



GOBERNACIÓN
DEL ATLÁNTICO

PROYECTO:

SISTEMA REGIONAL ACUEDUCTO
RURAL MUNICIPIO DE SABANALARGA
SEGUNDA ETAPA

CONTIENE:

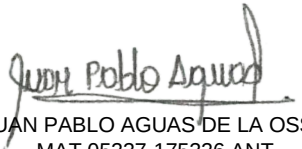
MEMORIAS DE DISEÑO

FECHA:

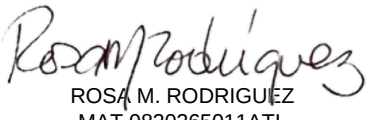
Abril 2025

FIRMAS

DIRECTOR DISEÑO


JUAN PABLO AGUAS DE LA OSSA
MAT 05237-175326 ANT
TRIPLE A S.A E.S.P

DIRECTOR INTERVENTORIA


ROSA M. RODRIGUEZ
MAT 0820265011ATL
GOBERNACIÓN DEL ATLÁNTICO

CONTROL DE CAMBIOS

REVISIÓN: 03
FECHA: 25/04/2025

DESCRIPCIÓN:
Actualización 2025

TABLA DE CONTENIDO

3.	FORMULACIÓN DEL PROYECTO	3
3.1	PARÁMETROS DE DISEÑO.	3
3.1.1	DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA	3
3.1.1	PERÍODO DE DISEÑO	3
3.1.2	ESTUDIO DE POBLACIÓN	4
3.1.4	COBERTURA DEL SERVICIO	6
3.2	dotación	6
3.2.1	dotación NETA.....	6
3.2.2	Dotación bruta.	7
3.3	DEMANDA	7
3.3.1	CAUDAL MEDIO DIARIO.....	7
3.3.2	Caudal máximo diario y máximo horario.	8
3.3.3	CAUDAL de diseño	8
3.3.4	CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS TANQUES	9
3.3.5.	CALCULO DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO	13
3.3.6.	TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN	22
3.3.7	REDES DE DISTRIBUCIÓN	30

3. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

Los corregimientos de Colombia, Isabel López, Molineros, La Peña y Aguada de Pablo que pertenecen al Municipio de Sabanalarga, no cuentan con un servicio permanente de agua potable, actualmente se abastecen extrayendo el agua de pozos profundos pero la calidad ni la cantidad de agua es la adecuada para abastecer a toda la población. Para darle solución a este problema, se plantea la construcción de un sistema regional que garantice el suministro de agua las 24 horas del día a los habitantes de estos corregimientos, este sistema regional consta de los siguientes componentes:

- Instalación de una línea de conducción desde la estación cordialidad en el municipio de Sabanalarga hasta la estación Colombia.
- Un tanque de almacenamiento regional que estará localizado en el corregimiento de Colombia, el cual se abastecerá por bombeo desde la estación Cordialidad en el Municipio de Sabanalarga, desde este tanque, se bombeará el agua potable a cada población.
- 3 tanques elevados localizados en los corregimientos de Colombia, Molineros e Isabel Lopez, a los cuales llegará el agua bombeada y se distribuirá por gravedad a la población.
- Redes de distribución para los corregimientos de Colombia, Molineros e Isabel Lopez, debido a que las redes existentes se encuentran en mal estado.
- Complementar las redes existentes en los corregimientos de la Peña y Aguada de Pablo
- Un tanque intermedio localizado entre los corregimientos de La Peña y Aguada de Pablo para garantizar que el corregimiento de Aguada de Pablo reciba el servicio las 24 horas.

Este proyecto contempla la instalación de la tubería de conducción de Colombia a Isabel Lopez, las redes de distribución en Isabel Lopez, construcción del tanque elevado para el almacenamiento y distribución, la instalación de la tubería de conducción de Colombia a La Peña y el sistema de bombeo a Peña.

3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.

3.1.1 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN AFECTADA

Para efectos de este documento de diseño, la población afectada corresponde a la totalidad de la población que se encuentra asentada en cada corregimiento: Colombia, Molineros, Isabel Lopez, Peña y Aguada de Pablo, realizando una proyección hasta el año de diseño.

3.1.1 PERÍODO DE DISEÑO

La Resolución 330 del 8 de junio 2017 que modificó el RAS 2000 en el Capítulo 1 Artículo 40 establece que, para todos los sistemas de acueducto, alcantarillado sanitario y aseo, se adopta como periodo de diseño 25 años.

3.1.2 ESTUDIO DE POBLACIÓN

A partir de la información de los censos de 2005 y 2018 se obtienen los datos de población y la obtención de la tasa de crecimiento poblacional:

Tabla 1. Población según Censos 2005 y 2018 del DANE en el departamento del Atlántico.

NOMBRE MUNICIPIO	CENSO 2005			CENSO 2018		
	TOTAL	CABECERA	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO	TOTAL	CABECERA	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO
Barranquilla	1,146,359	1,142,312	4,047	1,206,319	1,205,284	1,035
Baranoa	51,571	42,840	8,731	62,382	51,730	10,652
Campo de La Cruz	19,107	16,467	2,640	22,879	19,961	2,918
Candelaria	12,035	8,781	3,254	15,982	11,461	4,521
Galapa	32,012	28,687	3,325	60,708	56,167	4,541
Juan de Acosta	14,578	9,134	5,444	20,999	13,095	7,904
Luruaco	23,558	11,190	12,368	28,175	14,251	13,924
Malambo	101,280	95,258	6,022	128,203	119,878	8,325
Manatí	13,810	12,403	1,407	19,808	17,499	2,309
Palmar de Varela	23,674	22,796	878	28,932	27,728	1,204
Piojó	5,017	2,459	2,558	6,608	2,812	3,796
Polonuevo	13,897	11,325	2,572	18,197	15,111	3,086
Ponedera	18,954	9,775	9,179	23,848	13,652	10,196
Puerto Colombia	27,837	20,654	7,183	49,264	42,803	6,461
Repelón	22,873	15,314	7,559	26,200	17,608	8,592
Sabanagrande	25,399	24,227	1,172	32,334	30,739	1,595
Sabanalarga	86,631	66,707	19,924	93,261	69,230	24,031
Santa Lucía	12,418	11,060	1,358	16,023	13,676	2,347
Santo Tomás	23,874	22,617	1,257	29,829	28,095	1,734
Soledad	461,851	460,996	855	603,999	602,644	1,355
Suan	9,702	9,216	486	11,940	11,239	701
Tubará	10,915	6,091	4,824	17,377	8,774	8,603
Usiacurí	8,804	7,957	847	12,250	11,394	856

Fuente: DANE

La proyección de la población se establece mediante el método geométrico, el cual permite determinar la población futura del proyecto.

Método Geométrico. Este método se aplica a poblaciones que no han alcanzado su desarrollo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme obtenido de los períodos pasados. La población futura aplicando este método se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$P_f = P_{uc} (1+r)^{T_f - T_{uc}}$$

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

En donde :

- r = Tasa de crecimiento anual en decimal
 Pf= Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (Hab)
 Puc= Población correspondiente a la proyección del DANE (Hab)
 Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (Hab)
 Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE
 Tf= Año proyectado

El siguiente es el cuadro resumen de la población proyectada para cada corregimiento:

CORREGIMIENTOS	ISABEL LOPEZ	MOLINEROS	COLOMBIA	AGUA DE PABLO	LA PEÑA	TOTAL
AÑO						POBLACIÓN TOTAL
2,018	2,782	2,650	2,427	5,015	4,250	17,124
2,019	2,822	2,688	2,462	5,087	4,311	17,372
2,020	2,863	2,727	2,498	5,161	4,374	17,623
2,021	2,904	2,767	2,534	5,236	4,437	17,877
2,022	2,946	2,807	2,570	5,311	4,501	18,136
2,023	2,989	2,847	2,608	5,388	4,566	18,398
2,024	3,032	2,888	2,645	5,466	4,632	18,664
2,025	3,076	2,930	2,683	5,545	4,699	18,934
2,026	3,120	2,972	2,722	5,625	4,767	19,207
2,027	3,166	3,015	2,762	5,706	4,836	19,485
2,028	3,211	3,059	2,802	5,789	4,906	19,767
2,029	3,258	3,103	2,842	5,873	4,977	20,052
2,030	3,305	3,148	2,883	5,957	5,049	20,342
2,031	3,353	3,194	2,925	6,044	5,122	20,636
2,032	3,401	3,240	2,967	6,131	5,196	20,935
2,033	3,450	3,287	3,010	6,220	5,271	21,237
2,034	3,500	3,334	3,053	6,309	5,347	21,544
2,035	3,551	3,382	3,098	6,401	5,424	21,856
2,036	3,602	3,431	3,142	6,493	5,503	22,171

2,037	3,654	3,481	3,188	6,587	5,582	22,492
2,038	3,707	3,531	3,234	6,682	5,663	22,817
2,039	3,760	3,582	3,281	6,779	5,745	23,147
2,040	3,815	3,634	3,328	6,877	5,828	23,481
2,041	3,870	3,686	3,376	6,976	5,912	23,821
2,042	3,926	3,740	3,425	7,077	5,998	24,165
2,043	3,983	3,794	3,474	7,179	6,084	24,514
2,044	4,040	3,849	3,525	7,283	6,172	24,869
2,045	4,099	3,904	3,576	7,388	6,261	25,228
2,046	4,158	3,961	3,627	7,495	6,352	25,593
2,047	4,218	4,018	3,680	7,604	6,444	25,963
2,048	4,279	4,076	3,733	7,714	6,537	26,338
2,049	4,341	4,135	3,787	7,825	6,631	26,719
2,050	4,403	4,194	3,841	7,937	6,726	27,101

3.1.4 COBERTURA DEL SERVICIO

Acueducto: el servicio de acueducto es prestado por triple a s.a. esp. El municipio se abastece del acueducto regional, con la planta de tratamiento ubicada en el municipio de ponedera. La cobertura del acueducto para la cabecera municipal es del 93%.

El servicio de alcantarillado es prestado por triple a s.a. esp y posee una cobertura cercana al 78%.

Energía eléctrica: el servicio de energía eléctrica es prestado por air-e la cobertura de energía eléctrica es de 100%.

Gas: el servicio de gas natural es suministrado por la empresa gases del caribe s.a. e.s.p tiene una cobertura del 77% en la zona urbana y de 55% en la zona rural.

3.2 DOTACIÓN

3.2.1 DOTACIÓN NETA

La dotación neta máxima corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de los habitantes, sin considerar las pérdidas que ocurren en el sistema.

Tabla 3. Dotación neta máxima por habitante según la alturasobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACION NETA MAXIMA Clima cálido (Lts/hab.-día)
>2000 msnm	120
1000 – 2000 msnm	130
< 1000 msnm	140

Fuente: Resolución 0330 de 2017

Dotación Neta de proyecto escogida es 140 lts/hab.-día teniendo en cuenta los valores establecidos en el RAS 2000, con la cual se cumple con la resolución 0330 de 2017.

3.2.2 DOTACIÓN BRUTA.

La dotación bruta se establece según la siguiente ecuación:

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

Donde p es el porcentaje de pérdidas cuyo valor admisible es del 25% según el grado de complejidad determinado.

En consecuencia, la dotación bruta será

$$d_{bruta} = \frac{140}{1 - 0.25} = 186.67 \text{ l/hab/dia}$$

3.3 DEMANDA

3.3.1 CAUDAL MEDIO DIARIO

El caudal medio diario (Qmd) se refiere al caudal medio calculado para la población proyectada en función de la dotación bruta asignada.

Se determina por la expresión:

$$Q_{md} = \frac{p \bullet d_{bruta}}{86400}$$

3.3.2 CAUDAL MÁXIMO DIARIO Y MÁXIMO HORARIO.

Se calcula el caudal máximo diario como el caudal medio afectado por un factor K1, cuyo valor está determinado según el Nivel de Complejidad, en este caso K1 = 1.3.

$$QMD = 1.3 \times Qmd$$

El consumo en el transcurso del día no es constante. La variación del consumo máximo horario se calcula aplicando un coeficiente K2 al QMD. Este coeficiente según el RAS y en función del Nivel de Complejidad es de 1.60.

Por lo tanto, el caudal máximo horario es:

$$QMH = 1.6 \times QMD$$

3.3.3 CAUDAL DE DISEÑO

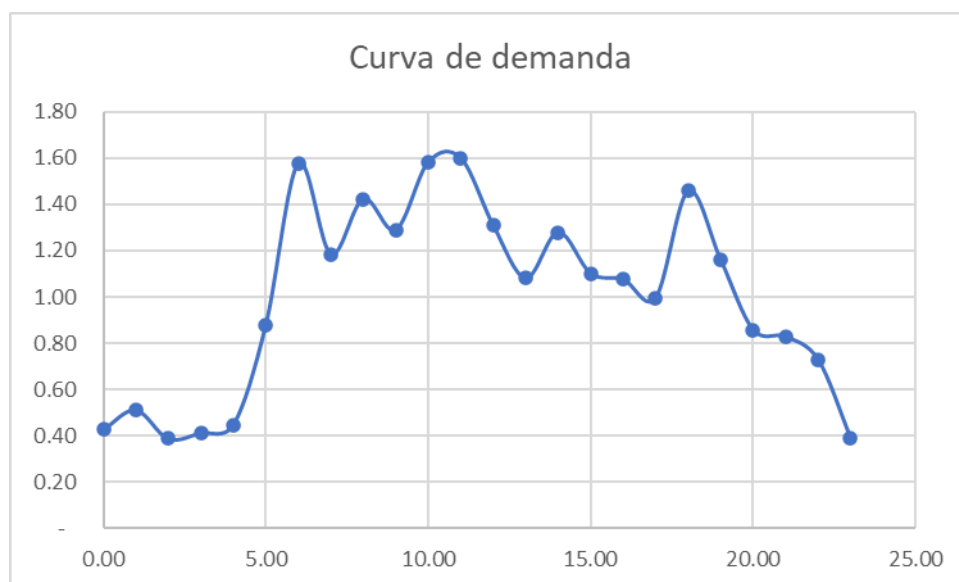
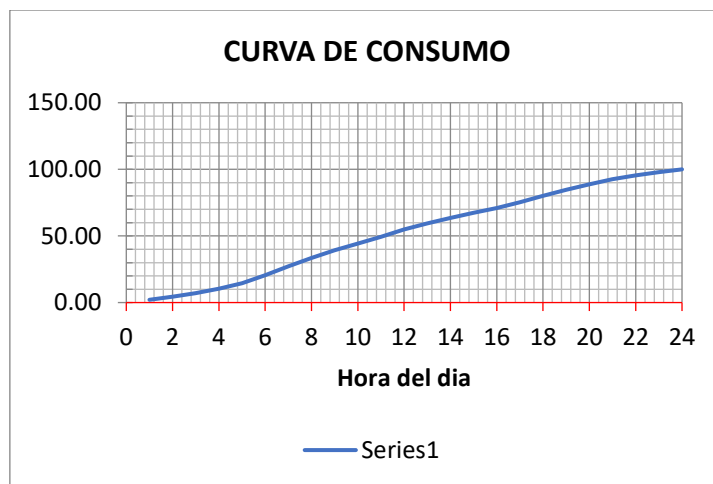
A continuación, se presenta la tabla donde se muestran los caudales de diseño para cada corregimiento:

LOCALIDAD	AÑO 2025				AÑO 2050			
	POBLACION N	qmd(l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)	POBLACION N	qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
ISABEL LOPEZ	3,076	6.7	8.6	13.8	4,403	10.1	13.1	21.0
AGUADA DE PABLO	5,545	12.0	15.6	25.0	7,937	18.2	23.7	37.9
LA PEÑA	4,699	10.2	13.2	21.1	6,726	15.5	20.1	32.2
TOTAL	13,320	29	37	60	19,066	44	57	91

3.3.4 CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS TANQUES

Para el cálculo de las capacidades de los tanques que componen el sistema, se realizó la modelación en EPANET, teniendo en cuenta que el tanque diseñado se alimentará por bombeo, considerando un bombeo de 16 horas continuas: desde las 4:00 am a las 8:00 pm. Adicionalmente, se realizó el análisis empleando el método de la curva integral.

