

**INGENIUM ET POTENTIA**  
**Revista Electrónica Multidisciplinaria de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura**  
Año II. Vol II. N°3. Julio – Diciembre, 2020  
Hecho el depósito de Ley: FA2019000052  
FUNDACIÓN KOINONIA (F.K).  
Santa Ana de Coro, Venezuela.

Francisco Godoy; Luis Nava

**Sistema de abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas**  
**Drinking water supply system and sewage collection**

Francisco Godoy  
[grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve](mailto:grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve)  
Grupo de Investigación Koinonía, Santa Ana de Coro, Falcón  
Venezuela

Luis Nava  
[grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve](mailto:grupodeinvestigaciongik@fundacionkoinonia.com.ve)  
Grupo de Investigación Koinonía, Santa Ana de Coro, Falcón  
Venezuela

Recibido: 04 de abril de 2019  
Revisado: 16 de mayo de 2019  
Aprobado: 18 de junio de 2020  
Publicado: 31 de julio de 2020

Francisco Godoy; Luis Nava

## **RESUMEN**

Esta investigación tiene como objetivo general Proponer el diseño del sistema de abastecimiento de agua Potable y recolección de aguas servidas para el Conjunto Residencial Virgen de Fátima, sector San José de Santa Ana de Coro, Municipio Miranda del Estado Falcón. Como técnica se utilizó la observación directa para recolectar datos y como método la simulación mediante el software de EPANet 2, todo esto por medio de los datos obtenidos por el levantamiento planialtimétrico en el cual se observa, la distribución: parcelaria, vial y de las áreas verdes; incluyendo la extensión de terreno donde se desea la construcción de las viviendas unifamiliares; se inició con el diagnóstico de la situación socio-sanitaria actual del Conjunto Residencial Virgen de Fátima; posteriormente los diseños de los sistemas de abastecimiento de agua potable y de recolección de aguas servidas, que permitieran mejorar la salubridad de sus futuros habitantes.

**Descriptores:** Ingeniería hidráulica; agua potable; abastecimiento de agua. (Palabras tomadas de Tesouro UNESCO).

## **ABSTRACT**

The general objective of this research is to propose the design of the drinking water supply system and sewage collection for the Virgen de Fátima Residential Complex, San José de Santa Ana de Coro sector, Miranda Municipality of Falcón State. As a technique, direct observation was used to collect data and as a method, simulation through the EPANet 2 software, all this through the data obtained by the topographical survey in which the distribution: parcel, road and areas is observed. green; including the extension of land where the construction of single-family homes is desired; It began with the diagnosis of the current socio-sanitary situation of the Virgen de Fátima Residential Complex; later, the designs of the drinking water supply systems and the collection of sewage water, which would improve the health of its future inhabitants.

**Descriptors:** Hydraulic engineering; potable water; water distribution. (Words taken from UNESCO Thesaurus).

Francisco Godoy; Luis Nava

## **INTRODUCCION**

El abastecimiento de agua potable es una necesidad vital e importante, que debe estar presente en la comunidad, y se enfoca en diversos componentes como: localizar la fuente de abastecimiento, la obra necesaria para su captación o almacenamiento y la distribución en la red bien sea mallada o ramificada, con la correcta utilización de las Normas vigentes, en la elaboración de un proyecto eficiente por esta razón se presenta una propuesta para el diseño del sistemas de abastecimiento de agua potable y del diseño del sistema de recolección de aguas servidas, para el Conjunto Residencial Virgen de Fátima, el cual se pretende ejecutar en un lote de terreno (perteneciente a la O.C.V que lleva el mismo nombre) ubicado en la parroquia San Gabriel, Municipio Miranda, en la comunidad de San José, entre las Calles Ali Primera y Rómulo Gallegos, frente a la Escuela Bolivariana Carlota de Castro, de la ciudad de Santa Ana de Coro, Estado Falcón. La futura ejecución de este Conjunto Residencial, servirá para solucionar en parte el déficit habitacional presente en el mencionado sector, el cual está inserto en el área geográfica del Consejo Comunal La Mano de Dios, cuyos voceros ven con suma preocupación esta problemática que abrumba los habitantes de esta comunidad que carecen de viviendas propias y dignas.

De acuerdo a las características del sector donde se ubicará el Conjunto Residencial Virgen de Fátima, se propusieron los sistemas ya mencionados, los cuales aportaran las soluciones a la problemática que se plantea y que las mismas se traducirán en mejoras a la calidad de vida de sus futuros habitantes.

Este trabajo de investigación consta de dos fases, los cuales se describen a continuación: la fase I, incluye todo el proceso de registro de datos mediante la observación directa y el levantamiento plani-altimétrico mediante la utilización fde GPS y el teodolito, con el fin de obtener los datos del terreno al que se propone estos sistemas. La fase II, incluye los análisis y resultados de los sistemas de agua potable y recolección de aguas servidas del mencionado Conjunto Residencial en estudio. Por otra parte encontramos las

Francisco Godoy; Luis Nava

conclusiones y recomendaciones, así como las referencias bibliográficas, los planos y anexos.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Tipo de Investigación**

La investigación que se presenta es de tipo proyecto viable o factible, según Méndez, C. (2007). Establece que: “el proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta que puede referirse a la formulación de programas, tecnologías, métodos o procesos modelo operativo viable, o una solución posible a un problema, para satisfacer necesidades de un grupo social. La propuesta debe tener apoyo, bien sea en una investigación de campo, o en una investigación de tipo documental; y puede referirse a la formación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos”.

### **Diseño de Investigación**

La investigación de este trabajo fue no experimental. Hurtado, J. (2007) señala que una investigación no experimental son “los estudios que se realizan sin manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”.

De acuerdo a lo antes planteado, el fundamento de esta investigación se realizó en base a las normativas vigentes y al material documental referido al tema. Para la recolección de la información, se realizaron visitas a entes públicos con la finalidad de obtener documentos relacionados con el proyecto a ejecutar.

