

**Criterios de diseño empleado para la Evaluación de  
Proyectos de Agua Potable y Saneamiento.  
Ejemplo de caso: La Paz, Carazo**

*Elaborado por:*

Tupak Ernesto Obando Rivera

Consultor en agua potable y saneamiento,  
geólogo, y gestor ambiental.

Telf. Móvil: (505) 87999027/ (505) 22803022

Correo electrónico: [tobando\\_geologic@yahoo.com](mailto:tobando_geologic@yahoo.com)

nodo	Elevación	CPD	Pérdidas	CPDT	CMH	CMD	Q <sub>incendio</sub>
	m	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
40							
41							

Managua, Marzo del 2012

## I. Introducción

El presente trabajo tiene por objetivo mostrar aquellos criterios de diseños utilizados para la evaluación de red de distribución de agua potable; potabilización del agua, y diseño de tanques de almacenamientos en un sitio de la Paz, Carazo. A partir de esto, se aportan elementos de interés para su uso aprovechamiento por ingenieros hidráulicos, hidrólogos, hidrogeólogos y demás público en general dedicado a estudiar e investigar aspectos relacionado con el tópico tratado.

El tema se propuso por la disponibilidad de datos, es un área de conocimiento importante por especialistas en agua potable y saneamiento. Igualmente, el documento constituye un insumo didáctico para académicos e investigadores de universidades, institutos politécnicos, y centros de investigación. Se ha desarrollado el tema en conmemoración del 22 de marzo como como día internacional del agua, elemento vital de nuestra existencia.

Con los resultados obtenidos se contribuye a la gestión efectiva del recurso hídrico; a la educación ambiental de los ciudadanos. y la generación de conocimiento útil en sectores científicos, sociales y económicos actuales.

El trabajo fue desarrollado por especialista en la materia mencionado en la sección de la portada del presente trabajo.

A continuación se tratarán de sintetizarse los aspectos básicos que han fundamentado el trabajo, por cuanto damos inicios al mismo

## II. Desarrollo

Actualmente, los criterios de diseños para la evaluación de proyectos de agua potable y saneamiento constituye un elemento importante a la hora de tomar la decisión de emprender obras de ingeniería en el terreno relacionado con la construcción de una red de distribución de agua; o bien, un sistema de tuberías de alcantarillado sanitario, en vista que aportan datos útiles para explicar y pronosticar cómo se va comportar el sistema hidráulico evaluado en función del tiempo y el espacio.

Por cuanto la determinación de estos criterios garantiza la entrega efectiva del agua, y el desarrollo normal de la red, sin ocasionar problemas sanitarios serios vinculados con la misma.

En breve se proponen algunos modelos hidráulicos empleados para el trazado y diseño de red de abastecimiento y distribución de agua potable:

- CPDT (Consumo Promedio Día Total)

$$CPDT = \frac{\text{Números de habitantes} \times \text{Dotación (l/s)}}{86400 \text{ s/día}}$$

Definiéndose la **Dotación** como la cantidad de agua que consumen la persona en unidades de litros por cada día; **Dotación = Litros/persona-Día**

- (Consumo Máximo Hora (CMH)

**CMH = CPD x FMH**, siendo FMH = 2,5 (Fuera de Managua); y FMH = 1,5 (En Managua)

- Consumo Máximo Día (CMD)

**CMD = CPD x FMD**, siendo FMD = 1,5 (Fuera de Managua); y FMD = 1,3 (En Managua)

- Caudal Contra Incendio (Qci)

Es el Caudal que se aporta para apagar un incendio de duración máxima de 02 horas empleando en promedio 5l/s de agua procedente de 02 hidrantes.

La modelación matemática de la red de distribución permite conocer la evolución del sistema hidráulico de las aguas en redes de suministro a presión.