Se utiliza la curva de consumo horario, teniendo en cuenta el comportamiento de poblaciones vecinas y la información dada por el operador del sistema.



El caudal de diseño es el caudal máximo diario (QMD), más las perdidas del sistema

3.3.4.1 Volumen para la Atención de Incendios

Como norma general, se considera que un incendio es atendido en un lapso de dos horas. Por lo tanto, el volumen adicional es el que gastaría un hidrante con caudal de 5 lps abierto por dos horas atendiendo las recomendaciones dadas en el título B del RAS.

3.3.4.2 Volumen Total del Tanque de Almacenamiento

El volumen total del tanque será la suma de capacidad para la regulación de la demanda (volumen de la curva integral multiplicado por 1,2) y el volumen adicional contra incendios.

Adicionalmente, se hace el chequeo, según lo establece el RAS: en poblaciones pequeñas el volumen de regulación de la demanda puede estimarse como el 1/3 del volumen máximo consumido en el día (caudal máximo diario expresado en m³/día). En caso de suministro discontinuo (bombeo), al valor anterior se le debe agregar el caudal medio diario multiplicado por el tiempo en que no hay suministro.

A continuación, se presentan los cálculos realizados:

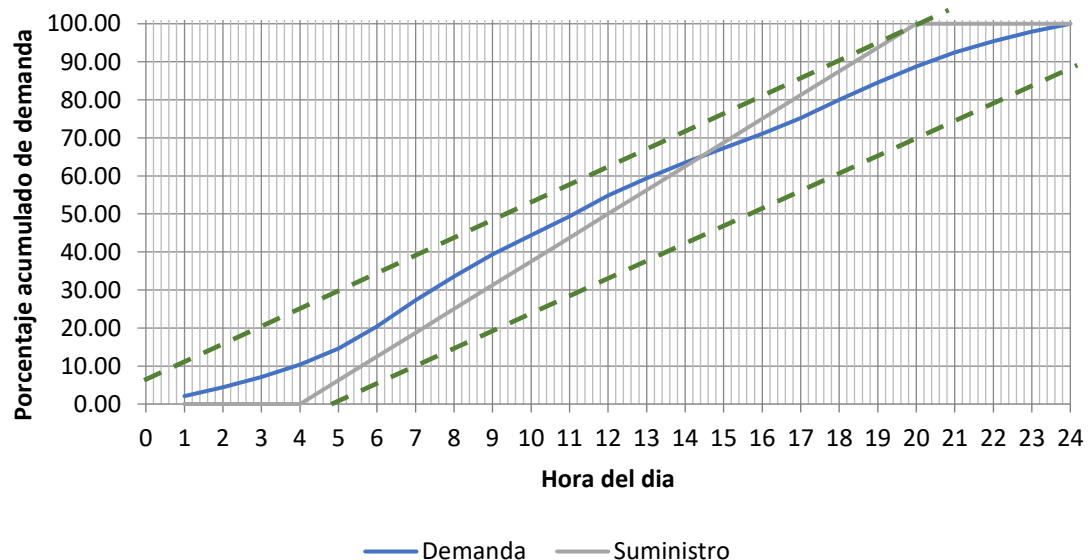
- Tanque Elevado Isabel Lopez:

BOMBEO	HORA		Factor consumo(curva)	Consumo Horario (C%)	ΣC%	S%	ΣS%	ΔS-C	Σ(ΔS- C)	V(%)
NO	0	1	0.50	2.08	2.08	0.00	0.00	-2.08	-2.08	6.67
NO	1	2	0.55	2.29	4.38	0.00	0.00	-2.29	-4.38	4.38
NO	2	3	0.65	2.71	7.08	0.00	0.00	-2.71	-7.08	1.67
NO	3	4	0.80	3.33	10.42	0.00	0.00	-3.33	-10.42	0.00
SI	4	5	1.00	4.17	14.58	6.25	6.25	2.08	-8.33	0.42
SI	5	6	1.40	5.83	20.42	6.25	12.50	0.42	-7.92	0.83
SI	6	7	1.65	6.88	27.29	6.25	18.75	-0.62	-8.54	0.21
SI	7	8	1.50	6.25	33.54	6.25	25.00	0.00	-8.54	0.21
SI	8	9	1.40	5.83	39.38	6.25	31.25	0.42	-8.13	0.63
SI	9	10	1.20	5.00	44.38	6.25	37.50	1.25	-6.88	1.88
SI	10	11	1.20	5.00	49.38	6.25	43.75	1.25	-5.63	3.13
SI	11	12	1.30	5.42	54.79	6.25	50.00	0.83	-4.79	3.96
SI	12	13	1.10	4.58	59.38	6.25	56.25	1.67	-3.13	5.63
SI	13	14	1.00	4.17	63.54	6.25	62.50	2.08	-1.04	7.71
SI	14	15	0.90	3.75	67.29	6.25	68.75	2.50	1.46	10.21
SI	15	16	0.90	3.75	71.04	6.25	75.00	2.50	3.96	12.71
SI	16	17	1.00	4.17	75.21	6.25	81.25	2.08	6.04	14.79
SI	17	18	1.15	4.79	80.00	6.25	87.50	1.46	7.50	16.25
SI	18	19	1.10	4.58	84.58	6.25	93.75	1.67	9.17	17.92
SI	19	20	1.00	4.17	88.75	6.25	100.00	2.08	11.25	20.00

NO	20	21	0.90	3.75	92.50	0.00	100.00	-3.75	7.50	16.25
NO	21	22	0.70	2.92	95.42	0.00	100.00	-2.92	4.58	13.33
NO	22	23	0.60	2.50	97.92	0.00	100.00	-2.50	2.08	10.83
NO	23	24	0.50	2.08	100.00	0.00	100.00	-2.08	0.00	8.75
			24.00	100.00		100.00				

PERIODO DE DISEÑO. Años	25.00
CAUDAL DE DISEÑO. Lps	13.14
CAUDAL DE DISEÑO. m3/seg	0.013
TIEMPO. Segundos/día	86,400
MAXIMA DIFERENCIA ACUMULADA. Val.Abs. (%)	21.67
HORAS DE BOMBEO	16.00
Q horario bombeo (%)	6.25
Qbombeo (lps)	19.71
Qbombeo m3/s	0.020
VOLUMEN CALCULADO. m ³	369
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	454
VOLUMEN INCENDIO. m ³	36.00
VOLUMEN DEL TANQUE. M3	479

Curva integral de demanda (%)



De acuerdo al cálculo realizado empleando el método de la curva integral se requiere un volumen de almacenamiento de 500 m³.

DIMENSIONES DEL TANQUE CILINDRICO	
DIAMETRO (m)	10.00
AREA (m ²)	79
ALTURA UTIL (m)	6.2
BORDE LIBRE (m)	0.50
ALTURA NOMINAL (m)	6.7
VOLUMEN UTIL (m ³)	487
VOLUMEN TOTAL (m ³)	526

Para la simulación del sistema en EANET se utiliza la siguiente información:

DATOS PARA LA SIMULACION (tanque cilindrico):	
COTA DE SOLERA	66.80
NIVEL INICIAL	1.000
NIVEL MINIMO	0.50
NIVEL MAXIMO	6.2
AREA CIRCULAR	79
DIAMETRO	10.00
VOLUMEN ÚTIL	487

Adicionalmente, se diseña el diámetro del rebose y de la tubería de vaciado del tanque

DISEÑO DEL REBOSE DEL TANQUE

$$Q_r = [1,518 \times \varnothing_r^{0,693} \times h_r^{1,807}] \quad ; \quad Br = [B - h_r] \quad B = \text{Borde Libre} \quad h_r = \text{Altura de rebose}$$

* Diámetro del rebose ; $\varnothing_r =$	6.0	pulgadas (Adoptado para el diseño)
* Diámetro del rebose ; $\varnothing_r =$	0.15	m
* Lámina de agua en rebose ; $h_r =$	0.15	m (OK, cumple diámetro del rebose)
* Verif borde libre desde rebose ; $Br =$	0.35	m (Cumple Literal B.9.6.3 del RAS/2.000, $Br > 0,10$ m)
* Caudal de diseño del rebose ; $Q_r =$	14	l/s

El rebose ubicado a 6.2 m por encima del fondo del tanque elevado, será una tubería de Ø6 pulg., con capacidad para evacuar un caudal máximo de 13.8 l/s, y también descargará a la red de alcantarillado proyectada, con el fin de no desestabilizar el terreno

Adicionalmente el tanque estará provisto de un sistema de control de niveles que permitirá en forma remota suspender su alimentación en cuando se alcance el nivel máximo establecido.

DISEÑO DEL VACIADO DEL TANQUE

De acuerdo a lo establecido en el numeral B.9.4.14 del RAS 2000 el tiempo de vaciado del tanque calculado mediante la siguiente expresión, debe ser menor de 8 horas

$$T = \frac{2 \cdot A \cdot \sqrt{h}}{m \cdot a \cdot \sqrt{2g}}$$

* Area superficial del tanque; A =	78,54
* Diámetro de desagüe ; Ød =	6,0
* Area Tubería desagüe ; a =	0,018
* Cabeza sobre el desagüe ; h =	6,00
* Coeficiente de Orificio ; m =	0,60
* Tiempo de Vaciado ; T =	2,2 horas OK

3.3.5. CALCULO DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

Para abastecer los tanques de cada corregimiento y garantizar el abastecimiento y el servicio las 24 horas del día, es necesario bombear el agua desde el tanque regional de Colombia a cada uno de los tanques elevados. A continuación, se presenta el cálculo de los equipos de bombeo para cada corregimiento, las consideraciones para el diseño son las siguientes:

- Caudal de diseño: los equipos de bombeo se diseñan para un periodo de 15 años, en este caso, el QMD del año 2040.
- Las tuberías de succión e impulsión se calculan para el caudal necesario para el periodo de diseño final, en este caso QMD del año 2050.
- El tipo de bombas a utilizar serán verticales

3.3.5.1 Bombeo a Tanque Elevado de Peña

Para la segunda etapa, se contempla el abastecimiento por medio de bombeo al tanque elevado existente en el municipio de La Peña, desde donde se abastecerán las redes de distribución existentes, las cuales fueron instaladas recientemente y se encuentran en buen estado. Con ese mismo bombeo se llevará el agua a un tanque intermedio en Aguada de Pablo para abastecer, en otra etapa a la población de Aguada de Pablo. Por esta razón, para el cálculo del diámetro de la impulsión y la capacidad de la bomba, se tiene en cuenta el caudal de las poblaciones de Peña y Aguada de Pablo.

DIAMETRO

Cálculo del diámetro para la impulsión tramo 1		
Sea V	1.20	m/s
Q	43.8	lps

Diametro, Ø	8.49	pulgadas
D escogido	273	mm
D interno	0.26	m
Ajuste de la velocidad		
Remplazando el diámetro escogido en $V=4Q/\pi \cdot D^2$		
V	0.84	m/s

LONGITUD

Longitud	5460.00	m
----------	---------	---

DIAMETRO

Cálculo del diámetro para la impulsión tramo 2		
Sea V	1.20	m/s
Q	20.10	lps
Diametro, Ø	5.75	pulgadas
D escogido	168	mm
D interno	0.16	m
Ajuste de la velocidad		
Remplazando el diámetro escogido en $V=4Q/\pi \cdot D^2$		
V	1.01	m/s

LONGITUD

Longitud	1725.00	m
----------	---------	---

DIAMETRO

Cálculo del diámetro para la impulsión tramo 3		
Sea V	1.20	m/s
Q	23.70	lps
Diametro, Ø	6.24	pulgadas
D escogido	219	mm
D interno	0.21	m
Ajuste de la velocidad		
Remplazando el diámetro escogido en $V=4Q/\pi \cdot D^2$		
V	0.70	m/s

LONGITUD

Longitud	6700.00	m
----------	---------	---

ALTURA ESTÁTICA A VENCER

Nivel medio de agua en la succión	28.00	m
Cota clave de la tubería en la descarga	30.00	m
Cota máxima en la línea de impulsión	55.00	m
Diferencia de nivel estático	25.00	m

PERDIDAS DE CARGA EN LA TUBERIA 1, hf

Rugosidad absoluta (mm), V	0.002
Viscosidad cinemática (m ² /s), n	9.70E-07
Reynolds	222779
Coefficiente de fricción, f	0.015
Pérdida en la tubería, hf (m)	11.540

Coefficiente de fricción de Darcy, f

$$f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{\Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$10^{-6} \leq \frac{\epsilon}{D} \leq 10^{-2}$$

$$5000 \leq \Re \leq 10^8$$

PERDIDAS DE CARGA EN LA TUBERIA 2, hf

Rugosidad absoluta (mm), V	0.002
Viscosidad cinemática (m ² /s), n	9.70E-07
Reynolds	165893
Coefficiente de fricción, f	0.016
Pérdida en la tubería, hf (m)	9.160

Coefficiente de fricción de Darcy, f

$$f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{\Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$10^{-6} \leq \frac{\epsilon}{D} \leq 10^{-2}$$

$$5000 \leq \Re \leq 10^8$$

PERDIDAS DE CARGA EN LA TUBERIA 3, hf

Rugosidad absoluta (mm), V	0.002
Viscosidad cinemática (m ² /s), n	9.70E-07
Reynolds	150285
Coefficiente de fricción, f	0.016
Pérdida en la tubería, hf (m)	13.487

