



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**“DISEÑO DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA PARA REDUCIR CONSUMO ELÉCTRICO EN EDIFICIO
SAN GABRIEL TORRE 2 - CHICLAYO”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

ROBERT ARAMBULO NUNTON

ASESOR:

MG.DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

MODELAMIENTO Y SIMULACION DE SISTEMAS ELECTROMECHANICOS

CHICLAYO – PERÚ

2018

ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 8:00 horas del día 19 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N° 3046-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 10 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **DISEÑO DE SISTEMA HIDRONEUMATICO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA REDUCIR CONSUMO ELÉCTRICO EN EDIFICIO SAN GABRIEL TORRE 2 –CHICLAYO** presentado por el(la) (los) bachiller ARAMBULO NUNTON ROBERT WALTER, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner
Vocal : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

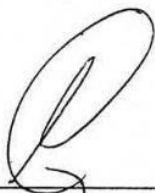
APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 8:45 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 19 de diciembre de 2018



Ing. Dávila Hurtado Fredy
Presidente



Ing. Celada Padilla James Skinner
Secretario



Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo
Vocal

DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño a mis padres que con su inmenso amor, ejemplo y sacrificio han hecho de mí una persona de bien y han sido mi apoyo y esa fuerza, que me han llevado a culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional.

También quiero dedicarles este logro a mis hermanos porque son la razón de sentirme tan orgulloso de poder culminar esta meta.

Robert Walter Arambulo Nunton.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, salud y fortaleza para seguir superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestra sociedad y de nuestro País.

Agradezco también a mi familia ya que siempre me brindaron su apoyo incondicional para alcanzar mis objetivos en mi etapa de formación profesional.

Robert Walter Arambulo Nunton.

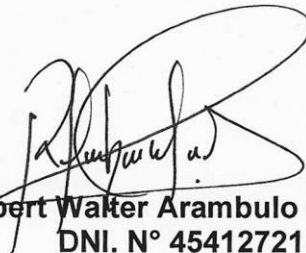
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Arambulo Nunton Robert Walter con DNI N° 45412721, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejos, Facultad Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaró también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces

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

Chiclayo 22 de julio de 2018



Robert Walter Arambulo Nunton
DNI. N° 45412721

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: **“DISEÑO DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA REDUCIR CONSUMO ELÉCTRICO EN EDIFICIO SAN GABRIEL TORRE 2 – CHICLAYO”**

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**.

Robert Walter Arambulo Nunton.

GENERALIDADES

Título

“Diseño de Sistema Hidroneumático de Abastecimiento de Agua para Reducir Consumo Eléctrico en Edificio San Gabriel Torre 2 – Chiclayo”

Autor

Arambulo Nunton, Robert Walter.

Asesor

MG. Diaz Rubio, Deciderio Enrique.

Tipo de investigación

- Tipo de investigación: Aplicada
- Diseño de investigación: Casi Experimental

Línea de investigación

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos.

Localidad:

Chiclayo, Perú

Ubicación de la empresa:

Av. Lazo Norte Torre 2 Los Parques de San Gabriel - Chiclayo

Duración de la investigación:

Fecha de inicio:07 de Abril del 2018

Fecha de culminación:12 de Agosto del 2018.

INDICE

ACTA DE SUSTENTACION.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
GENERALIDADES.....	VII
INDICE	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
I. INTRODUCCION	12
1.1 Realidad Problemática.....	12
1.1.1 A Nivel Internacional.....	12
1.1.2 A Nivel Nacional.	13
1.1.3 A Nivel Local.....	14
1.2 Trabajos Previos.	17
1.3 Teorías Relacionadas al Tema.....	19
1.3.1 Teoría Científica	19
1.3.2 Sistema de Bombeo de Agua	22
1.4 Formulación del Problema.....	26
1.5 Justificación del Estudio.....	26
1.5.1 Justificación Técnica.....	26
1.5.2 Justificación Económica	26
1.5.3 Justificación Social.	27
1.5.4 Justificación Ambiental.	27
1.6 Hipótesis.....	27
1.7 Objetivos.....	27
1.7.1 Objetivo General.....	27
1.7.2 Objetivos Específicos.....	28
II. METODO	28
2.1 Diseño de Investigación.....	28
2.2 Variables, Operacionalizacion.....	28
2.2.1 Variable Independiente.....	28
2.2.2 Variable Dependiente.....	28
2.2.3 Operacionalizacion.	29

2.3	Población y Muestra	30
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad....	30
2.4.1	Técnicas de recolección de datos.....	30
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos.	30
2.4.3	Validez y Confiabilidad.	31
2.5	Método de Análisis de Datos.....	31
2.6	Aspectos Éticos.....	31
III.	RESULTADOS	32
3.1	Hacer un diagnóstico del consumo de energía eléctrica para abastecimiento de agua	32
3.2	Analizar el funcionamiento del sistema convencional de bombeo de agua, para identificar las pérdidas de energía, y su influencia en el consumo eléctrico.....	41
3.3	Dimensionar y seleccionar los componentes del sistema hidroneumático, determinando el ahorro de energía eléctrica frente al sistema de bombeo convencional del agua	48
3.4	Realizar un análisis económico de la propuesta, utilizando indicadores económicos como son TIR, VAN y relación beneficio costo.	61
IV.	DISCUSIÓN.....	65
V.	CONCLUSIÓN.	66
VI.	RECOMENDACIONES	67
VII.	REFERENCIAS.....	68
	Bibliografía.....	68
VIII.	ANEXOS	69
	Anexo 01. Consumo de Energía en América Latina Osinergmin.....	69
	Anexo 02. Consumo de Agua Promedio por Persona.....	73
	Anexo 03. Planos del edificio (Alumbrado / Instalaciones de Agua).....	76
	Guía de Observación.....	78
	Ficha de Validación de Instrumento de Recolección de Datos	80
	Autorización de Publicación de Tesis.....	84
	Acta de Originalidad de Tesis.....	85
	Reporte de Turnitin.....	86
	Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación.	87

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objeto de estudio la determinación del ahorro de energía al utilizar el sistema hidroneumático comparado con el sistema convencional de bombeo de agua; y de esa manera incentivar el uso de éste sistema en los edificios multifamiliares. El diseño del presente trabajo se inicia con la determinación de los consumos de energía en los últimos cinco años, así como también el consumo horario de agua, el cual tiene tres picos de consumo durante el día; además se determinó que el consumo de agua en un día de semana de lunes hasta el viernes, supera ligeramente los 3 m³, sin embargo en promedio los días sábados y domingos el consumo de agua es superior a los 5 m³.

Para el sistema convencional se tiene un gasto de energía eléctrica de 1.97 KW-H por día, que equivale a 19.74 KW-H por mes; las pérdidas de energía es de 12.5 m que es por la rugosidad de la tubería y accesorios a las condiciones de operación del sistema, siendo la energía total de impulsión de la bomba de 31.01 m, con una potencia de 1.075 KW.

En el diseño del sistema hidroneumático, se estableció que la potencia es de 381.42 Watt, y la potencia del compresor del sistema de 79.89 Watt, con un consumo diario de energía eléctrica de 0.31 KW-h y de 9.54 Kw-h por mes; comparado con el sistema convencional que tiene un consumo mensual de 59.22 KW-h. La evaluación del proyecto con indicadores económico, muestran un VAN de 113.97 Soles, el TIR de 6% mensual, en un tiempo de 18 meses, y una relación beneficio costo de 1.32, valor que hace viable la ejecución de la propuesta del proyecto de implementación del sistema hidroneumático en el edificio multifamiliar.

Palabras Claves: Hidroneumático, energía eléctrica, consumo de agua.

ABSTRACT

The present research work has as object of study the determination of the saving of energy when using the hydropneumatic system compared with the conventional system of pumping water; and in this way encourage the use of this system in multi-family buildings. The design of the present work begins with the determination of energy consumption in the last five years, as well as the hourly consumption of water, which has three peaks of consumption during the day; It was also determined that the water consumption on a weekday from Monday to Friday exceeds slightly 3 m³, however, on average, on Saturdays and Sundays, water consumption exceeds 5 m³.

For the conventional system, there is an electrical energy expenditure of 1.97 KW-H per day, equivalent to 19.74 KW-H per month; the energy loss is 12.5 m which is due to the roughness of the pipe and accessories to the operating conditions of the system, being the total energy of the pump's impulsion of 31.01 m, with a power of 1,075 KW.

In the design of the hydro-pneumatic system, it was established that the power is 381.42 Watt, and the compressor power of the system of 79.89 Watt, with a daily electric power consumption of 0.31 KW-h and 9.54 Kw-h per month; compared to the conventional system that has a monthly consumption of 59.22 KW-h. The evaluation of the project with economic indicators shows a NPV of 113.97 Soles, the IRR of 6% per month, in a time of 18 months, and a benefit-cost ratio of 1.32, a value that makes the execution of the implementation project proposal viable of the hydro-pneumatic system in the multi-family building.

Key Words: Hydropneumatic, electric power, water consumption

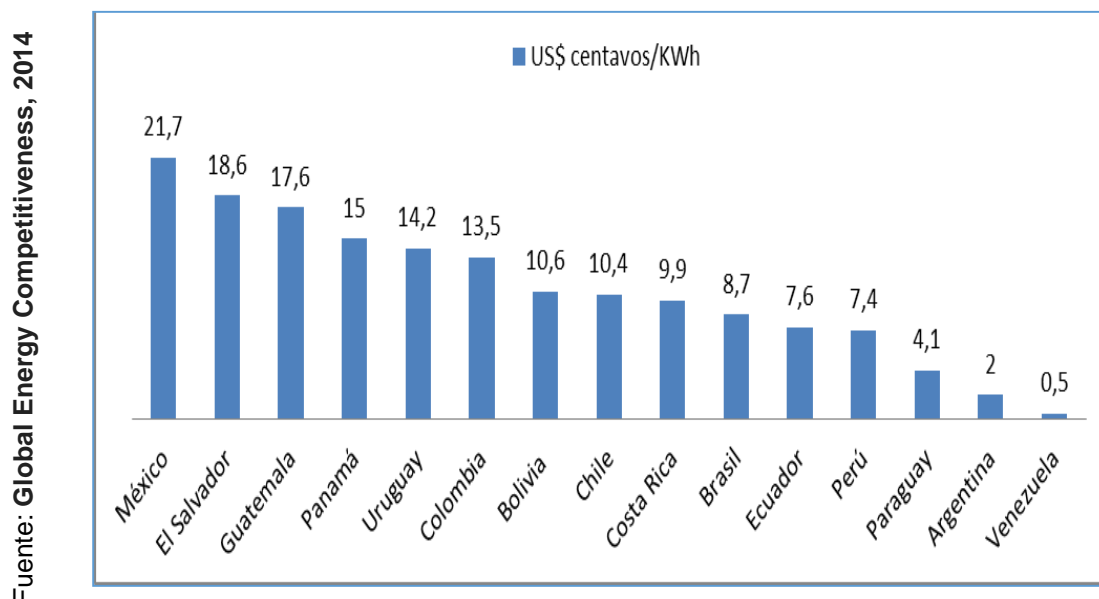
I. INTRODUCCION.

1.1 Realidad Problemática.

1.1.1 A Nivel Internacional.

“A nivel mundial el abastecimiento de agua representa un costo sustancial en muchas localidades que tienen que extraerla de fuentes subterráneas, trasladarla, o convertir el agua de mar en agua potable” (FAO, 2013).

Figura 1



Costo de la Energía Eléctrica en América Latina

“En América Latina, los costos de la energía eléctrica influyen en la rentabilidad económica de las empresas de producción, en México el valor supera los 21 centavos de dólar por Kw-h” (Global Energy Competitiveness Index).

“En Estados Unidos, el abastecimiento de agua en la industria, en particular las que hacen uso intensivo de esto es de particular análisis e importancia, pues es parte del costo fijo y variable que a nivel de la escala de la industria es necesario minimizar.” (EPA/Departamento de Agricultura, 2005).

En Argentina, existen muchas dificultades en el abastecimiento de agua, hacia los edificios, debido a que los sistemas instalados no son suficientes para la demanda de agua de los habitantes de los multifamiliares.

“El problema de la falta de agua, radica fundamentalmente, en que las familias han crecido en número de integrantes; inicialmente, por cada apartamento, en promedio habitaban 4 personas, sin embargo con el transcurrir del tiempo, el número de habitantes creció hasta un promedio de 7, lo cual incrementa el consumo de agua y no sólo por la cantidad, sino muchas veces por el mal uso y por las fugas que no son controladas” (Aguirre, 2013, p.7).

“En América Latina, la extracción de agua se ha vuelto cada vez mas difícil y costosa, la explotación agraria intensiva ha hecho que los espejos de agua estén cada vez mas profundos comprometiendo seriamente la viabilidad económica del recurso, aspecto que ha sido exacerbado por el cambio climático.” (CEPAL, 2005).

“Se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua en un escenario climático en que todo sigue igual” (2030 WRG, 2009).

1.1.2 A Nivel Nacional.

“En el Perú, el acceso al agua potable, tiene problemas que van más allá de los aspectos técnicos, debido a la politización de tema, que finalmente tiene a 6 millones de personas sin acceso a dicho servicio” (Ministerio del Ambiente, 2014, p.4).

“La energía eléctrica que se emplea en la impulsión del agua en las edificaciones, registra el consumos cada vez mayores y se debe fundamentalmente a que los equipos no tienen el mantenimiento adecuado, existen fugas de agua, mal uso del agua, baja eficiencia del sistema de bombeo convencional de agua, mal dimensionamiento de sistema de tuberías, entre otros; ésta realidad se acentúa de acuerdo a

las estaciones del año, prevaleciendo mayor consumo en la estación de verano.” (Díaz, 2015, p.7).

Las instalaciones de los sistemas eléctricos para la activación de las electrobombas, que normalmente son de 0,5; 0.75 y 1 HP, no son las más apropiadas, debido a que las conexiones se han realizado sin tener en cuenta la cantidad de agua que realmente se requiere para cada vivienda, o también la red de tuberías, ésta no se ha hecho de acuerdo a los planos de instalaciones eléctricas y los planos de agua y saneamiento de las viviendas; por lo tanto están registrando consumos de energía eléctrica, que debido a su no optimización, el usuario termina con un alto pago en éste servicio.

Un aspecto de capital importancia en el costo del agua es el sistema de bombeo, tanto en el arreglo de las bombas, diseño de la tubería, como en la elección del tipo de bomba va a determinar la energía necesaria para su extracción y va a incidir en sus costos. (2013).

“En el caso de la industria, la reducción de costos es una necesidad imperiosa en la competitividad, por lo que la optimización del sistema de bombeo es una necesidad.” (Johnson Division UOP Inc, 2005).

1.1.3 A Nivel Local.

En el edificio multifamiliar ubicado en la ciudad de Chiclayo, actualmente tiene problemas de abastecimiento de agua en los departamentos que se ubican en los cinco niveles; los problemas que se presentan son básicamente que cada vez más se reportan incrementos de consumo de energía eléctrica debido a que con mayor periodicidad las electrobomba de agua se activa para el llenado de los tanques de agua ubicado en el último nivel de la edificación.

En el edificio, construido con 5 niveles, en los cada nivel cuenta con un departamento de aproximadamente 120 metros cuadrados, en cada departamento el número de habitantes es entre 5 y 6 personas, totalizando

29 personas que tienen ahí fijada su residencia; ésta cantidad de personas ha ido creciendo, en sus inicios habitaban 19 personas en total.

