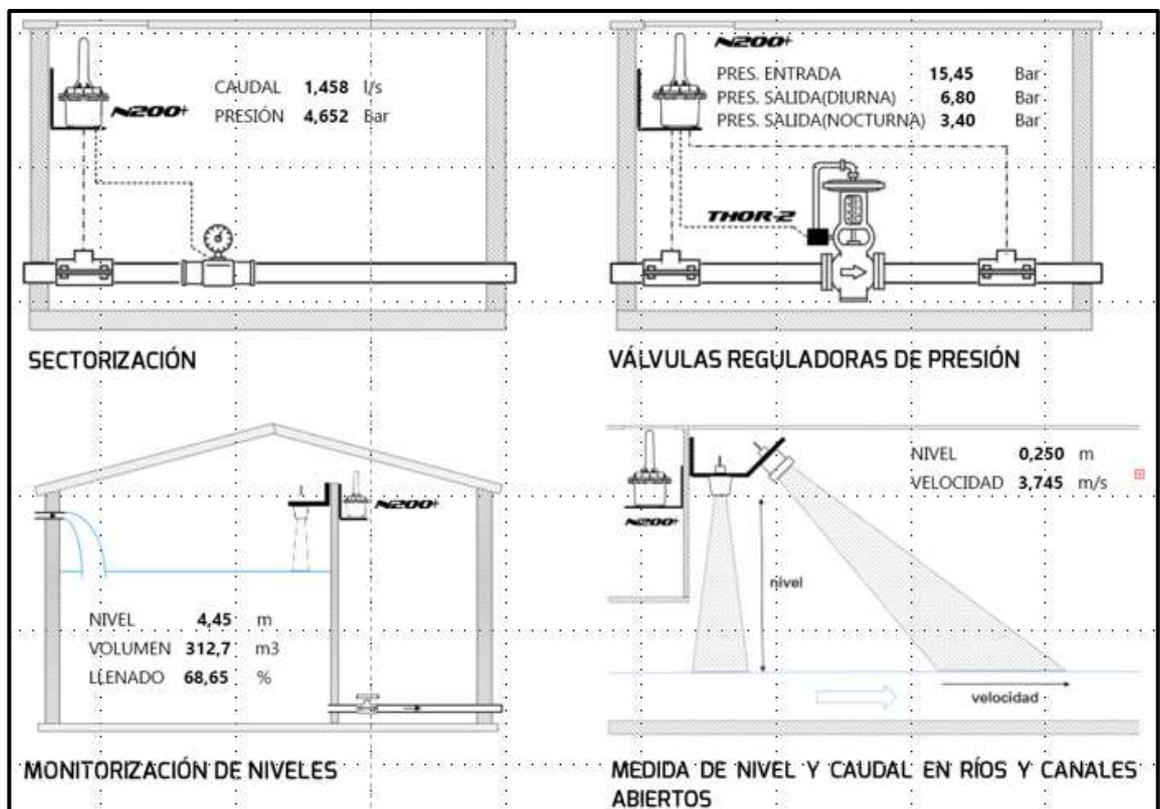


Figura N° 11: Principales usos de los Datalogger tipo LS instalados en la distribución y almacenamiento del agua potable.

Mediante el uso de los Dataloggers se ha podido realizar la supervisión completa de las redes instaladas en el Sector implementado de abastecimiento de agua potable, Urb. Micaela Bastidas además se tienen los registros de niveles en las entradas y salidas y el control automático de la presión de salida en los diferentes horarios, llamados también consignas.

Asimismo, se cuenta con datos como la velocidad y niveles del caudal.



Figura Nº 12: Datalogger que permite optimizar la distribución de agua potable.

Estos dispositivos también pueden estar conectados a las válvulas reductoras de presión u otros accesorios que permitan la operatividad de las redes secundarias de agua potable logrando mejorar sus rendimientos en lo relativos al control de las presiones, los caudales e indirectamente mejoran la continuidad del servicio.

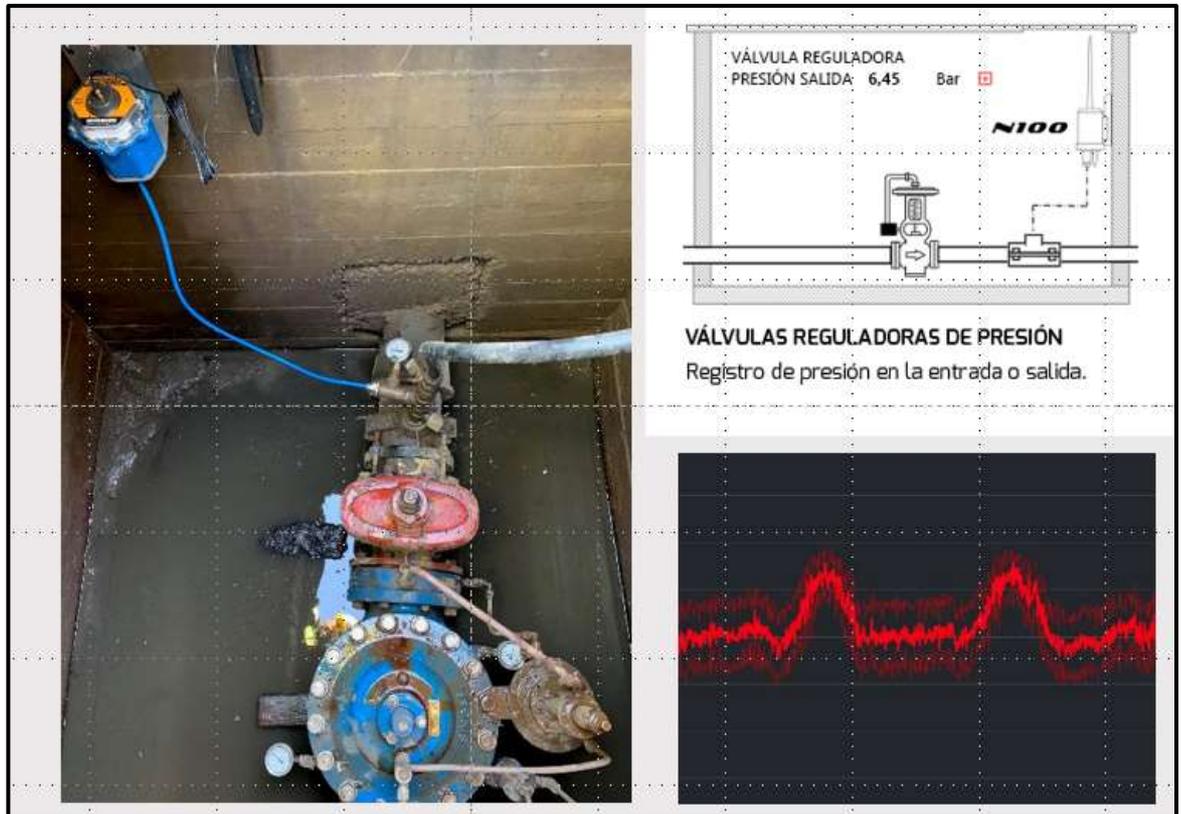


Figura N° 13: Dispositivo digital que permite regular las presiones de entra y/o salida de las válvulas reguladoras de presión. (Fuente Sedapal)

Por otro lado, se debe mencionar que de acuerdo a los modelos elegidos de los Dataloggers estos pueden medir de forma remota y brindar información de la red en la cual se encuentra instalada y en tiempo real de: Caudal, volumen, presión y calidad. Cada uno de estos datos son recogidos por el software que se instala en las computadoras de la Empresa de Servicios de Agua para poder procesarlos y que permitan realizar procedimientos inmediatos con la finalidad de lograr que se optimice su operatividad en cuanto a cada uno de los ítems controlados, más aún es posible que se programen señales de alertas en cuanto los niveles o rangos estén fuera de los parámetros establecidos como normales.

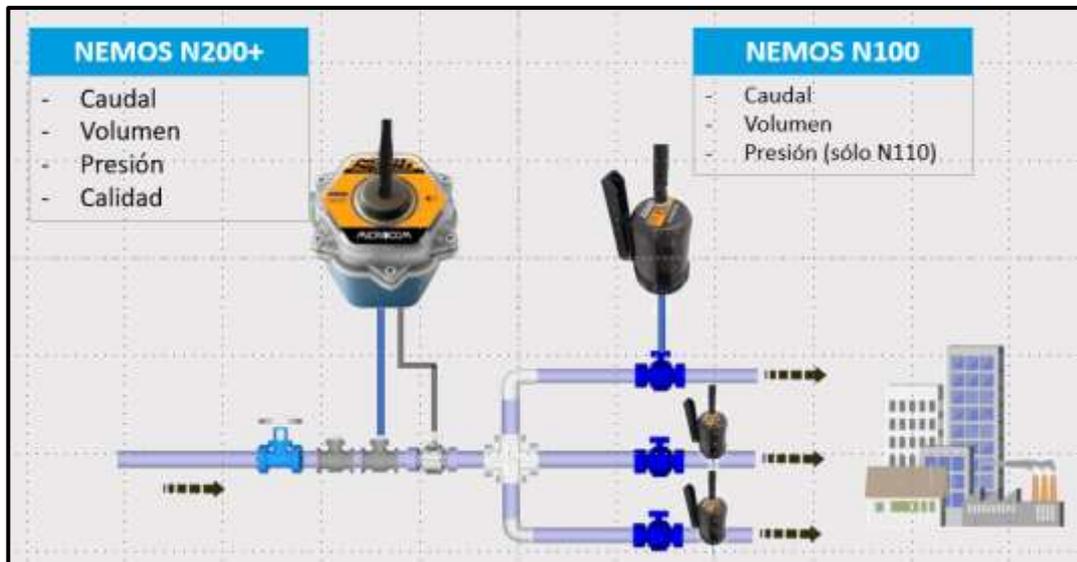


Figura N° 14: Dispositivos digitales diferenciados por sus ventajas operativas (Fuente Microcom)

Además del control de los parámetros antes mencionados también es posible que se obtengan valores relacionados a la calidad de agua potable que se entrega a los usuarios finales.

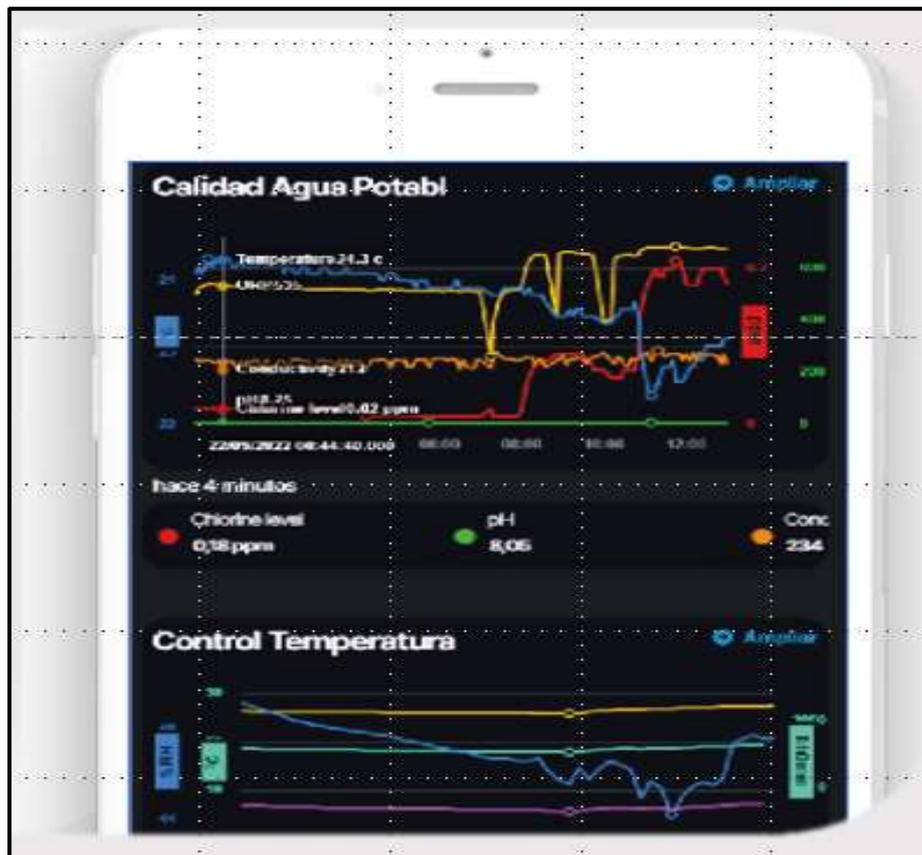


Figura N° 15: Obtención de gráficos de los parámetros de Control del datalogger (Fuente Microcom)

Con la utilización del software, nos permite obtener de manera muy practica los diagramas y reportes diarios de los principales parámetros controlados, es tanta la cantidad de datos que no es tan conveniente programarlos en intervalos muy cortos ya que eso puede disminuir la vida útil de la batería instalada en el datalogger, por lo general poseen una pila que dura hasta 10 años siempre y cuando el envío de las lecturas sea espaciado, eso lo podemos programar. (Ver Figura N° 16).

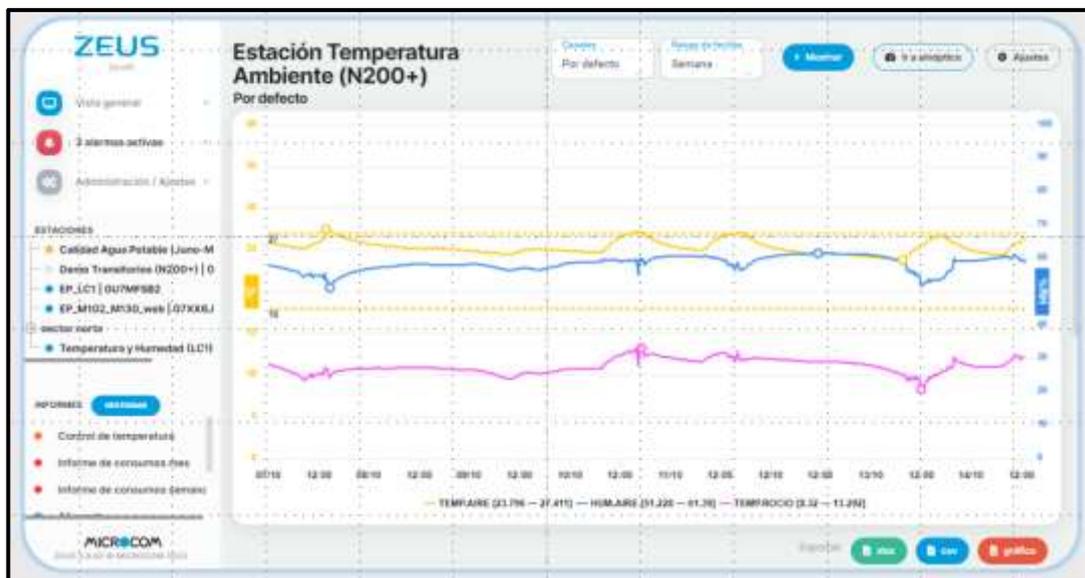


Figura N° 16: Obtención de gráficos de los parámetros de Control del datalogger (Fuente Microcom)

Se han identificado todos los componentes de la red de distribución y se le asignan los nombres y numeración correspondiente a fin de que puedan ser fácilmente identificados según la relación de inventarios físicos de las estructuras y componentes reales.

Es posible realizar simulaciones en un entorno aparte que proporciona el software pudiendo así poder predecir en alguna eventualidad de sucesos que han sido no controlados o anormales en cuanto a su ocurrencia, también para analizar situaciones que puedan resultar de acontecimientos por alteración de los efectos climatológicos como los son el Fenómeno del Niño por ejemplo o las sequias que podrían alterar la continuidad del servicio obligando a diseñar un plan de restricciones horarias del servicio que se brinda. (Ver Figura N° 17).

