



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título

“Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito
Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

ZEGARRA PINO, CISLEY (0000-0003-1599-2869)

ASESOR:

Dr. Ing. MUÑIZ PAUCAR MAYTA, ABEL ALBERTO (0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRAÚLICAS Y SANEAMIENTO

LIMA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente tesis lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de mis objetivos propuesto. A mis padres, Valentina Pino Anampa y José Zegarra Pizan por apoyarme mutuamente en todo momento dándome consejos y por su trabajo y sacrificio de todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida. También a mis padres por haberme enseñado su ejemplar esfuerzo y progreso, por su ayuda moralmente y económica, he conseguido cumplir uno de mis metas propuestos. De igual manera a mi escuela ingeniería Civil poder brindarme la educación y formación adecuada y llegar a esta altura de mi carrera profesional.



ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

..... Zegarra Pino Cisley

(Apellidos, Nombres)

Cuyo título es:

..... " Modelos de operación de reservorios de almacenamiento
..... de agua potable del Distrito Puente Piedra, Provincia de
..... Lima en el 2018
..... "

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 16 (número) Diez y seis (letras).

Lugar y fecha Lima 12 de Julio del 2019

PRÉSIDENTE

Mg. PABILLA Pichu Santos R.

(Grado Apellidos, Nombre)

SECRETARIO

Ms. AREOLA HORACIO GELTA.

(Grado Apellidos, Nombre)

VOCAL

.....
(Grado Apellidos, Nombre)

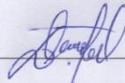
NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Declaratoria de autenticidad

Yo, Cisley Zegarra Pino, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI 73476961, con el requisito de cumplir con el reglamento vigente de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la Tesis Titulada “Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018” Declaro bajo juramento que: Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias. Por lo tanto, el que no existe plagio de ninguna naturaleza, en especial copia de otro trabajo de tesis o similar presentado. Los autores han sido identificados con sus respectivas citas, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos o en el internet. En caso de incumplimiento de esta declaración, plagio (información sin citar autores) entre otros casos que sea identificado según las normas internacionales, asumo las consecuencias y sanciones, me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Los Olivos, 12 de julio del 2019.



Zegarra Pino, Cisley

DNI 73476961

ÍNDICE GENERAL

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	38
2.2 Operacionalización de variables.....	39
2.3 Población, muestra y muestreo.....	39
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez.....	40
2.5 Procedimiento.....	41
2.6 Método de análisis de datos.....	42
2.7 Aspectos éticos.....	42
III. RESULTADOS.....	43
IV. DISCUSIÓN.....	76
V. CONCLUSIONES.....	79
VI. RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS	
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	87
Anexo 2: Matriz de Operacionalización de variables.....	88
Anexo 3: Fichas de recopilación de datos.....	89
Anexo 4: Información del reservorio RP04(Sedapal).....	92
Anexo 5: Planos.....	95
Anexo 6: Fotos.....	99

RESUMEN

Esta investigación titulada “Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.” Se enfocó dar a conocer la realidad problemática que existe en el mencionado distrito por el debastecimiento de agua potable con las pocas horas de servicio, con el fin de proponer una solución en el funcionamiento de una operación para la alimentación del reservorio.

Las teorías expuestas son relacionadas a modelos de operación de reservorios de almacenamiento: Demanda, sistema de operación, clasificación, tipos, componentes y asimismo basándose al Reglamento Nacional de Edificaciones en Obras de Saneamiento.

Se Fijó como objetivo general proponer un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – Reservorio RP04; el método en la investigación fue científico, con un diseño no experimental, del tipo aplicativo, de nivel Explicativo - descriptivo, la población de estudio se tomó los reservorios de almacenamiento del distrito de Puente Piedra, como muestra 1 reservorio de almacenamiento (RP04), de técnica observación directa, el instrumento realizado fue la ficha de recolección de datos.

Los resultados obtenidos de un sistema mixto: por el sistema por gravedad con un $Q_{m\grave{a}x.D} = 38.53$ l/s, el horario de abastecimiento es de 5:00 am a 7:00pm; en segundo lugar, será alimentado de forma conjunta de los dos pozos; por el pozo 801 teniendo un caudal de bombeo de $Q_{b801} = 18.53$ l/s, de una sola bomba de potencia de 20 HP, teniendo una altura dinámica total de 59.91 m, el horario de abastecimiento será de 7:00pm – 5:00am; así mismo por el pozo 840 con un caudal de bombeo de $Q_{b840} = 20$ l/s, de una sola bomba de potencia de 22 HP, teniendo una altura dinámica total de 61.329 m, el horario de abastecimiento programado será de 7:00 pm – 5:00am.

Se concluyó que el modelo de operación de reservorios de almacenamiento propuesto será un modelo de operación mixto por el motivo de que habrá un abastecimiento las 24 horas del día, así mismo reduciendo las potencias de bombas y las horas de bombeo actualmente.

LAS PALABRAS CLAVES: Sistema por gravedad, Sistema por bombeo, Sistema mixto, Reservorios de almacenamiento, Caudal máximo diario.

ABSTRACT

This research entitled "models of the bridge district drinking water storage reservoirs operation stone, province of Lima in 2018." It focused on to publicize the problematic reality that exists in the mentioned district by the debastecimiento of drinking water with few hours of service, in order to propose a solution in the performance of an operation to feed the reservoir.

Exposed theories are related to operation of reservoirs of storage models: demand, system operation, classification, types, components and also on the basis of national regulation of buildings sanitation works.

Is set as a general objective to propose a model for operation of three types of power storage reservoirs - reservoir RP04; the research method was scientific, application type, level explanatory - descriptive, with a non-experimental design, the population under study consists of 15 existing storage reservoirs, as shown in 1 reservoir storage) RP04), made instrument was technical direct observation, data collection sheet.

The results of a mixed system: the system by gravity with a $Q_{max.d} = 38.53$ l/s, supply hours are from 5:00 am to 7:00 pm; Secondly, it will be fed in conjunction of the two wells; by well 801 taking $Q_{b801} = 18.53$ pumping flow l/s, of a single power 20 HP pump, having a dynamic height total of 59.91 m, supply schedule will be from 7:00 pm-5:00 am; likewise well 840 with a flow rate of pumping of $Q_{b840} = 20$ l/s, of a single pump power 22 HP, having a dynamic height total of 61.329 m, supply scheduled hours will be from 7:00 pm-5:00 am.

It was concluded that the proposed storage reservoir operation model will be a mixed operation model for the reason that there will be a supply 24 hours a day, also reducing the powers of pumps and pumping hours currently.

Key words: Gravity system, system by pumping, mixed system, storage reservoirs, maximum daily flow rate.

I. INTRODUCCIÓN

Introducción

La presente tesis tiene el objetivo de solucionar la problemática que existe en el mencionado distrito del debastecimiento de agua potable con las pocas horas de servicio, para ello se ha revisado teorías relacionadas de modelos de operación de reservorios de almacenamiento para tomar en cuenta un modelo para la alimentación constante al reservorio RP04. Se obtuvieron resultados de cada sistema de operación del reservorio de almacenamiento en el área de estudio.

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, presento ante ustedes Señores miembros del Jurado mi Tesis titulado “**Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.**”, la siguiente tesis fue elaborada rigiéndose al presente esquema.

Capítulo I: Se presenta la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionados al tema, marco conceptual, justificación del estudio e importancia, formulación de problema, delimitación, objetivos del estudio e hipótesis.

Capítulo II: Se desarrolló el aspecto metodológico; el método, tipo, nivel, variables diseño, Operacionalización, población, muestra, muestreo, técnica, instrumento, confiabilidad, validez y aspectos éticos.

Capítulo III: Este capítulo corresponde al cálculo, estudio y análisis del sistema por gravedad, sistema por bombo y sistema mixto, obteniendo los resultados necesarios.

Capítulo IV: En esta parte tenemos la discusión en mención a mis antecedentes.

Capítulo V: Se presenta las conclusiones donde responde a cada objetivo planteado en base al cálculo y análisis del capítulo III.

Capítulo VI: Donde se expone las recomendaciones para cada objetivo.

Y por último se presenta las referencias bibliográficas que son las fuentes de información con las que se llevó a cabo el desarrollo de la presente tesis. En conclusión, dicha tesis fue observado por ustedes para su respectiva aprobación, cual es requisito indispensable para obtener mi título Profesional de Ingeniería civil.

Realidad problemática

En la actualidad a nivel internacional hay una falta de abastecimiento muy elevada respecto de un servicio no constante, esto depende de una presión inadecuada en las redes de distribución, en la mayoría de los países los reservorios de almacenamiento no llegan a suministrar lo suficiente con el caudal necesaria hacia las redes de distribución para abastecer las variaciones que se dan durante el día, en las últimas décadas, la necesidad de agua ha causado una serie de problemas, a los que ha sugerido la optimización de la operación del mejores soluciones, para satisfacer las diferentes necesidades de agua potable (Mohammad, Faridah, & Kourosch, 2015, pág. 1), por ejemplo: En México 9 000 000 de habitantes no contaban con un abastecimiento en 2015. Por ello no es fácil sobrevivir sin este líquido que es de gran importancia día a día. La población mexicana se ubica en zonas donde se cuenta con este servicio, pero tienen problemas al momento e incorporarse, de este modo superará los 137 000 000 de personas para 2030, respecto cifras de la comisión Nacional de Agua, donde se necesitará proyectar nuevas fuentes para el abastecimiento debido al incremento elevado.

Según (Nguyen, 2003, págs. 194-195) en París las consecuencias de una interrupción temporal del servicio son menos graves en relación con el agua no potable que con el de consumo humano, al comparar dicho consumo de agua en París con el otra ciudad capital que no posee una red de agua no potable, se deben agregar los volúmenes distribuidos de las dos redes: para una población de 2.1 millones de habitante y 4 millones de consumidores durante el día, París consume en promedio un poco menos de 1 millón de m³ de agua por día.

Respecto (et al, 2014, pág. 6070) en China debido a la desigualdad distribución, varios reservorios han estado funcionando durante años como fuente más importantes de agua potable en la provincia de Zhejiang; donde representan el 51% del número total de reservorios de agua potable centralizadas en áreas rurales y el 69% en áreas urbanas, el suministro de agua potable derivado de aproximadamente en 500 reservorios apoya a aproximadamente el 70% de la población en la provincia de Zhejiang.

En Argentina no se encuentra en su totalidad de su población no tiene un abastecimiento adecuado, y apenas un mínimo porcentaje de las aguas residuales cuentan con un tratamiento en el país. De acuerdo a los censos del 2010, hay ineficiencia en el acceso de servicio a nivel regional. El área metropolitana de Buenos Aires es la región donde se

cuenta con cobertura de reservorios, los habitantes de la capital de dicho país son quien recibe mayor demanda de agua, pero no tienen un servicio constante.

Por lo tanto, en la actualidad a nivel mundial se va necesitando un mejor tratamiento del agua para poder abastecer a un reservorio de almacenamiento y ser distribuido mediante redes, pero deben contar con una operación adecuada para llegar a tener una presión adecuada en las redes de distribución para tener un servicio constante durante el día.

La realidad en nuestro país es aun dramática, hoy en día hay muchos problemas del debastecimiento de agua potable de consumo humano ya sea de diversos factores, pero por el aumento de habitantes emigrantes se necesita mayor demanda de agua, los gobiernos nacionales, regionales y locales han designado presupuestos para construcciones de reservorios de almacenamiento, por ejemplo en la capital de Lima hay plantas de tratamiento que es distribuido a todos los distritos para ser almacenados en reservorios y finalmente para suministrar a la población mediante redes de distribución, pero por problemas de operaciones o mal ubicación de los reservorios esto lleva consecuencia de quejas en la población por no ser abastecidos con un servicio constante durante las 24 horas del día.

Hoy en día Puente Piedra tiene el servicio de Agua Potable y Alcantarillado que se encuentra responsable la empresa estatal peruana SEDAPAL, facilita prestación de agua potable y alcantarillado a cada sector, gestiona el abastecimiento, el distrito tiene una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que es utilizado para el riego de espacios verdes.

Según en el informe de SEDAPAL (2010, pág.47), el Distrito de Puente Piedra es abastecido de agua potable por la PTAP Chillón, esta ubica en Carabayllo, mediante de la línea de conducción Huacoy-Ancón que son distribuidos a reservorios de almacenamiento circulares de tipo apoyado y elevado, para poder almacenarlos es mediante la operación de un sistema de bombeo y por gravedad, mencionando el reservorio RP04 ubicada en el cerro soledad que es alimentado de la PTAP y por dos pozos con la capacidad de proporcionar el caudal requerido para abastecer las variaciones del consumo por parte de la población, pero no es lo suficiente poder dar un servicio adecuado. Respecto a (Blokker, 2010) las empresas tienen la función de proporcionar a sus clientes una buena calidad, agua potable las 24 horas del día. La realidad actual por falta de agua es porque mediante van pasando los años aumenta de una necesidad de agua, en Puente

Piedra se ve perjudicado de un servicio constante, mayormente en las zonas altas solo llegan tener Agua durante 4 a 10 horas en el día.

Los reservorios de almacenamiento de Puente Piedra se encuentran ubicados en las partes más altas del distrito (cerros), para realizar una función principal de mantener una presión mínima y máxima en las redes de distribución, pero por falta de un correcto servicio que es indispensable para las personas, se ve una necesidad mayor debido al aumento de la población y llegando a una consecuencia que no se llega a contar con una demanda suficiente para satisfacer sus necesidades diarias en sus viviendas, esto debido al consumo excesivo en horas puntas que lleva a bajar el nivel en los reservorios en casos extremos dejándolos vacíos, en las zonas altas se ven más afectados porque se necesita mayor presión en las redes de distribución, debido a esto se ven obligados comprar agua de cisternas o usar agua no tratada afectándolos económicamente, en algunos casos se corta por motivo de diversos factores pero no cuentan con un almacenamiento de reserva adecuado dejando sin servicio de agua durante 10 a 12 horas en el día esto debido a una falta de operación en los reservorios de como poder abastecer durante los trabajos por parte de la empresa.

Los reservorios de almacenamiento de puente piedra son llenados mediante sistemas de bombeo y por gravedad, en el caso de un sistema de bombeo es necesario de un pago de consumo de energía, esto ocasiona que se tenga menos horas de bombeo para poder almacenar dichos reservorios en algunas ocasiones no se llega a llenar a su nivel máximo del tanque, por este motivo en las horas de máximo consumo no llega a compensar las variaciones que se produce durante el día.

En realidad, para esta problemática se necesita una adecuada operación en el momento de ser alimentados los reservorios de almacenamiento que puede ser mediante un sistema de bombeo o por gravedad, con el cual el objetivo principal es de proponer un modelo de operación, con el propósito de esta propuesta es tener un servicio constante sin interrupciones y poder abastecer a las viviendas con poca demanda de agua, la problemática actual es de un discontinuo servicio, las constantes interrupciones.



Figura 1. Reservorio RP04 ubicada en el Cerro Soledad de Puente Piedra
Fuente: Propia



Figura 2. Falta de agua en asentamientos Humanos ubicadas en cerros.
Fuente: Propia

Trabajos previos

Antecedentes nacionales

Conforme a (Illán , 2017) en la tesis de grado **titulado**: “Mejoramiento y evaluación del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash - 2017”, fijo como **objetivo**: Evaluar el sistema de agua potable del Asentamiento Humano Héroes del Cenepa Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash - 2017. Utilizando la **metodología**: De tipo transeccional - descriptivo.

Obtuvo como **resultados**: el pozo excavado de demanda es 7.30 l/s, un Qbombeo: 0.0073 m³/s, con un diámetro de 4 plg., velocidad de 0.83 m/s, con una longitud de 3720m, obteniendo la potencia de bomba de 16HP, de una altura dinámica total de 83.51m; con un tiempo de bombeo, 17 horas del día.

Finalmente llego con las **conclusiones**: De la captación (subterránea), un Qbombeo: 7.30 lts/seg, de un pozo de 10m de profundidad, de 16 hp de potencia; según sus cálculos la oferta necesaria para la población debe ser de 22. 837 l/s para satisfacer la demanda. La velocidad del agua es de 0.83 m/s, recorriendo 3720.00m de tubería PVC de clase C-7.5, diámetro 4 plg., una altura dinámica total de 83.52m. El tanque de almacenamiento diario esta en óptimas condiciones de funcionamiento, pero el volumen que cálculo fue de 150.09 m³, no es suficiente para la demanda que ofrece la población puesto que requiere de un volumen de 200 m³.

Respecto a (Loza, 2016) en la tesis de grado **titulado**: “Evaluación técnica en diseño de bombas para sistemas de agua potable en el distrito de Paucarcolla-Puno”, fijo como **objetivo**: establecer las importantes características técnicas en estaciones de bombeo y los factores sociales, económicos que intervienen en el funcionamiento de sistemas de agua potable por bombeo, en el distrito de Paucarcolla. Utilizando la **metodología**: De tipo cuantitativo- correlacional y aplicativo.

Obtuvo como **resultados**: determino una población de 592 de periodo de 20 años, la dotación fue 60 lts/hab/día, de caudal de bombeo 0.00214 m³/s, con un diámetro de 0.0762 m, velocidad de 0.66 m/s, con una longitud de 587.89m, obteniendo la potencia de bomba de 6HP.

Finalmente llego con las **conclusiones**: La bomba de 6 Hp de potencia, con un bombeo de 6 h/día, de Qbombeo: 3 lts/seg, con una altura dinámica total de 72.25m, y con una velocidad de 1.054m/s por segundo. Concluyo que uno de las causas por un ineficaz

abastecimiento de agua potable es los pagos de operación y mantenimiento influye en el buen funcionamiento del sistema de agua potable por bombeo, igualmente la falta de capacitación y concientización a las personas beneficiadas para el uso apropiado del agua.

Respecto (Prudencio, 2015) En la tesis de grado **titulado**: “Modelo de simulación de línea de conducción e impulsión del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de cerro de Pasco”, fijo como **objetivo**: simular la línea de conducción e impulsión para mejorar el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cerro de Pasco. Utilizando la **metodología**: De tipo explicativo con un enfoque cuantitativo.

Obtuvo como **resultados**: Una población de 65,465 hab., de dotación 180 lts/hab/día, de caudal máximo diario a 180 lts/s, utilizando tubería de PVC -500mm y hierro dúctil - 500mm, durante las 24 horas solo podrá abastecer un 75 % de la población de diseño. Obtenido un Qbombeo: 60 l/s, de 18 horas de bombeo.

Finalmente llego con las **conclusiones**: Línea de conducción, a partir de la laguna acucha y planta de tratamiento es ubicado en el cerro Uliachin. Las fuentes de abastecimiento se localizan al mismo nivel o más bajo. Lo cual muestra que por gravedad no podrá llegar fácilmente el agua. De tal modo la población llega ser perjudicado por el desabastecimiento. El proyecto nos certifica que el nivel de agua puede alcanzar la cota de 4450 msnm, donde se encontraría la planta de tratamiento de agua potable, cabe decir que el reservorio de donde se trata abastecer a toda la ciudad por gravedad se encuentra a una cota de 44780.83 msnm.

Según (Quesquen, 2016) en la tesis de grado **titulado**: “Mejoramiento de un sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Piyay, distrito de Pataypampa, provincia de Graú-región Apurímac”, fijo como **objetivo**: diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Piyay, distrito de Pataypampa, provincia de Graú-región Apurímac.

Obtuvo como **resultados**: la población de diseño fue de 395, la captación Pucruhuasi tiene un caudal disponible de la fuente 2.30 l/s, mayor al gasto máximo diario requerido de 1.22 l/s, línea de conducción de aproximadamente de 5504 metros, de un reservorio de almacenamiento de 17m³ que asegura el volumen de regulación requerido de la población.

Finalmente llego con las **conclusiones**: La topografía del terreno es bastante accidentada, por lo que genera un aumento de presión y a su vez un incremento de la carga hi-

dráulica, a fin de evitar esto inconvenientes se ha creído favorable la colocación de cámaras rompe presión para amortiguar dicha carga originada, así evitar rupturas de líneas.