En la Tabla No 1, se indican 06 variables hidráulicas en que se destacan mayores repuntes para el Nodo 03 con 29 viviendas, representando el 19% del total, seguido de los Nodos 4 y 2 con 26 y 21 viviendas constituyendo 17 y 14 % respectivamente para los cuales se han determinado CPDT (Consumo Promedio Día Total) de 0,36; 0,33; y 0,26, siendo los valores del (Consumo Máximo Hora (CMH) de 0,91; 0,82; y 0,66; y su Consumo Máximo Día (CMD) de 0,55; 0,49, y 0,40 para estos tres nodos principales por cantidad de vivienda que agrupan y su proximidad a los mismos.

Sugiriendo un mejor trabajo de construcción de obra civil de abastecimiento de agua potable sobre todo en estos sitios donde se presentan valores importantes en la medición.

Cabe mencionar, que el Caudal Contra Incendio se ha estimado en 09 l/s siendo próximo al Nodo 11, en donde se ha proyectado la ubicación de 01 hidrante para la prevención de escenarios de desastres a causa de incendios.

nodo	Elevación m	Nº Vivenda	habit./viviend	Población habitantes	Dotación l/p-d	CPD l/s	Pérdidas l/s	CPDT l/s	FMH	CMH l/s	FMD	CMD l/s	Q inc l/s
1	405,55	10	6	60	151	0,10	0,02	0,13	2,5	0,31	1,5	0,19	
2	404,7	21	6	126	151	0,22	0,04	0,26	2,5	0,66	1,5	0,40	
3	403,50	29	6	174	151	0,30	0,06	0,36	2,5	0,91	1,5	0,55	
4	404,50	26	6	156	151	0,27	0,05	0,33	2,5	0,82	1,5	0,49	
5	403	8	6	48	151	0,08	0,02	0,10	2,5	0,25	1,5	0,15	
6	402,65	5	6	30	151	0,05	0,01	0,06	2,5	0,16	1,5	0,09	
7	401,80	3	6	18	151	0,03	0,01	0,04	2,5	0,09	1,5	0,06	
8	402,25	0	6	0	151	0,00	0,00	0,00	2,5	0,00	1,5	0,00	
9	402,85	9	6	54	151	0,09	0,02	0,11	2,5	0,28	1,5	0,17	
10	403,90	10	6	60	151	0,10	0,02	0,13	2,5	0,31	1,5	0,19	
11	404,35	11	6	66	151	0,12	0,02	0,14	2,5	0,35	1,5	0,21	9
12	404,70	0	6	0	151	0,00	0,00	0,00	2,5	0,00	1,5	0,00	
13	405,25	4	6	24	151	0,04	0,01	0,05	2,5	0,13	1,5	0,08	
14	406,50	8	6	48	151	0,08	0,02	0,10	2,5	0,25	1,5	0,15	
15	407,25	7	6	42	151	0,07	0,01	0,09	2,5	0,22	1,5	0,13	
100	403,50	0	6	0	151	0,00	0,00	0,00	2,5	0,00	1,5	0,00	
101		151											

**Figura No. 1.** Vista de tratamiento de criterios de diseños empleados para un red de distribución de agua potable. En color amarillo, se indica la posición del hidrante en el Nodo No. 11 para 9 litros/segundos de agua empleada en caso de escenarios de incendio.

Por otra parte, en la **Figura No.2**, se muestra un ejemplo sobre resultados geométricos y volumétricos medidos para el diseño de un **tanque de almacenamiento** que dará suministro de agua potable a población en un área urbanizada de la Paz, Carazo. Por el cual se estima un volumen total de 130,47 m<sup>3</sup>/d repartido en 03 destinos, uno para efecto de compensación, otro emergencia y el último para escenario de incendio. Es preciso mencionar que la altura y el diámetro del tanque son iguales en vista a que obedecen razones geométricas indicadas en la ecuación siguiente,  $V = (\pi d^2)/4 \times h$ , siendo la h (altura) = d (diámetro). Sugiriendo una mejor entrega del agua potable a los habitantes del lugar en tiempo y forma

