
Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el sector Las Palmeras - Lambayeque.**Design of the potable water supply system and sewerage in the sector Las Palmeras - Lambayeque.****Projeto do sistema de abastecimento de água potável e alcantarillado no setor Las Palmeras - Lambayeque.**

Jean Jorge Linares Flores¹, Fredy Romel Vásquez Rabanal².

Resumen

La falta de la cobertura de servicios de saneamiento básico es un desafío importante en todo el mundo y en el Perú se caracteriza por su baja cobertura y mala calidad del servicio. El objetivo de la investigación fue elaborar el proyecto, a nivel de ingeniería, que permita la creación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para cubrir las necesidades básicas utilizando la norma vigente de saneamiento. Se definió como una investigación tecnológica aplicada y con diseño cuasi experimental, se utilizaron técnicas de recolección de datos como guías de observación, guía de documentos y una estación total, en la que el procesamiento, de la misma, se hizo a través de un diagrama de flujos. Como resultados se tuvo, para el sistema de agua potable, un diseño de red abierta con un sistema de impulsión mediante cisterna y tanque elevado, para poder distribuir a todos los lotes mediante conexiones domiciliarias; y, para el sistema de alcantarillado, una red colectora de recolección de aguas residuales mediante conexiones domiciliarias, y un emisor de 200 mm empalmado a un buzón existente ubicado en la carretera Chiclayo - Pimentel. El sistema de abastecimiento propuesto cuenta con 562.05 m en redes de distribución, una línea de impulsión de tubería de 100 mm de diámetro, con una longitud de 15.80 m, 2 electrobombas, una cisterna rectangular de 6.00 m de largo por 4.00 m de ancho por 2.00 m de altura con paredes de espesor de 0.20 m y 60 conexiones domiciliarias.

Palabras clave: Agua potable, alcantarillado, red de distribución, sistema de impulsión.

Abstract

The lack of coverage of basic sanitation services is a major challenge throughout the world and Peru is characterized by low coverage and poor quality of service. The objective of the research was to elaborate the project, at the engineering level, that allows the creation of the drinking water supply and sewerage system to cover the basic needs using the current sanitation standard. It was defined as an applied technological research and with quasi-experimental design, data collection techniques were used as observation guides, document guidance and a total station, in which the processing, of the same, was done through a diagram of flows. As a result, for the potable water system, an open network design with a cistern and elevated tank system was used to distribute all the lots through household connections; and, for the sewage system, a sewage collection network through household connections, and a 200 mm emitter connected to an existing mailbox located on the Chiclayo - Pimentel highway. The proposed supply system has 562.05 m in distribution networks, a 100 mm diameter pipeline drive line, with a length of 15.80 m, 2 electric pumps, a rectangular cistern of 6.00 m long by 4.00 m wide 2.00 m high with 0.20 m thick walls and 60 residential connections.

Keywords: Drinking water, sewerage, distribution network, drive system

Resumo

A falta de cobertura de serviços de saneamento básico é um desafio importante em todo o mundo e no Perú Se caracteriza por su baixa cobertura e mala qualidade do serviço. O objetivo da pesquisa foi elaborado pelo projeto, um nível de engenharia, que permite a criação do sistema de abastecimento de água potável e alcantarillado para o uso das necessidades, use a norma vigente de saneamento. Se definiu como uma investigação tecnológica aplicada e com projeto cuasi experimental, utilize ferramentas de recuperação de dados como guias de observação, guia de documentos e uma estação total, no processo, da mesma, se fez através de um diagrama de flujos. Como resultados se teve, para o sistema de água potável, um design de vermelho aberto com um sistema de impulso por cisterna y tanque elevado, para poder distribuir a todos os lotes através conexões domiciliarias; e, para o sistema de alcantarillado, uma coleta vermelha de recolección de águas residuais através de conexões domiciliarias, e um

¹Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Bachiller. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Perú. ffloresj@crece.uss.edu.pe.

²Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Bachiller. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Perú.

rvasquezfr@crece.uss.edu.pe.