Para (Rojas, 2017) En la tesis de grado **titulado**: “Diseño del sistema de bombeo para el abastecimiento óptimo de agua potable del distrito de Huáncan-Huancayo”, fijo como **objetivo**: diseñar una operación de bombeo para mejorar el abastecimiento de agua potable del distrito de Huáncan-Huancayo. Utilizando la **metodología**: De tipo descriptivo. Obtuvo como **resultados**: obtuvo una pérdida de carga total de 27.61m, además un caudal de bombeo de 0.040 m³/s, además una altura dinámica total de 80m, eficiencia actual del sistema es de 75%, pero con un sistema en paralelo la eficiencia es de 80%, además como el gasto actual es de 40 L/s y con un sistema en paralelo esto subiría a 104 l/s, así 2 bombas en paralelo cubren la oferta para Huáncan.

Finalmente llego con las **conclusiones**: donde la bomba existente, el medidor de volumen instalado al principio del tubo de impulsión la lectura fue 40 l/s, luego opero la siguiente bomba donde registró 40 l/s, después se colocó las dos bombas en paralelo la lectura fue de 52 lts. Donde las 2 bombas que descargan a una sola tubería de impulsión extiende su capacidad de bombeo solo en el 30%. La fuente de captación de agua es capaz de abastecer al reservorio y trabajando las dos bombas instaladas en paralelo con 104 l/s.

Antecedentes internacionales

Según (Alvarado, 2013) en la tesis de grado **titulado**: “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, Parroquia Nambacola, Cantón Gonzanamà”, fijo como **objetivo**: Efectuar los estudios y diseño del sistema de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamà, provincia de Loja. Utilizando la **metodología**: De tipo descriptivo.

Obtuvo como **resultados**: una población de 251 hab., dotación de 85 l/hab/día, para poder abastecer dicha cantidad de población cálculo un gasto máximo diario de 0.296 L/s, una línea de conducción de 984.13m, además obtuvo un diámetro de 2pulgadas. La fuente “los Alizos” ofrece una demanda de 1.661 l/s, en cual la capacidad del reservorio actual es de 15m³; el horario de alimentación será de las 24 horas al día.

Finalmente llego con las **conclusiones**: el presente trabajo fue viable realizar un sistema

de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que garantiza la demanda en los puntos de abastecimientos. Con el propósito de certificar un adecuado abastecimiento, se tienen diseños de obras especiales, para tratar el abastecimiento se diseñó la planta de tratamiento y tanque.

Respecto a (Bonilla & Velastegui, 2013) en la tesis de grado **titulado**: “Diseño del sistema de agua potable para el sector Guayaquil IV km. 6.5 autopista terminal terrestre pascuales, provincia de Guayas, Cantón Guayaquil”, fijo como **objetivo**: Diseñar un sistema de red de distribución de agua potable para el poblado ya que es una ofrecimiento de desarrollo y pretendemos que cuente con este servicio básico. Utilizando la **metodología**: De tipo explorativo-descriptivo.

Obtuvo como **resultados**: una población de 2364, de dotación de 160 l/hab/día, para poder abastecer dicha cantidad de población calculo un gasto máximo diario de 42.4 L/s, con una eficiencia de una bomba del 94.5%, de 50HP. El horario de alimentación será de las 24 horas al día, respecto a la encuesta que realizo.

Finalmente, fija como **conclusiones**: se pudo realizar tomando en cuenta las escaseces de la población, contempla de este diseño de red de agua potable, tomar mejores técnicas para llevar una mejor alternativa de diseño del abastecimiento durante el día.

Para (Escalante, Villacreses, & Douglas, 2015) en el informe **titulado**: “modelamiento y simulación de un sistema de llenado de dos tanques en serie”, fijo como **objetivo**: modelar y simular el comportamiento de un sistema de llenado de dos tanques en serie, ante diferentes tipos de entrada.

Los **resultados** son: obtenidos en Matlab, Silaba, Modelic; el llenado del primer tanque, según en Matlab en un segundo llega a llenar 0.1099 m, Scilab en un segundo llega a llenar 0.1088 m y Modelic 0.1099 m en un segundo; el llenado del segundo tanque, según en Matlab en un segundo llega a llenar 0.0361 m, Scilab en un segundo llega a llenar 0.0324 m y Modelic 0.036 m en un segundo.

Finalmente, fija como **conclusiones**: El tiempo de respuesta en los no lineales es mayor en sistemas lineales, un sistema simulado no garantiza que se semeje a la realidad. Los sistemas de 2° orden, no siempre se ve las características que tienen los de su tipo, sino similares a los que tiene uno de orden menos. Observó que, aunque se realice un código con el mismo propósito para los tres simuladores, modelica se diferencia, si bien consigue equivalentes datos numéricos que Matlab.

Según (Pantoja & Guerron, 2018) en la tesis de grado **titulado**: “Propuesta de mejoramiento para la óptima operación del sistema de acueducto del municipio la Palma (Cundinamarca)”, fijo como **objetivo**: realizar una propuesta en la optimización para las operaciones en el acueducto del lugar de estudio.

Obtuvo como **resultados**: respecto al programa WaterCAD el comportamiento del tanque a las 12:00:00am., el tanque está en un 50% que equivale al 138.43m³ de agua y un nivel de 2.15m, respecto a 3.1m que es el nivel máximo del tanque, y el caudal demandado es 0.96 l/s al nodo 43 que representa el casco urbano y la tubería de impulsión que alimenta al reservorio no tiene caudal ya que la bomba se encuentra apagada.

Finalmente, fija como **conclusiones**: Se generó una modelación hidráulica de la red principal con el fin de analizar la operación del sistema de bombeo, capacidad y almacenamiento de los tanques que se desarrolló en el programa WaterCAD. Se analizó que el volumen en los dos reservorios de agua, es ineficiente para alimentar al municipio debido que el tanque las cruces no funciona, esto aumenta el problema que las personas se verán afectadas por el mal servicio.

Según (Solano, 2016) en la tesis de grado **titulado**: “Diseño de un sistema de bombeo en paralelo para la conducción de agua potable del cárcamo 2 al cárcamo 3 de la planta agrícola Oriental D.F”, fijo como **objetivo general**: Realizar el cálculo, selección de tubería y equipos de bombeo, para el transporte de agua del cárcamo N°2 al N°3 de la planta potabilizadora Agrícola Oriental, con una base científica y normativa, tiene como finalidad disminuir la energía utilizada y su costo de operación.

Obtuvo como **resultados**: costo de operación con las 3 bombas operando en paralelo de 14 H.P. (10.4) cada una, para un periodo de 1 año. Las bombas se utilizan 6 veces al día, cada una de 40 minutos, lo que nos da 240 minutos al día equivalentes a 4 horas cada mes de 30 días.

Finalmente, fija como **conclusiones**: La disminución de las horas de bombeo que se encuentran instaladas, se llegó a tener un menor consumo, se bajó el gasto a bombear, se tuvo como objetivo la baja de potencia necesario para el bombeo, con ello se bajó la utilización de energía eléctrica que se ve reflejado en el costo de operación.

Teorías relacionadas al tema

Reservorios de Almacenamiento

Según (Ministerio de Agua , 2007, pág. 15) sostiene:

Los reservorios son la acumulación de agua para la utilización de los habitantes y poder abastecer a la población que se producen las variaciones, estos tanques tienen una función muy importante en poseer agua de reserva para un caso de emergencia como incendios, y para horas pico durante el día, además también conservar presiones apropiadas en una red de distribución, además también.

Volumen de almacenamiento

Según (Agüero, 2004, pág. 7) sostiene: *“Para tener un volumen total de un reservorio será considerar parámetros como; volumen contra incendio si sería necesario, el volumen de regulación como también un volumen de reserva con la finalidad de compensar interrupciones en el sistema.”*

$$\text{Valmac.} = \text{Vreg.} + \text{VCI} + \text{Vres.} \quad (\text{Ec.1.1})$$

Donde:

Vres.: volumen de reserva

Vreg.: volumen de regulación

VCI: volumen contra incendio

Respecto a (Shahsavan & Shourian, 2014, pág. 509) el agua es importante para el desarrollo económico de un país, donde la determinación de los volúmenes de un reservorio de almacenamiento es importante para compensar la variación que produce la población, debido a la escasez de agua y la desproporcionada de la distribución de las fuentes.

Volumen de regulación

Según (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006, pág. 49) es determinado con el diagrama masa con los datos de a las variaciones horarias. En el caso que no se cuenta con estos datos, se tiene que considerar como mínimo de un 25% del caudal máximo diario, siempre y cuando es calculado para un funcionamiento de 24 horas. De lo contrario debe ser calculado en función al horario del suministro.

$$V_r = 0.25 * Q_{\text{maxd}} * \frac{3600}{1000} * 24\text{Hora} \quad (\text{Ec.1.2})$$

Donde:

Q_{maxd} : caudal máximo diario

Según (OMS, 2005, pág. 5) sostiene: “Para definir el volumen de regulación de los tanques de almacenamiento se pueden usar dos métodos: La curva de consumo y método empírico.”

- **Método basado en la curva de consumo**

Según (OMS, 2005, pág. 7): “Graficar las curvas del gasto de abastecimiento horario de consumo del día de mayor consumo.”



Figura 3. Grafica del volumen de regulación de un reservorio.

Fuente: OMS, 2005

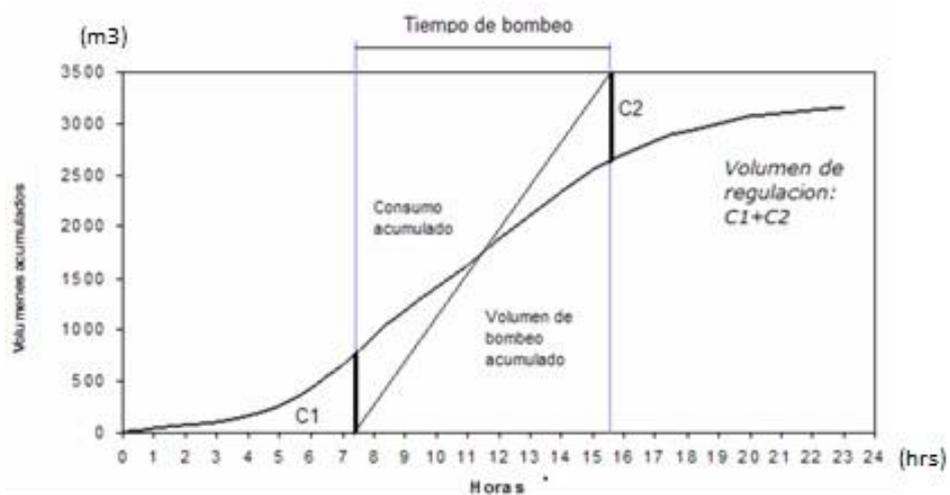


Figura 4. Volumen de regulación de un reservorio elevado en el diagrama de masa.

Fuente: OMS, 2005

- **Método empírico**

Según (OMS, 2005, pág. 10) sostiene: *“Este método se realiza utilizando una formula considerando entre veinte - veinticinco% del gasto medio, acatando la demora de las horas de bombeo y del valor, así como de los horarios en los que se efectúen.”*

$$V_r = C * Q_m \quad (Ec.1.3)$$

Dónde:

C= coeficiente de regulación 0.20 – 0.25.

V_r= volumen de regulación en m³.

Q_m= consumo promedio diario anual en m³.

Volumen contra incendio

Según (Ministro de vivienda, construcción y Saneamiento, 2004, pág. 49) en los casos que se considere demanda contra incendio, debe fijarse un volumen mínimo adicional de acuerdo a criterios; para áreas de 50 m² de uso de vivienda, también que es de uso industrial o comercial esto deberá determinarse usando el grafico para agua contra incendio, tomando en consideración el volumen aparente de incendio de 3000 m³ y el coeficiente de apilamiento respectivo.

$$VCI = 0.50 \left(\frac{P}{1000} \right)^{0.5} * t * \frac{3600}{1000} \quad (Ec. 1.4)$$

Dónde:

t= Tiempo que debe durar un incendio máx. Para población 30,000 hab. Se considera t=5horas

P= Población en miles de Hab.

Almacenamiento del agua para combatir los incendios

Según (Arocha, 1980, pág. 82) sostiene: *“Para poblaciones menores de 2,000 personas no se tomara en cuenta el volumen contra incendios en el volumen de almacenamiento.”*

Volumen de reserva

Según (Ministro de vivienda, construcción y Saneamiento, 2004, pág. 50)): “*si es necesario de contar con este volumen, se tiene de justificar de un volumen adicional.*”

Tabla 1. *Volumen de reserva*

V_r
$V_{res} = (V_{total}) * 0.25$
$V_{res} = (V_{reg.} + V_{Inc.}) * 33\%$
$V_{res.} = Q_m * t$ Entre: 2hrs < t < 4hrs.

Fuente: Vierendel, 2009

Tipos de reservorios

Según (Aguero, 1997, pág. 78) manifiesta: “*los tanques o reservorios pueden ser diferenciados en tres tipos respecto a su ubicación que son elevados, apoyados y enterrados.*”

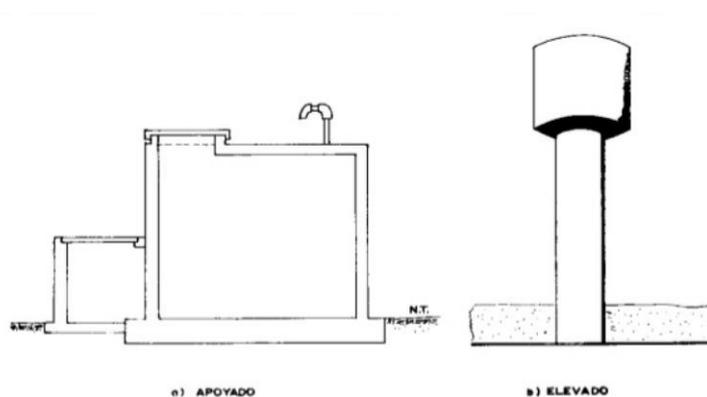


Figura 5. Tipos de reservorio apoyado y elevado.

Fuente: Aguero, 1997

Reservorio Elevado

Según (OMS, 2005, pág. 4) también conocido como tanque elevados, que están ubicados por encima del suelo natural y están apoyados por estructuras de concreto y pilotes o por paredes. Desempeñan una función muy importante en tener las presiones adecuadas, para ofrecer un servicio constante e eficiente.

Reservorio Apoyado

Según (Aguero, 1997, pág. 78) sostiene: “*los tanques apoyados, es ubicado en la superficie del terreno, que mayormente son de forma rectangular y circular. Este tipo es el más utilizado para almacenar agua potable*”

Reservorio enterrado

Según (Comisión Nacional del Agua, 2007, pág. 3) Estos reservorios es construido bajo el nivel del suelo. Estos tipos reservorios son utilizados cuando existe un nivel apropiada del correcto abastecimiento, los tanques enterrados su principal objetivo es cuidar el agua de cambios de temperaturas.

C. Cotas de niveles de agua

Según (OMS, 2005, pág. 4) sostiene:

La posición y los niveles del tanque de almacenamiento deben estar en una correcta ubicación para asegurar que las presiones dinámicas en la red de distribución estén en el límite del rango de servicio. Al referirse del nivel mínimo su ubicación debe estar bien fijada y dar la necesidad de que se consigan las presiones mínimas y del nivel máximo está relacionada con la firmeza de las tuberías en la red de distribución.

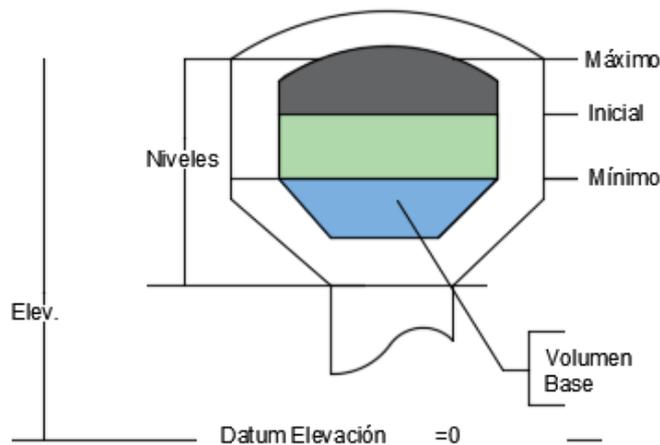


Figura 6. Niveles de Agua

Fuente: Vierendel, 2009

Nivel de agua mínima

Según (OMS, 2005, pág. 4) sostiene: “Se refiere al nivel de agua mínima de un reservorio está referida a la presión dinámica en la red, en la variación de su elevación se puede tener diferentes presiones.”

Nivel de agua inicial o útil

Para (OMS, 2005, pág. 5) manifiesta: “Es el nivel más importante porque cumple un objetivo importante de atender las variaciones del consumo, así mismo compensar las demandas máximas de parte de la población.”

Nivel de agua máxima

Según (OMS, 2005, pág. 4) sostiene: “La presión estática es referida respecto al nivel de agua máximo.”

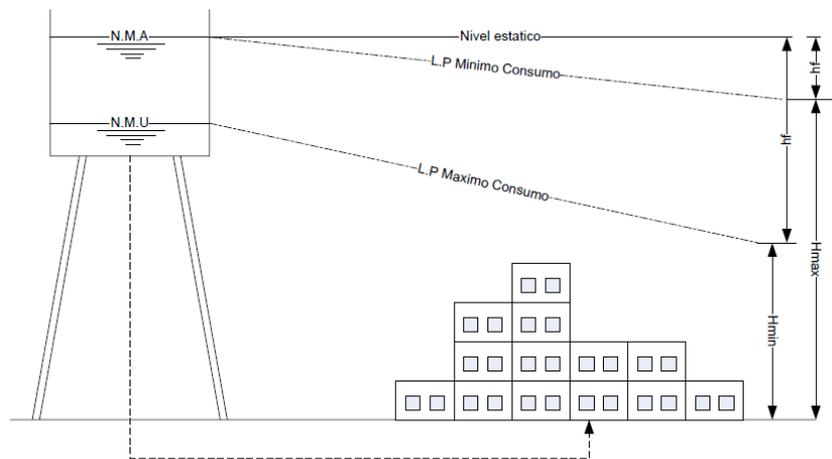


Figura 7. Nivel de agua máximo e inicial.

Fuente: OMS, 2005

Dónde:

N.M. A= Nivel máximo agua

N.M. U= Nivel máximo Útil

1.3.2 Modelos de Operación

Según (CEPIS, 2005, pág. 4) manifiesta: “La operación es un procedimiento de acciones de funcionamiento que permite tener un correcto almacenamiento a los reservorios

y así mismo también del sistema de bombeo, para que desempeñen la función para que fueron diseñados.”

Sistema por gravedad

Respecto (CONAGUA, 2015, pág. 2) sistema por gravedad se refiere cuando la cota de elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura de la cota del tanque de almacenamiento que es el punto de entrega del agua, la conducción se lleva a cabo sin necesidad de bombeo y se alcanza un nivel aceptable de presión.

Caudal de abastecimiento

Población futura

Según (Reglamento de sepadal, 2005, pág. 23) la población se toma en cuenta según las conexiones activas a la facturación que son abastecidas, donde por cada conexión activa se considera 6 habitantes.