Volumen compensación	0,48	l/s
	41,04	m <sup>3</sup> /d
Volumen de emergencia	0,29	l/s
	24,63	
Caudal contra incendio	64,80	m <sup>3</sup>
TOTAL	130,47	m <sup>3</sup>
Altura	5,50	m
Diámetro	5,50	m

**Figura No 2.** Criterios de diseños para diseño de un tanque de almacenamiento .

Por otro lado, a continuación se presentan los criterios de diseños utilizados para un Sistema de Tuberías de Alcantarillados Sanitario evaluado en la Paz, Carazo, en que se proponen 10 modelos analíticos empleados para la determinación de parámetros matemáticos que influyen en el sistema y en su comportamiento hidráulico.

- Población (P1) = A1 x Densidad (Población en el área No 1 hasta culminar en el último lugar)
- Producción de Agua Residual (PAR) = Dotación (litros/personas-día) x Factor de Retorno (0.8)
- Promedio Caudal (Qprom) =  $\frac{\text{Dotación} \times \text{Población} \times 0.8 \text{ (litros/s)}}{86,400 \text{ segundos}}$
- Caudal de diseño (Qdiseño) = Qmax + Qinf + Qcomercial + Qindustrial + Qinstitucional
- Caudal Máximo (Qmax) = FH (Factor Harmon) x Caudal Promedio (Qprom). Siendo,

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + (p [\text{población}]/1000)^{1/2}}$$

- Caudal Máximo (Qmax) = FHs (Factor Harmon Seleccionado) x Qpromedio
- Caudal Infiltración (Qinfiltración) =

$$\frac{2 \text{ litro/segundos} \times L/100 \times 6 \text{ pulg./1pulg.}}{86,400 \text{ segundos}}$$

- Caudal de diseño (Qdiseño) =  $A \times 1/n (D/4)^{2/3} S^{1/2}$   
Siendo Diámetro (D) =  $[4 Q_{\text{diseño}} n^{2/3}]$ , D = 150mm (seleccionado)

S<sub>f</sub>

Para lo cual se obtiene velocidad a tubo lleno ( $V_{tl} = 1/n (D/4)^{2/3} S^{1/2}$ )  
Conociendo las respectivas relaciones numéricas,  $V_d/V_{tl}$ ;  $d/D$ ; y  
 $R/R_o$

- Nivel de Fondo No. 1 (NF1) = NT1 – (1,20 + Ø)

***Profundidad Mínima***

- Nivel de Fondo No. 2 (NF2) = NF1 – (L [longitud] x S[pendiente %]) ***Nivel del Terreno***

Por cuanto, tenemos en la Figura No. 3, los 10 modelos hidráulicos determinados, para los cuales se muestran altos valores en la medición de longitudes de tuberías, sobretodo, en tres (03) tramos de tuberías que comprenden los pozos de visitas sanitarios, PVS5 – PVS4; PVS15 – PVS5; y PVS9 – PVS8, las cuales tienen 99,5; 98,2; y 70,7 metros de largo respectivamente. Representando el 7,2; 7,198; y 5,1823% del total evaluado (1,364 metros de tubería en todo el sistema). Siendo beneficiados en esos 03 tramos unas 37 viviendas aproximadamente, repartidas de la manera siguiente, en una 16; en otra 16; y finalmente 05 en el último caso.

Por otro lado, se indican variaciones de Caudal Promedio ( $Q_{promedio}$ ) entre 0,03 a 1,38 litros/segundo (l/s); asimismo, valores importantes para Caudal Máximo ( $Q_{máximo}$ ) entre 0,10 a 4,13 litros/segundo (l/s), siendo iguales que los valores de Caudales de Diseño ( $Q_{diseño}$ ) basado en densidades de 6 habitantes/vivienda; dotaciones de 151 litros/persona-día; factor de retorno de 0,8; y producción de agua residual estimada en 120,8 litros/persona-día usando Factor de Harmon (FH) con valores entre 3,80 a 4,37, siendo el valor seleccionado de 3. Cabe mencionar que las longitudes propias y acumulada de las tuberías oscilan para las primeras entre 36,5 hasta 100.10 metros de largo; y en las segundas valores acumulados entre 36,8 hasta 1,259.2 metros de largo.