Coefficiente de fricción de Darcy, f

$$f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{\Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$10^{-6} \leq \frac{\epsilon}{D} \leq 10^{-2}$$

$$5000 \leq \Re \leq 10^8$$

PERDIDAS MENORES POR ACCESORIOS TUBERIA 1, hm				
Accesorio en la impulsión	K_m	Cantidad	$K_{m, total}$	La ecuación para el cálculo de las pérdidas menores de energía causadas por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma: $h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$ donde: h_m = energía por unidad de peso perdida en el accesorio k_m = coeficiente de pérdidas menores del accesorio v = velocidad media del flujo en la tubería g = aceleración de la gravedad
Válvula de cheque, abierta	2.50	1	2.50	
Válvula de compuerta, abierta	0.20	1	0.20	
Codo de radio corto	0.90	13	11.70	
Codo de radio mediano	0.80		-	
Codo de gran radio	0.60		-	
Codo de 45	0.42	6	2.52	
Codo de 22.5	0.20		-	
Tee en sentido recto	0.30	1	0.30	
Unión	0.30	1	0.30	
Ye de 45, en sentido recto	0.30		-	
Ye de 45, salida lateral	0.80		-	
Reducción	0.30	1	0.30	
Salida	1.00	1	1.00	
Total perdidas por accesorios			18.820	
Pérdidas menores por accesorios, hm (m)			0.673	
PERDIDAS MENORES POR ACCESORIOS TUBERIA 2, hm				
Accesorio en la impulsión	K_m	Cantidad	$K_{m, total}$	La ecuación para el cálculo de las pérdidas menores de energía causadas por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma: $h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$ donde: h_m = energía por unidad de peso perdida en el accesorio k_m = coeficiente de pérdidas menores del accesorio v = velocidad media del flujo en la tubería g = aceleración de la gravedad
Válvula de cheque, abierta	2.50	1	2.50	
Válvula de compuerta, abierta	0.20	1	0.20	
Codo de radio corto	0.90	13	11.70	
Codo de radio mediano	0.80		-	
Codo de gran radio	0.60		-	
Codo de 45	0.42	6	2.52	
Codo de 22.5	0.20		-	
Tee en sentido recto	0.30	1	0.30	
Unión	0.30	1	0.30	
Ye de 45, en sentido recto	0.30		-	
Ye de 45, salida lateral	0.80		-	
Reducción	0.30	1	0.30	
Salida	1.00	1	1.00	
Total perdidas por accesorios			18.820	
Pérdidas menores por accesorios, hm (m)			0.982	
Altura dinamica (m)			47.35	

9. CURVA DEL SISTEMA

SECCION #.1

Q m3/seg	V m/s	Hf tub.	Hf acc.	H seccion #.1	H est.	H total (1+2)
0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	25.00	25.00
0.011	0.21	0.979	0.043	1.02	25.00	27.04
0.019	0.37	2.659	0.132	2.79	25.00	30.58
0.026	0.50	4.624	0.244	4.87	25.00	34.74
0.032	0.62	6.668	0.367	7.03	25.00	39.07
0.037	0.72	8.702	0.492	9.19	25.00	43.39
0.042	0.80	10.709	0.619	11.33	25.00	47.66
0.046	0.88	12.666	0.745	13.41	25.00	51.82
0.050	0.95	14.564	0.870	15.43	25.00	55.87
0.053	1.02	16.427	0.993	17.42	25.00	59.84
0.056	1.08	18.211	1.113	19.32	25.00	63.65
0.060	1.15	20.420	1.262	21.68	25.00	68.36
0.065	1.24	23.618	1.481	25.10	25.00	75.20
0.070	1.34	27.026	1.718	28.74	25.00	82.49

Para este proyecto, las bombas a instalar, serán las que abastecen óptimamente el servicio desde la construcción de la estación, hasta un año que el caudal aportado coincida con la curva de las bombas y la curva del sistema, para este caso el año 2040.

CALCULO DE BOMBAS A INSTALAR

Para este proyecto, las bombas a instalar, serán las que abastecen óptimamente el servicio desde la construcción de la estación, hasta un año que el caudal aportado coincida con la curva de las bombas y la curva del sistema, para este caso el año 2040.

Cálculo del Ø para la descarga de la bomba futura (2040)

Diametro, Ø	0.21	m
Q por bomba	35.70	lps
Velocidad	1.06	m/s

Condiciones para Ødescarga (2040) y bomba (2040)

Diámetro interno	0.21	m
Numero de bombas trabajando	1	bombas
Caudal, año 2034	35.70	lps
Caudal /bomba	35.70	lps
Rugosidad absoluta	0.25	mm
Rugosidad Relativa	0.00121	
V max , <= 2.2 m/s	1.06	m/seg,

Longitud tub impulsión/bomba	5.00	m
------------------------------	------	---

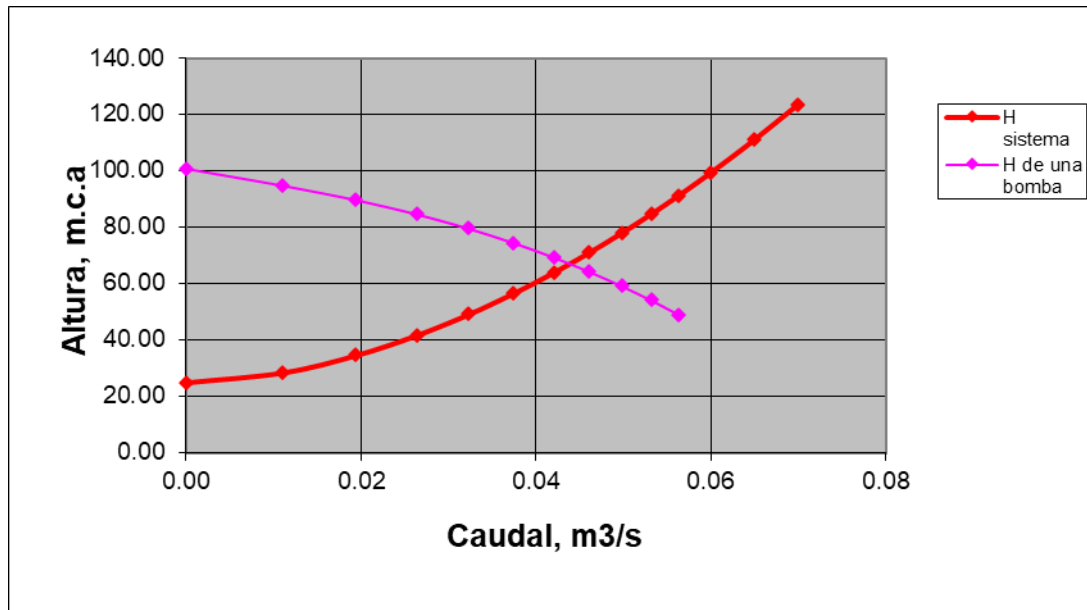
La bomba a escoger, se le modifica su curva característica por efecto de accesorios, por lo que tenemos:

PERDIDAS MENORES POR ACCESORIOS, hm				La ecuación para el cálculo de las pérdidas menores de energía causadas por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma: $h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$ donde: hm = energía por unidad de peso km = coeficiente de pérdidas menores del accesorio v = velocidad media del flujo en la tubería g = aceleración de la gravedad
Accesorio en la impulsión	K_m	Cantidad	$K_{m, total}$	
Válvula de cheque, abierta	2,50	1	2,50	
Válvula de compuerta, abierta	0,20	1	0,20	
Codo 90° de radio corto	0,90		-	
Codo 90° de radio mediano	0,80	1	0,80	
Codo 90° de gran radio	0,60		-	
Codo de 45°	0,42	1	0,42	
Codo de 22.5°	0,20		-	
Tee en sentido recto	0,30		-	
Unión	0,30	1	0,30	
Ye de 45, en sentido recto	0,30		-	
Ye de 45, salida lateral	0,80	1	0,80	
Reducción	0,30	1	0,30	
Salida	1,00		-	
Total perdidas por accesorios			5,320	

CURVA MODIFICADA DE LA BOMBA A INSTALAR

Q m3/seg	V m/s	Hf tub.	Hf acc.	correc.	H bomba	H final
0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	55	101.00
0.011	0.33	0.003	0.03	0.03	53.7	94.97
0.019	0.58	0.009	0.09	0.10	52.1	89.90
0.026	0.78	0.017	0.17	0.18	49.95	84.82
0.032	0.96	0.025	0.25	0.28	47.35	79.72
0.037	1.11	0.033	0.34	0.37	45.7	74.63
0.042	1.25	0.042	0.42	0.46	44.5	69.54
0.046	1.37	0.050	0.51	0.56	40.9	64.44
0.050	1.48	0.058	0.59	0.65	37.5	59.35
0.053	1.58	0.066	0.68	0.74	33.5	54.26
0.056	1.67	0.074	0.76	0.83		49.17

Nota: La curva de la bomba varía de acuerdo a marca y tipo; para este ejercicio se usó una bomba marca FLYGS VIT-DIFM 7CLC, 4 Stages.



- Cálculo de la potencia de la Bomba y el Motor

$$P = \frac{\gamma Q H_t}{e}$$

Potencia de la bomba	Pb	20.73	KW
Peso Unitario del agua	γ	9.81	kN/m3
Caudal	Q	0.036	m3/s
Altura dinámica total	Ht	47.35	m
Eficiencia	ε	80%	
Potencia del Motor	Pm	24.88	KW
Potencia del Motor	Pm	33.17	Hp

- Requerimientos de las bombas a pedir:

Dos (2) bombas verticales
1750 RPM
460V
Trifasica
60Hz
Caudal 35.70 lps
Presión 47.40 m.c.a

- Cálculo del NPSH disponible:

Cálculo de la altura dinámica de succión

TIPO DE ACCESORIO EN LA SUCCIÓN	Km	cantidad	Km tot	Hf 2 (m)
Codo 90 grados de radio mediano	0,294		0,000	0,00
Válvula Compuerta (totalmente abierta)	0,070		0,000	0,00
Válvula Mariposa	0,520		0,000	0,00
Codo 22 1/2 grados	0,308		0,000	0,00
Codo 11 1/4 grados	0,037		0,000	0,00
Reducción Excéntrica	0,100		0,000	0,00
Campana	0,200	1	0,200	0,01
Rejilla	5,200		0,000	0,00
Total perdidas por accesorios				0,01

PÉRDIDAS EN TUBERÍA Y NIPLES

C	140	Coeficiente de rugosidad (depende del material) diámetro de la tubería de succión en m Longitud tubería de succión en m
D	0.2	
L	5	
S _F	0.031601477	Pendiente de la línea de energía en m/m
PERDIDA	0.158007383	m

Pérdida por velocidad $V^2/2g$

Gravedad	9,81	m/s
Pérdida por velocidad	0.071060005	

NPSH disponible

Pa/G	Presión barométrica en el sitio	10,330
Pv/G	Presión de vapor (Para 20°C)	0,350
Vacío imperfecto en la bomba		1,800
DEPRESIONES BAROMÉTRICAS		0,36
Altura de succión		4,50
NPSH disponible		2.981

Chequeo de Cavitación

NPSH_d - NPSH_r ≥ 0.5 m

Según fabricante, la bomba escogida necesita un NPSH de 1.25 m

NPSH disponible	2.981
NPSH requerido	2.25

Como NPSH_d - NPSH_r ≥ 0.5 m No hay cavitación.

3.3.5.2 Bombeo a Tanque Elevado de Isabel Lopez

En esta segunda etapa, se contempla el abastecimiento por medio de bombeo a un tanque elevado proyectado de 500 m³, para el corregimiento de Isabel Lopez, desde donde se abastecerán las redes de distribución, las cuales se tiene contemplada su instalación en este proyecto.

Cálculo del diámetro para la impulsión		
Sea V	1.50	m/s
Q	13.14	lps
Diámetro, Ø	4.16	pulgadas
D escogido	168	mm
D interno	0.159	m
Ajuste de la velocidad		
Remplazando el diámetro escogido en $V=4Q/\pi \cdot D^2$		
V	0.66	m/s

LONGITUD

Longitud	9060.00	m
----------	---------	---

ALTURA ESTÁTICA A VENCER

Nivel medio de agua en la succión	28.00	m
Cota clave de la tubería en la descarga	30.00	m
Cota máxima en la línea de impulsión	66.00	m
Diferencia de nivel estático	36.00	m

PERDIDAS DE CARGA EN LA TUBERÍA, hf		
Rugosidad absoluta (mm), V	0.0015	Coeficiente de fricción de Darcy, f $f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\epsilon / 3.7D + 5.74 / \Re^{0.9} \right) \right]^2}$ $10^{-6} \leq \frac{\epsilon}{D} \leq 10^{-2}$ $5000 \leq \Re \leq 10^8$
Viscosidad cinemática (m ² /s), n	9.70E-07	
Reynolds	108502	
Coeficiente de fricción, f	0.018	
Pérdida en la tubería, hf (m)	22.417	

PERDIDAS MENORES POR ACCESORIOS, hm				La ecuación para el cálculo de las pérdidas menores de energía causadas por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma: $h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$ donde: hm = energía por unidad de peso perdida en el accesorio km = coeficiente de pérdidas menores del accesorio v = velocidad media del flujo en la tubería g = aceleración de la gravedad
Accesorio en la impulsión	K_m	Cantidad	$K_{m, total}$	
Válvula de cheque, abierta	2.50	1	2.50	
Válvula de compuerta, abierta	0.20	1	0.20	
Codo de radio corto	0.90	13	11.70	
Codo de radio mediano	0.80		-	
Codo de gran radio	0.60		-	
Codo de 45	0.42	6	2.52	
Codo de 22.5	0.20	5	1.00	
Tee en sentido recto	0.30	1	0.30	
Unión	0.30	1	0.30	
Ye de 45, en sentido recto	0.30		-	
Ye de 45, salida lateral	0.80		-	
Reducción	0.30	1	0.30	
Salida	1.00	1	1.00	
Total perdidas por accesorios			19.820	
Pérdidas menores por accesorios, hm (m)			0.443	

Altura dinámica (m)	58.86
---------------------	-------

Q m3/seg	V m/s	Hf tub.	Hf acc.	H seccion #.1	H est.	H total (1+2)
-	0.00	0.000	0.000	0.00	36.00	36.00
0.0018	0.09	0.633	0.008	0.64	36.00	37.28
0.0041	0.21	2.863	0.044	2.91	36.00	41.81
0.0083	0.42	9.858	0.177	10.03	36.00	56.07
0.0112	0.57	16.885	0.323	17.21	36.00	70.42
0.0133	0.67	23.003	0.456	23.46	36.00	82.92
0.0151	0.76	28.616	0.581	29.20	36.00	94.39
0.0165	0.83	33.848	0.700	34.55	36.00	105.10
0.0178	0.89	38.490	0.807	39.30	36.00	114.60
0.0189	0.95	42.944	0.912	43.86	36.00	123.71
0.02000	1.01	47.737	1.025	48.76	36.00	133.52
0.02200	1.11	56.705	1.240	57.95	36.00	151.89
0.02400	1.21	66.368	1.476	67.84	36.00	171.69
0.02600	1.31	76.716	1.732	78.45	36.00	192.90

Para este proyecto, las bombas a instalar, serán las que abastecen óptimamente el servicio desde la construcción de la estación, hasta un año que el caudal aportado coincida con la curva de las bombas y la curva del sistema, para este caso el año 2040.