Para (Aguilar, 2007, pág. 37) Es la población a servir y tiene que ser pronosticada, es la cantidad de personas dentro de área del proyecto que va ser servido, por lo cual se establece con base en la población inicial y el índice de crecimiento, para el periodo de diseño u otro forma de cálculo. Los métodos más utilizados son lo siguiente:

Método aritmético

Para (Rodriguez , 2001, pág. 32) manifiesta “*Obtener los incrementos absolutos que ha habido la población y calcular el ampliación anual para un promedio para un fijo y emplearlo en años futuros.*”

$$P_f = P_a + IN \quad (Ec. 1.5)$$

$$I = \frac{P_i - P_a}{n} \quad (Ec. 1.6)$$

Dónde:

I: Crecimiento anual promedio

P_i= Población del primer censo

P_a= Población actual (la del último censo)

n= diferencia de tiempo en años entre P_a y P_i

N= periodo de diseño

Pf= Población futura

Método geométrico

Según (Rodriguez , 2001, pág. 33) manifiesta: “Fijar el porcentaje anual de aumento por medio de los porcentajes de aumento en los años anteriores y aplicado en el futuro”.

$$Pf = Pa + Pa \left(\frac{I}{100} \right) * N \quad (Ec. 1.7)$$

$$I = \frac{\sum \%incremento}{n} \quad (Ec. 1.8)$$

Dónde:

$\sum \%in.$: Suma de porcentos decenales

Pa= Población actual (la del último censo)

n= diferencia de tiempo en años entre Pa y Pi

N= periodo de diseño

Pf= Población futura

Método geométrico logaritmo

Según (Rodriguez , 2001, pág. 33) manifiesta: “Consiste en suponer que la población tendrá un aumento sucesivo al que sigue un capital primitivo sujeto al interés compuesto, en el que el rédito es el factor”.

$$Pf = Pa (1 + r)^n \quad (Ec. 1.9)$$

Multiplicando con logaritmos, se tiene que:

$$\log(1 + r) = \frac{\log Pf - \log Pa}{n} \quad (Ec. 1.10)$$

Luego despejando y expresión queda:

$$\log Pf = \log Pa + n \log (1 + r) \quad (Ec. 1.11)$$

Dónde:

Pa= Población actual (último censo)

n= periodo de diseño

Pf= Población futura

r= Taza de crecimiento

Método geométrico

Según (Rodriguez , 2001, pág. 34):

$$Pf = Pa(1 + \Delta)^x \quad (Ec. 1.12)$$

Dónde:

Pa= Población actual (la del último censo)

n= diferencia de tiempo en años entre Pa y Pi

Δ = promedio de incrementos relativos decenales

x= número de periodos decenales a partir del periodo económico que se fije (año proyectado-año actual, luego dividir entre la decena).

Dotación

Respecto (Aguilar, 2007, pág. 52) Es una cantidad asignada a la unidad consumidora en lt/hab/día. La dotación se refiere a la cantidad que puede consumir un litro de agua una persona en un día, para fijar la dotación hay que tomar en cuenta los estudios de demanda para la población, de todo contrario en las normas de diseño indican por región, por número de habitantes y clima, etc.

Tabla 2. Dotación por región

Dotación (l/hab./día)	
Región	Dotación (lt/hab/día)
Sierra	40 – 50
Selva	60 – 70
Costa	50 – 60

Fuente: Ministro de vivienda, construcción y Saneamiento, 2004

Tabla 3. Dotaciones por número de habitantes y clima

Población (habitantes)	Tipo de clima		
	cálido	Templado	Frio
2 500 – 15 000	150	125	100
15 000 – 30 000	200	150	125
30 000 – 70 000	250	200	175
70 000 – 150 000	300	250	200
150 000 – mas	300	300	250

Fuente: Rodríguez , 2001

Caudal Medio

Según (Jiménez, 2013, pág. 31) sostiene: “Es el agua que un usuario o población necesita en un día de consumo promedio y para una localidad”

$$Q_m = \frac{D * P}{86400} \quad (\text{Ec. 1.13})$$

Donde:

Q_m= Caudal medio en l/s

D= Dotación en l/h/d

P= Población futura.

86400= Número de segundos al día

Caudal Máximo Diario

Según (Arocha, 1980, pág. 15) durante estos períodos de registro en un día de consumo máximo, lo cual debe ser abastecido por el reservorio, al variar el consumo anualmente, se tendrá que hallar el gasto mayor del día y tiene que ser abastecido, de lo contrario generara situaciones de deficiencia en las redes de distribución.

$$Q_{\text{max.D}} = k_1 * Q_m \quad (\text{Ec. 1.14})$$

Donde:

Q_{màx.D.}= Caudal máximo Diario, l/s

Q_m= caudal medio en l/s.

k₁= Coeficiente de variación.

Tabla 4. *Coefficientes de Variación para Qmàx.D.*

Variable	Coefficiente de variación
K1	1.2 – 1.5

Fuente: ASIA, 2015

Para (Tzatchkov & Alcocer-Yamanaka, 2016, pág. 131) el coeficiente de variación, se define por la duración del servicio, sin considerar el periodo con flujo a tubo lleno. Si el gasto medio, en litros por hora, se define como el volumen suministrada con el coeficiente de variación CV es simplemente:

$$CV = \frac{24}{N} \quad (\text{Ec. 1.15})$$

Donde:

C.V.= Coeficiente de variación

N= servicio diario (horas al día)

Caudal Máximo Horario

Según (Arocha, 1980, pág. 16) el caudal máximo tomado hora a hora será el elegido como de la hora de mayor consumo en el día. Si tomamos la curva correspondiente del consumo que varía constantemente en el día, el cual será el consumo Máximo Horario, y se podrá relacionar respecto al consumo medio (Qm).

$$Q_{\text{max.H}} = k_2 * Q_m \quad (\text{Ec. 1.16})$$

Donde:

Q_{max.H.}= caudal máximo horario, l/s

K₂= Coeficiente de variación.

Q_m= caudal medio en l/s.

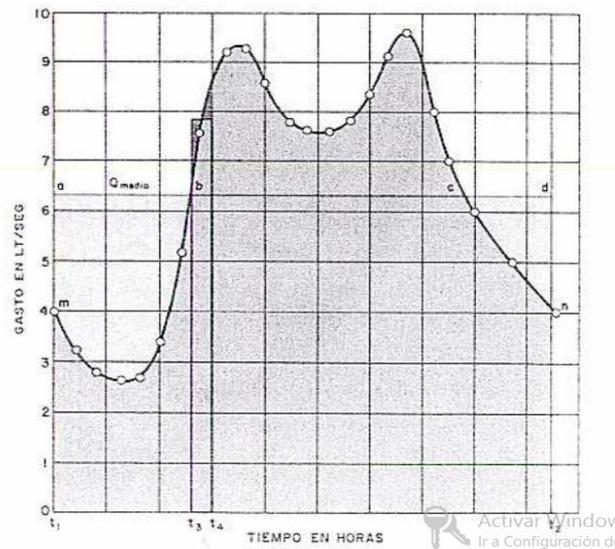


Figura 8. Curva típica de variaciones horarias

Fuente: Arocha, 1980

Tabla 5. Coeficientes de Variación para $Q_{max.H}$.

Variable	Coeficiente de variación
K2	1.8 – 2.4

Fuente: ASIA, 2015

Caudal máximo diario + Caudal contra Incendio

Según (OMS, 2005, pág. 10) manifiesta: “En zonas que cuentan con una población menor de 10,000 personas no se tendrá en necesidad de contar con un caudal contra incendio y resultará antieconómico.”

- Cuando la ciudad cuenta con más de 10,000 habitantes se elegirá el mayor caudal entre ($Q_{max.H}$) y ($Q_{max.D} + QCI$).

Consumo Máximo de Incendio

Según (Arnal, 2005, pág. 17) sostiene: “Caudal máximo de incendio en los sectores comerciales e industriales el consumo máximo de incendios puede obtenerse con la fórmula:”

$$QCI = 15\sqrt{x} \quad (Ec.1.17)$$

Donde:

QCI= Cantidad de agua requerida, en l/s.

X= Población de la ciudad en miles de habitantes.

Tabla 6. *Tiempo de duración de los incendios*

Caudal Requerido (l/s)	Duración de Horas
Menor de 30	3
30 a 106	4
106 a 150	5
Mayor de 150	6

Fuente: Arnal, 2005

Cotas: Reservoirio - Fuente de abastecimiento

Línea de conducción

Para (Aguilar, 2007, pág. 67) sostiene: “Es por donde se transporta un flujo máximo diario, desde la fuente de abastecimiento hacia la planta de tratamiento y de no existir esta será hacia reservorios de almacenamiento”.

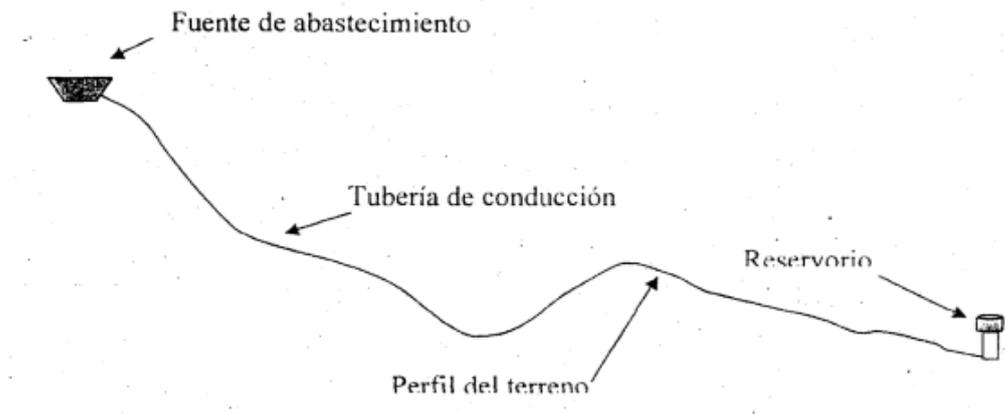


Figura 9. Esquema de una línea de conducción

Fuente: Narvárez, 2012

Diámetro de tubería

Velocidad mínima

Según (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006, pág. 36) manifiesta: *“En la conducción mediante tuberías se tomara en consideración la velocidad mínima no debe ocasionar erosiones ni, debe ser mayor a 0.60 m/s”*.

Para (Aguilera , 2011, pág. 3) manifiesta: *“Para determinar el diámetro directo será respecto al caudal y velocidad.”*

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (Ec. 1.18)$$

Dónde:

D= diámetro, pulgadas

V= velocidad=0.6 m/s

Qm= caudal máximo diario, m3/s

Velocidad máxima

Según (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006, pág. 36) expresa: *“La velocidad máxima tomar en cuenta: en tubos de concreto de 3 m/s y en tuberías de asbesto-cemento, acero y PVC de 5 m/s”*.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (Ec. 1.19)$$

Donde:

Qm: Caudal máximo diario, m3/s

D: diámetro

V: velocidad m/s

Pérdida de carga

Según (Aguilera , 2011, pág. 3) manifiesta: *“Para la pérdida lineal de carga por fricción en la tubería se utiliza la fórmula de Hazen-William simplificada para sección circular”*.

$$hl = 10.665 * \frac{Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}} \quad (Ec. 1.20)$$

Donde:

c: coeficiente de Hazen-William

hl: pérdida de carga lineal (m.c.a)

D: diámetro del tramo (m)

Q: caudal en m³/s

L: longitud de tramo (m)

Despejando tenemos:

$$sf = \frac{hl}{L} \quad (Ec. 1.21)$$

Donde:

L: longitud de tramo (m)

hl: pérdida de carga

sf: pendiente

$$sf = 10.665 * \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \quad (Ec. 1.22)$$

Tabla 7. Coeficiente de fricción “C” en formula de Hazen y Williams

Tipos de tubería	“C”
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	140

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006

Tabla 8. Clase de tubería (PVC) en función de la presión de trabajo

Clase	Presión máxima de prueba (m.)	Presión máxima de trabajo (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	100	70
15	150	100

Fuente: RNE

Presión

Para (Narvæz, 2012, pág. 68): “La presión dinámica en el reservorio se calcula mediante la siguiente formula”.

$$sf = C_{\text{captación}} - C_{\text{reservorio}} - h_l \quad (\text{Ec. 1.23})$$

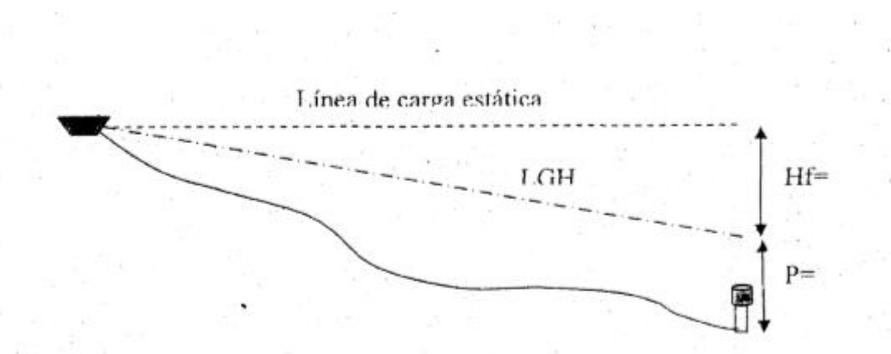


Figura 10. Esquema de presión dinámica y pérdida de carga

Fuente: Narvæz, 2012

Sistema por Bombeo

Según (Lossio, 2012, pág. 19) En un sistema por bombeo, la fuente de abastecimiento se ubica en un lugar menor respecto a la ubicación a la población de consumo, siendo obligatorio transportar el agua mediante sistemas de bombeo a tanques de almacenamiento localizadas en cotas superiores al centro de población.

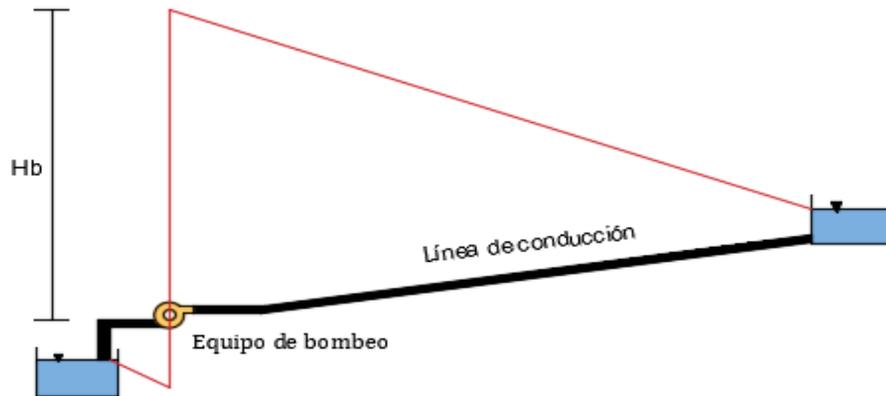


Figura 11. Arreglo típico de una instalación de bombeo para servicio de agua

Fuente: CONAGUA, 2015

Según (Bouach & Benmamar, 2019, pág. 472) en el sistema de bombeo el consumo de energía en las estaciones de bombeo de agua potable genera considerables pérdidas de energía, por esta razón se llega a optimizar la energía consumida por el sistema de sistema de bombeo con respecto a las condiciones de funcionamiento hidráulico en el tanque de distribución.

Caudal de Bombeo.

Respecto (Organización Panamericana de la Salud, 2005, pág. 5) sostiene:

Donde en una ciudad es necesario contar con reservorios, y que tiene una estación de bombeo posterior; tubería de impulsión, equipo de bombeo y la capacidad de la tubería de succión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

$$Q_b = Q_{\max} \cdot \frac{24}{N} \quad (\text{Ec. 1.24})$$

Donde:

N= Número de horas de bombeo.

Q_b= Caudal de bombeo, l/s

Q_{max.d}= Caudal máximo diario, l/s

Diámetro de tubería.

Según (Lossio, 2012, pág. 45) manifiesta: “Un modo para la elección del diámetro más económico, es aplicando la fórmula de Bresse.”

$$d = K\sqrt{Q} \quad (\text{Ec. 1.25})$$

Donde:

Q= Caudal de flujo, m³/s.

d= Diámetro económico de la tubería, m.

K= Coeficiente de Bresse, de 0,9 a 1.5.

Velocidad en la tubería

Según (Lossio, 2012, pág. 45) manifiesta: *“Es muy sustancial establecer la velocidad de agua en las tuberías; para tener velocidades aceptables mayor de 0.6 m/s.”*

$$V = \frac{Q}{\pi \frac{d^2}{4}} \quad (\text{Ec. 1.26})$$

Donde:

Q= Caudal de flujo, m³/s.

d= Diámetro económico de la tubería, m.

Perdida de carga

Según (Lossio, 2012, pág. 46) es la energía dinámica del fluido debida a las fricción de las partículas del fluido entre si y contra las paredes de la tubería. Debido a un estrechamiento, un cambio de dirección, presencia de una válvula, accesorios entre otros. Las perdidas locales se consideran un 10% de las perdidas por fricción.

Formula de Hazen-Williams:

$$Sf = \frac{0.54 \sqrt{Q}}{\sqrt{0.2788 * C * d^{2.63}}} \quad (\text{Ec. 1.27})$$

Donde:

Sf= Pendiente de fricción, m/m.

Q= Caudal de bombeo, m³/s.

C= coeficiente de Hazen-Williams

d= Diámetro de la tubería, M.

La pérdida de carga en la tubería:

$$hf = Sf * L \quad (\text{Ec. 1.28})$$

Donde:

Sf= Pendiente de fricción, m/m.

L= Longitud total de la tubería.

Por lo tanto, la pérdida de carga total:

$$H_f = h_f + h_{local} \quad (Ec. 1.29)$$

La altura geométrica, es la diferencia de nivel entre la captación-reservorio:

$$H_g = H_s + H_d \quad (Ec. 1.30)$$

Donde:

Hs= Altura de succión.

Hd= Altura de descarga, m.

Altura Dinámica Total.

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2005, pág. 6) sostiene: *“La elevación total de un bombeo que es conducido agua a un reservorio. Es el aumento de la altura de succión más la altura de impulsión.”*

$$H_b = H_s + H_i \quad (Ec. 1.31)$$

Donde:

Hb= Altura de bombeo, m.

Hi= Altura de impulsión, m.

Hs= Altura de succión, m.

Carga de succión (Hs)

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2005, pág. 6) sostiene: *“Es la diferencia de la altura entre de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente o captación.”*

$$H_s = h_s + \Delta h_s \quad (Ec. 1.32)$$

Dónde:

Hs= Altura de succión.

Δh_s = Pérdida de carga en la succión, m.

Perdidas por fricción (Hazen Williams):

$$h_{fs} = 10.643 * \frac{L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \quad (\text{Ec. 1.33})$$

Donde:

L= Longitud (succión), m.

Q= Caudal de Bombeo, m³/s

D= diámetro, m.

C= Coeficiente de rugosidad

Tabla 9. Coeficientes de rugosidad “C” en la fórmula de Hazen y Williams

Material	C
Acero	120
Asbesto cemento/P. V.C	140
Fierro fundido	100
Concreto	110
Hierro dúctil	120

Fuente: Norma para obras de saneamiento OS.010

Perdidas Locales

Utilizando la ecuación de Borde Belanger:

$$P_l = k * \frac{V_s}{2g} \quad (\text{Ec. 1.34})$$

Donde:

P_l= Perdidas locales, m.

V_s= Velocidad, m/s

g= Gravedad, m/s²

Carga de impulsión (H_i)

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2005, pág. 8) sostiene: “Viene ser la diferencia entre el nivel máximo del reservorio con el eje de las bombas más la pérdida de carga del lado de la tubería de impulsión.”

$$H_i = h_i + \Delta h_i \quad (\text{Ec. 1.35})$$

Dónde:

H_i = Elevación de impulsión.

Δh_i = Pérdida de carga.

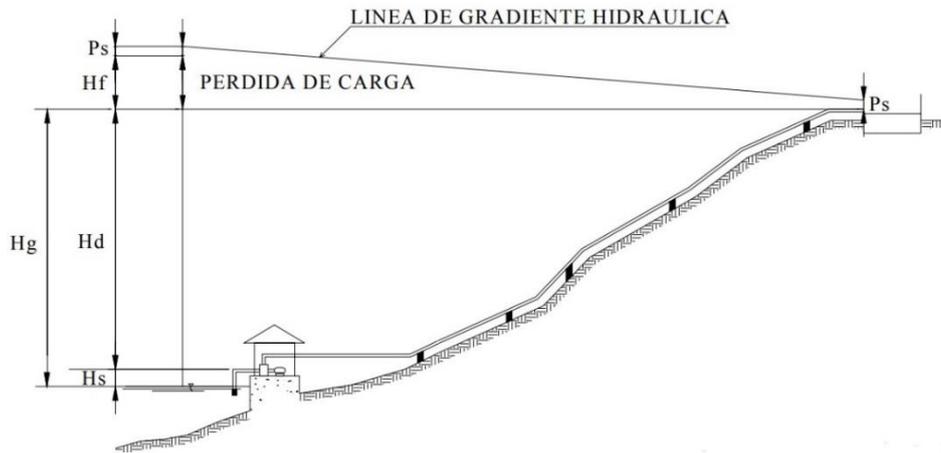


Figura 12. Altura Dinámica total

Fuente: Tixe, 2004

$$HT = H_g + H_{ftotal} + P_s \quad (\text{Ec. 1.36})$$

Dónde:

HT = Carga dinámica total.