Francisco Godoy; Luis Nava

## **Población**

Según Arias, F. (2006), sostiene que: La población es el “conjunto finito o infinito de elementos, para el cual serán validadas las conclusiones que se obtengan, es decir los elementos o unidades como lo son personas, instituciones y otros.

En este sentido a los efectos del presente trabajo, se cuantificaron 36 familias, para un total de 180 habitantes actualmente, algunas en situación de alojamiento y otras habitando viviendas en condiciones precarias, previa selección realizada por el mismo Consejo Comunal en asambleas de ciudadanos y ciudadanas.

## **Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos**

De acuerdo con Balestrini, M. (2007) se tiene que las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas, la observación directa y la encuesta en sus diversas modalidades como: (entrevista o cuestionarios), el análisis documental, análisis de contenidos y otros. Es decir los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información.

A los efectos del presente trabajo, para la recolección de datos en esta investigación se emplearon las siguientes técnicas: La observación directa (simple, participante y libre o no estructurada) la cual se define y describe a continuación:

### **Observación Directa**

Es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. La observación directa participante, se realiza cuando el investigador pasa a formar parte de la comunidad o medio donde se desarrolla el estudio. Por su parte, la observación libre o no estructurada, se ejecuta en función de un objetivo, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados. Sabino, C. (2007)

Francisco Godoy; Luis Nava

### **Métodos para la estructuración del diseño**

Como método de evaluación se trabajó con Software Epanet 2.0 español; el cual es desarrollado por la EPA (US Environmental Protection Agency) para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. Aunque en general puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión. El programa permite realizar el análisis hidráulico de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Adicionalmente, Epanet permite el análisis de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde las fuentes (tanques o embalses), hasta los nodos del sistema. Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tubos, nodos y embalses (fuentes de cabeza fija) y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

## **RESULTADOS**

### **Sistema de abastecimiento de agua potable. (Acueductos).**

Se propone la construcción de un desarrollo urbanístico donde cada parcela tendrá un área de entre 215.13 y 152.02 m<sup>2</sup>, se plantea la construcción de los servicios básico del desarrollo que garanticen el funcionamiento eficiente de todos los componentes de los sistemas, los misma está diseñada con todos los requerimientos espacios y medidas mínimas de diseño para garantizar un buen funcionamiento.

Ubicación: sector San José, Municipio Miranda, Estado Falcón.

### **Memoria de cálculo de acueducto**

#### **Gastos de diseño:**

Con el fin de diseñar la estructura y funcionamiento de las tuberías del acueducto, es necesario calcular el caudal apropiado, el cual debe combinar las necesidades de la población de diseño y los costos de la construcción.

Francisco Godoy; Luis Nava

## Dotaciones

**Tabla N° 1.** Dotaciones Edificaciones.

EDIFICACION	AREA DE PARCELA EN (m2)	CANTIDAD	DOTACION POR PARCELA (lts/día)	GASTO TOTAL (lts/día)
PARCELAS N° 1A 3 / VIVIENDAS UNIFAMILIARES	201 HASTA 300	3.00	1700	5,100.00
PARCELAS N° 4 A 36 / VIVIENDAS UNIFAMILIARES	HASTA 200	33.00	1500.00	49,500.00
			SUMATORIA	54,600.00

**Fuente:** Los Autores (2019).

**Tabla N° 2.** Dotaciones Áreas Verdes.

AREAS VERDES	Área (m2)	DOTACION área verdes (lts/m2/día)	GASTO TOTAL (lts/día)
JARDINERA 1	97.8	2	195.6
JARDINERA 2	74.92	2	149.84
		sumatoria	345.44

**Fuente:** Los Autores (2019).

Con las dotaciones estimadas según los requerimientos y componentes del complejo se calculó el gasto medio de agua potable lo que representa la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades.

Se suman los gastos totales en litros por día y se dividen por 86400 seg al día para obtener en gasto medio litros por segundo.

**Caudal Medio :**  $Q_{\text{medio}} = \sum \text{DOT} / 86400$

$$Q_{\text{medio}} = \frac{54,600.00}{86,400} = 0.636 \frac{\text{lts}}{\text{seg}}$$

Luego se estiman los caudales de diseño de sistema que satisfacen a dos hipótesis. Según lo descrito antes en la Norma sanitarias para proyectos, Construcción, Ampliación, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para Desarrollos

Francisco Godoy; Luis Nava

Urbanísticos, Publicada en Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Resolución N° 4103, capítulo XII de los gastos, presiones, velocidades, coeficientes e hipótesis de las tuberías de sistema de abastecimiento. Artículo 100. Calculo de las tuberías del sistema de distribución de agua para los desarrollos urbanísticos, deberá ajustarse en lo posible a las curvas de demanda de consumo de la población, pero en caso de no conocerse estas, podrán proyectarse con las siguientes hipótesis.

**Hipótesis 1.** Caso de abastecimiento por gravedad: gastos máximos iguales al 250 por 100 del gasto medio.

**Hipótesis 2.** Gatos iguales a 180 por 100 del gasto medio más gastos de incendio correspondiente al nodo más desfavorable del sistema.

Hipótesis N° 1             $Q_{maxh} = 2.5 * 0.636 \frac{1st}{seg} = 1.590 \text{ lts/seg.}$

Hipótesis N° 2             $Q_{inc} = 1.8 * 0.636 \frac{1st}{seg} = 1.145 \text{ lts/seg}$

Gaceta N°4013 Norma sanitaria para el proyecto, construcción, ampliación. Reforma y mantenimiento para instalaciones sanitarias para desarrollo urbanísticos Artículo 95. Los gastos de incendio se determinaran de acuerdo a la zonificación del desarrollo urbanístico en la forma siguiente:

a. para zonas residenciales destinadas a viviendas unifamiliares o bifamiliar asiladas, 10 lts/seg.

$Q_{inc} = 1.80 * 0.636 \text{ lts/seg} + 10 \text{ lts/seg} = 11.15 \text{ lts/seg.}$

Asignación de los gastos que constituyen la red para el dimensionado de la red encontramos los gasto que circulan para cada tramo basándonos en las dos hipótesis de cálculo antes mencionadas a fin de determinar los gastos por cada nodo para ello utilizamos el método de la repartición media.