Cálculo del Ø para la descarga de la bomba futura (2040)		
Diametro, Ø	0.11	m
Q por bomba	10.70	lps
Velocidad	1.17	m/s

Condiciones para Ødescarga (2040) y bomba (2040)		
Diámetro interno	0.11	m
Numero de bombas trabajando	1	bombas
Caudal, año 2037	10.70	lps
Caudal /bomba	10.70	lps
Rugosidad absoluta	0.25	mm
Rugosidad Relativa	0.00231	
V max , <= 2.2 m/s	1.17	m/seg,
Longitud tub impulsión/bomba	5.00	m

La bomba a escoger, se le modifica su curva característica por efecto de accesorios, por lo que tenemos:

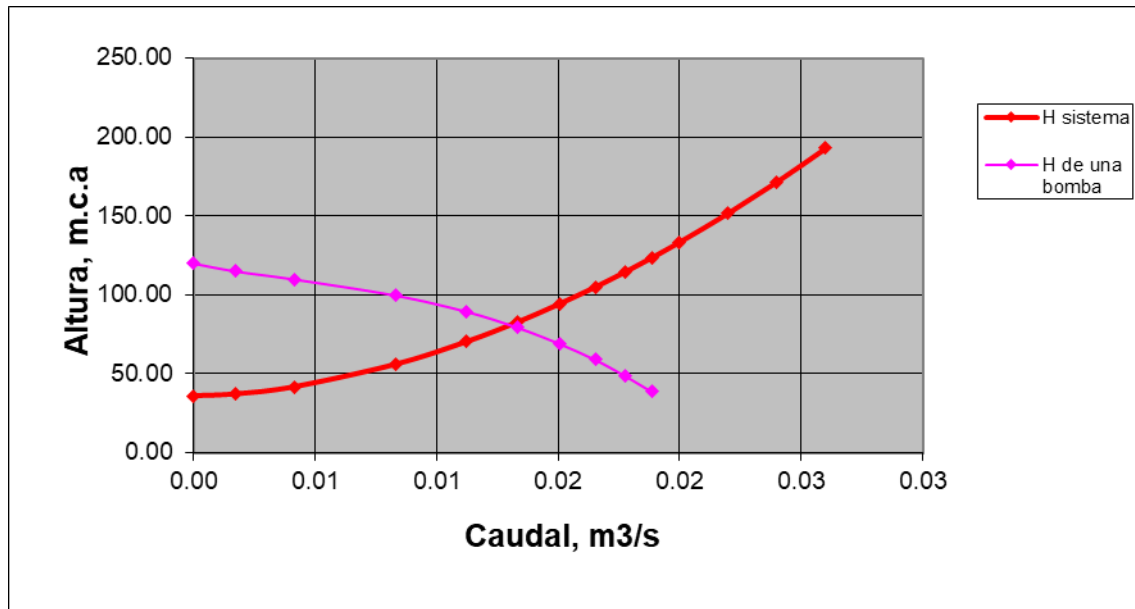
PERDIDAS MENORES POR ACCESORIOS, hm				
Accesorio en la impulsión	K_m	Cantidad	$K_{m, total}$	La ecuación para el cálculo de las pérdidas menores de energía causadas por los accesorios en una tubería es de la siguiente forma:
Válvula de cheque, abierta	2.50	1	2.50	
Válvula de compuerta, abierta	0.20	1	0.20	$h_m = k_m \frac{v^2}{2g}$
Codo 90° de radio corto	0.90		-	
Codo 90° de radio mediano	0.80	1	0.80	donde: hm = energía por unidad de peso perdida en el accesorio km = coeficiente de pérdidas menores del accesorio v = velocidad media de flujo en la tubería g = aceleración de la gravedad
Codo 90° de gran radio	0.60		-	
Codo de 45°	0.42	1	0.42	
Codo de 22.5°	0.20		-	
Tee en sentido recto	0.30		-	
Unión	0.30	1	0.30	
Ye de 45, en sentido recto	0.30		-	
Ye de 45, salida lateral	0.80	1	0.80	
Reducción	0.30	1	0.30	
Salida	1.00		-	
Total perdidas por accesorios			5.320	

Pérdidas menores por accesorios, hm (m)	0.370
---	-------

CURVA MODIFICADA DE LA BOMBA A INSTALAR

Q m3/seg	V m/s	Hf tub.	Hf acc.	correc.	H bomba	H final
-	0.00	0.000	0.00	0.00	120	120.00
0.0018	0.19	0.003	0.01	0.01	115	114.99
0.0041	0.45	0.013	0.06	0.07	110	109.93
0.0083	0.91	0.051	0.22	0.27	100	99.73
0.0112	1.23	0.091	0.41	0.50	90	89.50
0.0133	1.46	0.128	0.57	0.70	80	79.30
0.0151	1.64	0.162	0.73	0.89	70	69.11
0.0165	1.80	0.195	0.88	1.08	60	58.92
0.0178	1.94	0.224	1.02	1.24	50	48.76
0.0189	2.06	0.252	1.15	1.40	40	38.60

Nota: La curva de la bomba varía de acuerdo a marca y tipo; para este ejercicio se usó una bomba marca FLYGS VIT-DIFM 7CLC, 11 Stages.



CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA Y EL MOTOR

$$P = \frac{\gamma Q H_t}{e}$$

Potencia de la bomba	Pb	7.72	KW
Peso Unitario del agua	γ	9.81	kN/m³
Caudal	Q	0.011	m³/s
Altura dinámica total	Ht	58.86	m
Eficiencia	ε	80%	
Potencia del Motor	Pm	9.27	KW
Potencia del Motor	Pm	12.36	Hp

- Requerimientos de las bombas a pedir:

Dos (2) bombas verticales
1750
RPM
460V
Trifásica

60Hz

Caudal 11 lps

Presión 60 m.c.a

- Cálculo del NPSH disponible:

Cálculo de la altura dinámica de succión

TIPO DE ACCESORIO EN LA SUCCIÓN	Km	cantidad	Km tot	Hf 2 (m)
Codo 90 grados de radio mediano	0.294	1	0.294	0.01
Valvula Compuerta (totalmente abierta)	0.070		0.000	0.00
Válvula Mariposa	0.520	1	0.520	0.01
Codo 22 1/2 grados	0.308		0.000	0.00
Codo 11 1/4 grados	0.037		0.000	0.00
Reducción Excentrica	0.100	1	0.100	0.00
Campana	0.200	1	0.200	0.00
Rejilla	5.200		0.000	0.00
Total perdidas por accesorios				0.02

PÉRDIDAS EN TUBERÍA Y NIPLES

C	140	Coeficiente de rugosidad (depende del material) diámetro de la tubería de succión en m Longitud tubería de succión en m
D	0.15	
L	5	
S _f	0.01380686	Pendiente de la línea de energía en m/m
PERDIDA	0.0690343	m

Pérdida por velocidad $V^2/2g$

Gravedad	9,81	m ² /s
Pérdida por velocidad	0.03790732	

NPSH disponible

Pa/G	Presión barométrica en el sitio	10.330
Pv/G	Presión de vapor (Para 20°C)	0.350
Vacío imperfecto en la bomba		1.800
DEPRESIONES BAROMÉTRICAS		0.36
Altura de succión		4.50
NPSH disponible		3.205

Chequeo de Cavitación

NPSHd - NPSHr $\geq$ 0.5 m

Según fabricante, la bomba escogida necesita un NPSH de 1.25 m

NPSH disponible	3.205
NPSH requerido	1.25

Como $NPSH_d - NPSH_r \geq 0.5$ m No hay cavitación.

3.3.6. TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN

3.3.6.1 Conducción desde Tanque regional Colombia a Tanque elevado en Peña

El sistema de abastecimiento de los tanques se hace mediante tuberías de conducción que llevan el agua desde la estación Colombia a los diferentes corregimientos, las consideraciones para el diseño son las siguientes:

- Caudal de diseño: QMD
- Longitud de la tubería: 7125 m
- Se colocarán ventosas donde haya cambios bruscos de pendientes o cada 1 km
- Se colocarán purgas en los puntos bajos
- Velocidad del flujo entre 1,1 m/s y 2 m/s
- Presión de diseño: 1,3 x máx. (P estática)

Con estas consideraciones se hace a simulación con el programa EPANET y se obtiene el diámetro de la conducción.

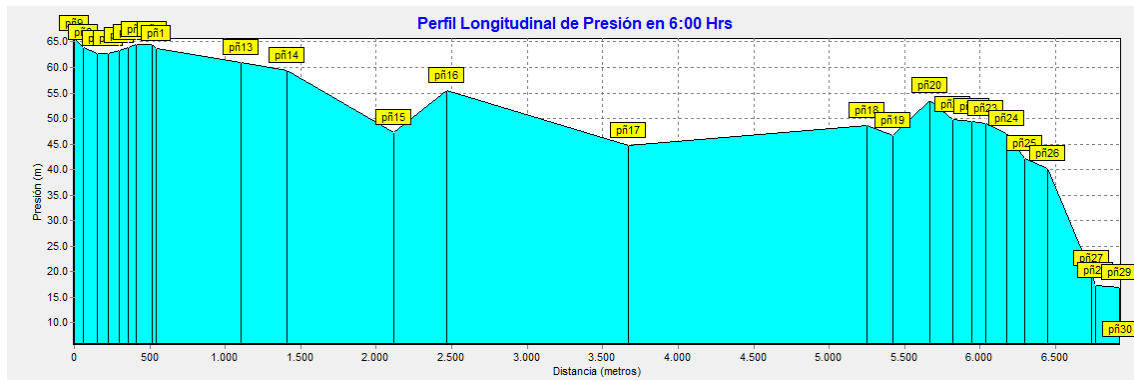
Para el dimensionamiento de los diámetros, se tuvo en cuenta que hasta la abscisa K5+400 se consideró tubería de 10" y a partir de ahí se hace una bifurcación para abastecer al corregimiento de Peña y a la estación intermedia que llevará el agua al corregimiento de Aguada de Pablo, cada tubería en 6".

Hasta el corregimiento de Peña, la tubería de conducción se compone así:

- Tubería de 10": 5400 m
- Tubería de 6": 1725 m

Adicionalmente, se hace el análisis del diámetro económico, comparando tuberías de PVC y Polietileno de Alta Densidad.

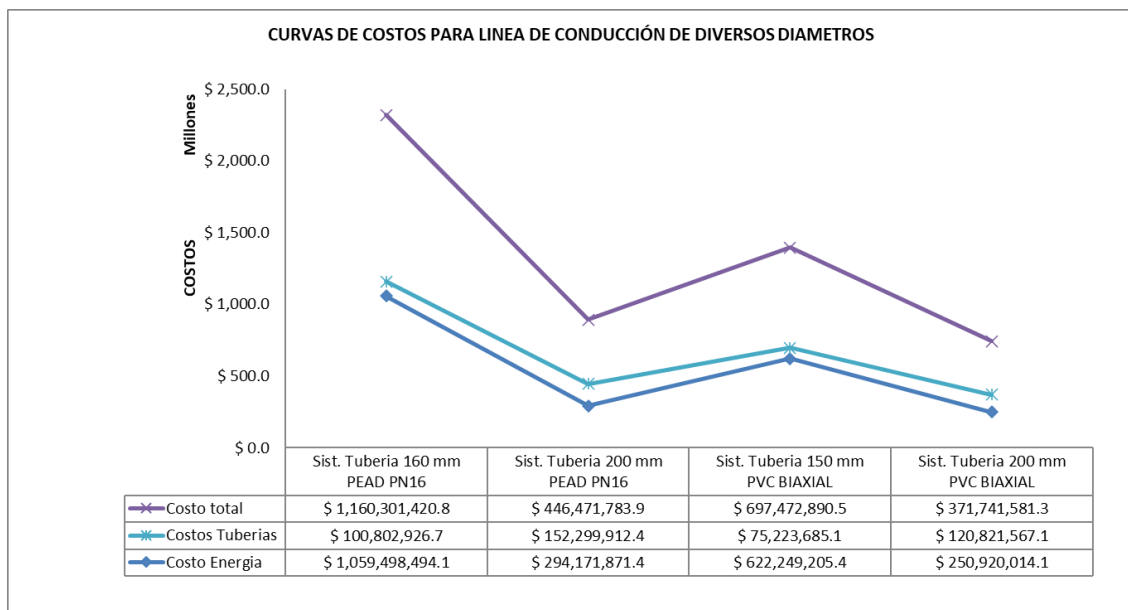
A continuación, se presenta el perfil longitudinal de las presiones en la tubería de conducción:



Análisis del Diámetro Económico:

A continuación se presenta el comparativo de los costos de suministros, instalación y operación para tuberías de PVC, PEAD en diámetros de 100 mm y 250 mm.