H_g = Altura geométrica.

H_{ftotal} = Pérdida de carga Total.

P_s = Presión en el tanque, no debe ser mayor 2m.

Potencia Aproximado.

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2005, pág. 11) sostiene: “La bomba determinada tiene que transportar un volumen de agua a la altura que se encuentre el reservorio, con una eficiencia (n) mayor a 70%.”

Según (Vierendel, 2009, pág. 49):

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * H_t}{75 * n} \quad (\text{Ec. 1.37})$$

Donde:

γ : Peso específico del agua (kg/m³)

Q_b= Gasto de bombeo (m³/seg.)

H_t= Carga dinámica total (mts.)

n= Eficiencia de la bomba

Sistema mixto.

Respecto (CONAGUA, 2015, pág. 3) cuando la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes con mayor elevación que la superficie del agua en el reservorio de almacenamiento, en este caso conviene analizar la colocación de un tanque intermedio con el fin de formar una conducción la primera parte por gravedad y la segunda por bombeo, en otro caso cuando el tanque de almacenamiento es alimentado por dos o más fuentes de abastecimiento por gravedad y sistema por bombeo.

Caudal de abastecimiento

Caudal del sistema por gravedad

Caudal Máximo Diario

Según (Arocha, 1980, pág. 15) durante estos períodos de registro en un día de consumo máximo, lo cual debe ser abastecido por el reservorio, al variar el consumo anualmente, se tendrá que hallar el gasto mayor del día y tiene que ser abastecido, de lo contrario generara situaciones de deficiencia en las redes de distribución.

$$Q_{\max.D} = k_1 * Q_m \quad (\text{Ec. 1.38})$$

Donde:

Q_{màx.D.}= caudal máximo Diario, l/s

Q_m= caudal medio en l/s.

k₁= Coeficiente de variación.

Tabla 10. *Coeficientes de Variación para Q_{màx.D.}*

Variable	Coeficiente de variación
K1	1.2 – 1.5

Fuente: ASIA, 2015

Caudal del sistema por bombeo

Caudal de Bombeo.

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2005, pág. 5) sostiene:

Donde en una ciudad es necesario contar con reservorios, y que tiene una estación de bombeo posterior; la capacidad de la tubería de succión, equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

$$Q_b = Q_{\max} \cdot \frac{24}{N} \quad (\text{Ec. 1.39})$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo, l/s

N = Número de horas de bombeo.

Q_{\max} .D= Caudal máximo diario, l/s

Modo de operación

Para (Narvæz, 2012, pág. 71) manifiesta: “La conducción la primera parte por gravedad y la segunda por bombeo, en otro caso cuando el tanque de almacenamiento es alimentado por dos o más fuentes de abastecimiento por gravedad y sistema por bombeo”.

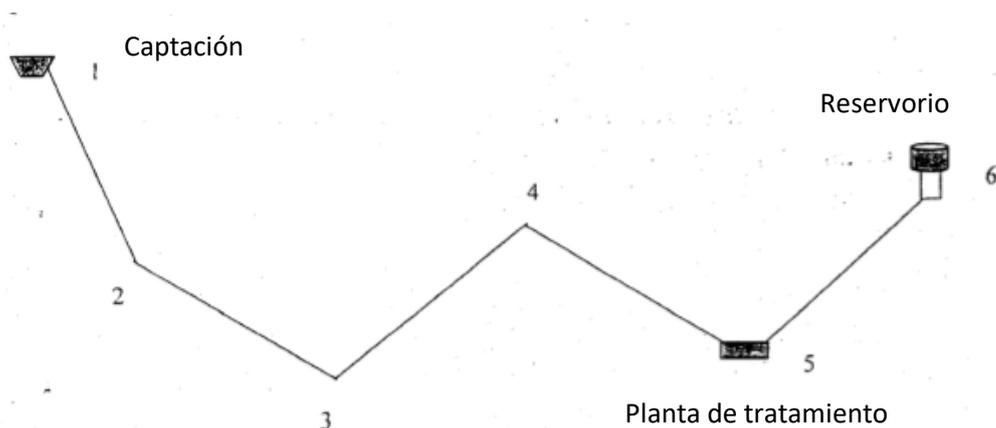


Figura 13. Perfil de la línea de conducción e impulsión

Fuente: Narvæz, 2012

Marco conceptual

Glosario

Almacenamiento: *“Estos depósitos se localizan en una altura adecuada, con el fin de proporcionar presión suficiente en la zona de servicio.”* (César, 1993, pág. 4).

Operación alternada. *“Es cuando dos o más bombas pueden funcionar en serie para aumentar la altura dinámica total de un sistema de bombeo.”* (Castilla & Galvis, 1993, pág. 101).

Estación de bombeo: *“es el Componente destinado a elevar la presión del agua con el objetivo de conducir a estructuras más altas.”* (ASIA, 2015, pág. 2).

Altura dinámica Total: *“También conocido como carga dinámica, que es definido como la altura de un bombeo que está conformado por la tubería de succión e impulsión.”* (Organización Panamericana de la Salud, 2005, pág. 6).

Caudal Máximo Diario: Durante estos períodos de registro en un día de consumo máximo, lo cual debe ser abastecido por el reservorio, al variar el consumo durante el año, se puede establecer durante un día la mayor demanda que debe ser compensado, de lo contrario generara situaciones de deficiencia en las redes de distribución. (Arocha, 1980, pág. 15).

Sistema de distribución: *“Los sistemas de distribución de agua juegan un papel fundamental, papel en la conservación y el suministro de agua de calidad para el público.”* (Et al, 2011, pág. 402).

Formulación del problema

Problema General

¿Cómo proponer un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?

Problemas Específicos:

¿Cuál es la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de gravedad - reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?

¿Cómo es la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo - reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?

¿De qué forma es la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto - reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?

Justificación del estudio

Importancia

El presente proyecto tiene como objetivo un modelo de operación de un reservorio de almacenamiento con tres fuentes de alimentación, servirá para al lector y futuros proyectistas relacionados para el uso adecuado de este tipo modelo de operación en sus proyectos, ya que va permitir tener una buena operación en los reservorios teniendo un volumen adecuado para satisfacer de un servicio constante durante el día para la población.

En relación de años anteriores el problema de no llegar tener abastecer las 24 horas del día ya sean en zonas urbanas y rurales por motivo de mala operación en los reservorios de almacenamiento, este modelo tiene de una gran utilidad para ser utilizado en distintas zonas que tienen el mismo problema. Este modelo aporta una nueva información en la operación de reservorios de cómo será utilizado su funcionamiento cumpliendo con los parámetros de diseño, así mismo tendrá un aporte en el beneficio a la sociedad para optimizar los gastos efectuados en el bombeo hacia el reservorio y de este modo poder financiar más reservorios, finalmente gracias a los resultados de la propuesta del modelo de operación los beneficiados serían la población ubicados en las zonas altas y los que se encuentren alejados de la ubicación del reservorio.

Justificación

Justificación práctica

Los modelos operación de los reservorios de almacenamiento se evaluó mediante la observación directa en campo, del sistema por bombeo y del sistema por gravedad, las cuales encontré al momento de visitar distintos reservorios, estas fueron definidas por tipo de operación y se procedió a la recopilación de datos según los problemas que encontrados. La recopilación de datos en los modelos de operación fue precisa ya que determine la operación actual del sistema de bombeo y del sistema por gravedad.

Justificación metodológica

Se tomó en cuenta la metodología fijada para cada operación correspondiente en el estudio de los reservorios de almacenamiento. Para una propuesta es importante reconocer los diferentes problemas que pueda presentar en las operaciones el bombeo y por gravedad del reservorio a solucionar, se determinó el caudal a abastecer. Los datos y resultados obtenidos fueron claros y precisos. Para esta investigación se tomó datos del Reservorio RP04 existente y se propuso un modelo de operación con tres fuentes de alimentación.

Delimitación

Se investigó sobre los problemas de operación que presenta el reservorio de almacenamiento RP04 en Puente Piedra. Se ha delimitado esta investigación de la siguiente manera:

Delimitación conceptual

El presente estudio solo se enfocó a un modelo de operación de reservorios de almacenamiento de tipo apoyado porque mediante este sistema se puede dar un servicio de agua potable a los sectores 362 y 362 del distrito de puente piedra donde se está realizando la investigación, y tienen una gran probabilidad tener un servicio constante. No se incluirá otros de tipos de reservorios.

Delimitación espacial

La presenta investigación se desarrolló en el distrito de Puente Piedra, debido que se presenta problemas en el servicio constante durante las 24 horas por no contar con una operación adecuada en los reservorios, además no tienen un correcto llenado en los reservorios, en cual la solución será proponer un modelo de operación para desarrollar el presente estudio.

Delimitación temporal

En el estudio de este proyecto de investigación es por debido de una considerable demanda de agua potable en el tiempo de verano en todos los años, se tuvo un número considerable del mayor consumo de agua debido a las elevadas temperaturas, en el cual llega a empezar en mediados de diciembre y termina en promedio en el mes de abril de todos los años.

Hipótesis

Hipótesis general

La propuesta de un modelo de operación para los reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – para el reservorio RP04 es beneficioso, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.

Hipótesis específicos:

El cálculo de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de gravedad - para el reservorio RP04 es importante, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018

El análisis de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo - reservorio RP04 es recomendable, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018

El estudio de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto - reservorio RP04 es importante, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018

1.7 Objetivos

Objetivo general

Proponer un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación –reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.

Objetivos específicos:

Calcular la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de gravedad - reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.

Analizar la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo - reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.

Estudiar la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto - reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Método: científico

Para (Niño, 2011, pág. 26): *“El método científico es el conjunto de pasos racionales y sistemáticos con el fin de dar soluciones a problemas presentados en un lugar específico, con el propósito dar una posible solución a un problema, verificar la realidad de un conocimiento.”*

Bajo estas consideraciones se empleó el **método científico**; pues se indicó con la observación directa el modelo de operación.

Tipo: Aplicada

Según (Valderrama, 2013, pág. 165) manifiesta: *“Busca perfeccionar un escenario actual de los grupos o individuos de seres, donde se tiene que llegar a manipular. Una investigación aplicada tiene el objetivo la mejora de problemas más que sobre la formulación de teorías.”*

Según este análisis presentado en este trabajo se tuvo una investigación aplicada; pues, se realizó técnicas en la propuesta de un modelo de operación del reservorio de almacenamiento de agua potable.

Nivel: descriptivo – explicativo

Según (Arias, 2012, págs. 24-26) un nivel **descriptiva** consiste en la caracterización de un hecho, tipo, persona o cosa, con el propósito de establecer su postura o comportamiento. La investigación **explicativa** tiene la responsabilidad de encontrar el porqué de los hechos respecto al establecimiento de relaciones causa-efecto.

Conforme los alcances presentados en esta investigación que se realizó de tipo descriptivo y la vez explicativo; pues, se recopiló información de la operación actual de los reservorios de almacenamiento y se definió las causas por las cuales no hay un servicio constante a la población.

Diseño: No Experimental

Según (Borja, 2012, pág. 29): *“Se manifiestan las variables en la realidad basándose en la obtención de información sin manipular los valores de la variable.”*

Bajo las condiciones presentadas en el desarrollo de este trabajo, se tuvo un **diseño no experimental**; pues, donde la propuesta se desarrolló en un reservorio RP04, dado en la situación en que se encuentre.

2.2 Operacionalización de variables.

Variables, Operacionalización.

Identificación de variables.

Variable independiente: Modelos de operación

Variable dependiente: Reservorios de almacenamiento.

Cada una de las variables se dividió en tres dimensiones, a su vez cada dimensión se subdividió en tres indicadores.

Donde será visualizado en el anexo 2.

2.3 Población, muestra y muestreo

Población.

Según (Calderón & Alzamora, 2010, pág. 47): *“La población es el conjunto de todas las cosas, hechos, objetos, instituciones, personas, etc. La cual será desarrollado dicha investigación.”*

Para esta investigación se tomó la población los reservorios de almacenamiento de Puente Piedra, que son los involucrados que no pueden abastecer durante las 24 horas.

Muestreo (no probabilístico)

Según (Ñaupas, 2014, pág. 253):

Los muestreos por juicio o criterio de investigación pertenecen a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico, las muestras obtenidas son de carácter sesgadas y no hay posibilidad de saber cuál es el nivel de confiabilidad, este muestreo no utiliza la ley de azar ni el cálculo de probabilidades.

En el presente trabajo se hizo muestreo no probabilístico o muestreo por conveniencia; pues, la elección del modelo no consiste de la probabilidad, si no de los fundamentos similares con la singularidad del proyecto.

Muestra.

Al respecto (Fernández, Hernández, & Baptista, 2010, pág. 173): *“Está conformado por un porcentaje de la población de donde se recolectará información, así mismo se debe ubicar con precisión que debe estar limitado por la población.”*

En la presente tesis se tomó como muestra 1 reservorio (RP04) que se encuentra ubicado en el Cerro Soledad del distrito de Puente Piedra.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Para (Castro , 2003, pág. 70): *“Las técnicas de recolección de datos pueden ser de varias formas para recolectar información; observación directa, un análisis documental, análisis sobre un contenido, etc.”*

Técnica: Observación Directa

Según (Gomez, 2012, pág. 61) el investigador visita a campo observa y recolecta información de sus variables, esto se puede subdividir en dos comportamiento y estos son: la observación participante, es donde el profesional halla la población donde se desarrolla el proyecto y la observación no participante, esto se refiere cuando un investigador emplea un trabajo u observación sin tener nada de relación en la población donde se lleva a cabo la investigación.

Para llevar a cabo la presente tesis la técnica que se utilizó corresponde a la observación directa; pues; se observó los modelos de operación del reservorio existente para recoger datos en base de un sistema por gravedad, sistema por bombeo y sistema mixto.

Instrumento: Ficha de recopilación de datos (anexo 3)

Para (Baptista, Fernández , & Hernández, 2014, págs. 198-200): *“Involucra desarrollar un plan detallado del proceso que nos lleven a obtener información para luego ser evaluado; la recolección de información en realidad representa las variables que tenemos en mente.”*

Confiabilidad

Según (Mejía , 2005, pág. 27) *“Es el procedimiento para determinar cuan valido, conforme, adecuado o durable es que se ha trabajado, a continuación se presenta en una tabla la confiabilidad y rango para el instrumento.”*

Tabla 11. Confiabilidad para el instrumento y rango

RANGO	CONFIABILIDAD (DIMENSIÓN)
0 - 0.20	Muy baja
0.21 - 0.40	Baja
0.41 - 0.60	Media
0.61 - 0.80	Alta
0.81 - 1	Muy Alta

Fuente: Mejía , 2005

Validez

Según (Arribas, 2004, pág. 27): “Viene ser el valor de un instrumento de medida, que sirve para medir aquello que ha sido construido.”

Para el contenido se obtuvo una validez que se comprueba habitualmente con juicios de expertos por la cual se muestra a continuación, 2 tablas que constituyen este fin.

Tabla 12. Magnitud de validez y Rangos

RANGOS	MAGNITUD
0.01 a 0.20	Muy Baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Moderada
0.61 a 0.80	Alta
0.81 - 1	Muy Alta

Fuente: Ruiz, 2005

Tabla 13. Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Aguirre	Padilla	Paccha	Promedio
Variable 1	1	1	1	1
Variable 2	1	1	1	1
Índice de Validez				1

Fuente: Ruiz Bolívar, 2005

2.5 Procedimiento

En la presente tesis, primero se recolecto todos los datos esenciales para poder calcular, analizar y estudiar los modelos de operación, los datos requeridos se muestran en la ficha de recopilación de datos (ver anexo 3). De tal manera, también se recolecto los datos del funcionamiento actual del reservorio RP04 de la zona de estudio, en cual está situada en el cerro soledad del mencionado distrito.

Cálculo, análisis y estudio de los modelos de operación

Para llevar a cabo el cálculo, análisis y estudio en condiciones actuales y con resultados reales, se solicitó información a la empresa encargada del servicio de agua potable donde se puede visualizar en el anexo 4, donde se llegó a desarrollar para cada modelo de operación necesario para la alimentación del reservorio:

-  Sistema por gravedad
-  Sistema por bombeo

Sistema mixto

Estos tres modelos de operación es utilizado para la alimentación de reservorios, donde para el análisis, calculo y estudio se realizó respecto a las formulas según autores que se puede Visualizar en el punto 1.3 teorías relacionas al tema, en cual cuenta con procedimientos claros para obtener resultados reales.

Finalmente se comparó los tres modelos de operación, se discute y se dio la mejor opción tanto técnica, económico y de un funcionamiento adecuado para compensar la variación de consumo de agua durante las 24 horas.

2.6 Método de análisis de datos

El método de análisis de datos empleado en la presente tesis fue el método descriptivo porque se obtuvo las características de los modelos de operación que se realizó mediante la técnica de la observación directa empleando la ficha de recopilación de datos.

El fin de la presente tesis es el cálculo, análisis y estudio de los modelos de operación para determinar un correcto funcionamiento hidráulico de los reservorios de almacenamiento ante una variación de consumo diaria por parte de la población, así mismo la operación debe ser optimizada y de un servicio constante durante las 24 horas del día.

2.7 Aspectos éticos.

Para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo, el investigador está comprometido a respetar los datos tomados de los reglamentos que sirvió para llevar a cabo el desarrollo del trabajo y se respetó los resultados obtenidos en los estudios a realizar.

III. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

El proyecto de investigación contempla el estudio del reservorio RP04 alimentándose mediante un sistema por gravedad y un sistema por bombeo. Geográficamente se encuentra 11°52'55.6" latitud sur y 77°04'07.7 de longitud oeste. Políticamente se ubica en el departamento de Lima, del distrito de puente Piedra.

Ubicación

El lugar de estudio para la presente tesis se encuentra ubicada en el departamento de Lima, provincia de Puente Piedra y distrito de Puente Piedra, la muestra es el reservorio RP04 se encuentra ubicada en el pasaje los Jazmín Mz. D lote 3 A.H 9 de junio 2da etapa, en el cerro soledad con una latitud de 225 m.s.n.m.

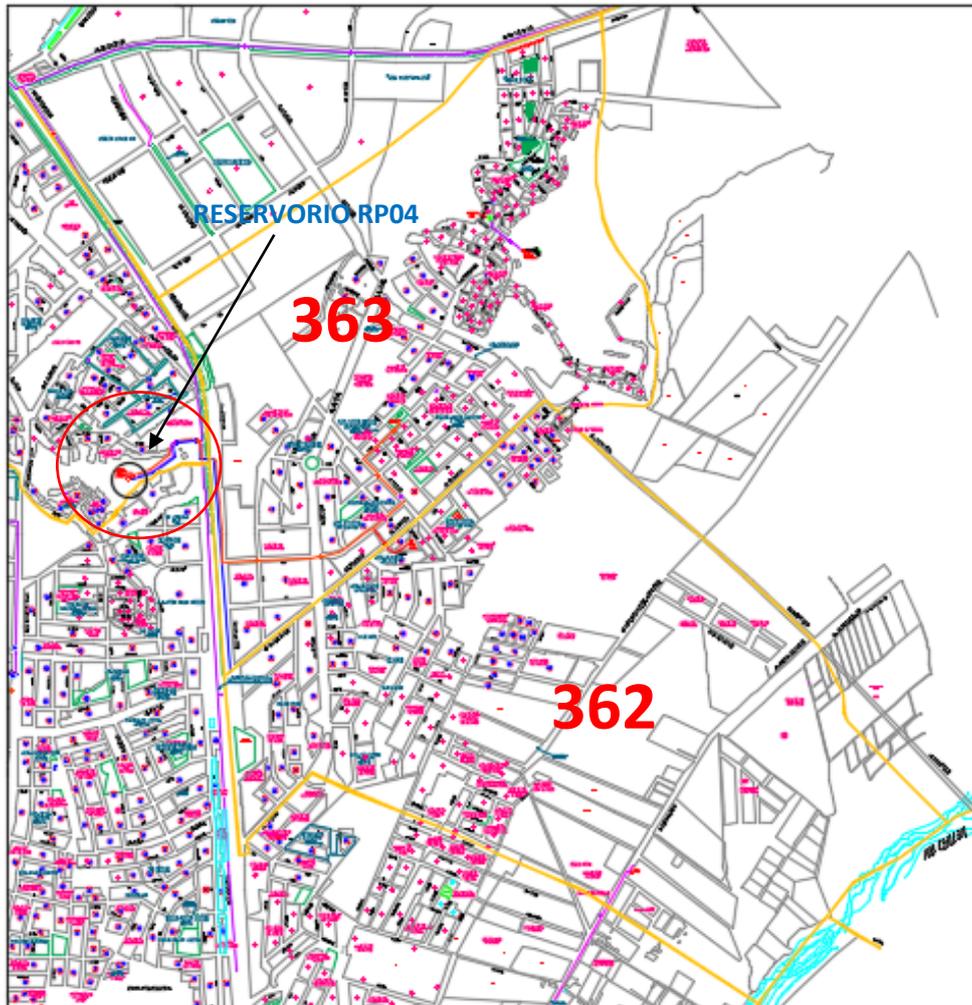


Figura 14. Ubicación del lugar de investigación (ver anexo 5)

Fuente: Sedapal

Características

El servicio de abastecimiento está a cargo de la empresa Sedapal; cuya área de servicio por parte del reservorio RP04 comprende de las zonas 362 y 363, siendo de sección circular con una capacidad de 500m³ actualmente; la alimentación del RP04 se realiza a través de tres fuentes: una fuente de abastecimiento superficial y dos subterráneas; la fuente de abastecimiento es la PTAP Chillón (Agua superficial) que presenta dos temporadas, Avenida que coincide con la temporada de lluvias que inicia en diciembre y termina en el mes de abril, entrega a Sedapal 2m³/s; Estiaje inicia en mayo y culmina en diciembre, durante esta temporada se paraliza la PTAP Chillón e inicia el funcionamiento de una batería de 28 pozos en conjunto y producen 1m³/s hacia la PTAP Chillón; asimismo en época de estiaje, la fuente de abastecimiento (agua subterránea) son los pozos P-801 y P-840.