Todo ello sugiere, el funcionamiento normal y desarrollo efectivo del sistema actuante, el cual drena por efecto de la gravedad. Siendo las velocidades evaluadas para esa red de 0,28 a 0.73 metros/segundos en pendiente de terreno entre 0.10 a 3.45%, y

pendiente de tubería no superior a 3.45%; asimismo, contando con longitudes de tuberías que alcanzan valores de 36,5 hasta 100.10 metros de largo, ocasionando que la excavación alcance máximos valores de 141,48 metros cúbicos (m<sup>3</sup>), aumentando de manera progresiva en el tiempo.

De igual manera, se han determinado valores de diámetro de la tubería del orden de 18.7 hasta 77,7 milímetros (mm), siendo el valor seleccionado de 150mm por razones estructurales y técnicas. A su vez, se han calculados Caudales a tubo lleno (QII) entre 4,92 a 12,91 litros/segundo (l/s), para los cuales se han estimado considerando las velocidades a tubo lleno (VII) mencionadas en el párrafo anterior, las siguientes relaciones numéricas:

- Q/QII entre 0.01 a 0.51
- V/VII entre 0.292 a 0.505
- d/D entre 0.092 a 0.220
- R/RII entre 0.239 a 0.530

Velocidades (V) entre 0.14 a 0.37 metros/segundo (m/s)

Variando los valores de  $0.25V^2/2g$  para los Calculados entre 0.000 a 0,001; y para el Seleccionado en 0,03. Siendo la elevación de fondo en el Nivel Inferior (Ni) de entre 687.45 hasta 692.45 metros; y el Nivel de Fondo (NF) de entre 686.63 hasta 690.90 metros. Con profundidades en el Nivel Inferior de entre 1,35 hasta 3,45 metros; y en su Nivel de Fondo de entre 0.83 hasta 3.45 metros. Y profundidades medias del orden de 0.83 hasta 3.45 metros.

Finalmente, el ancho de zanja no supera los 0.60 metros; sugiriendo valores de excavación entre los 30,58 hasta 141,48 metros tal como se había indicado anteriormente, y se muestra en la tabla No.1 (a y b)