DATOS HIDRAULICOS:	PEAD 110 PN10	PEAD 160 PN10	PEAD 200 PN10	PVC 114 BIAIXIAL	PVC 168 BIAIXIAL	PVC 219 BIAIXIAL
DIAMETRO (m)	0.0986	0.14	0.1970	0.1081	0.1590	0.2071
CAUDAL QMD (lps)	43.80	43.80	43.80	43.80	43.80	43.80
VELOCIDAD (m/s)	5.74	2.81	1.44	4.78	2.20	1.30
LONGITUD (m)	5400	5400	5400	5400	5400	5400
Rugosidad absoluta (mm), ν	0.0070	0.0070	0.0070	0.0015	0.0015	0.0015
Visc. Cinematica (m ² /s), n	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07
Reynolds	583,090	407,749	291,841	532,044	361,498	277,608
Coefficiente de fricción, f	0.0138	0.0142	0.0148	0.0132	0.0140	0.0147
Pérdida en la tubería, h_f (m)	1,271.219	218.698	42.820	765.219	117.810	32.941
Pérdidas menores por accesorios, h_m (m)	43.169	10.323	2.709	29.924	6.378	2.218
Diferencia de nivel estático, (m)	25	25	25	25	25	25
Número de horas de operación al año	8,760.0	8,760.0	8,760.0	8,760.0	8,760.0	8,760.0
Consumo de Energía (Kw/h)	761.6	144.4	40.1	466.4	84.8	34.2
Potencia generada (Kw/l)	0.0048301	0.0009161	0.0002543	0.0029576	0.0005380	0.0002169
\$ kw - h:	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0
Eficiencia del Bombeo	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Tasa de interés	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Incrementos de los costos de energía	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Vida útil tubería (años)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
COSTOS DE INSTALACION:						
Longitud (m)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
Ancho de zanja (m)	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
Profundidad excavación (m)	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Excavaciones (m ³)	3,500	3,798	4,191	3,510	3,510	4,262
Costo unit. excavación (\$/m ³)	22,714.0	22,714.0	22,714.0	22,714.0	22,714.0	22,714.0
Costo excavación	\$ 79,502,906.8	\$ 86,263,683.5	\$ 95,193,011.2	\$ 79,726,140.0	\$ 79,726,140.0	\$ 96,803,479.2
Cama de cimentación (m)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Cimentación (m ³)	269.24	292.14	322.38	270.00	270.00	327.83
Costo unit. cimentación arena (\$/m ³)	82,052.0	82,052.0	82,052.0	82,052.0	82,052.0	82,052.0
Costo cimentación arena	\$ 22,092,008.7	\$ 23,970,671.3	\$ 26,451,923.8	\$ 22,154,040.0	\$ 22,154,040.0	\$ 26,899,435.4
Relleno (m ³)	3,189.70	3,421.36	3,703.97	3,190.48	3,132.73	3,752.10
Costo unit. relleno (\$/m ³)	23,343.0	23,343.0	23,343.0	23,343.0	23,343.0	23,343.0
Costo relleno mat sitio	\$ 74,457,066.9	\$ 79,864,846.1	\$ 86,461,659.8	\$ 74,475,287.0	\$ 73,127,212.1	\$ 87,585,348.1
Costo unitario instalación de tubería (\$/ml)	\$ 15,305.0	\$ 16,113.0	\$ 16,202.0	\$ 15,305.0	\$ 16,113.0	\$ 16,202.0
Costo instalacion de tubería	\$ 82,647,000.0	\$ 87,010,200.0	\$ 87,490,800.0	\$ 82,647,000.0	\$ 87,010,200.0	\$ 87,490,800.0
Costo total de Instalación	\$ 258,698,982.4	\$ 277,109,400.8	\$ 295,597,394.7	\$ 259,002,467.0	\$ 262,017,592.1	\$ 298,779,062.7
COSTOS DE SUMINISTRO:						
Longitud tubería PN10 (m)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
Costo unit tubería PN10 (\$/ml)	\$ 72,246.0	\$ 153,330.0	\$ 239,804.0	\$ 53,703.0	\$ 110,333.0	\$ 186,891.0
Costo total de suministro	\$ 390,128,400.0	\$ 827,982,000.0	\$ 1,294,941,600.0	\$ 289,996,200.0	\$ 595,798,200.0	\$ 1,009,211,400.0
Costo total Tubería Línea de Conduccion	\$ 648,827,382.4	\$ 914,992,200.0	\$ 1,382,432,400.0	\$ 372,643,200.0	\$ 682,808,400.0	\$ 1,096,702,200.0
FRC: Factor de recuperación de capital	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
CF: Costo fijo	\$ 71,480,061.9	\$ 100,802,926.7	\$ 152,299,912.4	\$ 41,053,383.0	\$ 75,223,685.1	\$ 120,821,567.1
COSTOS ENERGETICOS:						
FEE: Factor de costo equivalente de energía	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
CEE: Costo Anual Equivalente de Energía	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0
CAO: Costo Variable o de Operación	\$ 5,586,471,525.7	\$ 1,059,498,494.1	\$ 294,171,871.4	\$ 3,420,748,676.0	\$ 622,249,205.4	\$ 250,920,014.1
COSTO TOTAL	\$ 5,657,951,587.6	\$ 1,160,301,420.8	\$ 446,471,783.9	\$ 3,461,802,059.0	\$ 697,472,890.5	\$ 371,741,581.3



Como se puede apreciar, el diámetro más económico es el de 200 mm en PVC Biaxial.

3.3.6.2 Conducción desde Tanque regional Colombia a Tanque elevado en Isabel Lopez

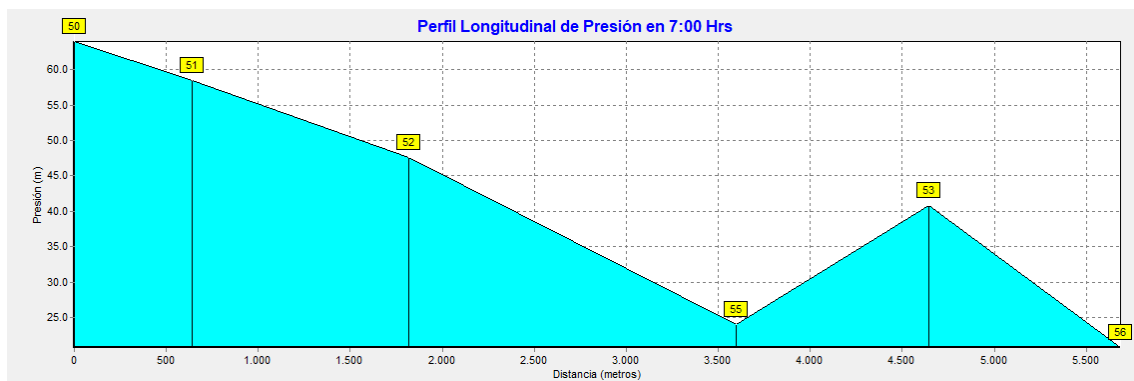
El sistema de abastecimiento de los tanques se hace mediante tuberías de conducción que llevan el agua desde la estación Colombia a los diferentes corregimientos, las consideraciones para el diseño son las siguientes:

- Caudal de diseño: QMD
- Longitud de la tubería: 6654 m
- Se colocarán ventosas donde haya cambios bruscos de pendientes o cada 1 km
- Se colocarán purgas en los puntos bajos
- Velocidad del flujo entre 1,1 m/s y 2 m/s
- Presión de diseño: 1,3 x máx. (P estática)

Con estas consideraciones se hace a simulación con el programa EPANET y se obtiene el diámetro de la conducción.

Adicionalmente, se hace el análisis del diámetro económico, comparando tuberías de PVC y Polietileno de Alta Densidad.

A continuación, se presenta el perfil longitudinal de las presiones en la tubería de conducción:

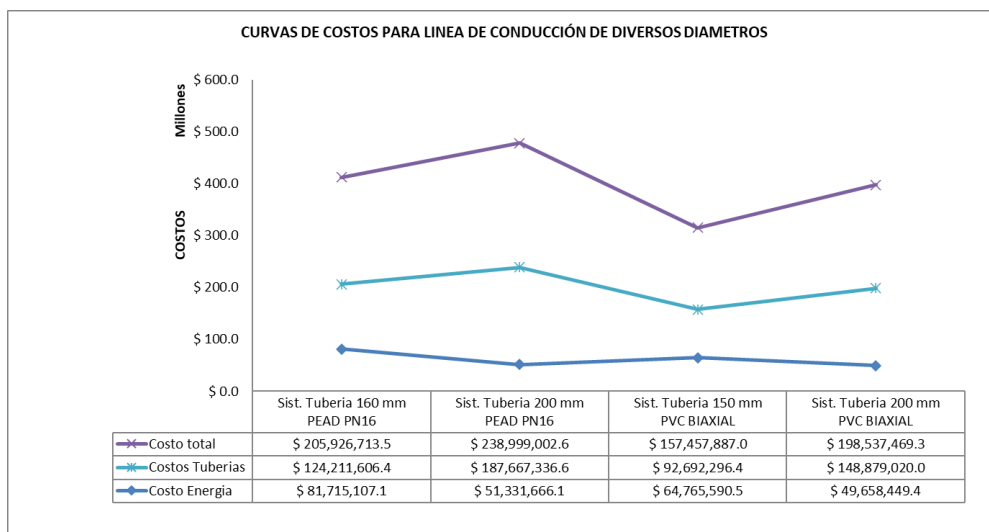


Análisis del Diámetro Económico:

A continuación, se presenta el comparativo de los costos de suministros, instalación y operación para tuberías de PVC, PEAD en diámetros de 100 mm y 200 mm.

DATOS HIDRAULICOS:	PEAD 110 PN10	PEAD 160 PN10	PEAD 200 PN10	PVC 114 BIAxIAL	PVC 168 BIAxIAL	PVC 219 BIAxIAL
DIAMETRO (m)	0.0986	0.14	0.1970	0.1081	0.1590	0.2071
CAUDAL QMD (lps)	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10	13.10
VELOCIDAD (m/s)	1.72	0.84	0.43	1.43	0.66	0.39
LONGITUD (m)	6654	6654	6654	6654	6654	6654
Rugosidad absoluta (mm), v	0.0070	0.0070	0.0070	0.0015	0.0015	0.0015
Visc. Cinematica (m ² /s), n	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07	9.70E-07
Reynolds	174,394	121,952	87,286	159,127	108,119	83,029
Coefficiente de fricción, f	0.0165	0.0175	0.0186	0.0164	0.0176	0.0186
Pérdida en la tubería, h_f (m)	167.319	29.581	5.906	104.718	16.347	4.609
Pérdidas menores por accesorios, h_m (m)	3.862	0.923	0.242	2.677	0.570	0.198
Diferencia de nivel estático, (m)	35	35	35	35	35	35
Número de horas de operación al año	8,760.0	8,760.0	8,760.0	8,760.0	8,760.0	8,760.0
Consumo de Energía (Kw/h)	35.1	11.1	7.0	24.2	8.8	6.8
Potencia generada (Kw/l)	0.0007435	0.0002362	0.0001484	0.0005135	0.0001872	0.0001436
\$ kw - h:	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0
Eficiencia del Bombeo	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Tasa de interés	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Incrementos de los costos de energía	6%	6%	6%	6%	6%	6%
Vida útil tubería (años)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
COSTOS DE INSTALACION:						
Longitud (m)	6,654	6,654	6,654	6,654	6,654	6,654
Ancho de zanja (m)	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
Profundidad excavación (m)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Excavaciones (m3)	3,981	4,320	4,767	3,992	3,992	4,848
Costo unit. excavación (\$/m3)	22,714.0	22,714.0	22,714.0	22,714.0	22,714.0	22,714.0
Costo excavación	\$ 90,429,460.2	\$ 98,119,410.2	\$ 108,275,948.1	\$ 90,683,373.6	\$ 90,683,373.6	\$ 110,107,752.2
Cama de cimentación (m)	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Cimentación (m3)	331.77	359.98	397.24	332.70	332.70	403.96
Costo unit. cimentación arena (\$/m3)	82,052.0	82,052.0	82,052.0	82,052.0	82,052.0	82,052.0
Costo cimentación arena	\$ 27,222,264.0	\$ 29,537,193.8	\$ 32,594,648.3	\$ 27,298,700.4	\$ 27,298,700.4	\$ 33,146,082.0
Relleno (m3)	3,598.65	3,855.90	4,166.86	3,598.68	3,527.51	4,219.46
Costo unit. relleno (\$/m3)	23,343.0	23,343.0	23,343.0	23,343.0	23,343.0	23,343.0
Costo relleno mat sitio	\$ 84,003,181.8	\$ 90,008,192.3	\$ 97,267,116.6	\$ 84,003,887.5	\$ 82,342,759.6	\$ 98,494,872.7
Costo unitario instalacion de tuberia (\$/ml)	\$ 15,305.0	\$ 16,113.0	\$ 16,202.0	\$ 15,305.0	\$ 16,113.0	\$ 16,202.0
Costo instalacion de tuberia	\$ 101,839,470.0	\$ 107,215,902.0	\$ 107,808,108.0	\$ 101,839,470.0	\$ 107,215,902.0	\$ 107,808,108.0
Costo total de Instalación	\$ 303,494,376.0	\$ 324,880,698.3	\$ 345,945,820.9	\$ 303,825,431.5	\$ 307,540,735.6	\$ 349,556,815.0
COSTOS DE SUMINISTRO:						
Longitud tubería (m)	6,654	6,654	6,654	6,654	6,654	6,654
Costo unit tubería (\$/ml)	\$ 72,246.0	\$ 153,330.0	\$ 239,804.0	\$ 53,703.0	\$ 110,333.0	\$ 186,891.0
Costo total de suministro	\$ 480,724,884.0	\$ 1,020,257,820.0	\$ 1,595,655,816.0	\$ 357,339,762.0	\$ 734,155,782.0	\$ 1,243,572,714.0
Costo total Tubería Línea de Conduccion	\$ 784,219,260.0	\$ 1,127,473,722.0	\$ 1,703,463,924.0	\$ 459,179,232.0	\$ 841,371,684.0	\$ 1,351,380,822.0
FRC: Factor de recuperación de capital	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
CF: Costo fijo	\$ 86,395,924.0	\$ 124,211,606.4	\$ 187,667,336.6	\$ 50,586,890.8	\$ 92,692,296.4	\$ 148,879,020.0
COSTOS ENERGETICOS:						
FEE: Factor de costo equivalente de energía	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
CEE: Costo Anual Equivalente de Energía	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0	\$ 9,713,091.0
CAO: Costo Variable o de Operación	\$ 257,203,784.0	\$ 81,715,107.1	\$ 51,331,666.1	\$ 177,633,172.2	\$ 64,765,590.5	\$ 49,658,449.4
COSTO TOTAL	\$ 343,599,708.1	\$ 205,926,713.5	\$ 238,999,002.6	\$ 228,220,062.9	\$ 157,457,887.0	\$ 198,537,469.3

Como se puede apreciar, el diámetro más económico es el de 150 mm en PVC Biaxial.



3.3.6.3 Diseño de los Anclajes

Debido a que las tuberías escogidas, según el análisis de diámetro económico, son de PVC-O PR-200 NTC 5425, es necesario diseñar los anclajes a los diferentes accesorios que se van a colocar a lo largo de las conducciones y así evitar que sufra algún desplazamiento por la fuerza de empuje.