Trabajos Previos

Trabajos de Campo

En la presente tesis no fue necesario realizar labores de campo, la información necesaria para desarrollar el proyecto de investigación fue solicitada a la empresa Sedapal mediante una solicitud simple, en el cual fue respondido y otorgado en forma virtual en un CD el plano general de abastecimiento de parte de la PTAP Chillón y de los pozos 801 y 840 para las zonas 362 y 363 del reservorio RP04, así misma también información física. (Ver anexo 4 y 5)

Análisis

Calculo de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de gravedad - Reservorio RP04.

Datos: (ver anexo 4 ítem 15 y anexo 5)

Tabla 14. Cotas de PTAP Y RP04

Cota de la PTAP Chillón	325	msnm
Cota del Reservorio RP04	229.50	msnm
Longitud de conducción	3596.36	m

Fuente: Elaboración propia

Calculo 1: Población actual

❖ Población actual

Dato: 17070 habitantes (ver anexo 4, ítem 13)

Calculo 2: Dotación

Datos:

- ✓ Habitantes: 17070 personas
- ✓ Tipo de clima: Templado

En la tabla 6.1 Dotaciones por número de habitantes y clima; la cantidad de la población se encuentra entre 15000 – 30000 hab. Por lo tanto, la dotación es D: 150 lts/hab/día

Calculo 3: Caudal de abastecimiento

A). Caudal Medio

$$Qm = \frac{Pf * D}{86400}$$

Dónde:

Pf: Población futura

86400: segundos en un día

D: Dotación, lts/hab/día

$$Qm = \frac{17070 * 150}{86400}$$

$$Qm = 29.64 \frac{l}{s} = 0.0296 \frac{m^3}{s}$$

B). Caudal Máximo Diario

$$Q_{max.D} = K1 * Qm$$

Dónde:

Qm: Caudal medio

K1= 1.3

K1: Coeficiente de variación

$$Q_{max.D} = 1.3 * 29.64 \frac{l}{s}$$

$$Q_{max.D} = 38.53 \frac{l}{s} = 0.038 \frac{m^3}{s}$$

C). Caudal Máximo Horario

$$Q_{max.H} = K2 * Qm$$

Dónde:

Qm: Caudal medio

K2=1.8

K2: Coeficiente de variación

$$Q_{max.H} = 1.8 * 29.64 \frac{l}{s}$$

$$Q_{max.H} = 53.35 \frac{l}{s} = 0.053 \frac{m^3}{s}$$

Calculo 4: línea de conducción

❖ Diámetros de tubería

Datos:

Qmàx.D: 0.0385 m³/s

Caso 1:

Velocidad mínima: 0.6 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Dónde:

Qm: Caudal máximo diario, m³/s

D: diámetro, pulgadas

V: Velocidad, m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.0385 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi * 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$D = 0.286 \text{ m} * \frac{1\text{pulg}}{0.0254\text{m}}$$

$$D = 12" = 350\text{mm}$$

Caso 2:

Velocidad máxima: 5 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Dónde:

Qm: Caudal máximo diario, m³/s

D: diámetro, pulgadas

V: Velocidad, m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.0385 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi * 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$D = 0.099\text{m} * \frac{1\text{pulg}}{0.0254\text{m}}$$

$$D = 3" = 100 \text{ mm}$$

Calculo 5: Capacidad del reservorio

➤ Volumen de regulación

Datos:

$$Q_{\text{màx.D.}} = 38.53 \text{ l/s}$$

$$V_r = 0.25 * Q_{\text{maxd}} * \frac{3600}{1000} * 24\text{Hora}$$

Dónde:

$Q_{\text{màx.D.}}$: Caudal máximo diario

$$V_r = 0.25 * 38.53 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{l}} * \frac{3600\text{s}}{1 \text{ hora}} * 24\text{Hora}$$

$$V_r = 832.29\text{m}^3$$

➤ Volumen contra incendio

Datos:

Población futura: 17070 hab.

Tiempo: 5 horas

$$V_{CI} = 0.50 \left(\frac{P}{1000} \right)^{0.5} * t * \frac{3600}{1000}$$

Dónde:

P: Población

t= tiempo, horas

$$VCI = 0.50 \left(\frac{17070}{1000} \right)^{0.5} * 5 * \frac{3600}{1000}$$

$$VCI = 0.50 \left(\frac{17070}{1000} \right)^{0.5} * 5 * \frac{3600}{1000}$$

$$VCI = 37.18 \text{ m}^3$$

➤ **Volumen de reserva**

Datos:

$$V_{\text{reg.}} = 832.29 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{Inc}} = 37.18 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{\text{reserva}} = (V_{\text{reg.}} + V_{\text{Inc.}}) * 33$$

Dónde:

V_{reg} : volumen de regulación

V_{Inc} : volumen contra incendio

$$V_{\text{reserva}} = (832.29 + 37.18) * 33\%$$

$$V_{\text{reserva}} = 286.93 \text{ m}^3$$

Finalmente se obtiene la capacidad del reservorio:

$$V_{\text{reservorio}} = 832.29 + 37.18 + 286.93$$

$$V_{\text{reservorio}} = 1156.4 \text{ m}^3$$

Calculo 6: Diseño geométrico del nuevo reservorio

El reservorio (RP04) actual tiene una capacidad de 500 m³, por lo cual no es adecuada para abastecer a una población de 17070, es necesario dimensionar un nuevo reservorio para una capacidad de 1156.40 m³ que es lo que necesita las zonas 362 y 362 para tener un servicio constante durante las 24 horas.

$$V_{\text{reservorio}} = 1156.4 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{reservorio}} = \frac{D^2 * h}{4}$$

Dónde:

D: diámetro, m.

H: altura, m

Donde se obtiene:

$$D = 21.50 \text{ m}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

$$V_{\text{reservorio}} = \frac{21.50^2 * 10}{4}$$

$$V_{\text{reservorio}} = 1156.4 \text{ m}^3$$

Análisis de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo – del Reservorio RP04.

A. Pozo 801

Datos: (ver anexo 4 y 5)

Población futura : 17070 habitantes

Caudal del Pozo 801 : 20 l/s

Cota del pozo 801 : 175 msnm

Cota del Reservorio RP04 : 229.50 msnm

Numero de bombas : 1

Número de horas de bombeo : 12

Caudal Máximo Diario : 38.53 l/s

Calculo 1: Caudal de bombeo

$$Q_b = Q_{\text{maxD}} * \frac{24}{N}$$

Dónde:

$Q_{\text{màx.D}}$: Caudal máximo diario

N: Número de horas de bombeo

$$Q_b = 38.53 \frac{l}{s} * \frac{24}{12}$$

$$Q_b = 77.06 \frac{l}{s} = 0.07706 \frac{m^3}{s}$$

Calculo 2: Diámetro de tubería

$$d = K\sqrt{Q}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

K= Coeficiente de Bresse, de 0,95 a 1.5

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$d = 1.30\sqrt{0.07706}$$

$$d = 0.361 \text{ m} = 361 \text{ mm}$$

Se escoge un diámetro comercial, esto sería d=400mm.

Calculo 3: Velocidad de flujo en la tubería

$$V = \frac{Q}{\pi * \frac{d^2}{4}}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

V= Velocidad, m/s.

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$V = \frac{0.07706}{\pi * \frac{0.400^2}{4}}$$

$$V = 0.61 \frac{m}{s}$$

Calculo 4: Calculo de las pérdidas de carga

La pendiente de fricción en la tubería de Hierro Dúctil se obtiene con los siguientes datos $Q_b = 0.07706 \text{ m}^3/\text{s}$, $C = 120$ (ver tabla 7.1), $d = 0.400\text{m}$ y $L = 1313.69 \text{ m}$ (ver anexo 5).

$$Sf = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{0.2788 * C * d^{2.63}}}$$

Dónde:

$Q =$ Caudal de bombeo, m^3/s .

$d =$ Diámetro económico de la tubería, m.

$C =$ Coeficiente de Hazen-Williams

$$Sf = \sqrt[0.54]{\frac{0.07706}{0.2788 * 120 * 0.400^{2.63}}}$$

$$Sf = 0.00113 \text{ m/m}$$

Con la expresión escrita y los valores L y Sf , resulta una pérdida de carga en la tubería de HD de:

$$hf = Sf * L$$

Dónde:

$Sf =$ Pendiente de fricción, m/m .

$L =$ Longitud total de tubería, m.

$$hf = 0.00113 \frac{\text{m}}{\text{m}} * 1313.69$$

$$hf = 1.48\text{m}$$

Se considera las pérdidas locales en los accesorios equivalen a un 10% de las pérdidas por fricción:

$$h_{local} = 10\% * h_f$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

$$h_{local} = 0.10 * 1.48\text{m}$$

$$h_{local} = 0.148\text{m}$$

La pérdida de carga total en la tubería como se expresa en la (ecu. 1.29) la siguiente expresión:

$$H_{ftotal} = h_f + h_{local}$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

h_{local} = pérdida local, m.

$$H_{ftotal} = 1.48 + 0.148$$

$$H_{ftotal} = 1.628 \text{ m}$$

Calculo 5: Altura dinámica total

Se calculó según la expresión de la ecuación 1.35, con los valores de $H_{ftotal} = 1.628\text{m}$, $H_g = 229.50 - 175 = 54.5 \text{ m}$ (ver anexo 4) y $P_{smaximo} = 2\text{m}$

$$HT = H_g + H_{ftotal} + P_s$$

Dónde:

HT = Carga dinámica total.

H_g = Altura geométrica.

H_{ftotal} = Pérdida de carga Total.

P_s = Presión en el tanque, no debe ser mayor 2m.

$$HT = 54.5 + 1.628 + 2$$

$$HT = 58.128 \text{ m}$$

Calculo 6: Potencia aproximado

La potencia aproximada se calculará según de la ecuación 1.37, con los valores $Q_b=0.07706$ m³/s, $H_T=58.128$ m, $n=0.80$

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * H_t}{75 * n}$$

Dónde:

γ : Peso específico del agua (kg/m³)

Q_b = Gasto de bombeo (m³/seg.)

H_t = Carga dinámica total (mts.)

n = Eficiencia de la bomba

$$P_b = \frac{1000 * 0.07706 * 58.128}{75 * 0.80}$$

$$P_b = 75 \text{ HP}$$

B. Pozo 840

Datos: (ver anexo 4 y 5)

Población futura	: 17070 habitantes
Caudal del Pozo 840	: 30 l/s
Cota del pozo 840	:179 msnm
Cota del Reservorio RP04	:229.50 msnm
Numero de bombas	: 1
Número de horas de bombeo	: 12
Caudal Máximo Diario	: 38.53 l/s

Calculo 1: Caudal de bombeo

$$Q_b = Q_{\max D} * \frac{24}{N}$$

Dónde:

$Q_{\max D}$: Caudal máximo diario

N: Número de horas de bombeo

$$Q_b = 38.53 \frac{l}{s} * \frac{24}{12}$$

$$Q_b = 77.06 \frac{l}{s} = 0.07706 \frac{m^3}{s}$$

Calculo 2: Diámetro de tubería

$$d = K\sqrt{Q}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

K= Coeficiente de Bresse, de 0,95 a 1.5

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$d = 1.30\sqrt{0.07706}$$

$$d = 0.361 \text{ m} = 361 \text{ mm}$$

Se escoge un diámetro comercial, esto sería d=400mm.

Calculo 3: Velocidad de flujo en la tubería

$$V = \frac{Q}{\pi * \frac{d^2}{4}}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

V= Velocidad, m/s.

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$V = \frac{0.07706}{\pi * \frac{0.400^2}{4}}$$

$$V = 0.61 \frac{m}{s}$$

Calculo 4: Calculo de las pérdidas de carga

La pendiente de fricción en la tubería de Hierro Dúctil se obtiene con los siguientes datos $Q_b = 0.07706 \text{ m}^3/\text{s}$, $C = 120$ (ver tabla 7.1), $d = 0.400\text{m}$ y $L = 1615.09 \text{ m}$ (ver anexo 5).

$$S_f = \sqrt[0.54]{\frac{Q}{0.2788 * C * d^{2.63}}}$$

Dónde:

Q = Caudal de bombeo, m^3/s .

d = Diámetro económico de la tubería, m .

C = Coeficiente de Hazen-Williams

$$S_f = \sqrt[0.54]{\frac{0.07706}{0.2788 * 120 * 0.400^{2.63}}}$$

$$S_f = 0.00113 \text{ m/m}$$

Con la expresión escrita y los valores $L = 1615.09 \text{ m}$ (ver anexo 5) y $S_f = 0.00113 \text{ m/m}$, resulta una pérdida de carga en la tubería de HD de:

$$h_f = S_f * L$$

Dónde:

S_f = Pendiente de fricción, m/m .

L = Longitud total de tubería, m .

$$h_f = 0.00113 \frac{\text{m}}{\text{m}} * 1615.09$$

$$h_f = 1.83\text{m}$$

Se consideró las pérdidas locales en los accesorios equivalen a un 10% de las pérdidas por fricción:

$$h_{\text{local}} = 10\% * h_f$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

$$h_{local} = 0.10 * 1.83m$$

$$h_{local} = 0.183m$$

La pérdida de carga total en la tubería como se expresa en la (ecu. 1.29) del ítem 1.3.2.2.4) la siguiente expresión:

$$H_{ftotal} = h_f + h_{local}$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

h_{local} = pérdida local, m.

$$H_{ftotal} = 1.83 + 0.183$$

$$H_{ftotal} = 2.013 m$$

Calculo 5: Altura dinámica total

Se calculó según la expresión de la ecuación 1.35, con los valores de $H_{ftotal} = 2.013$ m, $H_g = 229.50 - 179 = 50.5$ m (ver anexo 5) y $P_{smaximo} = 2m$

$$HT = H_g + H_{ftotal} + P_s$$

Dónde:

HT = Carga dinámica total.

H_g = Altura geométrica.

H_{ftotal} = Pérdida de carga Total.

P_s = Presión en el tanque, no debe ser mayor 2m.

$$HT = 50.5 + 2.013 + 2$$

$$HT = 54.51 m$$

Calculo 6: Potencia aproximado

La potencia aproximada se calculó según la expresión de la ecuación 1.37, con los valores $Q_b = 0.07706$ m³/s, $H_t = 54.51$ m, $n = 0.80$

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * H_t}{75 * n}$$

Dónde:

γ : Peso específico del agua (kg/m³)

Q_b = Gasto de bombeo (m³/seg.)

H_t = Carga dinámica total (mts.)

n = Eficiencia de la bomba

$$P_b = \frac{1000 * 0.07706 * 54.51}{75 * 0.80}$$

$$P_b = 70 \text{ HP}$$

Estudio de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto – para el Reservorio RP04. (ver anexo 5)

Calculo 1: Sistemas de abastecimiento

- Sistema por gravedad

A). Caudal Máximo Diario

Dato: (ver ítem 3.2, OE1 en el cálculo 3)

$$Q_{max.D} = 38.53 \frac{l}{s} = 0.038 \frac{m^3}{s}$$

B). Tiempo de abastecimiento

La propuesta de funcionamiento por la PTAP será: 5:00 am – 7:00 pm con una duración de 14 horas al día.

- **Sistema por bombeo**

- ✓ Pozo P-801

Calculo 1: Caudal de bombeo

$$Q_b = Q_{maxD} * \frac{24}{N}$$

Dónde:

$Q_{\text{m}\ddot{a}\text{x}.D$: Caudal máximo diario

N: Número de horas de bombeo

$$Q_b = 18.53 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \frac{10}{10}$$

$$Q_b = 18.53 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0.01853 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Calculo 2: Diámetro de tubería

$$d = K\sqrt{Q}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

K= Coeficiente de Bresse, de 0,95 a 1.5

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$d = 1.30\sqrt{0.01853}$$

$$d = 0.177 \text{ m} = 200 \text{ mm}$$

Se escoge un diámetro comercial, esto sería d=200mm.

Calculo 3: Velocidad de flujo en la tubería

$$V = \frac{Q}{\pi * \frac{d^2}{4}}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

V= Velocidad, m/s.

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$V = \frac{0.01853}{\pi * \frac{0.200^2}{4}}$$

$$V = 0.60 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Calculo 4: Calculo de las pérdidas de carga

La pendiente de fricción en la tubería de Hierro Dúctil se obtiene con los siguientes datos $Q_b = 0.01853 \text{ m}^3/\text{s}$, $C = 120$ (ver tabla 7.1), $d = 0.200\text{m}$ y $L = 1313.69 \text{ m}$ (ver anexo 5).

$$S_f = \frac{0.54 \sqrt{Q}}{\sqrt{0.2788 * C * d^{2.63}}}$$

Dónde:

Q = Caudal de bombeo, m^3/s .

d = Diámetro económico de la tubería, m .

C = Coeficiente de Hazen-Williams

$$S_f = \frac{0.54 \sqrt{0.01853}}{\sqrt{0.2788 * 120 * 0.200^{2.63}}}$$

$$S_f = 0.00236 \text{ m/m}$$

Con la expresión escrita y los valores L y S_f , resulta una pérdida de carga en la tubería de HD de:

$$h_f = S_f * L$$

Dónde:

S_f = Pendiente de fricción, m/m .

L = Longitud total de tubería, m .

$$h_f = 0.00236 \frac{\text{m}}{\text{m}} * 1313.69$$

$$h_f = 3.10\text{m}$$

Se considera las pérdidas locales en los accesorios equivalen a un 10% de las pérdidas por fricción:

$$h_{\text{local}} = 10\% * h_f$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

$$h_{\text{local}} = 0.10 * 3.10\text{m}$$

$$h_{\text{local}} = 0.310\text{m}$$

La pérdida de carga total en la tubería como se expresa en la (ecu. 1.29) la siguiente expresión:

$$H_{\text{ftotal}} = h_f + h_{\text{local}}$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

h_{local} = pérdida local, m.

$$H_{\text{ftotal}} = 3.10 + 0.310$$

$$H_{\text{ftotal}} = 3.41 \text{ m}$$

Calculo 5: Altura dinámica total

La altura dinámica total (HT) se calculará según la ecuación 1.36, con los valores de $H_{\text{ftotal}} = 3.41\text{m}$, $H_g = 229.50 - 175 = 54.5 \text{ m}$ (ver anexo 5) y $P_{\text{smáximo}} = 2\text{m}$

$$HT = H_g + H_{\text{ftotal}} + P_s$$

Dónde:

HT = Carga dinámica total.

H_g = Altura geométrica.

H_{ftotal} = Pérdida de carga Total.