Tabla 1

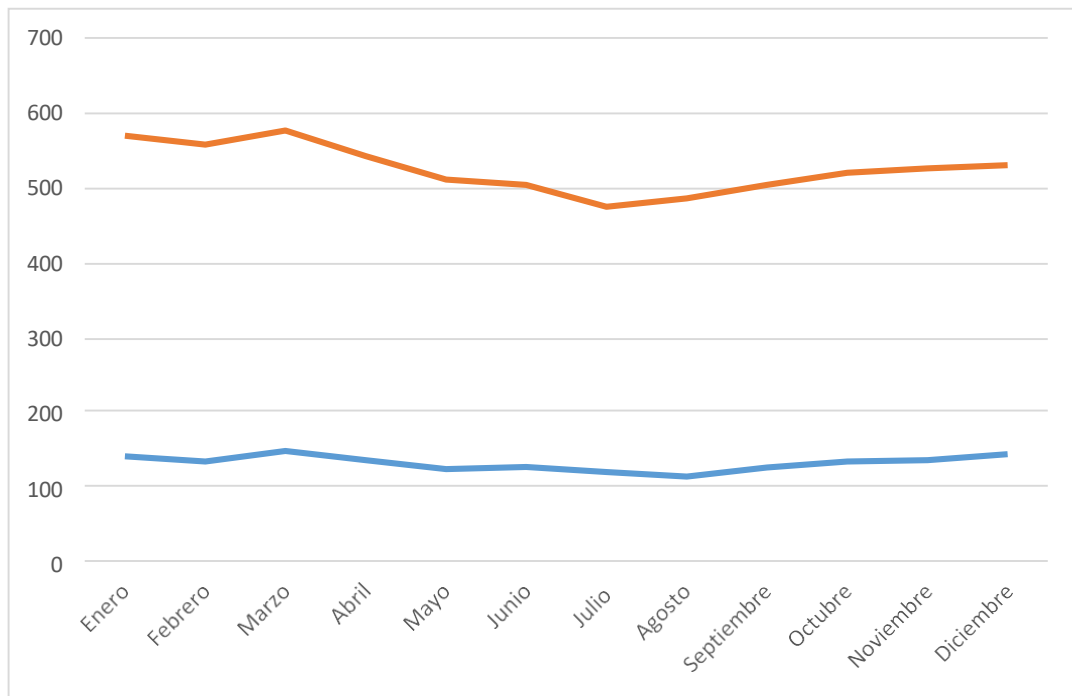
Fuente: Reporte Administración Edificio Multifamiliar

	2012		2013		2014		2015		2016	
	Consumo de agua (m3)	Consumo de Energía Kw-H	Consumo de agua (m3)	Consumo de Energía Kw-H	Consumo de agua (m3)	Consumo de Energía Kw-H	Consumo de agua (m3)	Consumo de Energía Kw-H	Consumo de agua (m3)	Consumo de Energía Kw-H
Enero	134	540	139	554	136	559	134	565	139	570
Febrero	128	530	133	542	132	547	138	553	132	558
Marzo	145	562	151	561	146	566	143	569	146	577
Abril	132	521	135	529	131	532	132	534	134	543
Mayo	118	495	122	503	121	504	120	512	122	512
Junio	115	486	120	501	128	491	123	498	125	505
Julio	109	459	114	471	112	465	110	476	118	476
Agosto	110	443	113	449	110	444	114	456	112	487
Septiembre	123	489	125	499	121	494	123	499	124	505
Octubre	128	492	131	502	129	501	132	515	132	521
Noviembre	134	505	137	512	132	512	134	521	134	527
Diciembre	132	510	136	519	134	519	136	523	142	531

Reporte de consumo de agua (m3) y de consumo de energía eléctrica en edificio multifamiliar de la ciudad de Chiclayo

En la tabla 1, se puede apreciar los consumos de agua, en el cual se observa que entre los meses de Marzo y Noviembre se produce el mayor consumo de agua, superando los 140 metros cúbicos por mes, es decir superior a 4 metros cúbicos por día, es decir que se requiere activar la electrobomba 3 veces al día, debido a que he cuenta con dos tanques elevados de 1000 metros cúbicos cada uno.

Figura 2



Evolución de los consumos de agua y energía eléctrica, 2016

Durante la estación de verano, los consumos de agua se incrementan y disminuyen ligeramente en los meses de invierno, y en la misma proporción ocurre con los consumos de energía eléctrica, no siendo el único factor influyente en ello.

En la figura 2, se observa que en el mes de Marzo del año 2013 se tiene el mayor registro de consumo de agua, como también el mayor registro de consumo de energía eléctrica; es decir los incrementos de consumo de agua, varían linealmente en los incrementos de consumo de energía eléctrica; ello implica que la electrobomba tiene mayor tiempo y veces de funcionamiento durante el día.

1.2 Trabajos Previos.

(Fernández Figueroa, 2012) en su tesis “Guía general para el cálculo, instalación y mantenimiento de bombas hidroneumáticas” concluye que entre los distintos equipos de abastecimiento y distribución de agua en edificios e instalaciones industriales, las bombas hidroneumáticas se ha considerado ser una opción eficiente y versátil, con grandes ventajas frente a otras; este sistema evita construir cisternas elevados, colocando un tanque parcialmente lleno con aire a presión.

Lo cual produce que la red hidráulica mantenga una presión excelente. Un deficiente cálculo conlleva a una mala selección de equipo que a su vez desperdicia la energía tanto hidráulica como eléctrica, siendo necesario contar con un equipo adecuado, y para lograr que la utilización de estos recursos sea eficiente.

Además, todos los componentes de la bomba deben estar instalados correctamente y recibir un mantenimiento adecuado, para que se tenga la seguridad de que el sistema trabajará óptimamente y por largo tiempo. Para lo anterior se propuso la elaboración de una Guía general que sistematiza los cálculos y criterios para obtener mejores resultados en la selección de bombas hidroneumáticas. Además incluyendo la información de cómo realizar la instalación y su respectivo mantenimiento, de acuerdo con las normas establecidas por el fabricante.

(Paiz Cano, 2015) en su tesis “Diseño del programa para la adecuada operación y mantenimiento de bombas hidráulicas en hospitales nacionales” señala que.

El abastecimiento de agua para la prestación del servicio hospitalario es indispensable y muchas unidades de salud sufren de un abastecimiento deficiente o casi nulo por parte de las redes de distribución municipal de agua, se hace necesario que los hospitales públicos utilicen pozos y tanques de agua para tener a su disposición el vital líquido. Es aquí donde surge la necesidad de utilizar bombas hidráulicas para bombear el agua desde pozos, o los depósitos donde ha sido almacenada el agua hasta

las diversas áreas del hospital. Dependiendo de su aplicación se pueden usar distintos tipos de bombas.

Además encontramos que debido a la escasez de recursos en el sector público muchas veces se adquieren equipos sin analizar consideraciones operativas y la capacitación técnica que se le debe dar personal encargado de operar y dar mantenimiento a los equipos, por lo que la vida útil de los equipos se reduce o los equipos son descartados debido a fallas menores. Ante esta situación es necesario cuantificar qué cantidad de equipos se encuentran con desperfectos o inservibles y determinar las causas para su eliminación.

Como consecuencia de lo anotado y dada la importancia que tiene el equipo de bombeo, se requieren estructurar normas para su operación y mantenimiento, así como el diseño de estrategias que permitan cuantificar y reducir costos por operación de bombas hidráulicas dentro de los hospitales nacionales.

(Argueta Méndez, 2011) en su tesis “Implementación de sistemas hidroneumáticos residenciales, ventajas y desventajas” concluye que El conocimiento acerca de la implementación de sistemas hidroneumáticos en general es necesario, ya que hoy en día, constituye una opción más que justificada y viable por la cantidad de ventajas ante los sistemas tradicionales, como lo son: la presión constante, no permiten la acumulación de suciedad y algas en las tuberías, entre otras. Además de los beneficios que conlleva su instalación, como su bajo mantenimiento, el uso de poca tubería e implementos extras, el mejor funcionamiento de aparatos de uso doméstico, etc. Conocer el caudal de diseño determinará el buen o mal funcionamiento del sistema hidroneumático que se instale, así como la elección del tanque presurizado a utilizar, ya que de él depende que la presión se mantenga constante por toda la tubería.

El espacio a utilizar es esencial para hacer válidas muchas de las ventajas de los sistemas hidroneumáticos sobre otros métodos de distribución de agua, ya que son versátiles y se adaptan a cualquier lugar y espacio disponible, al utilizarse un tanque vertical el espacio utilizado será mínimo.

(San Martín Escobar, 2013) en su tesis “Análisis de alternativas y diseño de sistema de abastecimiento de agua potable rural Malloco Lolenco, Comuna de Villarica, IX Región de Araucanía” efectuó el análisis de alternativas y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable rural para la localidad de Malloco Lolenco, consultando cuatro alternativas diferentes, donde la fuente de agua es común para todas las alternativas, la cual es un sondeaje existente con capacidad de entregar un caudal de 14 [Lt/s].

La alternativa 1 supera en un 9,0 % y la alternativa 4 supera en un 19,3 % a la opción que tiene el menor valor actual de costos. Se concluye entonces que para la alternativa 2 y 3 la suma de todos los costos llevados a valor presente es de \$ 248.183.234 y \$ 254.552.650 respectivamente. Esto quiere decir que para implementar la alternativa 2 y 3 es necesario invertir \$ 232.664 y \$ 238.635 por vivienda.

1.3 Teorías Relacionadas al Tema.

1.3.1 Teoría Científica.

Las teorías científicas en las cuales se sustentan la elaboración del proyecto de investigación, son las correspondientes a la energía que requiere el fluido, al accionamiento con motores eléctricos y compresores de aire.

Potencia Hidráulica.

La potencia que se requiere para elevar un fluido por medio de una tubería hacia un punto ubicado a una altura del nivel del piso terminado se expresa:

$$P = \gamma * Q * H$$

Dónde:

P: Potencia en Watt.

Q: Caudal en m³/s.

H: Altura de elevación del fluido.

Ecuación de Bernoulli.

La ecuación de Bernoulli, establece los tipos de energía que posee un fluido en algún punto de su desplazamiento; existiendo tres tipos de energía que adquiere un fluido: Energía de Velocidad, Energía de Presión y Energía Potencia, y se expresa:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H_b = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_p$$

Dónde:

P1: Presión en el punto de impulsión 1.

V1: Velocidad del fluido punto 1.

Z1: Altura punto 1, se puede tomar como referencia e igual a cero.

Hb: Altura en metros de energía que entrega la electrobomba.

P2: Presión en el punto de salida 2

V1: Velocidad del fluido punto 2

Z1: Altura punto 2.

Hp: Altura de Pérdidas (Pérdida de Presión).

La altura de pérdidas o la pérdida de presión, se origina por la fricción que ocurren entre el fluido que se desplaza y la tubería. Estas pérdidas serán

mayores o menores en función a la geometría de la tubería así como también a las características del flujo.

Los flujos pueden ser laminar y turbulento. Esta clasificación está dado por el Número Adimensional de Reynold, el cual establece que para números menores a 2300 será laminar y que para números mayores a 4000 será turbulento.

El número de Reynolds, se expresa:

$$R_e = \frac{\text{Fuerzas Inerciales}}{\text{Fuerzas Viscosas}} = \frac{\rho * D * v}{\mu} = \frac{v * D}{\nu}$$

Donde:

ρ = Densidad del fluido

μ = Viscosidad dinámica del fluido

v = Velocidad del fluido

D = Diámetro interno de la tubería

ν = Viscosidad cinemática del fluido

La ecuación para determinar la pérdida de carga es la de Darcy – Weisbach.

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Dónde:

H_f: Pérdida de carga, en metros.

f: Factor de fricción, se obtiene con el diagrama de Moody o la ecuación Coolebrock.

V: Velocidad del flujo, en m/s.

D: Diámetro de la tubería, en metros.

El factor de fricción f, se obtiene por medio del diagrama de Moody, o la ecuación de Coolebrok.

El Diseño de un Sistema debe conducir a:

- El tamaño de las instalaciones, de acuerdo al estudio del mercado, es decir se determina el alcance del proyecto.
- Diseño para cada uno de las etapas, incluyendo al aspecto administrativo.
- Se debe identificar las fuentes de donde se financia el proyecto.
- Descripción de términos de contratación y pliegos de licitación de obras para adquisición de equipos y construcciones civiles principales y complementarias.
- Sometimiento del proyecto si es necesario a las respectivas autoridades de planeación y ambientales.
- Aplicación de criterios de evaluación tanto financiera como económica, social y ambiental, que permita allegar argumentos para la decisión de realización del proyecto.

1.3.2 Sistema de Bombeo de Agua.

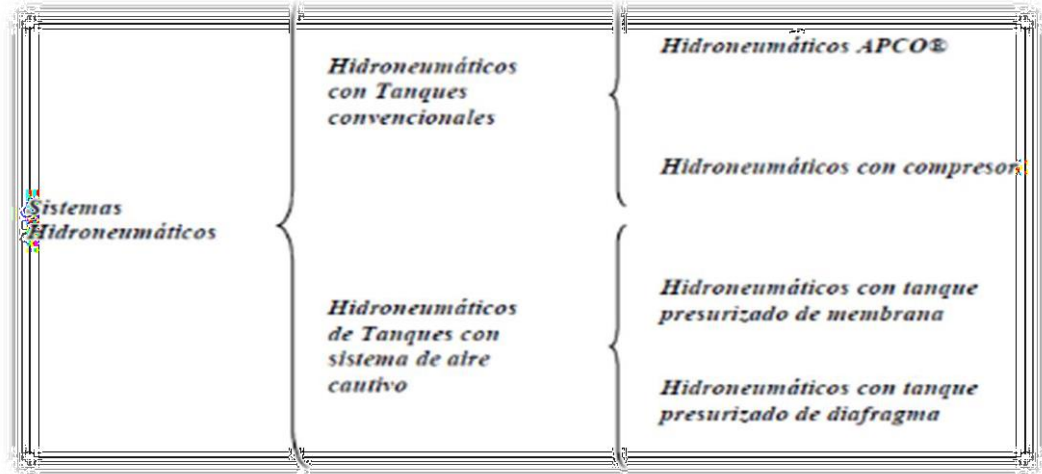
En los edificios comerciales, de oficinas o industriales, hospitales, etc. existen una gran variedad de sistemas hidráulicos en los cuáles se utilizan bombas y dispositivos que controlan procesos o suministran servicios. Las diversas aplicaciones de estos sistemas generan en sí una clasificación, otra puede generarse de la configuración de la red, una más de acuerdo a la cantidad de bombas que utiliza y también puede clasificarse por sus puntos de interacción con la atmósfera.

Sistema Hidroneumático.

Un sistema hidroneumático es un equipo de bombeo que se encarga de presurizar una red de abastecimiento de agua por medio de una o más bombas un tanque de presión que almacena agua y aire en forma parcial simultánea. Su nombre viene del griego hidros que significa agua y neumáticos que se refiere al aire, la terminación '-máticos' toma connotaciones de movimiento, sin embargo es usualmente asociado al funcionamiento por sí sólo, es decir, automático.

Tipos

Dependiendo del método por el cual los sistemas hidroneumáticos almacenan aire en sus tanques presurizados se clasifican como sigue:



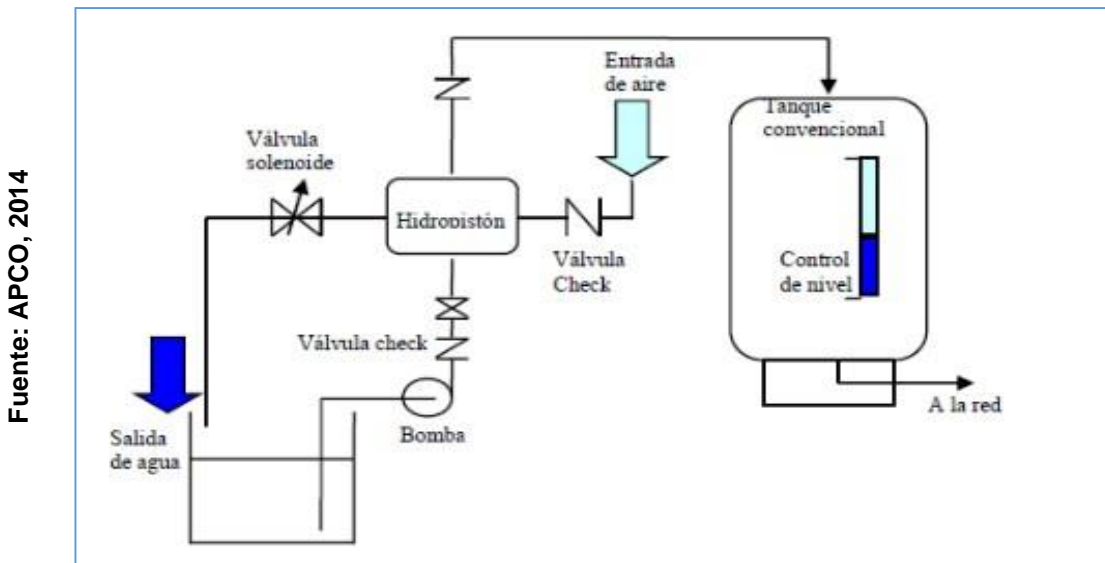
Clasificación de los sistemas hidroneumáticos.

Los sistemas hidroneumáticos que utilizan tanques convencionales almacenan aire por medio de un dispositivo o arreglo externo de forma que cuando se recibe una señal, generalmente enviada por un control de nivel, se activa el sistema de suministro de aire y cuando se tiene la cantidad necesaria dentro del tanque el mismo control desactiva el dispositivo.

Hidroneumático APCO.

Este sistema diseñado por el Dr. Carlos Farías de la Garza y comercializado por su compañía dedicada a la fabricación de bombas y sistemas, consta de un tanque de placa de acero con tapas semi-elípticas y conexiones para entrada y salida del flujo de agua y un control de nivel; además tiene un tanque pequeño (con respecto al tanque principal) llamado hidropistón que determina la entrada de aire por ciclo al sistema y una serie de válvulas check y solenoides.

Figura3

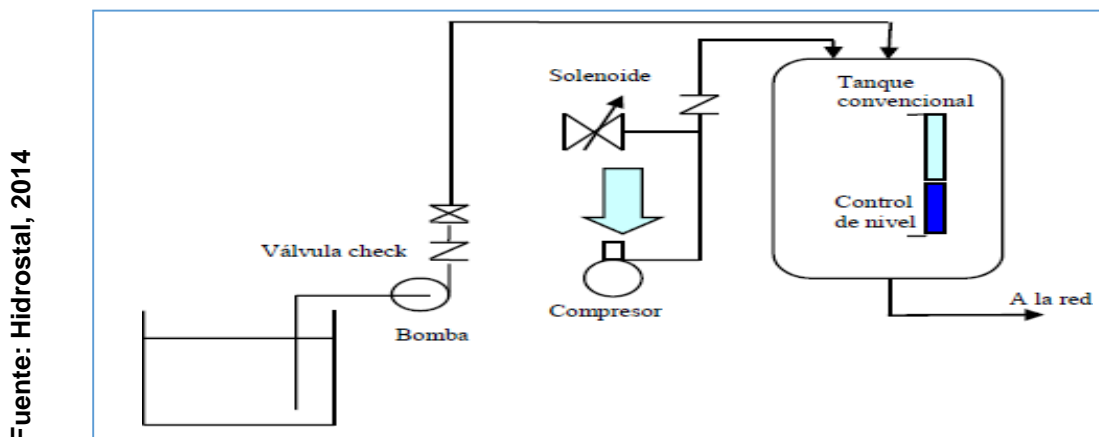


Esquema del sistema hidroneumático APCO.