Tramo		N° lotes tributarios	N° de lotes acum	Densidad	Poblacion	Dotacion	Factor de Retorno	Prod. A.R.	Q prom	FH		Qmáximo	Longitud (m)		Qdiseño
Ni	Nf			habit./viv.	habitantes	l/p-d		l/p-d	l/s	Calculado	Seleccionado	l/s	propia	Acumulada	l/s
PVS10	PVS9	5	5	6	30	151	0,8	120,8	0,04	4,35	3	0,13	70,70	70,7	0,13
PVS9	PVS8	10	15	6	90	151	0,8	120,8	0,13	4,26	3	0,38	36,50	107,2	0,38
PVS8	PVS7	9	24	6	144	151	0,8	120,8	0,20	4,20	3	0,60	39,40	146,6	0,60
PVS18	PVS26	4	4	6	24	151	0,8	120,8	0,03	4,37	3	0,10	36,80	36,8	0,10
PVS26	PVS8	10	14	6	84	151	0,8	120,8	0,12	4,26	3	0,35	68,30	105,1	0,35
PVS17	PVS25	6	6	6	36	151	0,8	120,8	0,05	4,34	3	0,15	50,90	50,9	0,15
PVS25	PVS7	3	9	6	54	151	0,8	120,8	0,08	4,31	3	0,23	50,90	101,8	0,23
PVS7	PVS6	14	47	6	282	151	0,8	120,8	0,39	4,09	3	1,18	58,60	307	1,18
PVS16	PVS6	18	18	6	108	151	0,8	120,8	0,15	4,23	3	0,45	100,10	100,1	0,45
PVS6	PVS5	10	75	6	450	151	0,8	120,8	0,63	4,00	3	1,89	50,00	457,1	1,89
PVS15	PVS5	16	16	6	96	151	0,8	120,8	0,13	4,25	3	0,40	98,20	98,2	0,40
PVS5	PVS4	16	107	6	642	151	0,8	120,8	0,90	3,92	3	2,69	99,50	654,8	2,69
PVS9	PVS22	7	7	6	42	151	0,8	120,8	0,06	4,33	3	0,18	88,40	88,4	0,45
PVS22	PVS21	0	7	6	42	151	0,8	120,8	0,06	4,33	3	0,18	56,70	145,1	0,18
PVS7	PVS28	8	8	6	48	151	0,8	120,8	0,07	4,32	3	0,20	53,70	53,7	0,20
PVS28	PVS21	10	18	6	108	151	0,8	120,8	0,15	4,23	3	0,45	52,80	106,5	0,45
PVS21	PVS20	0	25	6	150	151	0,8	120,8	0,21	4,19	3	0,63	62,40	314	0,63
PVS6	PVS27	10	10	6	60	151	0,8	120,8	0,08	4,30	3	0,25	65,80	65,8	0,25
PVS27	PVS20	13	23	6	138	151	0,8	120,8	0,19	4,20	3	0,58	64,9	130,7	0,58
PVS20	PVS19	0	48	6	288	151	0,8	120,8	0,40	4,09	3	1,21	55,2	499,9	1,21
PVS19	PVS4	4	52	6	312	151	0,8	120,8	0,44	4,07	3	1,31	53,7	553,6	1,31
PVS4	PVS3	5	164	6	984	151	0,8	120,8	1,38	3,80	3	4,13	50,8	1259,2	4,13

a) Vista del tratamiento de datos desarrollados.