Francisco Godoy; Luis Nava

### Método de repartición media

Para la concentración de los gastos en los nodos mediante la repartición media se determina los gastos que transitaran por el tramo y se asignaran el 50 % de dichos gastos a cada nodo que forma parte del tramo de acuerdo a una distribución lógica. Cada longitud de tramo. Para aplicar el método de repartición media es necesario conocer un factor multiplicador llamado caudal unitario

Qunitario =  $Q_{\text{medio}} / \text{Long. Total de la tubería.}$

Qunitario =  $0.636 \text{ lts/seg} / 242.46 \text{ mts} = 0.00262 \text{ lts/seg/m.}$

**Tabla N° 3.** Resumen.

Q MEDIO (lts/seg)	Q Maxh (lts/seg)	Q INC (lts/seg)	Q UNITARIO (lts/seg/m)
0.636	1.590	1.145	0.00262

**Fuente:** Los Autores (2019).

En la tabla a continuación se muestra las cotas de terreno y las longitudes de los tramos de tubería además del caudal medio que transitara por cada tramo.

**Tabla N°4. Cotas y Longitudes.**

TRAMO		COTAS DEL TERRENO		LONGITUD (m)	Q MEDIO (lts/seg)
		AGUAS ARRIBA (msnm)	AGUAS ABAJO (msnm)		
J-1	J-2	12.00	12.33	109.25	0.287
J-1	J-4	12.00	12.09	39.75	0.104
J-4	J-3	12.09	12.37	93.46	0.245
		SUMATORIA		242.46	0.64

**Fuente:** Los Autores (2019).

Para observar las cotas y longitudes de los tramos ver plano de acueductos anexo.

Se observa la distribución de los caudales por tramos según las hipótesis de cálculo antes descritas.

Francisco Godoy; Luis Nava

**Caudal medio por tramos.**

**Tabla N° 5.** Caudales por tramo.

TRAMO		1.8 x Qm	2.5 x Qm	(1.8xQm)/2	(2.5xQm)/2
J-1	J-2	0.516	0.716	0.258	0.358
J-1	J-4	0.188	0.261	0.094	0.130
J-4	J-3	0.441	0.613	0.221	0.306
SUMATORIA		1.145	1.590		

**Fuente:** Los Autores (2019).

**Concentración de Caudales en los nodos.**

Luego de obtener los caudales máximo diario y horario, se aplicó la repartición media para concentrar los caudales en los nodos.



**Tabla N° 6.** Caudales en los nodos.

NODO	COTAS (msnm)	1.8 x Qm lts/seg	2.5 x Qm lts/seg
CONEXIÓN	11.92	-	-

Francisco Godoy; Luis Nava

J-1	12.00	0.352	0.489	<b>HIDRANTE</b>
J-2	12.33	0.258	0.358	
J-3	12.37	0.221	0.306	
J-4	12.09	0.314	0.437	
<b>SUMATORIA</b>		<b>1.145</b>	<b>1.590</b>	

**Fuente:** Los Autores (2019).

- Caudal Máximo horario :  $Q_{\text{máx horario}} = 2.50 \times Q_{\text{med}} =$   
 $Q_{\text{máx. Horario}} = 2.50 \times 0.640 \text{ L/S} = 1.590 \text{ L/S}$
- Caudal Máximo incendio:  $Q_{\text{inc.}} = 1.80 \times Q_{\text{med}} + Q_{\text{inc}}$   
 $Q_{\text{Inc}} = 1.80 \times 0.64 \text{ L/S} + 10 \text{ L/S} = 11.145 \text{ L/S}.$

### **Clases de tuberías.**

Para lograr un diseño efectivo y económico, es necesario seleccionar tuberías con un material adecuado. El conocimiento del material implica su posibilidad de utilización de acuerdo a sus propiedades y a los riesgos que soportarán. Entre los aspectos importantes en la selección de las clases de tubería se han considerado: fragilidad, grado de corrosividad, flexibilidad y peso.

Tubería Seleccionada:

- Se ha elegido material plástico (P.E.A.D) que presenta las siguientes características:
- Menor peso que otras tuberías; lo cual reduce grandemente costo de transporte e instalación.

Francisco Godoy; Luis Nava

- Tubería clase SDR 13,6. PE 100, Presión admisible 150 PSI, 10 Bar.
- Material inerte a la corrosión.
- Ofrece ventajas en cuanto al flujo hidráulico, en base a coeficiente rugosidad menores ( $C = 150$ ).

### **Revisión hidráulica.**

Para realizar la revisión hidráulica del sistema se basó en el método de Hazen-Williams es válido solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias ( $5\text{ }^{\circ}\text{C} - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C" no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales, especialmente de fundición y acero:

$$h = 10,674 * [Q^{1,852} / (C^{1,852} * D^{4,871})] * L$$

En donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- Q: caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- C: coeficiente de rugosidad (a dimensional)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: Longitud de la tubería (m).

Francisco Godoy; Luis Nava

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES				
Material	C		Material	C
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120
Latón	130-140		Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113		Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100		Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90		Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83		Acero rolado	110
Concreto	120-140		Lata	130
Cobre	130-140		Madera	120
Hierro dúctil	120		Hormigón	120-140

**Gráfico N° 1.** Coeficientes de rugosidad.

**Fuente:** Arocha, S. (1979).

### **Presiones internas de trabajo.**

La tubería soportara presiones internas (hidrostáticas e hidrodinámicas).

Se han establecido diferentes denominaciones para las clases de tuberías en función de trabajo: ASTM, A WW A, ISO, INOS.

Las presiones internas de trabajo fueron calculadas como una red ramificada en donde se tomaron en cuenta las pérdidas por el tipo de material, presión del punto de conexión de la tubería matriz, longitud de los tramos, caudal presente en cada uno de los tramos y diferencias de cotas entre nodos.