Hidroneumático con compresor.

En este sistema tenemos el mismo tipo de tanque sólo que el sistema de inyección de aire es por medio de un compresor, así el control de nivel y una serie de electrodos de nivel colocados en el tanque se encargan de realizar las secuencias de inyección de aire para mantener el colchón necesario y proveer de presión a la red.

Figura 4

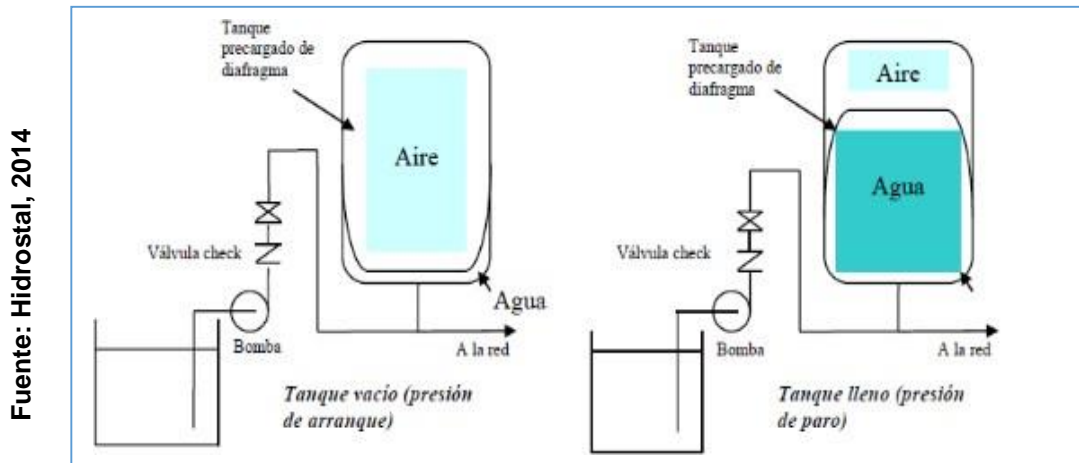


Esquema del sistema hidroneumático con compresor.

Hidroneumático con tanque diafragma.

Eran muy complicados y se debía mantener un estricto programa de revisión de cada uno de ellos por lo que elevaba el costo ya que los electrodos de nivel estaban expuestos a altos grados de corrosión y los contactos del control había que reemplazarlos constantemente.

Figura 5

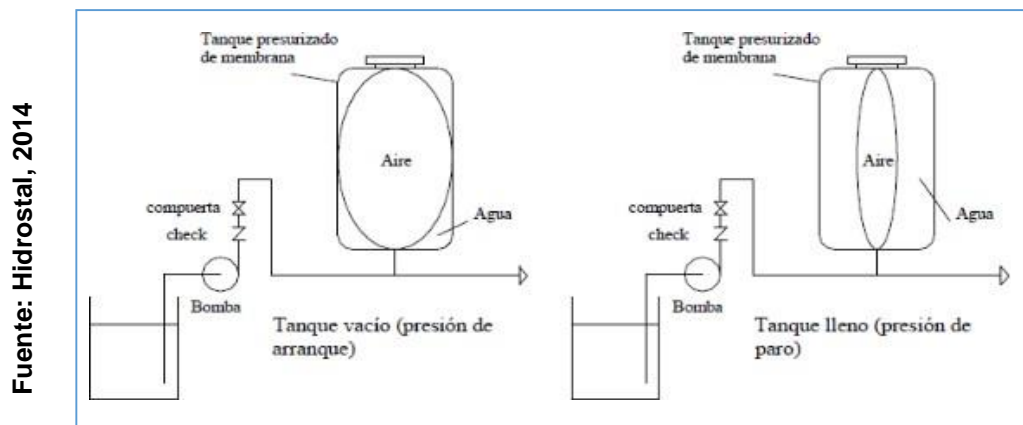


Sistema hidroneumático con tanque de diafragma.

Hidroneumático con tanque de membrana.

Los tanques de membrana suelen fabricarse en todos los tamaños lo que permite aplicaciones domésticas, comerciales e industriales. Además la mayoría de los fabricantes diseñan sus tanques con membranas intercambiables, lo que hace que su ventaja sea las membranas de repuesto.

Figura 6



Esquema del sistema hidroneumático con tanque de membrana.

1.4 Formulación del Problema.

¿Cómo diseñar un sistema Hidroneumático para reducir consumo eléctrico en edificio San Gabriel Torre 2?

1.5 Justificación del Estudio.

1.5.1 Justificación Técnica.

El presente proyecto se justifica técnicamente, porque mediante el sistema hidráulico complementado con el neumático y eléctrico, logra optimizar el consumo de energía eléctrica durante el mes de funcionamiento; y esto radica en que los habitantes de cada departamento recibirán agua directamente desde el tanque de almacenamiento de agua ubicado en el sótano del edificio, sin necesidad de tener tanque de almacenamiento en la azotea, y de esa manera disminuir el consumo de energía, así mismo se garantiza que en cada salida de agua, se tendrá la presión adecuada para las diferentes actividades que se desarrolla. Una disminución del consumo de energía eléctrica, también involucra una disminución de la máxima demanda y por ende un incremento del factor de carga eléctrica de la vivienda multifamiliar.

1.5.2 Justificación Económica.

Económicamente se justifica el proyecto de investigación porque se analiza los costos de inversión y los costos de operación de ambos sistemas, tanto el convencional como el hidroneumático. Los costos de instalación del sistema son mayores que el convencional, pero la rentabilidad se analiza en los gastos de la energía eléctrica mensual, los cuales disminuyen ostensiblemente, debido a que sólo se utiliza el agua que se requiere y a la presión que se necesita.

1.5.3 Justificación Social.

Se justifica el análisis, desde éste punto de vista, porque los habitantes de los departamento del edificio, tendrán acceso directo al agua a la hora oportuna, con la presión deseada, el cual incentiva a que sus actividades los realice dentro del tiempo estipulado, incrementando su calidad y estilo de vida.

1.5.4 Justificación Ambiental.

Ambientalmente se justifica el proyecto de investigación, porque al tener menos consumo de energía eléctrica mensual, se tendrá menor efecto de contaminación el medio ambiente por parte de los gases de la combustión de las centrales térmicas en donde se origina la energía eléctrica a la red del sistema interconectado nacional.

1.6 Hipótesis.

El diseño de Sistema Hidroneumático de abastecimiento de Agua permite determinar la reducción de consumo eléctrico en edificio San Gabriel Torre 2 – Chiclayo.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General.

Realizar el diseño de sistema hidroneumático de abastecimiento de agua para determinar la reducción del consumo eléctrico en edificio San Gabriel Torre 2 Chiclayo.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- a) Hacer un diagnóstico del consumo de energía eléctrica para abastecimiento de agua.
- b) Analizar el funcionamiento del sistema convencional de bombeo de agua, para identificar las pérdidas de energía, y su influencia en el consumo eléctrico.
- c) Dimensionar y seleccionar los componentes del sistema hidroneumático, determinando el ahorro de energía eléctrica frente al sistema de bombeo convencional del agua.
- d) Realizar un análisis económico de la propuesta, utilizando indicadores como son TIR, VAN y relación benéfico costo.

II. METODO.

Tipo de Estudio

Es un estudio aplicado, porque se hace uso de conocimientos teóricos de las tecnologías de bombeo y el consumo de energía eléctrica para dar solución a la realidad problemática de la empresa en estudio. A su vez es un estudio descriptivo, porque pretende describir y medir las variables de estudio; además de tipo transversal porque la información es captada en un solo tiempo.

2.1 Diseño de Investigación.

El diseño de investigación utilizado para esta investigación es correlacional.

2.2 Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable Independiente.

Diseño de sistema hidroneumático de abastecimiento de agua.

2.2.2 Variable Dependiente.

Consumo de energía eléctrica en edificaciones familiares.

2.2.3 Operacionalizacion.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente : Diseño de Sistemas Hidroneumático de abastecimiento de agua	Es un sistema que utiliza la presión del aire para impulsar el agua hacia los diferentes lugares de consumo de agua en el edificio, a una presión determinada, con bajo consumo de energía eléctrica.	La medición de ésta variable consiste en determinar el dimensionamiento de los elementos del sistema que consiste la electrobomba, el compresor, y los sistemas de control.	Energía cinética Energía Hidráulica. Energía eléctrica	Torque Revoluciones por minuto Intensidad de corriente Potencia Eléctrica	Guía de Observaciones	-Amperios -KW -RPM -Voltios
Variable Dependiente: Consumo de energía eléctrica en edificaciones familiares	La energía eléctrica es la que requiere el compresor y el motor eléctrico para accionar el sistema.	El consumo de energía eléctrica varía en función a la potencia eléctrica de los equipos y el tiempo de accionamiento de éstos, el factor de potencia, y la eficiencia de cada elemento,	Consumo de energía de la electrobomba Consumo de energía del compresor de aire	Potencia Eléctrica. Tiempo de funcionamiento	Guía de observación	-Kw. Horas.

2.3 Población y Muestra.

Objeto de análisis (OA).

El objeto de estudio son los consumos de energía para el abastecimiento de agua en los edificios Multifamiliares, al utilizarse diferentes sistemas existentes.

Población.

La población está compuesta por el consumo de energía eléctrica en 10 Departamentos del edificio Multifamiliar de San Gabriel Torre 2 de 5 niveles, ubicado en la ciudad de Chiclayo.

Muestra.

La Muestra coincide con la población.

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

2.4.1 Técnicas de recolección de datos.

Observación directa

Se ira al lugar para realizar las pruebas y observaciones en edificios multifamiliares.

Revisión documental

Nos permite tener información necesaria sobre el tema de investigación.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.

Guías de observación

Se verifica el consumo de energía en los sistemas convencionales de impulsión de agua.

Guía de análisis de documentos

Se verifica las fuentes de consumo de energía eléctrica.

2.4.3 Validez y Confiabilidad.

Validez.

La validez de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

Confiabilidad.

Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.5 Método de Análisis de Datos.

Método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar.

2.6 Aspectos Éticos.

El presente proyecto se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre de intereses.

III. RESULTADOS.

3.1 Hacer un diagnóstico del consumo de energía eléctrica para abastecimiento de agua.

El consumo de agua en un edificio multifamiliar se da de manera continua, y su utilización está ligada a que su funcionalidad es por la acción del almacenamiento del agua en los tanques aéreos ubicados en el punto más alto de la edificación, que para ello, utiliza energía mecánica de una bomba accionada por un motor eléctrico. El volumen de agua almacenada está en función al ritmo de consumo de agua durante el día, diferenciándose el consumo en un día de semana, que en un día fin de semana.

Según información estadística, y de acuerdo a lo observado, el consumo promedio de agua por día se describe en la tabla 2.

Tabla 2

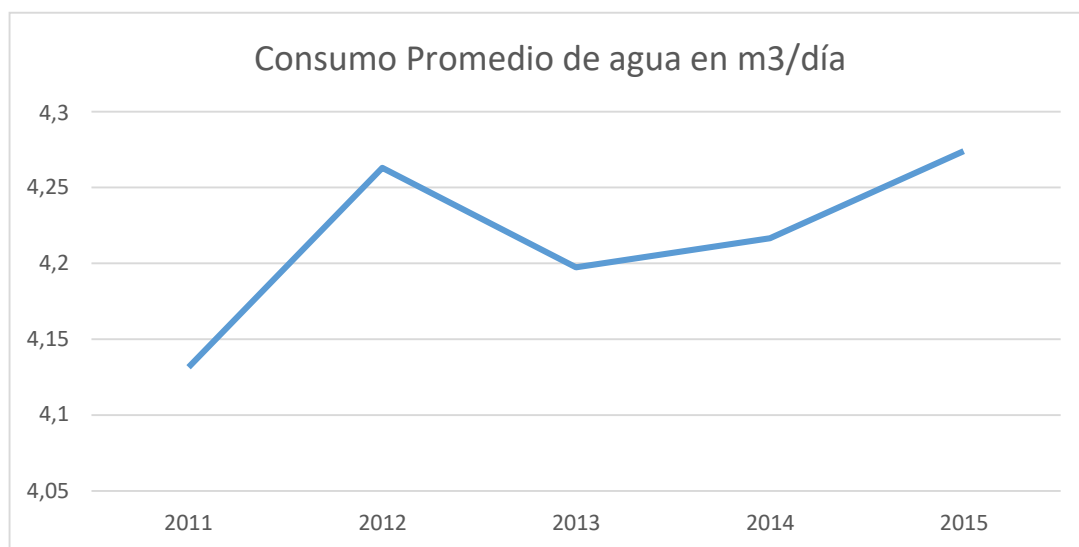
	2011	2012	2013	2014	2015
	Consumo de agua (m3)	Consumo de agua (m3)	Consumo de agua (m3)	Consumo de agua (m3)	Consumo de agua (m3)
Enero	134	139	136	134	139
Febrero	128	133	132	138	132
Marzo	145	151	146	143	146
Abril	132	135	131	132	134
Mayo	118	122	121	120	122
Junio	115	120	128	123	125
Julio	109	114	112	110	118
Agosto	110	113	110	114	112
Septiembre	123	125	121	123	124
Octubre	128	131	129	132	132
Noviembre	134	137	132	134	134
Diciembre	132	136	134	136	142
Promedio/Día	4.132	4.263	4.197	4.216	4.274

Reporte de consumo de agua en edificio

Fuente: Epsel S.A 2016

Fuente: EPSEL S.A 2016

Figura 7

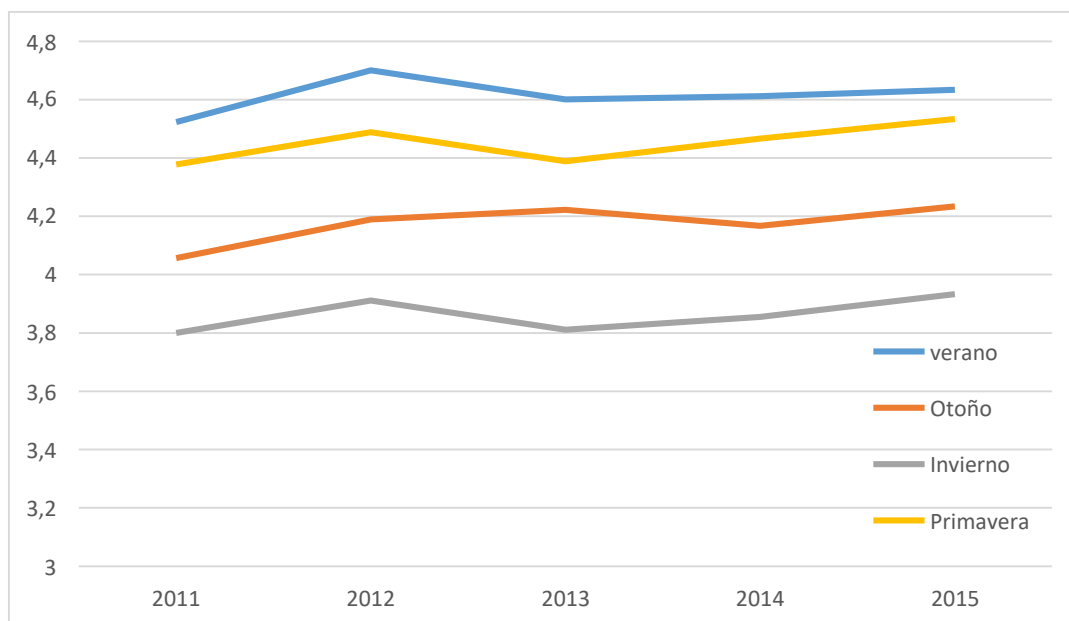


Consumo promedio de agua (m³) por día

En la figura 7, se observa que el consumo promedio de agua en m³, es superior a los 4 m³ por día, y que la tendencia siempre es al alza, en el edificio multifamiliar de 05 pisos. En la figura 8, se realiza el diagnóstico del consumo de agua por día en cada uno de las 4 estaciones del año.