Estos anclajes se requieren en:

- Cambios de dirección
- Cambios en tamaño, reducciones
- Tapones en terminales ciegas
- Conexiones a válvulas, hidrantes, ya que se crea empuje cuando se cierran

El tamaño y tipo de esos bloques o anclajes para el empuje dependen de:

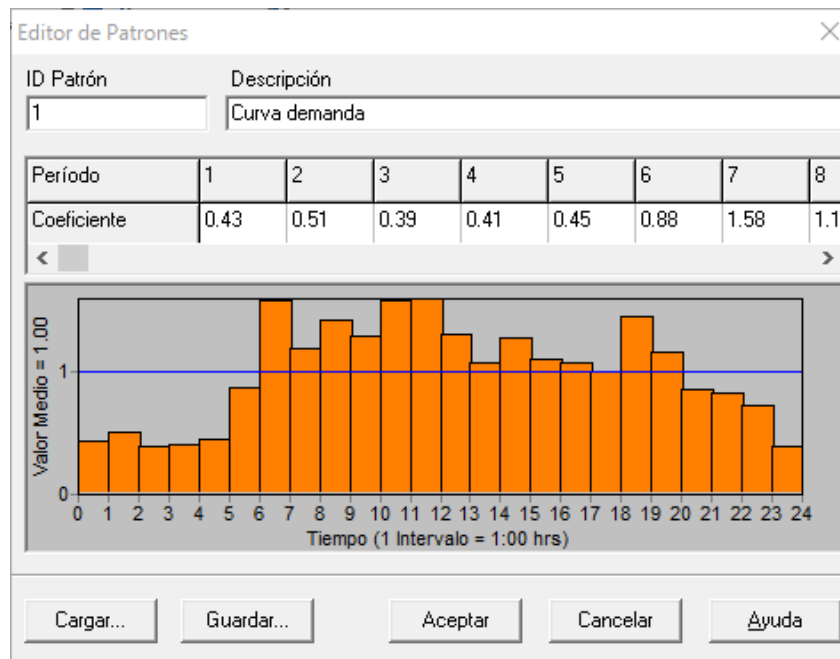
- Presión máxima de operación o de prueba del sistema
- Diámetro de la tubería
- Diámetro de los accesorios
- Tipo de accesorios o conexiones
- Perfil de la línea
- Resistencia del suelo

Los cálculos de los anclajes se anexan al presente documento.

3.3.7 REDES DE DISTRIBUCIÓN

En esta etapa, se presentan los diseños de las redes de distribución para el corregimiento de Isabel Lopez. Las consideraciones para el diseño son las siguientes:

- El análisis de las redes se realizó utilizando el programa EPANET
- La simulación se realizó teniendo en cuenta el patrón de demanda entregado por la empresa AAA, de acuerdo a las mediciones realizadas en campo en la población de Sabanalarga.



- El material de tubería utilizado para las redes de distribución es PVC
- Se hace sectorización en dos zonas, divididas por la tubería matriz de 4"
- Se colocan redes en ambos lados de las calles que se encuentran pavimentadas

3.3.6.1. Redes de Distribución del Corregimiento de Isabel Lopez

- MODELACIÓN EPANET

Se presentan los resultados de la modelación de las redes de distribución a la hora critica (10:00 am) para los nudos y para las tuberías:

Numeración de los nudos:

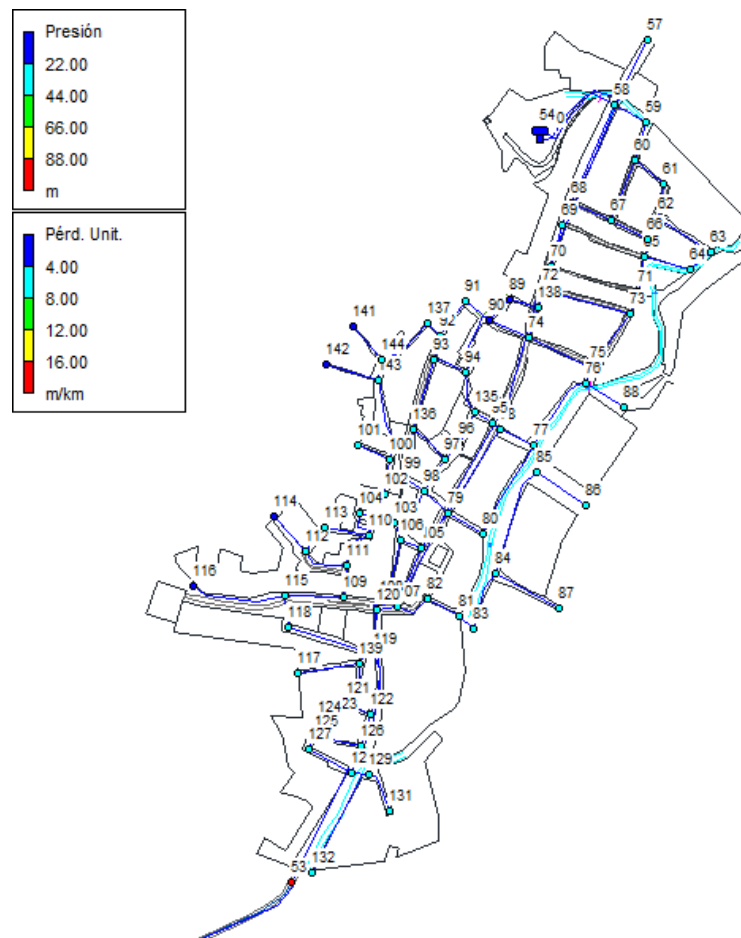
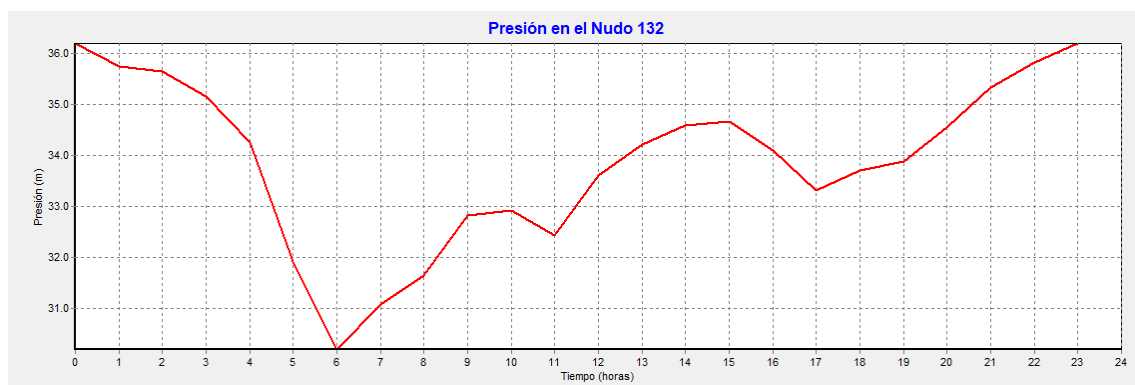


Gráfico de presiones en el nodo crítico:

Se presenta el gráfico de las presiones en el nodo crítico (nodo más alejado)



Presiones a la hora de mayor consumo:

Tabla de Red - Nudos en 10:00 Hrs

	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Conexión 57	35	0.153	0.18	64.82	29.82
Conexión 58	34.5	0.153	0.18	64.82	30.32
Conexión 59	34.5	0.153	0.18	64.72	30.22
Conexión 60	34	0.153	0.18	64.62	30.62
Conexión 61	34	0.153	0.18	64.58	30.58
Conexión 62	34.3	0.153	0.18	64.55	30.25
Conexión 63	30	0.153	0.18	64.51	34.51
Conexión 64	30.75	0.153	0.18	64.5	33.75
Conexión 65	30.5	0.153	0.18	64.48	33.98
Conexión 66	30.75	0.153	0.18	64.53	33.78
Conexión 67	31.8	0.153	0.18	64.55	32.75
Conexión 68	37.5	0.153	0.18	64.55	27.05
Conexión 69	37.8	0.153	0.18	64.49	26.69
Conexión 70	36.7	0.153	0.18	64.38	27.68
Conexión 71	30.8	0.153	0.18	64.37	33.57
Conexión 72	36	0.153	0.18	64.32	28.32
Conexión 73	30.7	0.153	0.18	64.31	33.61
Conexión 74	34	0.153	0.18	64.19	30.19
Conexión 75	29.7	0.153	0.18	64.08	34.38
Conexión 76	29.5	0.153	0.18	63.95	34.45
Conexión 77	32	0.153	0.18	63.42	31.42
Conexión 78	33	0.153	0.18	63.39	30.39
Conexión 79	31	0.153	0.18	62.96	31.96
Conexión 80	32	0.153	0.18	63.08	31.08
Conexión 81	32	0.153	0.18	62.08	30.08
Conexión 82	35	0.153	0.18	62.12	27.12
Conexión 83	32	0.153	0.18	62.07	30.07
Conexión 84	30	0.153	0.18	62.04	32.04
Conexión 85	30	0.153	0.18	62.02	32.02
Conexión 86	29	0.153	0.18	62.02	33.02
Conexión 87	29	0.153	0.18	62.04	33.04
Conexión 88	29.9	0.153	0.18	63.95	34.05
Conexión 89	47	0.153	0.18	64.14	17.14
Conexión 90	45	0.153	0.18	64.01	19.01
Conexión 91	35	0.153	0.18	63.88	28.88
Conexión 92	36	0.153	0.18	63.72	27.72

Conexión 93	35	0.153	0.18	62.99	27.99
Conexión 94	34	0.153	0.18	63.69	29.69
Conexión 95	33	0.153	0.18	63.42	30.42
Conexión 96	36	0.153	0.18	63.2	27.2
Conexión 97	34	0.153	0.18	63.04	29.04
Conexión 98	32	0.153	0.18	62.94	30.94
Conexión 99	31	0.153	0.18	62.95	31.95
Conexión 100	32	0.153	0.18	63.57	31.57
Conexión 101	35	0.153	0.18	63.57	28.57
Conexión 102	33	0.153	0.18	63.57	30.57
Conexión 103	32	0.153	0.18	62.63	30.63
Conexión 104	32	0.153	0.18	62.45	30.45
Conexión 105	34	0.153	0.18	62.62	28.62
Conexión 106	32	0.153	0.18	62.62	30.62
Conexión 107	35	0.153	0.18	62.17	27.17
Conexión 108	35	0.153	0.18	62.62	27.62
Conexión 109	36	0.153	0.18	62.2	26.2
Conexión 110	32	0.153	0.18	62.32	30.32
Conexión 111	32	0.153	0.18	62.26	30.26
Conexión 112	40	0.153	0.18	62.27	22.27
Conexión 113	34	0.153	0.18	62.28	28.28
Conexión 114	45	0.153	0.18	62.26	17.26
Conexión 115	32	0.153	0.18	62.11	30.11
Conexión 116	45	0.153	0.18	62.1	17.1
Conexión 117	35	0.153	0.18	61.99	26.99
Conexión 118	32	0.153	0.18	62.08	30.08
Conexión 119	31	0.153	0.18	62.02	31.02
Conexión 120	35	0.153	0.18	62.12	27.12
Conexión 121	36	0.153	0.18	61.96	25.96
Conexión 122	33	0.153	0.18	61.96	28.96
Conexión 123	37	0.153	0.18	61.95	24.95
Conexión 124	38	0.153	0.18	61.94	23.94
Conexión 125	30	0.153	0.18	61.94	31.94
Conexión 126	31	0.153	0.18	61.94	30.94
Conexión 127	40	0.153	0.18	61.94	21.94
Conexión 128	30	0.153	0.18	61.93	31.93
Conexión 129	30	0.153	0.18	61.93	31.93
Conexión 131	29	0.153	0.18	61.93	32.93
Conexión 132	29	0.153	0.18	61.92	32.92
Conexión 135	33	0.153	0.18	63.48	30.48

Conexión 136	32	0.153	0.18	62.99	30.99
Conexión 137	37	0.153	0.18	63.69	26.69
Conexión 138	35	0.153	0.18	64.28	29.28
Conexión 139	30	0.153	0.18	62	32
Conexión 141	45	0.153	0.18	63.61	18.61
Conexión 142	45	0.153	0.18	63.6	18.6
Conexión 143	32	0.153	0.18	63.6	31.6
Conexión 144	32	0.153	0.18	63.61	31.61

Tabla de red – Líneas a las 10:00 am

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de Fricción	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km		
Tubería IL77	160.13	82	-0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL78	60.34	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL82	83.38	82	0.31	0.06	0.08	0.039	Abierto
Tubería IL83	100.33	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL85	81.57	82	-0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL86	152.31	82	-0.15	0.03	0.02	0.029	Abierto
Tubería IL87	49.95	82	-0.46	0.09	0.16	0.034	Abierto
Tubería IL88	52.43	82	-0.54	0.1	0.21	0.033	Abierto
Tubería IL89	28.83	82	0.8	0.15	0.41	0.029	Abierto
Tubería IL90	60.52	82	0.72	0.14	0.35	0.03	Abierto
Tubería IL91	123.83	82	-0.35	0.07	0.1	0.037	Abierto
Tubería IL92	43.57	82	-0.43	0.08	0.14	0.035	Abierto
Tubería IL93	131.74	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL94	79.42	82	-0.58	0.11	0.24	0.032	Abierto
Tubería IL95	44.1	82	-0.66	0.12	0.3	0.031	Abierto
Tubería IL96	57.5	82	-0.56	0.11	0.23	0.032	Abierto
Tubería IL97	62.44	82	0.4	0.08	0.13	0.036	Abierto
Tubería IL98	43.06	82	0.33	0.06	0.09	0.038	Abierto
Tubería IL99	65.47	82	0.17	0.03	0.02	0.03	Abierto
Tubería IL100	42.02	82	-1.04	0.2	0.66	0.027	Abierto
Tubería IL101	50.49	82	-1.12	0.21	0.75	0.027	Abierto
Tubería IL102	24.93	82	0.19	0.04	0.02	0.031	Abierto
Tubería IL103	91.17	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL104	85.97	82	-1.41	0.27	1.12	0.025	Abierto
Tubería IL105	29.72	82	-0.03	0.01	0	0.126	Abierto
Tubería IL106	60.97	82	-1.45	0.27	1.18	0.025	Abierto