Recibido: 06/06/2017

Aceptado: 10/10/2017

emissor de 200 mm empalmado e um buzón localizado na Chiclayo - Pimentel. O sistema de abastecimento local com 562.05 m em redes de distribuição, uma linha de impulsão de tuberia de 100 mm de diámetro, com uma longitud de 15.80 m, 2 eletrobombas, uma cisterna retangular de 6.00 m de largo por 4.00 m de ancho por 2.00 m de altura com paredes de espessor de 0,20 minhas 60 conexões domiciliares.

Palavras-chave: *Agua potável, alcantarillado, vermelho de distribuição, sistema de impulsão*

Introducción

La falta de la cobertura de servicios de saneamiento básico en comunidades periurbanas de los países en desarrollo se ha constituido en un desafío importante, pues gracias a la escasez de presupuesto, se deben realizar procesos selectivos y optimizadores para lograr una inversión suficiente en pos de mejorar este tipo de deficiencias (García Barrera, 2010).

En el Perú, el programa “Agua para Todos” fue diseñado y lanzado como una iniciativa política durante la campaña presidencial del año 2006 por el entonces candidato Alan García. Aunque aún es prematuro hablar de una evaluación del impacto de este programa, este trabajo analiza su gestión y puesta en marcha, identifica algunos problemas del mismo y propone, a partir de la experiencia en su ejecución a la fecha, algunos lineamientos de políticas para el sector agua potable y saneamiento en el Perú durante los próximos años (Garrido Leca, 2006).

El sector Las Palmeras, ubicada en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, región Lambayeque, presenta altos índices de pobreza y desnutrición infantil, reflejados en la carencia de servicios básicos como son el de agua potable y el de alcantarillado sanitario, lo que ha conllevado a que la población consuma agua de fuentes contaminadas y sus descargas domiciliarias las hagan a través de silos rústicos las cuales dan origen a enfermedades gastrointestinales.

Por las razones expuestas anteriormente y con el propósito de contribuir a mejorar la salud y calidad de vida de la población, se trazaron los siguientes objetivos que fueron: determinar la población actual mediante censos, elaborar un estudio de población, con el cual se conoció la información fundamental como la tasa de crecimiento y la población proyectada a 20 años, identificación de las fuentes de consumo de agua de la población, elaborar un estudio topográfico del área de estudio, que facilite el desarrollo de los diseños de la red de agua potable y de alcantarillado, desarrollar el estudio de demanda de agua potable y alcantarillado, elaborar un estudio de mecánica de suelos, que permita conocer las características físicas y mecánicas del terreno para realizar el diseño estructural del reservorio elevado.

Material y métodos

La investigación fue de tipo tecnológica aplicada, porque empleó muestras representativas, como estrategia de control, es decir aplicaciones prácticas para el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado con ciertas variables para brindar el mejor servicio y que se rija a las normas de diseño.

Diseño de la investigación tuvo un esquema cuasi experimental, porque quedó a nivel de diseño y se realizaron ensayos en laboratorio para obtener cierta información y se expresa de la siguiente manera:

GE: X → Y

GE: Es el grupo experimental (sector Las Palmeras). X: Es la aplicación del estímulo en el grupo experimental (Desarrollo del diseño del sistema de agua potable y alcantarillado). Y: Es la medición de la variable dependiente con el post – test (Diseño del reservorio de almacenamiento)

Métodos de Investigación:

Deductivo: En este proyecto se obtuvieron conclusiones siguiendo los reglamentos dados para el sistema de agua potable y alcantarillado.

Análítico: Cada uno de los componentes ya sea el Sistema de agua potable y el Sistema de alcantarillado, se trabajaron individualmente.

Síntesis: La investigación procedió de lo simple a lo complejo, de la causa a los efectos, de la parte al todo, de los principios a las consecuencias. (Hernandez Sampieri, 2014)

Técnicas de Recolección de datos:

Observación: Mediante el cual se obtuvieron los datos cuantitativos, características, comportamiento y diversos factores que presenta el objeto de estudio de esta investigación. (Hernandez Sampieri, 2014)

Análisis de documentos: Se obtuvo información mediante el estudio de documentos que contenían datos, símbolos, procedimientos, etc. (Hernandez Sampieri, 2014).