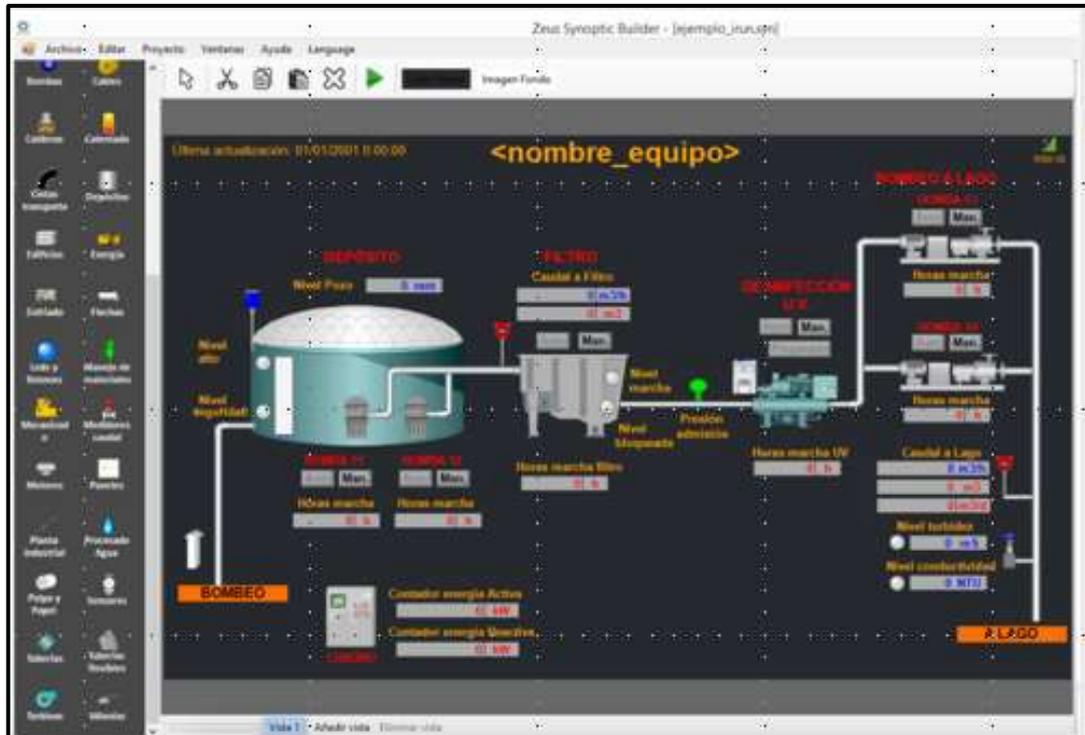


Figura N° 17: Control de los elementos de la red de distribución de agua potable (Fuente Microcom)

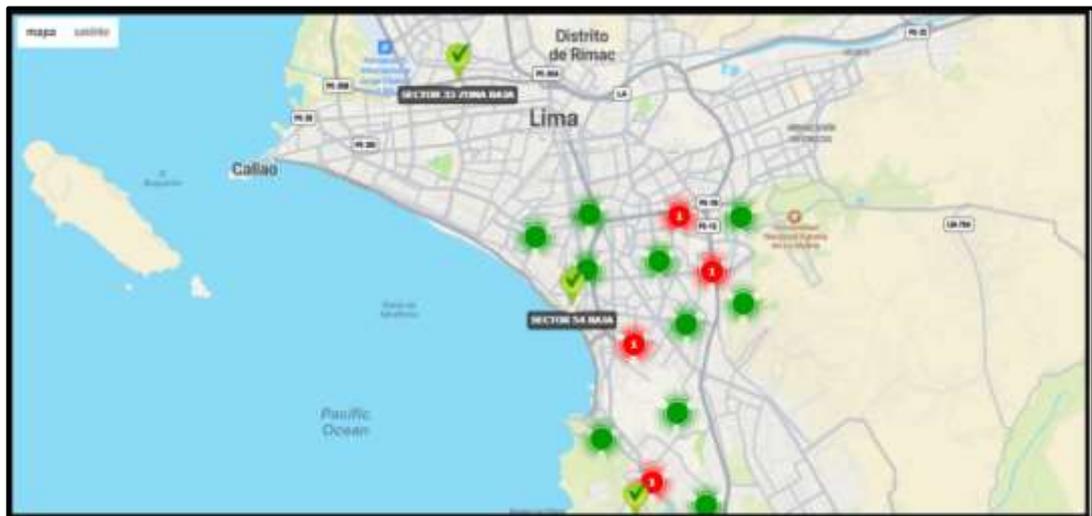


Figura N° 18: Mapa de la zona/sector donde se encuentran instalados los Dataloggers en la red de distribución de agua potable (Fuente Zeus)

Con la data que se obtiene por intervalos de tiempo de 10 minutos tomados desde la red secundaria donde se encuentran instaladas los datalogger y ubicados en las tres zonas de presión (Alta, media y baja) permiten que se obtengan reportes e informes muy detallados para cada uno de los parámetros que se están analizando con son la presión, la continuidad, los

niveles de caudales y la calidad del agua entregada en cada domicilio.



Figura N° 19: Control de los elementos de la red de distribución de agua potable (Fuente Microcom)

Se puede apreciar en el Gráfico N° 20 la distribución de los dispositivos digitales, dataloggers instalados en las tres zonas de presiones: Alta, Media y Baja mostrando que en el horario cuya consigna esta comprendida entre las 00:00 horas y las 06:00 horas las presiones son bajas esto debido a que el requerimiento de los usuarios es muy baja, es a partir de la siguiente consigna que se incrementan las presiones hidráulicas de forma automática pero de acuerdo a los consumos históricos promedios y dependiendo del día en la semana además del tipo de usuario, es decir si es usuario con conexión de tipo doméstica, comercial o industrial.

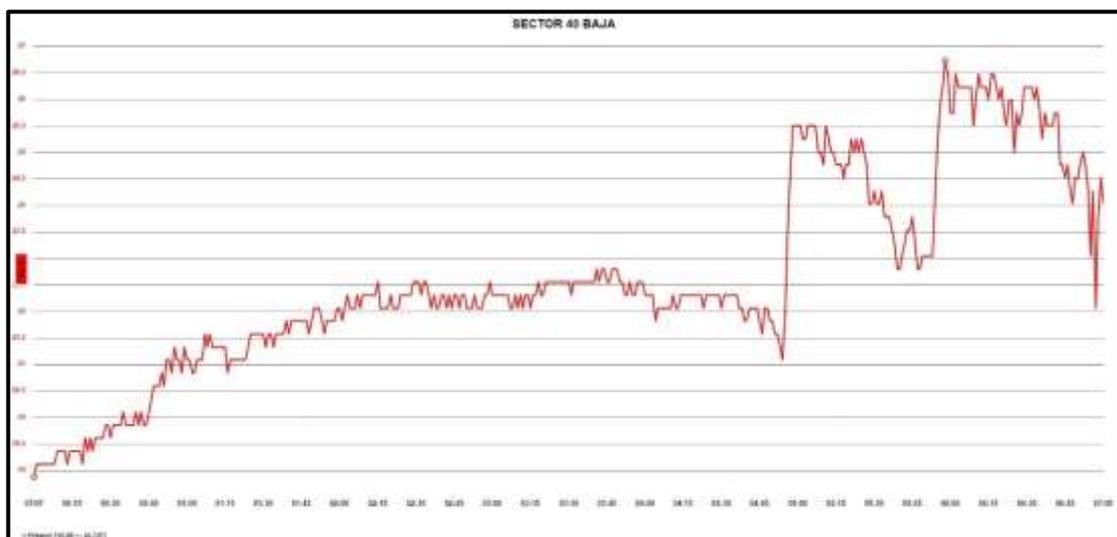
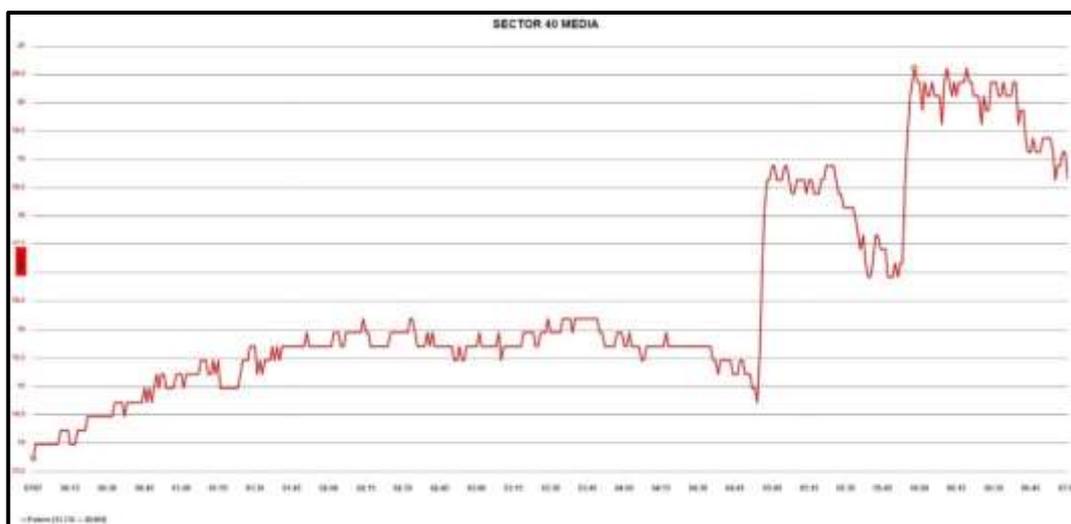
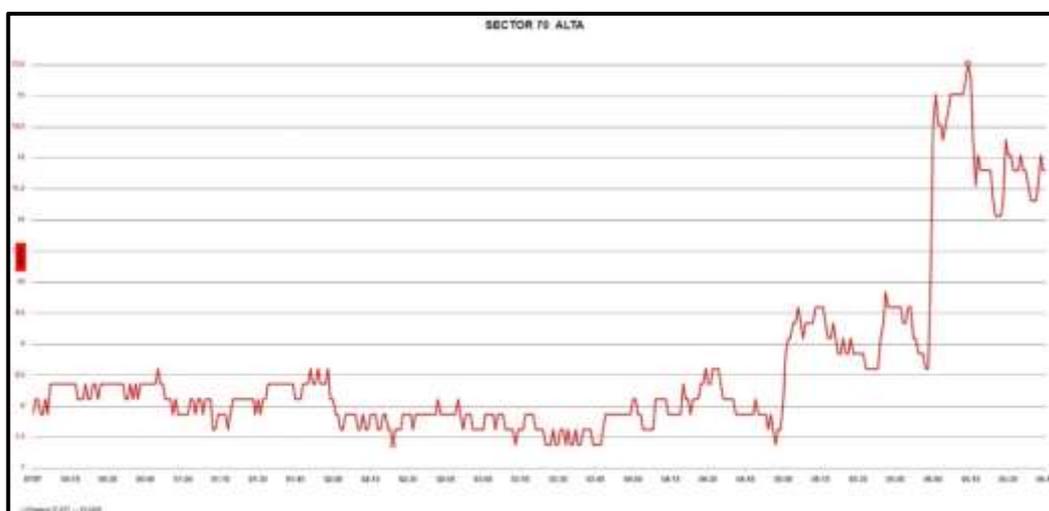


Figura N° 20: Control de los elementos de la red de distribución

Presiones parte baja del sector (Fuente Zeus)



**Figura N° 21: Control de los elementos de la red de distribución
Presiones parte media del sector (Fuente Zeus)**



**Figura N° 22: Control de los elementos de la red de distribución
Presiones parte alta del sector (Fuente Zeus)**

Se puede apreciar en el Gráfico N° 24 que además se puede revisar los puntos críticos en los cuales por ejemplo no se llegaron a cumplir con las presiones mínimas exigidas según el RNE y la Sunass, logrando establecer procedimientos correctivos inmediatos a fin de minimizar las afectaciones en las presiones entregadas o detectando cual fue su causa.

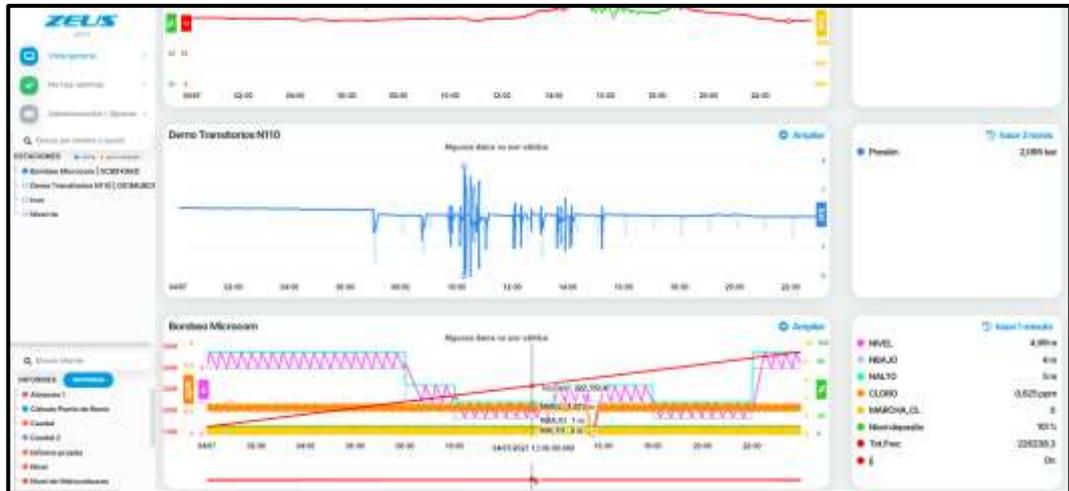


Figura N° 23: Control de los elementos de la red de distribución de agua potable (Fuente Microcom)

De haber sido ocasionado por una rotura de tubería, existe la opción de programar la(s) señal(es) de alerta dirigidas a cada responsable de su atención logrando así que se disminuyen los tiempos para la reparación de la tubería afectada y todo esto en tiempo real.

En el Grafico N° 25 se tiene un reporte de los caudales por día y hora en los rangos de las fechas establecidas pudiendo así identificar y analizar con mucho detenimiento y detalle este ítem.

Informe Sistema Automático de Informes - Nivel río desde el 06/06/2023 hasta el 05/07/2023

Nivel de río

Fecha	Caudal (m3/h) Range	Caudal (m3/h) Minimo	Caudal (m3/h) Fecha min	Caudal (m3/h) Maximo	Caudal (m3/h) Fecha max	Caudal (m3/h) Promedio
04/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
05/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
06/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
07/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
08/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
09/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
10/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
11/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
12/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
13/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
14/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
15/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
16/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
17/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
18/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
19/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
20/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
21/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
22/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
23/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
24/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
25/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
26/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
27/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
28/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
29/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
30/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
31/07/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
01/08/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
02/08/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
03/08/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
04/08/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485
05/08/2023	0.485	0.485	00:00:00	0.485	00:00:00	0.485

Figura N° 24: Reporte de los caudales

En la figura N° 22 se puede apreciar los niveles de alertas programados

The image shows a configuration page for alarm reports. At the top right, there are buttons for 'Eliminar' (red) and 'Guardar cambios' (blue). The form includes the following fields and options:

- Nombre:** Almacén 1
- Plantilla:** Personalizada
- Periodo preseleccionado:** 24 H desc
- Grupo:** (empty)
- Color:** Red
- Texto cabecera:** temperatura Almacén 1
- Imagen cabecera:** (LPG max. 1MB)
- Envío auto por email:** engenot@gmail.com
- Agrupar por:** Filas

Nombre columnas: Sin nombre no aparecen. Se puede añadir un número al final del nombre entre paréntesis para que aparezca en rojo al sobrepasar dicho valor.

Canal	Rango	Mínimo	Fecha mín	Máximo
Canal	Rango	Mínimo	Fecha mín	Máximo
Fecha max	Promedio	Rango promedio por hora	Tiempo activo	Num activaciones
fecha max	Promedio	Rango promedio por hora	tiempo activo	Num activaciones

Canales en informe:

Q Buscar por nombre o yusid

- Bombeo Microcom | OCB9XAKD
- Demó Transitorios NT10 | QD1MUBCF
- Inun
- Nivel rio

0 - TEMP_AN
Bombeo Microcom | OCB9XAKD

22 - Entrada digital 1
Bombeo Microcom | OCB9XAKD

Figura Nº 25: Reporte de los envíos de alarmas

Mantenimiento Correctivo

Las EPS (Empresas Prestadoras de Servicio) buscan satisfacer las necesidades de sus usuarios finales, que son a quienes les brindan el suministro a través de las redes de distribución, pero para que puedan brindar un servicio óptimo, el agua debe tener la adecuada presión y caudal (Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente, 2019), además, claro está de una buena calidad. Pero nuestros sistemas de distribución están bastante deteriorados, puesto que existen roturas frecuentes en tuberías. Las roturas pueden además tener efectos nocivos en la salud de las personas debido a la pérdida de calidad del agua al existir posibilidad de contaminarse. Provocan además interrupciones en el servicio y generan reclamos y otros costos sociales, produciendo inundaciones y congestión del tráfico vehicular (XU, CHEN Li, 2018).

Las roturas en las redes de distribución son siempre un riesgo potencial debido a que dejarían, por ejemplo, fuera de servicio a los hidrantes o grifos contra incendios existiendo un mayor riesgo de poder controlar un incendio de producirse una emergencia. Estas roturas no sólo afectan a los usuarios

sino también a las mismas empresas como, en este caso, a SEDAPAL, debido a que el costo por cada reparación incrementa su presupuesto operativo y de gestión, también significan grandes cantidades de pérdidas de agua, pudiendo llegar hasta un 70% del consumo. Por lo tanto, los costos sociales, económicos y ambientales de los daños merecen especial atención, y se podría pensar que la mejor solución es reemplazar toda la red de distribución, pero esto requiere grandes inversiones que muchas veces son inasequibles.

Por ello, SEDAPAL requiere de modelos que le faciliten la toma de decisiones, para poder predecir las roturas y actuar preventivamente para evitarlas o minimizar sus efectos en la medida que sea posible llevando a cabo estrategias de rehabilitación o renovación de las redes por etapas. Ciertamente resulta difícil plantear un modelo que permita predecir cuándo se va a producir una rotura o qué gestión sería la necesaria realizar para tratar de reducirlas, en particular debido a los diversos factores que contribuyen al deterioro de la red de distribución y que ocasionan la rotura de tuberías. En la actualidad se dedica mucha más nuestra atención a examinar cómo las roturas se encuentran directamente relacionadas con las presiones en los sistemas de distribución de agua. En general, la gestión de presiones está asociada al control de las presiones máximas para poder disminuir las roturas de tubería en redes de distribución de agua. Sin embargo, mediante un análisis de las variaciones de las presiones se pueden disminuir, pero se debe analizar una serie de indicadores de presión que información que nos brindan los datalogger directamente de la red y por ello resulta ser una herramienta muy útil y de singular ayuda en la toma de decisiones.

Estos indicadores se adaptan a la disponibilidad de los datos de presión adquiridos, para que los indicadores de presión se puedan definir como estadísticas calculadas en múltiples intervalos o intervalos de presión con un ancho de ventana específico y un tiempo esperado (CONAGUA, 2019). El ancho de la ventana ahora se convierte en el número de valores de

presión necesarios para calcular el indicador, y debido a la acción de presión cíclica diaria (24 x 24), el ancho es un múltiplo de 24 horas. El tiempo de ejecución es el tiempo (medido en horas) que transcurre desde el final del ciclo de cálculo del contador hasta el momento exacto de detección de la rotura. La presión del agua se mide en la parte alta del sector porque se supone que es la presión representativa del sector, puesto que las pérdidas de carga son relativamente bajas y las diferencias topográficas están incluidas en las condiciones de diseño de la red.

