

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Departamento de Ingenierías

*Proyecto de Grado
I Período de 2017*



Diseño de la Ampliación de la Red de Agua Potable y Sistema de Alcantarillado para la Zona Alta del Barrio Alto Jordán, Comuna 18.

Autores

J. F. Ardila Gómez¹, M. Gómez Restrepo¹, A. O. Meneses Lara¹, D.M. Montealegre Jiménez¹, J. A. Villa Rodríguez¹.

Afiliaciones y Direcciones

¹Ingeniería Civil, Facultad de ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, dirección de la facultad, Cali Colombia

Recibido: Febrero 27 /2017

Resumen

El presente artículo tiene la finalidad de presentar la síntesis del diseño formal de una red de acueducto y otra roja de alcantarillado, para el abastecedor de agua potable y brindar las condiciones adecuadas de saneamiento básico, respectivamente, a la zona alta del barrio Alto Jordán, Comuna 18. Contiguo a esto se presenta el diseño hidráulico y estructural de un tanque de almacenamiento de agua potable, como complemento a la solución de abastecimiento. Finalmente se presenta una síntesis del presupuesto de los tres diseños (rojo de acueducto, rojo de alcantarillo y tanque de almacenaje).

Palabras claves: Diseño, rojo, acueducto, alcantarillado, tanque, presupuesto.

Abstract

The purpose of this article is to present the synthesis of the formal design of an aqueduct network and a sewage system, for the potable water supply and provide the appropriate basic sanitation conditions, respectively, to the upper zone of the Upper Jordan neighborhood, Commune 18. Contiguous to this, is the hydraulic and structural design of a potable water storage tank, as a complement to the supply solution. Finally, a synthesis of the budget of the three designs (red of aqueduct, red of alcantarillo and tank of storage) is presented.

Keywords: Design, red, aqueduct, sewer, tank, budget.

1. INTRODUCCIÓN.

A continuación se presentará las soluciones planteadas ante la problemática de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, caracterizadas a través de un extensivo estudio de campo y recolección de información. La localidad a beneficiar es el sector Palmas I del barrio Alto Jordán. La metodología de trabajo empleada está determinada por los siguientes ítems en orden consecutivo: trabajo de campo y recolección de la información, diagnóstico del problema, diseño de solución para red de acueducto, diseño de solución para red de alcantarillado, diseño estructural de las soluciones y presupuesto de obra.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

La fundamentación teórica se basó en el estudio y caracterización del estado actual de la comunidad en cuestiones de ordenamiento territorial, cuestiones sociales y estado de redes existentes

2.1. Situación de Ordenamiento Territorial.

En la zona de estudio predominan asentamientos informales en proceso de legalización. Por otro lado el POT de la región propone índices muy altos de ocupación y construcción, que promueven el crecimiento poblacional progresivo de la región.

2.2. Trabajo de Campo.

El trabajo de campo se dividió en dos partes: la primera consistió en una encuesta demográfica que arrojó una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda, lo que es un aproximado de 353 hab por hectárea, lo cual es significativamente alto; el estrato predominante es el uno, lo que indica un nivel socioeconómico bajo.

Dentro de la encuesta también se evaluaron situaciones de cortes y alternativas de abastecimiento. La segunda parte del trabajo de campo consistió en la medición de presiones en dos puntos de la red lo que confirmó la situación de cortes evaluada en la primera parte del trabajo de campo.

2.3. Estado Actual del Acueducto.

En la zona de estudio los suscriptores no superan el 50% de la población, y los que no lo son se conectan a la red de manera ilegal causando pérdidas y consumos de agua no contabilizados, causante de los problemas de abastecimientos insuficientes y discontinuos.

2.4. Estado actual Alcantarillado.

La población tiene un sistema precario de alcantarillado, donde hay gran cantidad de tuberías seccionadas que contaminan fuentes hídricas cercanas, también hay abundancia de cajas sanitarias desbordadas. No siendo poco el alcantarillado no cubre ni el 10% de la zona.

3. RESULTADOS

Los resultados se evidencian en los diseños presentados a continuación, que dan solución a las problemáticas halladas durante la fundamentación teórica.

3.1. Diseño de la Red de Acueducto.

Inicialmente se proyectó la población con un período de diseño de 25 años, teniendo en cuenta un crecimiento exponencial propuesto por el RAS 2012, tomando como base información del DANE y síntesis demográfica de las encuestas realizadas en el trabajo de campo. La población final fue 4.446 habitantes, con lo cual se calculó el caudal medio diario ($Q_{md}=12.18$ L/s), el caudal máximo diario

(QMD=10.31 L/s) y el caudal máximo horario (QMH=15.84 L/s). Todo esto bajo las condiciones de la norma RAS 2012.