Instrumentos de Recolección de datos:

Guía de observación: Se utilizó como guía de observación, los formatos requeridos para completar los datos según cada ensayo de mecánica de suelos que se realizó en el laboratorio, se observaron los fenómenos y se procedió a hacer las anotaciones correspondientes (Hernandez Sampieri, 2014).

Guía de documentos: Se utilizó como guía de documentos, la normatividad actual, la cual establece en sus artículos los procedimientos adecuados para el desarrollo del estudio propiamente dicho (Hernandez Sampieri, 2014).

Estación Total: Se utilizó un aparato electro-óptico con la finalidad de realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio. Este aparato consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Resultados

Estudio de la población:

La población de la localidad de Las Palmeras, era de 360 habitantes, al año 2016 y conformaban 60 lotes. Asimismo, tiene una tasa de crecimiento anual de 4.06%, una densidad poblacional de 6.00 habitantes/vivienda, y una población proyectada de 798 habitantes, al año 2036, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Proyección de la población del sector Las Palmeras

Período	Año	Población total
0	2016	360
1	2017	375
2	2018	390
3	2019	406
4	2020	422
5	2021	439
6	2022	457
7	2023	476
8	2024	495
9	2025	515
10	2026	536
11	2027	558
12	2028	581
13	2029	604
14	2030	629
15	2031	654
16	2032	681
17	2033	708
18	2034	737
19	2035	767
20	2036	798

Nota. Elaboración propia

Estudio de la demanda

Con el estudio de la demanda de agua potable se obtuvieron los caudales de diseño (caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario) para el periodo de diseño del año 18 son 2.44 L/s, 4.39 L/s y 6.09 L/s respectivamente tal como se muestra en la Tabla 2.

Para la demanda de alcantarillado, el caudal promedio para el periodo de diseño del año 20 es 1.48 L/s habiendo considerado un coeficiente de retorno del 80% y cuyos resultados se aprecian en la Tabla 3.

Estudio topográfico

La zona de estudio tuvo un perímetro de 685.17 m y un área de 1.876 has, ubicándose entre las cotas 17.00 y 22.00 m.s.n.m., existiendo 60 lotes, de los cuales 13 están vacíos, 3 están desocupados, y el resto son 44 lotes ocupados por viviendas rústicas en la que el material predominante son muros de adobe y techos constituidos por vigas de madera con cobertura de planchas de calamina.

El terreno se determinó como ondulado, teniendo las siguientes pendientes: De norte a sur: 4.6%; de sur a norte: 5.4%; de este a oeste: 10%; de oeste a este: 7.8%.

Estudio mecánica de suelos

En el estudio de mecánica de suelos, las calicatas C1, C2, C3 y C4 presentan una característica estratigráfica, constituida por arena mal graduada SP; lo cual indica que se debe realizar entibados al momento de hacer las excavaciones. El suelo de la calicata C-5 está constituida por arcilla-arenosa de color marrón clara CL, con media expansibilidad y con presencia de nivel freático a los 1.30m de profundidad, con una capacidad portante de 1.28 kg/cm² a 2.50 m, el cual fue la resistencia última para el diseño del fondo de cimentación del reservorio elevado.

Tabla 2
Proyección de la demanda total de agua potable para consumo humano en el sector Las Palmeras-Pimentel 2016