Según la (NORMA METROLÓGICA NMP 005-1 PERUANA 2018, 2018) la probabilidad y el rango de presión están directamente ligados a la posibilidad de ocurrencia de las roturas de las redes de agua potable, según se tienen los siguientes conceptos:

- **Caudal (Q):** $Q = dV/dt$, donde V = volumen real y t= es el tiempo requerido para que el volumen pase por el medidor (En ISO 4006:1991).
- **Caudal permanente:** es el caudal en condiciones nominales de funcionamiento, el medidor debe funcionar dentro de los límites del error máximo permitido. (Norma Metrológica Peruana, en la cual el caudal se expresa en m³/h)
- **Caudal de sobrecarga:** es el caudal más alto y este caso el medidor debe funcionar durante un corto período dentro de los límites del error máximo permitido, pero manteniendo su desempeño metrológico.
- **Caudal de transición:** es el caudal que se produce entre el caudal permanente y el caudal mínimo, divide el alcance de caudal en dos zonas, denominadas “zona alta” y “zona baja”, cada una cuenta con sus propios errores máximos permitidos.
- **Caudal mínimo:** es el menor caudal, el medidor debe funcionar dentro de los límites del error permitido para validarlo.
- **Caudal de conmutación del medidor de combinación (Qx):** es el caudal para el cual el flujo del medidor más grande se detiene con el caudal decreciente (Qx1) o se inicia con el caudal creciente (Qx2).

- **Temperatura mínima admisible (TmA):** es la temperatura mínima del agua que un medidor puede resistir de forma permanente, sin alterar su desempeño metrológico.
- **Temperatura máxima admisible (TMA):** es la temperatura máxima del agua que un medidor puede resistir de forma permanente, sin alterar su desempeño metrológico.
- **Presión máxima admisible (PMA):** es la presión interna máxima que el medidor puede resistir de forma permanente, dentro de sus condiciones nominales de funcionamiento y sin el deterioro de su desempeño metrológico.
- **Temperatura de trabajo (Tw):** es la temperatura del agua en la tubería, aguas arriba del medidor.
- **Presión de trabajo (pw):** es la presión manométrica promedio del agua en la
 - tubería, pero medida aguas arriba y aguas abajo del medidor.
- **Pérdida de presión (Δp):** es la disminución **irrecuperable** de presión, causada por la presencia del medidor en la tubería.
- **Caudal de ensayo:** es el caudal medido durante un ensayo, se calcula a partir de las indicaciones de un dispositivo de referencia debidamente calibrado.
- **Diámetro nominal (DN):** es la designación alfanumérica de dimensión de los componentes de una red que se utiliza para fines referenciales.

Los indicadores más influyentes en la probabilidad de roturas en las tuberías de distribución de agua potable son: rango de presión, variabilidad y variación en la probabilidad de las roturas en la tubería de la red secundaria como se ha evidenciado. Por tanto, estos indicadores hacen referencia a la dispersión de los datos de presión y a su ritmo de crecimiento. Resultado que concuerdan con los principios básicos en la gestión de presiones. Entonces mediante el uso de los dispositivos digitales lo que se busca es la reducción la probabilidad de las roturas de tubería para así poder minimizar

los costos operativos.

Resultado del Objetivo específico N° 1:

Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en el control de las presiones hidráulicas.

Rango de Presión de Servicio

El año 2020 la continuidad promedio fue de 18 horas por día (h/d), respecto al año 2019 que fue de 18.5 h/d. La presión promedio fue de 20 metros de columna de agua (m. c. a.) y en el año 2019 llegó a 20.2 m. c. a. rangos que están dentro de los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020 (establece un mínimo de 10 y un máximo de 50 m. c. a.), según el Informe anual de la Sunass, 2020.

Para el caso de estudio, los niveles de acuerdo a los rangos y zonas de presión (baja, media y alta) registradas para el mes de abril 2023 fue de 18.32 mca es decir por debajo del promedio a nivel nacional por lo que se concluye que es necesario el uso de los dispositivos digitales (dataloggers) para poder llegar al promedio exigido por el RNE.

Tabla N.º 1: Indicadores y datos operativos para el 2000 y 2020				
Indicador	Unidad	2000	2020	Variación
Número de conexiones	miles	1056	1602	52%
Presión de agua	m.c.a.	17,9	21,4	17%
Continuidad del servicio	h/día	17,6	21,4	22%
Producción de agua	MMC	677,8	757,0	12%
Longitud de red de agua potable	km	9118	15 600	71%
Longitud de red de alcantarillado	km	8268	14 166	71%

Fuente: Sedapal

Figura N° 26: Indicadores de Presion y continuidad

Los dispositivos digitales instalados pueden detectar en que horarios no se obtuvieron las presiones mínimas establecidas y corregir mediante modificación de consignas es decir cambio de los horarios de cambio de

los niveles de presión controlados por el Scada o detectando perdidas de presión ocasionados por alguna rotura de alguna tubería. Esto se visualiza en la Figura N° 23.



Figura N° 27: Reporte de las presiones promedio a nivel Nacional (Fuente Sunass)

La Tabla N° 02 nos señala las presiones obtenidas por el número de conexiones en promedio instaladas en el sector y clasificadas en las zonas alta, media y baja estos valores significativos y proporcionales nos brindan el promedio de la presión resultante para dicho periodo expresado en metros columna de agua.

Comparando con las presiones promedio que la Sunass determino para el año 2020 y 2019 estos se encuentran en promedio en 20 mca mientras que en la zona analizada el promedio obtenido es de una presión promedio de 18.32 mca esto quiere decir que se deben de realizar los ajustes correspondientes analizando las causas de las bajas de presión para corregir y que no se produzcan en lo sucesivo siempre y cuando hayan sido ocasionadas por ejemplo por el periodo de estiaje del Rio Rímac que no permite obtener los metros cúbicos necesarios para satisfacer la demanda o al tratarse de periodos más calurosos propician mayores consumos de agua potable en los pobladores siendo esta una situación atípica.

Estos datos que con el uso de los dataloggers se obtiene un adecuado

control de las presiones en las redes de distribución logrando así mejorarla gestión del recurso; es decir que la modernización de la mano con la incorporación de nueva tecnología en las redes hace que la gestión, tanto en el control como en la medición sean fundamentales hoy en día para proteger y mantener brindando un servicio con un recurso cada vez más escaso. En la siguiente tabla se muestran los indicadores y su evolución en el tiempo y control actualmente.

Indicadores	Unidad	Sedapal 2000	Sedapal 2020	Sunass 2020	Sedapal 2023
Presión de agua	mca	17.9	21.4	20	18.32
Continuidad de servicio	h/día	17.6	21.4	18	23.31

Tabla 2: Indicadores operativos. Fuente propia

PROMEDIO PRESION ZONA			PROMEDIO (mca)
BAJA	MEDIA	ALTA	
16.49	-	-	16.49
14.98	-	-	14.98
20.47	18.35	9.79	16.01
24.31	18.56	9.10	17.81
21.40	18.59	12.12	17.56
16.38	11.65	14.56	14.25
22.11	19.23	11.13	18.61
20.99	14.88	8.94	12.54
26.27	12.14	12.92	17.49
18.63	16.38	11.81	15.43
25.20	15.19	11.47	17.17
19.60	17.24	11.60	16.61
15.50	15.35	10.24	13.84
20.09	17.51	17.41	18.13
27.87	20.40	12.94	20.53
21.45	16.31	12.79	17.81
19.41	15.55	11.52	15.50
24.81	17.42	12.10	16.56
19.18	11.94	13.60	14.88
18.99	17.37	17.71	18.32
20.64	17.20	10.21	16.86
26.06	17.68	11.02	18.22
22.51	18.90	12.22	18.81
20.44	16.10	13.71	17.52
20.50	14.47	10.98	15.16
22.12	14.85	15.55	17.67

36.13	25.20	16.31	26.22
26.43	23.50	14.09	22.31
19.44	14.79	10.64	15.15
24.16	13.52	10.73	15.87
16.47	18.12	11.90	15.71
22.53	17.69	9.49	16.04
21.34	17.26	12.02	16.84
22.63	19.30	14.05	18.35
13.68	21.21	9.88	14.56
16.79	16.42	11.28	14.16
28.77	21.90	18.91	21.62
21.28	19.37	9.56	18.06
29.87	15.72	10.14	17.93
19.18	22.17	7.67	16.45
32.12	35.54	22.35	30.21
-	30.31	16.02	16.10
11.80	10.93	9.74	11.03
15.54	10.08	11.49	13.05
26.04	24.52	11.22	22.06
11.40	19.77	17.10	16.25
24.73	25.09	9.88	21.47
-	-	9.46	9.46
24.00	31.46	26.37	27.34
20.52	15.26	19.34	17.98
13.63	-	-	13.63
16.79	21.35	16.89	19.49
35.03	26.36	16.97	29.18
22.67	23.13	33.38	27.80
13.67	9.24	13.99	12.40
27.93	24.81	19.18	23.20
20.73	17.27	12.78	18.32

Tabla N° 3: Reporte del promedio de las presiones diarias. Fuente Sedapal

Rotura de Tuberías

Teniendo en cuenta principalmente el tipo de tuberías de las redes secundarias de agua potable en la zona de estudio, la principal tarea de su reparación consiste primero en ubicar el punto exacto donde se ha producido una avería, luego repararla y conocer las causas que la ha provocado, para evitarlas en la medida de lo posible vuelva a ocurrir.

Podemos mencionar algunas consecuencias encontradas: los inconvenientes causados a los usuarios; las roturas de tuberías en si y la programación de su reparación, los problemas de la capacidad hidráulica, hundimientos de pistas y veredas, pérdidas de agua, contaminación del terreno entre otros.

Tipos de roturas en las tuberías

Picadura: el paso de maquinaria pesada o la misma corrosión, generan muchas veces pequeños agujeros en la tubería. En otros casos, en la toma cuando son ramales largos, se afecta el accesorio y genera la fuga que casi siempre son visibles.

Fisura o Rajadura: con la acción exterior de presión o una sobrepresión causada por vehículos de alto tonelaje suele generalmente ocasionar que la tubería se fisure y se genere una pequeña abertura longitudinal en su superficie.

Reventón: o rotura ocasionada por una sobrepresión o la acción exterior de la maquinaria pesada ocasiona el estallido de la tubería.

Rotura Neta: o rotura “en redondo”, es el seccionamiento de la tubería más o menos con un corte perpendicular al plano.

Golpe de ariete: ocasionado por el cambio repentino de la presión debido a un cambio brusco de la velocidad del caudal, principalmente cuando se realizan los cambios de consignas, es decir de horarios de

abastecimientos. Por ejemplo, a las 6: am pasa a incrementarse las presiones del sector y la apertura muy rápida de las válvulas pueden ocasionar un golpe de ariete.



Figura N° 28: Rotura de tubería ocasionada por sobrepresión
(Fuente Sedapal)



Figura N° 29: Interrupciones del servicio de agua potable (Fuente Sunass)

Para nuestro caso de investigación se tiene que Sedapal ocupa el 7º lugar por interrupción del servicio según se muestra en el Grafico N° XX lo cual es muy alto el índice obtenido debiendo corregir esta situación mediante uso de dispositivos digitales que optimicen la operatividad de las redes secundarias.

1	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
2	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
3	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
4	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
5	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
6	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
7	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
8	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
9	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	GENERAL	OBRAS INCONCLUSAS
10	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
11	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE TAPA EN CAJA DE CONTROL
12	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
13	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
14	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	GENERAL	BAJA PRESION (ZONAL)
15	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
16	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
17	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	FILTRACION DE DESAGUE
18	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
19	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
20	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
21	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE TAPA EN CAJA DE CONTROL
22	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
23	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	PARTICULAR	FALTA DE TAPA EN CAJA DE REGISTRO
24	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
25	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
26	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
27	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
28	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	OBRAS INCONCLUSAS
29	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
30	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
31	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	GENERAL	OBRAS INCONCLUSAS
32	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
33	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
34	OFICIO	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
35	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
36	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
37	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION

Tabla N° 4: Reporte de las incidencias operativas diarias

La Tablas N° 04, 05 y 06 nos proporcionan la cantidad de incidencias operativas que se han producido y al menos el 22% son ocasionadas por problemas de presión debido a alguna rotura identificada por el personal de campo

38	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
39	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
40	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
41	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	GENERAL	BAJA PRESION (ZONAL)
42	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	ANIEGO
43	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
44	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
45	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
46	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
47	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
48	OFICIO	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
49	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
50	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	ANIEGO POR ROTURAS DE TUBERIAS
51	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
52	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
53	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
54	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
55	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
56	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
57	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
58	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
59	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
60	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
61	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	CALIDAD DE AGUA
62	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
63	OFICIO	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
64	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
65	OFICIO	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	FILTRACION DE DESAGUE
66	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
67	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	FILTRACION DE DESAGUE
68	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
69	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
70	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
71	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
72	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
73	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
74	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
75	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)

Tabla N° 5: Reporte de las incidencias operativas diarias

76	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
77	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
78	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
79	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
80	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
81	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
82	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
83	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
84	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
85	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
86	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
87	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
88	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	ANIEGO
89	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	ATORO EN CONEXION
90	OFICIO	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
91	OFICIO	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
92	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
93	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	BAJA PRESION (EN PREDIO)
94	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
95	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
96	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
97	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	ANIEGO
98	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
99	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
100	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
101	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	ANIEGO
102	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
103	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
104	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
105	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	GENERAL	ATORO EN RED
106	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	GENERAL	FALTA DE AGUA (ZONAL)
107	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
108	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
109	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FUGA DE AGUA EN CAJA DE CONTROL
110	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	FILTRACION DE DESAGUE
111	EMERGENCIA	FINALIZADO	DESAGUE	PARTICULAR	FILTRACION DE DESAGUE
112	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
113	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	AMPLIACION DE DIAMETRO DE CONEXION
114	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
115	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
116	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
117	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
118	EMERGENCIA	IMPROCEDENTE	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)
119	EMERGENCIA	FINALIZADO	AGUA	PARTICULAR	FALTA DE AGUA (EN PREDIO)

Tabla Nº 6: Reporte de las incidencias operativas diarias

Resultado del Objetivo específico N° 2:

Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en la continuidad del servicio de agua potable.

Continuidad del servicio

La continuidad promedio a nivel nacional para todas las EPS en el Perú fue de 18 horas por día (h/d) en el año 2020, según Sunass. Mediante los mecanismos que permitan optimizar este ratio mediante el uso de los dispositivos digitales y el efectivo control de los tiempos de la reposición del servicio en los casos de interrupciones se verá incrementado los promedios de continuidad tendiendo a las 24 horas por día.

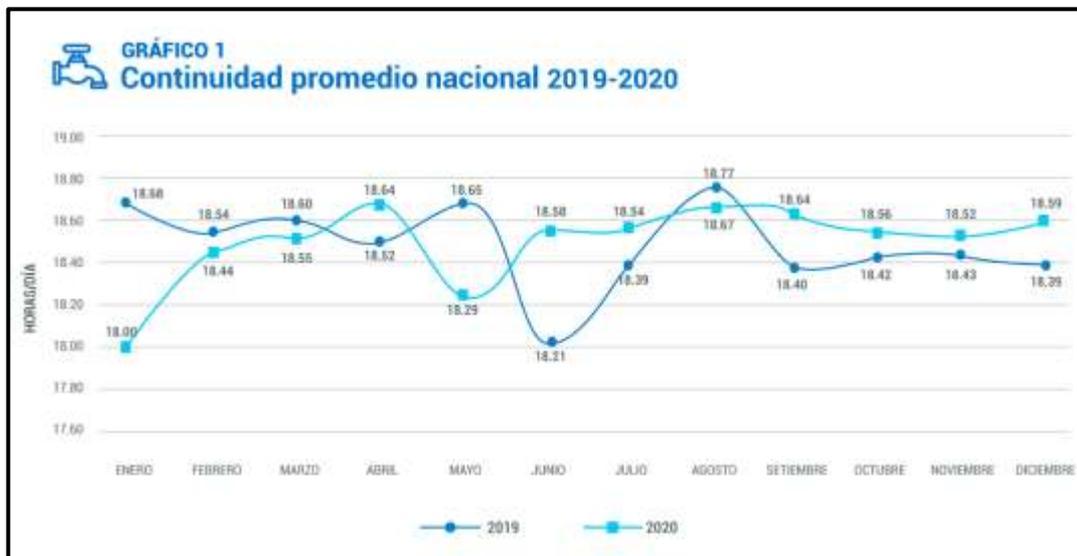


Gráfico N° 30: Reporte de los caudales promedio (Fuente Sunass)

Para nuestro caso en estudio los promedios alcanzados en el último trimestre del año 2023 fueron de 23.31 horas diarias pese a ello lo ideal es obtener la continuidad al 100% para brindar un servicio óptimo, ello se logra con el uso de los dataloggers que disminuyen las interrupciones del servicio y también los reclamos operativos. Estos datos se obtuvieron de la Tabla N° 06 y se visualizan en el siguiente cuadro:

vez mas que es totalmente recomendado la utilización de estos dispositivos en la red de distribución de agua potable.