Francisco Godoy; Luis Nava

**TUBOS EN POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD PARA LA CONDUCCIÓN DE LÍQUIDOS**  
 Sistema Imperial (pulgadas)

[Cambiar a Sistema Métrico \(milímetros\)>>](#)

Material, Rating	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 15,5	SDR 13,5	SDR 11	SDR 9	SDR 7										
PE 3408 , C=1,5	50 psi	65 psi	80 psi	100 psi	110 psi	130 psi	160 psi	200 psi	265 psi										
PE 80 , C=1,25	60 psi	75 psi	90 psi	120 psi	130 psi	150 psi	185 psi	235 psi	300 psi										
PE 100 , C=1,25	75 psi	90 psi	120 psi	150 psi	160 psi	185 psi	235 psi	290 psi	360 psi										
Diámetro Nominal	Diámetro Externo	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso
mm.	mm.	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m	mm.	Kg/m
in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.	in.
1/2	21.34																		
3/4	26.67																		
1	33.40																		
1 1/4	42.16																		
1 1/2	48.26																		
2	60.33																		
3	88.90																		
4	114.30	3.51	1.22	4.39	1.50	5.44	1.85	6.73	2.26	7.37	2.45	8.46	2.80	10.39	3.36	12.70	4.03	16.33	4.98
6	188.26	5.18	2.63	6.48	3.27	8.00	4.00	9.91	4.90	10.85	5.33	12.47	6.06	15.29	7.31	18.69	8.72	24.03	10.82
8	219.08	6.73	4.46	8.43	5.54	10.44	6.79	12.88	8.29	14.12	9.03	16.23	10.27	19.91	12.38	24.33	14.79	31.29	18.33
10	273.05	8.41	6.93	10.49	8.60	13.00	10.55	16.05	12.87	17.63	14.03	20.22	15.95	24.82	19.22	30.25	22.97	39.01	28.48
12	323.85	9.96	9.76	12.45	12.10	15.42	14.84	19.05	18.11	20.90	19.75	23.98	22.44	29.44	27.04	35.99	32.32	46.25	40.07
14	355.60	10.95	11.77	13.67	14.60	16.94	17.89	20.93	21.84	22.94	23.81	26.34	27.05	32.33	32.60	39.52	38.97	50.80	48.30
16	406.40	12.50	15.37	15.62	19.06	19.35	23.36	23.90	28.52	26.21	31.10	30.10	35.34	36.96	42.59	45.16	50.89	58.06	63.09
18	457.20	14.07	19.45	17.58	24.12	21.77	29.58	26.90	36.10	29.49	39.36	33.86	44.73	41.55	53.90	50.80	64.42		
20	508.00	15.62	24.02	19.53	29.77	24.18	36.52	29.87	44.58	32.77	48.60	37.62	55.22	46.18	66.54	56.44	79.52		
22	558.80	17.20	29.05	21.49	36.02	26.62	44.18	32.87	53.94	36.04	58.79	41.40	66.81	50.80	80.52				
24	609.60	18.77	34.58	23.44	42.87	29.03	51.10	35.86	64.19	39.32	69.97	45.16	79.52	55.42	95.81				

1. Valores en psi aproximados.  
 2. Los valores sombreados en amarillo vienen en rollos de 100 m de longitud.  
 3. Según ASTM D 3035 y ASTM F 714.

**Gráfico Nº 2. Características de las tuberías de PEAD.**

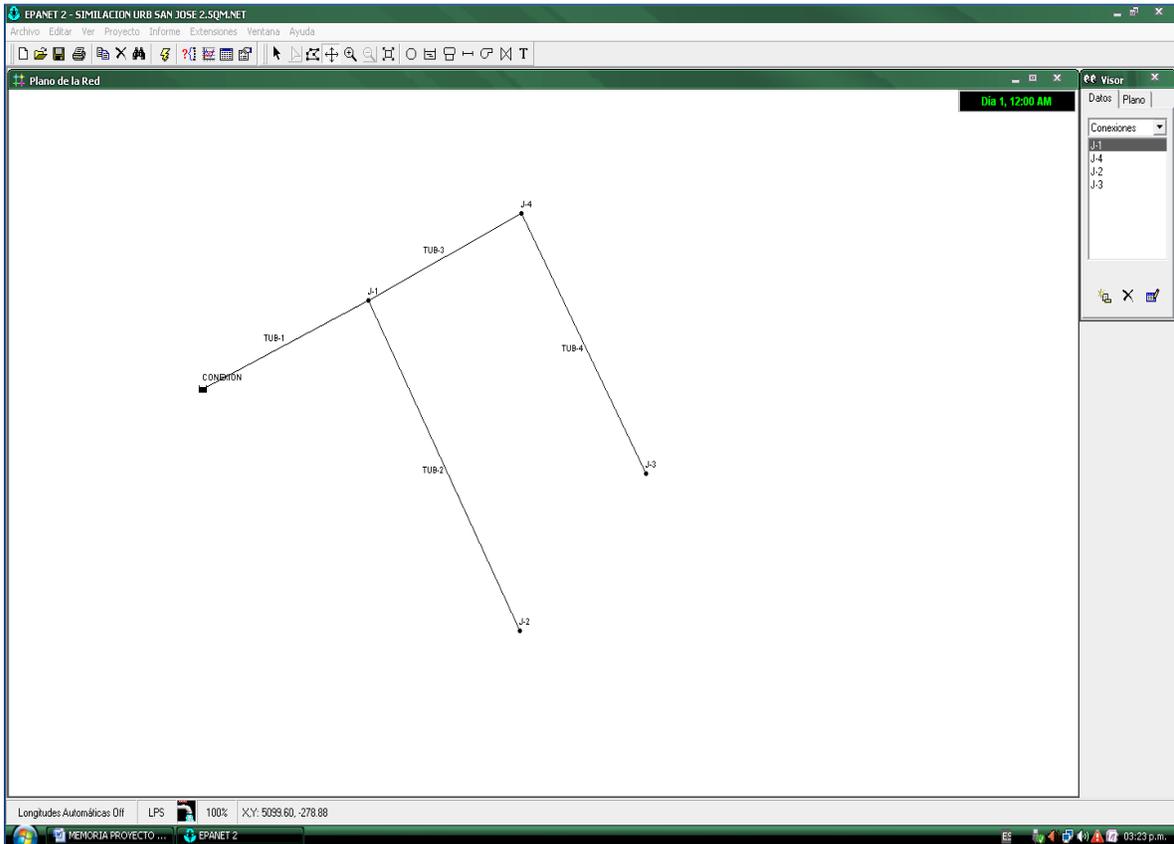
**Fuente:** Arocha, S. (1979).