Elevación del terreno (m)		Pendiente (%)		Diámetro (mm)		Q <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>	Q/Q <sub>i</sub>	V/V <sub>i</sub>	d/D	R/R <sub>i</sub>	V	0.25 V <sup>2</sup> /2g		Elevación de fondo (m)		Profundidad (m)		Prof. media	Ancho de zanja	Excavacion
Ni	Nf	Terreno	Tubería	Calculado	Selecc	l/s	m/s					m/s	Calculado	Seleccionado	Ni	Nf	Ni	Nf	m	m	m <sup>3</sup>
693,80	692,25	2,19	2,19	18,7	150,00	10,30	0,58	0,01	0,292	0,092	0,239	0,17	0,000	0,03	692,45	690,90	1,35	1,35	1,35	0,60	57,27
692,25	692,10	0,41	0,50	37,2	150,00	4,92	0,28	0,08	0,505	0,220	0,530	0,14	0,000	0,03	690,87	690,69	1,38	1,41	1,40	0,60	30,58
692,10	691,75	0,89	0,89	39,8	150,00	6,56	0,37	0,09	0,505	0,220	0,530	0,19	0,000	0,03	690,66	690,31	1,44	1,44	1,44	0,60	34,10
693,70	693,20	1,36	1,36	18,8	150,00	8,11	0,46	0,01	0,505	0,220	0,530	0,23	0,001	0,03	690,28	689,78	3,42	3,42	3,42	0,60	75,57
693,20	692,10	1,61	1,61	29,1	150,00	8,83	0,50	0,04	0,505	0,220	0,530	0,25	0,001	0,03	689,75	688,65	3,45	3,45	3,45	0,60	141,48
692,25	692,00	0,49	0,50	26,4	150,00	4,92	0,28	0,03	0,505	0,220	0,530	0,14	0,000	0,03	690,90	690,65	1,35	1,35	1,35	0,60	41,30
692,00	691,75	0,49	0,50	30,7	150,00	4,92	0,28	0,05	0,505	0,220	0,530	0,14	0,000	0,03	690,62	690,36	1,38	1,39	1,39	0,60	42,35
691,75	690	2,99	2,99	40,8	150,00	12,02	0,68	0,10	0,505	0,220	0,530	0,34	0,002	0,03	690,40	688,65	1,35	1,35	1,35	0,60	47,47
689,90	690	-0,10	0,50	39,8	150,00	4,92	0,28	0,09	0,505	0,220	0,530	0,14	0,000	0,03	688,55	688,05	1,35	1,95	1,65	0,60	99,11
690	688,90	2,20	2,20	51,5	150,00	10,32	0,58	0,18	0,505	0,220	0,530	0,29	0,001	0,03	688,02	686,92	1,98	1,98	1,98	0,60	59,42
689,45	688,90	0,56	0,56	37,3	150,00	5,21	0,29	0,08	0,505	0,220	0,530	0,15	0,000	0,03	688,62	688,07	0,83	0,83	0,83	0,60	48,90
688,90	688,8	0,10	0,50	77,7	150,00	4,92	0,28	0,55	0,505	0,220	0,530	0,14	0,000	0,03	687,55	687,05	1,35	1,75	1,55	0,60	92,46
692,25	689,75	2,83	2,83	28,6	150,00	11,70	0,66	0,04	0,505	0,220	0,530	0,33	0,001	0,03	690,90	688,40	1,35	1,35	1,35	0,60	71,60
689,75	689,25	0,88	0,88	25,1	150,00	6,53	0,37	0,03	0,505	0,220	0,530	0,19	0,000	0,03	688,40	687,90	1,35	1,35	1,35	0,60	45,93
691,75	689,9	3,45	3,45	20,5	150,00	12,91	0,73	0,02	0,505	0,220	0,530	0,37	0,002	0,03	690,40	688,55	1,35	1,35	1,35	0,60	43,50
689,9	689,25	1,23	1,23	33,6	150,00	7,72	0,44	0,06	0,505	0,220	0,530	0,22	0,001	0,03	688,55	687,90	1,35	1,35	1,35	0,60	42,77
689,25	688,8	0,72	0,72	42,1	150,00	5,91	0,33	0,11	0,505	0,220	0,530	0,17	0,000	0,03	687,90	687,45	1,35	1,35	1,35	0,60	50,54
690	689,6	0,61	0,61	30,8	150,00	5,42	0,31	0,05	0,505	0,220	0,530	0,15	0,000	0,03	688,65	688,25	1,35	1,35	1,35	0,60	53,30
689,6	688,8	1,23	1,23	36,9	150,00	7,72	0,44	0,07	0,505	0,220	0,530	0,22	0,001	0,03	688,25	687,45	1,35	1,35	1,35	0,60	52,57
688,8	688,25	1,00	1,00	50,6	150,00	6,94	0,39	0,17	0,505	0,220	0,530	0,20	0,001	0,03	687,45	686,90	1,35	1,35	1,35	0,60	44,71
688,25	688,8	-1,02	0,50	59,3	150,00	4,92	0,28	0,27	0,505	0,220	0,530	0,14	0,000	0,03	686,90	686,63	1,35	2,17	1,76	0,60	56,68
688,8	688,1	1,38	1,38	75,4	150,00	8,17	0,46	0,51	0,505	0,220	0,530	0,23	0,001	0,03	687,45	686,75	1,35	1,35	1,35	0,60	41,15

b) Continuación del trabajo de procesamiento de datos realizado.

Figura No. 3. 1 (a y b). Criterios de diseños usados para el diseño y evaluación de un sistema de tuberías de alcantarillados sanitarios en el área apoyado del Microsoft Excel Avanzado.