Con base en la contextualización realizada anteriormente se plantean tres soluciones:

1. Se considera el diseño de una red de acueducto, conectada a la red del sistema de EMCALI, sin aumento de presión.
2. La segunda alternativa de solución, considera el diseño de una red de acueducto con sistema de bombeo, para lo cual es necesario un tanque de almacenamiento.
3. La tercera alternativa de solución, considera una red de acueducto conectado a la red existente mediante una línea directa desde la conducción (La Reforma - Nápoles) hasta el punto más alto de la zona de interés donde el agua se almacenará en un tanque de compensación y abastecerá a la población por gravedad.

La alternativa seleccionada fue la tercera, ya que a pesar que que las dos últimas eran viables técnicamente, la tercera es una opción más económica.

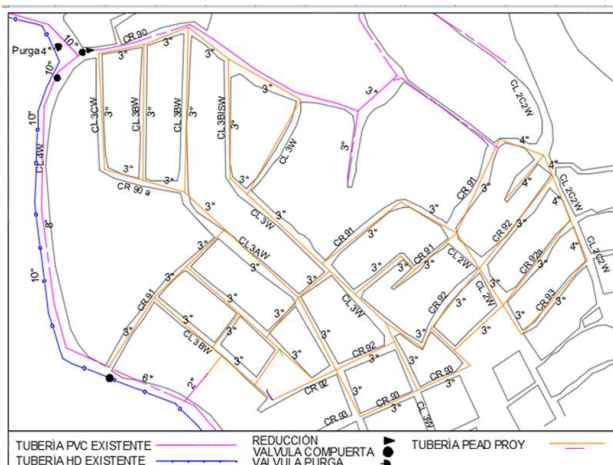


Imagen 1. Red de Acueducto

Fuente: elaboración propia a partir de plano de red existente de EMCALI.

Tabla 1. Parámetros de diseño.

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	MAGNITUD	UNIDAD
Caudal de diseño	QMH	23.76	L/s
Hidrantes	-	2	-
MATERIAL		PEAD	
Coefficiente de Rugosidad	e	150	-
Presión mín. admisible	P _{min}	15	m.c.a.
Presión Nominal	P _N	6 Bar – 61.2 m.c.a.	
Presión máx. admisible	P _{máx}	55	m.c.a.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Diseño de la Red de Alcantarillado

Inicialmente se tuvo que definir el nivel de complejidad según el número de habitantes y según criterios del diseñador, para la zona teniendo en cuenta las complicaciones sociales y geográficas que se presentan se definió un nivel de complejidad alto para el cual la normativa RAS 2012 sugiere 30 años como periodo de diseño, teniendo en cuenta que la población afectada no será de grandes proporciones se sugiere por criterios de diseñador tomar 25 años de periodo de diseño.

Paso seguido se elaboró el trazado de la red teniendo en cuenta los aspectos principales para el diseño de un alcantarillado:

1. Por cuestiones económicas el alcantarillado debe trabajar en lo posible a gravedad para lo cual se debe tener en cuenta la topografía del terreno.
2. La red debe seguir la geometría de las vías existentes y debe estar enterrada a una profundidad mínima de 1.2m de la superficie.
3. Se debe tener especial cuidado con los cruces entre las redes de acueducto, oleoducto, gasoductos, etc y la red a diseñar.

Para la ubicación de las cámaras de inspección se debe tener en cuenta los arranques de los tramos de las tuberías, en los cambios bruscos de dirección, en los cambios de diámetro de tuberías, en los cambios de

material que lo conformen, en la intersección de tuberías de la red pública de alcantarillado, cada cierta longitud en tramos rectos, de acuerdo con las condiciones de limpieza diseñadas para el sistema (100 metros mínimo) y el diámetro interno de las tuberías, por último curvas en el sistema de tuberías.



Imagen 2. Red de Alcantarillado

Fuente: elaboración propia a partir de plano de red existente de EMCALI.

3.3. Diseño Estructural del tanque de Almacenamiento

Este diseño se basa en la utilización de dos normas, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y la norma Americana Portland Cement Association PCA –Rectangular Concrete Tanks. Las cuales permiten diseñar los componentes estructurales de los tanques como muros y losas.

Para entender el efecto sísmico en un tanque totalmente enterrado se analizaron dos hipótesis; **Hipótesis 1:** el elemento estructural al estar enterrado, se encuentra confinado por un medio infinito el cual no permite su desplazamiento en ningún sentido. Además, el suelo posee una inercia muy grande el cual evita volcamiento de la estructura (Budhu, 2001).

Hipótesis 2: el sismo en el suelo se trasmite como ondas y dependiendo del material estas ondas pueden amplificarse o atenuarse. Para suelos más rocosos, las ondas sísmicas tienden a disminuir.

De igual manera los tanques enterrados deben diseñar teniendo en cuenta 3 condiciones posibles de esfuerzos que se verá sometido.

El diseño consiste en calcular el espesor adecuado para muros y losas este debe cumplir con la condición de chequeo por cortante, lo cual indica que el concreto soporta la fuerza cortante de diseño.

El diseño de los aceros se realiza utilizando los momentos máximos tanto en losas como en muros y utilizando la expresión fundamental del diseño estructural.

Tabla 2. Resumen de diseño de elementos estructurales del tanque y sus componentes.

RESUMEN DE DISEÑO		
MUROS		
CORTANTE		
<i>Espesor</i>	40	cm
<i>Vu</i>	15,93	Ton/m
<i>Vc</i>	21,62	Ton/m
DISEÑO PARRILLA		
<i>As Vertical</i>	#5 @ 18 cm	
<i>As Horizontal</i>	#5 @ 20 cm	
LOSA SUPERIOR		
CORTANTE		
<i>Espesor</i>	25	cm
<i>Vu</i>	11,61	Ton/m
<i>Vc</i>	116,24	Ton/m
DISEÑO PARRILLA		
<i>As Vertical</i>	#4 @ 20 cm	
<i>Observaciones</i>	Acero en parrilla doble	
LOSA DE CIMENTACION		
CORTANTE		
<i>Espesor</i>	30	cm
<i>Vu</i>	103,8	Ton/m
<i>Vc</i>	149,66	Ton/m
DISEÑO PARRILLA		
<i>As Vertical</i>	#6 @ 20 cm	
<i>Observaciones</i>	Acero en parrilla doble	

Fuente: elaboración propia.

3.4. Cantidades de Obra y Presupuestos

Para el presupuesto se estudió primero los tres principales modelos de contratación en Colombia, que son; el contrato por administración delega, por precio unitario y por precio global, dando como mejor opción el contrato por precio unitario.

Con la elección del tipo de contratación y las cantidades directas de obra se establece los análisis de precios unitarios (A.P.U) y el análisis de costos indirectos o mejor conocido como AIU que denota administración, imprevistos y utilidades.

Para el cálculo de costos directos mediante los APUs, se trabajó en el programa SAGUT que maneja bases de datos estándar para la contratación colombiana, como es por ejemplo los precios unitarios de la gobernación.

Haciendo un análisis técnico se tiene que los gastos administrativos son del 13%, imprevistos 6%, y utilidad del 7%, estos porcentajes son multiplicados por el valor total de los costos directos del contrato.

Tabla 3. Resumen de presupuesto.

	VALOR COSTOS DIRECTOS	\$ 2,323,724,424.12
	ADMINISTRACION 13%	\$ 302,084,175.14
	IMPREVISTOS 6%	\$ 139,423,465.45
	UTILIDAD 7%	\$ 162,660,709.69
	TOTAL AIU 26%	\$ 604,168,350.27
	IVA SOBRE LA UTILIDAD 16%	\$ 26,025,713.55
	VALOR TOTAL PRESUPUESTO	\$ 2,953,918,487.94

Fuente: elaboración propia.

4. COCLUSIONES

El sector Palmas I, del barrio Alto Jordán, Comuna 18 presenta problemas críticos de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico. Como solución a esta problemática se diseñó un sistema de acueducto y alcantarillado, viable dentro de los márgenes técnicos, legales, económicos y ambientales.

El diseño de la red necesitó un aumento de presión en el sistema de acueducto para suplir

las necesidades de los habitantes de la zona más alta, esto, a pesar de estar dentro de la cota de servicio de la empresa prestadora de servicios. La explicación a esta incongruencia, radica en que las conexiones ilegales son tan significativas que reducen la presión en la red, y en consiguiente, reducen la cota de servicio.

A pesar de la topografía compleja del sector y la alta densidad poblacional, que promuevan la reducción de las vías, se logró desarrollar un sistema de alcantarillado, conectado a la red existente.

5. REFERENCIAS

- [1] Alcaldía de Santiago de Cali. (2016, Marzo). IDESC. Retrieved from: <http://idesc.cali.gov.co/aplicacion.php#>
- [2] RAS. (2012). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable Y Saneamiento. Bogotá.
- [3] EMCALI. (2011, Enero). Norma Técnica de Recolección de Aguas Residuales y Lluvias. Retrieved Julio 30, 2016, from Tubería para Alcantarillado.
- [4] EPM. (2009). Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado. Retrieved Septiembre 19, 2016, from Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado. Budhu, M. (2001). Soil Mechanics and Foundations.
- [5] Budhu, M. (2012). Soil Mechanics and Foundations. Jhon Wiley & Sons, INC.
- [6] NSR-10 (n.d.). Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistente.
- [7] Rectangular Concrete Tanks – PCA (n.d.). Manual de Diseño de Tanques en Concreto Reforzado.
- [8] Gobernación del Valle del Cauca. (2016, Octubre 30). Listado de Precios Oficiales. Retrieved Octubre 30, 2016.