Periodo	Población	Cobertura %	Población servida	Consumo agua total			Pérdidas %	Demanda de producción Qp			Qmd		Qmh		Demanda de almacenamiento m3
				L/día	L/s	m3/año		L/día	L/s	m3/año	L/día	L/s	L/día	L/s	
0	360	0%	0	0.00	0.000	0.000	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	375	100%	375	74924.58	0.867	27347.47	30	107035.12	1.24	39067.82	192663.22	2.23	267587.80	3.10	26.76
2	390	100%	390	77967.96	0.902	28458.31	30	111382.80	1.29	40654.72	200489.05	2.32	278457.01	3.22	27.85
3	406	100%	406	81134.96	0.939	29614.26	30	115907.09	1.34	42306.09	208632.75	2.41	289767.71	3.35	28.98
4	422	100%	422	84430.60	0.977	30817.17	30	120615.14	1.40	44024.53	217107.25	2.51	301537.85	3.49	30.15
5	439	100%	439	87860.10	1.017	32068.94	30	125514.43	1.45	45812.77	225925.98	2.61	313786.09	3.63	31.38
6	457	100%	457	91428.91	1.058	33371.55	30	130612.73	1.51	47673.65	235102.92	2.72	326531.83	3.78	32.65
7	476	100%	476	95142.68	1.101	34727.08	30	135918.12	1.57	49610.11	244652.62	2.83	339795.30	3.93	33.98
8	495	100%	495	99007.31	1.146	36137.67	30	141439.01	1.64	51625.24	254590.22	2.95	353597.52	4.09	35.36
9	515	100%	515	103028.91	1.192	37605.55	30	147184.15	1.70	53722.22	264931.47	3.07	367960.38	4.26	36.80
10	536	100%	536	107213.86	1.241	39133.06	30	153162.66	1.77	55904.37	275692.78	3.19	382906.64	4.43	38.29
11	558	100%	558	111568.80	1.291	40722.61	30	159384.01	1.84	58175.16	286891.21	3.32	398460.01	4.61	39.85
12	581	100%	581	116100.64	1.344	42376.73	30	165858.06	1.92	60538.19	298544.51	3.46	414645.15	4.80	41.46
13	604	100%	604	120816.56	1.398	44098.04	30	172595.08	2.00	62997.21	310671.15	3.60	431487.71	4.99	43.15
14	629	100%	629	125724.03	1.455	45889.27	30	179605.76	2.08	65556.10	323290.37	3.74	449014.41	5.20	44.90
15	654	100%	654	130830.85	1.514	47753.26	30	186901.21	2.16	68218.94	336422.18	3.89	467253.02	5.41	46.73
16	681	100%	681	136145.09	1.576	49692.96	30	194492.99	2.25	70989.94	350087.38	4.05	486232.48	5.63	48.62
17	708	100%	708	141675.20	1.640	51711.45	30	202393.14	2.34	73873.50	364307.66	4.22	505982.86	5.86	50.60
18	737	100%	737	147429.94	1.706	53811.93	30	210614.20	2.44	76874.18	379105.55	4.39	526535.49	6.09	52.65
19	767	100%	767	153418.43	1.776	55997.73	30	219169.18	2.54	79996.75	394504.53	4.57	547922.95	6.34	54.79
20	798	100%	798	159650.16	1.848	58272.31	30	228071.66	2.64	83246.16	410528.99	4.75	570179.16	6.60	57.02

Nota. Elaboración propia

Tabla 3
Proyección de la demanda total de alcantarillado sanitario en el sector Las Palmeras-Pimentel 2016

Periodo	Población	Cobertura %	Población servida	Volumen desagüe		
				L/día	m3/año	L/s
0	360	0%	0	0.00	0.00	0.00
1	375	100%	375	59939.67	21877.98	0.69
2	390	100%	390	62374.37	22766.64	0.72
3	406	100%	406	64907.97	23691.41	0.75
4	422	100%	422	67544.48	24653.73	0.78
5	439	100%	439	70288.08	25655.15	0.81
6	457	100%	457	73143.13	26697.24	0.85
7	476	100%	476	76114.15	27781.66	0.88
8	495	100%	495	79205.85	28910.13	0.92
9	515	100%	515	82423.12	30084.44	0.95
10	536	100%	536	85771.09	31306.45	0.99
11	558	100%	558	89255.04	32578.09	1.03
12	581	100%	581	92880.51	33901.39	1.08
13	604	100%	604	96653.25	35278.44	1.12
14	629	100%	629	100579.23	36711.42	1.16
15	654	100%	654	104664.68	38202.61	1.21
16	681	100%	681	108916.07	39754.37	1.26
17	708	100%	708	113340.16	41369.16	1.31
18	737	100%	737	117943.95	43049.54	1.37
19	767	100%	767	122734.74	44798.18	1.42
20	798	100%	798	127720.13	46617.85	1.48