### III. Conclusiones

A continuación se recogen las conclusiones más relevantes que se pueden extraer del tratamiento de datos obtenidos en este trabajo. Como consecuencia de esto, también se ratifica la necesidad de estudios futuros sobre los criterios de diseños empleados para el desarrollo de proyectos de agua potable y saneamiento ambiental.

En breve se presentan conclusiones importantes:

- De los cálculos realizados, se lograron los siguientes datos de uso por constructores y urbanizadores en la ejecución de trabajo de ingeniería en aras de garantizar el funcionamiento normal en la Paz, Carazo
  - CPDT (Consumo Promedio Día Total) de 0,36 l/s; 0,33 l/s; y 0,26 l/s;
  - CMH (Consumo Máximo Hora) de 0,91 l/s; 0,82 l/s; y 0,66 l/s; y
  - CMD (Consumo Máximo Día) de 0,55 l/s; 0,49 l/s, y 0,40 l/s
  
- En lo referente al tanque de almacenamiento se lograron determinar las dimensiones y volúmenes de este, siendo de utilidad al momento de diseñar y construir la red de distribución, calculándose volumen de compensación en 41,04 m<sup>3</sup>/d; un volumen de emergencia de 24,63m<sup>3</sup>/d; y finalmente, un caudal contra incendio de 64,80m<sup>3</sup>/d, totalizando 130,47m<sup>3</sup>/d con altura y diámetro estimada en el tanque en 5,50 metros.
  
- En lo concerniente con el sistema de tuberías de alcantarillado sanitario todo el sistema drena por gravedad, pero ello depende de la pendiente del terreno; velocidad del flujo oscilando entre 0,28 a 0.73 metros/segundos; longitudes de tuberías desde 36,5 hasta 100.10 metros de largo, y demás factores, los cuales hacen que la excavación tienda a

aumentar desde 30,58 hasta 141,48 metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Cabe mencionar que hay cantidades de pozos de caída con mejoras en la pendiente.

#### IV. Recomendaciones

- Tomar en cuenta los actuales criterios de diseños desarrollado por este trabajo y corroborarlo con las normas técnicas propuestas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) con características y mediciones ajustadas a la red de distribución proyectada. De ello depende el garantizar el suministro y consumo de agua potable en forma efectiva; así como contribuir al desarrollo de actividades humanas de primer orden en el área.
- Situar en forma adecuada el tanque de almacenamiento sin afectar la disponibilidad de agua potable en sitios puntuales del área urbanizada.
- Considerar en el diseño de tuberías de alcantarillado sanitario, la potencia de la energía para levantar la bomba que absorberá el agua en los 21 pozos de visita sanitario (PVS) que se construya hasta hacerle llegar a tanques de almacenamientos a través de este sistema de tuberías instalado.
- Tomar en cuenta desniveles del terreno entre las casas (ubicadas en puntos más altos) con relación a la ubicación del sistema de tratamiento de agua natural, y la altura que ocupa el tanque séptico en el terreno, los cuales estarán interconectados por este sistema de tuberías de alcantarillados sanitarios.
- Dar seguimiento y monitoreo a los trabajos de ingeniería que se realicen; así como desarrollar ensayos de campo para evaluar la calidad química del agua a consumir, así como al

diseños de tuberías de alcantarillado sanitario. De esta manera se evitan inconvenientes relacionados con salud pública y problemas sanitarios que se generen de la falta de sistema de alcantarillado, o sobresaturación de los mismos.

- Control y seguimiento minucioso de cada uno de los modelos hidráulicos desarrollados para un mejor funcionamiento y desarrollo del sistema evaluado. Para mencionar algunos por ejemplo,  $Q_{max}$  (Caudal máximo);  $Q_{prom}$  (Caudal promedio);  $Q_{diseño}$  (Caudal de diseño), condiciones del terreno, y otros.