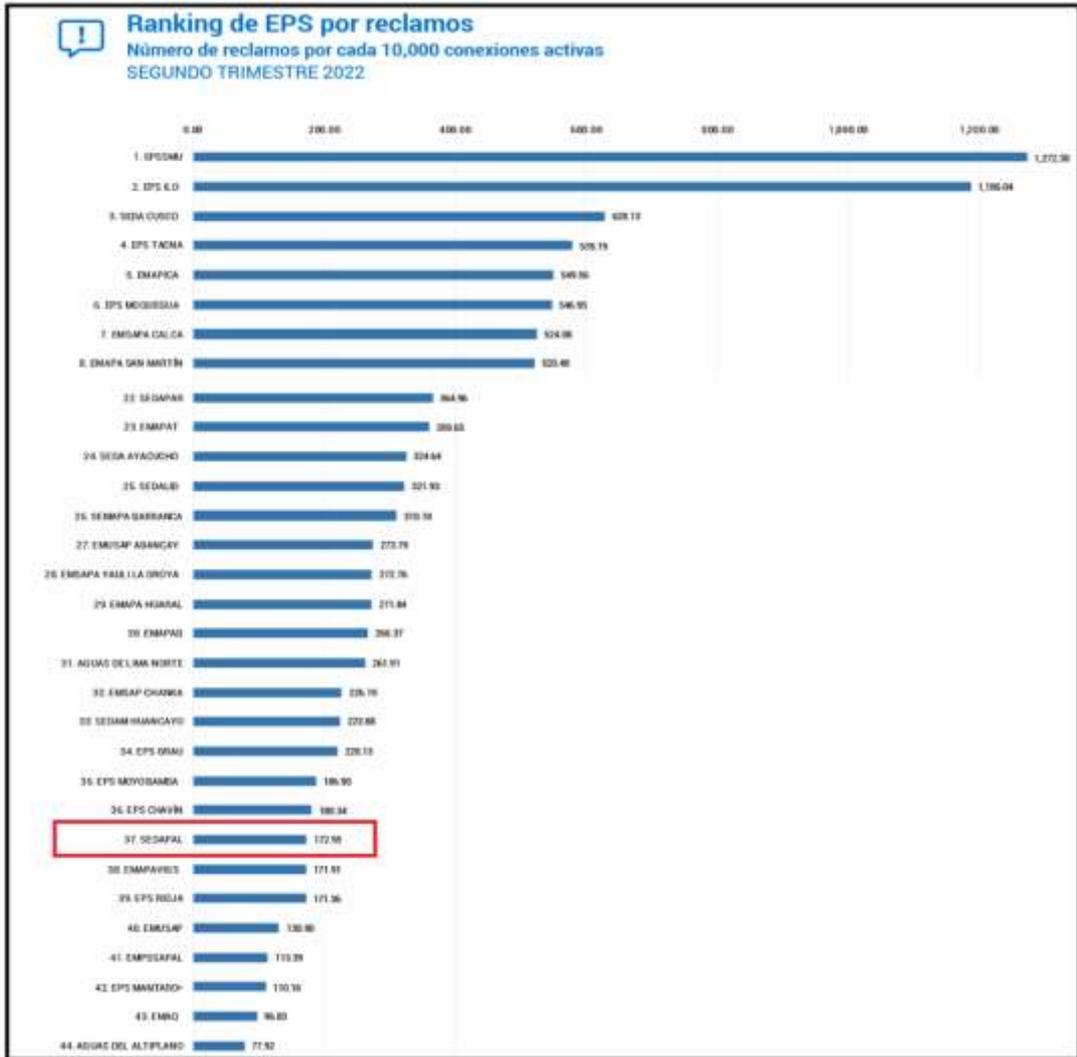


Gráfico N° 31: Estadístico de reclamos operativos promedio (Fuente Sunass)

Teniendo en cuenta que las interrupciones en el servicio ocasionan menores índices en la continuidad pero a su vez generan el incremento de reclamos operativos por los usuarios que se ven afectados por el corte de agua como consecuencia del cierre de válvulas para realizar la reparaciones de la rotura de la tubería de agua en algún punto de la red de distribución, entonces se concluye que mientras se tenga mas control de las redes con la implementación de los dataloggers menor serán estos reclamos debido a que la monitorización y las acciones preventivas permiten programar los cambios de las redes antes que colapsen en el mejor de los casos.

Resultado del Objetivo específico N° 3:

Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en el mantenimiento predictivo de las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

Mantenimiento Predictivo

CORTEZ, 2014, nos señala que el crecimiento de la población en los centros urbanos ha obligado a las empresas de saneamiento a centrarse en la construcción de infraestructura, pero descuidando el mantenimiento y la reparación de la infraestructura. En otras palabras, se enfocan en ampliar la cobertura más no en garantizar mejores servicios. Esto no incluye el hecho de que la mayor parte de la infraestructura se encuentra terminada o próxima al final de su vida útil, lo que significa que existe una mayor posibilidad de averías, fugas y servicio inadecuado. Se sabe que la mayoría de las tuberías en los Estados Unidos tienen más de 100 años (ASCE, 2013), mientras que en Bogotá, Colombia, el 38% tienen entre 80 y 50 años. El 20% de la infraestructura del acueducto se encuentra en estado crítico y el 25% en riesgo de colapso. También se sabe que en 2012 Bogotá contaba con más de 8.000 kilómetros de tuberías, de los cuales el 28% necesitaba reparación; pero solo 40 kilómetros recibieron algún tratamiento

También mencionó que la gestión de activos en un sistema de red de distribución de agua potable es la clave para tomar las decisiones correctas y también tomar las acciones más adecuadas en términos de operación, mantenimiento y gestión de inversiones. En estos sistemas, la tubería es un elemento esencial que puede verse afectado por diversos factores que determinan la vida útil. El estudio de la predicción de fallos y supervivencia de estos elementos ha sido abordado en diversos trabajos que han desarrollado distintos tipos de modelos.

La predicción se considera lo mismo que la clasificación o la estimación,

pero clasifica los datos en función de estimaciones basadas en modelos o valores futuros. Por tanto, la única forma de saber la precisión del modelo es esperar a confirmar la precisión de la predicción o lo que nos dice (Berry & Linoff, 2011). De esta forma, dependiendo de la precisión de las predicciones, el modelo puede ajustarse para mejorar sus predicciones. La razón por la que esto no se considera un ejercicio de clasificación o estimación es por considerar la importancia de la relación temporal entre las variables independientes y dependientes.



Gráfico N°32: Evolución de la cobertura de las principales EPS (Fuente: Sunass)

Si bien es cierto que llegar a coberturar al 100 % de la población con el servicio de agua potable es un reto muy ambicioso pero no imposible, sin embargo no se debe perder de vista el horizonte en cuanto a la exigencia de los últimos años que es la de virar hacia la modernización de las empresas de saneamiento orientadas hacia un mantenimiento predictivo teniendo en cuenta a la tecnología como aliado para lograr la implementación de diversos dispositivos electrónicos, estaciones remotas, dataloggers los cuales mediante, la infraestructura de las telecomunicaciones permitan el cierre de brechas y la rehabilitación y renovación o cambio de las redes de distribución de agua potable. Es decir,

la implementación de dispositivos digitales de control en las redes de distribución contribuirá de forma positiva con el mantenimiento predictivo.

Resultado del Objetivo específico N° 4:

Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en la renovación de las redes de distribución en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.

Renovación de redes de agua potable

La meta para realizar una gestión sostenida es incrementar la rehabilitación de redes secundarias en las zonas consolidadas, superando el 2% de la red de agua y alcantarillado.

De acuerdo con el informe del MVCS (2018), las redes de distribución de agua potable en Lima Metropolitana tienen aproximadamente 80 años de antigüedad y muchas de ellas aún se encuentran, ya superaron hace mucho su vida útil estimada. Al algunos tramos pueden fallar, ocasionando pérdidas las pérdidas de agua (interrumpen el servicio), y ocasionan la disminución de la confiabilidad del sistema incrementando los costos de operación, no sin mencionar los de la reparación en si de la tubería dañada. Por otro lado, es muy difícil, por no decir imposible el renovar al mismo tiempo todas las redes de distribución de agua potable que lo requieran, es por eso que existe la necesidad utilizar métodos que permitan formular un plan o programa de rehabilitación o renovación progresiva de las redes de distribución, pero acorde con la disponibilidad presupuestal de cada EPS.

Para nuestro caso en particular la renovación de las redes de agua potable se dio de forma progresiva y pasaron de cambios de tubería de Asbesto Cemento de Ø 110 mm a tubería de HDPE de Ø 160 mm en la totalidad del sector, situación que permitió aplicar la instalación de datalogger que suministran información que se está generando de manera continua pudiendo analizarla para poder actuar en tiempos muy ágiles, consiguiendo

de esta manera los siguientes beneficios:

- Obtención de información según los rangos de tiempo establecidos en el datalogger.
- Medición y análisis de los datos para la posterior toma de decisiones.
- Posibilidad de realizar avisos de procesos o incidencias en la instalación por cada incidencia detectada.
- Tener una mayor eficacia operacional de las instalaciones.
- Incrementar la productividad mejorando a su vez la rentabilidad

V. DISCUSIÓN

Discusión Especifico

Determinar cómo influye el uso de dispositivos digitales en el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable.

La tesis doctoral (PEREZ José, 2022) Combina nuevas técnicas de procesamiento de información con métodos innovadores de construcción de modelos de redes de distribución, se resuelven los problemas actuales de gestión de redes de abastecimiento de agua urbana con el fin de facilitar el diagnóstico y ampliar su uso en la toma de decisiones para alcanzar los objetivos marcados.

El sector del agua potable en España ha avanzado significativamente en los últimos 20 años en la rehabilitación de partes de la infraestructura hidráulica que han llegado al final de su vida útil. Sin embargo, en muchos casos, estas actualizaciones se han limitado a actualizaciones de conductores y no son suficientes para abordar los desafíos actuales que enfrentan las empresas en la gestión del ciclo integral del agua. Por tanto es necesario avanzar hacia la gestión inteligente de las instalaciones hidráulicas urbanas por su impacto social, ya que gestionan un recurso esencial, limitado y vulnerable. El consumo de agua en la zona urbana representa un 14% del consumo total en España, pero es el sector más destacado por la agrupación de un mayor número de clientes y el gran volumen de negocio que genera (aproximadamente 6.500 millones de euros al año), se debe tener en cuenta. Esta tesis doctoral se centra en el proceso de digitalización de la gestión de infraestructuras hidráulicas y de abastecimiento urbano de agua. El objetivo era crear un sistema de apoyo a la decisión que permitiera a los administradores de estas infraestructuras tomar decisiones basadas en datos registrados en tiempo real sobre importantes variables hidráulicas y el conocimiento del comportamiento de la red en diferentes situaciones.

En nuestro estudio, el mejoramiento del sistema de distribución de agua

potable mediante el uso de dispositivos digitales en la Urb. Micaela Bastidas, se obtuvo mediante dos actividades muy bien definidas: La renovación de las redes de agua potable y la instalación de dispositivos digitales como lo son los datalogger.

Al renovar las redes de agua potable existente, de material asbesto cemento de diámetros menores o iguales a Ø 4", siendo su operatividad muy problemática debido a los continuos trabajos de reparación de las roturas de las tuberías, que ya cumplieron su vida útil, superaron los 40 años de antigüedad, esto ocasionaba el continuo reclamo de los usuarios del Sector 81 en el cual se encuentra la Urb. Micaela Bastidas de Los Olivos. El proceso de reemplazo de la tubería fue ejecutado con tubería de diámetro 160 mm (DN Ø 6" referencial) HDPE según NTP ISO 4427:2008 color azul PE-100 lo cual asegura una vida útil superior a los 60 años. Luego de este proceso se analizó los usuarios del sector, siendo que la parte interna de la urbanización son usuarios domésticos es decir es una zona residencial mientras que en toda la periferia se encuentra la zona comercial e industrial teniendo así una diferenciación con el tema de los requerimientos de ambos tipos de usuarios frente a los parámetros de presión, continuidad, caudal entregado y la calidad del agua puesta en cada conexión domiciliaria.

Las tuberías HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) o PEAD (polietileno de alta densidad) pertenecen la familia de los polímeros olefínicos o polietilenos. Está conformado por unidades repetitivas de etileno. De acuerdo a su tensión pueden ser PE 100, PE 80, PE 63 (Se miden en MPa), su vida útil puede llegar hasta los 60 años si se tienen en cuenta las recomendaciones del fabricante: La designación se basa en la presión de trabajo máxima permitida en bar, y la designación PN corresponde a la presión máxima permitida en bar. El ejemplo PN 10 corresponde a una presión máxima de 10 bar.

Encontrándose sectorizado la zona de estudio se ejecutaron las cámaras

para la instalación (subterráneas) de los dataloggers (Ver especificaciones Técnicas en Anexos).

Luego se proyectó de automatización para la red de distribución de agua potable en el sector mediante el uso de equipos de instrumentación y automatización, en este caso de la instalación de los dataloggers de LS-42 adecuados para procesos de agua. Si se demostró que se optimizaron las presiones hidráulicas en la red, se mejoró la continuidad del servicio y caudal entregado así como la calidad del agua.

El problema encontrado en el campo del saneamiento en general es que es muy conservadora porque hay muchos proyectos innovadores en marcha, pero por generalmente se tarda unos siete o diez años para que un proyecto llegue a una posición sostenible y replicable.

La posición es que si existe uso de dispositivos digitales en el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable y se acepta la hipótesis.

Discusión Específico 1

El uso de dispositivos digitales optimiza el control de las presiones de servicio del sistema de agua potable.

Las presiones hidráulicas en la red de distribución en el sector 81 era de 12 mca pero con la implementación de la sectorización y del uso de los dispositivos digitales (dataloggers) se pudo automatizar y luego controlar las presiones entregadas manteniendo las más adecuadas en cada horario (consigna) de tal forma que se evita tener presiones altas en horas de poco consumo y presiones adecuadas en las horas de máximo consumo así como también se tienen en cuenta los tipos de usuarios y su performance de consumo, es decir si son conexiones con tarifa doméstica o tarifa comercial o industrial para así regular los horarios durante el día, semana y hasta la estacionalidad del año regulándolas presiones entregadas. El

promedio que se tiene con el uso de los dispositivos digitales de **18.32 mca**, valor que se encuentra dentro del rango establecido por la Sunass que es el ente regulador en el sector saneamiento.

Calza, Francesco, (2021) en la tesis doctoral: *Introducing Advanced Pressure Management at Enia utility (Italy): experience and results achieved*. (Presentación de la gestión avanzada de las presiones de agua en la empresa de servicios públicos Enia de Italia: experiencia y resultados obtenidos) afirma que el proceso de medición de la presión (control y monitoreo) ahora es más fácil gracias a las mediciones digitales de campo especialmente diseñados ya que se tiene dispositivos digitales y paquetes de software especialmente desarrollados que permiten procesar gran cantidad de mediciones de campo recopiladas en puntos clave seleccionados y evalúa la viabilidad de la gestión de la presión y los tres tipos básicos de control disponibles (salida fija, modulación de tráfico y basada en el tiempo). Además, es posible evaluar la economía de diferentes partes del sistema y elegir el tipo de gestión del estrés más adecuado.

En nuestro estudio se demostró que los niveles de presión entregada a los usuarios están siendo controladas permanente con la ayuda de los dataloggers, habiéndose obtenido en promedio 18.32 mca frente a un promedio a nivel nacional de 20 mca de acuerdo al reporte de la Sunass. Cabe precisar que no es que una mayor presión de servicio es la mejor, sino que esta debe ser acorde a la necesidad de los usuarios teniendo en cuenta el horario, la estacionalidad, etc. Mayor presión implica más posibilidades de roturas en las redes.

La posición es que si es posible lograr optimizar el control de las presiones del sistema de distribución de agua potable mediante el uso de dispositivos digitales y se acepta la hipótesis.

Discusión Específico 2

El uso de dispositivos digitales optimiza la continuidad del servicio del sistema de agua potable

El parámetro de continuidad fue afectado en los meses de la pandemia debido a que las personas se encontraban con aislamiento social generando mayores consumos en todos los horarios, pero luego de la normalización decreta por el Gobierno se registraron valores normales y aun así se tardó algunos meses para lograr nuevamente alcanzar una continuidad de 24 horas. Esto se sumó a al ciclón “Yacu” que dejó secuelas en nuestra capital. Al mes de mayo del presente año se alcanzó **23.32 horas** de continuidad en promedio esto nos permite confirmar la hipótesis que mediante el uso de los dispositivos digitales en las redes de agua potable se mejora los parámetros de continuidad administrando mejor la operatividad de las redes.

INDICADORES	Unidad	Sedapal 2000	Sedapal 2020	Sunass 2020	Sedapal 2023
Presion de agua	mca	17.9	21.4	20	18.32
Continuidad de Servicio	h/dia	17.6	21.4	18	23.31

AYALA y GARCIA (2019) en su tesis: Análisis de cobertura y continuidad de la red de agua potable en el sector de Jaaapshan, Shancayan – Huaraz concluyeron que la cobertura de la red de agua potable era insuficiente debido a la falla, el envejecimiento y el mal mantenimiento en toda la red de agua potable desde las plantas de tratamiento hasta las líneas de distribución, lo que nos llevó a contar que el 91% de la población utilizan los servicios de agua potable, mientras que el otro 9% de la población carece de este servicio; este 9% proviene principalmente de las áreas ubicadas en los lugares más altos. Esto afecta directamente a las personas que viven en la zona.

La posición es que si es factible optimizar mediante el uso de dispositivos digitales la continuidad del servicio del sistema de agua potable y se acepta la hipótesis.

Discusión Específico 3

El uso de dispositivos digitales optimiza el mantenimiento predictivo en el sistema de agua potable.

CORTEZ, (2014) Se señala que es necesario extender esta investigación a usuarios no residenciales y muestrear diferentes tipos de consumidores para determinar perfiles de consumo y patrones de consumos de diferentes usuarios, para caracterizar mejor los patrones de consumo de los consumidores de agua para diversos fines, teniendo en cuenta la alta demanda de agua por parte de los consumidores, como agua comercial e industrial. La información obtenida de estos estudios permitirá predecir las necesidades de agua de dichos usuarios y la idoneidad de los contadores de agua instalados para dichos usos y edificios.

También se requiere, según RAMIREZ Y CORBACHO (2019), extender este estudio a usuarios no residenciales, para muestrear diferentes tipos de consumidores y, por lo tanto, identificar perfiles y patrones generales de consumo para cada tipo de usuario para caracterizar mejor la forma en que se consume el agua en diferentes usos. esto se pretende dado que existen consumidores que representan una gran demanda de agua como son los comerciales e industriales. La información obtenida de estos estudios permitirá predecir las necesidades de agua de los citados usuarios, así como la adecuación de los contadores instalados a los citados usos y edificaciones, lo que requiere el análisis de los datos proporcionados por data loggers de gran escala, instalados en la red de distribución y así poder optimizarlos.

La posición es que si es factible optimizar el mantenimiento predictivo con

el uso de dispositivos digitales en el servicio del sistema de agua potable y por tanto se concuerda con el discursor y se acepta la hipótesis.

Discusión Específico 4

El uso de dispositivos digitales optimiza la renovación de tubería en el sistema de agua potable.