Nota. Elaboración propia

Bases para el diseño hidráulico

Utilizando la tasa de descuento, factores de escala, se obtuvieron los siguientes periodos óptimos de diseño que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4
Periodos óptimos de diseño

Componente	Periodo de diseño para expansión con déficit inicial (Xop)	Periodo óptimo adoptado
Redes de agua	18	18
Tanque elevado	24	20
Redes de desagüe	26	20

Nota. Elaboración propia

Con los periodos óptimos, de diseño calculados, se procedió a diseñar los elementos del sistema de agua potable el cual comprende: una red de distribución que suma una longitud total de 562.05 m, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5, una línea de impulsión de tubería fierro galvanizado de 100 mm de diámetro, con una longitud de 15.80 m, 2 electrobombas, una cisterna rectangular de 6.00 m de largo por 4.00 m de ancho por 2.00 metros de altura, un tanque elevado rectangular de 3.00 m de largo por 4.00 m de largo por 2.00 m de altura con paredes de espesor de 0.20 m, y 60 conexiones domiciliarias.

Asimismo, los elementos del sistema de alcantarillado son: redes recolección que suman una longitud total de 1176.42 m, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6, 23 buzones de 1.20 m de diámetro y 60 conexiones domiciliarias, que se optaron que se ubiquen por la parte posterior de los lotes y, finalmente, el colector que recoge todas las descargas de la zona se empalma al colector que pasa por el Km 3.5 de la carretera Chiclayo-Pimentel, dado que tiene una profundidad de 4.43 m.

Tabla 5
Resultados del diseño de la red de agua potable para el sector Las Palmeras-Pimentel 2016

Tramo	Gasto (l/s)		Long (m)	Diámetro (pulg)	Pérdida de carga		Cota piezométrica (m.s.n.m)		Cota del terreno (m.s.n.m)		Presión (m)	
	Tramo	Diseño			Unit (‰)	Tramo (m)	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Res - A	0.169	6.094	15.59	3	24.948	0.389	28.800	28.411	28.80	16.94	0.00	11.47
A - B	0.521	1.426	48.12	3	1.699	0.082	28.411	28.329	16.94	18.61	11.47	9.72
B - C	0.906	0.906	83.74	3	0.734	0.061	28.329	28.268	18.61	18.09	9.72	10.18
A - D	0.304	4.499	28.13	3	14.231	0.400	28.411	28.011	16.94	17.34	11.47	10.67
D - E	0.232	0.100	21.48	3	0.012	0.000	28.011	28.010	17.34	16.84	10.67	11.17
D - F	0.462	3.962	42.69	3	11.251	0.480	28.011	27.530	17.34	21.02	10.67	6.51
F - G	0.328	3.501	30.28	3	8.946	0.271	27.530	27.260	21.02	22.03	6.51	5.23
G - H	0.390	3.173	36.08	3	7.459	0.269	27.260	26.990	22.03	20.65	5.23	6.34
H - I	0.507	2.783	46.88	3	5.851	0.274	26.990	26.716	20.65	21.51	6.34	5.21
I - J	0.369	2.276	34.14	3	4.033	0.138	26.716	26.578	21.51	18.94	5.21	7.64
J - K	0.437	1.020	40.44	3	0.914	0.037	26.578	26.541	18.94	16.86	7.64	9.68
K - L	0.374	0.583	34.58	3	0.324	0.011	26.541	26.530	16.86	17.14	9.68	9.39
L - M	0.209	0.100	19.28	3	0.012	0.000	26.530	26.530	17.14	17.94	9.39	8.59
J - N	0.886	0.886	81.93	3	0.705	0.058	26.578	26.521	18.94	16.87	7.64	9.65