Ps= Presión en el tanque, no debe ser mayor 2m.

$$HT = 54.5 + 3.41 + 2$$

$$HT = 59.91 \text{ m}$$

Calculo 6: Potencia aproximado

La potencia aproximada se calculará según la expresión de la ecuación 1.36, con los valores $Q_b = 0.07706 \text{ m}^3/\text{s}$, $HT = 59.91 \text{ m}$, $n = 0.80$

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * H_t}{75 * n}$$

Dónde:

γ : Peso específico del agua (kg/m³)

Q_b = Gasto de bombeo (m³/seg.)

H_t = Carga dinámica total (mts.)

n = Eficiencia de la bomba

$$P_b = \frac{1000 * 0.01853 * 59.91}{75 * 0.80}$$

$$P_b = 18.50 = 20 \text{ HP}$$

Tiempo de abastecimiento

La propuesta de funcionamiento por la bomba del pozo 801 será: 7:00 pm – 5:00 am con una duración de 10 horas al día.

✓ **Pozo P-840**

Calculo 1: Caudal de bombeo

$$Q_b = Q_{\max D} * \frac{24}{N}$$

Dónde:

$Q_{\text{m}\ddot{a}\text{x}.D$: Caudal máximo diario

N: Número de horas de bombeo

$$Q_b = 20 \frac{l}{s} * \frac{10}{10}$$

$$Q_b = 20 \frac{l}{s} = 0.02 \frac{m^3}{s}$$

Calculo 2: Diámetro de tubería

$$d = K\sqrt{Q}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

K= Coeficiente de Bresse, de 0,95 a 1.5

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$d = 1.30\sqrt{0.02}$$

$$d = 0.180 \text{ m} = 200 \text{ mm}$$

Se escoge un diámetro comercial, esto sería d=200mm.

Calculo 3: Velocidad de flujo en la tubería

$$V = \frac{Q}{\pi * \frac{d^2}{4}}$$

Dónde:

d= Diámetro económico de la tubería, m.

V= Velocidad, m/s.

Q= caudal de bombeo, m³/s

$$V = \frac{0.020}{\pi * \frac{0.200^2}{4}}$$

$$V = 0.63 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Calculo 4: Calculo de las pérdidas de carga

La pendiente de fricción en la tubería de Hierro Dúctil se obtiene con los siguientes datos $Q_b = 0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, $C = 120$ (ver tabla 7.1), $d = 0.200\text{m}$ y $L = 1615.09 \text{ m}$ (ver anexo 5).

$$S_f = \frac{0.54 \sqrt{Q}}{\sqrt{0.2788 * C * d^{2.63}}}$$

Dónde:

Q = Caudal de bombeo, m^3/s .

d = Diámetro económico de la tubería, m .

C = Coeficiente de Hazem-Willians

$$S_f = \frac{0.54 \sqrt{0.020}}{\sqrt{0.2788 * 120 * 0.200^{2.63}}}$$

$$S_f = 0.00272 \text{ m/m}$$

Con la expresión escrita y los valores L y S_f , resulta una pérdida de carga en la tubería de HD de:

$$h_f = S_f *$$

Dónde:

S_f = Pendiente de fricción, m/m .

L = Longitud total de tubería, m .

$$h_f = 0.00272 \frac{\text{m}}{\text{m}} * 1615.09$$

$$h_f = 4.39\text{m}$$

Se considera las pérdidas locales en los accesorios equivalen a un 10% de las pérdidas por fricción:

$$h_{\text{local}} = 10\% * h_f$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

$$h_{\text{local}} = 0.10 * 4.39\text{m}$$

$$h_{\text{local}} = 0.439\text{m}$$

La pérdida de carga total en la tubería como se expresa en la (ecu. 1.29) la siguiente expresión:

$$H_{\text{ftotal}} = h_f + h_{\text{local}}$$

Dónde:

h_f = pérdida de carga en la tubería, m.

h_{local} = pérdida local, m.

$$H_{\text{ftotal}} = 4.39 + 0.439$$

$$H_{\text{ftotal}} = 4.829 \text{ m}$$

Calculo 5: Altura dinámica total

Se calculó según la expresión de la ecuación 1.35, con los valores de $H_{\text{ftotal}} = 4.829 \text{ m}$, $H_g = 229.50 - 179 = 50.5 \text{ m}$ (ver anexo 5) y $P_{\text{smáximo}} = 2\text{m}$

$$HT = H_g + H_{\text{ftotal}} + P_s$$

Dónde:

HT = Carga dinámica total.

H_g = Altura geométrica.

H_{ftotal} = Pérdida de carga Total.

P_s = Presión en el tanque, no debe ser mayor 2m.

$$HT = 50.5 + 4.829 + 2$$

$$HT = 57.329 \text{ m}$$

Calculo 6: Potencia aproximado

La potencia aproximada se calculará según la expresión de la ecuación 1.37, con los valores $Q_b = 0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, $HT = 57.329 \text{ m}$, $n = 0.80$

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * H_t}{75 * n}$$

Dónde:

γ : Peso específico del agua (kg/m^3)

Q_b = Gasto de bombeo ($\text{m}^3/\text{seg.}$)

H_t = Carga dinámica total (mts.)

n = Eficiencia de la bomba

$$P_b = \frac{1000 * 0.020 * 57.329}{75 * 0.80}$$

$$P_b = 22 \text{ HP}$$

Tiempo de abastecimiento

La propuesta de funcionamiento por la bomba del pozo 840 será:
7:00 pm – 5:00 am con una duración de 10 horas al día.

Propuesta de un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – Reservorio RP04. (ver anexo 5)

La propuesta del modelo de operación será un sistema mixto, alimentado mediante un sistema por gravedad y sistema por bombeo (ver cálculo anterior).

RESULTADOS

Calculo de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema por gravedad - reservorio RP04. (ver plano anexo 5)

Tabla 15. Resumen de resultados de un sistema por gravedad

Indicadores	Cálculos	Resultados
Caudal de abastecimiento	Población de diseño	17070 habitantes
	Dotación	150 lts/hab/día
	Caudal medio	29.64 lts/s
	Caudal Máximo Diario	38.53 lts/s
	Caudal Máximo Horario	53.35 lts/s
Cotas	Reservorio (RP04)	229.50 msnm
	PTAP Chillón	325 msnm
Línea de conducción	Longitud	3596.36 m
	diámetro	350 mm
	velocidad	0.6 m/s
Reservorio	Volumen regulación	832.29 m ³
	Volumen Contra Incendio	37.18 m ³
	Volumen de reserva	286.93 m ³
	Volumen total	1156 m ³
	Altura total	10m
	Diámetro	21.50m
Tiempo de Funcionamiento	Diciembre – Abril	
horario de alimentación	24 horas	
Horario de alimentación Actual	17 horas (5:00 am-10:00 pm)	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 15, se presenta el cálculo de la operación del reservorio RP04 mediante la alimentación de un sistema por gravedad, con una población actual de 17070 habitantes que comprende de las zonas 362 y 363 del distrito de Puente Piedra, para poder abastecer dicha cantidad de población se debe contar con un caudal máximo diario de 38.53 L/s, con una velocidad de 0.6 m/s, esto indica que está dentro de los parámetros establecidos en el RNE OS.010, además se obtuvo un diámetro de 350 mm, por el motivo que la pérdida por fricción es menor. La PTAP Chillón si podrá abastecer

con dicha cantidad de caudal por que produce 2000 l/s en tiempo de AVENIDA que inicia de diciembre y termina en promedio del mes de abril, en cual la capacidad del reservorio actual es de 500 m³, por consecuencia no es la adecuada, la población necesita de 1156 m³, por lo tanto se obtuvo un nuevo reservorio con dimensiones de: altura= 10m, Diámetro= 21.50m; el horario de alimentación será de las 24 horas al día de diciembre hasta abril de todos los años porque se cuenta con suficiente demanda de caudal de la PTAP Chillón, en contrario actualmente solo es de 17 horas al día, será regulado por una válvula en función al nivel máximo de llenado del reservorio.

Análisis de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo – del Reservorio RP04. (ver plano anexo 5)

POZO 801

Tabla 16. Resumen de resultados de un sistema por Bombeo del Pozo 801

Indicadores	Cálculos	Resultados
Caudal de bombeo	Demanda del pozo 801	20 l/s
	Numero de bombas	1
	Horas de bombeo	12 horas
	Caudal Máximo Diario	38.53 lts/s
	Longitud de tubería de impulsión	1313.69m
	Diámetro de tubería	400mm
	Velocidad de flujo	0.61 m/s
	Caudal de bombeo	77.06 lts/s
Altura dinámica total	Pozo 801	175 msnm
	Reservorio (RP04)	229.50 msnm
	Perdida carga por fricción	1.48 m
	Perdidas locales	0.148m
	Perdida carga total	1.628m
	Altura dinámica total	58.128m
Potencia aproximado	Pb	75 HP
Potencia actual	Pb	40 HP
Tiempo de Funcionamiento	Abril – Diciembre	
Horario de alimentación	0:00 am – 12:00 pm (12 horas)	
Horario de alimentación actual	12:00 pm – 10:00 pm (10 horas)	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 16, se expone el análisis de la operación del RP04 alimentado mediante un sistema de bombeo del pozo 801; para abastecer durante 12 horas de funcionamiento de 0:00 am hasta las 12:00 pm, se obtuvo un $Q_b = 77.06$ l/s con una potencia de 75 HP, además se obtuvo la velocidad en la línea de impulsión de 0.61 m/s, las pérdidas por fricción y por pérdidas locales igual 1.48m y 0.148m respectivamente;

finalmente se obtuvo la altura dinámica total de 58.128m; para los cálculos de utilizo las fórmulas de Hazen y Williams, con un diámetro de tubería de 400 mm, el tiempo de abastecimiento por parte del pozo se da en la temporada de estiaje que inicia en abril - diciembre en consecuencia no cumple con el caudal que ofrece de demanda el pozo 801 que es de 20 l/s.

POZO 840

Tabla 17. Resumen de resultados de un sistema por Bombeo del Pozo 840

Indicadores	Cálculos	Resultados
Caudal de bombeo	Demanda del pozo 840	30 l/s
	Numero de bombas	1
	Horas de bombeo	12 horas
	Caudal Máximo Diario	38.53 lts/s
	Longitud de tubería de impulsión	1615.09m
	Diámetro de tubería	400mm
	Velocidad de flujo	0.61 m/s
	Caudal de bombeo	77.06 lts/s
Altura dinámica total	Pozo 840	179 msnm
	Reservorio (RP04)	229.50 msnm
	Perdida carga por fricción	1.83 m
	Perdidas locales	0.183m
	Perdida carga total	2.013m
	Altura dinámica total	54.51m
Potencia aproximado	Pb	70 HP
Potencia actual	Pb	50 HP
Tiempo de Funcionamiento	Abril – Diciembre	
Horario de alimentación	12:00 pm – 00:00 am (12 horas)	
Horario de alimentación actual	00:00 pm – 4:00 pm (16 horas)	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 17, se expone el análisis de la operación del RP04 alimentado mediante un sistema de bombeo del pozo 840; donde para la alimentación durante 12 horas de funcionamiento de 12:00 pm hasta las 0:00am, se obtuvo un $Q_b = 77.06$ l/s

con una potencia de 70 HP, además se obtuvo la $V=0.61$ m/s, las pérdidas por fricción y por pérdidas locales igual 1.83m y 0.183m respectivamente; finalmente se obtuvo la altura dinámica total de 54.51m; para los cálculos de utilizo las fórmulas de Hazen y Williams, con un diámetro de tubería de 400 mm, el tiempo de abastecimiento por parte del pozo se da en la temporada de estiaje que inicia en abril - diciembre en consecuencia no cumple con el caudal que ofrece de demanda el pozo 840 que es de 30 l/s.

Estudio de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto – para el Reservorio RP04. (ver anexo 5)

Sistema por gravedad

Tabla 18. *Resumen de resultados de un sistema por gravedad*

Indicadores	Cálculos	Resultados
Caudal de abastecimiento	Población de diseño	17070 habitantes
	Dotación	150 lts/hab/día
	Caudal medio	29.64 lts/s
	Caudal Máximo Diario	38.53 lts/s
	Caudal Máximo Horario	53.35 lts/s
Cotas	PTAP Chillón	325 msnm
	Reservorio (PR04)	229.50 msnm
Línea de conducción	Longitud	3596.36 m
	diámetro	350 mm
	velocidad	0.6 m/s
Reservorio	Volumen regulación	832.29 m ³
	Volumen Contra Incendio	37.18 m ³
	Volumen de reserva	286.93 m ³
	Volumen total	1156 m ³
	Altura total	10m
	Diámetro	21.50m
horario de alimentación	5:00 am-7:00 pm (14 horas)	
Horario de alimentación Actual	5:00 am-10:00 pm (17 horas)	

Fuente: Elaboración propia

POZO 801

Tabla 19. Resumen de resultados de un sistema por Bombeo del Pozo 801

Indicadores	Cálculos	Resultados
Caudal de bombeo	Demanda del pozo 801	20 l/s
	Numero de bombas	1
	Horas de bombeo	10 horas
	Caudal Máximo Diario	18.53 lts/s
	Longitud de tubería de impulsión	1313.69m
	Diámetro de tubería	200mm
	Velocidad de flujo	0.60 m/s
	Caudal de bombeo	18.53 lts/s
Altura dinámica total	Pozo 801	175 msnm
	Reservorio (RP04)	229.50 msnm
	Perdida carga por fricción	3.10 m
	Perdidas locales	0.310 m
	Perdida carga total	3.41 m
	Altura dinámica total	59.91 m
Potencia aproximado	Pb	20 HP
Potencia actual	Pb	40 HP
Horario de alimentación	7:00 pm – 5:00 am (10 horas)	
Horario de alimentación actual	12:00 pm – 10:00 pm (10 horas)	

Fuente: Elaboración propia

POZO 840

Tabla 20. Resumen de resultados de un sistema por Bombeo del Pozo 840

Indicadores	Cálculos	Resultados
Caudal de bombeo	Demanda del pozo 840	30 l/s
	Numero de bombas	1
	Horas de bombeo	10 horas
	Caudal Máximo Diario	20 lts/s
	Longitud de tubería de impulsión	1615.09m
	Diámetro de tubería	200mm
	Velocidad de flujo	0.63 m/s
	Caudal de bombeo	20 lts/s
Altura dinámica total	Pozo 840	179 msnm
	Reservorio (RP04)	229.50 msnm
	Perdida carga por fricción	4.39 m
	Perdidas locales	0.439 m
	Perdida carga total	4.829 m
	Altura dinámica total	57.329 m
Potencia aproximado	Pb	22 HP
Potencia actual	Pb	50 HP
Horario de alimentación	7:00 pm – 5:00 am (10 horas)	
Horario de alimentación actual	00:00 pm – 4:00 pm (16 horas)	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En las tablas 18, 19 y 20 se muestra los resultados del estudio de la operación de almacenamiento del reservorio RP04 en un sistema mixto (Sistema por gravedad y sistema por bombeo), es una operación alternada en la alimentación del reservorio, primeramente, será alimentado por el sistema por gravedad con un $Q_{m\grave{a}x.D}=38.53$ l/s, el horario de abastecimiento programado para los sectores es de 5:00 am a 7:00pm (14 horas), reduciendo el horario de alimentación actual que es de 17 horas; en segundo lugar, será alimentado de forma conjunta de los dos pozos; por el pozo 801 teniendo un caudal de bombeo de $Q_{b801}=18.53$ l/s, por el cual funcionara una sola bomba de potencia de 20 HP, teniendo una altura dinámica total de 59.91 m, el horario

de abastecimiento programado será de 7:00pm – 5:00am (10 horas); así mismo por el pozo 840 con un caudal de bombeo de $Q_{b840} = 20 \text{ l/s}$, por el cual funcionara una sola bomba de potencia de 22 HP, teniendo una altura dinámica total de 57. 329 m, el horario de abastecimiento programado será de 7:00 pm – 5:00am (10 horas), llegando a reducir el horario de alimentación actual que es de 16 horas al día.

Propuesta de un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – Reservorio RP04.

Tabla 21. Resumen total de resultados de los modelos de operación

Modelos de operación	Actual	Propuesta
Sistema por gravedad	38.53 l/s	38.53 l/s
	5:0am – 10:00pm(17 horas)	24 horas
Sistema por bombeo		
Pozo 801	20 l/s	77.06 l/s
	40 HP	75 HP
	12:00pm – 10:00pm(10 horas)	0:00am-12:00pm(12 horas)
Pozo 840	30 l/s	77.06 l/s
	50 HP	70 HP
	00:00am – 4:00pm(16 horas)	12:00pm-00:00am(12 horas)
Sistema mixto		
Sistema por gravedad	38.53 l/s	38.53 l/s
	5:0am – 10:00pm(17 horas)	5:0am – 7:00pm(14 horas)
Pozo 801	20 l/s	18.53 l/s
	40 HP	20 HP
	12:00pm – 10:00pm(10 horas)	7:00pm – 5:00am(10 horas)
Pozo 840	30 l/s	20 l/s
	50 HP	22 HP
	00:00am – 4:00pm(16 horas)	7:00pm – 5:00am(10 horas)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 21, se observa el resumen total de los resultados de cada modelo de operación, para proponer un modelo adecuado y económico para tener un abastecimiento constante de agua potable para la población de las zonas 362 y 363; en

cual el primer modelo de un sistema por gravedad, no es el apropiado porque es mucho tiempo por el motivo que la PTAP tiene que abastecer a otras zonas, así mismo por un sistema por bombeo es ineficiente de trabajar 12 horas cada pozo, no cuenta con la demanda suficiente que se requiere, llegando a elegir el sistema mixto, porque se tendrá la alimentación al reservorio durante las 24 horas, cumpliendo las condiciones y será distribuido por 3 fuentes: la PTAP de una duración de 14 horas, pozo 801 de una duración de 10 horas y pozo 840 de una duración de 10 horas, reduciendo el horario actual del pozo 840 y del sistemas por gravedad.

IV. DISCUSIÓN

Discusión 1:

En la tabla 15, se presenta el cálculo de la operación del reservorio RP04 mediante la alimentación de un sistema por gravedad, población actual de 17070 personas, de gasto máximo diario de 38.53 L/s, velocidad de 0.6 m/s, esto indica que está dentro de los parámetros establecidos en el RNE OS.010, diámetro de 350mm. La PTAP Chillón ofrece una demanda de caudal de 2000 l/s, en cual la capacidad del reservorio actual es de 500 m³, por consecuencia no es la adecuada, la población necesita de 1156 m³, por lo tanto, se tendrá nuevo reservorio con dimensiones de: altura= 10m, Diámetro= 21.50m; el horario de alimentación será de las 24 horas al día, mejorando el abastecimiento que actualmente solo es de 17 horas al día, será regulado por una válvula en función al nivel máximo de llenado del reservorio.

Al respecto, según (Quesquen, 2016) citado como antecedente nacional obtuvo como resultado: una población de diseño fue de 395 habitantes, la captación Pucruhuasi tiene un caudal disponible de la fuente de 2.30 l/s, mayor al caudal máximo diario requerido de 1.22 l/s, línea de conducción de aproximadamente de 5504 metros, de un reservorio de almacenamiento de 17m³ con dimensiones, altura de nivel de agua 1.65m, largo de reservorio 3.25m, ancho 3.25m y borde libre de 0.30m, que asegura el volumen de regulación requerido de la población, mejorando el abastecimiento de agua potable que era de 4 a 5 horas por día.

Asimismo, para (Alvarado, 2013, págs. 25-34) citado como antecedente internacional obtuvo como resultados lo siguientes: una población de 251, de dotación de 85 l/hab/día, para poder abastecer dicha cantidad de población calculo un caudal máximo diario de 0.296 L/s, la línea de conducción 984.13m, además obtuvo un diámetro de 50mm. La fuente “los Alizos” ofrece una demanda de 1.661 l/s, en cual la capacidad del reservorio actual es de 15m³; el horario de alimentación será de las 24 horas al día.

Como se puede observar los resultados son semejantes a los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado.