El mejoramiento de las redes de agua potable incrementó su diámetro pasando de Ø 4" a 6" asimismo el material utilizado fue tubería de PEAD o también denominada HDPE según NTP ISO 4427:2008, PE-100, PN10-RAL 5015. Pero a todo se sumó la aplicación de dataloggers instalados en el sector logrando incrementar el caudal y eliminar así las pérdidas de agua por fugas no visibles, este caudal es monitoreado permanentemente logrando así optimizar este parámetro con el uso de los dispositivos digitales instalados en las redes de agua potable en el sistema de distribución.

Mientras que Leyva Guerrero (2016), en la tesis: "Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Ancash", indica que se propone una combinación de tuberías utilizando el método de Hazen William y Darcy para optimizar el diseño de tuberías de agua potable para la ciudad de Yamor. Dada la topografía del área donde se realizó el levantamiento, puede haber una buena justificación para exceder los 50 mca, su conclusión es que el método de Hazen-Williams da un diámetro y una longitud más adecuado y la presión está entre la máxima y la mínima para encontrar los límites permisibles resultantes, usando ambos métodos Hasson Williams y Darcy.

Esta posición complementa las conclusiones de los autores antes mencionados, ya que al momento de optimizar las redes de distribución de los sistemas de agua potable se debe tener en cuenta no solo el diseño según los métodos tradicionales, sino también el uso de telemetría y dispositivos digitales que brinden la digitalización. Para la industria del agua, la gestión de los recursos es una realidad en cualquier región o

entorno, ciudad o industria, y debe adaptarse a los cambios y hábitos de consumo y modernización, incorporando a la gestión la tecnología tanto en el control como en la medición. Es importante proteger y mantener los recursos.

Se ha determinado que, si es posible optimizar la renovación de tuberías del sistema de agua potable utilizando dispositivos digitales al servicio del sistema de agua potable, y por lo tanto se complementa con un debate y se acepta la hipótesis y se deja abierta la posibilidad de una nueva investigación que lleva a profundizar en este tema.

VI. CONCLUSIONES

1. La renovación de las redes de agua potable que ya han cumplido su vida útil al ser reemplazadas por tuberías sismorresistentes de última generación como son las tuberías de Polietileno o HDPE asegurar el mejoramiento de las redes de distribución en el Sector 81 ubicado en el distrito de Los Olivos, esta mejora se incrementa aún más si es que se instalan en las nuevas redes dispositivos digitales como lo son los datalogger que permiten monitorear permanente los parámetros más significativos permitiendo optimizar el mantenimiento preventivo de la red.
2. Las presiones hidráulicas se han visto mejoradas luego de la utilización de los datalogger en el sector de estudio, cabe mencionar que la tubería de HDPE alcanza valores máximos de presión nominal en redes instaladas de hasta 160 mca. En el sector de estudio se obtuvieron en promedio una presión de 18.32 mca siendo mayor al rango mínimo establecido por la Sunass que de 10 mca. Esto indica que se mejoraron las presiones hidráulicas en el sector y a su vez se asegura el cumplimiento con los estándares exigidos beneficiando a los usuarios.
3. La continuidad se vio incrementada en sus valores promedios con el monitoreo permanente que permite controlar desde el mini scada que se sitúa en oficina y realizar un mejor control de los accesorios que se encuentran presente en la red de distribución como son las válvulas de purga de aire, mantenimiento de los grifos contra incendio, válvulas de control de altitud en el reservorio, estos controles aseguran que no se presenten fugas de agua y disminuyan las roturas de la tubería evitando así los cortes del servicio y logrando subir la continuidad a 23.31 horas en promedio, lo óptimo es de 24 horas.

4. La Normatividad actual, propone dotaciones para usos domésticos en función del nivel de complejidad de ésta teniendo en cuenta la topografía del sector, así como también en función al tamaño de la población; para la ciudad de Lima, corresponde a un nivel alto de complejidad, y la dotación neta recomendada, para uso residencial y para toda la ciudad, es de 150 L/Hab-día. Sin embargo, es posible mediante el uso de los datalogger clasificar las zonas domesticas o residenciales y la zona comercial e industrial teniendo así la posibilidad de entregar caudales diferenciados de acuerdo a las zonas de presiones haciendo más optimo y beneficioso para los usuarios como para la EPS puesto que las zonas industriales son aquellas que tienen mayores consumos (Clientes especiales se les denominan).

5. Es fundamental para salud de los consumidores de agua potable asegurar que los parámetros exigidos para determinar la calidad de agua es la óptima y que se encuentran siempre dentro de los parámetros exigidos como es el caso de la cantidad de cloro residual como los niveles de pH, es así que mediante un monitoreo permanente en las redes de agua potable, los datalogger instalados pueden brindar información en mayor cantidad y a casi casi en tiempos reales pudiendo así optimizar sus controles de tal forma que se tenga siempre la seguridad de que están brindando lo mejor a los usuarios.

VII. RECOMENDACIONES

A las empresas prestadoras de servicios a nivel nacional, girar sus objetivos hacia la “digitalización del agua” cuyos beneficios recién se empiezan a valorar teniendo en cuenta que nos encontramos en situaciones muchas veces con variables cada vez más complejas como son el incremento demográfico, las poblaciones cada vez más vulnerables a enfermedades, cambios climáticos que desmejoran el panorama en general pero lo más importante es que no hemos aprendido a valorar la importancia de contar con agua potable en cada vivienda. Sin duda el uso de los dispositivos digitales como lo son los dataloggers harán posible mejorar u optimizar el mantenimiento de las redes de distribución del agua potable.

Si bien es cierto que en nuestro país las empresas de saneamiento se encuentran casi en su totalidad en manos del estado, no debe descuidarse lo que el sector privado puede aportar para mejorarlo, la etapa de contar con mantenimiento **correctivo** fue mejorando la calidad del servicio puesto que las reparaciones por interrupción del servicio han disminuido mucho en comparación de hace unos pocos años atrás, luego el mantenimiento **preventivo** de las redes ha logrado que muchas de las que ya han cumplido su ciclo de vida hayan sido reemplazadas optimizando así su buen funcionamiento y mejorando la operatividad del sistema pero el mantenimiento **predictivo** es ahora el que puede incrementar mucho mejor la administración de este sector que aun tiene una brecha muy grande que disminuir para que cada persona en el país tenga acceso al agua potable y a una mejor calidad de vida.

Los centros de formación deberían auspiciar cursos dedicados a cambiar las estrategias en el sector saneamiento teniendo en cuenta a la inteligencia artificial y a la digitalización que las EPS van a iniciar sus procesos de transformación como ya en muchos otros países lo han realizado. La Universidad Cesar Vallejo podría programar un curso electivo o webinar respecto al impacto de la transformación digital en los programas

de control de pérdidas de agua en el Perú.

Los expedientes técnicos para las obras de agua potable y alcantarillado deberían ser elaborados teniendo en cuenta detalles como el de la utilización de los dataloggers para las obras de saneamiento que a nivel nacional son convocadas por el Estado aseguren una optimización en su mantenimiento luego de que sean puestas en marcha, eso propiciaría seguramente que se cambie el “chip” en los ingenieros proyectistas.

REFERENCIAS

REYES, MORENO y Otros. 2014. Los escasos de agua como problema emergente: importancia, riesgos y alternativas científicas para su mitigación.

ALCOCER, TZATCHKOY Y. 2014. Avances en Hidráulica de redes de distribución de agua potable. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2014. 978-607-9368-11-1.

AROCHA Simón. 2021. 2021.

CONAGUA. 2019. Manual de Agua Potable y Saneamiento - CONAGUA. 2019.

CAMPBELL, E. 2013. Propuesta para una metodología de sectorización en el abastecimiento del agua potable. ESPAÑA: s.n., 2013.

CRIOLLO, D. A., 2020. Elaboración y análisis del modelo de sectorización de los sistemas de distribución de la red de agua potable en los sectores 4B2 y 6A de la ciudad de Cuenca

CHÁVEZ , 2020). Sectorización de la red de agua potable para mejorar la eficiencia de los sistemas en los distritos de Castilla Piura

DE LA CRUZ, Mónica. 2014. Reparación, rehabilitación y renovación de redes. 2014.

DIAZ, A. V. 2021. Reducción de pérdidas de caudal

GÓMEZ, patricia. 2017. Análisis en variables explicativas en modelos de predicción de roturas en redes de tuberías. Madrid: s.n., 2017.

HERNANDEZ, Roberto. 2014. Metodología de la investigación. Ciudad de México: INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2014. ISBN.

HERNANDEZ SAMPIERI, 2018. Metodología de la Investigación

INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2021. Análisis de la Población sin servicios básicos de saneamiento. Lima: s.n., 2021.

Informe situacional del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. MVCS. 2017. 2017.Informe situacional. SUNASS. 2020. 2020.

Memoria Anual Municipal de los Olivos. OLIVOS, MMINICIPALIDAD DE LOS. 2020. Lima: s.n., 2020.

NORMA METROLÓGICA NMP 005-1 PERUANA 2018. 2018. 2018.
Contraloría General de la. 2022 República. Obras Paralizadas 2022.
CORES Ulises y Otros. 2016. 2016.

MACHADO, A. 2018. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago, distrito de Chalaco, Morropon – Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Piura, Piura

PADILLA, Ruth. 2022. Una persona necesita 100 litros de agua al día: OMS. Ciudad de México: s.n., 2022.

PEDROZO Y SALGADO, 2021. Ética hídrica: una nueva orientación para las decisiones relativas al agua. IMTA-MEXICO

Reglamento Nacional de Edificaciones. 2020. 2020.

RODRIGUEZ, P. (2001. Abastecimiento de agua. Instituto Tecnológico de Oaxaca, México

SANCHEZ, GUARNIZO y. 2019. Reducción de pérdida de agua potable mediante el método de sectorización. 2019.

SEDAPAL. 2017. Manual de operación y mantenimiento de la red. 2017.

SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –. 2019. Principales fuentes hídricas. lima: s.n., 2019.

VARGAS, zoila. 2009. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. San Pedro : Educación, 2009. ISSN.

TZTCHKOV, CABRERA-BEJAR & GUEORGIEV. 2019. Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente. MEXICO : s.n., 2019.

Wright, R., Abraham, E., Pappas, P., & Stoianov, I. (2015). Control of water distribution networks with dynamic DMA topology using strictly feasible sequential convex programming. Water Resources Research, 51(12), 9925-9941

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN - 7.^a ED. 2023

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA - PLANTEAMIENTO Y PRUEBA DE HIPÓTESIS - PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS - ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y TESIS

MUNCH, LOURDES / ÁNGELES, ERNESTO

Recent Developments in Pressure Management A.O. Lambert, ILMSS Ltd, LL30 1SL United Kingdom. Allan.Lambert@Leakssuite.com Marco Fantozzi, Miya, Via Forcella 29- 25064 Gussago (BS) Italy; marco.fantozzi@email.i

Revista científica: Foro Economico <https://dev.focoeconomico.org/2022/03/25/el-acceso-a-agua-y-saneamiento-en-el-peru/>

Revista Científica: Reparación, rehabilitación y renovación de redes - Agua
Artículo científico: Scielo_Herramienta informática para diseño de redes hidráulicas presurizadas

Artículo científico: Scielo_Influencia de la presión en roturas de tubería de redes de

distribución

Artículo científico: Scielo_ Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente

El Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento - MVCS en el Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026 (PNS)

Ramírez, R., Cobacho, R., Torres, D., López-Jiménez, P.A. (2019). Implementation of a pipe failure prediction model as a support tool for water networks management strategies. Ingeniería del agua, 23(4), 247-258. <https://doi.org/10.4995/la.2019.1215>

CORTEZ, Manuela. Minería de datos para el mantenimiento predictivo de las redes de distribución de agua potable. BOGOTA 2014

PEREZ, José, 2022. TÍTULO DE LA TESIS: Gestión inteligente de sistemas de distribución de agua. DOCTORANDO: José Manuel Pérez Padillo

ANEXOS

Anexo N° 1: NORMAS

NORMAS INTERNACIONALES

Se cuenta con las siguientes normas internacionales:

- ✓ ISO 8180 Canalizaciones de fundición dúctil, Revestimientos Tubulares de Polietileno
- ✓ Especificación Técnica ET-AS-ME01-01 Tubería de polietileno de alta densidad PEAD acueducto
- ✓ ASTM F2620-12 Standard Practice For Heat Fusion Joining Of Polyethylene Pipe And Fittings
- ✓ ISO 21307:2011-05 Tuberías y accesorios de plástico-Procedimientos de unión por fusión a tope para tuberías y accesorios de polietileno (PE) utilizados en la construcción de sistemas de distribución de gas y agua
- ✓ VS 2207-1 PE-HD:2005-09 DVS Technical codes on plastics joining
- ✓ technologies

NACIONALES

Se cuenta con las siguientes normas nacionales:

- ✓ NTP-ISO 1452 Tubos y Conexiones de Poli (Cloruro de Vinilo) No plastificado (PVC-U) para el Abastecimiento de Agua, Drenaje y Desagüe, Enterrado o aéreo con Presión.
- ✓ NTP-ISO 4427 Sistemas de Tuberías Plásticas, Tubos de Polietileno (PE) y conexiones para Abastecimiento de Agua. Parte 2: Tubos, Parte 3: Conexiones.
- ✓ NTP 399.137 Abrazaderas de material termoplástico para conexiones domiciliarias de agua potable.
- ✓ NTP-ISO 4435 Tubos y Conexiones de Policloruro de Vinilo no Plastificado para el Sistema de drenaje de desagüe.
- ✓ Especificaciones técnicas para la instalación de conexiones domiciliarias de agua potable y desagüe para obras y mantenimiento (SEDAPAL).
- ✓ ISO 21307 Tuberías y conexiones de plástico: procedimientos de unión por fusión de tuberías y conexiones de polietileno (PE) utilizadas en la construcción de sistemas de distribución de gas y agua.
- ✓ NTP-ISO 4435 Tubos y Conexiones de Policloruro de Vinilo no Plastificado para el sistema de drenaje de alcantarillado.
- ✓ DVS 2207-1 Soldadura de termoplásticos - Soldadura por elementos calentados de tuberías, piezas de tuberías y paneles de polietileno

Anexo 2: Operacionalización de variables

“Mejoramiento del sistema de distribución de agua potable mediante el uso de dispositivos digitales en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023”

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente: Mejoramiento del sistema de distribución de agua potable	Según el Manual de Operación y Mantenimiento, una línea de distribución de agua es una tubería que distribuye agua por gravedad desde una planta de tratamiento de agua potable hasta una fuente de almacenamiento., (Sedapal, 2017).	El modelo hidráulico se emplea para realizar cálculos hidráulicos en condiciones permanentes y cuentan con los siguientes datos de entrada: Tuberías, longitud, diámetro, coeficiente de pérdida de carga, nodos de elevación y la demanda del agua potable, tanques (reservorios), bombas (curvas de gasto-carga, nivel de succión y pérdidas de carga menores) según lo señala (ALCOCER, 2014)	Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Correctivo Rango de Presion Hidraulica Rotura de Tuberias Continuidad del servicio Reclamos Operativos Estaciones de Bombeo Caudalimetro Calidad del agua potable Calidad de agua tratada	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diametro de Tuberia ✓ Personal ✓ Longitud ✓ Tipos de Tuberia (redes Secundarias) ✓ Incidencias Operativas ✓ Cortes de servicio ✓ Presion Minima requerida ✓ Presion Media ✓ Presion Maxima ✓ Cantidad ✓ Tiempo de Reparacion ✓ Tiempo de atencion de reclamo ✓ Reclamos operativos ✓ Cortes de servicio ✓ Diametro de Tuberia ✓ Caudal ✓ Altura ✓ Caudal bajo ✓ Caudal Medio ✓ Caudal Alto ✓ Turbiedad ✓ Cloro Residual ✓ pH 	Intervalo o numérica (continua)
Variable Dependiente: Uso de dispositivos digitales	El sistema de agua potable tiene la función de abastecer de agua potable a la población, asegurando la calidad y cantidad para satisfacer las necesidades de la población. Para comprender el término agua potable, debe comprender que el agua potable debe cumplir con los estándares establecidos por la organización. Organización Mundial de la Salud (OMS). Sin embargo, cualquier agua potable que se diga que es segura para el consumo humano significa que se puede beber sin causar ningún daño a los humanos. (JIMENEZ, 2013, pp.16-17)				

Anexo 3: Matriz de Consistencia

TITULO	VARIABLES	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION
Mejoramiento de la red de distribución de agua potable y alcantarillado para el mantenimiento digital del sistema en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.	Variable Independiente: Mejoramiento de la red de distribución de agua potable y alcantarillado Variable Dependiente: Mantenimiento digital del sistema en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos	¿Cuál es el mejoramiento de red de distribución de agua potable y alcantarillado y el mantenimiento digital del sistema en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023?	Determinar el mejoramiento de la red de distribución de agua potable y alcantarillado para el mantenimiento digital del sistema en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.	El mejoramiento de las redes de agua potable y la implementación de dispositivos digitales remotos hacen posible reducir los costos de operación y mantenimiento de la nueva red de agua potable en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Preventivo • Mantenimiento Correctivo <ul style="list-style-type: none"> • Rango de Presion Hidraulica • Rotura de Tuberias • Continuidad del servicio • Reclamos Operativos • Estaciones de Bombeo • Caudalimetro • Calidad del agua potable • Calidad de agua tratada 	<ul style="list-style-type: none"> • Diametro de Tuberia • Personal • Longitud • Tipos de Tuberia (redes Secundarias) • Incidencias Operativas • Cortes de servicio • Presion Minima requerida • Presion Media • Presion Maxima • Cantidad • Tiempo de Reparacion • Tiempo de atencion de reclamo • Reclamos operativos • Cortes de servicio • Diametro de Tuberia • Caudal • Altura • Caudal bajo • Caudal Medio • Caudal Alto • Turbiedad • Cloro Residual • pH 	Metros	Tipo de la Investigación: No experimental
								Nivel de la Investigación: Descriptiva
								Diseño de la Investigación: Cuanlitativa