Tubería IL107	56.86	82	-0.82	0.16	0.44	0.029	Abierto
Tubería IL108	140.74	82	-0.9	0.17	0.52	0.028	Abierto
Tubería IL109	51.88	82	0.33	0.06	0.09	0.038	Abierto
Tubería IL110	140.12	82	-1.04	0.2	0.66	0.027	Abierto
Tubería IL111	13.45	82	-0.79	0.15	0.41	0.03	Abierto
Tubería IL112	61.96	82	-1.38	0.26	1.08	0.026	Abierto
Tubería IL113	44.09	82	-0.34	0.06	0.1	0.038	Abierto
Tubería IL114	29.33	82	-0.3	0.06	0.08	0.039	Abierto
Tubería IL115	48.22	82	-0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL116	49.62	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL117	51.6	82	0.82	0.16	0.44	0.029	Abierto
Tubería IL118	28.88	82	-1.42	0.27	1.15	0.025	Abierto
Tubería IL119	48.1	82	-1.5	0.28	1.26	0.025	Abierto
Tubería IL120	28.55	82	-0.86	0.16	0.48	0.029	Abierto
Tubería IL121	56.82	108	-2.44	0.27	0.79	0.024	Abierto
Tubería IL122	80.07	82	-0.28	0.05	0.07	0.04	Abierto
Tubería IL123	99.29	82	-0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL124	71.67	82	0.37	0.07	0.11	0.036	Abierto
Tubería IL125	59.69	82	0.53	0.1	0.2	0.033	Abierto
Tubería IL126	57.59	82	-0.97	0.18	0.59	0.028	Abierto
Tubería IL127	23.74	82	-0.61	0.12	0.26	0.032	Abierto
Tubería IL129	40.92	82	1.05	0.2	0.67	0.027	Abierto
Tubería IL130	39.95	108	-2.31	0.25	0.72	0.024	Abierto
Tubería IL131	59.92	82	1.04	0.2	0.66	0.027	Abierto
Tubería IL132	98.06	108	-2.23	0.24	0.68	0.024	Abierto
Tubería IL133	114.79	82	-1.31	0.25	0.99	0.026	Abierto
Tubería IL134	22.42	82	-1.46	0.28	1.2	0.025	Abierto
Tubería IL135	94.43	82	-0.62	0.12	0.27	0.032	Abierto
Tubería IL136	43.11	108	-1.74	0.19	0.44	0.026	Abierto
Tubería IL137	38.8	108	-2.39	0.26	0.77	0.024	Abierto
Tubería IL138	24.67	159	-4.21	0.21	0.33	0.023	Abierto
Tubería IL139	34.39	159	-4.47	0.23	0.37	0.023	Abierto
Tubería IL140	58.22	159	-4.55	0.23	0.38	0.022	Abierto
Tubería IL141	34.46	159	-4.63	0.23	0.39	0.022	Abierto
Tubería IL142	123.29	82	0.19	0.04	0.03	0.032	Abierto
Tubería IL143	92.92	82	-0.92	0.17	0.53	0.028	Abierto
Tubería IL144	30.96	82	-0.81	0.15	0.42	0.029	Abierto
Tubería IL145	48.56	82	-0.88	0.17	0.5	0.029	Abierto
Tubería IL146	65.81	82	-0.22	0.04	0.04	0.036	Abierto
Tubería IL147	35.34	82	-0.29	0.06	0.07	0.039	Abierto

Tubería IL148	86.18	82	-0.37	0.07	0.11	0.037	Abierto
Tubería IL149	32.38	82	-0.48	0.09	0.18	0.034	Abierto
Tubería IL150	59.39	82	-0.08	0.01	0.01	0.053	Abierto
Tubería IL151	55.34	82	0.34	0.06	0.1	0.038	Abierto
Tubería IL152	88.08	82	0.49	0.09	0.18	0.034	Abierto
Tubería IL153	51.37	108	-1	0.11	0.17	0.03	Abierto
Tubería IL154	61.64	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL155	54.9	108	1.57	0.17	0.37	0.026	Abierto
Tubería IL156	52.91	108	-1.65	0.18	0.4	0.026	Abierto
Tubería IL157	96.5	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL158	20.82	82	0.17	0.03	0.02	0.03	Abierto
Tubería IL159	66.65	82	0.09	0.02	0.01	0.043	Abierto
Tubería IL160	37.69	82	-0.21	0.04	0.03	0.035	Abierto
Tubería IL161	64.19	82	0.06	0.01	0.01	0.062	Abierto
Tubería IL162	20.24	82	-0.19	0.04	0.02	0.031	Abierto
Tubería IL163	22.25	82	-0.26	0.05	0.06	0.041	Abierto
Tubería IL164	30.36	82	-0.34	0.06	0.1	0.038	Abierto
Tubería IL165	37.05	82	0.01	0	0	0.358	Abierto
Tubería IL166	45.23	82	-0.35	0.07	0.1	0.037	Abierto
Tubería IL167	59.36	82	-0.4	0.08	0.13	0.036	Abierto
Tubería IL168	86.06	82	-0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL169	24.67	82	-0.56	0.11	0.22	0.033	Abierto
Tubería IL170	87.82	82	-0.44	0.08	0.15	0.035	Abierto
Tubería IL171	24.11	82	0.23	0.04	0.05	0.038	Abierto
Tubería IL172	63.54	82	-0.08	0.01	0.01	0.056	Abierto
Tubería IL173	6.52	108	6.43	0.7	4.43	0.019	Abierto
Tubería IL174	229.52	159	6.43	0.32	0.7	0.021	Abierto
Tubería IL175	26.68	82	0.38	0.07	0.12	0.036	Abierto
Tubería IL176	47.36	108	0.93	0.1	0.15	0.03	Abierto
Tubería IL177	24.25	82	0.74	0.14	0.37	0.03	Abierto
Tubería IL178	148.94	159	-4.62	0.23	0.39	0.022	Abierto
Tubería IL1	82.97	82	0.54	0.1	0.21	0.033	Abierto
Tubería IL2	29.38	82	0.38	0.07	0.12	0.036	Abierto
Tubería IL3	114.48	82	0.23	0.04	0.05	0.039	Abierto
Tubería IL4	60.77	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL5	73.15	82	0.08	0.01	0.01	0.055	Abierto
Tubería IL6	415.22	159	16.52	0.83	3.77	0.017	Abierto

3.3.6.2. Redes de Distribución adicionales corregimiento La Peña

Se adicionaron unas redes en tubería de 3" para abastecer varios sectores del corregimiento que no tienen redes instaladas

En el esquema se presentan las redes actuales en el corregimiento de la Peña, donde se observan sectores del corregimiento que no cuentan con redes instaladas:



- MODELACIÓN EPANET

Las redes de distribución del corregimiento de la Peña se encuentran instaladas en su mayoría, sin embargo, existe un sector que no cuenta con redes, por lo que se incluyeron estas redes en el presente proyecto.

Se presentan los resultados de la modelación de las redes de distribución a la hora crítica (6:00 am) para los nudos y para las tuberías.

Para distinguir las redes existentes de las nuevas se colocó el prefijo **pñn** tanto a los nodos como a las tuberías.

Numeración Nodos

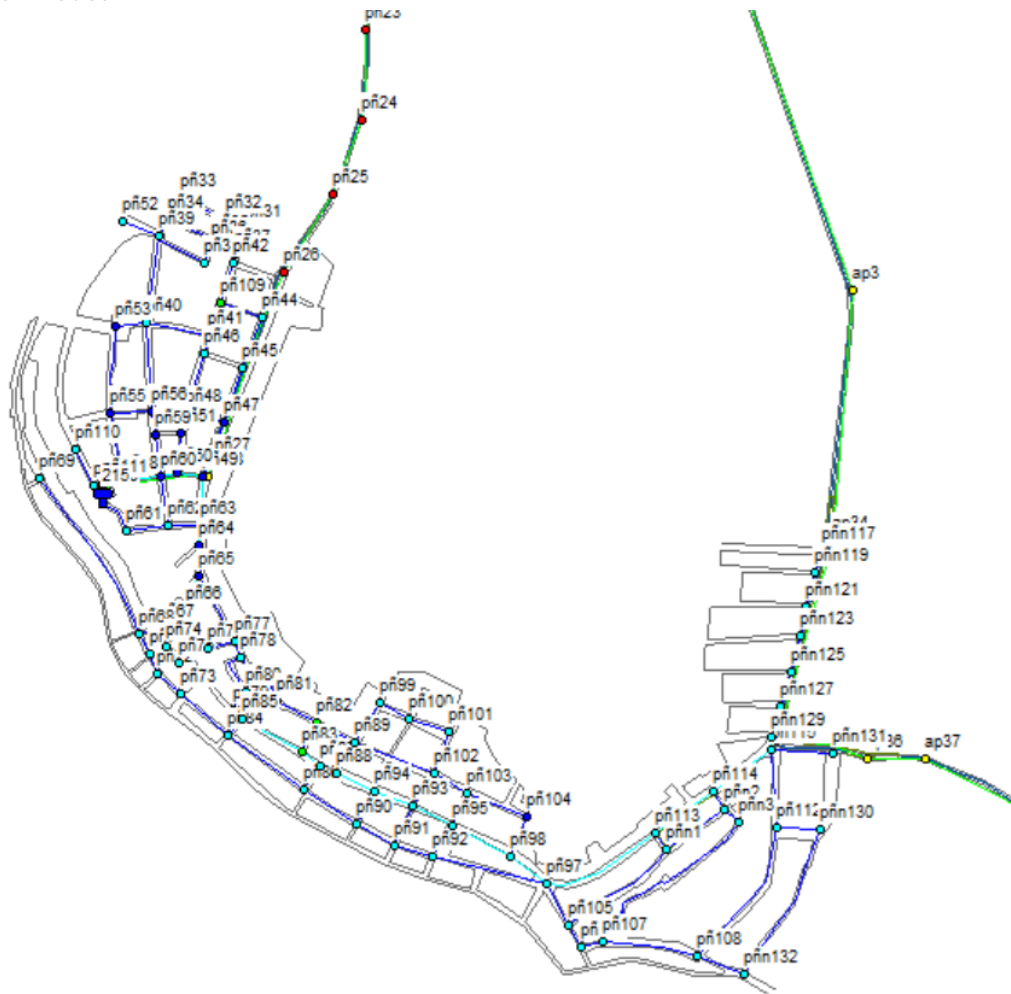
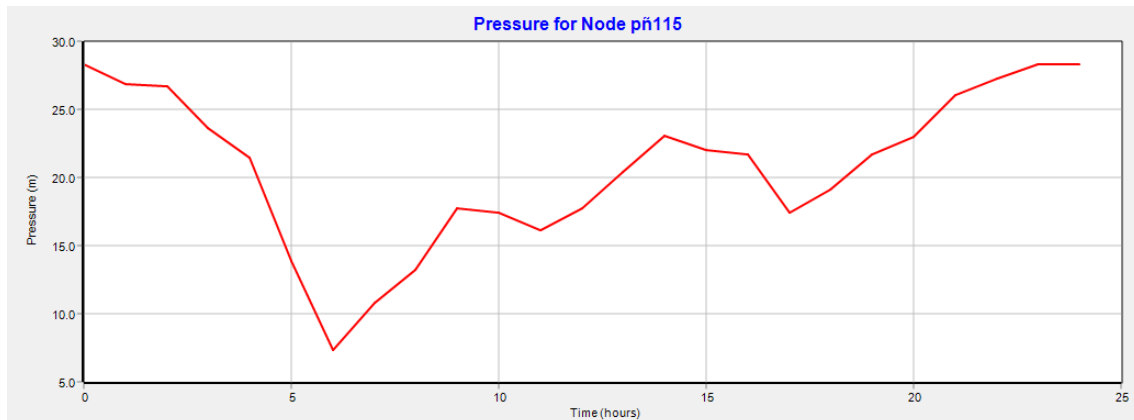


Gráfico de presiones en el nodo crítico:

Se presenta el gráfico de las presiones en el nodo crítico (nodo más alejado)



Presiones a la hora de mayor consumo:

Tabla de Red - Nudos en 6:00 Hrs

	Elevation	Base Demand	Demand	Head	Pressure
Node ID	m	LPS	LPS	m	m
Junc pñ31	13	0.22	0.36	40.51	27.51
Junc pñ32	11	0.22	0.36	40.5	29.5
Junc pñ33	11	0.22	0.36	40.5	29.5
Junc pñ34	11	0.22	0.36	40.51	29.51
Junc pñ35	0	0.22	0.36	40.51	40.51
Junc pñ36	13	0.22	0.36	40.51	27.51
Junc pñ37	15	0.22	0.36	40.52	25.52
Junc pñ38	17	0.22	0.36	40.51	23.51
Junc pñ39	16	0.22	0.36	40.53	24.53
Junc pñ40	23	0.22	0.36	40.91	17.91
Junc pñ41	21	0.22	0.36	40.78	19.78
Junc pñ42	17	0.22	0.36	40.53	23.53
Junc pñ44	23	0.22	0.36	40.66	17.66
Junc pñ45	25	0.22	0.36	40.67	15.67
Junc pñ46	22	0.22	0.36	40.81	18.81
Junc pñ47	27	0.22	0.36	40.71	13.71
Junc pñ48	25	0.22	0.36	40.92	15.92
Junc pñ49	32	0.22	0.36	40.6	8.6
Junc pñ50	28	0.22	0.36	41.05	13.05
Junc pñ51	27	0.22	0.36	40.95	13.95
Junc pñ52	13	0.22	0.36	40.52	27.52
Junc pñ53	26	0.22	0.36	41.03	15.03
Junc pñ55	30	0.22	0.36	41.5	11.5
Junc pñ56	26	0.22	0.36	41.17	15.17

Junc pñ57	23	0.22	0.36	44.61	21.61
Junc pñ58	27	0.22	0.36	43.2	16.2
Junc pñ59	27	0.22	0.36	41.27	14.27
Junc pñ60	28	0.22	0.36	41.48	13.48
Junc pñ61	21	0.22	0.36	42.57	21.57
Junc pñ62	25	0.22	0.36	41.23	16.23
Junc pñ63	30	0.22	0.36	39.58	9.58
Junc pñ64	28	0.22	0.36	38.47	10.47
Junc pñ65	25	0.22	0.36	31.45	6.45
Junc pñ66	19	0.22	0.36	30.48	11.48
Junc pñ67	13	0.22	0.36	30.04	17.04
Junc pñ68	11	0.22	0.36	29.38	18.38
Junc pñ69	13	0.22	0.36	29.35	16.35
Junc pñ71	11	0.22	0.36	28.83	17.83
Junc pñ72	11	0.22	0.36	28.32	17.32
Junc pñ73	11	0.22	0.36	27.73	16.73
Junc pñ74	13	0.22	0.36	30.01	17.01
Junc pñ75	15	0.22	0.36	29.99	14.99
Junc pñ76	17	0.22	0.36	29.97	12.97
Junc pñ77	23	0.22	0.36	29.44	6.44
Junc pñ78	23	0.22	0.36	28.13	5.13
Junc pñ79	15	0.22	0.36	26.62	11.62
Junc pñ80	17	0.22	0.36	27.09	10.09
Junc pñ81	22	0.22	0.36	26.97	4.97
Junc pñ82	0	0.22	0.36	26.19	26.19
Junc pñ83	0	0.22	0.36	26.15	26.15
Junc pñ84	11	0.22	0.36	26.62	15.62
Junc pñ85	14	0.22	0.36	26.57	12.57
Junc pñ86	11	0.22	0.36	25.97	14.97
Junc pñ87	13	0.22	0.36	25.97	12.97
Junc pñ88	14	0.22	0.36	25.86	11.86
Junc pñ89	17	0.22	0.36	25.82	8.82
Junc pñ90	11	0.22	0.36	25.66	14.66
Junc pñ91	10	0.22	0.36	25.49	15.49
Junc pñ92	7	0.22	0.36	25.34	18.34
Junc pñ93	14	0.22	0.36	25.49	11.49
Junc pñ94	14	0.22	0.36	25.66	11.66
Junc pñ95	11	0.22	0.36	25.34	14.34
Junc pñ97	16	0.22	0.36	24.94	8.94
Junc pñ98	16	0.22	0.36	25.14	9.14
Junc pñ99	21	0.22	0.36	25.66	4.66