Se observa en la tabla anterior las características físicas de la tubería de PEAD, para cargar esa información a la simulación hidráulica, se seleccionó TUBERIA CLASE PE 100, SDR 13.5, 150psi, diámetro interno 97.38 mm equivalente a 4" y 232.61 equivalente a 10".

Francisco Godoy; Luis Nava

## Simulación Hidráulica y Revisión Del Sistema.

### Hipótesis 2.5 Qmedio.



**Gráfico N° 3.** Esquema En Epanet 2.0.

**Fuente:** Los Autores (2019).

Se realizó la simulación del sistema con Epanet 2.0, en el cual se representan los nodos y el punto de abastecimiento, además de las tuberías, cabe destacar que se plantea una red mixta, abierta y mallada debido a las características del urbanismo y a las condiciones existen en el sector.

Francisco Godoy; Luis Nava

## ESTADO DE LA RED (TUBERÍAS)

Se puede observar que las pérdidas unitarias en las tuberías son mayores a 5/1 m/km, lo cual puede traer problemas de eficiencia del sistema y maximiza la posibilidad de fallas debido a las pedidas excesivas.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Calidad Inicial	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión J-1	12.00	0.489	0	0.49	27.44	15.44
Conexión J-4	12.09	0.437	0	0.44	27.13	15.04
Conexión J-2	12.33	0.358	0	0.36	27.24	14.91
Conexión J-3	12.37	0.306	0	0.31	27.01	14.64
Embalse CONEXION	31.97	No Disponible	0	-1.59	31.97	0.00

**Gráfico N° 4.** Estado de la red. 2.50\*Qm.  
**Fuente:** Los Autores (2019).

Francisco Godoy; Luis Nava

The screenshot shows the EPANET 2 interface with a table titled 'Tabla de Red - Líneas'. The table lists four pipe segments (TUB-1 to TUB-4) with their respective lengths, diameters, roughness, flow rates, unit losses, and reaction velocities.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Pérd. Unit. m/km	Veloc. de Reacción mg/L/d
Tubería TUB-1	127.45	97.38	140	1.59	35.51	0.00
Tubería TUB-2	109.25	97.38	140	0.36	1.82	0.00
Tubería TUB-3	39.75	97.38	140	0.74	7.79	0.00
Tubería TUB-4	93.46	97.38	140	0.31	1.33	0.00

**Gráfico Nº 5.** Estado de nodos. 2.50\*Qm.

**Fuente:** Los Autores (2019).

Se puede observar que las presiones en los nodos están por el orden de los 14.64 mca a 15.44 mca, lo cual garantiza un funcionamiento eficiente del sistema ya q están dentro de los límites permisibles establecidos, de igual manera se garantiza el suministro de recurso a cada una de las edificaciones del desarrollo.

Francisco Godoy; Luis Nava

### Hipótesis 1.8qmedio+Q Inc.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería TUB-1	127.45	232.61	140	11.15	0.26	6.07	0.403
Tubería TUB-2	109.25	97.38	140	0.26	0.03	0.69	1.094
Tubería TUB-3	39.75	97.38	140	0.53	0.07	4.05	1.500
Tubería TUB-4	93.46	97.38	140	0.22	0.03	0.27	0.578

**Gráfico N° 6.** Estado de la red. 1.80\*Qm+ Incendio.  
**Fuente:** Los Autores (2019).

Se puede observar que las pérdidas unitarias en las tuberías son menores a 5/1 m/km, lo cual garantiza la eficiencia del sistema y minimiza la posibilidad de fallas debido a las pérdidas excesivas. Salvo en el tramo desde la conexión hasta el nodo J-1 donde se instala un hidrante, este tramo de tubería tub-1 será de diámetro 10”.

Francisco Godoy; Luis Nava

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión J-1	12.00	10.352	10.35	31.20	19.20
Conexión J-4	12.09	0.314	0.31	31.04	18.95
Conexión J-2	12.33	0.258	0.26	31.12	18.79
Conexión J-3	12.37	0.221	0.22	31.01	18.64
Embalse CONEXION	31.97	No Disponible	-11.15	31.97	0.00

**Gráfico N° 7.** Estado de la tubería. 1.80\*Qm+ Incendio.  
**Fuente:** Los Autores (2019).

Se puede observar que las presiones en los nodos están por el orden de los 18.64 mca a 19.20 mca, lo cual garantiza un funcionamiento eficiente del sistema ya q están dentro de los límites permisibles establecidos, de igual manera se garantiza el suministro de recurso a cada una de las edificaciones del desarrollo.

### **Diseño del sistema de recolección de aguas servidas del conjunto residencial Virgen de Fátima**

Para el diseño del sistema de aguas servidas del Conjunto Residencial Virgen de Fátima se debe conectar a esta red, en una boca de visita ubicada en las coordenadas Este: 629,2092 Norte: 1046,2531 cuya cota del terreno es: 11,92 msnm y cuya rasante es de: 10,12 msnm, a escasos metros de la Escuela Bolivariana Carlota de Castro, donde se tiene previsto ejecutar las obras de conexión de la red de tuberías de aguas negras del futuro Conjunto Residencial.

Francisco Godoy; Luis Nava

Igualmente por medio del levantamiento topográfico realizado, se determinó que las pendientes naturales del terreno son favorables para descargar por gravedad hasta el sitio seleccionado.