Anexo 5: Ficha de Validación

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION						
I.- DATOS INFORMATIVOS						
Apellidos y nombres del experto						
Titulo y/o Grado Académico						
Lugar						
Nombre del Instrumento						
Autor del Instrumento						
Titulo de Investigacion						
II.- EVALUACION DEL INSTRUMENTO						
Sirvase marcar con un aspa la fuente que considere ha influenciado en el conocimietno sobre el tema en un grado : Deficiente, Regular, Bueno, Muy Bueno, Excelente						
Nº	DETALLES	VALORES				
		1	2	3	4	5
		DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de la investigacion					X
2	El Instrumento evidencia el problema a solucionar					X
3	El instrumento guarda relacion con los objetivos propuestos en la investigacion				X	
4	El Instrumento facilita la comprobacion de la hipotesis que se plantea en la investigacion				X	
5	La aplicación del instrumento se considera oportuno para los fines d la investigación					X
6	Las preguntas formuladas son suficientes para los fines de la investigacion				X	
7	El instrumento es el adecuado para los fines de la investigacion					X
8	El instrumento esta relacionado de forma adecuada con los indicadores de cada dimension de las variables					X
9	Los Items del instrumento son suficientes en cantidad y calidad de acuerdo con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
10	Considera oportuno la aplicación del instrumento para los fines de la investigación					X
III.- PUNTAJE TOTAL		46				
IV.- OPINION DE LA APLICACIÓN		Excelente				
V.- VALIDACION DEL EXPERTO		Es Procedente: SI (X) NO ()				
Lima, 03 de julio del 2023		48345996		 JHONY DILMER VARAS AGUILERA Ingeniero Civil CIP N° 310674		
LUGAR Y FECHA		DNI		FIRMA Y SELLO		

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION						
I.- DATOS INFORMATIVOS						
Apellidos y nombres del experto		ABEL SAULO MENDOZA YAREZ				
Titulo y/o Grado Académico		INGENIERO CIVIL				
Lugar		LIMA				
Nombre del Instrumento		DATALOGGER				
Autor del Instrumento		Vladimir Luis Ayala Hilario				
Titulo de Investigacion		Mejoramiento del sistema de distribucion de agua potable mediante el uso de dispositivos digitales en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023				
II.- EVALUACION DEL INSTRUMENTO						
Sirvase marcar con un aspa la fuente que considere ha influenciado en el conocimiento sobre el tema en un grado : Deficiente, Regular, Bueno, Muy Bueno, Excelente						
N°	DETALLES	VALORES				
		1	2	3	4	5
		DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de la investigacion				X	
2	El Instrumento evidencia el problema a solucionar					X
3	El instrumento guarda relacion con los objetivos propuestos en la investigacion					X
4	El Instrumento facilita la comprobacion de la hipotesis que se plantea en la investigacion					X
5	La aplicaci3n del instrumento se considera oportuno para los fines d la investigaci3n				X	
6	Las preguntas formuladas son suficientes para los fines de la investigacion					X
7	El instrumento es el adecuado para los fines de la investigacion					X
8	El instrumento esta relacionado de forma adecuada con los indicadores de cada dimensi3n de las variables				X	
9	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad de acuerdo con la variable, dimensiones e indicadores.					X
10	Considera oportuno la aplicaci3n del instrumento para los fines de la investigaci3n					X
III.- PUNTAJE TOTAL		47.00				
IV.- OPINION DE LA APLICACI3N						
V.- VALIDACION DEL EXPERTO						
		Es Procedente: SI (X) NO ()				
LIMA		41827841		 ABEL SAULO MENDOZA YAREZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 146753		
LUGAR Y FECHA		DNI		FIRMA Y SELLO		

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION						
I.- DATOS INFORMATIVOS						
Apellidos y nombres del experto		Pavel M. Parejas Loayza				
Titulo y/o Grado Académico		Ingeniero Civil				
Lugar		Lima				
Nombre del Instrumento		DATALOGGER				
Autor del Instrumento		Vladimir Luis Ayala Hilaro				
Titulo de Investigación		Mejoramiento del sistema de distribución de agua potable mediante el uso de dispositivos digitales en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos - Lima - 2023				
II.- EVALUACION DEL INSTRUMENTO						
Sirvase marcar con un aspa la fuente que considere ha influenciado en el conocimiento sobre el tema en un grado : Deficiente, Regular, Bueno, Muy Bueno, Excelente						
Nº	DETALLES	VALORES				
		1	2	3	4	5
		DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de la investigación					X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar					X
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación					X
4	El Instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación					X
5	La aplicación del instrumento se considera oportuno para los fines de la investigación					X
6	Las preguntas formuladas son suficientes para los fines de la investigación					X
7	El instrumento es el adecuado para los fines de la investigación					X
8	El instrumento esta relacionado de forma adecuada con los indicadores de cada dimensión de las variables					X
9	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad de acuerdo con la variable, dimensiones e indicadores.					X
10	Considera oportuno la aplicación del instrumento para los fines de la investigación					X
III.- PUNTAJE TOTAL		50				
IV.- OPINION DE LA APLICACIÓN						
V.- VALIDACION DEL EXPERTO		Es Procedente: SI (X) NO ()				
Lima 03 Julio del 2023		408421931		 PAVEL MARCEUNO PAREJAS LOAYZA INGENIERO CIVIL Reg. C.P. N° 121207		
LUGAR Y FECHA		DNI		FIRMA Y SELLO		

FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION						
I.- DATOS INFORMATIVOS						
Apellidos y nombres del experto		URBINA CARRASCO PABLO FCO				
Titulo y/o Grado Académico		INGENIERO CIVIL				
Lugar		LAMBAYEQUE - UNIV. NAL. Pedro Ruiz G.				
Nombre del Instrumento		DATALOGGER				
Autor del Instrumento		Vladimir Luis Ayala Hilario				
Titulo de Investigacion		Mejoramiento del sistema de distribucion de agua potable mediante el uso de dispositivos digitales en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos - Lima - 2023				
II.- EVALUACION DEL INSTRUMENTO						
Sirvase marcar con un aspa la fuente que considere ha influenciado en el conocimiento sobre el tema en un grado : Deficiente, Regular, Bueno, Muy Bueno, Excelente						
N°	DETALLES	VALORES				
		1	2	3	4	5
		DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de la investigacion				X	
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar				X	
3	El instrumento guarda relacion con los objetivos propuestos en la investigacion				X	
4	El Instrumento facilita la comprobacion de la hipotesis que se plantea en la investigacion				X	
5	La aplicacion del instrumento se considera oportuno para los fines d la investigacion				X	
6	Las preguntas formuladas son suficientes para los fines de la investigacion				X	
7	El instrumento es el adecuado para los fines de la investigacion				X	
8	El instrumento esta relacionado de forma adecuada con los indicadores de cada dimension de las variables				X	
9	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad de acuerdo con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
10	Considera oportuno la aplicacion del instrumento para los fines de la investigacion				X	
III.- PUNTAJE TOTAL						
IV.- OPINION DE LA APLICACION						
Es Procedente: SI (X) NO ()						
V.- VALIDACION DEL EXPERTO						
LIMA, 03 de Julio 2023		16426195		 PABLO FRANCISCO URBINA CARRASCO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 25358		
LUGAR Y FECHA		DNI		FIRMA Y SELLO		

Anexo 6: Especificaciones Técnicas

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-044
	Construcción de cámaras para instalación de equipos Data Logger	Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.09.30 Página : 1 de 5

1. OBJETIVO

Establecer los requisitos mínimos que deben cumplirse en la construcción de cámaras subterráneas para la instalación de equipos Data Logger.

2. ALCANCE

Será aplicada para la construcción de cámaras subterráneas en las redes secundarias de distribución de agua potable de SEDAPAL donde serán instalados equipos Data Logger.

La presente Especificación Técnica abarca las condiciones mínimas de diseño, proceso constructivo (desde el encofrado hasta el curado del concreto), requisitos de los materiales, y control de calidad.

3. NORMATIVA DE REFERENCIA Y/O BASE LEGAL

CTPS-ET-007	Obras de concreto.
CTPS-ET-032	Marco y tapa de hierro dúctil.
CTPS-ET-035	Marco y tapa de material compuesto.
NTP 319.123	Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia.
ASTM A36	Especificación estándar para acero estructural al carbono.
ASTM A123	Especificación estándar para recubrimientos de zinc (galvanizado en caliente).
ASTM A615	Especificación Normalizada para Barras de Acero al Carbono Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto.

Las normativas de referencia y/o base legal están sujetos a modificación y/o actualización en el tiempo; por lo cual, predominará la versión vigente.

4. DEFINICIONES

Para efectos de la presente especificación, se aplicarán las definiciones de la Especificación Técnica CTPS-ET-007.

5. CONDICIONES GENERALES

Previamente a cualquier excavación, el Ingeniero responsable deberá de obtener; de ser posible, toda la información referente a interferencias (cables eléctricos de media, baja o alta tensión, líneas de gas, líneas de fibra óptica, redes de agua, alcantarillado, canales de riego, líneas de telefonía, etc.) en la zona de trabajo.

Los diseños planteados en el anexo son referenciales, por lo que el Proyectista deberá sustentar el diseño final con los respectivos cálculos estructurales.

Todos los materiales señalados en la presente Especificación Técnica, deben cumplir con los estándares de referencia señalados para cada material.

6. DISEÑO DE LA CÁMARA Y REQUISITOS DE LOS MATERIALES

6.1. Las cámaras serán de sección circular, cuya dimensión será conforme a la siguiente tabla:

Tabla 1: Dimensiones de acuerdo a la profundidad de la tubería (ver Anexo)

Tipo	Profundidad de tubería (p)	Diámetro interior (D) de la cámara	Espesor de pared, techo ⁽¹⁾ y base
A ⁽²⁾	Hasta 0.60 m	0.60 m	0.15 m
B	Hasta 3.00 m	1.20 m	0.20 m
C	Mayor a 3.00 m	1.50 m	0.20 m

(1) Para cámaras tipo B y C.

(2) Se usarán para condiciones donde existan limitaciones de espacio y la existencia de interferencias.

6.2. Para cámaras tipo A la tubería pasará por el diámetro de la sección circular, para cámaras tipo B y C el espacio libre entre el tubo y la pared será de $\frac{1}{4}$ del diámetro interior (D) de la cámara, asimismo, para los tres tipos de cámaras se debe considerar un espacio libre de 0.30 m entre la parte baja del tubo y la base de la cámara.

6.3. Las cámaras contarán con un ingreso de 0.60 m de diámetro, el cual deberá estar provisto de un marco y tapa de hierro dúctil conforme a la Especificación Técnica CTPS-ET-032 o material compuesto conforme a la Especificación Técnica CTPS-ET-035, con mecanismo de seguridad, recubiertos con pintura epóxica color azul RAL 5005 (aproximadamente).

6.4. Por debajo de la tapa de hierro dúctil, contará con una contratapa de seguridad (marco y tapa) el cual deberá ser de acero al carbono conforme a la norma ASTM A36, y contará con dos pernos de seguridad (cabezal especial) diametralmente opuestos de acero inoxidable o acero al carbono cincado en caliente, que impida la apertura no autorizada de la tapa. El marco y tapa deberán contar con recubrimiento galvánico en caliente (cincado) conforme a ASTM A123, y recubierto con pintura epóxica de color azul con un espesor mínimo de 250 micras, y no debe existir desprendimiento luego de pruebas normalizadas según NTP 319.123 o norma equivalente. El espesor mínimo de la plancha de la contratapa será de 5 mm.

6.5. Si la napa freática en el punto de ubicación no afecta la estructura, la cámara deberá

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-044 Revisión : 00 Aprobado : GG Fecha : 2021.09.30 Página : 3 de 5
	Construcción de cámaras para instalación de equipos Data Logger	

contar con un sumidero relleno de grava o canto rodado de diámetro entre de $\frac{1}{2}$ " a $1\frac{1}{2}$ " provisto de una rejilla metálica recubierto con pintura epóxica, caso contrario, se omitirán los sumideros y la cámara deberá estar debidamente impermeabilizada en todo su volumen.

- 6.6. Si la profundidad H (ver Figura referencial 1 del Anexo) de la cámara es mayor a 1.50 m la cámara deberá contar con escalera marinera metálica con recubrimiento epóxico con un espesor mínimo de 250 micras o de material de similar o superior resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.
- 6.7. El concreto deberá tener una resistencia nominal a la compresión ($f'c$) mínima de 210 kg/cm². Se empleará cemento Portland Tipo V o HS.
- 6.8. Para el caso de las cámaras tipo B y C, el techo deberá ser de concreto armado con acero ASTM A615 (varillas corrugadas de 1/2" con un límite de fluencia mínimo (f_y) de 4200 kg/cm²), la cantidad de acero debe responder al cálculo estructural correspondiente.

7. PROCESO CONSTRUCTIVO

- 7.1. Los procesos de encofrado, desencofrado y curado del concreto serán conforme a lo indicado en la Especificación Técnica CTPS-ET 007.

8. ANEXO

Figura referencial 1: Cámaras tipo B y C

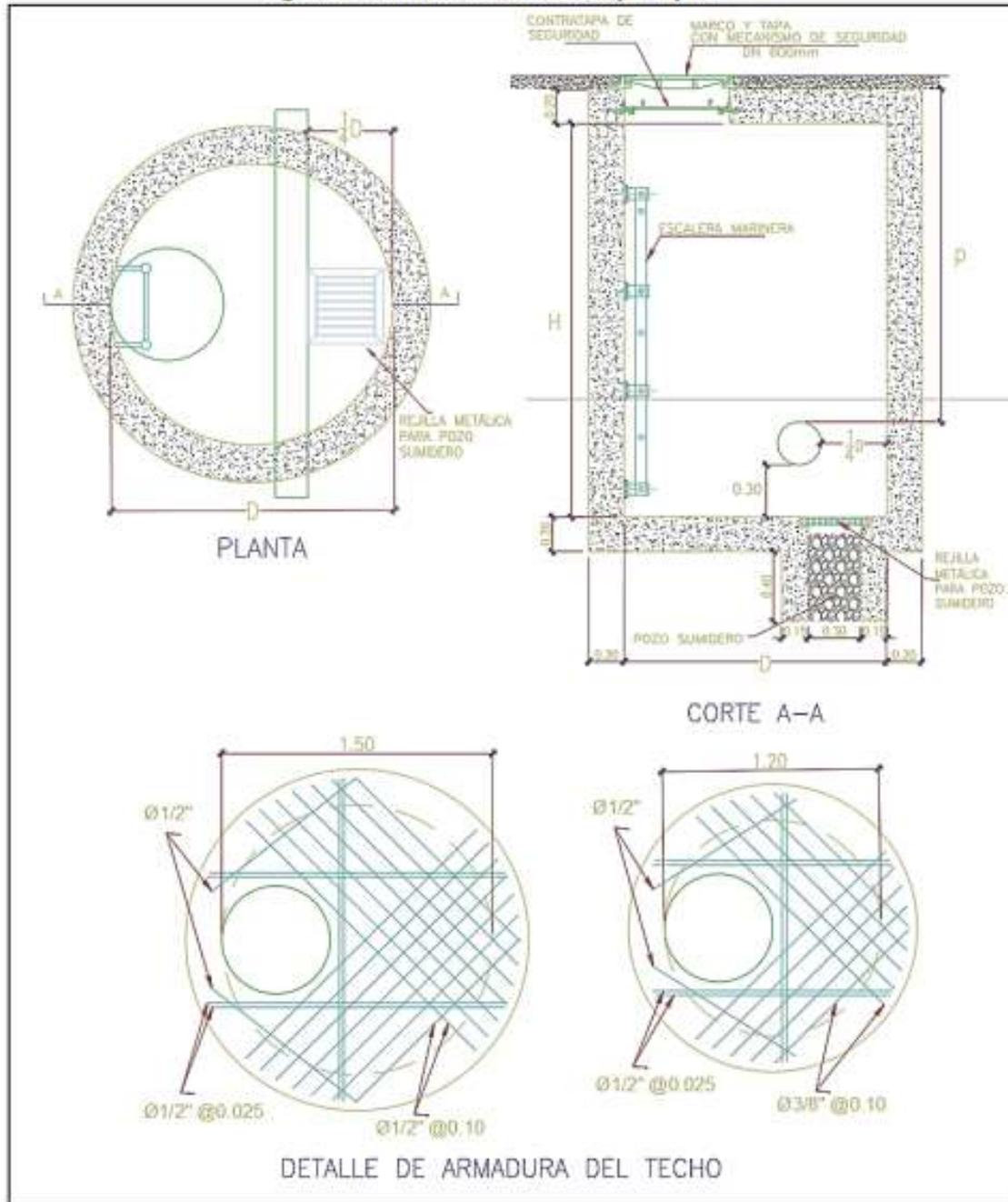
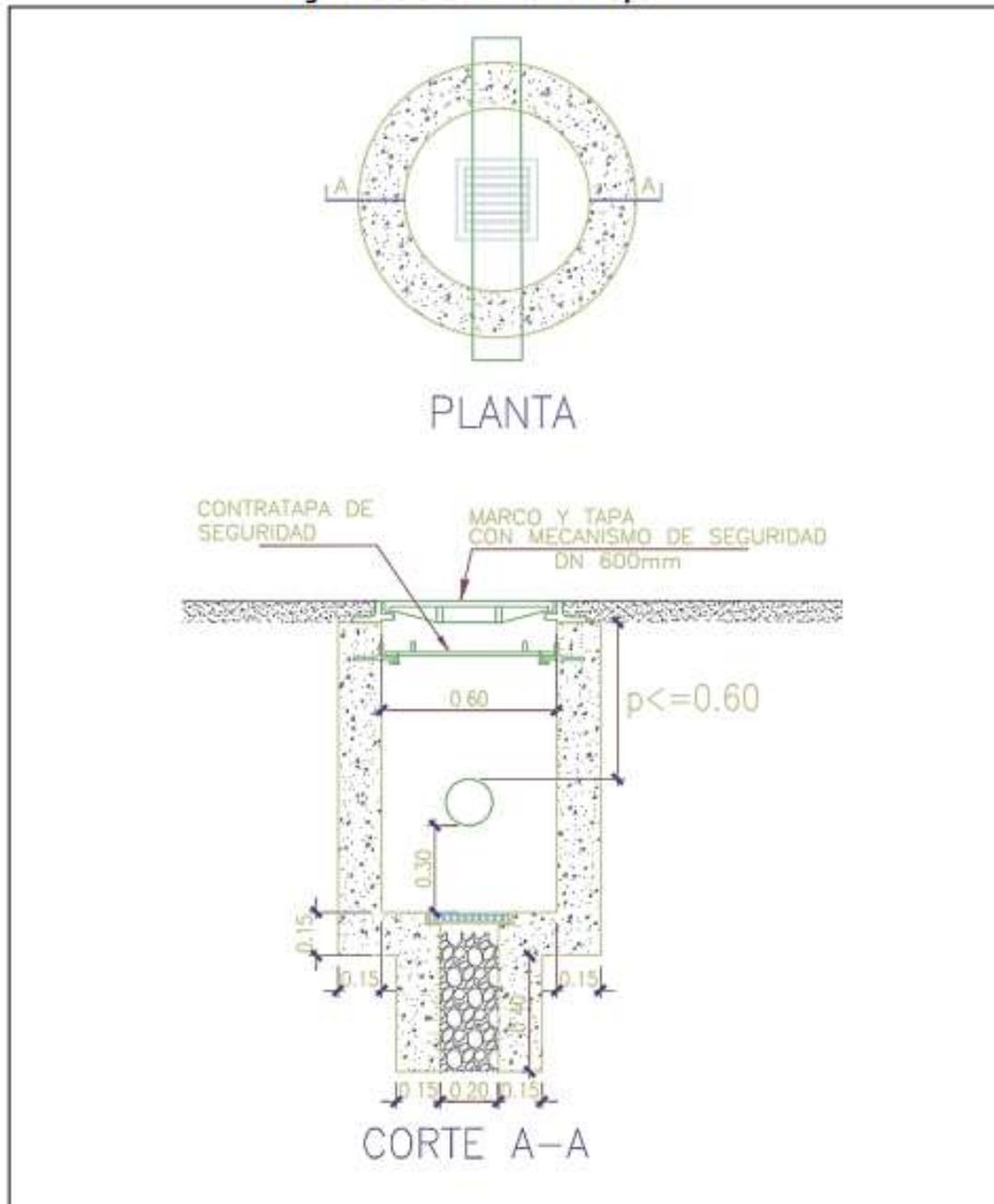