Fuente: EPSEL S.A 2016

Figura 8

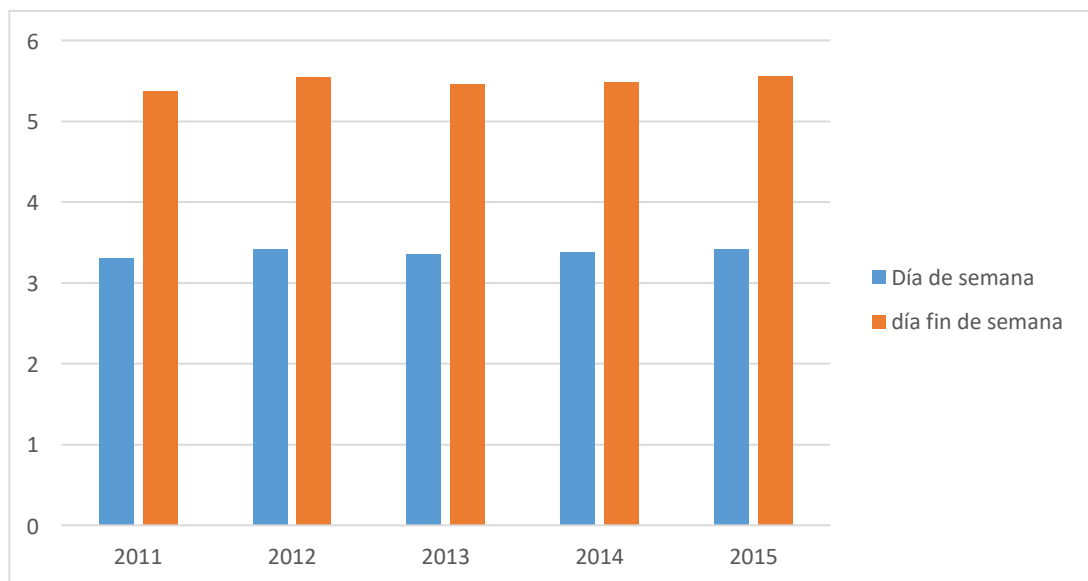


Consumo de agua por día (m³), según estación

En la Figura 8, se puede observar que la tendencia siempre es el alza a medida que transcurren los años, pero la estación de verano es la de mayor consumo de agua, con valores que superan los 4,5 m³ por día. Esto se da debido a las altas temperaturas del medio, así como también las personas tienden a estar más tiempo en sus hogares en los meses de verano, en oportunidades uso ineficiente del agua, fugas, entre otros factores; en la estación de invierno el consumo no supera los 4 m³ de agua por día, estación en donde el agua almacenada en los tanques aéreos permanece mayores horas, siendo el clima un factor influyente en su ritmo de consumo.

En la figura 9, se aprecia el ritmo de consumo del agua en promedio por día, diferenciando el uso en días de semana como en día fin de semana.

Figura 9



Consumo promedio de agua por día (m³)

El consumo de agua en el edificio multifamiliar es diferenciado entre los siete días de la semana. Desde el lunes hasta el viernes el consumo de agua por día supera ligeramente los 3 m³, sin embargo en promedio los días sábados y domingos el consumo de agua es superior a los 5 m³. Esta situación se presenta debido a la permanencia de un alto porcentaje de habitantes en las

viviendas, en las cuales realizan sus actividades pendientes, como son el lavado de ropa, el mantenimiento de la vivienda, entre otros.

Así mismo se realiza la evaluación de los consumos horarios de agua, para lo cual se toma como muestra el promedio de consumo diario de cada año, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Hora	2011	2012	2013	2014	2015
00.00-01.00	0	0	0.01	0.02	0.01
01.00-02.00	0.06	0	0.02	0.01	0.01
02.00-03.00	0	0	0	0	0.02
03.00-04.00	0	0	0.02	0	0
04.00-05.00	0.04	0.05	0.08	0.08	0.05
05.00-06.00	0.15	0.16	0.14	0.19	0.19
06.00-07.00	0.32	0.34	0.38	0.39	0.41
07.00-08.00	0.43	0.42	0.39	0.41	0.39
08.00-09.00	0.33	0.34	0.39	0.32	0.33
09.00-10.00	0.35	0.36	0.32	0.39	0.39
10.00-11.00	0.29	0.32	0.31	0.33	0.29
11.00-12.00	0.21	0.23	0.22	0.24	0.24
12.00-13.00	0.32	0.33	0.31	0.31	0.33
13.00-14.00	0.29	0.32	0.34	0.35	0.33
14.00-15.00	0.12	0.11	0.09	0.12	0.13
15.00-16.00	0.23	0.24	0.19	0.07	0.09
16.00-17.00	0.09	0.09	0.09	0.07	0.09
17.00-18.00	0.07	0.06	0.07	0.08	0.06
18.00-19.00	0.21	0.24	0.22	0.22	0.24
19.00-20.00	0.33	0.34	0.28	0.33	0.29
20.00-21.00	0.12	0.13	0.16	0.11	0.14
21.00-22.00	0.1	0.11	0.09	0.09	0.1
22.00-23.00	0.05	0.06	0.05	0.06	0.09
23.00-24.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.05
Total (m3)	4.13	4.26	4.19	4.21	4.27

Consumos horarios de agua en promedio diario (m3)

Fuente: Elaboración propia, mediante encuesta

Figura 10

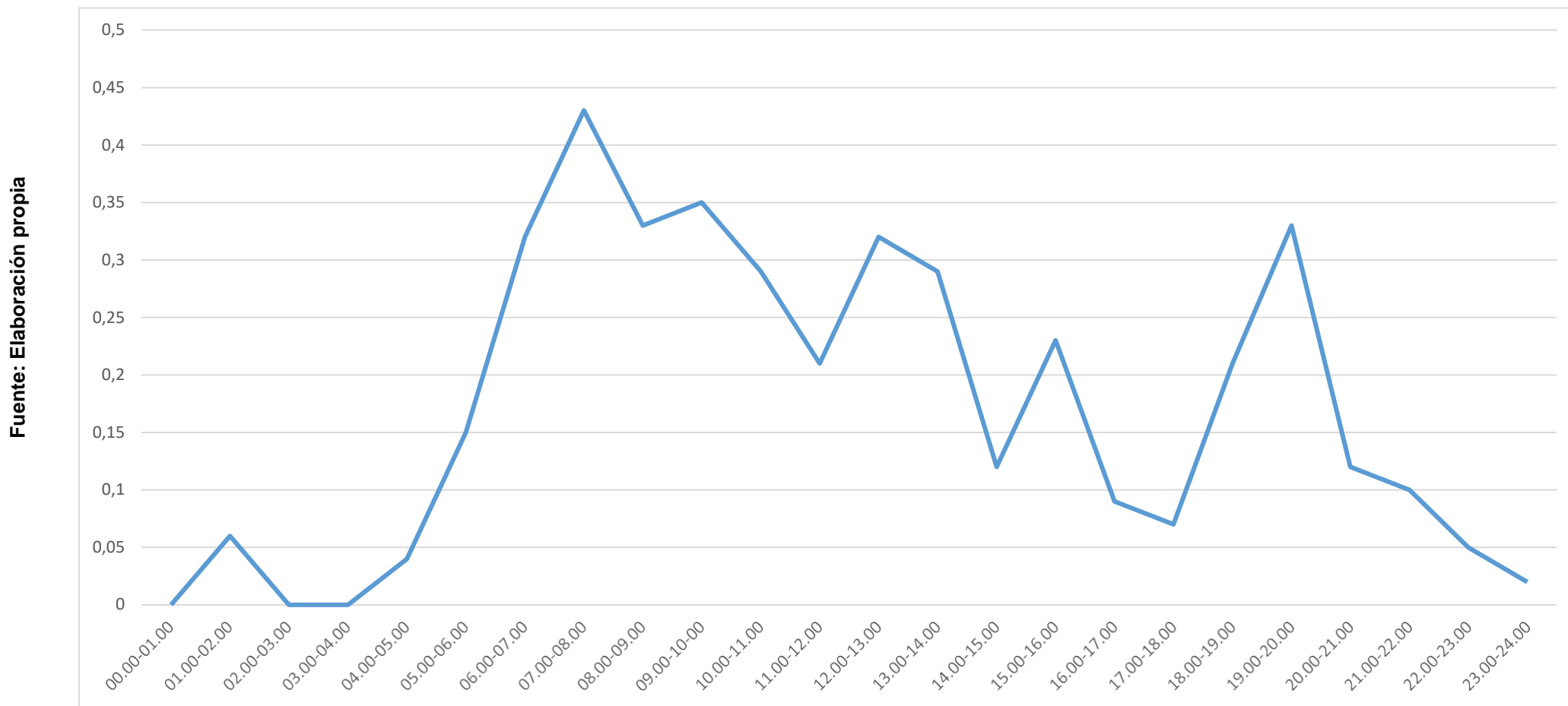


Diagrama de consumo horario de agua en el 2011 (en m3)

Figura 11

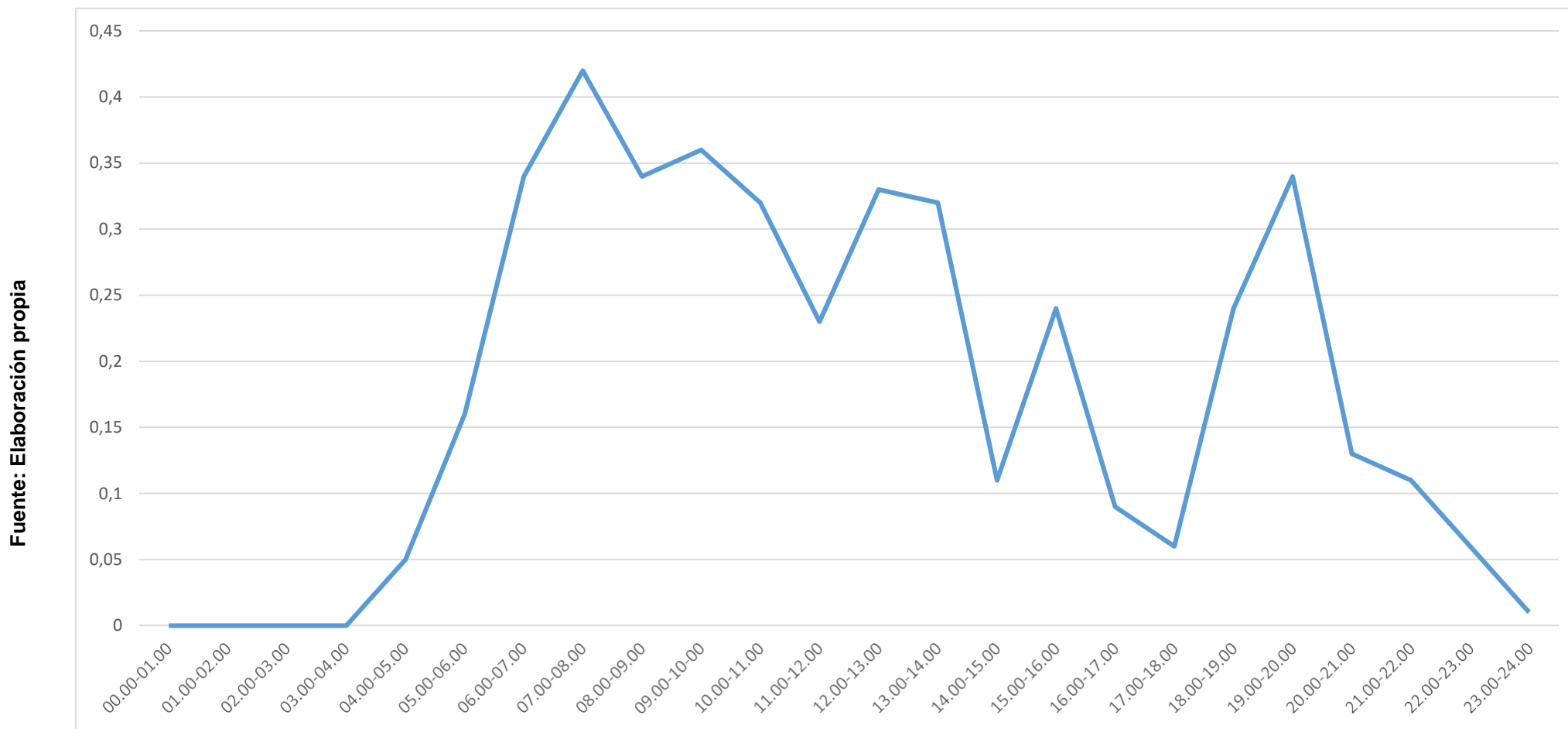


Diagrama de consumo horario de agua en el 2012 (en m3)

Figura 12

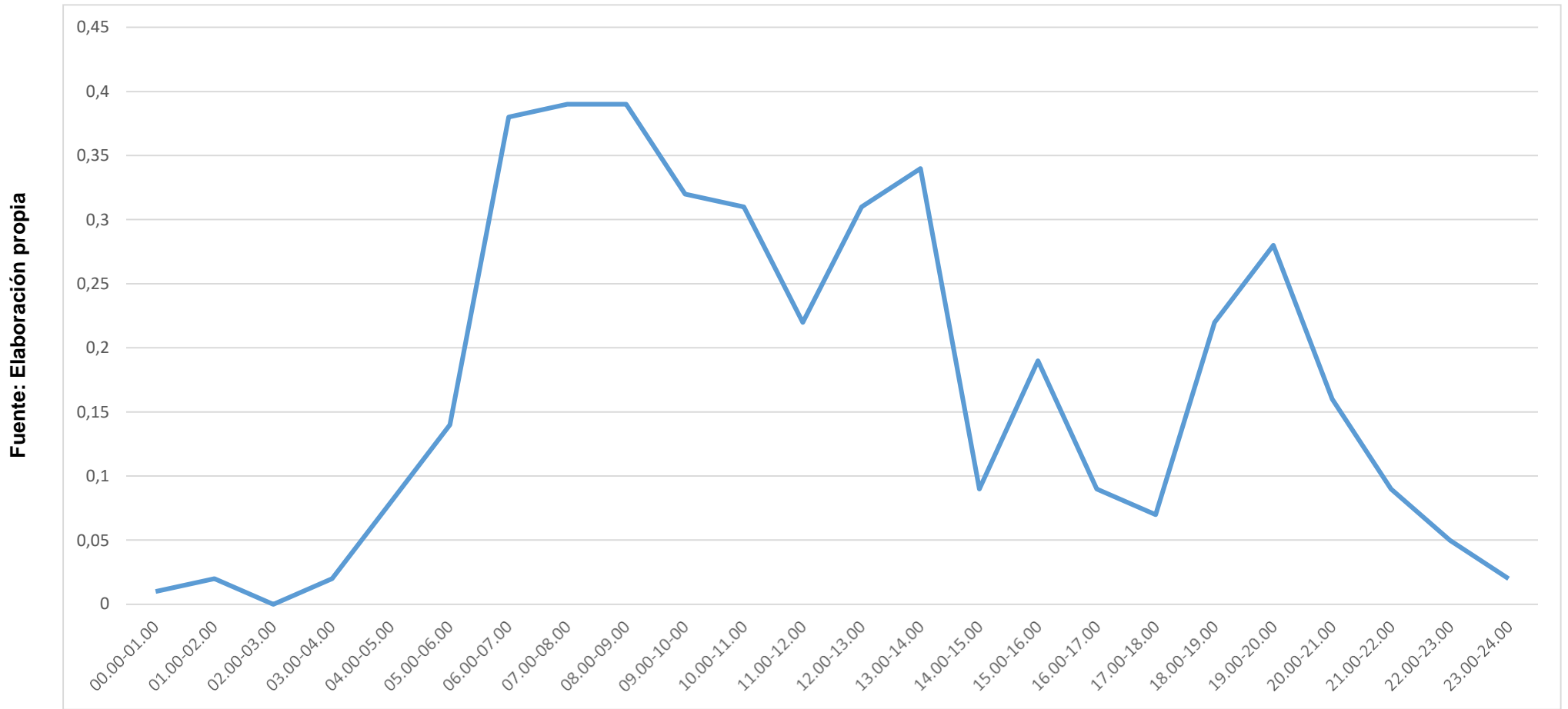


Diagrama de consumo horario de agua en el 2013 (en m3)