Discusión 2:

En la tabla 16, se expone el análisis de la operación del RP04 alimentado mediante un sistema de bombeo del pozo 801; gasto de bombeo $Q_b = 77.06$ l/s de potencia de 75 HP, además se obtuvo una $V = 0.61$ m/s, de altura dinámica total 58.128m; para los cálculos de utilizo las fórmulas de Hazen y Williams, diámetro 400 mm, el tiempo de alimentación de 00:00am – 12:00pm. Así mismo En la tabla 17, se expone del pozo

840: caudal de bombeo $Q_b = 77.06$ l/s de potencia de 70 HP, velocidad de 0.61 m/s, la altura dinámica total de 54.51m; diámetro de 400 mm, el tiempo de alimentación de 12:00pm – 0:00am.

En base (Loza, 2016, págs. 52-63) citado como antecedente nacional obtuvo los siguientes resultados: una población de 592, de dotación de 50 lts/hab/día, de un caudal máximo diario de 0.53 lts/s, donde obtuvo un caudal de bombeo de 0.00214 m³/s calculando una potencia necesaria para bombear dicho caudal de 6 HP, con un diámetro de tubería de 50 mm, concluyo que para abastecer durante las 24 horas de acuerdo al requerimiento y oferta, el funcionamiento del abastecimiento de agua fue 6 horas de bombeo por día.

Asimismo (Solano, 2016, pág. 80) citado como antecedente internacional obtuvo los siguientes resultados: costo de operación con las 3 bombas operando en paralelo de 14 H.P cada una, para un periodo de 1 año. Las bombas se utilizan 6 veces al día, cada una de 40 minutos, lo que nos da 240 minutos al día equivalentes a 4 horas cada mes de 30 días.

Como se puede observar los resultados son semejantes a los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado.

Discusión 3:

En las tablas 18, 19 y 20 se muestra los resultados del estudio de la operación de almacenamiento del reservorio RP04 en un sistema mixto (Sistema por gravedad y sistema por bombeo), será una operación alternada en la alimentación del reservorio, primeramente, será alimentado por el sistema por gravedad con un $Q_{m\grave{a}x.D} = 38.53$ l/s, el horario de abastecimiento programado para los sectores es de 5:00 am a 7:00pm (14 horas), reduciendo el horario de alimentación actual que es de 17 horas; en segundo lugar, será alimentado de forma conjunta de los dos pozos; por el pozo 801; de caudal de bombeo de $Q_{b801} = 18.53$ l/s, por el cual funcionara una sola bomba de potencia de 20 HP, de altura dinámica total de 59.91 m, el horario de alimentación programado será de 7:00pm – 5:00am (10 horas); así mismo por el pozo 840 con un caudal de bombeo de $Q_{b840} = 20$ l/s, por el cual funcionara una sola bomba de potencia de 22 HP, de altura dinámica total de 57.329 m, el horario de alimentación programado será de 7:00 pm – 5:00am (10 horas), llegando a reducir el horario de alimentación actual que es de 16 horas al día.

Al respecto (Prudencio, 2015, págs. 91-93) citado como antecedente nacional obtuvo los siguiente resultados: una población de 65, 465, de dotación de 180 lts/hab/día, de un caudal máximo diario de 180 lts/s, donde el sistema de gravedad beneficiara un 75 % de la población y el 25 % restante será alimentado mediante un sistema de bombeo, de esta manera se abastecerá durante el día a la población de diseño.

Como se puede observar los resultados son semejantes a los resultados de los antecedentes; por consiguiente, se concluye manifestando que el objetivo fue logrado.

Discusión 4:

Para la Propuesta de un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – Reservorio RP04; será un sistema mixto porque nos mostró resultados con tres tipos de alimentación de sistema por gravedad y sistema por bombeo por el cual se abastecerá las 24 horas del día a diferente de los otros sistemas; donde sistema por gravedad ofrecerá un $Q_{m\grave{a}x.D} = 38.53$ l/s, el horario de abastecimiento programado será de 5:00 am a 7:00pm; luego de forma conjunta de los dos pozos; el pozo 801; de caudal de bombeo de $Q_{b801} = 18.53$ l/s, el horario de alimentación programado será de 7:00pm – 5:00am; el pozo 840 con un caudal de bombeo de $Q_{b840} = 20$ l/s, el horario de alimentación programado será de 7:00 pm – 5:00am, llegando a abastecer las 24 horas.

Para el desarrollo de la tesis se plantearon 3 tipos de modelos de operación, todos tienen la misma función e importancia que nos sirve para alimentar un reservorio de alimentación, donde los reservorios tienen que abastecer las variaciones de consumo por parte de la población, se desarrollaron modelos de operación diferentes que nos permite estimar resultados utilizando las formas de Hazen-William, Al respecto (Prudencio, 2015, págs. 91-93) empleo las fórmulas de Hazen-William para el cálculo y obtener para una población de 65, 465 encontrándose de caudal máximo diario de 180 lts/s, valor se tomara en cuenta para el análisis, estudio y cálculo de los diferentes modelos d operación (sistema por gravedad y por bombeo).

Por lo mencionado anteriormente los modelos de operación nos permiten analizar y estimar un modelo correcto para la alimentación de un reservorio, que van depender de la población de diseño, caudal máximo diario, dotación, caudal de bombeo, y otros factores que en su mayoría se encuentran considerados dentro de las formulas a emplear.

V. CONCLUSIONES

C-1. Del cálculo de la operación del reservorio RP04 mediante la alimentación de un sistema por gravedad; la población actual es de 17070 dato que fue brindado por Sedapal, se calculó un $Q_{\text{màx.D}}$ de 38.53 lts/s, una velocidad de 0.6 m/s, esto hace indicar que está dentro de los parámetros establecidos en el RNE OS.010, además se obtuvo un diámetro de 350mm. Por lo tanto, mediante este sistema la alimentación es las 24 horas del día, pero actualmente es de 17 horas; entonces no es factible el sistema por gravedad.

C-2. La capacidad del reservorio actual es de 500 m³, por consecuencia no es la adecuada, donde la población requiere de 1156 m³, por lo tanto, se tendrá nuevo reservorio con dimensiones de: altura= 10m, Diámetro= 21.50m; con el fin de tener un servicio de alimentación de las 24 horas, llegando a mejorar el abastecimiento que actualmente se tiene de 17 horas al día.

C-3. En el análisis de la operación del RP04 alimentado mediante un sistema de bombeo del pozo 801, el caudal de bombeo de 77.06 lts/s, de 75 HP de potencia, durante 12 horas de funcionamiento de 0:00 am hasta las 12:00 pm; en consecuencia no cumple con el caudal que ofrece de demanda el pozo 801 que es de 20 lts/s. Pozo 840, el caudal de bombeo $Q_b = 77.06$ lts/s con una potencia de 70 HP, durante 12 horas de funcionamiento de 12:00 pm hasta las 00:00 am; en consecuencia no cumple con el caudal que ofrece de demanda el pozo 840 que es de 30 lts/s.

C-4. Del estudio de la operación de almacenamiento del reservorio RP04 en un sistema mixto (Sistema por gravedad y sistema por bombeo), será una operación alternada primeramente, será alimentado por el sistema por gravedad con un $Q_{\text{màx.D}} = 38.53$ l/s, de 5:00 am a 7:00pm, en segundo lugar, será alimentado de forma conjunta de los dos pozos; por el pozo 801 con un caudal de bombeo $Q_{b801} = 18.53$ l/s, de 7:00pm – 5:00am y del pozo 840 de caudal de bombeo $Q_{b840} = 20$ l/s, de 7:00 pm – 5:00am, llegando a reducir el horario de alimentación actual que es de 16 horas al día.

VI. RECOMENDACIONES

R-1. En el sistema por gravedad se recomienda que, para otros proyectos a futuro, deben tomar en cuenta el estudio de reservorios de almacenamiento para 2 o más zonas mayores de 15 000 de habitantes, ya que la demanda es muy alta para poder abastecer con un solo reservorio. Así mismo considerar un periodo de diseño de 20 años, para una población de 20 000 habitantes, de una expansión futura de 9 hectáreas, donde dicha población podrá ser abastecida para el periodo de diseño mencionado.

R-2. A la entidad Sedapal encargada de suministrar con el servicio de agua potable a las zonas 362 y 363 debe proyectar un nuevo reservorio de almacenamiento con una capacidad de 1156 m³, con las siguientes dimensiones: altura= 10m, Diámetro= 21.50m; que se puede ubicar en la misma zona del actual reservorio (RP04).

R-3. En el sistema de bombeo, la línea de impulsión no debe recorrer distancias muy largas, ya que puede ocasionar pérdidas considerables hasta llegar al reservorio de almacenamiento, así mismo va originar elevados costos en la impulsión.

R.4. A La entidad sepadal encargada de distribuir con el servicio de agua potable a las zonas 362 y 363, se recomienda tomar en cuenta la propuesta del modelo de operación de un sistema mixto porque se tendrá un abastecimiento durante las 24 horas del día, garantizando un servicio constante.

REFERENCIAS

- AGUERO, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima: SER.
- AGÜERO, R. (2004). *Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados*. Lima: CEPIS/OPS.
- AGUILAR, P. (2007). *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- AGUILERA, J. (2011). *Anexo B: Càculo de la red de distribuciòn de Bie´s*. Sevilla: Escuela superior de INGENIEROS DE SEVILLA .
- ALVARADO, P. (2013). *Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, Parroquia Nambacola, Cantòn Gonzanamà*. Loja: Universidad Católica de Loja.
- ARIAS, F. (2012). *El proyecto de Investigación*. Venezuela: Editorial Episteme, C.A.
- ARNAL, P. (2005). *Normas para el diseño de los abastecimientos de agua*. Venezuela : Instituto Nacional de Obras Sanitarias.
- AROCHA, S. (1980). *Abastecimientos de Agua*. Caracas: Ediciones Vega s.r.l.
- ARRIBAS, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas profesión* , 23-29.
- ASIA. (2015). *Reglamento técnico salvadoreño para el diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua para zona rural*. El Salvador .
- BAPTISTA, P., FERNÁNDEZ, C., & HERNÁNDEZ, R. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta ed.). México D.F.: Miembro de la cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- BLOKKER, E. (2010). Stochastic water demand modelling for a better understanding of hydraulics. *IWA*, 1-213. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/46395035>
ISBN: 978-90-8957-015-4

- BONILLA, H., & VELASTEGUI, X. (2013). *Diseño del sistema de agua potable para el sector Guayaquil IV km. 6.5 autopista terminal terrestre pascuales, provincia de Guayas, Canton Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- BORJA, M. (2012). *Metodología de la investigación científica*. Chiclayo: Universidad Pedro Ruíz Gallo.
- BOUACH, A., & BENMAMAR, S. (2019). Energetic optimization and evaluation of a drinking water pumping system: application at the Rassauta station. *IWA Publishing, 19(2)*, 472 - 481.
- CALDERÓN, J., & ALZAMORA, A. (2010). *Metodología de la investigación científica en postgrado*. Lima: Editorial Macro.
- CASTILLA, A., & GALVIS, G. (1993). *Bomas y estaciones de bombeo*. Colombia: CINARA.
- CASTRO, F. (2003). *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración*. Caracas: Editorial Uyapar.
- CEPIS. (2005). *Guías de operación y mantenimiento de reservorios elevados y estaciones de bombeo*. Lima: Organización Mundial de la Salud.
- CÉSAR, E. (1993). *Abastecimiento de agua potable, volumen II recomendaciones de construcción*. México: UNAM.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México D.F.: SGAPDS.
- CONAGUA. (2015). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento conducciones*. México, D.F.
- ESCALANTE, C., VILLACRESES, W., & DOUGLAS, P. (2015). *Modelamiento y simulación de un sistema de llenado de dos tanques en serie*. Guayaquil: ESPOL.
- ET AL. (2011). Drinking water quality monitoring and surveillance for safe water supply in Gangtok, India. *Springer Nature B.V*, 401 - 414. ISSN: 0167-6369

- ET AL. (2014). Identification and Assessment of Potential Water Quality Impact Factors for Drinking-Water Reservoirs. *Public Health*, (6), 6060-6084. ISSN: 1660-4601
- FERNÁNDEZ, C., HERNÁNDEZ, R., & BAPTISTA, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Miembro de la cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- GARCÍA, M. (2006). *Modelación y simulación de redes hidráulica a presión mediante herramientas informáticas*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- GOMEZ, S. (2012). *Metodología de la investigación* . México: Red tercer milenio S.C.
- GUTARRA, P. (2016). *Modelación y control de un sistema de cuatro tanques acoplados*. Piura: Universidad de Piura.
- HERNÁNDEZ, J., & Fernández , L. (2018). El presupuesto para los proyectos de investigación. Actualización de la metodología vigente para la planificación. *Revista cubana de salud y trabajo* , 52-60.
- HERNÁNDEZ, R. (2014). *Metodología de la investigación* . Mexico D.F.: Miembro de la cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana .
- ILLÀN, V. (2017). *Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable del Asentamiento Humano Hèros del Cenepa, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Ancash-2017*. Nuevo Chimbote: Universidad Cesar Vallejo.
- JIMÉNEZ, M. (2013). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarrillado sanitario*. Mexico: universidad veracruzana.
- LOSSIO, M. (2012). *sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Piura: Uiversidad de Piura .
- LOZA, J. (2016). *Evaluación tècnica en diseño de bombas para sistemas de agua potable en el distrito de Paucarcolla-Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- MARTÍNEZ, F. (2017). *Epanet 2 user's manual*. Valencia : Grupo REDHISP. inst. Ingeniería del Agua y M.A.

- MEJÍA, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- MINISTERIO DE AGUA . (2007). *Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua por Bombeo*. Bolivia: ABBASE.LTDA.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2006). *Reglamento Nacional de edificaciones*. Perú: El peruano.
- MINISTRO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2004). *Parametros de diseños de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales*. Perú.
- MOHAMMAD, H., FARIDAH, O., & KOUROSH, Q. (2015). Developing Optimal Reservoir Operation for Multiple and Multipurpose Reservoirs Using Mathematical Programming. *Hindawi Limited*, 1 - 11. ISSN: 1024123x
- NARVÀEZ, R. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua* . Lima.
- NGUYEN, B. (June de 2003). Operation of dual drinking and non-potable water networks in Paris: advantages and constraints. *Water Supply*, (3), 193-200. ISSN:1606-9749
- NIÑO, M. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- ÑAUPAS, H. (2014). *Metodologia de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Colombia : Ediciones de la U.
- OMS. (2005). *Guías para el diseño de reservorios elevados de agua potable*. Lima: Organización mundial de la salud.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICA DE LA SALUD. (2005). *Guía para estaciones de bombeo de agua potable*. Lima: OPS/CEPIS.
- OSPINO, J. (2004). *Metodología de la investigación en ciencias de la salud*. Colombia: Editorial Universidad cooperativa de Colombia.
- PANTOJA, J., & Guerron, J. (2018). *Propuesta de Mojoramiento para la Óptima operación del sistema de acueducto del Municipio la Palma (Cundinamarca)*. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia .

- PRUDENCIO, J. (2015). *Modelo de simulación de línea de conducción e impulsión del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Cerro de Pasco*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.
- QUESQUEN, J. (2016). *Mejoramiento de un sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Piyay, distrito de Pataypampa, provincia de Graú-región Apurímac*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- RODRIGUEZ, P. (2001). *Abastecimiento de agua*. Oaxaca: Instituto Tecnológico de Oaxaca.
- Rojas, D. (2017). *Diseño del sistema de bombeo para el abastecimiento óptimo de agua potable del distrito de Huáncan-Huancayo*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- RUIZ, C. (2005). *Programa interinstitucional en educación*. Bolivia: UPEL/PIDE.
- SALCEDO, G. (2005). *Proyecto de ampliación de la línea de impulsión, sistema de bombeo y tanque elevado para agua potable en el centro poblado rural Picapiedra distrito de Pachacamac*. Lima: UNMSM.
- SALVADOR, M. (2013). *Estudio General del sistema de almacenamiento de agua potable en los distritos de Lima sur y Lima centro*. Lima: UNI.
- SHAHSAVAN, R., & Shourian, M. (2014). Determination of the optimal capacity of a reservoir considering the effects of flood control volume change on its performance (case study: Darband dam, Iran). *IWA Publishing*, 509 - 518.
- SOLANO, B. (2016). *Diseño de un sistema bombeo en paralelo para la conducción de agua potable del cárcamo 2 al cárcamo 3 de la planta agrícola Oriental D.F.* México: Instituto Politécnico Nacional.
- TIXE, S. (2004). *Guía de diseño para Líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural*. Lima: OPS/CEPIS.
- TZATCHKOV, V., & Alcocer-Yamanaka, V. (2016). Stochastic Method Water Demand Variation Modelling. *Mexican Institute of Water Technology*, 115-134.

Obtenido

de

<https://search.proquest.com/docview/1819304254?accountid=37408>

ISSN: 2007-2422

VALDERRAMA, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación*.
Perú: Editorial San Marcos.

VIERENDEL, A. (2009). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*. Perú: Universidad
Nacional de Ingeniería .

WEKKER, & Asociados. (2004). *Sistemas de bombeo. características y
dimensionamiento*. Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.

ANEXOS

Matriz de Consistencia (Anexo 1)

“Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito de Puente Piedra, Distrito de Lima en el 2018”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><u>PROBLEMA GENERAL</u></p> <p>¿Cómo proponer un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u></p> <p>¿Cuál es la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de gravedad - Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?</p> <p>¿Cómo es la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo - Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?</p> <p>¿De qué manera es la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto - Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <p>Proponer un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></p> <p>Calcular la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de gravedad - Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018</p> <p>Analizar la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo - Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018</p> <p>Estudiar la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto - Reservorio RP04, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></p> <p>La propuesta de un modelo de operación para los reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación – para el Reservorio RP04 es beneficioso, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018.</p> <p><u>HIPTESIS ESPECÍFICOS</u></p> <p>El cálculo de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de gravedad - para el Reservorio RP04 es importante, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018</p> <p>El análisis de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema de bombeo - Reservorio RP04 es recomendable, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018</p> <p>El estudio de la operación de un reservorio de almacenamiento de agua alimentado mediante un sistema mixto - Reservorio RP04 es importante, distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018</p>	<p>V1: Reservorios de almacenamiento</p> <p>V2: Modelos de operación</p>	<p>D1: Volumen de almacenamiento</p> <p>D2: Tipos de Reservorios</p> <p>D3: Cota de Niveles de agua</p> <p>D1: Sistema por gravedad</p> <p>D2: Sistema por bombeo</p> <p>D3: Sistema mixto</p>	<p>Volumen de Regulación Volumen contra Incendio Volumen de Reserva</p> <p>Elevado Apoyado Enterrado</p> <p>Nivel de agua mínima Nivel de agua inicial Nivel de agua máxima</p> <p>Caudal de abastecimiento Cotas: reservorio - Fuente de abastecimiento Línea de conducción</p> <p>Caudal de bombeo Altura dinámica Total(ADT) Potencia aproximada</p> <p>Caudal de abastecimiento (Qgravedad-Qbombeo) Altura Total (conducción – ADT) Modo de operación</p>	<p><u>MÉTODO: (científico)</u> Según (Narváes, 2009, pág. 33): “El método científico es el conjunto de pasos racionales y sistemáticos con el fin de dar soluciones a problemas.”</p> <p><u>TIPO DE INVEST: (Aplicada)</u> Según (Valderrama, 2013, pág. 165): “Busca perfeccionar una situación actual de los grupos o individuos de seres.”.</p> <p><u>NIVEL:(descriptivo-explicativo)</u> Según (Arias, 2012, págs. 24-26): “un nivel descriptivo se refiere consiste en la caracterización de un hecho. La investigación explicativa tiene la responsabilidad de encontrar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. <u>DISEÑO DE INVEST: (No experimental)</u></p> <p>Según (Borja, 2012, pág. 29): “se basan en la obtención de información sin manipular los valores de la variable.”</p> <p><u>POBLACIÓN</u> Según (calderón & Alzamora, 2010, pág.47): “La población es el conjunto de todas las cosas, hechos.”</p> <p><u>MUESTREO: (No probabilístico)</u> Según (Hernández, 2014, pág. 152): “Los muestreos por juicio o criterio de investigación pertenecen a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico.”</p> <p><u>MUESTRA</u> Al respecto (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 173): “Es el subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos.”</p> <p><u>TECNICAS E INSTRUMENTOS</u> Para (Castro, 2003, pág. 70): “Las técnicas de recolección de datos pueden ser de varias formas para recolectar información; observación directa, etc.</p>