### **Sistema de aguas servidas.**

El uso de los Artefactos Sanitarios ha de producir una acumulación de Aguas Servidas y materia orgánica de rápida descomposición que deben ser extraídos fuera de la Edificación a través de una serie de ramales y conductos que conforman la Red de Aguas Servidas.

### **Memoria de cálculo cloacas.**

El cálculo de la red se inició con el análisis del Caudal de descarga de cada Vivienda al colector, el cual consistió en la determinación de la dotación, tomando como base el número de viviendas y el área de la parcela en m<sup>2</sup>.

El caudal de Diseño se analizó de la siguiente manera:

$$Q_{med.} = \text{Área de la parcela} * \text{dotación (l/m}^2/\text{día)} \div 86400 \text{ (seg/día)}$$

Dónde:

$Q_{med.}$  = Caudal Medio en (Lts/seg.)

$$Q_{com} = Q_m * K * R$$

Dónde:

$Q_{com}$  = Caudal comercial en (Lts/seg.)

$K =$

$$1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

$P$  = Población Total del Conjunto.

$K$  = Coeficiente Población. : 3.80 población menores a 10000 hab

Francisco Godoy; Luis Nava

R = Coeficiente de gasto de reingreso, R = 0.80.

$Q_{inf} = 20000 \text{ l/día/km} \times \text{Long total (km)} / 86400 \text{ seg/día}$

Long total = Long empotramientos + Long colector

**Q Max. AN = Q dom + Q inf = 2.057lts/seg.**

Luego se calculó la pendiente del colector el cual está en función de la rugosidad de la tubería y la velocidad mínima de 0.60 m/s para diámetros menores de 400 mm, con la finalidad de garantizar el arrastre de los sólidos en suspensión de manera que la sedimentación en las tuberías sea mínima.

La pendiente máxima será la que produzca una velocidad máxima admisible a sección llena de 4,5 m/s y una mínima de 0.60 m/s. Ambas velocidades son establecidas por la Gaceta Oficial № 5318.

El sistema cloacal se diseñó desde el punto de vista hidráulico como un canal abierto, por lo tanto se utilizó la expresión de Manning para determinar la capacidad del colector a sección llena.

### **Cálculo de la capacidad de cada colector**

Una vez calculado el gasto de diseño de cada tramo de colector se consideró que el régimen en el tramo será permanente y uniforme, por lo que se utilizó la fórmula de Manning.

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Dónde:

V = Velocidad en m/s

n = coeficiente de rugosidad de la tubería

R = Radio hidráulico en metros

Francisco Godoy; Luis Nava

Para diámetros comerciales, la fórmula se puede simplificar de la siguiente manera

$$V = K1 \times I^{1/2}$$

V = velocidad en m/s

K1 = constante en función del diámetro y la rugosidad (Ver tabla 10)

I = Pendiente longitudinal del tramo de tubería

Para el cálculo de las tuberías se consideró tubos de PVC, los cuales fueron dimensionados suponiendo flujo uniforme a sección plena, por medio de la fórmula de Manning.

En líneas generales, los criterios y parámetros considerados en el diseño del sistema fueron los siguientes:

- Velocidad mínima en colectores a sección llena: 0.60 m/seg.
- Coeficiente de rugosidad para PVC:  $n = 0.012$
- Velocidad máxima en colectores para tubería PVC: 4.5 m/seg.
- Pendiente mínima para los colectores: la que garantice la velocidad en 0.60 m/seg.

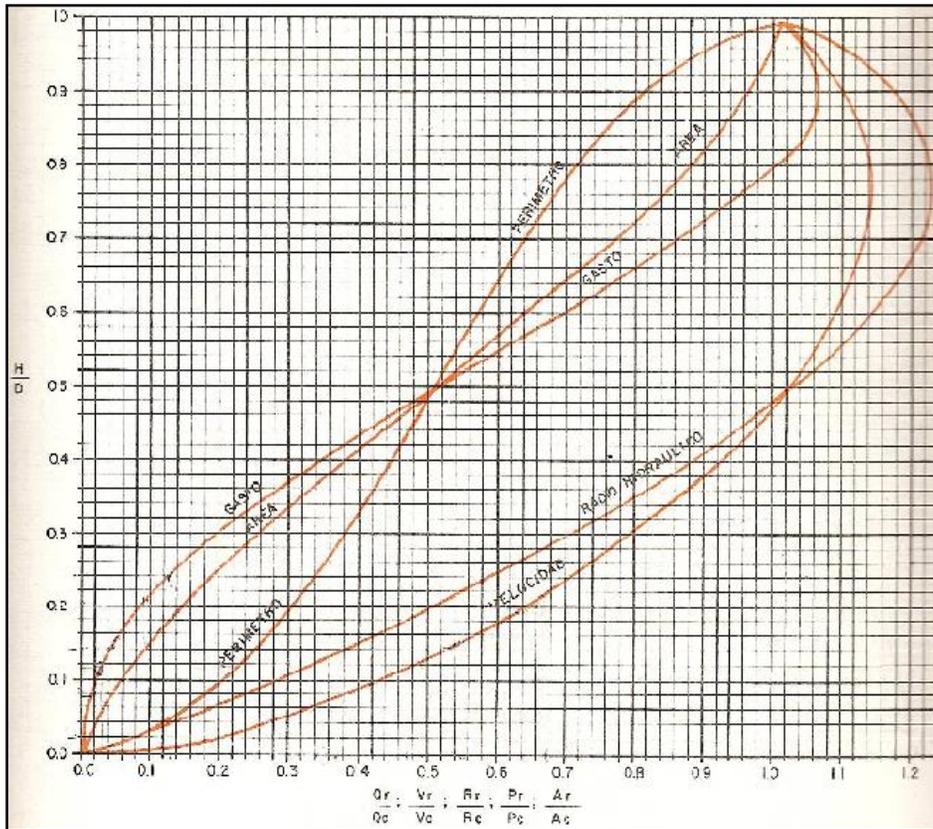
La escogencia del diámetro de la tubería, se realizó por tramos, tomando en cuenta la pendiente del terreno y el Caudal de Circulación; éstos datos fueron ubicados en la tabla de velocidades y caudales en tuberías de alcantarillado PAVCO para un Coeficiente de Rugosidad (n) de 0.0012, donde la pendiente mínima permitida es 2, 82 o 3%0 y la máxima es de 300%0, en nuestro caso la pendiente promedio calculada varía entre los límites descritos, la capacidad (lts/seg.) del colector se calculó a sección llena, la cual debe ser mayor que el caudal circulante.