Junc pñ100	19	0.22	0.36	25.59	6.59
Junc pñ101	19	0.22	0.36	25.53	6.53
Junc pñ102	17	0.22	0.36	25.5	8.5
Junc pñ103	15	0.22	0.36	25.34	10.34
Junc pñ104	24	0.22	0.36	25.2	1.2
Junc pñ105	11	0.22	0.36	24.65	13.65
Junc pñ106	11	0.22	0.36	24.57	13.57
Junc pñ107	11	0.22	0.36	24.52	13.52
Junc pñ108	11	0.22	0.36	24.37	13.37
Junc pñ109	0	0.22	0.36	40.66	40.66
Junc pñ110	25	0.22	0.36	44.6	19.6
Junc pñ111	24	0.22	0.36	44.7	20.7
Junc pñ112	21	0.22	0.36	24.34	3.34
Junc pñ113	16	0.22	0.36	24.62	8.62
Junc pñ114	17	0.22	0.36	24.5	7.5
Junc pñ115	17	0.22	0.36	24.35	7.35
Junc pñ117	18	0.22	0.36	23.95	5.95
Junc pñ119	16	0.22	0.36	23.96	7.96
Junc pñ121	15	0.22	0.36	23.98	8.98
Junc pñ123	15	0.22	0.36	24.02	9.02
Junc pñ125	15	0.22	0.36	24.09	9.09
Junc pñ127	15	0.22	0.36	24.2	9.2
Junc pñ129	17	0.22	0.36	24.33	7.33
Junc pñ130	11	0.22	0.36	24.34	13.34
Junc pñ131	15	0.22	0.36	24.34	9.34
Junc pñ132	11	0.22	0.36	24.35	13.35
Junc pñ1	16	0	0	24.61	8.61
Junc pñ2	16	0	0	24.53	8.53
Junc pñ3	15	0	0	24.53	9.53

Tabla de Red - líneas a las 6:00 Hrs

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss	Friction Factor	Status
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km		
Pipe pñ1	56.16	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ2	63.05	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ3	92.64	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ4	61.22	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ5	90.83	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ6	71.23	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ7	73.22	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ8	61.16	258	52.07	1	2.92	0.015	Open

Pipe pñ9	50.19	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ10	105.1	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ11	29.27	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ12	561.38	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ13	302.49	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ14	707.47	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ15	351.81	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ16	1202.13	258	52.07	1	2.92	0.015	Open
Pipe pñ17	1579.81	207	52.07	1.55	8.45	0.014	Open
Pipe pñ18	176.28	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ19	251.81	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ20	150.25	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ21	133.43	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ22	92.94	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ23	136.38	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ24	119.64	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ25	138.76	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ26	304	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ27	26.13	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ29	6.82	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ30	158.18	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ31	9.23	159	31.8	1.6	12.31	0.015	Open
Pipe pñ28	73.81	79.8	0	0	0	1.085	Open
Pipe pñ32	33.51	79.8	-0.17	0.03	0.02	0.03	Open
Pipe pñ33	42.21	79.8	-0.53	0.11	0.24	0.033	Open
Pipe pñ34	13.88	79.8	-1.42	0.28	1.3	0.025	Open
Pipe pñ37	35.72	79.8	-0.19	0.04	0.03	0.033	Open
Pipe pñ38	73.31	79.8	-0.22	0.04	0.05	0.038	Open
Pipe pñ39	36.73	79.8	-0.37	0.07	0.12	0.036	Open
Pipe pñ40	28.9	79.8	-0.95	0.19	0.64	0.028	Open
Pipe pñ41	57.8	79.8	0.36	0.07	0.12	0.036	Open
Pipe pñ42	86.7	79.8	0.53	0.11	0.24	0.033	Open
Pipe pñ43	27.82	79.8	0.17	0.03	0.02	0.03	Open
Pipe pñ44	9.43	79.8	0.33	0.07	0.11	0.037	Open
Pipe pñ45	37.24	79.8	-0.53	0.11	0.23	0.033	Open
Pipe pñ46	63.32	79.8	-1.78	0.36	1.94	0.024	Open
Pipe pñ47	50.83	79.8	-2.07	0.41	2.52	0.023	Open
Pipe pñ48	95.25	79.8	-1.4	0.28	1.27	0.025	Open
Pipe pñ49	63.76	79.8	-0.07	0.01	0.01	0.056	Open
Pipe pñ50	133.55	79.8	-2.21	0.44	2.83	0.023	Open
Pipe pñ52	46.46	79.8	-2.15	0.43	2.69	0.023	Open

Pipe pñ55	132.7	79.8	2.51	0.5	3.55	0.022	Open
Pipe pñ56	132.56	79.8	-1.83	0.37	2.02	0.024	Open
Pipe pñ57	63.36	79.8	3.11	0.62	5.18	0.021	Open
Pipe pñ58	50.37	79.8	3.05	0.61	4.99	0.021	Open
Pipe pñ59	91.8	79.8	1.39	0.28	1.26	0.025	Open
Pipe pñ60	30.09	79.8	1.03	0.21	0.74	0.027	Open
Pipe pñ62	85.88	79.8	-0.8	0.16	0.48	0.029	Open
Pipe pñ63	59.03	79.8	-2.52	0.5	3.57	0.022	Open
Pipe pñ64	32.13	79.8	-1.23	0.25	1.01	0.026	Open
Pipe pñ66	37.1	79.8	-2.13	0.42	2.64	0.023	Open
Pipe pñ67	61.4	79.8	-2.49	0.5	3.49	0.022	Open
Pipe pñ68	58.8	79.8	-1.6	0.32	1.59	0.024	Open
Pipe pñ69	89.31	79.8	1.36	0.27	1.2	0.025	Open
Pipe pñ70	36.95	108	-11.2	1.22	12.03	0.017	Open
Pipe pñ71	27.17	108	-13.16	1.44	16.08	0.017	Open
Pipe pñ72	57.77	108	-18.45	2.01	29.62	0.015	Open
Pipe pñ73	101.68	79.8	-5.99	1.2	16.67	0.018	Open
Pipe pñ74	60.95	79.8	-0.36	0.07	0.12	0.036	Open
Pipe pñ75	14.36	108	-7.87	0.86	6.37	0.018	Open
Pipe pñ76	29.71	108	24.8	2.71	50.69	0.015	Open
Pipe pñ77	28.54	108	33.03	3.61	85.49	0.014	Open
Pipe pñ78	89.2	79.8	7.14	1.43	22.89	0.018	Open
Pipe pñ79	64.06	79.8	6.78	1.36	20.84	0.018	Open
Pipe pñ80	74.65	79.8	-2.44	0.49	3.36	0.022	Open
Pipe pñ81	49.16	79.8	8.85	1.77	33.7	0.017	Open
Pipe pñ82	73.21	108	12.2	1.33	14.02	0.017	Open
Pipe pñ83	30.45	108	20.69	2.26	36.46	0.015	Open
Pipe pñ84	46.04	79.8	20.33	4.06	152.39	0.014	Open
Pipe pñ85	56.04	108	13.71	1.5	17.3	0.016	Open
Pipe pñ86	111.51	79.8	6.26	1.25	18.05	0.018	Open
Pipe pñ87	49.99	108	9.49	1.04	8.92	0.018	Open
Pipe pñ88	31.83	79.8	6.71	1.34	20.47	0.018	Open
Pipe pñ89	116.6	79.8	0.19	0.04	0.03	0.033	Open
Pipe pñ90	235.82	79.8	-0.34	0.07	0.11	0.037	Open
Pipe pñ91	144.74	79.8	-1.26	0.25	1.05	0.026	Open
Pipe pñ92	32.64	79.8	-1.51	0.3	1.45	0.025	Open
Pipe pñ93	37.74	79.8	-1.87	0.37	2.11	0.024	Open
Pipe pñ94	71.66	79.8	-2.72	0.54	4.07	0.022	Open
Pipe pñ95	184.01	108	3.82	0.42	1.75	0.021	Open
Pipe pñ96	108.69	108	2.87	0.31	1.06	0.023	Open
Pipe pñ97	106.01	108	-3.46	0.38	1.47	0.022	Open

Pipe pñ98	69.11	108	-4.97	0.54	2.8	0.02	Open
Pipe pñ99	63.02	79.8	-1.19	0.24	0.95	0.026	Open
Pipe pñ100	96.5	79.8	-1.55	0.31	1.51	0.025	Open
Pipe pñ101	58.21	79.8	-2.16	0.43	2.71	0.023	Open
Pipe pñ102	66.29	79.8	-0.81	0.16	0.49	0.029	Open
Pipe pñ103	63.67	79.8	-1.17	0.23	0.93	0.026	Open
Pipe pñ104	50.37	79.8	-1.53	0.31	1.49	0.025	Open
Pipe pñ105	71.08	79.8	-1.9	0.38	2.16	0.024	Open
Pipe pñ106	55.59	79.8	-0.98	0.2	0.68	0.028	Open
Pipe pñ107	56.81	79.8	0.35	0.07	0.11	0.037	Open
Pipe pñ108	67.02	79.8	0.32	0.06	0.1	0.038	Open
Pipe pñ109	59.97	79.8	2.07	0.41	2.51	0.023	Open
Pipe pñ110	56.19	79.8	-0.23	0.04	0.05	0.039	Open
Pipe pñ111	53.94	79.8	-0.24	0.05	0.06	0.041	Open
Pipe pñ112	65.95	108	-4.49	0.49	2.34	0.021	Open
Pipe pñ113	62.91	108	-4.83	0.53	2.66	0.02	Open
Pipe pñ114	63.34	108	-5.25	0.57	3.1	0.02	Open
Pipe pñ115	24.6	108	-6.6	0.72	4.65	0.019	Open
Pipe pñ116	36.56	108	-6.81	0.74	4.92	0.019	Open
Pipe pñ117	47.63	79.8	-1.08	0.22	0.81	0.027	Open
Pipe pñ118	70.14	79.8	-4.78	0.96	11.13	0.019	Open
Pipe pñ119	43.31	79.8	-0.15	0.03	0.02	0.029	Open
Pipe pñ120	94.78	79.8	2.41	0.48	3.29	0.022	Open
Pipe pñ121	67.06	79.8	2.11	0.42	2.6	0.023	Open
Pipe pñ122	55.01	79.8	0.06	0.01	0.01	0.067	Open
Pipe pñ123	103.12	108	-6.09	0.67	4.03	0.019	Open
Pipe pñ124	30.72	79.8	-1.61	0.32	1.62	0.024	Open
Pipe pñ125	139.03	79.8	2.92	0.58	4.64	0.021	Open
Pipe pñ126	96.21	79.8	-4.9	0.98	11.63	0.019	Open
Pipe pñ127	44.05	79.8	-5.26	1.05	13.22	0.019	Open
Pipe pñ128	34.12	79.8	-5.62	1.12	14.9	0.018	Open
Pipe pñ129	33.53	79.8	-5.98	1.2	16.66	0.018	Open
Pipe pñ130	128.21	79.8	-2.06	0.41	2.49	0.023	Open
Pipe pñ131	63.33	79.8	-3.33	0.67	5.86	0.021	Open
Pipe pñ132	28.9	108	2.41	0.26	0.78	0.024	Open
Pipe pñ133	34.18	108	2.05	0.22	0.59	0.025	Open
Pipe pñ134	49.8	108	1.69	0.18	0.42	0.026	Open
Pipe pñ135	67.06	79.8	3.86	0.77	7.59	0.02	Open
Pipe pñ136	41.47	79.8	5.18	1.04	12.87	0.019	Open
Pipe pñ137	25.9	79.8	11.08	2.21	50.53	0.016	Open
Pipe pñ138	71	79.8	5.57	1.11	14.66	0.018	Open

Pipe pñ139	36.06	79.8	5.21	1.04	13	0.019	Open
Pipe pñ140	19.93	108	4.85	0.53	2.68	0.02	Open
Pipe pñ141	91.42	79.8	-5.14	1.03	12.69	0.019	Open
Pipe pñ142	278.2	79.8	0.36	0.07	0.12	0.036	Open
Pipe pñ143	176.98	79.8	1.93	0.39	2.22	0.023	Open
Pipe pñ144	99.47	108	-4.15	0.45	2.03	0.021	Open
Pipe pñ145	75	79.8	0.56	0.11	0.26	0.032	Open
Pipe pñ146	249.58	79.8	0.19	0.04	0.03	0.034	Open
Pipe pñ147	66.07	79.8	-0.17	0.03	0.02	0.03	Open
Pipe pñ149	94.03	79.8	-0.36	0.07	0.12	0.036	Open
Pipe pñ150	21.08	108	-2.54	0.28	0.85	0.024	Open
Pipe pñ152	46.77	79.8	2.18	0.44	2.75	0.023	Open
Pipe pñ157	55.63	79.8	1.45	0.29	1.35	0.025	Open
Pipe pñ159	35.19	79.8	-0.36	0.07	0.12	0.036	Open
Pipe pñ163	44.85	79.8	-1.09	0.22	0.82	0.027	Open
Pipe pñ167	53.91	79.8	0.73	0.15	0.4	0.03	Open
Pipe pñ168	82.18	79.8	-0.44	0.09	0.17	0.035	Open
Pipe pñ4	54.91	79.8	-1.82	0.36	2	0.024	Open
Pipe pñ1	198.28	79.8	0.48	0.1	0.2	0.034	Open
Pipe pñ2	30.06	79.8	-0.59	0.12	0.28	0.032	Open
Pipe pñ3	34.46	79.8	0.96	0.19	0.65	0.028	Open
Pipe pñ5	106.59	79.8	1.07	0.21	0.79	0.027	Open
Pipe pñ6	25.96	79.8	0.11	0.02	0.01	0.037	Open
Pipe pñ7	313.34	79.8	0.11	0.02	0.01	0.037	Open