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES (Anexo 2)

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE VALORACION
VARIABLE Y1: Reservorios de Almacenamiento	Según (Ministerio de Agua, 2007, pág. 15) sostiene: Los reservorios de almacenamiento de acumulación de agua para el consumo de las personas y poder abastecer a la población que se producen las variaciones, estos tanques tienen una función muy importante en mantener presiones adecuadas en una red de distribución, además también tener agua de reserva para un caso de emergencia como incendios, y para horas pico durante el día.	La variable reservorios de almacenamiento se analizará en función de sus dimensiones, volumen de almacenamiento, tipos de reservorios, cota de niveles de agua a su vez cada uno de estos se dividen en indicadores.	D1: Volumen de almacenamiento	Volumen de Regulación	Ficha de recopilación de información	Valor
				Volumen contra Incendio		
				Volumen de Reserva		
			D2: Tipos de Reservorios	Elevado		
				Apoyado		
				Enterrado		
			D3: Cotas de Niveles de Agua	Nivel de agua mínima		
				Nivel de agua inicial		
				Nivel de agua máxima		
VARIABLE X2: Modelos de Operación	Según (CEPIS, 2005, pág. 4) manifiesta: “La operación es un procedimiento de actividades de funcionamiento que permite tener un correcto almacenamiento a los reservorios y así mismo también del sistema de bombeo, para que desempeñen la función para que fueron diseñados.”	La variable modelo de operación se analizara en función de sus dimensiones, sistema por bombeo, sistema por gravedad y sistema mixto, a su vez cada uno de estos se dividen en indicadores.	D1: Sistema por gravedad	Caudal de abastecimiento	Ficha de recopilación de información	Valor
				Cotas: Reservorio - fuente de abastecimiento		
				Línea de conducción		
			D2: Sistema por Bombeo	Caudal de bombeo		
				Altura dinámica total (ADT)		
				Potencia aproximado		
			D3: Sistema mixto	Caudal de abastecimiento(Qgravedad-Qbombeo)		
				Altura total (conducción – ADT)		
				Modo de operación		

Fichas de recopilación de datos (Anexo 3)



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						Experto 1
Proyecto: "Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de Agua Potable del Distrito de Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018" Autor: ZEGARRA PINO CISLEY						
I.- INFORMACION GENERAL:						
UBICACIÓN:						
DISTRITO:	Puente Piedra	ALTITUD:	184 msnm			
PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11° 51' 41"			
REGIÓN:	Perú	LONGITUD:	77° 4' 44"			
II. - VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO						
Volumen de regulación	M3	Volumen contra incendio	M3	Volumen de reserva	M3	1
III.- TIPOS DE RESERVORIOS						
Elevado	und	Apoyado	und	Enterrado	und	1
IV.- COTAS DE NIVELES DE AGUA						
Nivel de agua mínima	m	Nivel de agua inicial	m	Nivel de agua máxima	m	1
V.- SISTEMA POR GRAVEDAD						
Caudal de abastecimiento	m3/s	Cotas: reservorio – fuente de abastecimiento	msnm	Línea de conducción	und	1
V.- SISTEMA POR BOMBEO						
Caudal de bombeo	m3/S	Altura dinámica total	m	Potencia aproximada	Hp	1
V.- SISTEMA MIXTO						
Caudal de abastecimiento <i>(Gravedad + Bombeo)</i>	m3/s	Altura total <i>(Longitud de conducción - Altura dinámica total)</i>	m	Modo de operación	Und	1
APELLIDOS Y NOMBRES:	AGUIRRE SANCHEZ, ROBERTO					
PROFESIÓN:	INGENIERO SANITARIO					
REGISTRO CIP N°:	85338					
EMAIL:	ingeset@hotmail.com					
TELEFONO:	999132664					



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
Proyecto: "Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de Agua Potable del Distrito de Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018" Autor: ZEGARRA PINO CISLEY						Experto 2
I.-	INFORMACION GENERAL:					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Puente Piedra	ALTITUD:	184 msnm		
	PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11° 51' 41"		
	REGIÓN:	Perú	LONGITUD:	77° 4' 44"		
II.-	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO					
	Volumen de regulación	M3	Volumen contra Incendio	M3	Volumen de reserva	M3
III.-	TIPOS DE RESERVORIOS					
	Elevado	und	Apoyado	und	Enterrado	und
IV.-	COTAS DE NIVELES DE AGUA					
	Nivel de agua mínima	m	Nivel de agua inicial	m	Nivel de agua máxima	m
V.-	SISTEMA POR GRAVEDAD					
	Caudal de abastecimiento	m3/s	Cotas: reservorio – fuente de abastecimiento	msnm	Línea de conducción	und
V.-	SISTEMA POR BOMBEO					
	Caudal de bombeo	m3/S	Altura dinámica total (ADT)	m	Potencia aproximada	Hp
V.-	SISTEMA MIXTO					
	Caudal de abastecimiento (Qgravedad-Qbombeo)	m3/s	Altura total (conducción – ADT)	m	Modo de operación	Und
APELLIDOS Y NOMBRES:		PACCHA HUAMANI PABLO ROBERTO				
PROFESIÓN:		INGENIERO SANITARIO				
REGISTRO CIP N°:		23746				
EMAIL:		RPACCHAH@yahoo.com				
TELEFONO:		975 159 730				

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							Experto
Proyecto: "Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de Agua Potable del Distrito de Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018"							3
Autor: ZEGARRA PINO CISLEY							
I.- INFORMACION GENERAL:							
UBICACIÓN:							
DISTRITO:	Puente Piedra	ALTITUD:	184 msnm				
PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11° 51' 41"				
REGIÓN:	Perú	LONGITUD:	77° 4' 44"				
II.- VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO							1
Volumen de regulación	M3	Volumen contra incendio	M3	Volumen de reserva	M3		
III.- TIPOS DE RESERVORIOS							1
Elevado	und	Apoyado	und	Enterrado	und		
IV.- COTAS DE NIVELES DE AGUA							1
Nivel de agua mínima	m	Nivel de agua inicial	m	Nivel de agua máxima	m		
V.- SISTEMA POR GRAVEDAD							1
Caudal de abastecimiento	m3/s	Cotas: reservorio – fuente de abastecimiento	msnm	Línea de conducción	und		
V.- SISTEMA POR BOMBEO							1
Caudal de bombeo	m3/s	Altura dinámica total (ADT)	m	Potencia aproximada	Hp		
V.- SISTEMA MIXTO							1
Caudal de abastecimiento (Q _{gravedad} -Q _{bombeo})	m3/s	Altura total (conducción – ADT)	m	Modo de operación	Und		
APellidos y Nombres:	Padilla Pichén Santos, R.						
Profesión:	ING. CIVIL						
Registro CIP N°:	51630						
EMAIL:	spadilla@ucv.edu.pe						
TELEFONO:	991724761						


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

Resumen de la ficha de recopilación de datos

Validez	Aguirre	Padilla	Paccha	Promedio
Variable 1	1	1	1	1
Variable 2	1	1	1	1
Índice de Validez				1

Información del reservorio RP04- brindado por SEDAPAL (Anexo 4)



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la impunidad"

Carta N° 1006 -2019-EOMR-C

Comas, 06 de mayo del 2019

Señor,
Cisley Zegarra Pino
Av. Copacabana Mz. D lote 16
Urbanización Copacabana Alameda 1
Puente Piedra.-

Referencia : Expediente N° 59894-2019

Tengo el agrado de dirigirme a usted en atención a su pedido de información relacionada al área de influencia, fuente, capacidad, caudales y otros del reservorio RP-04 del distrito Puente Piedra, datos que de acuerdo a su escrito serán usados sólo para el desarrollo del proyecto de investigación "Modelos de Operación de Reservorios de Almacenamiento de Agua Potable del distrito Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2019", toda vez que la información de nuestra infraestructura tiene carácter reservado.

El denominado reservorio RP-04, es el reservorio apoyado R-4 Cerro Soledad y el desarrollo de su pedido es el siguiente:

1. Planos (Global): adjunto al presente remito CD con plano digital CAD con información de la red matriz primaria y secundaria de agua potable de los sectores 362 y 363 del distrito Puente Piedra y todos sus componentes.
2. Volumen de almacenamiento: 500 m³
3. Volumen de Regulación: 365 m³ (*)
4. Volumen contra incendio: 100 m³ (*)
5. Volumen de reserva: 35 m³ (*)
(* Reglamente de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao – Sedapal.
6. Nivel de agua mínimo, inicial y máxima (niveles de reservorio): El dimensionamiento del reservorio fue en base al diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda; sin embargo, operativamente el control de llenado del reservorio es mediante porcentaje de apertura de la válvula de altitud de accionamiento hidráulico y digital con PLC y control desde el Centro de Control Scada. En consecuencia, las consignas de porcentaje de apertura de la válvula equivalen a caudales relacionados al nivel de llenado de reservorio. La data para esta información se encuentra en el CD, archivo Excel "Reporte de reservorio Cerro Soledad".
7. Caudal de bombeo de los pozos: Los pozos que abastecen a este reservorio durante la temporada de estiaje son el pozo 801 con 20 L/s y pozo 840 con 30 L/s, este caudal se mantiene constante durante las horas de funcionamiento de los pozos.
8. Altura dinámica total (altura de succión y altura de impulsión): el nivel estático del pozo 801 es 7.90 metros y el nivel dinámico es 17 metros; mientras que el nivel estático del pozo 840 es 6.15 metros y el nivel dinámico es 14.80 metros.

OFICINA PRINCIPAL LA ATARJEJA:
Autopista Ramon Prohle 210 - El Agustino - Central Telefónica 317 3000
Consultas e Informes - **Aquafono** 317 8000

www.sedapal.com.pe

CENTROS DE SERVICIOS
Comas: Av. Victor Andres Belaunde Oeste Cuadra 5 - Dpto. El Rincón
Callao: Av. Guarco Chabaca N. 1137
Brena: Av. Tingo Maria N. 1000 - Cercado
San Juan de Lurigancho: Av. Proceso de la Independencia N. 3105 - Canto Grande
Alto Vitarte: Av. Nicolás Ayllón N. 2109
Suroeste: Av. Ancasmoc Este N. 1430

Carta N° _____-2019-EOMR-C

9. Potencia aproximada de las bombas y cantidad de bombas: en cada pozo existe sólo un equipo de bombeo de tipo vertical y la potencia del equipo en el pozo 801 es 40 HP, mientras que del pozo 840 es 50 HP.
10. Horario de funcionamiento de las bombas: Los pozos funcionan en función a la demanda, en forma conjunta o alternada. El horario de abastecimiento programado para los sectores 362 y 363 es de 05:00 a 22:00 horas diario. El pozo 801 funciona de 12:00 a 22:00 horas y el pozo 840 funciona de 00:00 a 16:00 horas.
11. Horario de llenado del reservorio: durante la temporada de avenida, cuando se abastece con agua superficial tratada en la PTAP Chillón el abastecimiento al reservorio es permanente regulado por la válvula de altitud en función al nivel máximo de llenado del reservorio. Durante la temporada de estiaje cuando la fuente es subterránea, en el ítem 10 se describe el horario de funcionamiento de los pozos.
12. Caudal medio, caudal máximo diario y caudal mínimo horario cuando es llenado mediante el pozo y cuando es llenado de la planta de tratamiento Chillón: El caudal de producción de los pozos 801 y 840 es constante, no existe caudal mínimo, medio y máximo de producción de los pozos y es regulado solo con el nivel máximo de llenado del reservorio, cuando se llena el o los equipos de bombeo se apagan en automático.
13. Población actual y futura que es establecido: El reservorio R-4 cerro Soledad abastece a los sectores:
 - 362: al mes de abril se cuenta con 1327 conexiones activas a la facturación, la población abastecida es de aproximadamente 7962 habitantes.
 - 363: al mes de abril se cuenta con 1518 conexiones activas a la facturación, la población abastecida es de aproximadamente 9108 habitantes.
14. Zonas a quien es abastecido con el RP-04: los sectores hidráulicos abastecidos son el 362 y 363 del distrito Puente Piedra.
15. Cotas del reservorio y del pozo y de la planta de tratamiento de Chillón:
 - Cota fondo del reservorio: 225.00 msnm
 - Cota de nivel de agua del reservorio: 229.50 msnm
 - Cota de terreno del pozo 801: 175.00 msnm
 - Cota de terreno del pozo 840: 179.00 msnm
 - Cota de la PTAP Chillón: 325 msnm.
16. Diámetros y longitud de tuberías del pozo al reservorio: en el plano digital CAD se encuentra la ubicación de los pozos y el recorrido de la línea de impulsión de los pozos 801 y 840 HD DN 200mm, los que se unen a una sola línea que llega al reservorio que es de material HD y DN 250mm.
17. Longitud de conducción y diámetros que parte del PTAP Chillón: la línea de conducción Huacoy – Ancón tiene una longitud de 4,551 metros y los diámetros varían desde 1000mm hasta 350mm.
18. Fechas cuando es llenado mediante el pozo y de la PTAP Chillón (meses): La cuenca del río Chillón presenta dos temporadas, AVENIDA que coincide con la temporada de lluvias que en promedio se inicia a mediados de diciembre y termina en promedio en el mes de abril de cada año, durante esta temporada funciona la PTAP Chillón y entrega a SEDAPAL

OFICINA PRINCIPAL LA ATARJEA:
Autopista Ramiro Priale 210- El Agustino- Central Telefónica 317 3000
Consultas e Informes : **Aquafono** 317 8000

www.sedapal.com.pe

CENTROS DE SERVICIOS

Comas: Av. Victor Andrés Belaúnde Oeste Cuadra 5 - Urb. El Retablo
Callao: Av. Guardia Chalaca N° 1131
Breña: Av. Tingo María N° 600 - Cercado
San Juan de Lurigancho: Av. Próceres de la Independencia N° 3105 - Canto Grande
Ate Vitarte: Av. Nicolás Ayllón N° 2309
Surquillo: Av. Anzures Este N° 1450



SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA
Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Comas



Management System
ISO 9001:2015
ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007
www.tuv.com
ID 910863240

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la impunidad"

Carta N° _____-2019-EOMR-C

2 m3/seg; ESTIAJE temporada que se inicia en promedio en el mes de mayo y culmina a mediados de diciembre de cada año, durante esta temporada se paraliza la PTAP Chillón e inicia el funcionamiento de una batería de 28 pozos que en conjunto producen 1 m3/seg, a los que se suman los pozos de SEDAPAL que en conjunto producen en promedio 0.5 m3/seg.

19. Esquema de la red de distribución de las zonas que es abastecido (plano): en el CD del ítem 1 se encuentra grabada el plano de redes del conjunto de este sistema de abastecimiento, que comprende la línea primaria de conducción HD DN 500mm de donde deriva una línea de conducción HD DN 250mm, la línea de impulsión de los pozos HD DN 250mm, la línea de aducción HD DN 350mm que abastece a las cámaras de control de los sectores 362 y 363 y la red matriz secundaria s de agua potable que se encuentra distribuido en cada sector hidráulico.

Atentamente,

Walther Andrade Mesia
Jefe Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Comas (e)

c.c.- Arch.

OFICINA PRINCIPAL LA ATARJEA:
Autopista Ramiro Fialé 210- El Agustino- Central Telefónica 317 3000
Consultas e Informes : **Aquafono** 317 8000

www.sedapal.com.pe

CENTROS DE SERVICIOS

Comas: Av. Victor Andrés Belaunde Oeste Cuadra 5 - Urb. El Retablo
Calleja: Av. Guardia Chabaca N° 1131
Breña: Av. Tingo María N° 600 - Cercado
San Juan de Lurigancho: Av. Próceres de la Independencia N° 3105 - Canto Grande
Ate Vitarte: Av. Nicolás Aylón N° 2309
Surquillo: Av. Ancaes Este N° 1450

PLANOS (Anexo 5)



LEYENDA			
[Símbolo]	[Descripción]	[Símbolo]	[Descripción]
[Línea de conducción]	[Línea de conducción]	[Símbolo]	[Descripción]
[Línea de distribución]	[Línea de distribución]	[Símbolo]	[Descripción]
[Línea de conducción]	[Línea de conducción]	[Símbolo]	[Descripción]
[Línea de distribución]	[Línea de distribución]	[Símbolo]	[Descripción]

PROYECTO:	PROYECTO DE OPERACIÓN DE REFERENCIAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DEPARTAMENTO DE PUERTO RICO, REGION DE AGUA DE 2018
CLIENTE:	SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y POLÍTICA PÚBLICA
TÍTULO DE LA OPERACIÓN:	SEGUIMIENTO POR OPERACIÓN
PROYECTO:	SEGUIMIENTO POR OPERACIÓN
FECHA:	JULIO 2019
PLANO:	PLANO 2



LEYENDA	
Símbolo	Descripción
	Línea de impulsión
	Línea de aducción
	RP04
	Pozo-840
	Pozo-801

PROYECTO: MODELOS DE OPERACION DE RESERVOARIOS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA, PROVINCIA DE LIMA EN EL 2018	
PLANO:	ESQUEMA ABASTECIMIENTO POZO 801, 840 - RP04
MODELO DE OPERACION:	SISTEMA POR BOMBEO
ALUMNO:	ZEGARRA PINO, CISLEY
FECHA:	JULIO 2019
	PLANO: 3



LEYENDA	
Símbolo	Descripción
	Pozo-801
	RPO4
	Línea de impulsión
	Línea de aducción

LEYENDA	
Símbolo	Descripción
	Pozo-840
	RPO4
	Línea de impulsión
	Línea de aducción

LEYENDA		
Símbolo	Descripción	Descripción
	Línea de impulsión	Válvula
	Línea de aducción	Cámara rompe presión
	RPO4	válvula de purga
	PTAP	válvula de aire

	PROYECTO:	MODELOS DE OPERACIÓN DE RESERVORES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO PUENTE PIEDRA, TRUJILLO (AÑO 2019)
	PLANO:	ESQUEMA ABASTECIMIENTO PTAP-RPO4 Y POZOS 801,840-RPO4
	MODELO DE OPERACIÓN:	SISTEMA MIXTO
	ALUMNO:	ZIGARRA PINO, CRISLEY
	Escala:	JUNIO 2019 PLANO: 4

Fotos (Anexo 6)





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

REGARDO PINO CISLEY

INFORME TITULADO:

*MODELOS DE OPERACIÓN DE RESERVOARIOS DE ALMACENAMIENTO
DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO PUENTE VERDE, PROVINCIA DE
LIMA EN 2019*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

12/07/2019

NOTA O MENCIÓN :

16 (Dieciséis)



[Handwritten signature]

Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

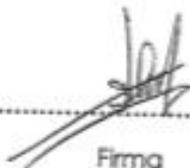
Yo, Dr. Ing. Muñoz Paucarmayta, Abel A.
 docente de la Facultad de INGENIERIA y Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de la Universidad César Vallejo Lima Norte (precisar filial o sede),
 revisor(a) de la tesis titulada

"Modelos de Operación de Reservorios de Almacenamiento de Agua Potable del distrito Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018."

del (de la) estudiante Zegarra Pina
Cristy constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16. % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha Lima 28 de Junio



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Dr. Ing. Abel A. Muñoz Paucarmayta

DNI: 22857049

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Cisley Zegarra Pino, identificado con DNI N° 73476961

egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X). No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado

"Modelos de Operación de Reservorios de Almacenamiento de Agua Potable del Distrito Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



 FIRMA

DNI: 73476961

FECHA: 12 de Julio de 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Trubo"

"Módulo de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable de al-cribo
Puerto Pisco, Provincia de Tarma en el 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

ZEGARRA PINO, CISLEY

ASESOR:

Dr. Ing MUÑOZ PAL CARMAYTA, ADOL ALBERTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA PERÚ

2019



Dr. Ing. A. Muñoz P.

Resumen de coincidencias

16 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

- 1 Entregado a Universida... 3 % >
Trabajo del estudiante
- 2 repositorio.ucv.edu.pe 2 % >
Fuente de Internet
- 3 pirhua.udep.edu.pe 2 % >
Fuente de Internet
- 4 Entregado a Universida... 2 % >
Trabajo del estudiante
- 5 es.scribd.com 1 % >
Fuente de Internet
- 6 pt.scribd.com 1 % >
Fuente de Internet