El diámetro mínimo para el colector principal es de 200 mm. Según especificaciones de la Norma de Alcantarillado. (Gaceta Oficial N° 5.318).

Los perfiles fueron dibujados siguiendo el curso del colector, desde la descarga hasta su extremo superior. En el extremo inferior de cada perfil a la izquierda, se indican las

Francisco Godoy; Luis Nava

progresivas, así como también cota terreno, cota de rasante y banqueo. En cada tramo se especifica el diámetro del colector en Mm., la pendiente de la tubería (I) en %, el gasto (Q) o caudal de diseño en lts/seg, la capacidad (C) a sección llena en lts/seg y la velocidad (V) en mts/seg. Las pendientes calculadas en los perfiles, no exceden la pendiente máxima permitida para una tubería PVC de diámetro 200 Mm.



**Grafico 8:** Relaciones de elementos hidráulicos. Útil Para la determinación de los volares de H/D y Vr/Vc.

**Fuente:** Arocha, S “Cloacas y Drenaje” Caracas (1983).

A continuación se presentan las longitudes de los tramos de la red de recolección de aguas servidas, además de las cotas de las tapas de dichas bocas de visitas, luego de haber realizado la nivelación del terreno.

Francisco Godoy; Luis Nava

**Tabla N° 7. Cotas y longitudes.**

TRAMO		COTAS DEL TERRENO		LONGITUD (m)
		AGUAS ARRIBA (msnm)	AGUAS ABAJO (msnm)	
BV-3	BV-4	12.37	12.09	93.46
BV-4	BV-1	12.09	12.00	39.75
BV-2	BV-1	12.33	12.00	109.25
BV-1	BV-EXT	12.00	11.92	127.45
<b>SUMATORIA</b>				<b>369.91</b>

**Fuente:** Los Autores (2019).

**Tabla N° 8. Dotaciones de Edificación.**

EDIFICACION	AREA DE PARCELA EN (m2)	CANTIDAD	DOTACION POR PARCELA (lts/día)	GASTO TOTAL (lts/día)
PARCELAS N° 1A 3 / VIVIENDAS UNIFAMILIARES	201 HASTA 300	3.00	1,700.00	5,100.00
PARCELAS N° 4 A 28/ VIVIENDAS UNIFAMILIARES	HASTA 200	15.00	1,500.00	22,500.00
PARCELAS N° 29A 36 / VIVIENDAS UNIFAMILIARES	HASTA 200	18.00	1,500.00	27,000.00
<b>SUMATORIA</b>				<b>54,600.00</b>

**Fuente:** Los Autores (2019).

**Tabla N° 9. Dotaciones áreas verdes.**

AREAS VERDES	Área (m2)	DOTACION área verdes (lts/m2/día)	GASTO TOTAL (lts/día)
JARDINERA 1	97.8	2	195.6
JARDINERA 2	74.92	2	149.84
<b>sumatoria</b>			<b>345.44</b>

**Fuente:** Los Autores (2019).

**Revisión hidráulica de la red de cloacas:**

Francisco Godoy; Luis Nava

Se presentan las propiedades topográficas además que los gastos, diámetros y coeficiente de rugosidad.

**Tabla N°10: propiedades para la revisión hidráulica.**

Tramo		C. Terreno		Long.(m)	Gasto (lps)		Qr (lps)	D (m)	n
Arriba	Abajo	Arriba	Abajo		directo	arriba			
BV-3	BV-4	12.37	12.09	93.46	0.997	0.000	0.9966	0.20	0.012
BV-4	BV-1	12.09	12.00	39.75	0.009	0.997	1.0058	0.20	0.012
BV-2	BV-1	12.33	12.00	109.25	1.021	0.000	1.0214	0.20	0.012
BV-1	BV-EXT	12.00	11.92	127.45	0.030	2.018	2.0475	0.20	0.012
					<b>2.057</b>				

**Fuente:** Los Autores (2019)

Se presentan las pendientes del terreno y las pendientes de los colectores para la revisión hidráulica.

**Tabla N° 11. Pendiente de terreno y colector.**

Tramo		I.min. (%o)	I.terr. (%o)	I.dis. (%o)	I.asum. (%o)
Arriba	Abajo				
BV-4	BV-3	2.81	3.00	3.00	2.78
BV-3	BV-2	2.81	2.26	2.81	2.77
BV-2	BV-1	2.81	3.02	3.02	2.84
BV-1	BV-EXT	2.81	0.63	2.81	2.82

**Fuente:** Los Autores (2019)

Se presentan la revisión hidráulica de los colectores, velocidades a sección plena, relación de H/D y velocidad real, en cuanto a los resultados se puede observar que las velocidades son mayores a 0.60 m/seg y no superan los 4.50 m/seg.

**Tabla N° 12. Revisión hidráulica.**

Francisco Godoy; Luis Nava

Vc (m/s)	Qc (lps)	Qr/Qc	H/D	H (m)	Vr/Vc	Vr (m/s)
0.6	18.74	0.05	0.15	0.03	0.54	0.32
0.6	18.69	0.05	0.15	0.03	0.54	0.32
0.6	18.93	0.05	0.15	0.03	0.54	0.33
0.6	18.88	0.11	0.22	0.04	0.67	0.40

**Fuente:** Los Autores (2019).

**Tabla N°13. Cotas de rasantes y banquetes.**

Tramo		C. Rasante		Banqueo (m)	
Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
BV-3	BV-4	10.85	10.59	1.52	1.50
BV-4	BV-1	10.59	10.48	1.50	1.52
BV-2	BV-1	10.79	10.48	1.54	1.52
BV-1	BV-EXT	10.48	10.12	1.52	1.80

**Fuente:** Los Autores (2015).

Se presentan las cotas de rasante y los banquetes que deben tener los colectores para garantizar el funcionamiento eficiente del sistema

**Tabla N° 14. Tipo de tubería y bocas de visitas.**

C. Tubería	T. Apoyo	B. Visita	
		Arriba	Abajo
P.V.C	B	IA	IA
P.V.C	B	IA	IA
P.V.C	B	IA	IA
P.V.C	B	IA	IA

**Fuente:** Los Autores (2019).

Según los banquetes determinados en la revisión hidráulica las bocas de visita serna tipo IA con apoyo B.