Figura referencial 2: Cámara tipo A





ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Válvula Reductora de Presión Hidráulica

Código : CTPS-ET-019

Revisión : 01

Aprobado : GG

Fecha : 2019.11.08

Página : 1 de 5

1. OBJETIVO

Establecer los requisitos de la válvula reductora de presión tipo globo-diafragma, pilotadas por accionamiento hidráulico, que permiten reducir y mantener la presión aguas abajo en las redes de agua potable.

2. ALCANCE

Las válvulas reductoras de presión tipo globo-diafragma serán de material hierro dúctil, para presión nominal mínima de PN 16. Se empleará en las redes de agua potable nuevas y existentes.

3. NORMATIVA DE REFERENCIA Y/O BASE LEGAL

EN 1074-1	Válvulas para el Suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados - Parte 1: Requisitos generales.
EN 1074-5	Válvulas para el Suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados - Parte 5: Válvulas de control.
ISO 7005 – 2	Bridas metálicas - Parte 2: Bridas de fundición.
ISO 1083	Fundición de grafito esferoidal - Clasificación.
ASTM A536	Especificación estándar para piezas de fundición de hierro dúctil.
ASTM D751	Métodos de prueba estándar para telas revestidas.
NTP 319.123	Pinturas y productos afines. Determinación de la adherencia.
AWWA C530	Válvulas de control operadas por piloto

Las normativas de referencia y/o base legal están sujetos a modificación y/o actualización en el tiempo; por lo cual, predominará la versión vigente.

4. DEFINICIONES

Para efectos de la presente especificación se plantea las siguientes definiciones y/o alcances:

- 4.1. Accionamiento hidráulico: Es la operación de trabajo que alcanza la válvula en forma automáticamente por acción del piloto(s) regulable(s) capaz de mantener presión aguas abajo.
- 4.2. Acción abierta: Cuando la presión en la cámara de la tapa es liberada a la zona de presión baja y la línea de entrada abre la válvula admitiendo el flujo.
- 4.3. Acción cerrada: cuando a la presión de entrada en la válvula es aplicada a la cámara de la tapa, la válvula cierra en forma hermética.
- 4.4. Acción modulante: es cuando mantiene cualquier posición intermedia y las presiones de la línea de entrada y la cámara son equilibradas, haciendo que las presiones sean equilibradas.
- 4.5. Amortiguación de Ruidos: Es la disminución del ruido o sonido no deseado, producto de la fluctuación de las fuerzas en un componente o sistema y que puede transmitirse de tres maneras: a través del aire, a través del fluido, y/o a través de la estructura física del sistema.

- 4.6. Cavitación: Fenómeno que se producen en los sistemas hidráulicos, por los cambios bruscos en la velocidad de los líquidos y alta presión diferencial; que internamente generan bolsas de aire que de una u otra forma son perjudiciales a los componentes del sistema hidráulico y terminan deteriorando las autopartes y acorta la vida útil.
- 4.7. Pilotadas o Pilotaje: Mecanismo de control que consiste en un pequeño reductor de la presión auxiliar en acción directa.
- 4.8. Rangos de ajuste: rango de trabajo que deben adoptar los pilotos reguladores de la presión de trabajo.
- 4.9. Servicio Técnico: Corresponde a las actividades de reparación, y suministro de repuestos.

5. CONDICIONES GENERALES

La válvula reductora de presión, a veces también llamada reguladora de presión, es una válvula de control hidráulico cuya finalidad es reducir una elevada presión aguas arriba de la válvula a un valor menor constante aguas abajo de la misma, independientemente de las variaciones de presión aguas arriba y de las variaciones del flujo o de la demanda en la línea.

6. REQUISITOS

- 6.1. Los componentes de la Válvula Reductora de Presión, deberán cumplir con las siguientes características o especificaciones:

Tabla 1: Materiales de los componentes de la Válvula Reductora de Presión Hidráulica

Componentes o elementos	Materiales
Cuerpo y tapa	Hierro dúctil ISO 1083 JS 400-15, ASTM A536 Grado 65-45-12 o calidad superior
Vástago o eje	Acero inoxidable AISI 303 o calidad superior
Asiento	Acero inoxidable AISI 316
Eje indicador de posición	Acero inoxidable AISI 303 o calidad superior
Resorte	Acero inoxidable AISI 302 o calidad superior
Placa retenedora del sello	Acero inoxidable AISI 303 o calidad superior
Cilindro Anticavitación	Acero inoxidable AISI 304 o calidad superior
Piloto reductor (Cuerpo)	Cuerpo de acero inoxidable, con partes metálicas internas de acero inoxidable
O-rings	NBR, EPDM o calidad superior
Diafragma	NBR, EPDM o Neopreno. El diafragma debe estar reforzado con doble tela de nylon
Sello	NBR o EPDM
Tornillos/pernos de ajuste interno y externo	Acero inoxidable o calidad superior

- 6.2. El Piloto reductor de presión será dimensionado de tal manera que pueda regular una presión mínima de 0,5 bar y una presión máxima de 5 bar. La variación de presión en bares por vuelta del tornillo de regulación será máxima de 1 bar.

- 6.3. La presión de trabajo de las válvulas y las conexiones serán según ISO 7005-2 como mínimo PN 16.
- 6.4. El revestimiento interno y externo de la válvula debe ser con pintura epóxica color azul RAL 5005 (aproximadamente) para uso en agua potable, espesor mínimo 300 micras y no exista desprendimiento luego de pruebas normalizadas (NTP 319.123 o norma equivalente).
- 6.5. La válvula tendrá un dispositivo de purgado de aire en la parte superior de la válvula a fin de eliminar el aire acumulado y evitar perturbaciones en el control.
- 6.6. Todo mantenimiento debe ser sin desmontar el cuerpo de la válvula de la tubería.
- 6.7. De acuerdo a las condiciones hidráulicas a las que estará sujeta la válvula, en las condiciones de caudal mínimo, se determinará el tipo de dispositivo de control (obturador/asiento):

$$\text{Sigma } (\sigma) = \frac{P2 - (-Pv)}{P1 - P2}$$

Donde:

P1 = Presión aguas arriba

P2 = Presión aguas abajo

Pv = Presión de vapor = 1 bar = 14.4 p.s.i

Tabla 2: Tipo de dispositivo de control

Valor de Sigma (σ)	Dispositivo de control
$\sigma \geq 0,8$	Disco plano, de acero inoxidable AISI 304 o calidad superior
$0,5 \leq \sigma < 0,8$	Dispositivo tipo V-port o U-port o cilindro anticavitación de un solo cuerpo o similar, de acero inoxidable AISI 304 o calidad superior
$0,2 \leq \sigma < 0,5$	Cilindro anticavitación, de acero inoxidable AISI 304 o calidad superior, el cual estará compuesto por dos partes, uno fijo o inferior que se comportará como asiento y el otro móvil o superior que conectado al obturador

- 6.8. El diafragma reforzado con doble tela de nylon debe resistir la prueba de estallido Mullen (Mullen burts test), como se describe en ASTM D751 o norma europea equivalente, a un mínimo de 600 psi.
- 6.9. Las pruebas de fatiga de la válvula deben realizarse a un ciclo de prueba de 10 000 veces como mínimo.
- 6.10. Accesorios de control (mínimos):
- Dos (02) válvulas de aguja, material del cuerpo y aguja de acero inoxidable 304 o calidad superior, para regular la velocidad de apertura y la velocidad de cierre.
 - Válvulas de bola para aislamiento serán de acero inoxidable 304 o calidad superior, tipo de unión roscada interiormente NPT (hembra) en ambos lados. Deberán estar instaladas al cuerpo de la VRP por medio de niples roscados de acero inoxidable.
 - Un (01) Filtro en línea cilíndrico de gran capacidad con malla de acero inoxidable

	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	Código : CTPS-ET-019
	Válvula Reductora de Presión Hidráulica	Revisión : 01 Aprobado : GG Fecha : 2019.11.08 Página : 4 de 5

AISI 316 de 80 mesh como máxima abertura de la malla, resistente a presión como mínimo de 16 bar. Tipo de unión roscada interiormente NPT (hembra) en ambos lados. Deberá ser instalado inmediatamente después de la válvula de bola conectada al cuerpo de la VRP aguas arriba, su función es filtrar el agua que pasará por los elementos de línea de control.

- La tubería del circuito de control será de acero inoxidable AISI 316 con el tipo de conexión de compresión.
- Los accesorios del circuito de control: conectores, niples, codos, tee, busing serán de acero inoxidable AISI 316, que soporten una presión mínima de 40 bar.
- Deberá contar con dos manómetros con glicerina grado alimenticio de diámetro de 2,5", conexión de ¼" NPT y rango máximo de 100 psi.

7. ROTULADO

Conforme a la norma EN 1074 o AWWA C530.

El cuerpo de la válvula se deberá marcar en alto relieve lo siguiente:

- Diámetro nominal (DN);
- Identificación del/de los materiales de la carcasa;
- Presión nominal (PN);
- Identificación del fabricante;
- Identificación del año de fabricación;

8. CERTIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

El proveedor debe presentar los siguientes certificados:

- 8.1. Certificado de conformidad de producto EN 1074-5, o AWWA C530 emitido por un organismo de tercera parte con competencia técnica que emita certificado de cumplimiento de norma del producto en caso la fabricación sea norteamericana.
- 8.2. Certificado NSF/ANSI Standard 61 o WRAS o DVGW o KIWA o norma equivalente otorgado a nombre del fabricante, sobre aprobación de la totalidad del producto en contacto con agua potable.
- 8.3. Carta de garantía del fabricante por 5 años como mínimo, y compromiso de servicio post-venta (servicio técnico).
- 8.4. Carta de garantía del fabricante por 5 años como mínimo de disponibilidad inmediata de repuestos en la ciudad de Lima (verificable).

9. CONTROL DE CALIDAD

Para dar aprobación a la válvula, Control de Calidad de Materiales de SEDAPAL, verificará lo siguiente:

- Certificados requeridos en el punto 8 de la presente especificación.
- Reportes de Mullen Burts Test.
- Reportes de pruebas de fatiga a 10000 ciclos de prueba.

SOFREL Aquasector-CL

Control de la calidad del agua potable
por medio de la medición del cloro libre



USOS Y VENTAJAS

• Medición del cloro

- Control del valor de cloro libre en tiempo real
- Detección de cualquier rebasamiento del umbral alto o bajo y alarma inmediata
- Seguimiento al final de la red, puntos críticos o estratégicos y puntos de interconexión

• Optimización del rendimiento de la red

- Seguimiento de la presión mediante un captador (opcional) controlado y telementado por el datalogger
- Análisis del nivel de calidad del servicio
- Seguimiento de los caudales y volúmenes
- Alarmas de intrusión o desbordamiento

VENTAJAS DE LA SOLUCIÓN

- Kit de medición completo: captador de cloro, dispositivo de montaje, data logger y captador de presión (opcional)
- Instalación sencilla en el conducto sin necesidad de interrumpir el servicio
- Solución autónoma completa para el control hidráulico
- Antena de alta capacidad integrada o utilización opcional de una antena externa (versión FLEX)
- Mediciones con una resolución de 0,01 ppm
- Válvula de toma de muestras para la calibración del captador de cloro
- Certificación sanitaria ACS*

FACILIDAD DE PUESTA EN MARCHA

- Sistema de integración del captador de cloro en el conducto sin pérdida de carga
- Bridas adaptadas para las tuberías de DN 60 a 300
- Configuración gráfica del datalogger y del captador con el software Softtools

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:



Estanqueidad
reforzada



Autonomía



Parámetros
de calidad



Comunicación



Sencillez

*Consulte a su técnico comercial para conocer toda la información detallada

The logo for LACROIX, featuring a stylized sunburst icon to the left of the brand name 'LACROIX' in a bold, sans-serif font.

Características técnicas y funcionales

CAPTADOR DE MEDICIÓN DE CLORO:

Tipo de medición	Cloro libre
Rango de medición	0,03-5 ppm
Resolución de la medición	Resolución de 0,01 ppm
Material	PVC-U
Medición de presión	Rango comprendido entre 0 y 8 bares
Medición de pH	Indicadores de pH comprendidos entre 5 y 9
Rango de temperatura	Entre 0 °C y 50 °C - Compensación térmica integrada
Caudal	Caudal mínimo 0,05 m ³ /s
Calibrado	DPD-1
Ausencia de desinfectante	Máx. 24 h
Señal analógica	4-20 mA
Alimentación	Alimentación 12 V por medio de la pila de litio del data logger LS42
Tiempo de respuesta	50 s de alimentación por el Datalogger para la medición

KIT DE MONTAJE:

Diámetro nominal	De DN60 a DN300
Soporte del captador	Adaptado para la integración del captador de cloro
Tipos de canalización compatibles	Acero, fibrocemento, fundición, PE y PVC-O
Instalación	Sistema de integración del captador en el conducto en carga - Sin interrupción del servicio
Calibrado	Válvula de toma de muestras para la calibración del captador
Conector captador de presión	Conector 1 1/4" para captador de presión CPR (opcional)
Estanqueidad	IP68 en todos los accesorios del kit

DATA LOGGER SOFREL LS42:

Diseño mecánico	Sistema de apertura sin tornillos que permite al usuario acceder fácilmente a la tarjeta SIM y a la pila
Dimensiones	A 261 x L 155mm
Peso	17kg
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +55 °C
Estanqueidad	Certificación IP68 reforzada (200 días a 2 metros de agua)
Alimentación	Pila de litio de larga duración integrada
Autonomía	3,5 años en el caso de 1 medida por hora y 1 comunicación diaria 2 años en el caso de 2 medidas por hora y 1 comunicación diaria
Configuración y diagnóstico	En local por Bluetooth con el software Softtools o a distancia con la aplicación SOFREL WEB LS Medida de recepción señal 2G / 3G y prueba de mejor operador
DI (Entradas Digitales)	4 entradas digitales para contador estándar y señalización
AI (entradas analógicas)	2 entradas analógicas para captadores de presión SOFREL u otros captadores Alimentación de captadores en 4-20 mA en 12 V o 20 V
Comunicación 2G/3G	Cuatribanda GSM/GPRS/EDGE (850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz) Hexabanda UMTS WCDMA FDD (800 MHz (B19), 850 MHz (B5/B6), 900 MHz (B8), 1900 MHz (B2), 2100 MHz (B1))
Antena versátil (versión FLEX)	Antena externa de una longitud de 4 metros, con certificación IP68
Comunicación hacia 1 o 2 PC	Periódica, programada o puntual
Comunicación entre estaciones hacia 5500 o 54W	Periódica o puntual (cambio de estado entrada DI o superación de umbral)
Emisión de SMS de alerta hacia móvil	Cuando cambie de estado una entrada DI o superación de umbral



LACROIX - Environment
Calle Francisco Gervás 12
28108 Alcobendas Madrid (ESPAÑA)