Nota. Elaboración propia

Tabla 6
Resultados del diseño de la red de alcantarillado

TRAMO		LONG (m)	Q TRAMO (lts/seg)		CARACTERÍSTICAS DE LOS BUZONES				ENTERRAMIENTO			CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA					RELAC HIDRÁULICAS			Vf (m/seg)	Rh (m)	T(Pa)	Vc (m/seg)
Bz INICIO	Bz FINAL		Inicial	Final	CTAA	CTAB	CFAA	CFAB	Bz Arranque (m)	Bz A. Abajo (m)	So mín	Ø Interior (mm)	Ø Exterior (mm)	S (%)	Qo (lts/seg)	Vo (m/seg)	q/Qo	y/D	V/Vo				
BZ N° 01	BZ N° 02	74.83	1.500	1.500	19.220	18.960	18.020	17.660	1.200	1.300	0.455%	192.20	200.00	0.481%	20.46	0.705	0.073	0.180	0.580	0.409	0.0212	1.021	2.74
BZ N° 02	BZ N° 03	51.27	1.500	1.500	18.960	17.760	17.660	16.560	1.300	1.200	0.455%	192.20	200.00	2.146%	43.21	1.489	0.035	0.120	0.430	0.640	0.0135	2.907	2.19
BZ N° 03	BZ N° 04	28.33	1.500	1.500	17.760	17.750	16.560	16.420	1.200	1.330	0.455%	192.20	200.00	0.494%	20.74	0.715	0.072	0.180	0.580	0.415	0.0212	1.049	2.74
BZ N° 04	BZ N° 05	35.36	1.500	1.500	17.750	17.280	16.420	16.080	1.330	1.200	0.455%	192.20	200.00	0.962%	28.92	0.997	0.052	0.160	0.530	0.528	0.0185	1.783	2.56
BZ N° 05	BZ N° 06	69.98	1.500	1.500	17.280	18.540	16.080	15.750	1.200	2.790	0.455%	192.20	200.00	0.472%	20.26	0.698	0.074	0.180	0.580	0.405	0.0212	1.001	2.74
BZ N° 06	BZ N° 07	51.57	1.500	1.500	18.540	17.890	15.750	15.500	2.790	2.390	0.455%	192.20	200.00	0.485%	20.54	0.708	0.073	0.180	0.580	0.411	0.0212	1.029	2.74
BZ N° 07	BZ N° 08	36.12	1.500	1.500	17.890	17.620	15.500	15.320	2.390	2.300	0.455%	192.20	200.00	0.498%	20.82	0.718	0.072	0.180	0.580	0.416	0.0212	1.058	2.74
BZ N° 10	BZ N° 08	30.56	1.500	1.500	19.590	17.620	18.390	15.320	1.200	2.300	0.455%	192.20	200.00	10.046%	93.49	3.222	0.016	0.045	0.190	0.612	0.0040	3.998	1.19
BZ N° 08	BZ N° 09	41.98	1.500	1.530	17.620	16.810	15.320	15.120	2.300	1.690	0.455%	192.20	200.00	0.476%	20.36	0.702	0.075	0.180	0.580	0.407	0.0212	1.011	2.74
BZ N° 09	BZ N° 14	30.48	1.500	1.641	16.810	17.080	15.120	14.970	1.690	2.110	0.455%	192.20	200.00	0.492%	20.69	0.713	0.079	0.180	0.580	0.414	0.0212	1.045	2.74
BZ N° 11	BZ N° 12	61.17	1.500	1.500	21.590	22.650	20.390	20.100	1.200	2.550	0.455%	192.20	200.00	0.474%	20.31	0.700	0.074	0.180	0.580	0.406	0.0212	1.006	2.74
BZ N° 12	BZ N° 13	36.94	1.500	1.500	22.650	19.330	20.100	18.130	2.550	1.200	0.455%	192.20	200.00	5.333%	68.12	2.348	0.022	0.090	0.380	0.892	0.0113	6.003	1.99
BZ N° 13	BZ N° 14	45.80	1.500	1.500	19.330	17.080	18.130	14.970	1.200	2.110	0.455%	192.20	200.00	6.900%	77.48	2.671	0.019	0.045	0.190	0.507	0.0040	2.746	1.19
BZ N° 14	BZ N° 15	62.17	1.500	2.392	17.080	17.230	14.970	14.780	2.110	2.450	0.455%	192.20	200.00	0.306%	16.31	0.731	0.147	0.250	0.700	0.511	0.0417	1.275	3.84
BZ N° 15	BZ N° 16	74.84	1.500	2.664	17.230	16.830	14.780	14.550	2.450	2.280	0.455%	192.20	200.00	0.307%	16.35	0.733	0.163	0.270	0.730	0.535	0.0444	1.365	3.96
BZ N° 16	BZ N° 17	79.56	1.602	2.954	16.830	17.300	14.550	14.310	2.280	2.990	0.441%	192.20	200.00	0.302%	16.20	0.726	0.182	0.280	0.750	0.544	0.0463	1.395	4.04
BZ N° 17	BZ N° 18	73.90	1.748	3.223	17.300	17.250	14.310	14.070	2.990	3.180	0.423%	192.20	200.00	0.325%	16.81	0.579	0.192	0.290	0.765	0.443	0.0322	1.044	3.37
BZ N° 18	BZ N° 19	74.70	1.895	3.496	17.250	17.460	14.070	13.840	3.180	3.620	0.407%	192.20	200.00	0.308%	16.37	0.564	0.214	0.310	0.790	0.446	0.0337	1.039	3.45
BZ N° 19	BZ N° 20	74.70	2.043	3.768	17.460	17.690	13.840	13.630	3.620	4.060	0.393%	192.20	200.00	0.281%	15.64	0.539	0.241	0.340	0.820	0.442	0.0357	1.003	3.55
BZ N° 20	BZ N° 21	76.88	2.194	4.048	17.690	17.600	13.630	13.420	4.060	4.180	0.380%	192.20	200.00	0.273%	15.42	0.531	0.263	0.350	0.840	0.446	0.0370	1.010	3.61
BZ N° 21	BZ N° 22	34.25	2.262	4.173	17.600	17.780	13.420	13.310	4.180	4.470	0.375%	192.20	200.00	0.321%	16.72	0.576	0.250	0.340	0.820	0.472	0.0357	1.146	3.55
BZ N° 22	Existente	30.48	2.322	4.284	17.780	17.310	13.310	13.210	4.470	4.100	0.370%	192.20	200.00	0.328%	16.90	0.582	0.254	0.345	0.830	0.483	0.0363	1.192	3.58