## CONCLUSIONES

Francisco Godoy; Luis Nava

La propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y el sistema de recolección y disposición final de las aguas servidas para Urbanización Virgen de Fátima, representa una solución ya que las viviendas que allí se construirán deberán contar con los servicios hidrosanitarios.

El sistema de abastecimiento de agua potable está conformado por una red de distribución por gravedad tipo ramificada, la cual tendrá como fuente de abastecimiento la red existente en las adyacencias del lote de terreno donde se construirá el desarrollo, dicha red garantiza el caudal y presiones mínimas para garantizar el servicio de agua potable, el sistema está conformado por tubería de PEAD D: 4" con una longitud de 242.45 m, tubería de PEAD D: 10" con longitud de 128.00 m, 36 tomas domiciliarias, además de una válvula de compuerta y los accesorios.

De igual forma se la propuesta contempla la instalación de un hidrante para garantizar que al momento de un incidente sean utilizados y la red tenga la capacidad de suministrar el caudal y las presiones necesarias.

Cabe destacar que dicho sistema está diseñado para abastecer 36 parcela en proyecto del Urbanismo con un caudal medio de 0.636 lts/seg.

La propuesta para el abastecimiento de agua potable está de acuerdo con las Normas Sanitarias, determinando que es un sistema eficaz para abastecer a toda la población del conjunto residencial.

En cuanto al diseño del sistema de recolección y disposición final de las aguas servidas, el sistema está conformado por tuberías de Policloruro de vinilo (PVC) de diámetros de 8 pulgadas.

Considerándose las aguas servidas domiciliarias, se obtuvo un caudal de diseño de 2.057 lts/ seg. Las pendientes de diseño de los colectores en su mayoría se tomaron similares a la del terreno, que garantizará la velocidad mínima establecida de 0.60 m/ s y una velocidad máximo de 4.50 m/ seg. Obteniéndose velocidades que varían entre 0.60 y 2.1 m/s. Se proyectaron 4 bocas de visitas las cuales son de tipo IA y banqueo mayores 1.50 mts y menores a 1.80 mts, colocando empotramientos tipo I.

Francisco Godoy; Luis Nava

Se garantiza el funcionamiento de conducto con una velocidad y pendiente mínimas que permitan el transporte de las aguas servidas hacia su punto de descarga.

En lo ambiental, tendremos un menor impacto ya que los sistemas se diseñaron y funcionaran según lo previsto en la legislación venezolana que rige los temas en cuestión.

## **FINANCIAMIENTO**

No monetario.

## **AGRADECIMIENTO**

A los habitantes del Conjunto Residencial Virgen de Fátima, sector San José de Santa Ana de Coro, municipio Miranda; por apoyar la Investigación.

## **REFERENCIAS**

- Acosta R., Martínez K. (2011). "Diseño Del Sistema De Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para el Sector de San Rafael, Parroquia Puerto Cumarebo, Municipio Zamora, del Estado Falcón.
- Arias, F. (2006). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. (5a. ed.). Caracas: Episteme. 143 p.
- Arocha, S. (1983). Cloacas y Drenajes: Teoría & Diseño. Ediciones Vega. 254p.
- Arocha, S. (1979). Abastecimiento de Agua: Teoría & Diseño. Innovación Tecnológica (3era edición), Caracas Venezuela.
- Azupurrua, J. (1999). Proyectos de ingeniería Hidráulica. Caracas: Editorial Fundación Empresas Polar.
- Balestrini, M. (2007). Como se elabora el proyecto de investigación (7ª ed.) Caracas: Consultores Asociados OBL
- Cardozo A., Arteaga L. (2008) "Propuesta de diseño del acueducto y saneamiento ambiental en el sector Genaro Chirino del Barrio la Cañada, Parroquia San Antonio, Municipio Miranda, Estado Falcón.

Francisco Godoy; Luis Nava

Gutiérrez F. y Sánchez E (2008) “Diseño de un Sistema de Recolección, Tratamiento y Disposición final de las Aguas Servidas en Urumaco, Municipio Urumaco, Estado Falcón”

Hurtado, J. (2007). El proyecto de investigación: metodología de la investigación holística. (5ª ed.) Caracas: Fundación SYPAL. 183 p.

Ley Orgánica del Ambiente. 2006. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 5.833 Extraordinario, Caracas, viernes 22 de diciembre de 2006.

López, L. (1997). Cartilla de Urbanismo. Imagen Editorial C.A. 94p.

Luis González (2012). “Propuso el diseño de la red de distribución de agua potable y el sistema de recolección de aguas servidas en el sector Ezequiel Zamora Norte, Municipio Miranda Coro, Estado Falcón”.

Méndez, C. (2007). Metodología, Diseño y Desarrollo del proceso de Investigación. Colombia: MacGraw Hill Interamericana S.A.

Medina G. y Lara J. (2012), “Propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua Potable y saneamiento ambiental para el parcelamiento clarito I, sector Los Claritos, de Santa Ana de Coro, Parroquia San Antonio, Municipio Miranda del Estado Falcón”.

Sibada, Irailu (2014). “Propuesta de diseño de un sistema de recolección, tratamiento y disposición de las aguas servidas en el sector la Guaitoa, en la población de Cajuarao, Municipio Miranda del Estado Falcón”.

Sabino, C. (2007). El proceso de investigación. Una introducción teórico-práctica. (3ª ed.). Caracas: Panapo. 151 p.