Figura 13

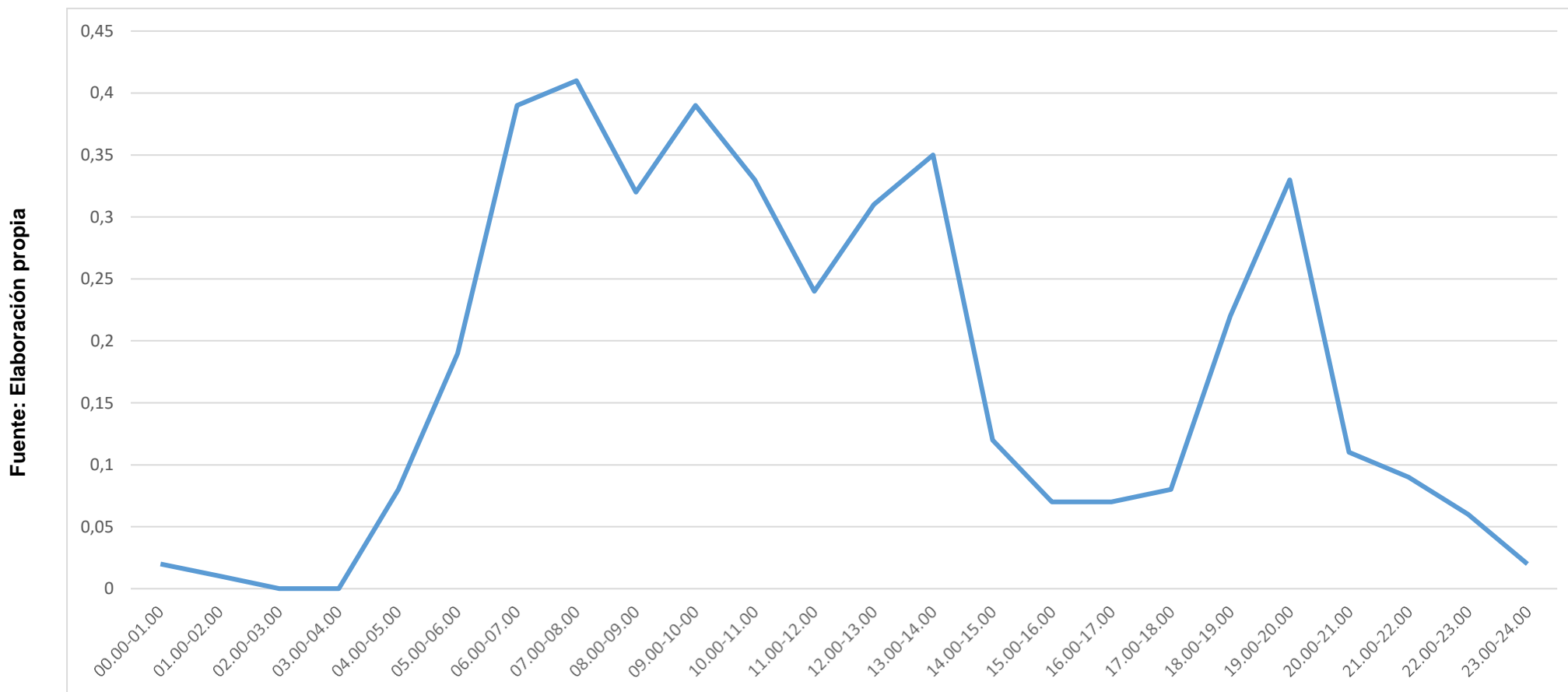


Diagrama de consumo horario de agua en el 2014 (en m3)

Figura 14

Fuente: Elaboración propia

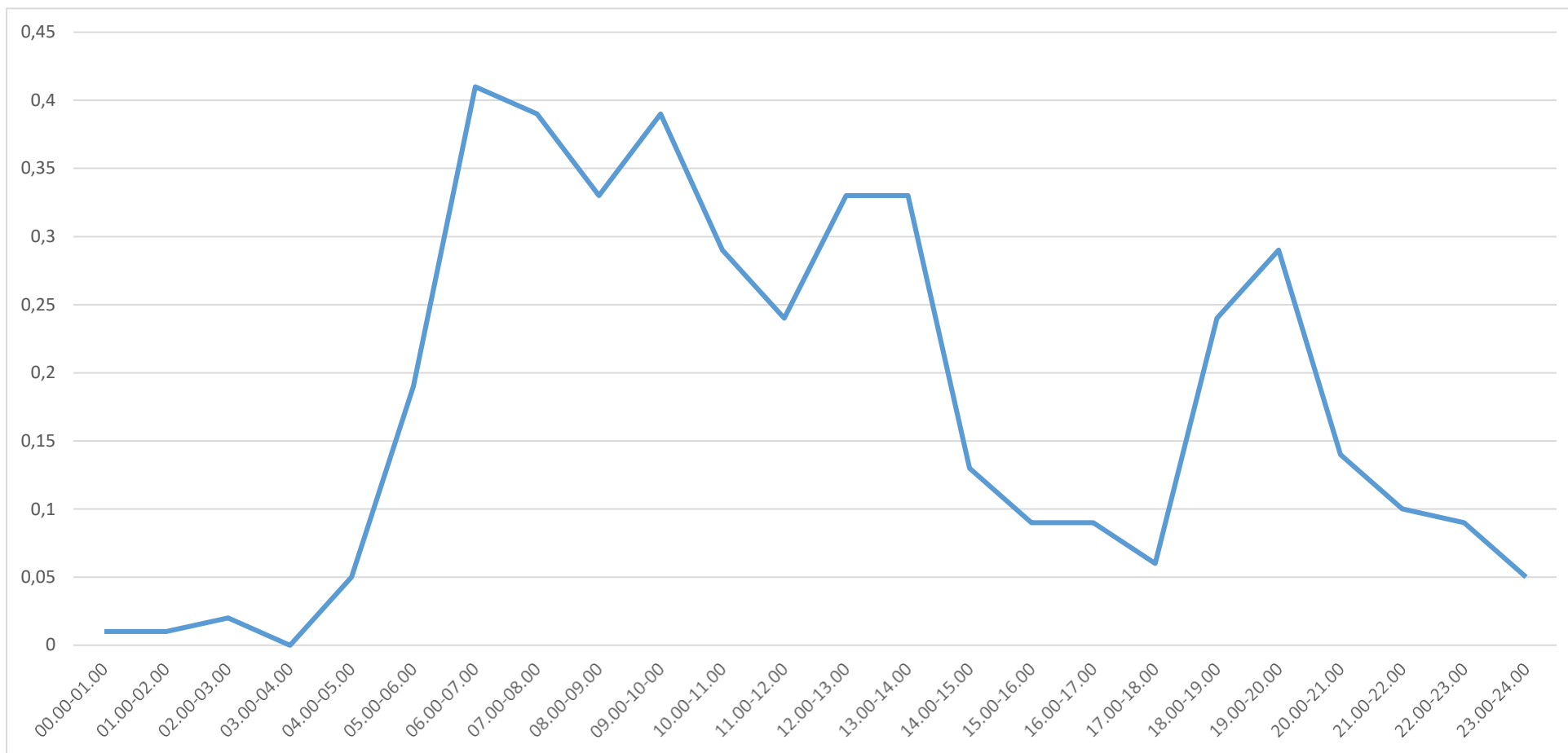


Diagrama de consumo horario de agua en el 2015 (en m3)

3.2 Analizar el funcionamiento del sistema convencional de bombeo de agua, para identificar las pérdidas de energía, y su influencia en el consumo eléctrico.

Consumo energético por sistema de bombeo convencional.

El consumo de energía por sistema de bombeo convencional se analiza de acuerdo a:

Potencia de la electrobomba.

Tiempo de funcionamiento.

Número de veces de funcionamiento por día.

Volumen de agua almacenada en tanque aéreo.

Configuración de conexiones de tuberías y tipo de tuberías.

La potencia de la electrobomba se determina con la ecuación:

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{\varepsilon_1 * \varepsilon_2 * 1000}$$

Dónde.

P: Potencia en Kw.

γ : Peso específico del agua, 9810 N/m³.

Q: Caudal (m³/s).

H: Altura manométrica (m)

ε_1 : Eficiencia del motor eléctrico, (Alta eficiencia: 0.9).

ε_2 : Eficiencia de la bomba. (0.85).

La altura en metros de bombeo, es la diferencia de niveles entre el tanque aéreo y el tanque de almacenamiento subterráneo, así como también de las pérdidas de carga por fricción en tuberías y accesorios.

La diferencia entre ambos tanques es de 18,5 metros, y la pérdida de carga se calcula mediante la ecuación de Darcy, que se expresa:

$$H_p = \frac{f * L * V^2}{2g * D}$$

Dónde:

H_p: Altura de Pérdida de presión, en metros.

f: Factor de fricción.

L: Longitud Total, en metros.

V: Velocidad del fluido, en m/s.

D: Diámetro de la tubería.

El factor de fricción se determina mediante dos formas:

Ecuación de coolebrok.

Diagrama de Moody.

El Número de Reynolds se determina:

$$Re = \frac{V * D}{\vartheta}$$

Re: Número de Reynolds.

V: Velocidad en m/s.

D: Diámetro de la tubería, en metros.

ϑ: Viscosidad en Pascal * Segundo.

Reemplazando valores, se tiene:

La velocidad aproximada de flujo en tuberías se determina a partir de la ecuación:

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

El caudal Q de la electrobomba es de 140 Litros por minuto, equivalente a 1,5 litros por segundo, o de 0.0023 m³/s. Y el diámetro de la tubería es de 1" = 0.0238m (tubería PVC pavco)

$$V = \frac{4 \cdot 0.0023}{\pi (0.0238)^2} = 5.17 \text{ m/s}$$

La viscosidad del agua a 20°C, es 0.001 Pascal por segundo, y la densidad de 1000 Kg/m³.

Por lo tanto

$$Re = \frac{V * D}{\vartheta}$$

$$Re = \frac{5,17 * 0.0238}{0.001/1000} = 123,046$$

El número de Reynolds mayor a 2300 se considera un flujo turbulento.

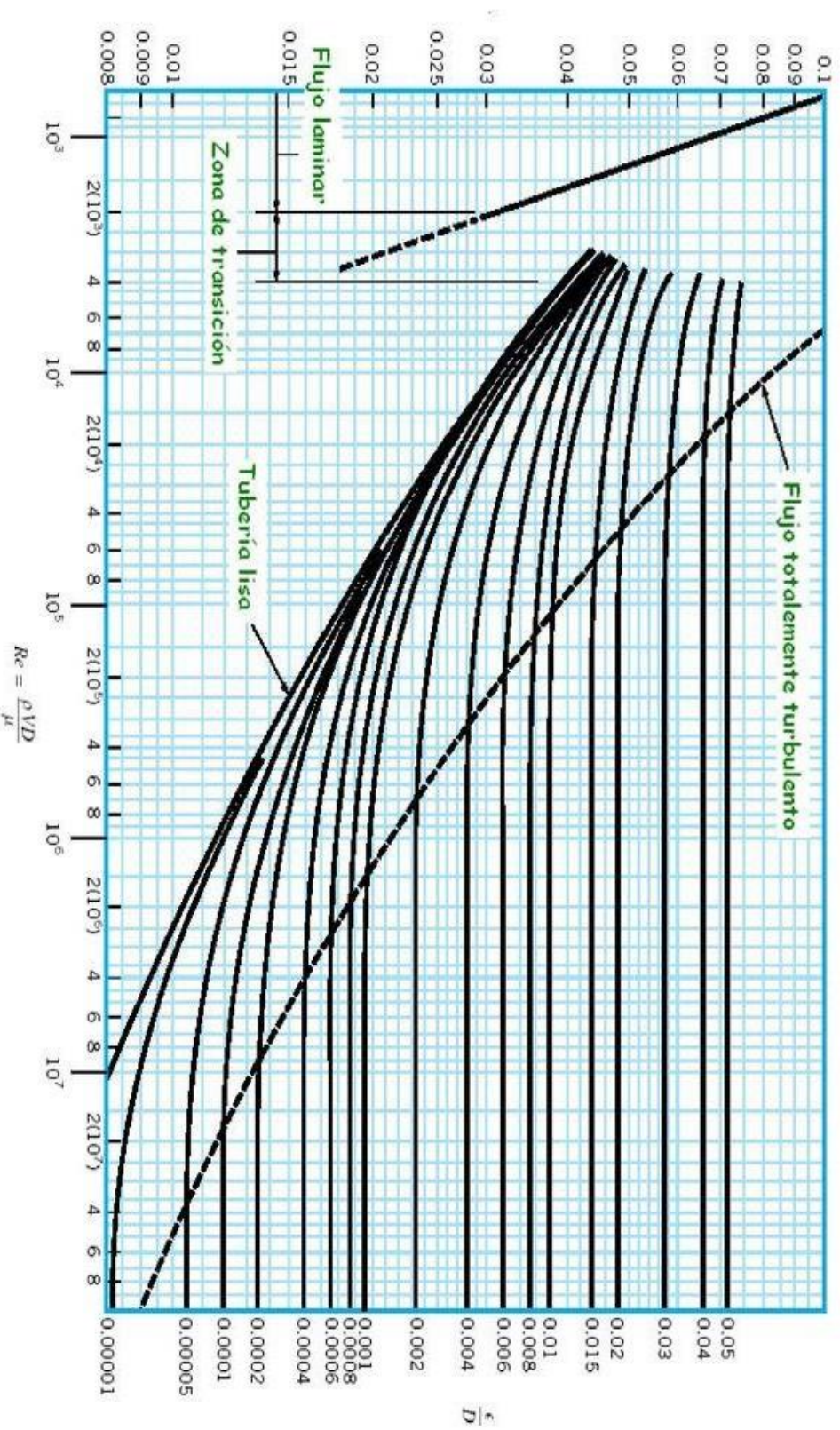
Se tiene que la rugosidad relativa para la tubería de PVC es de: 0.0015mm

$$e = \frac{E}{D}$$

$$e = \frac{0.0015}{23.8} = 0.000063$$

Se tiene que el factor de fricción es de: 0.018 (diagrama de moody)

El diagrama de Moody



Reemplazando en la ecuación de Darcy, la longitud total de la tubería es de 18.5 m.

$$H_p = \frac{f * L * V^2}{2g * D}$$

$$H_p = \frac{0.018 * 18.5 * 5.17^2}{2 * 9.81 * 0.0238} = 19.06m$$

Las pérdidas por accesorios se determinan:

$$H_{acc} = \frac{KV^2}{2gD}$$

Donde:

Hacc: Pérdida de carga por accesorios, en metros.

K: Factor por tipo de accesorio.

V: Velocidad del fluido, en m/s.

D: Diámetro de la tubería, 1" = 0.0238m

El factor por tipo de tubería depende del accesorio, se tiene K = 0.02, para una válvula de golpe, K = 0.011 para válvula check, y K = 0.008 para cambios de dirección.

Reemplazando:

Para válvula de golpe:

$$H_{acc1} = \frac{0.02 * 5.17^2}{2 * 9.81 * 0.0238} = 1.14m$$

Para válvula check (1").

$$H_{acc2} = \frac{0.011 * 5.17^2}{2 * 9.81 * 0.0238} = 0.63 m$$

Para el cambio de dirección (codo de 90 grados).

$$H_{acc3} = \frac{0.008 * 5.17^2}{2 * 9.81 * 0.0238} = 0.46 \text{ m}$$

En resumen las pérdidas totales por accesorios:

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Ítem	Accesorio	Cantidad	K	Hacc (m)
1	Cambio de dirección 90°	3	0.008	1.38
2	Válvula check	1	0.011	0.63
3	Válvula de Golpe	2	0.02	2.28
Total de Pérdida de carga (metros)				4.29

Perdida de carga por accesorios, en metros.

Las pérdidas de carga por fricción, en la tubería y accesorios, es

$$19.06 + 4.29 = 23.35 \text{ m.}$$

La altura manométrica de la bomba, será la suma de la altura entre la ubicación de los tanques: 18.5m y la altura de pérdidas de carga: 23.35 m, lo cual totalizan 41.85 m.

La potencia que desarrolla la electrobomba:

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{\epsilon_1 * \epsilon_2 * 1000}$$

$$P = \frac{9810 * 0.0023 * 41.85}{0.9 * 0.85 * 1000} = 1.23 \text{ KW}$$

La potencia mecánica será

$$P_m = 1.23 / 0.85 = 1.447 \text{ KW}$$

El tiempo que permanece la bomba en funcionamiento a un ritmo de caudal de 140 litros por minuto, se determina por la cantidad de agua que se almacena, teniendo en cuenta que se tiene dos tanques aéreos de capacidad 1000 litros cada uno.

Según los reportes en la tabla 2, se tiene que al mes de marzo se requiere de 146 metros cúbicos al mes, es decir que el número de veces que funciona la electrobomba al mes es de $146/2 = 73$ veces, siendo en promedio $73/30 = 2.43$ veces por cada día para llenar un volumen de 2 metros cúbicos.

Lo que equivale a decir que la electrobomba requiere de 4.27 m³ de agua en el mes de marzo (mes de mayor consumo) en un día, es decir que el tiempo de funcionamiento de la electrobomba se determina:

$$t = \frac{V}{3600 * Q}$$

Donde:

T: Tiempo de funcionamiento en horas

V: Volumen de almacenamiento en m³.

Q: Caudal de impulsión 0.0023 m³/s que corresponde sin considerar las pérdidas de carga.

Reemplazando valores y se considera que para abastecer la demanda de agua se requiere que la electrobomba impulse 3 veces agua, es decir 6 m³ de agua

$$t = \frac{6.00}{3600 * 0.0023} = 0.72 \text{ Horas.}$$

Es el tiempo que requiere la bomba para impulsar el agua hacia los tanques aéreos durante 1 día, con una frecuencia de 3 veces por día.

La energía que se requiere para un día del mes de mayor consumo es:

$$E = P * t$$

E: Energía, en KW-h

P: Potencia de la electrobomba, 1,23 KW

t: Tiempo de funcionamiento, 0.72 horas por día, con 03 veces por día.

Tenemos que: $0.72 * 3 = 2.16$ tiempo de funcionamiento en un día (horas)

Reemplazando valores se tiene una energía de $1.23*0.72 = 0.88$ KW-H por día, que equivale a 26.56 KW-H. por mes.

3.3 Dimensionar y seleccionar los componentes del sistema hidroneumático, determinando el ahorro de energía eléctrica frente al sistema de bombeo convencional del agua.

3.3.1 Cálculo de Sistema Hidroneumático

El sistema hidroneumático, no requiere un tanque de almacenamiento en la parte superior de la edificación, y la presión en el agua que la electrobomba genera es soportada por la presión del aire que proviene de un compresor, que de manera automática, regula las oscilaciones de la presión del aire, hasta niveles previamente determinadas.