Tel.: (+34) 91 510 08 00
info.es@lacroix-sofrel.com
www.lacroix-sofrel.es

Anexo 7: Presupuesto

S10						
Presupuesto						
Presupuesto	2078072	Proyecto: "Mejoramiento de la red de distribución de agua potable y alcantarillado para el mantenimiento digital del sistema en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023"				
Tipo de Moneda	Soles					
Subpresupuesto	01					Fecha 16/04/2023
TOTAL COSTO DEL PROYECTO						10,170.04
OBJETIVO GENERAL						4,170.00
Partida	01.01.01 TOPOGRAFIA					
					Costo unitario directo por : und	1,950.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas						
01.01.01	Levantamiento topografico	glb	1.0000	1,400.00	1,400.00	
01.01.02	Levantamiento catastral	glb	1.0000	350.00	350.00	
01.01.03	Planimetria	glb	1.0000	200.00	200.00	
					1,950.00	
Partida	01.01.02 ESTUDIO MECANICA DE SUELOS					
Rendimiento	und/DI/	MO.	EQ.			Costo unitario directo por : und 2,220.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas						
01.01.02.01	Humedad	glb	1.0000	680.00	680.00	
01.01.02.02	Granunulometria	glb	1.0000	940.00	940.00	
01.01.02.03	Capacidad Portante	glb	1.0000	600.00	600.00	
					2,220.00	
OBJETIVO ESPECIFICO # 1						1,467.04
Partida	01.01.01 CALCULOS HIDRAULICOS					
					Costo unitario directo por : und	1,107.04
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas						
01.01.01	Poblacion Futura	Hab	4,900.0000	0.10	490.00	
01.01.02	Caudal Max imo Diario (Qmd)	lps	14,690.0000	0.01	176.28	
01.01.03	Caudal Max imo Horario (Qmh)	lps	36,730.0000	0.01	440.76	
					1,107.04	
Partida	01.01.02 MODELAMIENTOS					
Rendimiento	und/DI/	MO.	EQ.			Costo unitario directo por : und 360.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas						
01.01.02.01	WaterCad	glb	1.0000	120.00	120.00	
01.01.02.02	SiwerCad	glb	1.0000	120.00	120.00	
01.01.02.03	Epanet	glb	1.0000	120.00	120.00	
					360.00	

Presupuesto

Presupuesto **2078072** Proyecto: "Mejoramiento de la red de distribución de agua potable y alcantarillado para el mantenimiento digital del sistema en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023"

Tipo de Moneda Soles

Subpresupuesto **01** Fecha **16/04/2023**

OBJETIVO ESPECIFICO # 2						2,774.00	
Partida	01.01.01 MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
				Costo unitario directo por : und		1,989.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subpartidas						
01.01.01	Diametros de tuberia	Ø	2,490.0000	0.10	249.00		
01.01.02	Personal	glb	1.0000	780.00	780.00		
01.01.03	Equipos	glb	1.0000	960.00	960.00		
						1,989.00	
Partida	01.01.02 MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
Rendimiento	und/DI#	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		785.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subpartidas						
01.01.02.01	Tipos de Tuberia	Ø	1.0000	95.00	95.00		
01.01.02.02	Incidencias operativas	Und	30.0000	18.00	540.00		
01.01.02.03	Cortes de Servicios	Und	15.0000	10.00	150.00		
						785.00	
OBJETIVO ESPECIFICO # 3						1,759.00	
Partida	01.01.01 MONITOREO DEL SISTEMA						
				Costo unitario directo por : und		749.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subpartidas						
01.01.01	Presion	Ø	2,490.0000	0.10	249.00		
01.01.02	Continuidad	glb	1.0000	250.00	250.00		
01.01.03	Caudal	glb	1.0000	250.00	250.00		
						749.00	
Partida	01.01.02 COSTOS Y PRESUPUESTOS						
Rendimiento	und/DI#	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		1,010.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subpartidas						
01.01.02.01	Metrados	Und	1.0000	250.00	250.00		
01.01.02.02	Analisis de Precios Unitarios	Und	1.0000	380.00	380.00		
01.01.02.03	Valorizaciones	Und	1.0000	380.00	380.00		
						1,010.00	

Anexo 8: Reportes

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 00:00	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:01	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:02	Tiempo	14,472
17/07/2023 00:03	Tiempo	14,227
17/07/2023 00:04	Tiempo	14,227
17/07/2023 00:05	Tiempo	14,227
17/07/2023 00:06	Tiempo	14,227
17/07/2023 00:07	Tiempo	14,472
17/07/2023 00:08	Tiempo	14,472
17/07/2023 00:09	Tiempo	14,472
17/07/2023 00:10	Tiempo	14,472
17/07/2023 00:11	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:12	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:13	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:14	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:15	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:16	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:17	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:18	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:19	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:20	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:21	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:22	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:23	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:24	Tiempo	15,453
17/07/2023 00:25	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:26	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:27	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:28	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:29	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:30	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:31	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:32	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:33	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:34	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:35	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:36	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:37	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:38	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:39	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:40	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:41	Tiempo	14,963

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 00:42	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:43	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:44	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:45	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:46	Tiempo	15,453
17/07/2023 00:47	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:48	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:49	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:50	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:51	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:52	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:53	Tiempo	14,717
17/07/2023 00:54	Tiempo	14,963
17/07/2023 00:55	Tiempo	15,208
17/07/2023 00:56	Tiempo	15,453
17/07/2023 00:57	Tiempo	15,453
17/07/2023 00:58	Tiempo	15,453
17/07/2023 00:59	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:00	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:01	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:02	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:03	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:04	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:05	Tiempo	14,717
17/07/2023 01:06	Tiempo	14,963
17/07/2023 01:07	Tiempo	14,963
17/07/2023 01:08	Tiempo	14,963
17/07/2023 01:09	Tiempo	14,963
17/07/2023 01:10	Tiempo	14,963
17/07/2023 01:11	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:12	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:13	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:14	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:15	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:16	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:17	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:18	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:19	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:20	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:21	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:22	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:23	Tiempo	15,453

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 01:24	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:25	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:26	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:27	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:28	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:29	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:30	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:31	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:32	Tiempo	15,944
17/07/2023 01:33	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:34	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:35	Tiempo	15,944
17/07/2023 01:36	Tiempo	15,944
17/07/2023 01:37	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:38	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:39	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:40	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:41	Tiempo	14,963
17/07/2023 01:42	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:43	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:44	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:45	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:46	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:47	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:48	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:49	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:50	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:51	Tiempo	15,208
17/07/2023 01:52	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:53	Tiempo	15,453
17/07/2023 01:54	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:55	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:56	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:57	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:58	Tiempo	15,698
17/07/2023 01:59	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:00	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:01	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:02	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:03	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:04	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:05	Tiempo	15,698

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 02:06	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:07	Tiempo	15,944
17/07/2023 02:08	Tiempo	15,944
17/07/2023 02:09	Tiempo	16,189
17/07/2023 02:10	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:11	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:12	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:13	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:14	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:15	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:16	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:17	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:18	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:19	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:20	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:21	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:22	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:23	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:24	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:25	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:26	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:27	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:28	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:29	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:30	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:31	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:32	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:33	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:34	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:35	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:36	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:37	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:38	Tiempo	14,963
17/07/2023 02:39	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:40	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:41	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:42	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:43	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:44	Tiempo	15,453
17/07/2023 02:45	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:46	Tiempo	15,453
17/07/2023 02:47	Tiempo	15,208

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 02:48	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:49	Tiempo	15,453
17/07/2023 02:50	Tiempo	15,208
17/07/2023 02:51	Tiempo	15,453
17/07/2023 02:52	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:53	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:54	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:55	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:56	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:57	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:58	Tiempo	15,698
17/07/2023 02:59	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:00	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:01	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:02	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:03	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:04	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:05	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:06	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:07	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:08	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:09	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:10	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:11	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:12	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:13	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:14	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:15	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:16	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:17	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:18	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:19	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:20	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:21	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:22	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:23	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:24	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:25	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:26	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:27	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:28	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:29	Tiempo	16,189

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 03:30	Tiempo	16,434
17/07/2023 03:31	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:32	Tiempo	15,208
17/07/2023 03:33	Tiempo	15,208
17/07/2023 03:34	Tiempo	15,453
17/07/2023 03:35	Tiempo	15,208
17/07/2023 03:36	Tiempo	15,453
17/07/2023 03:37	Tiempo	15,453
17/07/2023 03:38	Tiempo	15,453
17/07/2023 03:39	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:40	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:41	Tiempo	15,698
17/07/2023 03:42	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:43	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:44	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:45	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:46	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:47	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:48	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:49	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:50	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:51	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:52	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:53	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:54	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:55	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:56	Tiempo	15,944
17/07/2023 03:57	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:58	Tiempo	16,189
17/07/2023 03:59	Tiempo	16,189
17/07/2023 04:00	Tiempo	16,434
17/07/2023 04:01	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:02	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:03	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:04	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:05	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:06	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:07	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:08	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:09	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:10	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:11	Tiempo	15,944

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 04:12	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:13	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:14	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:15	Tiempo	16,189
17/07/2023 04:16	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:17	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:18	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:19	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:20	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:21	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:22	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:23	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:24	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:25	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:26	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:27	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:28	Tiempo	16,189
17/07/2023 04:29	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:30	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:31	Tiempo	15,453
17/07/2023 04:32	Tiempo	15,453
17/07/2023 04:33	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:34	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:35	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:36	Tiempo	15,208
17/07/2023 04:37	Tiempo	15,453
17/07/2023 04:38	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:39	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:40	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:41	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:42	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:43	Tiempo	15,944
17/07/2023 04:44	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:45	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:46	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:47	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:48	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:49	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:50	Tiempo	15,453
17/07/2023 04:51	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:52	Tiempo	15,208
17/07/2023 04:53	Tiempo	14,963

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 04:54	Tiempo	15,208
17/07/2023 04:55	Tiempo	15,698
17/07/2023 04:56	Tiempo	16,925
17/07/2023 04:57	Tiempo	17,661
17/07/2023 04:58	Tiempo	17,661
17/07/2023 04:59	Tiempo	17,906
17/07/2023 05:00	Tiempo	17,906
17/07/2023 05:01	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:02	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:03	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:04	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:05	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:06	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:07	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:08	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:09	Tiempo	16,925
17/07/2023 05:10	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:11	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:12	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:13	Tiempo	16,925
17/07/2023 05:14	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:15	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:16	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:17	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:18	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:19	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:20	Tiempo	17,906
17/07/2023 05:21	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:22	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:23	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:24	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:25	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:26	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:27	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:28	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:29	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:30	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:31	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:32	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:33	Tiempo	16,925
17/07/2023 05:34	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:35	Tiempo	17,415

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 05:36	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:37	Tiempo	17,906
17/07/2023 05:38	Tiempo	17,906
17/07/2023 05:39	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:40	Tiempo	17,906
17/07/2023 05:41	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:42	Tiempo	17,661
17/07/2023 05:43	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:44	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:45	Tiempo	16,925
17/07/2023 05:46	Tiempo	16,925
17/07/2023 05:47	Tiempo	16,68
17/07/2023 05:48	Tiempo	16,68
17/07/2023 05:49	Tiempo	16,68
17/07/2023 05:50	Tiempo	16,925
17/07/2023 05:51	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:52	Tiempo	17,17
17/07/2023 05:53	Tiempo	17,415
17/07/2023 05:54	Tiempo	18,887
17/07/2023 05:55	Tiempo	19,868
17/07/2023 05:56	Tiempo	20,359
17/07/2023 05:57	Tiempo	20,359
17/07/2023 05:58	Tiempo	20,114
17/07/2023 05:59	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:00	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:01	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:02	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:03	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:04	Tiempo	19,623
17/07/2023 06:05	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:06	Tiempo	19,868
17/07/2023 06:07	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:08	Tiempo	19,868
17/07/2023 06:09	Tiempo	19,868
17/07/2023 06:10	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:11	Tiempo	19,868
17/07/2023 06:12	Tiempo	20,359
17/07/2023 06:13	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:14	Tiempo	19,868
17/07/2023 06:15	Tiempo	20,359
17/07/2023 06:16	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:17	Tiempo	20,114

Fecha/Hora	Motivo	Presion
17/07/2023 06:18	Tiempo	20,114
17/07/2023 06:19	Tiempo	19,623
17/07/2023 06:20	Tiempo	19,623
17/07/2023 06:21	Tiempo	19,868
17/07/2023 06:22	Tiempo	19,623
17/07/2023 06:23	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:24	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:25	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:26	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:27	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:28	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:29	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:30	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:31	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:32	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:33	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:34	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:35	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:36	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:37	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:38	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:39	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:40	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:41	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:42	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:43	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:44	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:45	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:46	Tiempo	18,642
17/07/2023 06:47	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:48	Tiempo	18,887
17/07/2023 06:49	Tiempo	18,397
17/07/2023 06:50	Tiempo	18,642
17/07/2023 06:51	Tiempo	18,642
17/07/2023 06:52	Tiempo	18,397
17/07/2023 06:53	Tiempo	18,642
17/07/2023 06:54	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:55	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:56	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:57	Tiempo	19,378
17/07/2023 06:58	Tiempo	19,132
17/07/2023 06:59	Tiempo	18,887
17/07/2023 07:00	Tiempo	18,642

Anexo 9: Autorización de uso de Información

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Juan Carlos Paredes Aguilar
identificado con DNI en mi calidad de Jefe del Equipo Técnico Sur
del área de Equipo Técnico Sur
de la empresa SEDAPAL
con R.U.C N° 20100152356, ubicada en la ciudad de LIMA

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, ita,) Vladimir Luis Ayala Hilario

Identificado(s) con DNI N° 0948351 de la Carrera profesional Ingeniería Civil, para que utilice la siguiente información de la empresa:

Cuadros estadísticos, gráficos y tablas relacionados con el tema de su investigación.

(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, () Trabajo de Investigación, (X) Tesis para optar el Título Profesional.

(X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

El estudiante autoriza a la empresa que divulgue la información de la empresa, pública o privada el nombre o cualquier distintivo de la empresa en su reserva, marcado con una "X" o no según corresponda.

(X) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

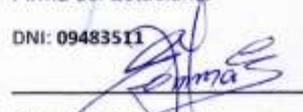
(X) Mencionar el nombre de la empresa.


Firma y sello del Representante Legal
DNI: 06590556

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.


Firma del Estudiante

DNI: 09483511

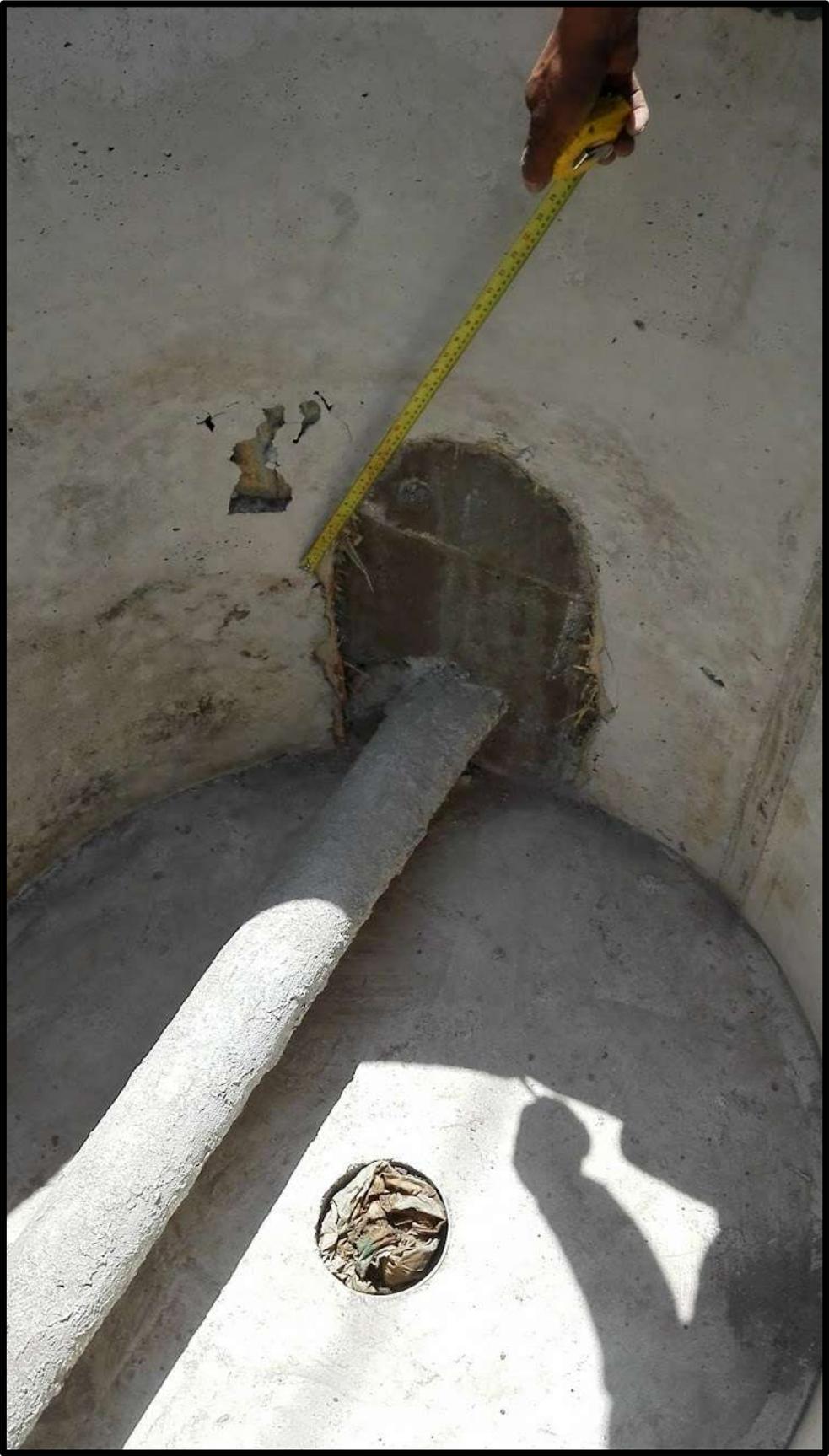

Firma del Estudiante

DNI: 41902750

Anexo 10: Panel Fotográfico



















UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento de la red de distribución de agua potable y alcantarillado para el mantenimiento digital del sistema en la Urb. Micaela Bastidas, Los Olivos – Lima – 2023", cuyos autores son MORALES MARTINEZ CARLOS OMAR, AYALA HILARIO VLADIMIR LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN DNI: 22264222 ORCID: 0000-0002-7188-9471	Firmado electrónicamente por: FDELGADORAM el 11-07-2023 08:53:52

Código documento Trilce: TRI - 0574753