Nota. Elaboración propia

Discusión

Para determinar la población de diseño se utilizó el método de Interés Compuesto, debido a que ésta se ajusta más a las poblaciones rurales en zona de la costa, con una tasa de crecimiento calculada de 4.06% y una densidad poblacional de 6 habitantes/vivienda. Mientras que Pastor (2010), en su investigación, utiliza los métodos de Interés Simple e Interés Compuesto, adoptando una tasa de crecimiento de 1.5%, y una densidad poblacional de 5 habitantes/vivienda.

Lossio (2012) indica que adoptó una dotación de 50 L/hab/día, por ser un criterio de diseño razonable en sistemas de abastecimiento de agua a nivel de piletas públicas y con lo que respecta a las variaciones de demanda de agua potable, utilizó los siguientes coeficientes de variación diaria y horaria:

- Coeficiente de variación diaria (K1): 1.3
- Coeficiente de variación horaria (K2): 2.0

Con dichos coeficientes obtienen los siguientes caudales de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable:

- Caudal promedio diario: 0.36 L/s
- Caudal máximo diario: 0.46 L/s
- Caudal máximo horario: 0.71 L/s.

En esta investigación se adopta una dotación de 220 L/hab/día debido a que la zona se ubicó en un clima templado, y con lo que respecta a las variaciones de demanda de agua potable, se utilizó los siguientes coeficientes de variación diaria y horaria:

- Coeficiente de variación diaria (K1): 1.8
- Coeficiente de variación horaria (K2): 2.5

Con dichos coeficientes se obtienen los siguientes caudales de diseño para el sistema de abastecimiento de agua potable:

- Caudal promedio diario: 2.44 l/s
- Caudal máximo diario: 4.39 l/s
- Caudal máximo horario: 6.09 l/s.