Los componentes del sistema hidroneumático son:

- Un tanque de presión, el cual consta entre otros de un orificio de entrada y otro de salida para el agua (en este se debe mantener un sello de agua para evitar la entrada de aire en la red de distribución) y uno para la inyección de aire en caso de faltar el mismo.
- Un número de bombas acorde con las exigencias de la red (una o dos para viviendas unifamiliares y dos o más para edificaciones mayores).
- Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar el agua en el estanque bajo.
- Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque hidroneumático.
- Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre éste y el sistema de distribución.
- Válvula de seguridad.
- Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, para la indicación visual de la relación aire-agua.

- Tablero de potencia y control de los motores.
- Compresor u otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.
- Filtro para aire, en el compresor o equipo de inyección.

Figura 15

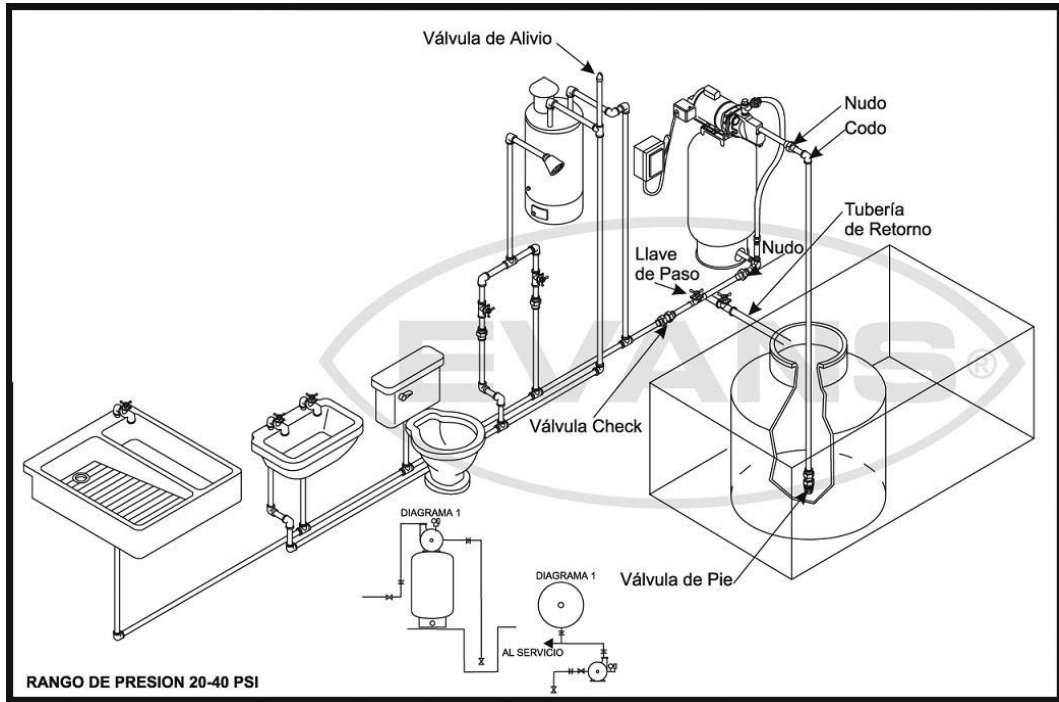


Diagrama de equipo Hidroneumático

Para tanques comerciales, considérense los siguientes, de acuerdo con el gasto máximo supuesto:

Tabla 5

GASTO DE BOMBEO		DIMENSIONES DEL TANQUE	
(LPS)	VOLUMEN (lts)	DIAMETRO (m)	LARGO (m)
3	1750	1,06	2,13
4	2450	1,25	2,17
5	3090	1,06	3,65
6	3570	1,25	3,08
7	4320	1,25	3,69
8	5050	1,35	3,71
9	5480	1,35	4,01
10	5910	1,35	4,31
11	6350	1,35	4,62
12	7170	1,54	4,05
13	7730	1,54	4,35

El volumen de los tanques para el sistema hidroneumático, se muestra en la tabla

Tabla 6

TAMAÑO Y CAPACIDAD DE TANQUES HIDRONEUMATICOS			
Capacidad Aproximada (galones)	DIMENSIONES DEL TANQUE		Peso para una presión de trabajo de 100 lib/pulg ²
	Diámetro en pulg.	Longitud en pies	
65	20	4	115
85	20	5	140
87	24	4	390
110	24	5	470
135	24	6	540
170	30	5	615
205	30	6	715
340	36	7	970
390	42	6	1050
460	42	7	1190
530	42	8	1310
680	48	8	1770
770	48	9	1950
865	48	10	2170
1300	60	10	3240
1600	60	12	3780
2400	72	12	5620
2820	72	14	6500
3150	72	16	7300
3260	84	12	7570
3700	84	14	8800
4330	84	16	9800
4880	84	18	10570
4830	96	14	11700
5580	96	16	12900
7500	96	22	14600
10000	96	29	18600

Fuente: Elaboración propia

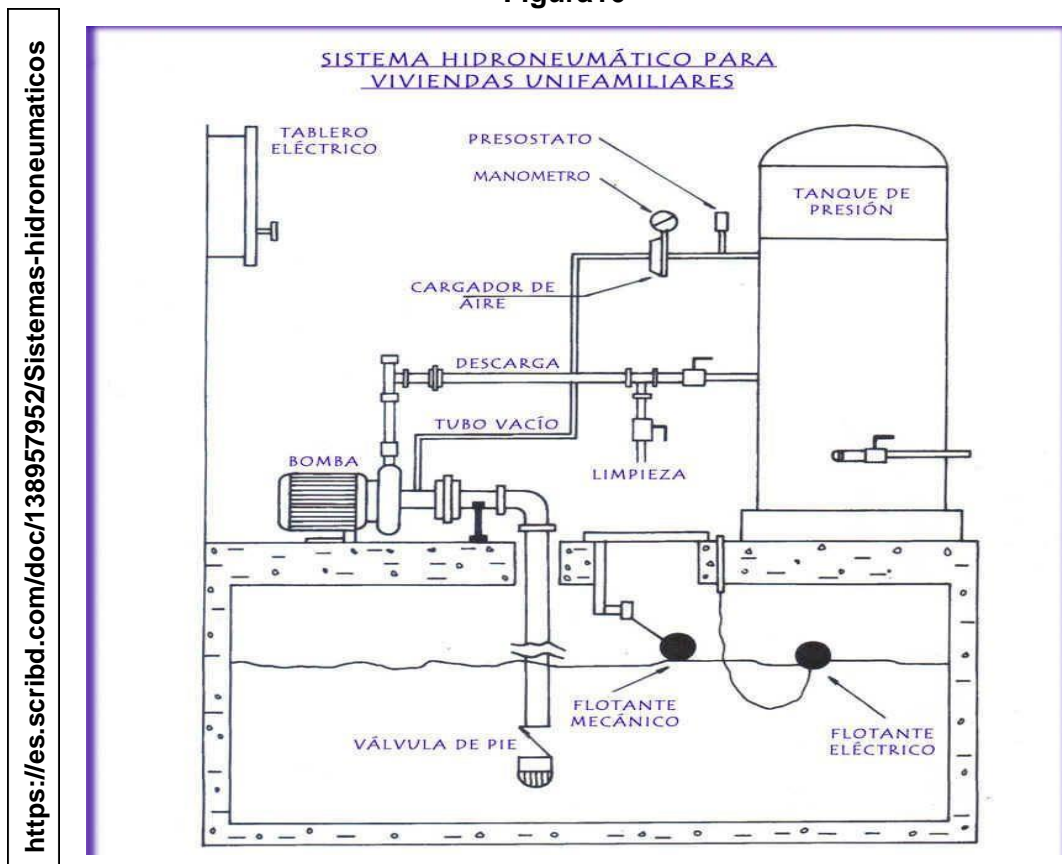
3.3.2 Ciclos de Bombeo

Se denomina ciclos de bombeo al número de arranques de una bomba en una hora. Cuando se dimensiona un tanque se debe considerar la frecuencia del número de arranques del motor en la bomba.

Si el tanque es demasiado pequeño, la demanda de distribución normal extraerá el agua útil del tanque rápidamente y los arranques de las bombas serán demasiado frecuentes. Un ciclo muy frecuente causa un desgaste innecesario de la bomba y un consumo excesivo de potencia.

Por convención se usa una frecuencia de 4 a 6 ciclos por hora, el ciclo de cuatro arranques/ hora se usa para el confort del usuario y se considera que con mas de seis arranques/hora puede ocurrir un sobrecalentamiento del motor, desgaste innecesario de las unidades de bombeo, molestias al usuario y un excesivo consumo de energía eléctrica.

Figura16



Sistema Hidroneumático para viviendas unifamiliares

3.3.3 Presiones de Operación del Sistema Hidroneumático.

- **Presión Mínima (Pmin).**

La presión mínima de operación (Pmin) del cilindro en el sistema hidroneumático deberá ser tal que garantice en todo momento, la presión requerida (presión residual) en la toma más desfavorable y podrá ser determinada por la fórmula siguiente:

$$P_{min} = h + \sum hf + \frac{V^2}{2g} + hr$$

Donde:

h = Altura geométrica entre el nivel inferior y el nivel superior del líquido.

$\sum hf$ = La sumatoria de todas las pérdidas (tanto en tubería recta como accesorios) que sufre el fluido desde la descarga del tanque hasta la toma más desfavorable.

$V^2/2g$ = Energía dinámica o cinética.

hr = Presión residual.

Un estimado bastante preciso (para edificios habitacionales de más de cuatro pisos) es el siguiente:

- Se establece una altura entre placas de 2,75 m (si no hay otro dato)
- Como pérdidas ($\sum hf$) se estima un 10% de la altura de la edificación más unos 7 m de pérdidas en piso.
- Como presión residual se estiman 7 m, cuando los W.C. son con tanque y 12 m cuando son con Fluxómetro.

- **Presión Diferencial y Máxima.**

Según fabricantes de los mecánicos para el sistema hidroneumático recomiendan que la presión diferencial, no sea inferior a 14 metros de columna de agua (20 PSI).

Sin embargo, no fija un límite máximo que se pueda utilizar, por lo que hay que tener en cuenta que al aumentar el diferencial de presión, aumenta la relación de eficiencia del cilindro considerablemente y por lo tanto reduce en tamaño final del mismo.

Sin embargo al aumentar demasiado el diferencial puede ocasionar inconvenientes, pequeños, tales como un mayor espesor de la lámina del tanque, elevando así su costo y obligando a la utilización de bombas de mayor potencia para vencer la presión máxima, o casos graves, tales como fugas en las piezas sanitarias y acortamiento de su vida útil. La elección de la Presión Máxima se prefiere dejar al criterio del proyectista.

3.3.4 Dimensionamiento de las Bombas y Motores.

La primera consideración al seleccionar el tamaño de las bombas, es el hecho de que deben ser capaces por si solas de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la (s) otra (s) y para cubrir entre todas, por lo menos el 140 % de la demanda máxima probable.

Como ya fue mencionado, solo es permitido el uso de una bomba en el caso de viviendas unifamiliares; en cualquier otro tipo de edificaciones deben seleccionarse dos o más unidades de bombeo.

Ya que se debe dejar una unidad de bombeo de reserva para la alternancia y para confrontar caudales de demanda súper-pico, se deberá usar el siguiente criterio: La suma total de los caudales de las unidades de bombeo utilizados no será nunca menor del 140 % del caudal máximo probable calculado en la red.

Potencia requerida por la bomba y el motor

La potencia de la bomba para un sistema hidroneumático podrá calcularse por la misma fórmula indicada anteriormente:

$$HP = \frac{Q(lps) * H(metros)}{76 * \left(\frac{n\%}{100}\right)}$$

Las bombas deben seleccionarse para trabajar contra una carga por lo menos igual a la presión máxima en el tanque hidroneumático.

Esto está indicado en Gaceta para garantizar que las unidades de bombeo seleccionadas alcancen la presión máxima requerida por el sistema hidroneumático; pero de tenerse a mano curvas características de las unidades de bombeo, la selección podrá hacerse por medio de ellas.

La potencia del motor eléctrico que accione la bomba será calculada según las mismas consideraciones utilizadas en el cálculo de los sistemas de tanque a tanque.

Dimensionamiento del Tanque a Presión.

El dimensionamiento del tanque a presión, se efectúa tomando como parámetros de cálculo el caudal de bombeo (Qb), el caudal de demanda (Qd), los ciclos por hora (U), y las presiones de operación, el procedimiento resumidamente es así:

Tc representa el tiempo transcurrido entre dos arranques consecutivos de las bombas, y se expresa como sigue:

$$Tc = \frac{1hora}{U}$$

Dado que $U = 6$ por definición.

Por lo tanto para caudales en lts/seg y tiempos en segundos:

$$Tc = \frac{3600}{6} = 600 \text{ seg.}$$

Por definición, el momento en que ocurren más ciclos en una hora es cuando el caudal de demanda (Q_d) es igual a la mitad del caudal de bombeo (Q_b), por lo tanto:

$$Q_d = 0.5 Q_b$$

Calculo del Compresor.

Siendo la función del compresor la de reemplazar el aire que se pierde por absorción del agua y por posibles fugas, su tamaño es generalmente pequeño. Debe vencer una presión superior a la máxima del sistema, y su capacidad no pasa de pocos pies cúbicos de aire por minuto.

En efecto, el agua tiene una capacidad de disolver a 15 °C y a 14,696 psi (10,34m de columna de agua) 21,28 dm³ de aire por cada metro cúbico (1 m³) de agua, suponiendo que esta agua no tuviera ninguna materia en solución.

Ahora bien, la capacidad de solución del agua está ya en parte agotada por el cloro de desinfección; por lo tanto el compresor necesario para reponer el aire absorbido por el agua debe ser muy pequeño, donde:

U = Número de ciclos por hora.

b = Determinación del volumen útil del tanque (V_u).

Es el volumen utilizable del volumen total del tanque y representa la cantidad de agua a suministrar entre la presión máxima y la presión mínima.

$$V_u = T_c * Q_b$$

Los datos que suministra la experiencia, son resumidos en diferentes tablas y reglas, por ejemplo según la firma PEERLES PUMP DIVISION, compresores con capacidad de 1 a 2 pies cúbicos por minuto (28.317 cm³ a 56.634 cm³ por minuto) por cada 1.000 galones (3.785 Lts) de capacidad

total del tanque, han sido encontrado satisfactorio para muchas instalaciones.

Los compresores deben estar accionados por interruptores de nivel y de presión, para asegurar el mantenimiento de las proporciones debidas de agua y aire.

En los tanques de capacidad, iguales o mayores a 320 galones, es preferible usar para la recarga del aire un compresor del tipo convencional, de capacidad y presión adecuada para el sistema, movidos por un motor eléctrico mandado por un sistema de control, el cual normalmente funciona mediante un sistema de combinación entre presión y nivel de agua, de manera que se pueda controlar el trabajo del compresor.

3.3.5 Consumo de energía eléctrica con sistema hidroneumático.

El consumo de energía del sistema hidroneumático, se determina por el tiempo de funcionamiento de cada dispositivo del sistema por su potencia que desarrolla.

Potencia de la Electrobomba.

La cantidad de agua para el diseño será de 5 metros cúbicos por día, de acuerdo a la evaluación realizada de la demanda de agua.

Normalmente las horas efectivas de consumo de agua es entre las 05.00 y 23.00 horas.

La capacidad del tanque presurizado, será en función a la demanda de agua en la edificación en las horas del día, teniendo la siguiente distribución:

Tabla 8

Fuente: Elaboración propia	Periodo de Horas en el día	%	Metros Cúbicos
	05.00 - 08.00	20	1
	08.00 - 12.00	10	0.5
	12.00 - 13.00	25	1.25
	13.00 - 18.00	15	0.75
	18.00 - 21.00	20	1
	21.00 - 23.00	10	0.5
	Total	100	5

Promedio de consumo de agua en un día en edificio Multifamiliar

Los caudales de agua que se requiere en los periodos de horas en el día se determinan entre el volumen de agua entre el tiempo, siendo éstos valores:

Tabla 9

Fuente: Elaboración propia	Periodo de Horas en el día	N° Horas	Metros Cúbicos	Caudal (m3/seg)
	05.00 - 08.00	3	1	9.25926E-05
	08.00 - 12.00	4	0.5	3.47222E-05
	12.00 - 12.30	0.5	1.25	0.000694444
	12.30 - 18.00	5.5	0.75	3.78788E-05
	18.00 - 21.00	3	1	9.25926E-05
	21.00 - 23.00	2	0.5	6.94444E-05
	Total	100	5	

Caudales horarios de demanda de agua en edificio multifamiliar

Entre las 12 y 12.30 horas, la demanda de agua es de 1250 litros, con un caudal de 0,6 litros por segundo; en función a ello se determina el volumen del tanque presurizado del sistema.

El volumen del tanque presurizado será:

$$V_p = \frac{\text{Volumen de agua requerida}}{\text{N° veces de llenado de tanque en una hora}}$$

Para los sistemas hidroneumáticos, el número de veces apropiado para su operación es de 3 veces por horas.

Por lo tanto reemplazando valores se tiene:

$$Vp = \frac{1250Lt}{6}$$

$$Vp = 208.3 Lt$$

Se selecciona un tanque hidroneumático de un volumen de 250 Litros.

Para determinar la potencia de la electrobomba, de la ecuación de Bernoulli, se tiene:

$$\frac{P1}{\gamma} + \frac{v1^2}{2g} + Z1 + Hb = \frac{P2}{\gamma} + \frac{v2^2}{2g} + Z1$$

Dónde:

P1: Presión en el tanque de almacenamiento de agua, se considera la manométrica (P1 = 0)

v1: Velocidad del agua en la interface del líquido en el tanque, es una velocidad de descenso pequeña, que al ser elevada al cuadrado es mas pequeña. Por lo tanto se considera cero.

Z1: Como nivel de referencia Z1 = 0

P2: Presión en el tanque presurizado (80 PSI = 551581 Pascal).

Z1: La altura de ingreso del agua en el tanque presurizado (2m)

V2: La velocidad 2 se determina con la ecuación de la continuidad

La velocidad 2 se determina con la expresión:

$$v2 = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Diámetro de 1" = 0.0238 m;

Caudal: 0.6 Litros/seg = 0.0006944 m3/seg.

Reemplazando valores se tiene:

$$v_2 = \frac{4 * 0.000694 m^3/s}{\pi * 0.0238 m^2}$$
$$v_2 = 1.56 m/s$$

Reemplazando valores en la ecuación de Bernoulli, se tiene:

$$H_b = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + 2$$
$$H_b = \frac{551581}{9810} + \frac{1.56^2}{19.6} + 2 = 60.65 m$$

La Potencia Hidráulica:

$$P = \gamma * Q * H_b$$
$$P = 9810 * 0.0006 * 60.65 = 356.98 \text{ Watt}$$

La potencia Mecánica, se determina entre la potencia hidráulica entre la eficiencia (0.90), por lo tanto será de:

$$\frac{356.9}{0.90} = 396.64 \text{ Watt}$$

La electrobomba a seleccionar será de 1/2 HP (473 Watt), y de 120 Litros /Minuto. (1.33 Litros /Segundo)

Para un volumen total de 5000 litros en un día, para un caudal de 120 litros por minuto (2litros/seg), se tiene que el tiempo total de funcionamiento en un día de la bomba será de $5000/2 = 2500$ segundos (0.69 Horas).

El compresor que utiliza el tanque presurizado debe tener la capacidad de disolver a 15 °C y a 14,696 psi (10,34m de columna de agua) 21,28 dm³ de aire por cada metro cúbico (1 m³) de agua; para 5 metros cúbicos diarios se requiere de 106.4 dm³ o 106.4 litros de aire/día (13.3 Litros/hora), a presión de 14.69 PSI. La potencia que requiere el compresor a esas condiciones

$$P_c = \frac{n * 100 * P_2 * V}{n - 1} \left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

Donde:

P_c: Potencia del compresor.

P₂: Presión del tanque presurizado.(100 PSI = 6.89 bar)

P₁: Presión de admisión, 1 bar

n: Coeficiente politrópico: 1.4

V: Volumen de aire por minuto

$$P_c = \frac{1.4 * 36.6 * 6.89 * 0.0133}{1.4 - 1} \left(\frac{6.89}{1}\right) = 79.89 \text{ Watt}$$

Es decir si se suma la potencia de la electrobomba y la potencia del compresor del tanque presurizado, se tendrá: 396.64 + 79.89 = 476.53 Watt.

La comparación entre la potencia y consumo de energía de la electrobomba entre el sistema convencional y el sistema hidroneumático se tiene:

Tabla 10

Fuente: Elaboración propia

	Sistema Convencional	Sistema Hidroneumático
Potencia (W)	1230	476.53
Tiempo de funcionamiento en un día (Horas)	2.16	0.69
Energía consumida en un día (KW-H)	2.65	0.328
Energía consumida en un mes (KW-H)	79.5	9.84

Comparación del consumo de energía de sistema convencional y hidroneumático.

3.4 Realizar un análisis económico de la propuesta, utilizando indicadores económicos como son TIR, VAN y relación beneficio costo.

Inversión Inicial del Proyecto.

La inversión inicial del proyecto, está dado por la suma de todos los componentes del sistema hidroneumático menos la inversión de todos los componentes del sistema convencional.

Tabla 11

N°	Item	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Electrobomba 0.5 HP 120 litros/min	Unidad	1	450	450
2	Tanque presurizado 250 Litros	Unidad	1	880	880
3	Válvula check 1"	Unidad	2	70	140
4	Válvula de pie 1"	Unidad	1	80	80
5	Tuberías 1´	Unidad	2	40	80
6	Accesorios de tuberías	Kit	1	30	30
7	Uniones Universales	Unidad	8	5	40
8	Tablero Eléctrico (incluye interruptor termo magnético)	Unidad	1	200	200
9	Accesorios tanque presurizado	Unidad	1	200	200
10	Sensor electro nivel	Unidad	1	160	160
	Subtotal				2260
	Mano de obra				650
	Total				2910

Costo de elementos sistema hidroneumático para abastecimiento de agua

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se hace la evaluación del costo del sistema convencional.

Tabla 12

Fuente: Elaboración propia

N°	Item	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Electrobomba 1 HP 140 litros/min	Unidad	1	630	630
2	Tanque aereo 1100 Litros	Unidad	1	430	430
3	Válvula check 1"	Unidad	2	70	140
4	Válvula de pie 1"	Unidad	1	80	80
5	Tuberías 1'	Unidad	2	40	80
6	Accesorios de tuberías	Kit	1	30	30
7	Uniones Universales	Unidad	8	5	40
8	Tablero Eléctrico (incluye interruptor termo magnético)	Unidad	1	200	200
9	Sensor electro nivel	Unidad	2	160	320
	Subtotal				1950
	Mano de obra				450
	Total				2300

Costo de elementos de sistema convencional de abastecimiento de agua.

Para efectos de evaluación económica, la inversión inicial del proyecto, está dado por la diferencia entre el sistema hidroneumático y el sistema convencional: $2910 - 2300 = 610$ Soles.

Ingresos por disminución de consumo de energía.

Los ingresos del presente proyecto, es la disminución del consumo de energía entre los sistemas convencional e hidroneumático.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

	Sistema Convencional	Sistema Hidroneumático
Energía consumida en un mes (KW-H)	79.5	9.84

Consumo de energía eléctrica para sistemas de impulsión de agua en edificio multifamiliar

La diferencia mensual de energía es de 69.66 KW-H por mes, equivalente a 58.52 Soles por mes de ahorro.

Flujo de caja del Proyecto.

Tabla 14

Mes	Inversión Inicial (Soles)	Ingresos (Soles)
	610	
1		58.52
2		58.52
3		58.52
4		58.52
5		58.52
6		58.52
7		58.52
8		58.52
9		58.52
10		58.52
11		58.52
12		58.52
13		58.52
14		58.52
15		58.52
16		58.52
17		58.52
18		58.52

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja de proyecto de inversión

Cálculo de Indicadores económicos

Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos mensuales, llevándolos al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés 3.5% mensual, que es la tasa promedio en el sector financiero en el Perú en los últimos 5 años.

Ingresos actualizados al tiempo 0:

$$Ia = \frac{Ra * [(1+i)]^{n-1}}{[i*(1+i)^n]}$$

Donde:

Ia: Ingresos actualizados mes 0.

Ra: Ingresos mensuales por ahorro de energía: 58.52

Tasa de Interés: 3.5% anual.

n: Número de meses: 18

Reemplazando valores obtenemos: S/. 771.86

El valor actualizado neto del proyecto se determina sumando los ingresos actualizados netos menos la inversión realizada, es decir $771.86 - 610 = 161.86$ Nuevos Soles.

Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interno de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados, con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Rd * [(1+TIR)] ^{n-1}}{[TIR*(1+TIR)^n]}$$

Donde:

Inv: Inversión Inicial

Rd: Utilidades mensuales variables de acuerdo a flujo de caja.

n: Número de meses 18

TIR: Tasa Interna de Retorno.

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste

igual a 7% mensual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila entre el 3 a 4 % mensual.

Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo es de 771.86/610, es de 1.26, valor que hace viable la ejecución de la propuesta del proyecto de implementación del sistema hidroneumático en el edificio multifamiliar.

IV. DISCUSIÓN.

Los sistemas convencionales de bombeo de agua en edificaciones tienen consumos de energía eléctrica que representa entre el 10 al 15% del consumo total, siempre y cuando funcionen de manera eficiente, sin fugas de agua, malas conexiones o uso inadecuado del agua; y si se compara con el sistema hidroneumático propuesto, el ahorro de energía es significativo, de 79.5 KW-h usado por el sistema convencional, con el sistema hidroneumático se tiene un consumo mensual de 9.84 KW-h.

En cuanto a los costos de la instalación del sistema hidroneumático, es de mayor complejidad, porque utiliza un compresor de aire que mantiene la presión del agua y lo dirige hacia el punto de uso final; los costos de instalación es superior en un 20%, teniendo en cuenta que el costo del tanque elevado se suprime, pero es reemplazado por el sistema de compresión de aire, que también utiliza energía eléctrica, pero solo cuando sea necesario.

Si se analiza la energía que se requiere para la impulsión del agua, en el sistema convencional, el agua que se suministra al nivel 2 del edificio, tiene que ser enviada primero a un tanque elevado de almacenamiento de agua,

para luego por gravedad llegar hacia el nivel 2, es decir que se tiene un gasto energético desde el nivel cero hasta el último nivel, que está en función al flujo másico del agua, la presión de impulsión, la velocidad del agua y las pérdidas de energía inherentes a la rugosidad de la tubería; sin embargo con el sistema hidroneumático, el flujo va directo al punto de uso, a una presión controlada, con menor gasto de energía para vencer la gravedad.

El número de veces que funciona el sistema hidroneumático, es función directa de la cantidad de agua que se consume, en cambio en el sistema convencional se activa el sistema llenando el tanque elevado cuando ésta alcanza su nivel mínimo.

V. CONCLUSIÓN.

- Actualmente en el edificio multifamiliar, el consumo de agua es diferenciado entre los siete días de la semana. Desde el lunes hasta el viernes el consumo de agua por día supera ligeramente los 3 m³, sin embargo en promedio los días sábados y domingos el consumo de agua es superior a los 5 m³. Se determinó que existen tres picos de consumo de agua, entre las 06.00 y 08.00 horas, entre las 13.00 y 14.00 horas y entre las 19.00 y 20.00 horas.
- Se realizó el análisis del funcionamiento del sistema convencional de agua, con una potencia de 1.23KW, de los 41.85 metros que impulsa la electrobomba, 18.5 es la altura entre los tanques superior e inferior, y de 23.35 m la pérdida de energía por fricción en la tubería de 1" así como en sus accesorios. Dicha pérdida representa el 40% de la energía total. El tiempo de 0.72 horas es el cual la electrobomba impulsa el agua por tres veces al día.
- Se hizo el dimensionamiento de los diferentes dispositivos electromecánicos del sistema hidroneumático, siendo la potencia de la electrobomba de 473

Watt, con un caudal de 120 litros por minuto, el compresor que utiliza el tanque presurizado de capacidad de disolver a 15 °C y a 14,696 psi (10,34m de columna de agua) 21,28 dm³ de aire por cada metro cúbico (1 m³) de agua; para 5 metros cúbicos diarios se requiere de 106.4 dm³ o 106.4 litros de aire/día (13.3 Litros/hora), a presión de 14.69 PSI. La potencia que requiere el compresor a esas condiciones es de 79,8 Watt. La energía que se consume es un mes es de 9.84 KW-h, en comparación con el sistema convencional que es del 79.5 KW-h.

- En la evaluación económica del proyecto, se determinó que el valor actual neto es de S/.161.86 Nuevos Soles, la tasa Interna de Retorno del 7% mensual en un periodo de 18 meses, la relación beneficio – costo de 1.26 indicadores que viabilizan la ejecución del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES.

- No utilizar el sistema hidroneumático para edificaciones menores a 4 niveles, debido a que las diferencias con el sistema convencional son pequeñas, porque las alturas de impulsión de agua son menores a 13 metros, y a esa altura las pérdidas de energía son menores.
- Instalar el sistema dentro de un espacio en el cual el ruido no interfiera a las actividades normales que se desarrollan dentro del edificio multifamiliar.
- En los sistemas hidroneumáticos, las tuberías deben de tener una instalación adecuada, utilizando accesorios que garanticen la hermeticidad en la uniones, válvulas y acoples; para lo cual la fijación de las tuberías debe ser un aspecto a tener en cuenta.

VII. REFERENCIAS.

Bibliografía

(Fernández Figueroa, 2012) “Guía general para el cálculo, instalación y mantenimiento de bombas hidroneumáticas, 123pp.

(Paiz Cano, 2015) “Diseño del programa para la adecuada operación y mantenimiento de bombas hidráulicas”

(Argueta Méndez, 2011) “Implementación de sistemas hidroneumáticos residenciales, ventajas y desventajas, 89pp.

(San Martín Escobar, 2013) “Análisis de Alternativas y diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable rural.

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud, Programas y proyectos, Agua saneamiento y salud, El uso de aguas residuales. [en línea] s.f. [fecha de consulta: 15 de setiembre de 2016]

PLANTEAMIENTOS, ARTÍCULOS DE OPINIÓN, Palacios, A. Diario Expreso, enero 2016 [en línea] Lima, Perú [fecha de consulta 16 de setiembre 2016]

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Estudio de factibilidad para el montaje de un lavadero de autos con servicios de valor agregado en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá 2004. [en línea] Bogotá, Colombia [fecha de consulta: 17 de julio 2016].

AIE. Agencia Internacional de la Energía. Estadísticas del sector eléctrico, 2016, 57pp.

OSINERGMIN. Boletín Dirección General de Electricidad, 2016, 45pp.

COES. Comité de Operación Económica del Sistema, Reporte de Máxima demanda, 2017, 23pp.

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Consumo de Energía en América Latina Osinergmin



Pliego Tarifario.

Empresa: Electronorte

Sector

Interconexión

CHICLAYO

4/Jul/2018

2 SEIN

BAJA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA Sin IGV
TARIFA BT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.71
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	24.76
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	20.15
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	54.59
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	53.10
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	35.41
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
TARIFA BT3:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.71
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	24.76
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	20.15
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	46.05
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	30.16
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	52.16
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	46.33
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
TARIFA BT4:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.71
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	21.31
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		

	Presentes en Punta	S./kW-mes	46.05
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	30.16
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	52.16
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	46.33
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.28
TARIFA BT5A:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 2E		
	a) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.71
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	144.58
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	20.15
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./kW-mes	48.12
	b) Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y 50kW en HFP		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.71
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	171.05
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	20.15
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	S./kW-mes	48.12
TARIFA BT5B:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	56.06
TARIFA BT5B:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
Residencial	a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes		
	0 - 30 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.07
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	40.12
	31 - 100 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.07
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	12.04
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	53.49
	b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	56.06
TARIFA BT5D:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.22

Recibo de Luz (Ensa)


Usuario : Clasem SAC “ Torre -2 Edificio San Gabriel”

RECIBO Nº 251-36337113
Chidayo / Chidayo / Lambayeque/

Para Consultas, su código es: **37269680**

CLASEM SAC
V. Lazo Norte - Este Nº TORRE-2 : Dpto-604 Cond.Res Los Parques De San
20516390060

Junio-2018



Ensa
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIOS PÚBLICOS
DE ELECTRICIDAD DEL NOROCCIDENTE
San Martín 17 250 - Chiclayo
R.U.C. 20163117560

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión y SED	220 V - BT / D-202237	Recibo por Consumo del 29/05/2018 al 27/06/2018	
Sist. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)	Cargo Fijo	3.19
Tipo de Conexión	Monofásica-Subterránea(C1.1)	Cargo por Reparación y Mantenimiento	1.04
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial	Ene Activa(S/ 0.5543 x 116.000 kWh)	64.30
Medidor Nº	000000607364858 - Electrón.	Alumbrado Público (Alcuzota : S/ 0.3525)	4.23
Hilos	2	SUB TOTAL	72.76
Lectura Anterior	41.00 (26/05/2018)	Imp. Gral. a las Ventas	13.10
Lectura Actual	157.00 (27/06/2018)	Diferencia de redondeo	-0.02
Diferencia de Lectura	116.00	Aporte Ley No. 28749 0.0083	0.96
Factor	1.0000	TOTAL RECIBO DE JUNIO-2018	86.80
Consumo	116.00 kWh	Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/ 3.09	
Cons. Prom.(6)	6.67 kWh		
Polencia Contratada	1.00 kW.		
Inicio Contrato	27/12/2016		
Término Contrato	26/12/2018		
Fecha Emisión	28/06/2018		

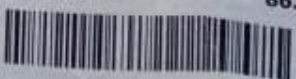
Año 2018

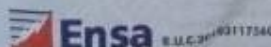
Importe 2 Últimas Meses Facturados	
Abr - 2018 S/ 11.00	May - 2018 S/ 35.80

FECHA DE VENCIMIENTO 17/07/2018

TOTAL A PAGAR S/ *****86.80

RECIBO Nº 251-36337113 **Junio-2018**
 Suministro: 37269680 **CLASEM SAC**
 Chidayo / Chidayo / Lambayeque/
 1300 - 10069 - 11798 / 28/06/2018 / 17/07/2018
TOTAL A PAGAR S/ *****86.80