La investigación de Lossio (2012) menciona, además, que el tipo de diseño de la red de abastecimiento de agua potable fue de tipo cerrada. Mientras que en esta investigación fue una red de tipo abierta, debido a que la distribución de las viviendas no lo permitía.

Se puede recalcar que todos los resultados del diseño de la red de abastecimiento de agua potable cumplieron con lo establecido en la norma OS-050 (Redes de distribución de agua para consumo humano) donde remarca que el diámetro mínimo a usar es de 3" (pulgadas) y una presión estática menor a 50 m.

Asimismo, todos los resultados del diseño de la red de alcantarillado sanitario cumplieron con lo establecido en la norma OS-070 (Redes de aguas residuales) donde se remarca que el diámetro mínimo a usar es de 8" (pulgadas) y la tensión tractiva debe ser mayor a 1, para garantizar el arrastre de los sólidos y no causar problemas de sedimentación.

Conclusiones

Las principales estructuras con las que cuenta el sistema de abastecimiento de agua proyectado son: redes de distribución que suman una longitud total de 562.05 m, una línea de impulsión de tubería fierro galvanizado de 100 mm de diámetro, con una longitud de 15.80 m, 2 electrobombas, una cisterna rectangular de 6.00 m de largo por 4.00 m de ancho por 2.00 metros de altura, un

tanque elevado rectangular de 3.00 m de largo por 4.00 m de largo por 2.00 m de altura con paredes de espesor de 0.20 m, y 60 conexiones domiciliarias.

Las principales estructuras con las que cuenta el sistema de alcantarillado son: redes recolección que suman una longitud total de 1176.42 m, 23 Buzones de 1.20 m de diámetro y 60 conexiones domiciliarias las cuales se optaron que sean por la parte posterior de los lotes y finalmente el colector que recoge todas las descargas de la zona se empalmará al colector que pasa por el Km 3.5 de la Carretera Chiclayo-Pimentel, dado que tiene una profundidad de 4.43 m.

Referencias bibliográficas

- Agüero, R. (1997). Agua potable para poblaciones rurales. Lima: Asociación Servicio Educativos Sociales.
- Ambiental, D. G. (1994). Abastecimiento de agua y saneamiento para poblaciones rurales y urbano-marginales. Lima.
- Bahilasvsky, J. P. (2010). Tratado de protección de las inversiones e implementaciones para la formulación de políticas públicas (Especial referencia a los servicios de agua potable y alcantarillado). Santiago de Chile.
- Bieberach, H. J. (2013). Ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado Delicias de Villa y anexos - distrito Chorrillos. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Programa Cybertesis PERÚ.
- Cabrejos Solano, J. A., & Gálvez Díaz, N. D. (2016). Guía de lineamientos para la presentación de proyectos e informes de investigación. Trujillo: Centro Editorial de la Universidad Señor de Sipán.
- García, R. (2010). Caracterización de tecnologías de saneamiento básico que no han generado los impactos esperados en comunidades periurbanas de Colombia. Colombia.
- Garrido Leca. (2006). Inversión en agua y saneamiento como respuesta a la exclusión en el Perú: gestación, puesta en marcha y lecciones del programa Agua para Todos (PAPT). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Recuperada de <http://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcw0313s.PDF>
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación científica. México D.F: McGraw Hill.
- Lentini, E. (2010). Servicios de agua potable y alcantarillado en Guatemala: Beneficios potenciales y determinantes del éxito. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Recuperada de <http://archivo.cepal.org/pdfs/2010/S1000735.pdf>
- López, R. A. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Lossio, M. M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lacones* (Tesis de pregrado). Recuperada de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI_192.pdf?sequence=1
- Marmarillo, I. (2010). Agua potable y saneamiento. Lima. Recuperada de http://siteresources.worldbank.org/INTPERUINSPANISH/Resources/Cap.14._Agua_Potable_y_Saneamiento.pdf
- Segura, A. (2001). Proyecto de sistemas de alcantarillado. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- WaterCAD. (18 de Febrero de 2016). Obtenido de <https://www.bentley.com/en/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watercad>