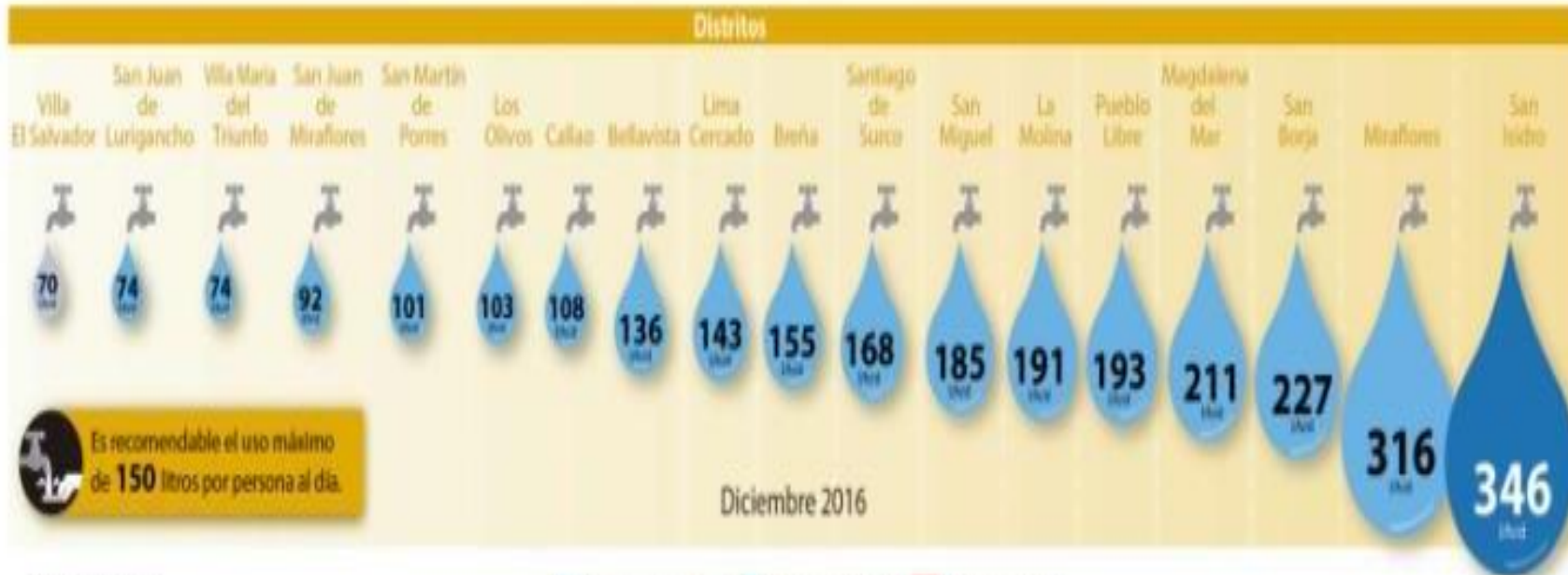
1. 261

Anexo 02. Consumo de Agua Promedio por Persona.



Consumo promedio de agua potable

Litro/Habitante/Día



Fuente: Sedapal



Calculo de Agua Consumo de agua Epsel.

ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIO DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE

EPSEL S.A.

Mapa de sitio

MENU PRINCIPAL

- Inicio
- La Empresa
- Atención al Cliente
- Ciclo Operacional
- Comunicados y Noticias
- Nuestros Servicios

GOBERNANZA Y GOBERNABILIDAD

CONSULTAS EN LÍNEA

APLICACIONES WEB

Cálculo de consumo

Actualizar

Cód. Seguridad :

Categoría :

Consumo en m3 :

Calcular

Categoría	Rango	Parametro (m3)	Tarifa Ap	Tarifa Al
SOCIAL	Rango N°1	0 a 10	0.363	0.162
SOCIAL	Rango N°2	11 a más	0.693	0.307

DETALLE DE CÁLCULO:

Consumo ingresado(m3) :	146
Agua :	97.88
Desague :	43.37
Agua y Desague :	141.25
Cargo fijo :	1.41
Subtotal :	142.66
IGV(18%) :	25.68
Subtotal :	168.34
Redondeo :	-0.04
Total :	168.30

Copyright © 2013 Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque S.A.
 Todos los Derechos Reservados - Chiclayo - Perú

Medidas de tuberías.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA PRESIÓN NTP 399.002 : 2015

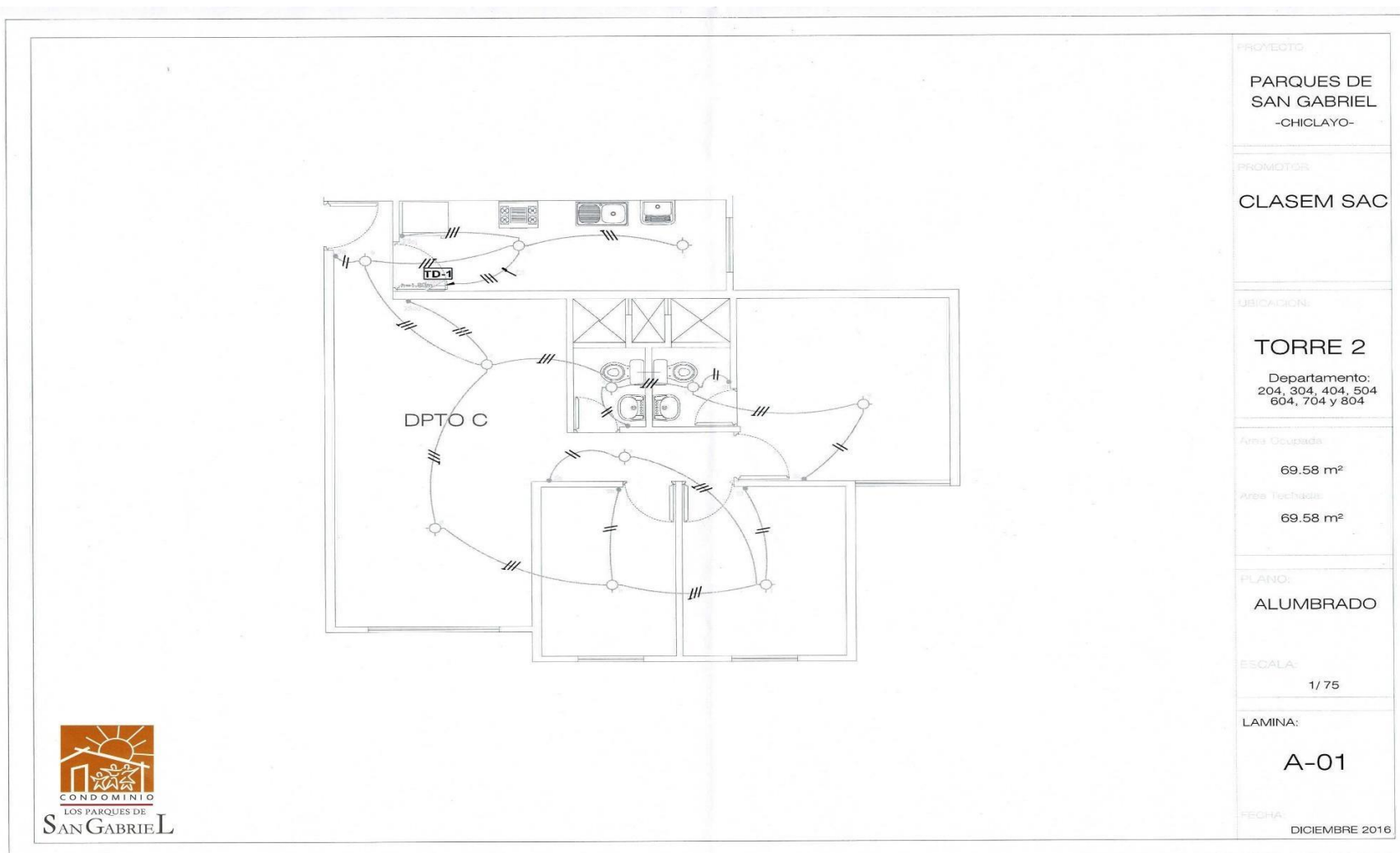
DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		DIÁMETRO INTERIOR		ESPESOR DE PARED		PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO		LONGITUD	PESO/TRAMO	
pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	psi	(kg/cm ²)	m	lbs/pie	kg/m
1/2"	12.700	0.840	21.300	0.528	13.400	0.147	3.700	850	59.7	6.1	0.225	0.33
3/4"	19.050	1.050	26.700	0.724	18.400	0.154	3.900	690	48.4	6.1	0.302	0.45
1"	25.400	1.135	33.400	0.936	23.800	0.179	4.500	630	44.2	6.1	0.449	0.67
1-1/4"	28.575	1.680	42.200	1.255	31.900	0.191	4.900	520	36.5	6.1	0.612	0.91
1-1/2"	38.100	1.900	48.300	1.476	37.500	0.200	5.100	470	33	6.1	0.754	1.13
2"	50.800	2.375	60.300	1.913	48.600	0.218	5.500	400	28.1	6.1	1.043	1.55
2-1/2"	63.500	2.875	73.000	2.290	58.200	0.276	7.000	420	29.5	6.1	1.562	2.32
3"	76.200	3.500	88.900	2.864	72.700	0.300	7.600	370	26	6.1	2.130	3.16
4"	101.600	4.500	114.300	3.786	96.200	0.337	8.600	320	22.5	6.1	3.113	4.63
6"	152.400	6.625	168.300	5.709	145.000	0.432	11.000	280	19.7	6.1	5.947	8.84
8"	203.200	8.625	219.100	7.565	192.200	0.500	12.700	250	17.6	6.1	8.849	13.15
10"	254.000	10.750	273.100	9.493	241.100	0.593	15.100	230	16.1	6.1	13.188	19.60
*12"	304.800	12.750	323.900	11.294	286.900	0.687	17.400	230	16.1	6.1	18.134	26.94

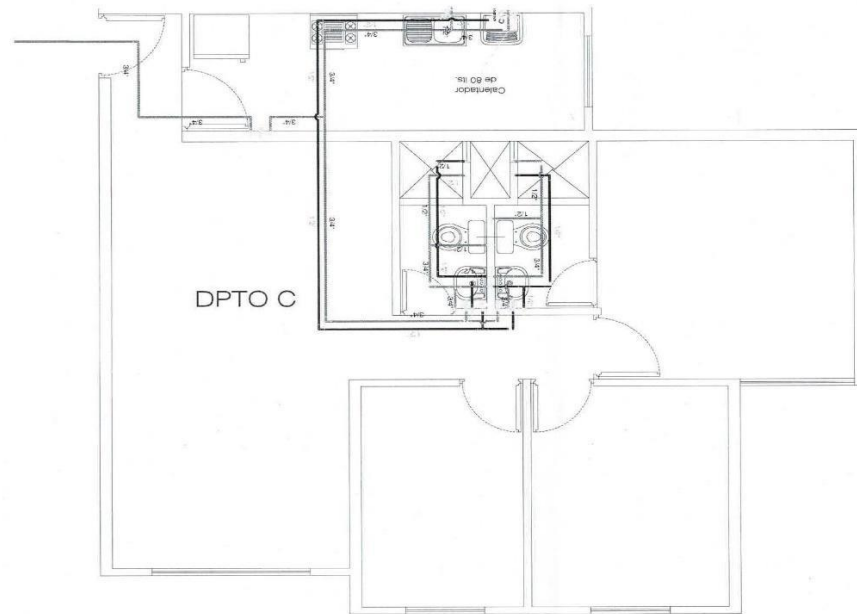
* Bajo Pedido

* Color Gris Claro

* Extremos Lisos

Anexo 03. Planos del edificio (Alumbrado / Instalaciones de Agua)





PROYECTO
**PARQUES DE
 SAN GABRIEL**
 -CHICLAYO-

PROMOTOR
CLASEM SAC

UBICACION
TORRE 2
 Departamento:
 204, 304, 404, 504
 604, 704 y 804

Area Causada
 69.58 m²
 Area Techada
 69.58 m²

PLANO:
**INSTALACIONES
 DE AGUA**

ESCALA:
 1/75

LAMINA:
A-01

FECHA:
 DICIEMBRE 2016

GUIA DE OBSERVACION

TESIS: "Diseño de Sistema Hidroneumático de Abastecimiento de agua para reducir consumo Eléctrico en Edificio San Gabriel Torre - 2 de Chiclayo"

AUTOR: Robert Walter Arámbulo Nuntón

INSTRUCCIONES: LLENE LOS CAMPOS SOLICITADOS PARA OBTENER INFORMACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA

Nivel	Altura de cada nivel (m)	Longitud de Tubería (m)	Diámetro de tubería (m)	Cantidad de accesorios (curvas, T, Y, Llaves y otros)	Número de salidas de agua	Nivel de turbidez de agua	Volumen de Tanque cisterna (m3)	Volumen de tanque elevado (m3)
Nivel 1								
Nivel 2								
Nivel 3								
Nivel 4								
Nivel 5								



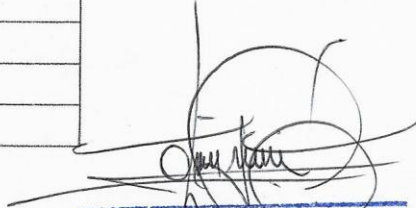
GUIA DE OBSERVACION

TESIS: "Diseño de Sistema Hidroneumático de Abastecimiento de agua para reducir consumo Eléctrico en Edificio San Gabriel Torre – 2 Chiclayo"

AUTOR: Robert Walter Arambulo Nunton

INSTRUCCIONES: LLENE LOS CAMPOS SOLICITADOS PARA OBTENER INFORMACIÓN DE CONSUMO DE AGUA EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR

Nivel	Máxima demanda (KW)	Consumo de energía promedio por día (Kw-H)	Horas de funcionamiento o electrobomba	Veces de funcionamiento Electroboomba	Consumo de agua por día (m3)	Consumo de agua mes (m3)
Nivel 1						
Nivel 2						
Nivel 3						
Nivel 4						
Nivel 5						

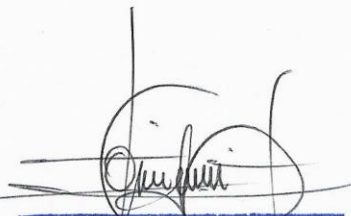


Rodolfo Guillermo Cueva Samillán
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
C.I.P. N° 88484

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: CIEZA SAMILLÁN ADOLFO GUILLERMO
- Profesion: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
- Grado academico: SUPERIOR
- Actividad laboral actual: JEFE DE AREA DE SINIESTROS INTERAMERICANA



Adolfo Guillermo Cieza Samillán
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
C.I.P. N° 88484

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un la entrevista, cuyo objetivo "Diseño de Sistema Hidroneumático de Abastecimiento de agua para reducir consumo Eléctrico en Edificio San Gabriel Torre - 2 Chiclayo".

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Por que es un buen metodo para reducir el consumo
electrico.

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Por que son las necesarias para tener la informacion
que se requiere.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:


Adolfo Guillermo Cava Camillón
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
C.I.P. N° 33484

Las preguntas son muy claras y objetivos.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
	X			X			
	X			X			
	X			X			
	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Que se realice y considere en ítem de posición

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


Adolfo Gutiérrez
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 C.I.P. N° 88484

 Firma del Experto

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		X	
b) Experiencia como profesional. (EP)		X	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


Adolfo Guillermo Cieza Samillán
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 C. P. N° 88484

Firma del entrevistado



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Arambulo Nuntón Robert Walter
D.N.I. : 4543 27 21
Domicilio : Mesones Muro N.º 1 Lt 33. P. J. Jorge Chavez.
Teléfono : Fijo : Móvil : 957250902
E-mail : arambulo34@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Mecánica Eléctrica
Carrera : Ingeniería Mecánica Eléctrica
Título : Ingeniero Mecánico Electricista

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Arambulo Nuntón Robert Walter

Título de la tesis:

Diseño de Sistema Hidroneumática de Abastecimiento de Agua Para Reducir consumo Eléctrico en Edificio San Gabriel Torre 2- Chiclayo

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

[Handwritten signature]

Fecha :

26-02-2019

RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

YO, MSC ANGEL MARCELO ROJAS CORONEL, docente de la Facultad de Ingeniería de ucv – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: “DISEÑO DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA REDUCIR CONSUMO ELÉCTRICO EN EDIFICIO SAN GABRIEL TORRE 2 - CHICLAYO” del bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería mecánica eléctrica:

ROBERT WALTER ARAMBULO NUNTON

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 25 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 20 de Diciembre del 2018



MSC. ANGEL MARCELO ROJAS CORONEL

Docente de la facultad de ingeniería de Ucv

DISEÑO DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA REDUCIR CONSUMO ELÉCTRICO EN EDIFICIO SAN GABRIEL TORRE 2 - CHICLAYO

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	6%
2	tesis.ipn.mx:8080 Fuente de Internet	3%
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	3%
4	es.slideshare.net Fuente de Internet	2%
5	vdocuments.site Fuente de Internet	2%
6	pt.scribd.com Fuente de Internet	2%
7	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
8	cybertesis.uach.cl	



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

Ingeniería Mecánica Eléctrica

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Arámbulo Nentón Robert Walter

INFORME TÍTULADO:

Diseño de Sistema Hidroneumático de Abastecimiento de Agua
para Reducir Consumo Eléctrico en Edificio San Gabriel Torre 2- Chiclayo

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 19-12-2018

NOTA O MENCIÓN: 16. Aprobado por mayoría



[Firma]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN