

ANEXOS

Anexo 1. Estado actual, Datos Iniciales para la Modelación (Cotas, Longitud y Diámetros) Zona17.

Nudo	Cota (m.s.n.m.)	Nudo	Cota (m.s.n.m.)	Nudo	Cota (m.s.n.m.)
N:30	1958	N:71	1932	N:106	1953
N:31	1959	N:72	1935	N:108	1954
N:32	1954	N:73	1929	N:109	1955
N:33	1952	N:74	1928	N:110	1954
N:36	1951	N:75	1927	N:111	1953
N:40	1960	N:76	1929	N:112	1951
N:41	1960	N:77	1931	N:113	1949
N:42	1962	N:78	1936	N:114	1945
N:43	1952	N:80	1943	N:115	1954
N:44	1955	N:81	1944	N:116	1956
N:45	1960	N:82	1939	N:117	1955
N:46	1962	N:83	1936	N:119	1959
N:47	1945	N:84	1943	N:120	1951
N:49	1954	N:85	1948	N:121	1945
N:50	1957	N:86	1935	N:122	1944
N:51	1949	N:87	1937	N:123	1940
N:52	1952	N:88	1952	N:124	1938
N:53	1946	N:89	1955	N:125	1945
N:54	1945	N:90	1945	N:126	1949
N:56	1938	N:91	1947	N:127	1952
N:57	1940	N:92	1942	N:128	1957
N:58	1937	N:93	1943	N:129	1956
N:59	1941	N:95	1940	N:132	1952
N:60	1943	N:96	1955	N:135	1943
N:61	1944	N:97	1958	N:136	1941
N:62	1945	N:98	1960	N:137	1933
N:63	1962	N:99	1951	N:138	1928
N:64	1958	N:100	1948	N:139	1927
N:65	1956	N:101	1945	N:140	1939
N:66	1956	N:102	1949	N:142	1947
N:67	1950	N:103	1952	N:144	1927
N:68	1953	N:104	1952	N:145	1931
N:70	1953	N:105	1952	N:148	1930

Nudo	Cota (m.s.n.m.)	Nudo	Cota (m.s.n.m.)	Nudo	Cota (m.s.n.m.)
N:149	1933	N:189	1944	N:B1	1960
N:150	1935	N:191	1943	N:C1	1943
N:151	1936	N:192	1947	N:D1	1949
N:152	1935	N:193	1941	N:E1	1942
N:153	1944	N:194	1939	N:F1	1945
N:154	1940	N:195	1939	N:G1	1935
N:155	1940	N:196	1948	N:H1	1955
N:156	1942	N:197	1943	N:209	1928
N:157	1945	N:198	1950	N:210	1933
N:158	1945	N:199	1946	N:211	1917
N:159	1948	N:200	1948	N:212	1917
N:160	1946	N:201	1946	N:208	1924
N:161	1946	N:203	1944	N:213	1975
N:162	1948	N:204	1960	Pozo: Álamos	1901
N:164	1950	N:205	1956	G.F.R: Erquis	1920
N:165	1950	N:206	1964	D:2	1975
N:166	1950	N:207	1958		
N:167	1950	N:J	1932		
N:168	1951	N:K	1944		
N:169	1938	N:L	1943		
N:170	1939	N:N	1944		
N:171	1932	N:M	1944		
N:172	1935	N:O	1951		
N:173	1929	N:P	1952		
N:174	1925	N:Q	1946		
N:177	1938	N:R	1946		
N:178	1959	N:S	1954		
N:180	1945	N:T	1956		
N:182	1940	N:U	1957		
N:183	1952	N:V	1957		
N:184	1951	N:W	1954		
N:185	1952	N:X	1952		
N:186	1952	N:Y	1960		
N:187	1945	N:Z	1955		
N:188	1944	N:A1	1960		

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:29	D:2	N:30	95	50	T:74	N:83	N:84	41	50
T:30	N:30	N:31	73	50	T:75	N:83	N:76	153	50
T:31	N:31	N:32	72	50	T:76	N:76	N:77	93	50
T:32	N:32	N:33	55	50	T:77	N:77	N:78	32	50
T:38	N:40	N:41	33	75	T:79	N:K	N:83	81	75
T:40	N:B1	N:42	66	50	T:80	N:81	N:82	86	50
T:41	N:A1	N:45	77	50	T:81	N:82	N:80	96	50
T:42	N:33	N:44	210	50	T:82	N:86	N:85	132	50
T:43	N:43	N:36	100	50	T:83	N:87	N:86	74	50
T:44	N:Z	N:43	75	50	T:84	N:88	N:87	188	50
T:45	N:44	N:Y	66	50	T:85	N:89	N:88	30	50
T:46	N:45	N:46	104	50	T:86	N:90	N:89	97	50
T:47	N:46	N:63	32	50	T:87	N:90	N:92	59	25
T:48	N:63	N:64	28	50	T:88	N:180	N:91	55	50
T:49	N:106	N:68	23	50	T:90	N:95	N:96	181	50
T:50	N:68	N:70	16	50	T:91	N:93	N:97	206	75
T:52	N:68	N:66	120	50	T:92	N:91	N:98	165	75
T:53	N:66	N:67	53	25	T:93	N:97	N:98	82	75
T:54	N:66	N:T	49	50	T:94	N:100	N:99	124	50
T:55	N:65	N:50	70	50	T:95	N:91	N:100	38	50
T:56	N:45	N:U	45	50	T:96	N:180	N:101	27	50
T:57	N:V	N:49	36	50	T:97	N:102	N:101	46	50
T:58	N:52	N:54	69	50	T:98	N:103	N:102	63	50
T:60	N:X	N:51	16	50	T:99	N:P	N:103	58	50
T:61	N:51	N:53	44	50	T:100	N:105	N:R	134	150
T:62	N:53	N:60	266	50	T:101	N:106	N:S	21	100
T:63	N:56	N:57	50	50	T:103	N:108	N:109	33	100
T:64	N:59	N:56	91	50	T:104	N:H1	N:110	75	100
T:65	N:59	N:58	75	50	T:105	N:110	N:111	72	100
T:66	N:C1	N:59	74	50	T:106	N:111	N:115	117	100
T:67	N:60	N:61	75	50	T:107	N:115	N:116	67	75
T:68	N:61	N:62	54	50	T:108	N:116	N:117	160	75
T:69	N:72	N:73	83	50	T:111	N:117	N:129	54	75
T:70	N:71	N:72	111	50	T:112	N:129	N:128	50	75
T:71	N:75	N:74	104	50	T:113	N:128	N:121	152	50
T:72	N:J	N:75	45	50	T:114	N:128	N:127	76	75
T:73	N:84	N:71	113	50	T:115	N:122	N:123	46	50

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:116	N:127	N:122	107	50	T:160	N:F1	N:170	48	75
T:117	N:127	N:126	82	75	T:161	N:170	N:171	96	50
T:118	N:126	N:124	124	50	T:162	N:170	N:172	50	75
T:119	N:126	N:125	84	75	T:163	N:172	N:173	69	38
T:120	N:121	N:120	67	50	T:164	N:173	N:174	58	38
T:122	N:115	N:132	48	75	T:165	N:G1	N:148	128	50
T:123	N:136	N:135	37	50	T:169	N:148	N:149	45	38
T:124	N:137	N:169	36	75	T:170	N:149	N:145	34	38
T:125	N:132	N:136	76	25	T:171	N:178	N:40	130	75
T:126	N:137	N:136	70	25	T:173	N:49	N:47	125	50
T:130	N:177	N:136	74	50	T:175	N:W	N:52	20	50
T:131	N:138	N:137	74	75	T:176	N:105	N:106	5	200
T:132	N:142	N:177	76	25	T:177	N:90	N:180	7	50
T:133	N:177	N:138	70	25	T:178	N:183	N:D1	76	100
T:136	N:140	N:139	72	75	T:179	N:110	N:112	50	50
T:137	N:139	N:138	74	75	T:181	N:132	N:142	74	75
T:138	N:Q	N:165	42	50	T:182	N:93	N:95	75	75
T:139	N:165	N:166	21	50	T:183	N:91	N:93	74	75
T:140	N:166	N:167	10	50	T:187	N:184	N:104	105	150
T:141	N:167	N:168	59	50	T:188	N:O	N:186	58	50
T:143	N:166	N:164	7	25	T:189	N:186	N:185	53	50
T:144	N:164	N:159	95	50	T:190	N:186	N:187	86	50
T:145	N:167	N:162	70	50	T:191	N:188	N:184	116	150
T:146	N:162	N:156	110	50	T:193	N:191	N:189	6	75
T:147	N:158	N:113	56	50	T:194	N:189	N:188	7	75
T:148	N:157	N:158	15	50	T:195	N:188	N:192	80	50
T:149	N:E1	N:157	26	50	T:196	N:203	N:191	20	75
T:150	N:156	N:155	51	38	T:197	N:193	N:M	60	75
T:151	N:155	N:161	102	38	T:198	N:196	N:193	84	75
T:152	N:182	N:160	112	38	T:199	N:196	N:198	40	75
T:153	N:155	N:182	63	38	T:200	N:198	N:200	87	75
T:154	N:155	N:152	52	38	T:203	N:195	N:194	102	50
T:155	N:157	N:153	53	38	T:204	N:L	N:195	70	50
T:156	N:113	N:114	95	100	T:205	N:197	N:196	52	63
T:157	N:114	N:150	158	75	T:206	N:199	N:197	30	75
T:158	N:150	N:151	47	75	T:207	N:199	N:201	28	75
T:159	N:151	N:154	72	38	T:208	N:201	N:81	22	75

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:209	N:204	N:105	222	200
T:210	N:205	N:204	170	200
T:211	N:206	N:205	118	200
T:212	D:2	N:206	69	200
T:213	N:207	N:178	191	75
T:214	D:2	N:207	63	75
T:255	N:109	N:183	74,5	100
T:166	N:148	N:144	65	38
T:1	N:208	N:209	10	150
T:2	N:209	N:210	200	150
T:3	N:210	N:211	90	150
T:4	N:211	N:212	30	150
T:5	N:212	N:213	70	150
T:6	N:213	D:2	1	150
T:109	N:117	N:119	105,6	50
T:134	N:142	N:140	153	75

Zona 27.

Nudo	Cota (m.s.n.m.)	Nudo	Cota (m.s.n.m.)
N:1	1936	N:219	1937
N:2	1936	N:220	1937
N:3	1933	N:221	1935
N:4	1932	N:222	1938
N:5	1936	N:223	1938
N:6	1938	N:224	1941
N:7	1938	N:225	1943
N:8	1950	N:226	1941
N:9	1932	N:227	1948
N:11	1937	Pozo: Tomatas C	1900
N:12	1937		
N:13	1929		
N:14	1929		
N:15	1927		
N:16	1932		
N:17	1932		
N:18	1932		
N:19	1933		
N:22	1934		
N:24	1925		
N:25	1927		
N:26	1928		
N:28	1924		
N:29	1924		
N:175	1933		
N:209	1928		
N:210	1932		
N:211	1931		
N:212	1934		
N:213	1933		
N:214	1933		
N:215	1933		
N:216	1933		
N:217	1933		
N:218	1935		

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:1	N:2	N:1	285	38	T:230	N:218	N:220	62	100
T:2	N:3	N:2	242	38	T:231	N:220	N:219	70	100
T:3	N:4	N:9	83	50	T:232	N:I	N:221	72	75
T:5	N:C	N:4	4	50	T:233	N:221	N:222	132	50
T:6	N:5	N:A	124	75	T:234	N:221	N:223	67	75
T:7	N:6	N:5	27	75	T:235	N:223	N:224	63	50
T:8	N:7	N:6	14	75	T:236	N:224	N:225	88	50
T:9	N:8	N:7	154	75	T:237	N:223	N:226	44	75
T:10	N:175	N:11	138	50	T:238	N:226	N:227	60	50
T:11	N:11	N:12	53	50	T:239	N:227	N:224	75	50
T:12	N:12	N:13	98	50					
T:13	N:13	N:15	57	50					
T:14	N:13	N:14	36	50					
T:15	N:12	N:16	129	63					
T:16	N:D	N:17	52	50					
T:17	N:17	N:18	13	50					
T:18	N:18	N:19	79	50					
T:20	N:19	N:22	48	50					
T:23	N:16	N:25	170	63					
T:25	N:F	N:26	193	50					
T:26	N:25	N:24	92	25					
T:27	N:25	N:28	214	75					
T:28	N:28	N:29	73	75					
T:185	N:B	N:3	12	38					
T:186	N:BB	N:8	10	75					
T:220	N:H	N:209	10,3	100					
T:221	N:209	N:210	174	100					
T:222	N:210	N:211	77	100					
T:223	N:211	N:212	41	100					
T:224	N:212	N:213	120	100					
T:225	N:213	N:217	42	100					
T:226	N:217	N:216	9	100					
T:227	N:216	N:215	42	100					
T:228	N:215	N:214	52	100					
T:229	N:217	N:218	106	100					

Zona Obrajes.

Nudo	Cota (m.s.n.m.)
N:248	1965
N:249	1962
N:250	1959
N:251	1956
N:252	1960
N:253	1958
N:254	1958
N:255	1947
N:256	1945
N:257	1946
N:258	1939
N:259	1930
N:260	1932
N:263	1960
N:264	1962
N:265	1959
N:266	1963
N:267	1962
N:269	1952
N:270	1957
N:271	1953
N:272	1953
N:273	1944
N:276	1942
N:278	1948
N:279	1947
N:280	1942
N:281	1944
N:283	1953
N:284	1952
N:285	1963
D:1	1972

Anexo 2. Consumos Medios Mensuales (datos proporcionados por COSAALT Ltda.),

Considerando solo Medidores Domésticos Año 2018.

N°	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
1	17	170	107	122	135	128	98	142	173	163	222	217	182
2	17	26	16	18	15	20	20	21	20	18	25	20	17
3	17	60	48	7	44	29	34	21	21	44	68	44	23
4	17	64	34	35	34	39	36	35	38	43	51	49	37
5	17	11	8	8	10	10	12	12	10	9	10	10	9
6	17	59	53	51	55	60	49	60	51	50	60	51	54
7	17	14	14	12	16	26	11	12	8	12	20	9	8
8	17	11	14	26	25	35	40	43	46	36	38	31	28
9	17	30	19	15	19	24	13	17	19	13	16	19	20
10	17	19	16	14	18	25	24	26	25	24	26	30	29
11	17	33	30	31	24	25	18	29	21	24	28	27	24
12	17	17	9	7	9	10	9	8	10	13	19	6	7
13	17	23	20	27	39	28	20	23	46	46	38	35	14
14	17	19	29	19	18	21	24	23	20	21	27	31	24
15	17	10	8	6	7	9	7	10	7	2	0	0	0
16	17	33	56	67	44	81	31	68	49	49	26	35	37
17	17	31	16	14	13	15	12	17	16	17	20	19	14
18	17	23	23	24	25	31	27	10	21	10	11	10	10
19	17	19	22	18	21	19	18	23	19	22	23	21	21
20	17	11	11	9	10	9	7	8	5	7	7	6	7
21	17	19	29	17	29	15	11	17	13	12	18	12	14
22	17	6	9	5	7	8	7	7	7	0	15	8	9
23	17	14	10	10	7	6	5	6	8	12	12	14	8
24	17	9	9	6	9	7	5	5	5	6	8	8	8
25	17	10	9	8	6	8	7	8	10	7	10	8	9
26	17	6	5	5	5	5	5	6	12	1	6	6	6
27	17	0	0	10	8	6	6	5	3	3	5	4	3
28	17	6	6	7	9	11	11	11	9	7	9	7	11
29	17	28	21	20	23	23	23	23	23	23	23	23	23
30	17	15	12	15	14	16	14	16	15	15	15	14	14
31	17	13	10	9	7	8	7	20	13	7	8	8	8
32	17	21	17	16	18	21	18	18	17	16	18	17	17
33	17	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	8
34	17	20	22	13	18	31	18	19	15	16	19	21	19
35	17	28	15	11	8	9	6	9	5	5	10	10	9

N°	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
36	17	18	17	17	16	13	16	17	15	15	18	17	17
37	17	43	43	20	31	27	25	24	22	26	28	28	32
38	17	24	8	15	27	28	21	26	20	24	16	26	11
39	17	7	7	7	6	6	4	5	5	6	5	4	6
40	17	15	12	11	12	12	10	11	10	11	14	17	12
41	17	26	26	30	19	27	27	27	27	36	28	28	28
42	17	7	8	7	5	7	6	3	5	1	4	9	16
43	17	31	22	19	23	27	25	26	25	25	28	25	24
44	17	40	13	18	19	17	25	19	26	24	26	28	27
45	17	22	17	50	30	41	24	24	19	21	23	20	18
46	17	20	20	13	21	16	16	15	17	17	22	22	16
47	17	21	14	7	15	18	14	34	22	24	24	24	24
48	17	13	9	7	12	8	7	8	9	9	4	3	2
49	17	21	16	15	13	2	10	5	12	9	11	11	11
50	17	0	0	0	7	4	5	4	3	3	3	20	15
51	17	16	15	16	24	21	27	39	23	22	29	37	38
52	17	41	31	30	43	36	32	35	48	50	54	42	35
53	17	2	0	0	13	10	15	10	12	12	12	12	12
54	17	23	17	12	15	12	13	15	14	12	15	16	14
55	17	16	14	13	15	13	14	13	14	17	17	12	16
56	17	25	38	40	34	14	19	12	15	11	15	15	13
57	17	12	12	8	12	12	9	7	10	13	9	8	11
58	17	11	8	6	9	21	22	11	9	7	8	9	5
59	17	47	48	51	39	35	29	32	31	28	34	38	31
60	17	21	20	13	16	21	19	21	22	15	13	17	19
61	17	22	17	17	20	19	20	20	19	18	22	18	21
62	17	13	10	7	10	8	8	9	9	8	11	10	8
63	17	23	24	19	25	23	20	21	22	23	26	24	21
64	17	17	16	11	15	12	14	15	16	12	17	17	17
65	17	0	0	20	1	0	1	0	0	0	0	0	5
66	17	6	6	4	5	15	27	26	29	27	34	31	27
67	17	16	10	8	9	8	9	7	19	27	18	18	42
68	17	16	15	7	6	11	9	10	9	18	8	25	23
69	17	46	50	40	53	28	26	32	28	26	33	32	28
70	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	17	15	12	10	12	13	16	14	14	14	16	15	11
72	17	6	3	4	3	4	4	5	7	6	13	11	10

Nº	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
73	17	15	10	8	9	8	9	13	22	21	19	13	12
74	17	40	21	5	10	7	9	3	0	2	3	0	1
75	17	5	7	3	6	4	3	4	3	3	4	5	4
76	17	8	9	6	9	7	8	8	19	11	9	17	9
77	17	19	16	14	20	18	15	25	20	20	25	21	22
78	17	27	28	25	31	31	26	28	25	24	29	28	26
79	17	21	13	12	15	15	15	15	15	15	18	16	16
80	17	26	18	15	17	16	15	20	20	20	18	18	17
81	17	17	19	14	19	16	10	21	17	12	16	18	16
82	17	24	23	20	24	20	18	23	22	21	24	22	20
83	17	25	25	23	25	12	9	17	14	19	22	21	17
84	17	7	1	5	6	4	6	8	5	2	4	5	3
85	17	18	17	12	19	17	17	7	5	15	3	3	7
86	17	18	13	18	23	25	22	22	22	22	19	24	21
87	17	3	1	1	0	0	0	0	1	10	4	0	0
88	17	39	37	29	40	27	36	36	39	29	32	30	33
89	17	9	3	13	7	6	7	6	6	6	12	5	6
90	17	8	7	6	12	1	6	8	12	12	11	10	9
91	17	21	21	21	30	21	20	20	21	20	25	28	27
92	17	34	31	30	44	29	31	31	29	28	31	31	35
93	17	21	32	23	23	19	31	32	28	29	28	22	15
94	17	21	15	13	20	17	17	19	19	17	20	17	14
95	17	14	25	20	5	4	9	3	3	3	5	5	4
96	17	17	18	20	28	24	20	24	19	16	21	23	22
97	17	25	23	18	22	21	17	22	18	19	22	23	21
98	17	27	36	31	46	56	40	29	19	23	21	19	18
99	17	48	51	53	55	47	51	56	43	38	47	37	52
100	17	6	10	12	11	11	9	6	3	4	13	8	3
101	17	14	14	10	21	18	17	14	10	7	5	16	10
102	17	32	23	30	35	28	27	23	28	21	22	11	10
103	17	16	17	16	20	20	19	23	22	18	20	18	14
104	17	22	28	26	27	23	24	28	33	24	25	21	19
105	17	22	18	14	17	13	11	11	10	11	14	14	11
106	17	20	18	25	31	25	19	22	21	21	21	27	28
107	17	28	18	21	18	15	17	17	25	24	25	26	23
108	17	34	18	20	18	17	15	14	5	9	11	8	8
109	17	10	10	8	9	8	11	8	9	13	17	14	16

N°	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
110	17	28	18	21	17	21	29	26	30	25	30	34	27
111	17	45	36	31	42	20	26	39	42	36	42	25	30
112	17	66	65	42	52	50	34	13	22	34	55	49	43
113	17	42	46	31	58	24	18	42	15	13	23	0	9
114	17	20	17	16	20	20	18	20	21	19	23	20	19
115	17	1	0	4	13	11	9	14	11	12	10	11	9
116	17	42	27	30	39	70	36	42	49	42	50	52	47
117	17	18	23	15	21	16	15	28	30	19	22	22	25
118	17	10	10	8	10	10	9	9	9	10	8	8	6
119	17	0	0	14	29	21	31	27	20	38	46	35	35
120	17	5	5	5	5	5	5	5	5	18	27	17	22
121	17	48	38	34	48	36	21	33	30	28	27	39	37
122	17	10	10	9	11	11	3	21	12	10	13	12	15
123	17	29	18	21	25	20	23	36	26	17	25	12	14
124	17	45	49	33	43	42	42	42	42	49	60	55	40
125	17	16	16	6	28	17	17	20	26	25	25	25	16
126	17	30	31	23	31	27	27	21	24	21	28	30	25
127	17	62	57	41	49	49	14	36	35	25	24	22	22
128	17	14	14	9	12	13	12	12	15	14	18	3	3
129	17	10	19	1	2	1	2	2	3	1	1	1	1
130	17	24	16	18	20	18	19	15	16	15	17	10	6
131	17	15	14	14	20	23	19	18	16	16	26	27	26
132	17	62	48	49	55	41	43	39	37	34	45	40	35
133	17	18	13	14	16	14	14	15	16	17	20	14	12
134	17	22	40	50	50	42	39	30	55	39	59	68	63
135	17	26	22	19	25	24	21	23	20	15	28	18	17
136	17	50	40	28	33	29	27	25	34	30	35	33	24
137	17	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0
138	17	10	12	13	14	13	13	13	18	14	22	23	28
139	17	25	37	44	64	34	2	0	0	0	4	16	15
140	17	55	28	32	35	33	40	43	43	35	39	40	39
141	17	15	19	17	20	16	17	18	18	17	18	17	17
142	17	80	91	75	113	78	73	67	71	52	73	69	55
143	17	17	22	15	16	12	15	12	12	13	14	12	16
144	17	34	34	34	57	62	78	45	37	28	32	39	43
145	17	73	59	44	33	45	24	43	53	46	73	57	37
146	17	13	8	21	14	6	9	14	10	12	12	15	12

N°	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
147	17	13	11	12	5	0	0	7	6	2	4	1	10
148	17	28	25	12	17	17	17	13	17	16	18	14	22
149	17	49	54	48	25	19	15	15	18	14	17	24	14
150	17	48	36	23	36	39	33	36	41	38	44	54	43
151	17	5	7	6	6	6	6	5	5	5	7	7	5
152	17	24	24	21	32	20	20	18	20	20	30	33	27
153	17	32	23	21	30	24	25	38	33	27	31	36	32
154	17	23	25	21	26	25	26	23	24	29	26	28	26
155	17	13	11	15	9	10	7	6	11	7	10	8	6
156	17	17	0	1	1	0	1	1	1	0	1	2	1
157	17	23	19	23	22	15	15	19	19	20	24	25	19
158	17	14	11	13	10	9	10	10	11	9	15	15	14
159	17	3	3	2	8	2	2	1	2	3	2	4	9
160	17	38	38	36	41	35	44	37	39	38	53	57	49
161	17	6	6	8	12	10	11	11	6	8	8	9	11
162	17	15	10	6	10	11	19	12	38	8	7	5	7
163	17	63	26	25	32	37	53	30	54	46	57	24	20
164	17	58	64	66	97	78	67	38	32	14	36	27	27
165	17	40	11	12	21	57	72	62	37	62	39	54	42
166	17	80	55	50	94	63	62	72	59	55	95	64	51
167	17	46	29	26	35	30	30	24	22	28	30	30	20
168	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	36
169	17	52	30	19	29	25	29	27	24	25	29	27	25
170	17	17	15	19	18	19	19	18	16	20	27	21	16
171	17	12	8	8	8	6	6	12	7	7	9	14	3
172	17	57	40	51	47	35	44	33	38	38	47	42	48
173	17	3	0	0	10	16	19	17	18	17	23	0	0
174	17	25	15	16	36	34	28	18	20	21	16	30	20
175	17	37	37	45	58	57	61	48	31	20	28	46	43
176	17	18	13	10	9	2	4	2	10	16	26	22	3
177	17	18	18	11	0	0	0	0	0	0	1	1	0
178	17	32	32	34	30	27	30	33	32	26	35	29	26
179	17	50	44	49	55	53	64	51	46	43	56	44	40
180	17	47	40	41	48	46	48	45	62	48	46	42	45
181	17	24	18	18	25	31	55	34	27	23	30	27	27
182	17	0	0	0	0	0	0	0	59	43	55	57	40
183	17	0	0	0	6	10	27	3	15	17	42	33	7

N°	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
184	17	20	2	2	0	2	4	24	19	13	11	10	25
185	17	15	14	13	26	38	37	28	35	26	36	35	33
186	17	6	4	4	4	11	6	4	7	7	7	7	7
187	17	94	94	85	88	57	67	59	71	63	81	74	77
188	17	37	37	30	45	49	57	56	53	28	1	8	31
189	17	34	38	27	34	46	37	25	31	31	39	45	49
190	17	18	20	21	20	21	22	19	18	18	25	23	18
191	17	15	24	21	29	28	22	26	23	19	26	42	47
192	17	26	25	45	26	22	30	9	7	3	3	3	4
193	17	13	17	14	20	13	12	10	12	13	14	13	12
194	17	42	42	44	43	27	35	34	28	26	45	45	42
195	17	14	3	0	0	0	0	0	6	21	12	10	21
196	17	56	47	45	50	40	31	18	25	30	41	27	25
197	17	42	23	17	27	17	22	20	30	34	32	32	21
198	17	54	51	43	49	52	58	49	59	64	60	63	50
199	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
200	17	29	29	29	29	29	30	37	52	40	47	43	36
201	17	38	37	39	45	33	27	27	32	31	58	40	40
202	17	74	62	62	39	44	56	47	56	48	107	73	75
203	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
204	17	0	0	12	5	5	2	0	0	8	13	8	15
205	17	37	36	38	64	48	41	58	50	44	59	56	39
206	17	44	44	44	44	20	17	23	24	21	33	23	25
207	17	42	44	53	63	54	55	52	35	11	11	1	8
208	17	37	25	20	32	26	25	24	20	29	28	21	17
209	17	40	46	29	33	35	35	29	46	34	47	42	42
210	17	26	14	17	15	12	14	16	15	20	17	39	19
211	17	50	39	39	48	45	47	46	44	45	61	56	52
212	17	25	21	16	24	18	20	17	19	16	23	19	17
213	17	10	11	7	14	19	15	21	22	20	15	13	3
214	17	17	17	12	15	17	16	8	5	2	5	3	25
215	17	29	32	27	21	21	19	18	20	14	22	24	30
216	17	27	11	22	15	13	11	13	13	9	11	14	31
217	17	11	7	6	13	9	10	10	10	13	15	13	10
218	17	15	12	11	15	14	15	12	15	16	22	15	13
219	17	5	6	6	5	5	5	6	5	9	8	4	2
220	17	3	11	10	13	14	28	21	14	13	37	29	31

Nº	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
221	17	19	13	10	15	26	11	11	16	16	9	12	9
222	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
223	17	13	16	4	3	1	5	9	2	1	8	2	18
224	17	23	27	23	28	20	20	27	22	22	28	25	22
225	17	10	12	12	15	12	13	15	16	16	23	15	16
226	17	43	33	40	40	26	28	23	29	20	31	25	22
227	17	19	18	14	17	28	18	17	17	13	17	15	14
228	17	6	9	4	8	8	7	9	9	8	10	8	10
229	17	36	102	226	160	122	118	71	145	162	158	126	53
230	17	12	12	11	7	16	8	9	9	10	8	11	10
231	17	15	14	15	15	20	20	16	23	30	25	22	24
232	17	3	4	3	3	5	4	3	4	3	3	7	4
233	17	18	16	13	20	16	17	15	14	12	7	8	6
234	17	0	0	0	0	3	3	3	1	1	0	0	0
235	17	5	9	7	3	7	5	6	7	5	2	2	0
236	17	19	27	22	27	21	25	18	18	33	26	29	23
237	17	28	19	17	23	21	21	21	21	25	24	25	17
238	17	7	6	4	7	6	7	11	5	7	11	10	10
239	17	18	15	12	13	9	9	10	8	9	10	13	10
240	17	15	14	17	14	16	9	11	11	16	10	11	9
241	17	12	11	9	10	10	11	9	12	21	18	19	15
242	17	11	0	1	4	2	3	2	3	4	6	1	6
243	17	19	15	14	15	16	15	12	12	21	14	13	11
244	17	13	16	11	10	13	13	12	15	17	14	18	5
245	17	21	20	16	15	15	15	18	17	24	36	40	35
246	17	35	22	20	19	18	24	20	23	41	25	30	30
247	17	12	4	5	5	5	3	3	7	6	9	12	13

N°	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
1	27	15	13	16	23	20	22	9	10	12	10	15	13
2	27	11	10	7	10	10	8	9	9	9	9	9	9
3	27	6	5	2	6	3	3	4	1	3	4	3	3
4	27	18	12	15	20	12	13	15	16	19	15	18	15
5	27	16	4	8	30	38	48	54	24	51	35	27	20
6	27	38	28	25	30	29	26	24	25	27	32	25	22
7	27	13	17	11	33	33	22	20	12	12	12	13	11
8	27	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	27	32	34	46	54	63	38	37	54	57	50	47	33
10	27	27	26	18	20	19	18	21	23	29	20	26	22
11	27	18	15	16	26	20	18	19	20	23	19	20	18
12	27	4	3	2	2	3	1	3	3	3	3	2	4
13	27	50	37	24	28	21	25	18	16	12	13	14	14
14	27	53	48	30	38	32	23	31	28	37	29	38	35
15	27	32	49	37	37	35	28	48	38	35	52	39	27
16	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
17	27	4	4	4	4	4	4	20	15	18	15	16	18
18	27	24	19	19	19	19	19	16	16	21	11	15	6
19	27	48	44	38	41	37	36	35	38	54	38	42	57
20	27	35	59	33	43	25	25	35	51	48	54	47	38
21	27	0	0	0	0	0	0	0	0	62	64	67	22
22	27	10	11	3	4	3	1	6	0	2	1	0	1
23	27	18	16	15	21	17	17	28	30	36	18	15	16
24	27	7	0	2	13	11	8	10	11	14	11	11	11
25	27	7	10	5	7	8	4	5	8	5	4	7	6
26	27	11	8	6	6	6	6	7	10	8	8	19	12
27	27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	27	19	25	22	22	13	12	17	27	16	6	11	20
29	27	10	11	11	11	9	7	10	9	11	10	12	11
30	27	21	8	22	20	14	15	16	15	17	11	16	12
31	27	17	10	9	13	14	13	12	15	12	11	13	12
32	27	43	32	30	37	29	38	28	15	21	20	28	29
33	27	24	18	18	27	14	20	17	18	25	18	16	18
34	27	51	40	31	34	30	29	40	42	55	36	47	52
35	27	30	28	25	19	14	12	14	12	13	13	14	16
36	27	31	21	16	21	19	19	20	19	22	17	19	21
37	27	6	5	5	4	4	3	3	4	6	1	8	16
38	27	85	63	48	50	43	35	40	37	60	51	49	54

Nº	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
39	27	17	16	15	17	13	12	12	12	21	20	17	24
40	27	43	34	17	18	31	24	24	22	29	29	29	24
41	27	1	1	0	1	0	0	0	3	7	8	4	6
42	27	0	0	8	34	26	23	23	23	23	38	34	24
43	27	23	26	27	24	46	47	51	54	38	28	41	46
44	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	27	26	24	21	23	22	25	27	24	30	25	26	26
46	27	4	4	0	20	8	3	2	4	5	4	2	12
47	27	9	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	8
48	27	25	29	19	33	33	26	33	51	39	30	45	26
49	27	28	24	20	25	24	29	20	21	26	24	33	30
50	27	27	17	19	26	27	32	30	35	50	37	34	30
51	27	23	25	41	30	2	2	0	4	6	10	10	11
52	27	23	35	37	39	19	19	22	16	18	17	28	22
53	27	21	19	17	17	14	13	15	15	18	17	17	17
54	27	53	47	19	34	42	27	45	23	50	21	43	46
55	27	44	44	33	43	31	27	32	29	38	37	49	39
56	27	48	25	15	22	9	10	15	19	20	13	25	28
57	27	41	35	35	51	66	40	48	35	49	31	39	26
58	27	2	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
59	27	173	146	140	170	165	190	154	147	156	102	152	137
60	27	52	58	35	44	36	32	33	34	31	31	38	34
61	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1
62	27	13	50	13	25	42	9	15	13	12	8	12	6
63	27	15	17	14	15	12	10	8	6	14	13	11	13
64	27	23	19	20	43	27	30	34	35	43	35	22	29
65	27	21	20	18	18	17	11	18	15	25	25	31	34
66	27	12	2	0	0	0	0	0	3	4	0	1	0
67	27	2	1	1	8	0	3	3	3	1	14	3	15
68	27	18	38	32	39	35	12	26	35	52	48	53	55
69	27	100	102	84	133	152	148	143	180	246	284	347	311
70	27	19	16	14	16	14	13	12	12	18	15	29	17
71	27	33	30	19	21	33	24	24	34	36	32	24	30
72	27	23	22	16	17	15	17	21	25	24	20	25	22
73	27	32	24	37	31	31	13	15	21	24	20	21	19
74	27	88	72	57	57	47	45	54	54	66	45	54	54
75	27	15	15	15	15	15	24	17	23	21	16	20	22
76	27	9	9	12	14	10	9	7	6	3	10	10	5

N°	ZONA	ENE (m ³)	FEB (m ³)	MAR (m ³)	ABR (m ³)	MAY (m ³)	JUN (m ³)	JUL (m ³)	AGO (m ³)	SEP (m ³)	OCT (m ³)	NOV (m ³)	DIC (m ³)
77	27	14	13	8	16	11	11	14	13	15	12	13	11
78	27	25	21	20	32	30	26	33	26	29	23	24	21
79	27	35	20	23	36	34	29	12	28	20	16	19	56
80	27	98	125	106	131	95	105	97	88	102	93	114	90
81	27	14	11	21	38	44	43	48	54	66	56	67	65
82	27	33	23	33	56	25	43	56	25	35	30	24	25
83	27	0	0	0	0	0	0	13	7	19	24	57	38
84	27	41	27	5	6	5	4	3	4	6	7	13	10
85	27	63	70	75	83	83	100	106	96	96	90	59	26
86	27	26	22	19	20	20	19	21	22	31	7	24	36
87	27	25	20	20	20	20	20	20	20	94	112	102	15
88	27	34	17	16	24	23	25	24	26	27	26	27	27
89	27	70	56	50	66	60	57	62	56	75	61	64	64
90	27	91	78	85	79	103	132	171	157	117	57	18	58
91	27	43	36	51	43	29	72	62	24	41	42	42	42
92	27	104	95	114	148	133	120	110	128	173	130	212	183
93	27	72	145	185	200	204	185	181	181	218	200	220	231

Anexo 3. Número de Familias por Tramo y Caudal en cada Nudo del Sector 17.

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal por Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:29	D:1	N:30	0	0	0	0,000	N:30	0,000
T:30	N:30	N:31	0	0	0	0,000	N:31	0,000
T:31	N:31	N:32	2	0	2	0,049	N:32	0,049
T:32	N:32	N:33	0	0	0	0,000	N:33	0,000
T:33	N:33	N:34	0	0	0	0,000	N:34	0,000
T:34	N:34	N:35	2	0	2	0,049	N:35	0,049
T:35	N:35	N:37	0	0	0	0,000	N:36	0,246
T:36	N:37	N:38	0	0	0	0,000	N:40	0,148
T:37	N:38	N:39	0	0	0	0,000	N:41	0,000
T:38	N:40	N:179	0	0	0	0,000	N:42	0,148
T:39	N:179	N:176	2	0	2	0,049	N:43	0,246
T:40	N:B1	N:42	2	4	6	0,148	N:44	0,345
T:41	N:A1	N:45	1	0	1	0,025	N:45	0,369
T:42	N:33	N:44	9	5	14	0,345	N:46	0,222
T:43	N:43	N:36	6	4	10	0,246	N:47	0,172
T:44	N:Z	N:43	6	4	10	0,246	N:48	0,098
T:45	N:44	N:Y	4	5	9	0,222	N:49	0,025
T:46	N:45	N:46	5	4	9	0,222	N:50	0,000
T:47	N:46	N:63	0	1	1	0,025	N:51	0,000
T:48	N:63	N:64	3	3	6	0,148	N:52	0,000
T:49	N:106	N:68	1	0	1	0,025	N:53	0,000
T:50	N:68	N:70	2	0	2	0,049	N:54	0,148
T:51	N:70	N:69	4	0	4	0,098	N:55	0,049
T:52	N:68	N:66	4	3	7	0,172	N:56	0,049
T:53	N:66	N:67	2	3	5	0,123	N:57	0,074
T:54	N:66	N:T	1	2	3	0,074	N:58	0,172
T:55	N:65	N:50	4	3	7	0,172	N:59	0,074
T:56	N:45	N:U	0	0	0	0,000	N:60	0,123
T:57	N:V	N:49	1	0	1	0,025	N:61	0,098
T:58	N:52	N:54	6	0	6	0,148	N:62	0,123
T:59	N:54	N:55	2	0	2	0,049	N:63	0,025
T:60	N:X	N:51	0	0	0	0,000	N:64	0,222
T:61	N:51	N:53	0	0	0	0,000	N:65	0,148
T:62	N:53	N:60	5	0	5	0,123	N:66	0,172
T:63	N:56	N:57	0	3	3	0,074	N:67	0,123

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal por Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:64	N:59	N:56	1	1	2	0,049	N:68	0,098
T:65	N:59	N:58	2	5	7	0,172	N:69	0,098
T:66	N:C1	N:59	1	2	3	0,074	N:70	0,049
T:67	N:60	N:61	2	2	4	0,098	N:71	0,074
T:68	N:61	N:62	1	4	5	0,123	N:72	0,000
T:69	N:72	N:73	5	0	5	0,123	N:73	0,123
T:70	N:71	N:72	0	0	0	0,000	N:74	0,246
T:71	N:75	N:74	5	5	10	0,246	N:75	0,098
T:72	N:J	N:75	2	2	4	0,098	N:76	0,345
T:73	N:84	N:71	0	3	3	0,074	N:77	0,148
T:74	N:83	N:84	0	0	0	0,000	N:78	0,025
T:75	N:83	N:76	9	5	14	0,345	N:79	0,098
T:76	N:76	N:77	5	1	6	0,148	N:80	0,123
T:77	N:77	N:78	0	1	1	0,025	N:81	0,098
T:78	N:78	N:79	0	4	4	0,098	N:82	0,123
T:79	N:K	N:83	0	2	2	0,049	N:83	0,049
T:80	N:81	N:82	3	2	5	0,123	N:84	0,000
T:81	N:82	N:80	0	5	5	0,123	N:85	0,172
T:82	N:86	N:85	0	7	7	0,172	N:86	0,000
T:83	N:87	N:86	0	0	0	0,000	N:87	0,271
T:84	N:88	N:87	5	6	11	0,271	N:88	0,025
T:85	N:89	N:88	1	0	1	0,025	N:89	0,271
T:86	N:90	N:89	2	9	11	0,271	N:90	0,000
T:87	N:90	N:92	6	2	8	0,197	N:91	0,049
T:88	N:180	N:91	2	0	2	0,049	N:92	0,197
T:89	N:95	N:94	0	2	2	0,049	N:93	0,148
T:90	N:95	N:96	15	0	15	0,369	N:94	0,049
T:91	N:93	N:97	11	14	25	0,615	N:95	0,098
T:92	N:91	N:98	12	4	16	0,394	N:96	0,369
T:93	N:97	N:98	0	0	0	0,000	N:97	0,615
T:94	N:100	N:99	1	2	3	0,074	N:98	0,394
T:95	N:91	N:100	0	0	0	0,000	N:99	0,074
T:96	N:180	N:101	3	0	3	0,074	N:100	0,000
T:97	N:101	N:102	0	0	0	0,000	N:101	0,000
T:98	N:102	N:103	0	0	0	0,000	N:102	0,000
T:99	N:103	N:P	0	0	0	0,000	N:103	0,000
T:100	N:105	N:R	8	0	8	0,197	N:104	0,295

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal por Tramo (l/s)	NUDO	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:101	N:106	N:S	0	0	0	0	N:105	0,098
T:102	N:108	N:107	4	0	4	0,098	N:106	0,000
T:103	N:108	N:109	0	3	3	0,074	N:107	0,098
T:104	N:H1	N:110	0	0	0	0,000	N:108	0,000
T:105	N:110	N:111	1	4	5	0,123	N:109	0,074
T:106	N:111	N:115	3	1	4	0,098	N:110	0,000
T:107	N:115	N:116	0	0	0	0,000	N:111	0,123
T:108	N:116	N:117	0	3	3	0,074	N:112	0,172
T:109	N:117	N:118	0	0	0	0,000	N:113	0,000
T:110	N:118	N:119	0	1	1	0,025	N:114	0,172
T:111	N:117	N:129	0	0	0	0,000	N:115	0,098
T:112	N:129	N:128	0	3	3	0,074	N:116	0,000
T:113	N:128	N:121	0	4	4	0,098	N:117	0,074
T:114	N:128	N:127	2	2	4	0,098	N:118	0,000
T:115	N:122	N:123	2	0	2	0,049	N:119	0,025
T:116	N:127	N:122	3	6	9	0,222	N:120	0,025
T:117	N:127	N:126	0	1	1	0,025	N:121	0,098
T:118	N:126	N:124	0	0	0	0,000	N:122	0,222
T:119	N:126	N:125	0	1	1	0,025	N:123	0,049
T:120	N:121	N:120	0	1	1	0,025	N:124	0,000
T:121	N:133	N:134	0	0	0	0,000	N:125	0,025
T:122	N:133	N:132	5	4	9	0,222	N:126	0,025
T:123	N:136	N:135	4	4	8	0,197	N:127	0,098
T:124	N:137	N:169	3	0	3	0,074	N:128	0,074
T:125	N:132	N:136	0	0	0	0,000	N:129	0,000
T:126	N:137	N:136	0	0	0	0,000	N:130	0,000
T:127	N:130	N:131	1	0	1	0,025	N:131	0,025
T:128	N:143	N:130	0	0	0	0,000	N:132	0,222
T:129	N:143	N:142	0	0	0	0,000	N:133	0,000
T:130	N:136	N:177	0	6	6	0,148	N:134	0,00,
T:131	N:138	N:137	4	0	4	0,098	N:135	0,197
T:132	N:142	N:177	0	5	5	0,123	N:136	0,148
T:133	N:177	N:138	2	4	6	0,148	N:137	0,098
T:134	N:142	N:141	0	0	0	0,000	N:138	0,271
T:135	N:141	N:140	1	0	1	0,025	N:139	0,098
T:136	N:140	N:139	4	0	4	0,098	N:140	0,025
T:137	N:139	N:138	5	0	5	0,123	N:141	0,000

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal por Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:138	N:Q	N:165	0	0	0	0,000	N:142	0,000
T:139	N:165	N:166	1	0	1	0,025	N:143	0,148
T:140	N:166	N:167	1	0	1	0,025	N:144	0,098
T:141	N:167	N:163	3	0	3	0,074	N:145	0,123
T:142	N:163	N:168	3	0	3	0,074	N:146	0,000
T:143	N:166	N:164	0	0	0	0,000	N:147	0,000
T:144	N:164	N:159	5	0	5	0,123	N:148	0,000
T:145	N:167	N:162	0	0	0	0,000	N:149	0,000
T:146	N:162	N:156	7	4	11	0,271	N:150	0,025
T:147	N:158	N:113	0	0	0	0,000	N:151	0,000
T:148	N:157	N:158	0	0	0	0,000	N:152	0,074
T:149	N:E1	N:157	0	0	0	0,000	N:153	0,172
T:150	N:156	N:155	0	0	0	0,000	N:154	0,123
T:151	N:155	N:161	7	7	14	0,345	N:155	0,000
T:152	N:182	N:160	7	0	7	0,172	N:156	0,271
T:153	N:155	N:182	0	0	0	0,000	N:157	0,000
T:154	N:155	N:152	3	0	3	0,074	N:158	0,000
T:155	N:157	N:153	7	0	7	0,172	N:159	0,123
T:156	N:113	N:114	7	0	7	0,172	N:160	0,172
T:157	N:114	N:150	1	0	1	0,025	N:161	0,345
T:158	N:150	N:151	0	0	0	0,000	N:162	0,000
T:159	N:151	N:154	5	0	5	0,123	N:163	0,074
T:160	N:F1	N:170	0	0	0	0,000	N:164	0,000
T:161	N:170	N:171	7	6	13	0,320	N:165	0,000
T:162	N:170	N:172	0	0	0	0,000	N:166	0,025
T:163	N:172	N:173	6	4	10	0,246	N:167	0,025
T:164	N:173	N:174	0	6	6	0,148	N:168	0,074
T:165	N:G1	N:148	0	0	0	0,000	N:169	0,074
T:166	N:148	N:146	0	0	0	0,000	N:170	0,000
T:167	N:146	N:147	0	0	0	0,000	N:171	0,320
T:168	N:147	N:144	4	0	4	0,098	N:172	0,000
T:169	N:148	N:149	0	0	0	0,000	N:173	0,246
T:170	N:149	N:145	0	5	5	0,123	N:174	0,148
T:171	N:178	N:40	3	3	6	0,148	N:176	0,049
T:172	N:179	N:41	0	0	0	0,000	N:177	0,123
T:173	N:49	N:47	3	4	7	0,172	N:178	0,000
T:174	N:47	N:48	0	4	4	0,098	N:179	0,000

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal por Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:175	N:W	N:52	0	0	0	0,000	N:180	0,074
T:176	N:105	N:106	0	0	0	0,000	N:181	0,000
T:177	N:90	N:180	0	0	0	0,000	N:182	0,123
T:178	N:183	N:D1	0	0	0	0,000	N:183	0,049
T:179	N:110	N:112	2	5	7	0,172	N:184	0,098
T:180	N:115	N:133	0	0	0	0,000	N:185	0,098
T:181	N:132	N:143	2	4	6	0,148	N:186	0,074
T:182	N:93	N:95	2	2	4	0,098	N:187	0,197
T:183	N:91	N:93	3	3	6	0,148	N:188	0,148
T:184	N:104	N:181	0	0	0	0,000	N:189	0,148
T:187	N:184	N:104	8	4	12	0,295	N:190	0,049
T:188	N:O	N:186	2	1	3	0,074	N:191	0,000
T:189	N:186	N:185	3	1	4	0,098	N:192	0,123
T:190	N:186	N:187	5	3	8	0,197	N:193	0,098
T:191	N:188	N:184	2	2	4	0,098	N:194	0,271
T:192	N:191	N:190	2	0	2	0,049	N:195	0,000
T:193	N:191	N:189	0	6	6	0,148	N:196	0,000
T:194	N:189	N:188	3	3	6	0,148	N:197	0,000
T:195	N:188	N:192	0	5	5	0,123	N:198	0,148
T:196	N:203	N:191	0	0	0	0,000	N:199	0,000
T:197	N:193	N:M	2	0	2	0,049	N:200	0,049
T:198	N:196	N:193	4	0	4	0,098	N:201	0,123
T:199	N:196	N:198	5	1	6	0,148	N:202	0,049
T:200	N:198	N:200	0	2	2	0,049	N:203	0,049
T:201	N:200	N:202	0	2	2	0,049	N:204	0,000
T:202	Pozo:2	N:199	0	0	0	0,000	N:205	0,123
T:203	N:195	N:194	4	7	11	0,271	N:206	0,000
T:204	N:L	N:195	0	0	0	0,000	N:207	0,000
T:205	N:197	N:196	0	0	0	0,000		
T:206	N:199	N:197	0	0	0	0,000		
T:207	N:199	N:201	3	2	5	0,123		
T:208	N:201	N:81	3	1	4	0,098		
T:209	N:204	N:105	2	2	4	0,098		
T:210	N:205	N:204	0	0	0	0,000		
T:211	N:206	N:205	3	2	5	0,123		
T:212	D:2	N:206	0	0	0	0,000		
T:213	N:207	N:178	0	0	0	0,000		
T:214	D:2	N:207	0	0	0	0,000		
T:255	N:109	N:183	0	2	2	0,049		

Anexo 4. Número de Familias por Tramo y Caudal, Sector 27 Situación Actual.

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal por Tramo (l/s)	Nudo	Caudal por Nudo (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:1	N:2	N:1	7	5	12	0,326	1	0,330
T:2	N:3	N:2	15	8	23	0,624	2	0,620
T:3	N:4	N:9	0	3	3	0,081	3	0,000
T:4	N:9	N:10	1	3	4	0,109	4	0,050
T:5	N:C	N:4	2	0	2	0,000	5	0,030
T:6	N:5	N:A	0	2	2	0,054	6	0,000
T:7	N:6	N:5	0	1	1	0,027	7	0,050
T:8	N:7	N:6	0	0	0	0,000	8	0,000
T:9	N:8	N:7	0	2	2	0,054	9	0,080
T:10	N:175	N:11	3	4	7	0,190	10	0,050
T:11	N:11	N:12	0	3	3	0,081	11	0,190
T:12	N:12	N:13	0	0	0	0,000	12	0,080
T:13	N:13	N:15	4	3	7	0,190	13	0,000
T:14	N:13	N:14	2	3	5	0,136	14	0,140
T:15	N:12	N:16	4	2	6	0,163	15	0,190
T:16	N:D	N:17	2	1	3	0,081	16	0,160
T:17	N:17	N:18	0	0	0	0,000	17	0,080
T:18	N:18	N:19	5	3	8	0,217	18	0,000
T:19	N:E	N:20	0	1	1	0,027	19	0,220
T:20	N:19	N:22	2	2	4	0,109	20	0,030
T:21	N:22	N:23	0	3	3	0,081	21	0,030
T:22	N:22	N:21	1	0	1	0,027	22	0,110
T:23	N:16	N:25	6	16	22	0,597	23	0,080
T:24	N:26	N:27	0	1	1	0,027	24	0,140
T:25	N:F	N:26	2	3	5	0,136	25	0,600
T:26	N:25	N:24	1	4	5	0,136	26	0,140
T:27	N:25	N:28	9	13	22	0,597	27	0,030
T:28	N:28	N:29	0	0	0	0,000	28	0,600
T:185	N:B	N:3	0	0	0	0,000	29	0,000
T:186	N:BB	N:8	0	0	0	0,000	175	0,050
T:220	N:H	N:209	0	0	0	0,000	209	0,000
T:221	N:209	N:210	0	0	0	0,000	210	0,000
T:222	N:210	N:211	0	0	0	0,000	211	0,000
T:223	N:211	N:212	0	0	0	0,000	212	0,000
T:224	N:212	N:213	0	0	0	0,000	213	0,000

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal por Tramo (l/s)	Nudo	Caudal por Nudo (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:225	N:213	N:217	0	0	0	0,000	214	0,000
T:226	N:217	N:216	0	0	0	0,000	215	0,000
T:227	N:216	N:215	0	0	0	0,000	216	0,000
T:228	N:215	N:214	0	0	0	0,000	217	0,000
T:229	N:217	N:218	3	1	4	0,934	218	0,110
T:230	N:218	N:220	1	2	3	0,701	219	0,050
T:231	N:220	N:219	2	0	2	0,467	220	0,080
T:232	N:I	N:221	0	0	0	0,000	221	0,000
T:233	N:221	N:222	4	1	5	1,168	222	0,140
T:234	N:221	N:223	1	1	2	0,467	223	0,050
T:235	N:223	N:224	1	0	1	0,234	224	0,030
T:236	N:224	N:225	0	3	3	0,701	225	0,080
T:237	N:223	N:226	0	0	0	0,000	226	0,000
T:238	N:226	N:227	0	0	0	0,000	227	0,000
T:239	N:227	N:224	0	0	0	0,000	A	0,050

Anexo 5. Escenario I Situación Actual: Resultados de la Simulación del Sector 17.

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:30	0,00	18,49	T:29	0,82	0,42
N:31	0,00	17,09	T:30	0,82	0,42
N:32	0,05	21,71	T:31	0,82	0,42
N:33	0,00	23,44	T:32	0,77	0,39
N:34	0,00	27,44	T:33	0,05	0,02
N:35	0,05	24,44	T:34	0,05	0,02
N:36	0,25	23,35	T:38	1,61	0,37
N:40	0,15	15,81	T:39	0,05	0,02
N:41	0,00	15,71	T:40	0,15	0,08
N:42	0,15	13,69	T:41	1,42	0,72
N:43	0,25	22,39	T:42	0,72	0,37
N:44	0,34	19,55	T:43	0,25	0,13
N:45	0,37	14,56	T:44	0,49	0,25
N:46	0,22	12,4	T:45	0,12	0,06
N:47	0,17	28,99	T:46	0,47	0,24
N:48	0,10	30,99	T:47	0,25	0,13
N:49	0,03	20,08	T:48	0,22	0,11
N:50	0,00	17,47	T:49	1,43	0,73
N:51	0,00	24,89	T:50	0,15	0,07
N:52	0,00	21,94	T:51	0,10	0,05
N:53	0,00	27,75	T:52	1,19	0,61
N:54	0,15	28,92	T:53	0,12	0,06
N:55	0,05	25,92	T:54	0,89	0,46
N:56	0,05	34,81	T:55	0,75	0,38
N:57	0,07	32,81	T:56	0,46	0,23
N:58	0,17	35,81	T:57	1,21	0,61
N:59	0,07	31,83	T:58	0,20	0,10
N:60	0,12	29,90	T:59	0,05	0,02
N:61	0,10	25,87	T:60	0,71	0,36
N:62	0,12	20,86	T:61	0,71	0,36
N:63	0,03	12,39	T:62	0,71	0,36
N:64	0,22	16,38	T:63	0,07	0,04
N:65	0,15	18,79	T:64	0,12	0,06
N:66	0,17	19,11	T:65	0,17	0,09
N:67	0,12	25,10	T:66	0,37	0,19

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:68	0,10	23,41	T:67	0,22	0,11
N:69	0,10	24,4	T:68	0,12	0,06
N:70	0,05	23,4	T:69	0,12	0,06
N:71	0,07	48,27	T:70	0,12	0,06
N:72	0,00	45,25	T:71	0,25	0,13
N:73	0,12	51,23	T:72	0,34	0,18
N:74	0,25	52,16	T:73	0,54	0,28
N:75	0,10	53,22	T:74	0,54	0,28
N:76	0,34	51,16	T:75	0,62	0,31
N:77	0,15	49,10	T:76	0,27	0,14
N:78	0,03	44,09	T:77	0,12	0,06
N:79	0,10	42,09	T:78	0,10	0,05
N:80	0,12	37,71	T:79	1,21	0,27
N:81	0,10	36,78	T:80	0,25	0,13
N:82	0,12	41,73	T:81	0,12	0,06
N:83	0,05	44,65	T:82	0,17	0,09
N:84	0,00	37,55	T:83	0,17	0,09
N:85	0,17	17,50	T:84	0,44	0,23
N:86	0,00	30,54	T:85	0,47	0,24
N:87	0,27	28,56	T:86	0,74	0,38
N:88	0,03	13,89	T:87	0,20	0,10
N:89	0,27	10,94	T:88	1,80	0,91
N:90	0,00	21,38	T:89	0,05	0,02
N:91	0,05	18,15	T:90	0,37	0,19
N:92	0,20	24,36	T:91	0,31	0,07
N:93	0,15	22,09	T:92	0,70	0,16
N:94	0,05	28,07	T:93	-0,30	0,07
N:95	0,10	25,07	T:94	0,07	0,04
N:96	0,37	9,90	T:95	0,07	0,04
N:97	0,62	7,07	T:96	2,81	1,43
N:98	0,39	5,08	T:97	2,81	1,43
N:99	0,07	14,14	T:98	2,81	1,43
N:100	0,00	17,15	T:99	2,81	1,43
N:101	0,00	22,86	T:100	3,53	0,2
N:102	0,00	21,3	T:101	2,76	0,35
N:103	0,00	21,63	T:102	0,10	0,05
N:104	0,29	24,71	T:103	2,66	0,34

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:105	0,10	24,76	T:104	2,54	0,32
N:106	0,00	23,76	T:105	2,37	0,3
N:107	0,10	24,72	T:106	2,24	0,29
N:108	0,00	22,72	T:107	0,72	0,16
N:109	0,07	21,67	T:108	0,72	0,16
N:110	0,00	22,58	T:109	0,03	0,01
N:111	0,12	23,51	T:110	0,03	0,01
N:112	0,17	25,57	T:111	0,62	0,14
N:113	0,00	15,61	T:112	0,62	0,14
N:114	0,17	19,58	T:113	0,12	0,06
N:115	0,10	22,40	T:114	0,42	0,09
N:116	0,00	20,37	T:115	0,05	0,02
N:117	0,07	21,30	T:116	0,27	0,14
N:118	0,00	20,30	T:117	0,05	0,01
N:119	0,03	17,30	T:118	0,00	0,00
N:120	0,03	25,24	T:119	0,03	0,01
N:121	0,10	31,24	T:120	0,03	0,01
N:122	0,22	32,19	T:121	0,00	0,00
N:123	0,05	36,19	T:122	1,43	0,32
N:124	0,00	38,25	T:123	0,20	0,10
N:125	0,03	31,25	T:124	0,07	0,02
N:126	0,03	27,25	T:125	0,40	0,20
N:127	0,10	24,25	T:126	0,10	0,05
N:128	0,07	19,26	T:127	0,03	0,01
N:129	0,00	20,28	T:128	0,03	0,01
N:130	0,00	23,27	T:129	0,63	0,14
N:131	0,03	21,27	T:130	0,04	0,02
N:132	0,22	24,31	T:131	0,07	0,04
N:133	0,00	23,39	T:132	0,24	0,12
N:134	0,00	31,39	T:133	0,08	0,04
N:135	0,20	33,22	T:134	0,39	0,09
N:136	0,15	35,23	T:135	0,39	0,09
N:137	0,10	43,22	T:136	0,36	0,08
N:138	0,27	48,23	T:137	0,27	0,06
N:139	0,10	49,23	T:138	2,73	1,39
N:140	0,03	37,24	T:139	2,73	1,39
N:141	0,00	31,26	T:140	2,59	1,32

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:142	0,0	29,26	T:141	0,15	0,08
N:143	0,15	27,27	T:142	0,07	0,04
N:144	0,10	37,46	T:143	0,12	0,06
N:145	0,12	33,44	T:144	0,12	0,06
N:146	0,00	34,48	T:145	2,41	1,23
N:147	0,00	36,48	T:146	2,41	1,23
N:148	0,00	34,49	T:147	1,26	0,64
N:149	0,00	31,46	T:148	1,26	0,64
N:150	0,03	29,55	T:149	1,43	0,73
N:151	0,00	28,55	T:150	0,71	0,63
N:152	0,07	30,03	T:151	0,34	0,30
N:153	0,17	21,4	T:152	0,17	0,15
N:154	0,12	24,5	T:153	0,30	0,26
N:155	0,00	25,04	T:154	0,07	0,07
N:156	0,27	23,86	T:155	0,17	0,15
N:157	0,00	20,46	T:156	1,26	0,16
N:158	0,00	20,28	T:157	0,37	0,08
N:159	0,12	25,51	T:158	0,12	0,03
N:160	0,17	18,72	T:159	0,12	0,11
N:161	0,34	18,62	T:160	0,71	0,16
N:162	0,00	22,26	T:161	0,32	0,07
N:163	0,07	23,06	T:162	0,39	0,09
N:164	0,00	23,52	T:163	0,39	0,35
N:165	0,00	24,59	T:164	0,15	0,13
N:166	0,03	23,53	T:165	0,22	0,11
N:167	0,03	23,07	T:166	0,10	0,09
N:168	0,07	22,06	T:167	0,10	0,09
N:169	0,07	38,22	T:168	0,10	0,09
N:170	0,00	25,55	T:169	0,12	0,11
N:171	0,32	32,53	T:170	0,12	0,11
N:172	0,00	29,54	T:171	1,76	0,4
N:173	0,25	35,17	T:172	1,56	0,35
N:174	0,15	39,12	T:173	0,27	0,14
N:176	0,05	17,72	T:174	0,10	0,05
N:177	0,12	38,23	T:175	0,91	0,46
N:178	0,00	17,21	T:176	4,19	0,13
N:179	0,00	15,72	T:177	0,94	0,48

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:180	0,07	21,43	T:178	0,00	0,00
N:181	0,00	30,71	T:179	0,17	0,09
N:182	0,12	24,85	T:180	1,43	0,32
N:183	0,05	24,67	T:181	0,81	0,18
N:184	0,10	25,73	T:182	0,52	0,12
N:185	0,10	24,65	T:183	0,97	0,22
N:186	0,07	24,65	T:184	0,80	0,05
N:187	0,20	31,62	T:187	2,30	0,13
N:188	0,15	32,75	T:188	0,37	0,19
N:189	0,15	33,18	T:189	0,10	0,05
N:190	0,05	33,59	T:190	0,20	0,10
N:191	0,00	34,59	T:191	2,77	0,16
N:192	0,12	29,74	T:192	0,05	0,02
N:193	0,10	37,19	T:193	3,19	1,63
N:194	0,27	41,38	T:194	3,04	1,55
N:195	0,00	41,46	T:195	0,12	0,06
N:196	0,00	31,06	T:196	3,24	0,18
N:197	0,00	37,50	T:197	3,29	0,74
N:198	0,15	29,06	T:198	3,39	0,77
N:199	0,00	34,91	T:199	0,25	0,06
N:200	0,05	31,06	T:200	0,10	0,02
N:201	0,12	34,83	T:201	0,05	0,01
N:202	0,05	45,06	T:203	0,27	0,14
N:203	0,05	33,59	T:204	0,27	0,14
N:204	0,00	16,85	T:205	3,63	1,17
N:205	0,12	20,92	T:206	3,90	0,88
N:206	0,00	12,97	T:207	1,67	0,38
N:207	0,00	18,80	T:208	1,55	0,35
N: J	0,00	48,27	T:209	7,82	0,25
N: K	0,00	36,78	T:210	7,82	0,25
N: L	0,00	37,50	T:211	7,94	0,25
N: N	0,00	33,59	T:212	7,94	0,25
N:M	0,00	33,59	T:213	1,76	0,40
N:O	0,00	25,73	T:214	1,76	0,40
N:P	0,00	24,71	T:255	0,05	0,01
N: Q	0,00	30,71	15HP	5,58	0,00
N: R	0,00	30,71	v:10	0,34	0,18

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:S	0,0	22,72	v:11	1,21	0,27
N: T	0,0	18,79	v:12	0,27	0,14
N: U	0,0	17,47	v:13	0,00	0,00
N: V	0,0	17,47	v:14	3,29	0,74
N: W	0,0	20,08	v:15	0,37	0,19
N:X	0,0	21,94	v:16	2,81	1,43
N: Y	0,0	14,56	v:17	2,73	1,39
N: Z	0,0	19,55	v:18	3,53	0,20
N: A1	0,0	15,71	v:19	2,76	0,35
N: B1	0,0	15,71	v:20	0,89	0,46
N:C1	0,0	29,90	v:21	0,46	0,23
N: D1	0,0	27,67	v:22	1,21	0,61
N: E1	0,0	23,86	v:23	0,91	0,46
N: F1	0,0	19,58	v:24	0,71	0,36
N: G1	0,0	29,55	v:25	0,12	0,06
N:H1	0,0	21,67	v:26	0,49	0,25
Pozo: Álamos	-4,7	0,0	v:27	1,42	0,72
D:2	-11,3	2,00	v:29	0,37	0,19
			v:30	0,00	0,00
			v:31	1,43	0,73
			v:32	0,71	0,16
			v:33	0,22	0,11
			v:34	2,54	0,32

Anexo 6. Escenario I Situación Actual: Resultados de la Simulación del Sector 27.

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:1	0,33	18,55	T:1	0,33	0,29
N:2	0,64	19,65	T:2	0,97	0,85
N:3	0,00	29,46	T:3	0,08	0,04
N:4	0,00	30,79	T:4	0,00	0,00
N:5	0,03	29,04	T:5	0,08	0,04
N:6	0,00	27,53	T:6	4,56	1,03
N:7	0,06	27,79	T:7	4,59	1,04
N:8	0,00	18,67	T:8	4,59	1,04
N:9	0,08	30,79	T:9	4,65	1,05
N:10	0,00	33,79	T:10	3,40	1,73
N:11	0,19	15,35	T:11	3,21	1,63
N:12	0,08	11,75	T:12	0,33	0,17
N:13	0,00	19,65	T:13	0,19	0,10
N:14	0,14	19,64	T:14	0,14	0,07
N:15	0,19	21,63	T:15	2,79	0,90
N:16	0,17	14,55	T:16	0,55	0,28
N:17	0,08	14,42	T:17	0,47	0,24
N:18	0,00	14,39	T:18	0,47	0,24
N:19	0,22	13,24	T:19	0,03	0,01
N:20	0,03	15,24	T:20	0,22	0,11
N:21	0,03	12,22	T:21	0,08	0,04
N:22	0,11	12,22	T:22	0,03	0,01
N:23	0,08	14,21	T:23	2,07	0,67
N:24	0,14	19,35	T:24	0,03	0,01
N:25	0,61	17,89	T:25	0,17	0,08
N:26	0,14	16,83	T:26	0,14	0,28
N:27	0,03	16,83	T:27	1,16	0,26
N:28	0,61	20,58	T:28	0,55	0,12
N:29	0,00	20,55	T:185	0,97	0,85
N:175	0,06	29,79	T:186	4,65	1,05
N:209	0,00	16,55	T:220	0,55	0,07
N:210	0,00	12,54	T:221	0,55	0,07
N:211	0,00	13,53	T:222	0,55	0,07
N:212	0,00	10,52	T:223	0,55	0,07
N:213	0,00	11,51	T:224	0,55	0,07

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:214	0,00	11,51	T:225	0,55	0,07
N:215	0,00	11,51	T:226	0,00	0,00
N:216	0,00	11,51	T:227	0,00	0,00
N:217	0,00	11,51	T:228	0,00	0,00
N:218	0,11	9,50	T:229	0,55	0,07
N:219	0,06	7,50	T:230	0,44	0,06
N:220	0,08	7,50	T:231	0,06	0,01
N:221	0,00	9,49	T:232	0,30	0,07
N:222	0,14	6,47	T:233	0,14	0,07
N:223	0,06	6,49	T:234	0,17	0,04
N:224	0,03	3,48	T:235	0,07	0,03
N:225	0,08	1,48	T:236	0,08	0,04
N:226	0,00	3,49	T:237	0,04	0,01
N:227	0,00	-3,51	T:238	0,04	0,02
N:A	0,06	29,79	T:239	0,04	0,02
N:B	0,00	29,79	10HP	4,67	0,00
N:C	0,00	29,79	1	4,51	1,02
N:D	0,00	14,55	2	0,97	0,85
N:E	0,00	13,24	3	0,08	0,17
N:F	0,00	17,89	4	0,55	0,28
N:G	0,00	20,55	5	0,03	0,01
N:H	0,00	20,55	6	0,17	0,08
N:I	0,00	7,50	7	0,00	0,00
N:BB	0,00	68,85	8	0,55	0,07
Pozo: T.C	-4,67	0,00	9	0,30	0,07

Anexo 7. Número de Familias por Tramo y Caudal en cada Nudo Zona Obrajes.

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	NUDO	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:259	D:1	N:248	0	0	0	0,00	248	0,00
T:260	N:248	N:249	3	2	5	0,21	249	0,37
T:261	N:249	N:250	2	2	4	0,17	250	0,25
T:262	N:250	N:251	4	2	6	0,25	251	0,29
T:263	N:251	N:252	4	3	7	0,29	252	0,21
T:264	N:252	N:248	2	3	5	0,21	253	0,21
T:265	N:252	N:253	2	3	5	0,21	254	0,62
T:266	N:253	N:254	3	7	10	0,41	255	0,00
T:267	N:255	N:254	0	0	0	0,00	256	0,25
T:268	N:249	N:255	5	0	5	0,21	257	0,50
T:269	N:253	N:272	0	2	2	0,083	258	0,54
T:270	N:254	N:257	6	6	12	0,50	259	0,58
T:271	N:255	N:258	6	2	8	0,33	260	0,33
T:272	N:256	N:257	1	0	1	0,041	262	0,10
T:273	N:258	N:257	5	0	5	0,21	263	0,29
T:274	N:251	N:262	0	2	2	0,083	264	0,17
T:275	N:262	N:263	4	0	4	0,17	265	0,37
T:276	N:263	N:264	1	2	3	0,12	266	0,78
T:277	N:252	N:264	2	2	4	0,17	267	0,00
T:278	N:264	N:265	5	4	9	0,37	268	0,12
T:279	N:265	N:271	3	3	6	0,25	269	0,33
T:280	N:271	N:276	4	0	4	0,17	270	0,58
T:281	N:256	N:276	3	2	5	0,21	271	0,50
T:282	N:272	N:256	1	4	5	0,21	272	0,08
T:283	N:263	N:266	10	2	12	0,50	273	0,50
T:284	N:268	N:267	0	3	3	0,12	276	0,37
T:285	N:265	N:266	3	4	7	0,29	278	0,21
T:286	N:266	N:267	0	0	0	0,00	279	0,08
T:287	N:267	N:270	3	3	6	0,25	280	0,62
T:288	N:271	N:270	4	4	8	0,33	281	0,54
T:289	N:270	N:269	5	3	8	0,33	283	0,33
T:290	N:270	N:273	3	3	6	0,25	284	0,00
T:291	N:276	N:275	6	0	6	0,25	285	0,17

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total	
T:294	N:256	N:259	5	4	9	0,37
T:295	N:258	N:261	3	5	8	0,33
T:297	N:260	N:259	4	1	5	0,21
T:298	N:273	N:277	2	3	5	0,21
T:300	N:278	N:269	0	0	0	0,00
T:301	N:278	N:279	0	2	2	0,083
T:302	N:279	N:280	0	3	3	0,12
T:303	N:280	N:281	1	0	1	0,041
T:304	N:279	N:282	7	1	8	0,33
T:306	N:283	N:280	8	4	12	0,50
T:307	N:283	N:284	0	0	0	0,00
T:308	N:284	N:281	0	12	12	0,50
T:309	N:269	N:285	4	0	4	0,17
T:310	N:271	N:272	2	4	6	0,25

Anexo 1. Resultados de la Simulación de la Zona de Obrajes.

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:248	0,00	8,76	T:259	10,23	1,30	T:301	1,57	0,80
N:249	0,37	9,92	T:260	2,38	1,21	T:302	0,75	1,53
N:250	0,25	13,57	T:261	0,18	0,36	T:303	0,32	0,65
N:251	0,29	16,98	T:262	0,43	0,38	T:306	0,19	0,39
N:252	0,21	13,18	T:263	0,72	0,37	T:307	0,22	0,45
N:253	0,21	14,30	T:264	7,85	1,00	T:308	0,22	0,45
N:254	0,62	13,64	T:265	2,66	0,85	T:309	0,17	0,35
N:255	0,00	24,43	T:266	0,16	0,33	T:310	1,26	0,64
N:256	0,25	25,80	T:267	0,91	0,46	T:295	0,50	1,01
N:257	0,50	25,32	T:268	2,18	0,49	T:298	1,10	0,56
N:258	0,54	32,02	T:269	2,29	1,17	T:291	0,97	0,49
N:259	0,58	37,01	T:270	0,82	0,42	T:304	0,74	1,51
N:260	0,33	35,45	T:271	0,91	0,46			
N:263	0,33	11,41	T:272	0,19	0,39			
N:264	0,17	10,04	T:273	0,13	0,26			
N:265	0,37	12,17	T:276	1,37	0,70			
N:266	0,78	7,39	T:277	4,26	1,37			
N:267	0,12	8,12	T:278	2,73	0,87			
N:269	0,33	16,95	T:279	1,14	0,58			
N:270	0,58	12,68	T:280	0,86	0,44			
N:271	0,50	17,41	T:281	0,47	0,42			
N:272	0,08	18,13	T:282	0,95	0,48			
N:273	0,50	25,53	T:283	1,04	0,53			
N:276	0,37	28,17	T:285	1,21	0,62			
N:278	0,21	20,91	T:286	1,47	0,75			
N:279	0,08	21,26	T:287	1,35	0,69			
N:280	0,62	17,25	T:288	1,04	0,53			
N:281	0,54	13,43	T:289	1,18	0,60			
N:283	0,33	7,07	T:290	0,63	0,32			
N:284	0,00	7,37	T:294	0,41	0,84			
N:285	0,17	5,37	T:297	0,17	0,34			
D:1	-10,23	2,00	T:300	0,68	0,35			

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:259	D:1	N:248	16	100	T:306	N:283	N:280	100,0	25
T:260	N:248	N:249	61,5	50	T:307	N:283	N:284	65,0	25
T:261	N:250	N:249	92	25	T:308	N:284	N:281	181,5	25
T:262	N:251	N:250	85,5	38	T:309	N:269	N:285	88,5	25
T:263	N:252	N:251	62,5	50	T:310	N:272	N:271	77,8	50
T:264	N:248	N:252	61,5	100	T:295	N:258	N:260	74,5	25
T:265	N:252	N:253	73,5	63	T:298	N:273	N:278	86,5	50
T:266	N:253	N:254	109,1	25	T:291	N:276	N:273	113,6	50
T:267	N:254	N:255	71,2	50	T:304	N:279	N:283	81,0	25
T:268	N:249	N:254	77,5	75					
T:269	N:253	N:272	42,0	50					
T:270	N:254	N:257	77,5	50					
T:271	N:255	N:258	80,5	50					
T:272	N:257	N:256	63,0	25					
T:273	N:257	N:258	78,0	25					
T:276	N:264	N:263	58,0	50					
T:277	N:252	N:264	40,0	63					
T:278	N:264	N:265	69,0	63					
T:279	N:265	N:271	99,0	50					
T:280	N:271	N:276	53,0	50					
T:281	N:256	N:276	110,5	38					
T:282	N:272	N:256	61,0	50					
T:283	N:263	N:266	159	50					
T:285	N:265	N:266	91,5	50					
T:286	N:266	N:267	22,0	50					
T:287	N:267	N:270	41,5	50					
T:288	N:271	N:270	112	50					
T:289	N:270	N:269	89,0	50					
T:290	N:270	N:273	60,0	50					
T:294	N:256	N:259	110,2	25					
T:297	N:260	N:259	70,5	25					
T:300	N:269	N:278	15,0	50					
T:301	N:278	N:279	47,0	50					
T:302	N:279	N:280	87,5	25					
T:303	N:280	N:281	85,7	25					

Anexo 2. Número de Familias por Tramo y Caudal en cada Nudo Zona 17 Situación

Futura.

Tubería	Tramo		N.º Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:29	D:1	N:30	0	0	0	0,000	N:30	0,00
T:30	N:30	N:31	0	0	0	0,00	N:31	0,00
T:31	N:31	N:32	4	0	4	0,086	N:32	0,09
T:32	N:32	N:33	6	0	6	0,129	N:33	0,13
T:38	N:40	N:179	3	1	4	0,086	N:36	0,32
T:40	N: B1	N:42	6	4	10	0,214	N:40	0,26
T:41	N: A1	N:45	1	3	4	0,086	N:41	0,09
T:42	N:33	N:44	9	8	17	0,364	N:42	0,21
T:43	N:43	N:36	8	7	15	0,321	N:43	0,21
T:44	N: Z	N:43	6	4	10	0,214	N:44	0,36
T:45	N:44	N: Y	5	5	10	0,214	N:45	0,45
T:46	N:45	N:46	7	7	14	0,300	N:46	0,30
T:47	N:46	N:63	1	1	2	0,043	N:47	0,34
T:48	N:63	N:64	2	1	3	0,064	N:49	0,02
T:49	N:106	N:68	1	0	1	0,021	N:50	0,04
T:50	N:68	N:70	6	3	9	0,193	N:51	0,00
T:52	N:68	N:66	10	3	13	0,278	N:52	0,00
T:53	N:66	N:67	3	5	8	0,171	N:53	0,00
T:54	N:66	N: T	3	4	7	0,150	N:54	0,19
T:55	N:65	N:50	6	5	11	0,236	N:56	0,09
T:56	N:45	N: U	1	1	2	0,043	N:57	0,43
T:57	N: V	N:49	1	0	1	0,021	N:58	0,21
T:58	N:52	N:54	9	0	9	0,193	N:59	0,21
T:60	N:X	N:51	0	0	0	0,000	N:60	0,54
T:61	N:51	N:53	0	0	0	0,000	N:61	0,26
T:62	N:53	N:60	19	6	25	0,536	N:62	0,47
T:63	N:56	N:57	10	10	20	0,428	N:63	0,04
T:64	N:59	N:56	2	2	4	0,086	N:64	0,30
T:65	N:59	N:58	5	5	10	0,214	N:65	0,06
T:66	N:C1	N:59	5	5	10	0,214	N:66	0,28
T:67	N:60	N:61	6	6	12	0,257	N:67	0,17
T:68	N:61	N:62	8	14	22	0,471	N:68	0,02
T:69	N:72	N:73	5	1	6	0,129	N:70	0,19
T:70	N:71	N:72	0	0	0	0,000	N:71	0,06
T:71	N:75	N:74	6	5	11	0,236	N:72	0,00

Tubería	Tramo		Nº Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:72	N: J	N:75	2	2	4	0,086	N:73	0,13
T:73	N:84	N:71	0	3	3	0,064	N:74	0,24
T:74	N:83	N:84	0	0	0	0,000	N:75	0,09
T:75	N:83	N:76	9	5	14	0,300	N:76	0,3
T:76	N:76	N:77	9	3	12	0,257	N:77	0,26
T:77	N:77	N:78	0	5	5	0,107	N:78	0,11
T:79	N: K	N:83	2	2	4	0,086	N:80	0,11
T:80	N:81	N:82	7	2	9	0,193	N:81	0,09
T:81	N:82	N:80	0	5	5	0,107	N:82	0,19
T:82	N:86	N:85	0	8	8	0,171	N:83	0,09
T:83	N:87	N:86	0	0	0	0,000	N:84	0,00
T:84	N:88	N:87	6	8	14	0,300	N:85	0,17
T:85	N:89	N:88	1	0	1	0,021	N:86	0,00
T:86	N:90	N:89	3	0	3	0,064	N:87	0,30
T:87	N:90	N:92	9	2	11	0,236	N:88	0,02
T:88	N:180	N:91	2	0	2	0,043	N:89	0,06
T:90	N:95	N:96	19	0	19	0,407	N:90	0,00
T:91	N:93	N:97	12	19	31	0,664	N:91	0,24
T:92	N:91	N:98	10	12	22	0,471	N:92	0,24
T:93	N:97	N:98	0	4	4	0,086	N:93	0,04
T:94	N:100	N:99	7	9	16	0,343	N:95	0,41
T:95	N:91	N:100	2	0	2	0,043	N:97	0,66
T:96	N:180	N:101	3	0	3	0,064	N:98	0,47
T:97	N:101	N:102	0	0	0	0,000	N:99	0,34
T:98	N:102	N:103	0	0	0	0,000	N:100	0,04
T:99	N:103	N:P	0	0	0	0,000	N:101	0,00
T:100	N:105	N: R	8	0	8	0,171	N:102	0,00
T:101	N:106	N:S	4	1	5	0,107	N:103	0,00
T:103	N:108	N:109	0	4	4	0,086	N:104	0,26
T:104	N:H1	N:110	1	1	2	0,043	N:105	0,28
T:105	N:110	N:111	1	6	7	0,150	N:106	0,00
T:106	N:111	N:115	13	36	49	1,050	N:108	0,11
T:107	N:115	N:116	0	0	0	0,000	N:109	0,09
T:108	N:116	N:117	0	9	9	0,193	N:110	0,04
T:109	N:117	N:118	7	2	9	0,193	N:111	0,15

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:111	N:117	N:129	0	0	0	0,000	N:112	0,28
T:112	N:129	N:128	3	6	9	0,193	N:113	0,00
T:113	N:128	N:121	10	0	10	0,214	N:114	0,15
T:114	N:128	N:127	5	2	7	0,150	N:115	1,05
T:115	N:122	N:123	5	6	11	0,236	N:116	0,00
T:116	N:127	N:122	7	9	16	0,343	N:117	0,19
T:117	N:127	N:126	4	4	8	0,171	N:119	0,19
T:118	N:126	N:124	9	12	21	0,450	N:120	0,19
T:119	N:126	N:125	5	8	13	0,278	N:121	0,21
T:120	N:121	N:120	6	3	9	0,193	N:122	0,34
T:122	N:133	N:132	5	4	9	0,193	N:123	0,24
T:123	N:136	N:135	5	5	10	0,214	N:124	0,45
T:124	N:137	N:169	5	0	5	0,107	N:125	0,28
T:125	N:132	N:136	0	0	0	0,000	N:126	0,17
T:126	N:137	N:136	0	0	0	0,000	N:127	0,15
T:130	N:136	N:177	6	6	12	0,257	N:128	0,19
T:131	N:138	N:137	6	0	6	0,129	N:129	0,00
T:132	N:142	N:177	0	6	6	0,129	N:132	0,19
T:133	N:177	N:138	0	4	4	0,086	N:135	0,21
T:134	N:142	N:141	0	0	0	0,000	N:136	0,26
T:136	N:140	N:139	5	0	5	0,107	N:137	0,13
T:137	N:139	N:138	5	0	5	0,107	N:138	0,19
T:138	N: Q	N:165	0	0	0	0,000	N:139	0,11
T:139	N:165	N:166	1	0	1	0,021	N:140	0,02
T:140	N:166	N:167	1	0	1	0,021	N:142	0,19
T:141	N:167	N:163	6	0	6	0,129	N:144	0,21
T:143	N:166	N:164	0	0	0	0,000	N:145	0,11
T:144	N:164	N:159	6	0	6	0,129	N:148	0,00
T:145	N:167	N:162	0	0	0	0,000	N:149	0,00
T:146	N:162	N:156	7	5	12	0,257	N:150	0,17
T:147	N:158	N:113	0	0	0	0,000	N:151	0,00
T:148	N:157	N:158	0	0	0	0,000	N:152	0,06
T:149	N: E1	N:157	0	0	0	0,000	N:153	0,15
T:150	N:156	N:155	0	0	0	0,000	N:154	0,11
T:151	N:155	N:161	7	7	14	0,300	N:155	0,00

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:152	N:182	N:160	7	0	7	0,150	N:156	0,26
T:153	N:155	N:182	0	0	0	0,000	N:157	0,00
T:154	N:155	N:152	3	0	3	0,064	N:158	0,00
T:155	N:157	N:153	0	7	7	0,150	N:159	0,13
T:156	N:113	N:114	7	0	7	0,150	N:160	0,15
T:157	N:114	N:150	1	7	8	0,171	N:161	0,3
T:158	N:150	N:151	0	0	0	0,000	N:162	0,00
T:159	N:151	N:154	5	0	5	0,107	N:164	0,00
T:160	N: F1	N:170	0	0	0	0,000	N:165	0,00
T:161	N:170	N:171	7	6	13	0,278	N:166	0,02
T:162	N:170	N:172	0	0	0	0,000	N:167	0,02
T:163	N:172	N:173	6	1	7	0,150	N:168	0,13
T:164	N:173	N:174	0	10	10	0,214	N:170	0,00
T:165	N: G1	N:148	0	0	0	0,000	N:171	0,28
T:166	N:148	N:146	4	6	10	0,214	N:172	0,00
T:169	N:148	N:149	0	0	0	0,000	N:173	0,15
T:170	N:149	N:145	0	5	5	0,107	N:174	0,21
T:171	N:178	N:40	5	7	12	0,257	N:177	0,13
T:173	N:49	N:47	3	13	16	0,343	N:178	0,00
T:175	N: W	N:52	0	0	0	0,000	N:180	0,06
T:176	N:105	N:106	0	0	0	0,000	N:182	0,11
T:177	N:90	N:180	0	0	0	0,000	N:183	0,11
T:178	N:183	N: D1	0	0	0	0,000	N:184	0,11
T:179	N:110	N:112	2	11	13	0,278	N:185	0,09
T:181	N:132	N:143	7	2	9	0,193	N:186	0,06
T:182	N:93	N:95	0	2	2	0,043	N:187	0,17
T:183	N:91	N:93	5	4	9	0,193	N:188	0,00
T:187	N:184	N:104	8	4	12	0,257	N:189	0,00
T:188	N:O	N:186	2	1	3	0,064	N:191	0,04
T:189	N:186	N:185	3	1	4	0,086	N:192	0,13
T:190	N:186	N:187	5	3	8	0,171	N:193	0,09
T:191	N:188	N:184	3	2	5	0,107	N:194	0,43
T:193	N:191	N:189	0	0	0	0,000	N:195	0,00
T:194	N:189	N:188	0	0	0	0,000	N:196	0,00
T:195	N:188	N:192	0	6	6	0,129	N:197	0,00

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:196	N:203	N:191	2	0	2	0,043	N:198	0,02
T:197	N:193	N:M	4	0	4	0,086	N:199	0,00
T:198	N:196	N:193	4	0	4	0,086	N:200	0,11
T:199	N:196	N:198	0	1	1	0,021	N:201	0,13
T:200	N:198	N:200	0	5	5	0,107	N:203	0,09
T:202	Pozo:2	N:199	0	0	0	0,000	N:204	0,11
T:203	N:195	N:194	11	9	20	0,428	N:205	0,11
T:204	N: L	N:195	0	0	0	0,000	N:206	0,00
T:205	N:197	N:196	0	0	0	0,000	N:207	0,00
T:206	N:199	N:197	0	0	0	0,000	N:169	0,11
T:207	N:199	N:201	3	3	6	0,129	Pozo: Álamos	-4,71
T:208	N:201	N:81	3	1	4	0,086	D:2	-17,26
T:209	N:204	N:105	6	7	13	0,278		
T:210	N:205	N:204	0	5	5	0,107		
T:211	N:206	N:205	3	2	5	0,107		
T:212	D:2	N:206	0	0	0	0,000		
T:213	N:207	N:178	0	0	0	0,000		
T:214	D:2	N:207	0	0	0	0,000		
T:255	N:109	N:183	3	2	5	0,107		

Anexo 3. Diámetros en las Tuberías Situación Actual y Situación Futura.

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)				Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:29	D:2	N:30	50	50	T:72	N:J	N:75	50	38
T:30	N:30	N:31	50	50	T:73	N:84	N:71	50	38
T:31	N:31	N:32	50	50	T:74	N:83	N:84	50	38
T:32	N:32	N:33	50	50	T:75	N:83	N:76	50	50
T:38	N:40	N:41	75	75	T:76	N:76	N:77	50	25
T:40	N:B1	N:42	50	25	T:77	N:77	N:78	50	25
T:41	N:A1	N:45	50	50	T:79	N:K	N:83	75	75
T:42	N:33	N:44	50	50	T:80	N:81	N:82	50	25
T:43	N:43	N:36	50	38	T:81	N:82	N:80	50	25
T:44	N:Z	N:43	50	38	T:82	N:86	N:85	50	25
T:45	N:44	N:Y	50	25	T:83	N:87	N:86	50	25
T:46	N:45	N:46	50	50	T:84	N:88	N:87	50	38
T:47	N:46	N:63	50	38	T:85	N:89	N:88	50	38
T:48	N:63	N:64	50	25	T:86	N:90	N:89	50	50
T:49	N:106	N:68	50	50	T:87	N:90	N:92	25	25
T:50	N:68	N:70	50	25	T:88	N:180	N:91	50	50
T:52	N:68	N:66	50	50	T:90	N:95	N:96	50	50
T:53	N:66	N:67	25	25	T:91	N:93	N:97	75	38
T:54	N:66	N:T	50	50	T:92	N:91	N:98	75	50
T:55	N:65	N:50	50	50	T:93	N:97	N:98	75	25
T:56	N:45	N:U	50	50	T:94	N:100	N:99	50	38
T:57	N:V	N:49	50	50	T:95	N:91	N:100	50	38
T:58	N:52	N:54	50	25	T:96	N:180	N:101	50	50
T:60	N:X	N:51	50	50	T:97	N:102	N:101	50	50
T:61	N:51	N:53	50	50	T:98	N:103	N:102	50	50
T:62	N:53	N:60	50	50	T:99	N:P	N:103	50	50
T:63	N:56	N:57	50	38	T:100	N:105	N:R	150	75
T:64	N:59	N:56	50	38	T:101	N:106	N:S	100	100
T:65	N:59	N:58	50	25	T:103	N:108	N:109	100	100
T:66	N:C1	N:59	50	50	T:104	N:H1	N:110	100	100
T:67	N:60	N:61	50	50	T:105	N:110	N:111	100	100
T:68	N:61	N:62	50	38	T:106	N:111	N:115	100	100
T:69	N:72	N:73	50	25	T:107	N:115	N:116	75	75
T:70	N:71	N:72	50	25	T:108	N:116	N:117	75	75
T:71	N:75	N:74	50	25	T:111	N:117	N:129	75	75

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)				Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:112	N:129	N:128	75	75	T:154	N:155	N:152	38	25
T:113	N:128	N:121	50	38	T:155	N:157	N:153	38	25
T:114	N:128	N:127	75	75	T:156	N:113	N:114	100	75
T:115	N:122	N:123	50	25	T:157	N:114	N:150	75	50
T:116	N:127	N:122	50	50	T:158	N:150	N:151	75	25
T:117	N:127	N:126	75	50	T:159	N:151	N:154	38	25
T:118	N:126	N:124	50	38	T:160	N:F1	N:170	75	50
T:119	N:126	N:125	75	25	T:161	N:170	N:171	50	25
T:120	N:121	N:120	50	25	T:162	N:170	N:172	75	38
T:122	N:115	N:132	75	75	T:163	N:172	N:173	38	38
T:123	N:136	N:135	50	25	T:164	N:173	N:174	38	25
T:124	N:137	N:169	75	25	T:165	N:G1	N:148	50	25
T:125	N:132	N:136	25	25	T:169	N:148	N:149	38	25
T:126	N:137	N:136	25	25	T:170	N:149	N:145	38	25
T:130	N:177	N:136	50	25	T:171	N:178	N:40	75	75
T:131	N:138	N:137	75	25	T:173	N:49	N:47	50	38
T:132	N:142	N:177	25	25	T:175	N:W	N:52	50	50
T:133	N:177	N:138	25	25	T:176	N:105	N:106	200	200
T:136	N:140	N:139	75	25	T:177	N:90	N:180	50	50
T:137	N:139	N:138	75	25	T:178	N:183	N:D1	100	75
T:138	N:Q	N:165	50	50	T:179	N:110	N:112	50	25
T:139	N:165	N:166	50	50	T:181	N:132	N:142	75	50
T:140	N:166	N:167	50	50	T:182	N:93	N:95	75	38
T:141	N:167	N:168	50	25	T:183	N:91	N:93	75	38
T:143	N:166	N:164	25	25	T:187	N:184	N:104	150	75
T:144	N:164	N:159	50	25	T:188	N:O	N:186	50	38
T:145	N:167	N:162	50	50	T:189	N:186	N:185	50	25
T:146	N:162	N:156	50	50	T:190	N:186	N:187	50	25
T:147	N:158	N:113	50	38	T:191	N:188	N:184	150	75
T:148	N:157	N:158	50	38	T:193	N:191	N:189	75	75
T:149	N:E1	N:157	50	25	T:194	N:189	N:188	75	75
T:150	N:156	N:155	38	38	T:195	N:188	N:192	50	25
T:151	N:155	N:161	38	25	T:196	N:203	N:191	75	75
T:152	N:182	N:160	38	25	T:197	N:193	N:M	75	75
T:153	N:155	N:182	38	25	T:198	N:196	N:193	75	75

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:199	N:196	N:198	75	25
T:200	N:198	N:200	75	25
T:203	N:195	N:194	50	25
T:204	N: L	N:195	50	25
T:205	N:197	N:196	63	63
T:206	N:199	N:197	75	75
T:207	N:199	N:201	75	75
T:208	N:201	N:81	75	75
T:209	N:204	N:105	200	200
T:210	N:205	N:204	200	200
T:211	N:206	N:205	200	200
T:212	D:2	N:206	200	200
T:213	N:207	N:178	75	75
T:214	D:2	N:207	75	75
T:255	N:109	N:183	100	75
T:166	N:148	N:144	38	25
T:109	N:117	N:119	50	25
T:134	N:142	N:140	75	25

Anexo 4. Escenario II Situación Futura: Resultados de la Simulación del Sector 17.

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:29	D:2	N:30	95	50	T:72	N:J	N:75	45	38
T:30	N:30	N:31	73	50	T:73	N:84	N:71	113	38
T:31	N:31	N:32	72	50	T:74	N:83	N:84	41	38
T:32	N:32	N:33	55	50	T:75	N:83	N:76	153	50
T:38	N:40	N:41	33	75	T:76	N:76	N:77	93	25
T:40	N:B1	N:42	66	25	T:77	N:77	N:78	32	25
T:41	N:A1	N:45	77	50	T:79	N:K	N:83	81	75
T:42	N:33	N:44	210	50	T:80	N:81	N:82	86	25
T:43	N:43	N:36	100	38	T:81	N:82	N:80	96	25
T:44	N:Z	N:43	75	38	T:82	N:86	N:85	132	25
T:45	N:44	N:Y	66	25	T:83	N:87	N:86	74	25
T:46	N:45	N:46	104	50	T:84	N:88	N:87	188	38
T:47	N:46	N:63	32	38	T:85	N:89	N:88	30	38
T:48	N:63	N:64	28	25	T:86	N:90	N:89	97	50
T:49	N:106	N:68	23	50	T:87	N:90	N:92	59	25
T:50	N:68	N:70	16	25	T:88	N:180	N:91	55	50
T:52	N:68	N:66	120	50	T:90	N:205	N:95	181	50
T:53	N:66	N:67	53	25	T:91	N:93	N:97	206	38
T:54	N:66	N:T	49	50	T:92	N:91	N:98	165	50
T:55	N:65	N:50	70	50	T:93	N:98	N:97	82	25
T:56	N:45	N:U	45	50	T:94	N:100	N:99	124	38
T:57	N:V	N:49	36	50	T:95	N:91	N:100	38	38
T:58	N:52	N:54	69	25	T:96	N:101	N:180	27	50
T:60	N:X	N:51	16	50	T:97	N:102	N:101	46	50
T:61	N:51	N:53	44	50	T:98	N:103	N:102	63	50
T:62	N:53	N:60	266	50	T:99	N:P	N:103	58	50
T:63	N:56	N:57	50	38	T:100	N:105	N:R	134	75
T:64	N:59	N:56	91	38	T:101	N:106	N:S	21	100
T:65	N:59	N:58	75	25	T:103	N:108	N:109	33	100
T:66	N:C1	N:59	74	50	T:104	N:H1	N:110	75	100
T:67	N:60	N:61	75	50	T:105	N:110	N:111	72	100
T:68	N:61	N:62	54	38	T:106	N:111	N:115	117	100
T:69	N:72	N:73	83	25	T:107	N:115	N:116	67	75
T:70	N:71	N:72	111	25	T:108	N:116	N:117	160	75
T:71	N:75	N:74	104	25	T:111	N:117	N:129	54	75

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:112	N:129	N:128	50	75	T:155	N:157	N:153	53	25
T:113	N:128	N:121	152	38	T:156	N:113	N:114	95	75
T:114	N:128	N:127	76	75	T:157	N:114	N:150	158	50
T:115	N:122	N:123	46	25	T:158	N:150	N:151	47	25
T:116	N:127	N:122	107	50	T:159	N:151	N:154	72	25
T:117	N:127	N:126	82	50	T:160	N:F1	N:170	48	50
T:118	N:126	N:124	124	38	T:161	N:170	N:171	96	25
T:119	N:126	N:125	84	25	T:162	N:170	N:172	50	38
T:120	N:121	N:120	67	25	T:163	N:172	N:173	69	38
T:122	N:115	N:132	48	75	T:164	N:173	N:174	58	25
T:123	N:136	N:135	37	25	T:165	N:G1	N:148	128	25
T:125	N:132	N:136	76	25	T:169	N:148	N:149	45	25
T:126	N:136	N:137	70	25	T:170	N:149	N:145	34	25
T:130	N:177	N:136	74	25	T:171	N:178	N:40	130	75
T:131	N:138	N:137	74	25	T:173	N:49	N:47	125	38
T:132	N:142	N:177	76	25	T:175	N:W	N:52	20	50
T:133	N:177	N:138	70	25	T:176	N:105	N:106	5	200
T:136	N:140	N:139	72	25	T:177	N:180	N:90	7	50
T:137	N:139	N:138	74	25	T:178	N:183	N:D1	76	75
T:138	N:Q	N:165	42	50	T:179	N:110	N:112	50	25
T:139	N:165	N:166	21	50	T:181	N:132	N:142	74	50
T:140	N:166	N:167	10	50	T:182	N:95	N:93	75	38
T:141	N:167	N:168	59	25	T:183	N:93	N:91	74	38
T:143	N:166	N:164	7	25	T:187	N:184	N:104	105	75
T:144	N:164	N:159	95	25	T:188	N:O	N:186	58	38
T:145	N:167	N:162	70	50	T:189	N:186	N:185	53	25
T:146	N:162	N:156	110	50	T:190	N:186	N:187	86	25
T:147	N:113	N:158	56	38	T:191	N:188	N:184	116	75
T:148	N:158	N:157	15	38	T:193	N:191	N:189	6	75
T:149	N:157	N:E1	26	25	T:194	N:189	N:188	7	75
T:150	N:156	N:155	51	38	T:195	N:188	N:192	80	25
T:151	N:155	N:161	102	25	T:196	N:203	N:191	20	75
T:152	N:182	N:160	112	25	T:197	N:193	N:M	60	75
T:153	N:155	N:182	63	25	T:198	N:196	N:193	84	75
T:154	N:155	N:152	52	25	T:199	N:196	N:198	40	25

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:200	N:198	N:200	87	25
T:203	N:195	N:194	102	25
T:204	N:L	N:195	70	25
T:205	N:197	N:196	52	63
T:206	N:199	N:197	30	75
T:207	N:199	N:201	28	75
T:208	N:201	N:81	22	75
T:209	N:204	N:105	222	200
T:210	N:205	N:204	170	200
T:211	N:206	N:205	118	200
T:212	D:2	N:206	69	200
T:213	N:207	N:178	191	75
T:214	D:2	N:207	63	75
T:255	N:109	N:183	74,5	75
T:166	N:148	N:144	65	25
T:124	N:137	N:169	36	25
T:109	N:117	N:119	105	25
T:134	N:142	N:140	153	25
15HP	Pozo: Álamos	N:199		75

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:30	0,00	19,98	T:29	1,27	0,65
N:31	0,00	18,20	T:30	1,27	0,65
N:32	0,09	22,43	T:31	1,27	0,65
N:33	0,13	23,92	T:32	1,18	0,60
N:36	0,32	22,41	T:38	2,58	0,58
N:40	0,26	16,48	T:40	0,21	0,43
N:41	0,09	16,30	T:41	2,28	1,16
N:42	0,21	13,56	T:42	1,05	0,54
N:43	0,21	21,73	T:43	0,32	0,28
N:44	0,36	19,33	T:44	0,53	0,47
N:45	0,45	13,87	T:45	0,16	0,33
N:46	0,30	11,56	T:46	0,64	0,33
N:47	0,34	26,27	T:47	0,34	0,30
N:49	0,02	17,72	T:48	0,30	0,61
N:50	0,04	16,33	T:49	2,18	1,11
N:51	0,00	21,61	T:50	0,19	0,39
N:52	0,00	19,02	T:52	1,96	1,00
N:53	0,00	23,46	T:53	0,17	0,35
N:54	0,19	25,39	T:54	1,51	0,77
N:56	0,09	23,49	T:55	1,45	0,74
N:57	0,43	21,25	T:56	1,35	0,69
N:58	0,21	24,37	T:57	2,76	1,41
N:59	0,21	21,11	T:58	0,19	0,39
N:60	0,54	19,5	T:60	2,21	1,13
N:61	0,26	18,25	T:61	2,21	1,13
N:62	0,47	16,95	T:62	2,21	1,13
N:63	0,04	11,44	T:63	0,43	0,38
N:64	0,30	14,84	T:64	0,52	0,46
N:65	0,06	18,28	T:65	0,21	0,43
N:66	0,28	19,00	T:66	0,94	0,48
N:67	0,17	24,61	T:67	0,73	0,37
N:68	0,02	24,87	T:68	0,47	0,41
N:70	0,19	24,72	T:69	0,13	0,26
N:71	0,06	47,04	T:70	0,13	0,26
N:72	0,00	43,54	T:71	0,24	0,49
N:73	0,13	49,16	T:72	0,33	0,29
N:74	0,24	49,41	T:73	0,52	0,46

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:75	0,09	51,89	T:74	0,52	0,46
N:76	0,30	50,76	T:75	0,67	0,34
N:77	0,26	45,81	T:76	0,37	0,75
N:78	0,11	40,7	T:77	0,11	0,22
N:80	0,11	35,21	T:79	1,28	0,29
N:81	0,09	36,38	T:80	0,30	0,61
N:82	0,19	39,53	T:81	0,11	0,22
N:83	0,09	44,26	T:82	0,17	0,35
N:84	0,00	36,93	T:83	0,17	0,35
N:85	0,17	23,7	T:84	0,47	0,41
N:86	0,00	37,69	T:85	0,49	0,43
N:87	0,30	36,25	T:86	0,56	0,28
N:88	0,02	22,46	T:87	0,24	0,49
N:89	0,06	19,67	T:88	0,80	0,41
N:90	0,00	29,89	T:90	1,41	0,72
N:91	0,24	27,67	T:91	0,50	0,44
N:92	0,24	32,05	T:92	0,63	0,32
N:93	0,04	32,07	T:93	0,16	0,33
N:95	0,41	36,77	T:94	0,34	0,30
N:97	0,66	15,76	T:95	0,38	0,34
N:98	0,47	14,25	T:96	1,66	0,84
N:99	0,34	23,14	T:97	1,66	0,84
N:100	0,04	26,53	T:98	1,66	0,84
N:101	0,00	30,39	T:99	1,66	0,84
N:102	0,00	27,19	T:100	1,38	0,31
N:103	0,00	25,29	T:101	7,68	0,98
N:104	0,26	26,3	T:103	7,57	0,96
N:105	0,28	26,53	T:104	5,66	0,72
N:106	0,00	25,53	T:105	5,34	0,68
N:108	0,11	24,32	T:106	5,19	0,66
N:109	0,09	22,99	T:107	2,60	0,59
N:110	0,04	23,61	T:108	2,60	0,59
N:111	0,15	24,28	T:111	2,22	0,50
N:112	0,28	25,77	T:112	2,22	0,50
N:113	0,00	28,58	T:113	0,4	0,35
N:114	0,15	32,41	T:114	1,63	0,37
N:115	1,05	22,77	T:115	0,24	0,49

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:116	0,00	20,44	T:116	0,58	0,30
N:117	0,19	20,66	T:117	0,90	0,46
N:119	0,19	15,8	T:118	0,45	0,40
N:120	0,19	23,09	T:119	0,28	0,57
N:121	0,21	29,64	T:120	0,19	0,39
N:122	0,34	30,89	T:122	1,54	0,35
N:123	0,24	34,31	T:123	0,21	0,43
N:124	0,45	36,07	T:125	0,48	0,98
N:125	0,28	28,31	T:126	0,14	0,29
N:126	0,17	25,71	T:130	0,13	0,27
N:127	0,15	23,12	T:131	0,10	0,20
N:128	0,19	18,28	T:132	0,43	0,87
N:129	0,00	19,46	T:133	0,17	0,34
N:132	0,19	24,68	T:136	0,23	0,47
N:135	0,21	29,89	T:137	0,12	0,25
N:136	0,26	32,25	T:138	1,01	0,52
N:137	0,13	39,92	T:139	1,01	0,52
N:138	0,19	45,1	T:140	0,86	0,44
N:139	0,11	46,37	T:141	0,13	0,26
N:140	0,02	35,22	T:143	0,13	0,26
N:142	0,19	29,33	T:144	0,13	0,26
N:144	0,21	46,06	T:145	0,71	0,36
N:145	0,11	42,62	T:146	0,71	0,36
N:148	0,00	43,89	T:147	0,32	0,28
N:149	0,00	40,74	T:148	0,32	0,28
N:150	0,17	41,99	T:149	0,17	0,35
N:151	0,00	40,84	T:150	0,62	0,55
N:152	0,06	41,54	T:151	0,30	0,61
N:153	0,15	33,04	T:152	0,15	0,31
N:154	0,11	36,59	T:153	0,26	0,53
N:155	0,00	36,6	T:154	0,06	0,13
N:156	0,26	35,15	T:155	0,15	0,31
N:157	0,00	32,35	T:156	1,39	0,31
N:158	0,00	32,4	T:157	0,60	0,31
N:159	0,13	29,4	T:158	0,11	0,22
N:160	0,15	28,89	T:159	0,11	0,22
N:161	0,30	28,41	T:160	0,64	0,33

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:162	0,00	29,55	T:161	0,28	0,57
N:164	0,00	27,83	T:162	0,36	0,32
N:165	0,00	28,01	T:163	0,36	0,32
N:166	0,02	27,86	T:164	0,21	0,43
N:167	0,02	27,81	T:165	0,32	0,65
N:168	0,13	26,54	T:169	0,11	0,22
N:170	0,00	38,27	T:170	0,11	0,22
N:171	0,28	43,45	T:171	2,84	0,64
N:172	0,00	42,07	T:173	0,34	0,30
N:173	0,15	47,8	T:175	2,40	1,22
N:174	0,21	51,16	T:176	9,86	0,31
N:177	0,13	35,55	T:177	0,80	0,40
N:178	0,00	18,33	T:178	1,71	0,39
N:180	0,06	29,92	T:179	0,28	0,57
N:182	0,11	35,56	T:181	0,87	0,44
N:183	0,11	25,77	T:182	1,00	0,88
N:184	0,11	27,53	T:183	0,45	0,40
N:185	0,09	26,23	T:187	1,56	0,35
N:186	0,06	26,35	T:188	0,32	0,28
N:187	0,17	32,7	T:189	0,09	0,18
N:188	0,00	34,92	T:190	0,17	0,35
N:189	0,00	34,95	T:191	1,99	0,45
N:191	0,04	35,97	T:193	2,12	0,48
N:192	0,13	31,56	T:194	2,12	0,48
N:193	0,09	38,31	T:195	0,13	0,26
N:194	0,43	34,1	T:196	2,16	0,49
N:195	0,00	38,37	T:197	2,25	0,51
N:196	0,00	31,69	T:198	2,34	0,53
N:197	0,00	37,31	T:199	0,13	0,27
N:198	0,02	29,51	T:200	0,11	0,22
N:199	0,00	34,51	T:203	0,43	0,88
N:200	0,11	31,21	T:204	0,43	0,88
N:201	0,13	34,43	T:205	2,47	0,79
N:203	0,09	35,05	T:206	2,90	0,66
N:204	0,11	18,7	T:207	1,80	0,41
N:205	0,11	22,82	T:208	1,67	0,38
N:206	0,00	14,94	T:209	11,51	0,37

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:207	0,00	20,59	T:210	11,62	0,37
N:J	0,00	47,04	T:211	13,14	0,42
N:K	0,00	36,38	T:212	13,14	0,42
N:L	0,00	37,31	T:213	2,84	0,64
N:N	0,00	35,05	T:214	2,84	0,64
N:M	0,00	35,05	T:255	1,82	0,41
N:O	0,00	27,53	T:166	0,21	0,43
N:P	0,00	26,3	T:124	0,11	0,22
N:Q	0,00	32,3	T:109	0,19	0,39
N:R	0,00	32,3	T:134	0,25	0,52
N:S	0,00	24,32	15HP	4,71	0,00
N:T	0,00	18,28	V 10	0,33	0,29
N:U	0,00	16,33	V 11	1,28	0,29
N:V	0,00	16,33	V 12	0,43	0,88
N:W	0,00	17,72	V 13	0,00	0,00
N:X	0,00	19,02	V 14	2,25	0,51
N:Y	0,00	13,87	V 15	0,32	0,28
N:Z	0,00	19,33	V 16	1,66	0,84
N:A1	0,00	16,3	V 17	1,01	0,52
N:B1	0,00	16,3	V 18	1,38	0,31
N:C1	0,00	19,5	V 19	7,68	0,98
N:D1	0,00	28,58	V 20	1,51	0,77
N:E1	0,00	35,15	V 21	1,35	0,69
N:F1	0,00	32,41	V 22	2,76	1,41
N:G1	0,00	41,99	V 23	2,40	1,22
N:H1	0,00	22,99	V 24	2,21	1,13
N:169	0,11	34,82	V 25	0,16	0,34
Pozo: Álamos	-4,71	0,00	V 26	0,53	0,47
D:2	-17,26	4,00	V 27	2,28	1,16
			V 28	0,21	0,43
			V 29	0,94	0,48
			V 30	1,71	0,39
			V 31	0,17	0,35
			V 32	0,64	0,33
			V 33	0,32	0,65
			V 34	5,66	0,72

Anexo 5. Zona 27 Diámetros en las Tuberías Situación Actual y Situación Futura.

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)				Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:1	N:2	N:1	38	25	T:230	N:218	N:220	100	50
T:2	N:3	N:2	38	38	T:231	N:220	N:219	100	25
T:3	N:4	N:9	50	25	T:232	N:I	N:221	75	38
T:5	N:C	N:4	50	25	T:233	N:221	N:222	50	25
T:6	N:5	N:A	75	75	T:234	N:221	N:223	75	38
T:7	N:6	N:5	75	75	T:235	N:223	N:224	50	25
T:8	N:7	N:6	75	75	T:236	N:224	N:225	50	25
T:9	N:8	N:7	75	75	T:237	N:223	N:226	75	25
T:10	N:175	N:11	50	75	T:238	N:226	N:227	50	25
T:11	N:11	N:12	50	75	T:239	N:227	N:224	50	25
T:12	N:12	N:13	50	25					
T:13	N:13	N:15	50	25					
T:14	N:13	N:14	50	25					
T:15	N:12	N:16	63	75					
T:16	N:D	N:17	50	25					
T:17	N:17	N:18	50	25					
T:18	N:18	N:19	50	25					
T:20	N:19	N:22	50	25					
T:23	N:16	N:25	63	75					
T:25	N:F	N:26	50	25					
T:26	N:25	N:24	25	25					
T:27	N:25	N:28	75	75					
T:28	N:28	N:29	75	75					
T:185	N:B	N:3	38	38					
T:186	N:BB	N:8	75	75					
T:220	N:H	N:209	100	100					
T:221	N:209	N:210	100	100					
T:222	N:210	N:211	100	100					
T:223	N:211	N:212	100	100					
T:224	N:212	N:213	100	100					
T:225	N:213	N:217	100	100					
T:226	N:217	N:216	100	50					
T:227	N:216	N:215	100	50					
T:228	N:215	N:214	100	50					
T:229	N:217	N:218	100	50					

Anexo 6. Escenario II Situación Futura: Resultados de la Simulación del Sector 27.

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:1	0,32	29,67	T:1	0,32	0,64
N:2	0,81	35,59	T:2	1,12	0,99
N:3	0,00	45,46	T:3	0,14	0,28
N:4	0,04	46,77	T:5	0,18	0,36
N:5	0,02	47,70	T:6	8,03	1,82
N:6	0,02	46,77	T:7	8,05	1,82
N:7	0,06	47,33	T:8	8,07	1,83
N:8	0,00	41,55	T:9	8,13	1,84
N:9	0,14	46,39	T:10	6,57	1,49
N:11	0,30	38,03	T:11	6,27	1,42
N:12	0,22	36,71	T:12	0,35	0,72
N:13	0,00	42,18	T:13	0,22	0,44
N:14	0,14	42,02	T:14	0,14	0,28
N:15	0,22	43,59	T:15	5,70	1,29
N:16	0,18	39,00	T:16	0,41	0,84
N:17	0,06	37,21	T:17	0,35	0,72
N:18	0,00	36,88	T:18	0,35	0,72
N:19	0,16	33,84	T:20	0,20	0,40
N:22	0,20	32,42	T:23	5,11	1,16
N:24	0,10	42,87	T:25	0,22	0,44
N:25	0,43	41,09	T:26	0,10	0,20
N:26	0,22	38,09	T:27	4,36	0,99
N:28	0,43	41,35	T:28	3,93	0,89
N:29	0,00	40,58	T:185	1,12	0,99
N:175	0,08	45,80	T:186	8,13	1,84
N:209	0,00	36,56	T:220	3,93	0,5
N:210	0,00	32,11	T:221	3,93	0,5
N:211	0,00	32,91	T:222	3,93	0,5
N:212	0,00	29,80	T:223	3,93	0,5
N:213	0,00	30,49	T:224	3,93	0,5
N:214	1,97	28,10	T:225	3,93	0,5
N:215	0,00	29,2	T:226	2,5	1,27
N:216	0,53	30,08	T:227	1,97	1,00
N:217	0,00	30,38	T:228	1,97	1,00
N:218	0,10	27,15	T:229	1,43	0,73

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:219	0,18	24,01	T:230	1,33	0,68
N:220	0,16	24,51	T:231	0,18	0,36
N:221	0,08	24,88	T:232	0,99	0,88
N:222	0,26	20,02	T:233	0,26	0,52
N:223	0,10	21,17	T:234	0,66	0,58
N:224	0,12	16,72	T:235	0,33	0,68
N:225	0,38	12,09	T:236	0,38	0,78
N:226	0,04	17,68	T:237	0,23	0,46
N:227	0,02	10,20	T:238	0,19	0,38
N:A	0,08	45,80	T:239	0,17	0,34
N:B	0,00	45,80	15HP	8,13	0,00
N:C	0,00	45,80			
N:D	0,00	39,00			
N:F	0,00	41,09			
N:G	0,00	40,58			
N:H	0,00	40,58			
N:I	0,00	24,51			
N:BB	0,00	91,96			
Pozo: Tomatas C	-8,18	0,00			

Anexo 14. Programa EPANET.

EPANET es un programa que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo.

El éxito de EPANET radica en su potente simulador hidráulico que ofrece las siguientes prestaciones:

- No existe límite en cuanto al tamaño de la red que puede procesarse.
- Las pérdidas de carga pueden calcularse mediante las fórmulas de Hazen-Williams, de Darcy-Weisbach o de Chezy-Manning.
- Contempla pérdidas menores en codos, accesorios, etc.
- Admite bombas de velocidad fija o variable.
- Determina el consumo energético y sus costes.
- Permite considerar varios tipos de válvulas, tales como válvulas de corte, de retención, y reguladoras de presión o caudal.
- Admite depósitos de geometría variable (esto es, cuyo diámetro varíe con el nivel)

PASOS PARA UTILIZAR EPANET.

Los pasos a seguir normalmente para modelar un sistema de distribución de agua con EPANET son los siguientes:

- Dibujar un esquema de la red o importar una descripción básica del mismo desde un fichero de texto.

- Editar las propiedades de los elementos que configuran el sistema en el editor de propiedades.
- Describir el modo de operación del sistema (arranque o parada de bombas, abertura o cierre de válvulas, etc.) mediante leyes de control.
- Seleccionar las opciones de cálculo (ecuaciones de cálculo de pérdidas de energía, sistema de unidades).
- Realizar el análisis hidráulico, rodando el programa.
- Observar los resultados en tablas o gráficas.

La siguiente figura muestra cómo se interconectan todos estos objetos entre sí para formar el modelo de una red.

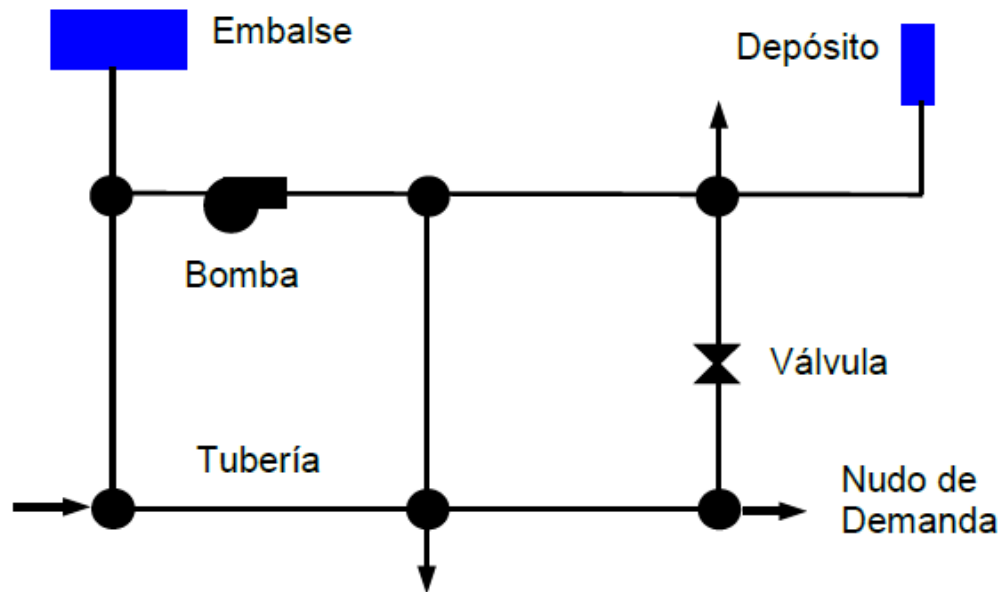


Figura 1. *Componentes Físicos de una Red.*

Fuente: Manual del Usuario EPANET 2.0

El comportamiento de cada uno de estos elementos se rige por las ecuaciones de continuidad en nudos y de conservación de la energía, así como por la relación entre la diferencia de alturas piezométricas de los extremos de cada elemento lineal y su caudal circulante. Estas expresiones

relacionan las incógnitas que buscamos (caudales y presiones) con los parámetros y resto de variables que definen la red. Del conjunto de relaciones anteriores se obtienen dos sistemas de ecuaciones no lineales, uno aplicando la ecuación de continuidad en nudos, y otro basado en las pérdidas de carga de los elementos de la red. De su resolución se obtendrán los caudales circulantes y las presiones en los nudos.

El carácter no lineal de estos sistemas de ecuaciones hace indispensable la aplicación de métodos numéricos de resolución. Concretamente, EPANET utiliza el método de Newton-Raphson para hallar la solución simultánea del sistema de ecuaciones de balance de masa y energía. El problema es resuelto mediante la solución iterativa de un sistema de ecuaciones lineales de tamaño igual al número de alturas piezométricas desconocidas.

En general, tanto EPANET como el resto de programas dirigidos al cálculo de redes, necesitan la definición de los siguientes componentes, con el objetivo de obtener un modelo de la red lo más próximo a la realidad:

Tabla 1.
Componentes de EPANET.

COMPONENTES FÍSICOS		COMPONENTES NO FÍSICOS
Elementos puntuales	Elementos lineales	
Nudos de caudal	Tuberías	Curvas de comportamiento
Embalses	Bombas	Curvas de modulación
Depósitos	Válvulas	Leyes de control

Fuente: Manual del Usuario EPANET.

COMPONENTES FÍSICOS.

Nudos de Caudal.

Los Nudos de Caudal son los puntos de la red donde confluyen las tuberías o bien sus extremos, y a través de ellos el agua entra o sale de la misma (también pueden ser sólo puntos de paso).

Embalses.

Los Embalses son nudos que representan una fuente externa de alimentación, de capacidad ilimitada, o bien un sumidero de caudal. Se utilizan para modelar elementos como lagos, captaciones desde ríos, acuíferos subterráneos, o también puntos de entrada a otros subsistemas. Los embalses pueden utilizarse también como puntos de entrada de contaminantes.

Depósitos.

Los Depósitos son nudos con cierta capacidad de almacenamiento, en los cuales el volumen de agua almacenada puede variar con el tiempo durante la simulación.

El nivel del agua en los depósitos debe oscilar entre el nivel mínimo y el nivel máximo. EPANET impide la salida del agua del depósito cuando está a su nivel mínimo y cierra la entrada de agua cuando está a su nivel máximo. Los depósitos también pueden utilizarse como puntos de entrada de contaminantes a la red.

ELEMENTOS LINEALES.

Tuberías.

Las tuberías son líneas que transportan el agua de un nudo a otro. EPANET asume que las tuberías están completamente llenas en todo momento, y por consiguiente que el flujo es a presión. La dirección del flujo es siempre del nudo de mayor altura piezométrica (suma de la cota más la presión, o bien energía interna por unidad de peso) al de menor altura piezométrica.

La pérdida de carga (o de altura piezométrica) en una tubería debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse utilizando tres fórmulas de pérdidas diferentes:

- La fórmula de Hazen-Williams.
- La fórmula de Darcy-Weisbach.
- La fórmula de Chezy-Manning.

La fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada en EEUU. Sin embargo, no puede utilizarse para líquidos distintos del agua, y fue desarrollada originalmente sólo para flujo turbulento. Desde el punto de vista académico, la fórmula de Darcy-Weisbach es la más correcta, y es aplicable a todo tipo de líquidos y regímenes. Finalmente, la fórmula de Chezy-Manning es utilizada usualmente para canales y tuberías de gran diámetro, donde la turbulencia está muy desarrollada.

Todas las fórmulas emplean la misma ecuación básica para calcular la pérdida de carga entre el nudo de entrada y el de salida:

$$h_L = A q^B$$

Donde:

h_L : pérdida de carga (en unidades de longitud).

A: coeficiente de resistencia.

B: exponente del caudal.

q: caudal (en unidades de volumen/tiempo).

Al aplicar la fórmula de Darcy-Weisbach, EPANET emplea distintos métodos para calcular el factor de fricción f , dependiendo del tipo de régimen:

- Para flujo laminar ($Re < 2.000$) emplea la fórmula de Hagen–Poiseuille.

- Para flujo turbulento ($Re > 4.000$) emplea la aproximación explícita de Swamee y Jain a la fórmula de Colebrook-White.
- Para el flujo de transición ($2.000 < Re < 4.000$) aplica una interpolación cúbica al diagrama de Moody.

Pérdidas Menores.

Las pérdidas menores (también denominadas pérdidas localizadas) pueden interpretarse como debidas al incremento de la turbulencia que se produce en los cambios de dirección, codos, accesorios, etc. La importancia de incluir o no tales pérdidas depende del tipo de red modelada y de la precisión de los resultados deseada. EPANET permite asociar a cada tubería un coeficiente de pérdidas menores. El valor de la pérdida será el producto de dicho coeficiente por la altura dinámica en la tubería, esto es:

$$h_L = K \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Donde:

K: coeficiente de pérdidas menores.

v: velocidad del caudal (en unidades de longitud/tiempo).

g: aceleración de la gravedad (en unidades de longitud/tiempo²).

Bombas.

Las bombas son líneas que comunican energía al fluido elevando su altura piezométrica. Los datos principales de una bomba son sus nudos de aspiración e impulsión y su curva característica a velocidad nominal (o relación entre caudal trasegado y la altura comunicada). En lugar de dar la curva característica, el comportamiento de una bomba puede también modelarse admitiendo

que trabaja a potencia constante para cualquier combinación de caudal y altura, lo que permite determinar la altura comunicada al fluido en función del caudal de paso.

Válvulas.

Las válvulas son líneas que limitan la presión o el caudal en un punto determinado de la red.

Los datos principales de una válvula son:

- Los nudos aguas arriba y aguas abajo
- El diámetro
- La consigna
- Su estado (forzado o no)

Los resultados asociados con una válvula son básicamente el caudal de paso y la pérdida de carga. Los tipos de válvulas contemplados en EPANET son:

- Válvulas Reductoras de Presión (en inglés PRV)
- Válvulas Sostenedoras de Presión (en inglés PSV)
- Válvulas de Rotura de Carga (en inglés PBV)
- Válvulas Limitadoras de Caudal (en inglés FCV)
- Válvulas de Regulación (en inglés TCV)
- Válvulas de Propósito General (en inglés GPV).

Cada tipo de válvula realiza algún tipo de control, ya sea con relación a la presión o el caudal que circula por ella. Por esta razón, se debe tener en cuenta cuál es la propiedad que se debe configurar para cada válvula. Para dibujar una válvula en el área de trabajo, es necesario tener en cuenta la misma condición que se tuvo en la descripción de las tuberías. De tal forma, en EPANET se puede dibujar una válvula si existe un punto de partida y un punto de llegada.

Cada válvula presenta una característica especial y unas condiciones a cumplir para obtener una simulación sin errores. A continuación, se analizan una por una las válvulas mostradas en la figura 39.

Válvula 1	
Propiedad	Valor
*ID Válvula	1
*Nudo Aguas Arriba	N:A
*Nudo Aguas Abajo	N:175
Descripción	
Etiqueta	
*Diámetro	75
*Tipo Válvula	LimitCaudal
*Consigna	Reductora
Coef. Pérdidas	Sostenedora
Estado Forzado	RoturaCarga
Caudal	LimitCaudal
Velocidad	Regulación
Pérdida	PropósGral
Calidad	Sin Valor
Estado	Sin Valor

Figura 2. Tipo de Válvulas.

Fuente: Manual del Usuario EPANET 2.0.

Válvula reductora de presión (PRV): la PRV limita la presión en un punto de la red, sobre un tramo de tubería. EPANET establece tres formas de operación:

Parcialmente abierta (es decir, activa) para mantener una presión aguas abajo, siempre y cuando la presión aguas arriba sea superior a ésta.

Totalmente abierta, cuando la presión aguas arriba está por debajo de la especificada en la propiedad Consigna; el parámetro a controlar con este tipo de válvula es la presión, razón por la cual en la propiedad Consigna se debe introducir la presión deseada en la conexión o nudo aguas abajo de la válvula.

Cerrada, si la presión aguas abajo es superior a la presión aguas arriba, para impedir el flujo inverso. Se deben tener en cuenta dos aspectos para la modelación de PRV: no se puede conectar una PRV directamente a un depósito o tanque (se puede utilizar una tubería para separarlos), y adicionalmente una PRV no puede compartir la misma conexión o conectarse en serie.

Válvula sostenedora de presión (PSV): la PSV mantiene una presión determinada en un punto específico de la red. EPANET diferencia tres modos de funcionamiento:

Parcialmente abierta, para mantener la presión (especificada en la propiedad Consigna) aguas arriba de la válvula cuando la presión aguas abajo es menor.

Totalmente abierta, si la presión aguas abajo es superior a la especificada en la propiedad Consigna.

Cerrada, si la presión aguas abajo es superior a la presión aguas arriba para impedir el flujo inverso.

A la hora de simular un modelo hidráulico que contenga una PSV, ésta no se puede conectar directamente a un depósito o tanque (utilice una tubería para separarlos), ni tampoco se puede compartir el mismo nudo aguas arriba o conectarse en serie, ni estar conectada al nudo aguas abajo.

Válvula de rotura de carga (PBV): la PBV obliga a que la caída de presión en la válvula sea siempre un valor predeterminado por el usuario. El caudal que conduce la válvula puede ir en ambas direcciones. Las PBV no son mecanismos físicos verdaderos, pero pueden usarse para modelar situaciones donde exista una caída de presión local conocida.

Válvula limitadora o controladora de caudal (FCV): las FCV limitan el caudal a un valor específico. EPANET mostrará un mensaje de advertencia si el caudal no se puede mantener sin un aporte de presión en la válvula (es decir, el caudal no se podrá mantener con la válvula

totalmente abierta). Se debe tener especial atención en las FCV a la hora de simular un modelo hidráulico, ya que no pueden conectarse directamente a un depósito o tanque (utilice una tubería para separarlos).

Válvula de regulación o reguladora por estrangulación (TCV): las TCV simulan una válvula parcialmente cerrada, ajustando adecuadamente el valor del coeficiente de pérdidas menores. Normalmente los fabricantes proporcionan una relación entre el grado de cierre de la válvula y el coeficiente de pérdidas resultante.

Válvula de propósito general (GPV): las GPV se utilizan para representar un elemento con un comportamiento diferente y una relación entre el caudal y las pérdidas de energía. Además, se puede hacer uso de esta válvula para simular otro tipo de elementos físicos en un sistema de acueducto. Por ejemplo, simular turbinas, pozos de aspiración o válvulas preventivas contracorriente y reductoras de caudal. Para lograr modelar una GPV se requiere de una curva característica (se utiliza la misma ruta de acceso descrita para una curva característica de una bomba) que relacione las pérdidas de energía en el eje de las ordenadas (expresado en metros) y el caudal en el eje de las abscisas (expresado en litros por segundo). La curva se debe citar por medio de la identificación o ID en la propiedad *Consigna*. En la figura 8 se muestra la curva para una válvula GPV. En el recuadro rojo se visualiza la opción que se debe elegir para la válvula.

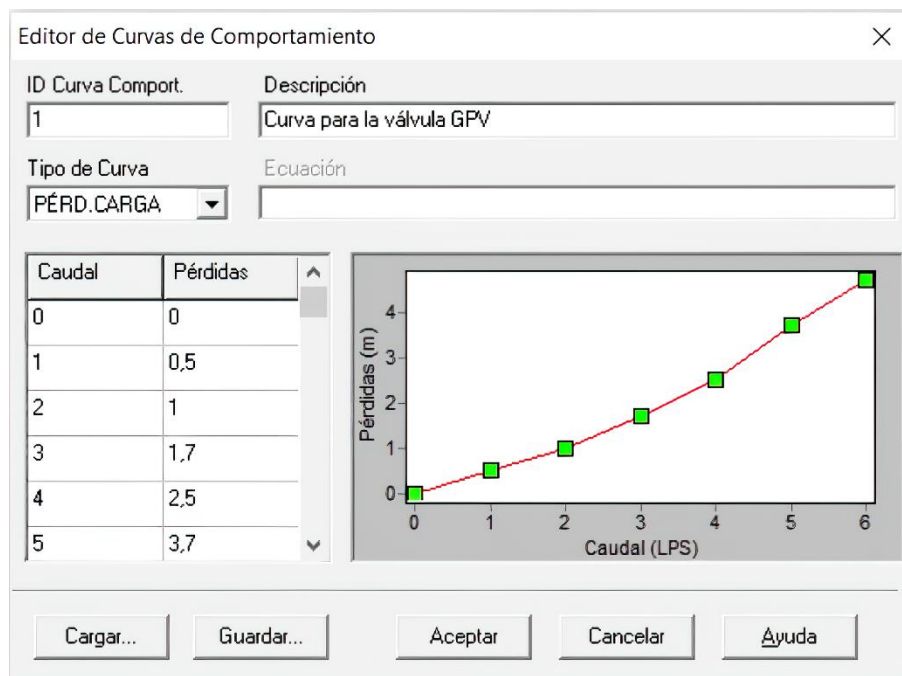


Figura 3. Curvas Característica para una Válvula de Propósito General.

Fuente: Manual del Usuario EPANET 2.0.

Tabla 2.

Valor a introducir en la propiedad Consigna.

Tipo de válvula	Consigna a introducir en EPANET	Unidades de la Consigna
Válvula reductora de presión (PRV)	Presión requerida aguas abajo de la válvula	Metros (m)
Válvula sostenedora de presión (PSV)	Presión requerida aguas arriba de la válvula	Metros (m)
Válvula de rotura de carga (PBV)	Presión de caída requerida entre el nudo aguas arriba y aguas abajo de la válvula	Metros (m)
Válvula limitadora o controladora de caudal (FCV)	Caudal a limitar o restringir en el tramo donde se encuentra instalada la válvula	Litros por segundo (L/s)

Válvula reguladora por estrangulación (TCV)	Coeficiente o constante de accesorio	Adimensional
Válvula de propósito general (GPV)	Nombre o ID de la curva característica que relaciona la pérdida de energía vs caudal	Nombre o ID de la curva característica de pérdidas

Fuente: Ejercicios Prácticos en EPANET, Universidad Piloto de Colombia.

COMPONENTES NO FÍSICOS.

Además de los componentes físicos, EPANET utiliza tres tipos de componentes complementarios, curvas de comportamiento, curvas de modulación y leyes de control, para describir el comportamiento y modo de operación del sistema.

Curvas de Comportamiento.

Las Curvas de Comportamiento (o Curvas simplemente) son objetos que contienen pares de datos ordenados, los cuales representan una relación entre dos magnitudes. Dos o más objetos físicos pueden compartir la misma curva. En un modelo de EPANET se pueden declarar los siguientes tipos de Curvas:

- Curvas Características.
- Curvas de Rendimiento.
- Curvas de Cubicación o volumen.
- Curvas de Pérdidas.

Curva de características de una bomba: representa la relación entre la altura y el caudal que puede desarrollar a su velocidad nominal. Esta curva debe disminuir la altura a medida que aumenta el caudal.

Curva de rendimiento: determina el rendimiento de la bomba como función del caudal de la bomba. Esta curva se usa únicamente para cálculos energéticos.

Curva de volumen: determina cómo el volumen de agua en el tanque varía en función del nivel de agua. Se usa cuando es necesario representar exactamente tanques cuya sección transversal varía con la altura.

Curva de pérdidas: se usa para representar las pérdidas en una válvula de propósito general en función del caudal.

Curvas de Modulación.

Las Curvas de Modulación (o Patrones), son una secuencia de factores multiplicativos que, aplicados sobre un valor base, hacen que éste varíe con el tiempo. Las Curvas de Modulación se asocian a las demandas en los nudos, a las alturas de los embalses, a la velocidad de giro de las bombas, a las inyecciones de contaminantes en la red, y al precio de la energía. El intervalo de tiempo para todos los patrones es un mismo valor, el cual se establece en las *Opciones de Tiempo* del proyecto.

Leyes de Control.

Las Leyes de Control son reglas que determinan el modo de operación de la red durante la simulación. Controlan el estado de determinadas líneas de la red en función del tiempo, de los niveles en los depósitos y de las presiones en puntos de referencia de la red. Las leyes de control pueden clasificarse en dos categorías:

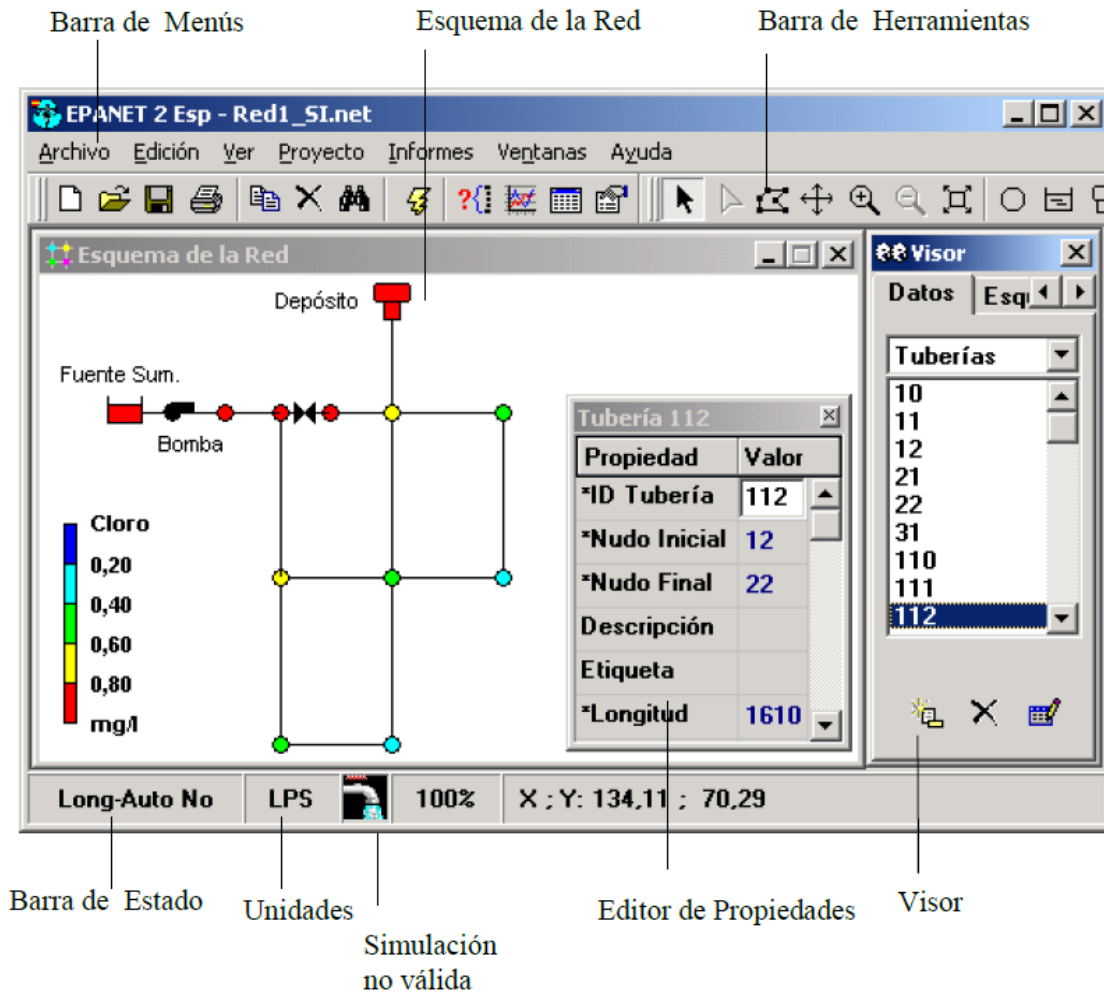
- Leyes de Control Simples.
- Leyes de Control basadas en Reglas.

MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA.

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula alturas en conexiones y caudales en líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultáneo de la conservación del

caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los elementos de todo el sistema. Este proceso requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. EPANET utiliza el “Algoritmo del Gradiente” con este propósito.

Anexo 15: MANUAL PRÁCTICO DEL PROGRAMA EPANET.



Yamil Yobani Acosta Soruco

Tarija – Bolivia

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN	1
ENTORNO DE TRABAJO	2
Barra de Menú.	2
Menú Archivo:	3
Menú edición:.....	4
Menú Ver:	5
Menú Proyecto:	6
Menú Informe:.....	6
Menú Ventana:	7
Barra de Herramientas.	8
El Esquema de la Red.	10
Visor de Datos.	10
Pestaña Datos	11
Pestaña Esquema.	11

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN NECESARIA PARA REALIZAR LA MODELACIÓN

CATASTRO DE LA RED.....	12
Estructuras de Captación.	13
Red de Tuberías:.....	13
Elementos de Control:.....	13

CAPÍTULO III MODELACIÓN EN EPANET

Elevación	14
Longitud.....	14
Número de Familias y Caudal por Tramo	15
CREAR UN PROYECTO NUEVO:	16
CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO	17
Identificativos	17
Propiedades	17
Opciones Hidráulicas	18
Opciones del Esquema.....	19
DIBUJO DE LA RED.....	20
ASIGNACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS OBJETOS.....	22
Propiedades del Depósito.....	22
Propiedades de los Nudos	24
Propiedades de las Tuberías.....	25
Iniciar Análisis.....	25
Presentación de los Resultados	25
Generar Graficas	28
Generar tablas de Resultados	30

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Este manual está basado en la experiencia de la modelación hidráulica del Sistema de Agua Potable Sector Tomatitas de la Ciudad de Tarija, está dividida en tres capítulos: El primero describe el entorno del programa EPANET, así como sus herramientas principales, en el segundo capítulo se menciona que información que se necesita para realizar el modelo hidráulico. Finalmente, en el tercer capítulo se enseña a crear, simular y visualizar los resultados del mismo, implementando algunas de las funciones que ofrece el programa en la modelación de una red cerrada, que opera a presión.

ASPECTOS GENERALES Y ENTORNO DEL PROGRAMA EPANET

EPANET es un software que permite hacer simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión; Las redes están conformadas principalmente por tuberías, nodos (que representan la unión de las tuberías), válvulas, bombas, y tanques o reservorios.

Este programa analiza continuamente en el tiempo, el comportamiento de las diferentes variables hidráulicas del sistema tales como presión en nodos, velocidad y caudales en las tuberías, niveles en los depósitos como tanques de almacenamiento, así mismo, indica la procedencia del fluido cuando se cuenta con más de una fuente.

Las principales utilidades para modelos hidráulicos del software son:

- Modelación de redes sin importar el tamaño de las mismas.
- Cálculo de pérdidas de carga mediante ecuaciones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach o Chezy-Manning.
- Cálculo de perdidas menores debidas a accesorios.
- Implementación de bombeos.

- Inclusión de válvulas de corte, de retención y reguladoras de presión o caudal.
- Implantar diferentes tipos de demanda en los nudos con diferentes curvas de modulación en el tiempo.

ENTORNO DE TRABAJO

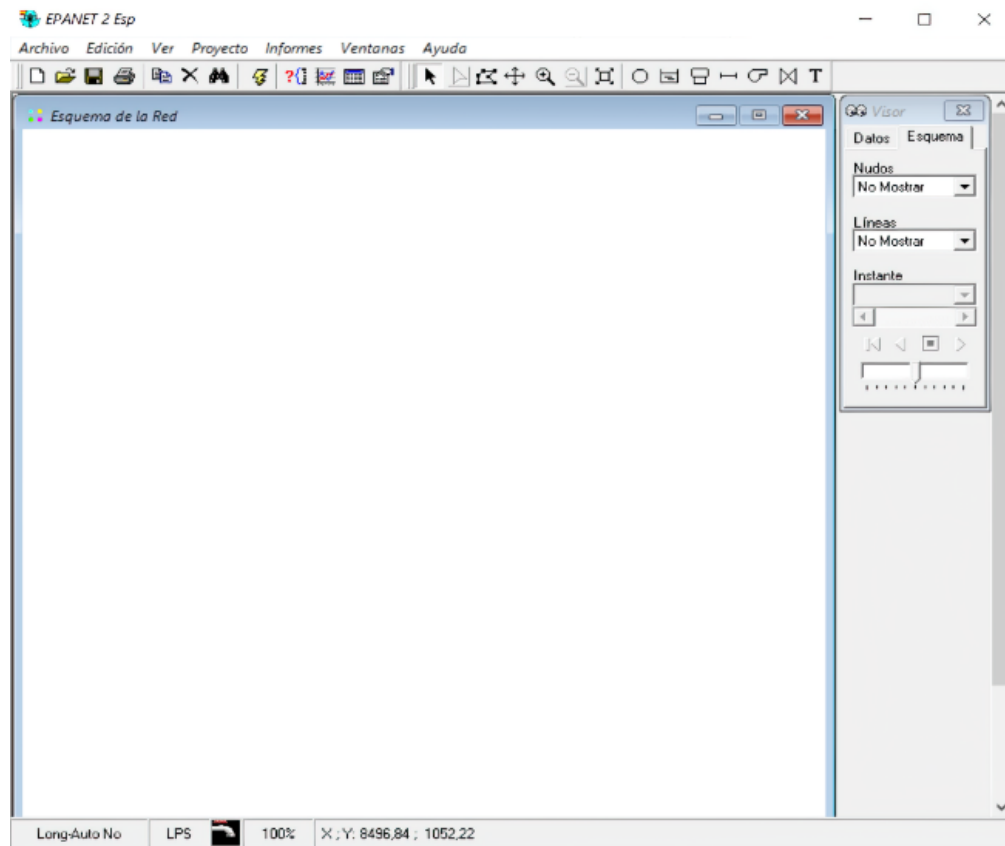


Figura 4. Entorno de Trabajo EPANET.

Fuente: Elaboración propia.

Barra de Menú.

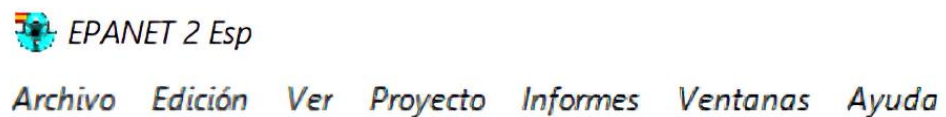


Figura 5. Barra de Menú.

Fuente: Elaboración propia.

Contiene las opciones que regulan el funcionamiento del programa, estas son:

Menú Archivo:



Figura 6. *Menú del Archivo.*

Fuente: Elaboración propia.

- Nuevo: Crea un nuevo proyecto en EPANET.
- Abrir: Abre un proyecto existente.
- Guardar: Guarda el proyecto actual.
- Guardar como: Guarda el proyecto actual con otro nombre.
- Importar: Importa plano, escenario o red de otro proyecto.
- Exportar: Exporta el plano, escenario o red del proyecto actual.
- Configurar página: Define márgenes, encabezados y pies de página para imprimir.
- Vista Preliminar: Muestra la vista previa de la ventana actual.
- Imprimir: Imprime la ventana actual.
- Preferencias: Establece las preferencias para el modo de trabajo, tales como características de la fuente, guardado automático y cantidad de decimales.
- Salir: Permite salir del programa EPANET.

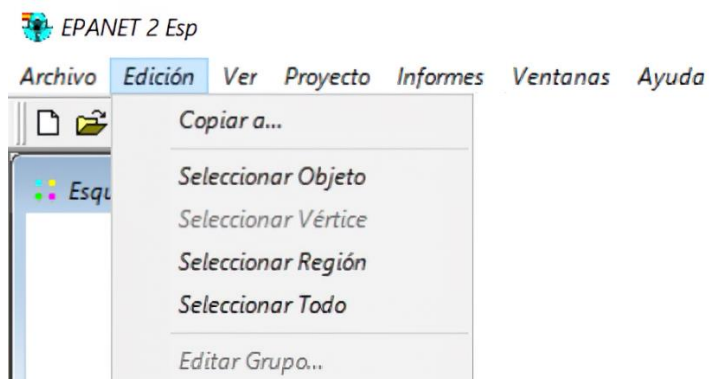
Menú edición:

Figura 7. *Menú Edición.*

Fuente: Elaboración propia.

- Copiar a: Copia el contenido de la ventana activa actual (esquema, informe, gráfico o tabla) al portapapeles o a un archivo.
- Seleccionar Objeto: Permite seleccionar un objeto del esquema de la red.
- Seleccionar Vértice: Permite seleccionar los vértices del trazado de las tuberías sobre el esquema de la red.
- Seleccionar Región: Permite seleccionar una región sobre el esquema de la red.
- Seleccionar Todo: Selecciona toda el área ocupada por el esquema de la red.
- Editar Grupo: Edita una propiedad elegida para el grupo de objetos que caen dentro de la región delimitada sobre el esquema.

Menú Ver:

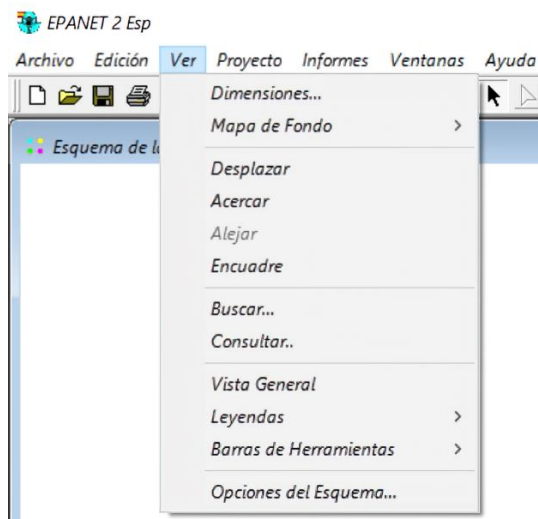


Figura 8. Menú Ver.

Fuente: Elaboración propia.

- Dimensiones: Permite modificar las dimensiones del esquema y sus unidades.
- Fondo de pantalla: Permite visualizar un mapa de fondo.
- Desplazar: Permite desplazar el esquema de la red.
- Zoom para aumentar: Permite acercar el esquema de la red.
- Zoom para reducir: Permite alejar el esquema de la red.
- Zoom completo: Redibuja el esquema completo de la red.
- Buscar: Localiza un elemento dado de la red y lo centra.
- Consultar: Localiza los elementos de la red que cumplen un criterio dado.
- Vista General: Activa/desactiva la visualización de un mapa global de la red.
- Leyenda: Activa/desactiva la visualización de las leyendas y permite su edición.
- Herramientas: Activa/desactiva la visualización de las barras de herramientas.
- Opciones: Fija las opciones para la visualización del esquema.

Menú Proyecto:

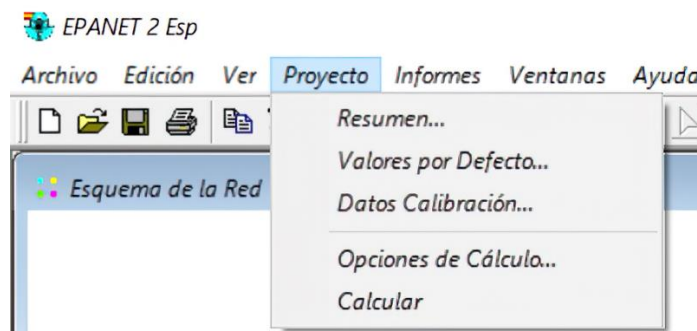


Figura 9. Menú Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

- Resumen: Proporciona un resumen de las características del Proyecto.
- Valores por Defecto: Permite editar las propiedades por defecto del proyecto.
- Datos Calibración: Maneja los ficheros de datos para la calibración de la red.
- Opciones de Cálculo: Permite editar las diversas opciones de Cálculo.
- Calcular: Realiza la simulación.

Menú Informe:

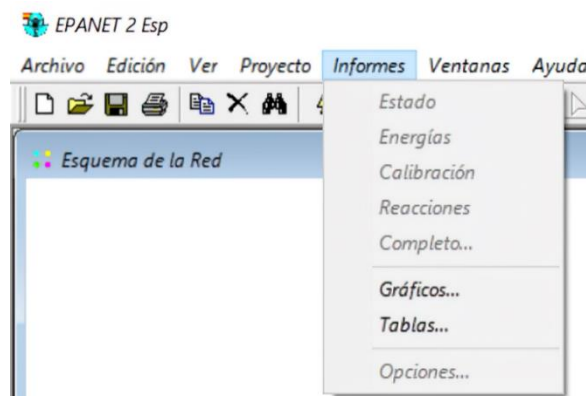


Figura 10. Menú Informe.

Fuente: Elaboración propia.

- Estado: Muestra los cambios en el estado de los elementos de la red al largo de la simulación.

- Energía: Proporciona la energía consumida por cada bomba.
- Calibración: Compara las diferencias entre los valores medidos y los calculados mediante la simulación.
- Reacción: Informa sobre las velocidades medias de reacción en los distintos componentes de la red.
- Completo: Crea un informe completo de los resultados para todos los nudos y líneas, en cada uno de los instantes de la simulación, y los guarda en un fichero de texto.
- Gráficos: Crea curvas de evolución, perfiles longitudinales, curvas de distribución y mapas de isolíneas para la magnitud seleccionada.
- Tablas: Crea una tabla con los valores numéricos de las magnitudes elegidas, para los nudos y líneas seleccionados.
- Opciones: Controla el estilo de presentación de informes, gráficas o tablas.

Menú Ventana:

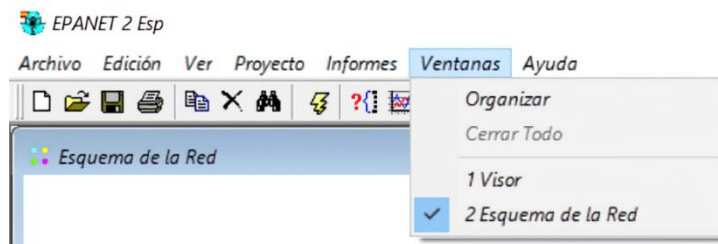


Figura 11. *Menú Ventana.*

Fuente: Elaboración propia.

- Organizar: Reorganiza todas las ventanas hijas y las apila dentro de la ventana principal.
- Cerrar Todo: Cierra todas las ventanas abiertas (excepto la del Esquema y la del Visor).
- Lista de Ventanas: Lista todas las ventanas abiertas, y marca la ventana activa actual.

a. Menú Ayuda:



Figura 12. Menú Ayuda.

Fuente: Elaboración propia.

- Temas de Ayuda: Abre un cuadro de diálogo con los Temas de Ayuda.
- Unidades Lista las unidades de medida de todos los parámetros utilizados por EPANET.
- Novedades Informa de las novedades introducidas en la versión 2.
- Tutorial: Ofrece una breve introducción para el uso de EPANET.
- Acerca de: Muestra información sobre la versión de EPANET en uso.

Barra de Herramientas.

Dividida de la siguiente manera: **Barra estándar** que contiene las siguientes funciones de:



Figura 13. Barra de Herramientas Estándar.

Fuente: Elaboración propia.

1. Crea un proyecto nuevo.
2. Abre un proyecto existente.
3. Guarda el proyecto actual.
4. Imprime la ventana activa actual.
5. Copia los elementos seleccionados de la ventana actual al portapapeles o a un fichero.

6. Borra el elemento actualmente seleccionado.
7. Busca un determinado elemento sobre el esquema de la red.
8. Ejecuta una simulación.
9. Realiza una consulta visual sobre los elementos de la red
10. Crea una nueva ventana gráfica de resultados.
11. Crea una nueva ventana de resultados numéricos.
12. Modifica las opciones de la ventana activa actual.

Y la **Barra de esquema** que contiene las siguientes funciones:



Figura 14. Barra de Herramientas de Esquema.

Fuente: Elaboración propia.

1. Selecciona un objeto del esquema de la red.
2. Selecciona los vértices de las líneas.
3. Delimita una región sobre el esquema de la red.
4. Permite desplazar el esquema de la red.
5. Acerca el esquema de la red.
6. Aleja el esquema de la red.
7. Redibuja el esquema completo de la red.
8. Añade un nudo de caudal sobre el esquema de la red.
9. Añade un embalse sobre el esquema de la red.
10. Añade un depósito sobre el esquema de la red.
11. Añade una tubería sobre el esquema de la red.
12. Añade una bomba sobre el esquema de la red.

13. Añade una válvula sobre el esquema de la red.

14. Añade un rótulo sobre el esquema de la red.

El Esquema de la Red.

Contiene la representación gráfica de los componentes de la red, es decir la ubicación de los objetos, cabe aclarar que las distancias aquí representadas no se asemejan a la escala real, en este es posible simbolizar propiedades hidráulicas como presión en nodos o velocidad en tuberías mediante escala de colores descrita en la correspondiente leyenda.

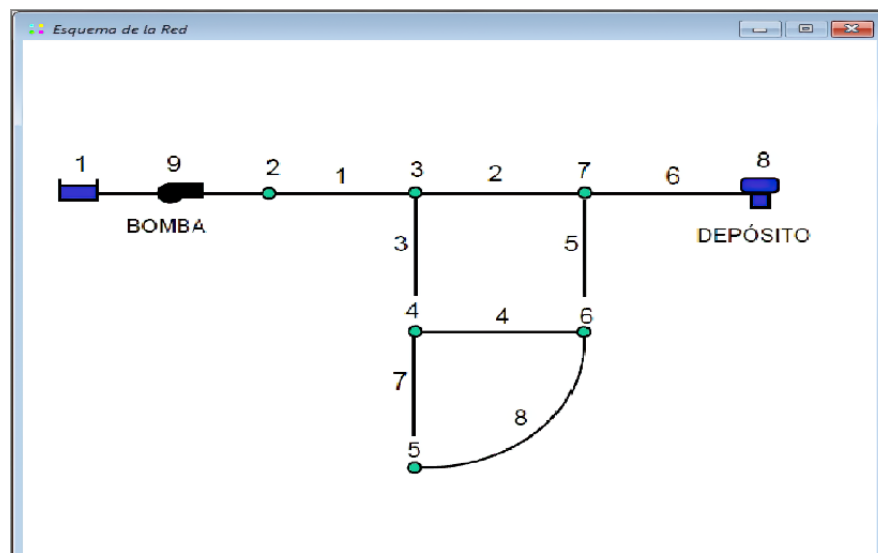


Figura 15. *Esquema de la Red.*

Fuente: Elaboración propia.

En este espacio es posible insertar imágenes de fondo que sirven de guía y facilitan la realización del modelo hidráulico. Estas imágenes pueden modificarse en escala y localización y no afectan el funcionamiento del modelo.

Visor de Datos.

Este visor está compuesto por dos pestañas:

Pestaña Datos

Permite acceder a los componentes de la red en estudio especificados por las categorías que se observan en la imagen anterior (Conexiones, embalses, tuberías, etc.). Para todas estas a excepción de la categoría opciones, es posible agregar, editar o eliminar elementos que hacen parte del modelo que se esté realizando.

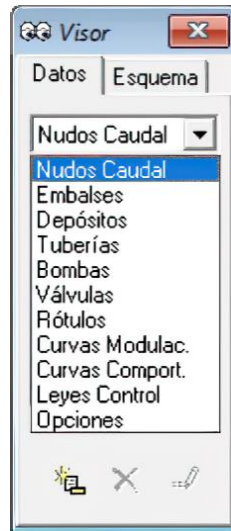


Figura 16. *Visor de Datos.*

Fuente: Elaboración propia.

La categoría Opciones principalmente permite modificar los parámetros hidráulicos, de calidad del agua y patrones de tiempo bajo los cuales se rige la simulación del modelo.

Pestaña Esquema.

Una vez hecha la simulación del modelo, esta pestaña permite seleccionar las magnitudes, propiedades hidráulicas e instante de tiempo a visualizar en los nodos y tuberías que componen la red. Por ejemplo, se puede elegir visualizar las presiones en cada nodo y las velocidades en cada tubería en la primera hora de la simulación. Estas se representan en la red por medio de una escala de colores.

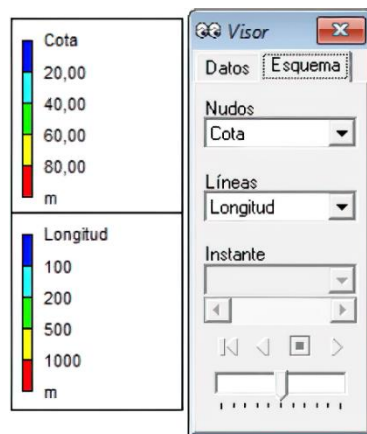


Figura 17. *Visor de Datos, Pestaña Esquema.*

Fuente: Elaboración propia.

INFORMACIÓN NECESARIA PARA REALIZAR LA MODELACIÓN

CATASTRO DE LA RED

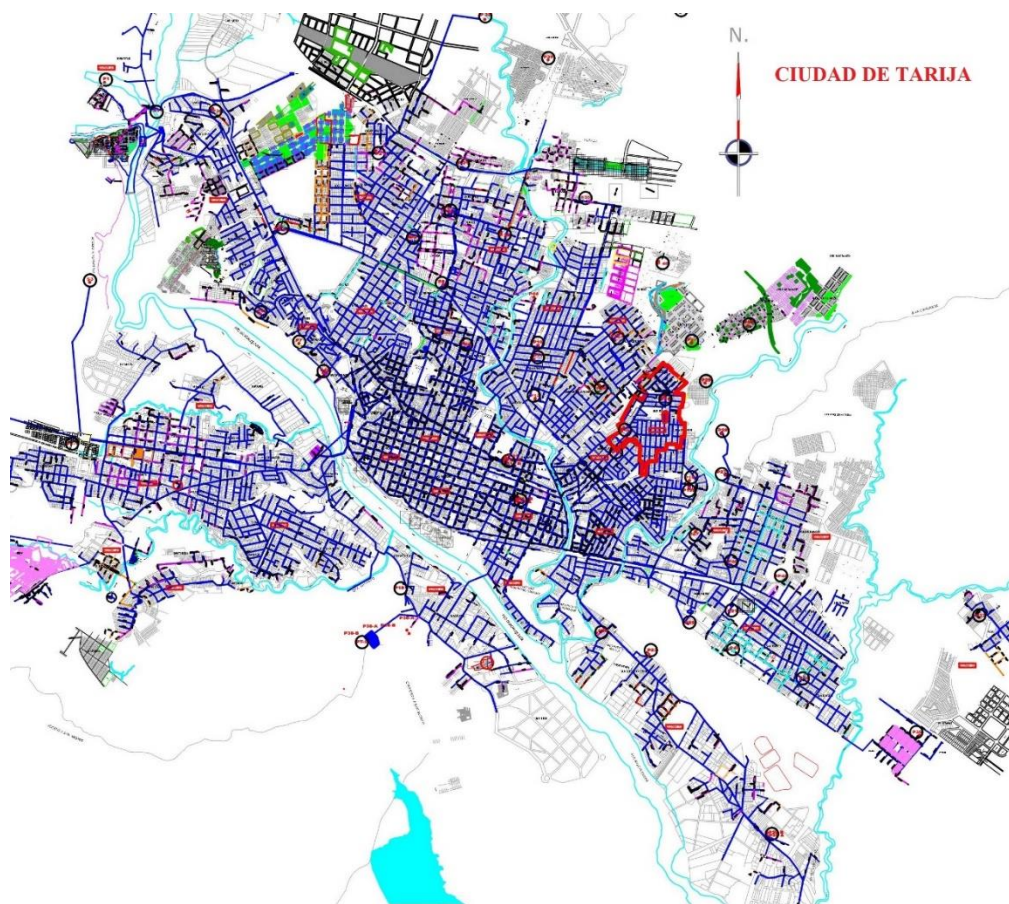


Figura 18. *Catastro de la Ciudad de Tarija*

Fuente: Elaboración propia.

Como base para la modelación, se debe contar con la información de entrada para el programa EPANET, esta es brindada por el catastro de la red la cual se divide en las siguientes categorías:

Estructuras hidráulicas: Localización, dimensiones, cotas y caudales de operación de:

Estructuras de Captación.

- Tanques de almacenamiento.
- Estaciones de bombeo.

Red de Tuberías: Diámetro, longitud, material y cotas de nivel.

Elementos de Control: Localización, cota, material, diámetros, estado de operación de:

- Válvulas de corte.
- Válvulas de purga.
- Válvulas reguladoras de presión y de caudal.

La mayor parte de esta información la encontramos en el catastro de la red, la cual fue proporcionada por la cooperativa de agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Tarija COSAALT.

MODELACIÓN EN EPANET

Cuando se cuente con toda la información detallada con totalidad de datos de entrada se crea el modelo en EPANET, por lo que se procede a la construcción del mismo.

Con fines prácticos, se realiza la modelación de una red cerrada, esta es la base para introducir las herramientas elementales que brinda EPANET, para lo cual se tiene el siguiente esquema:

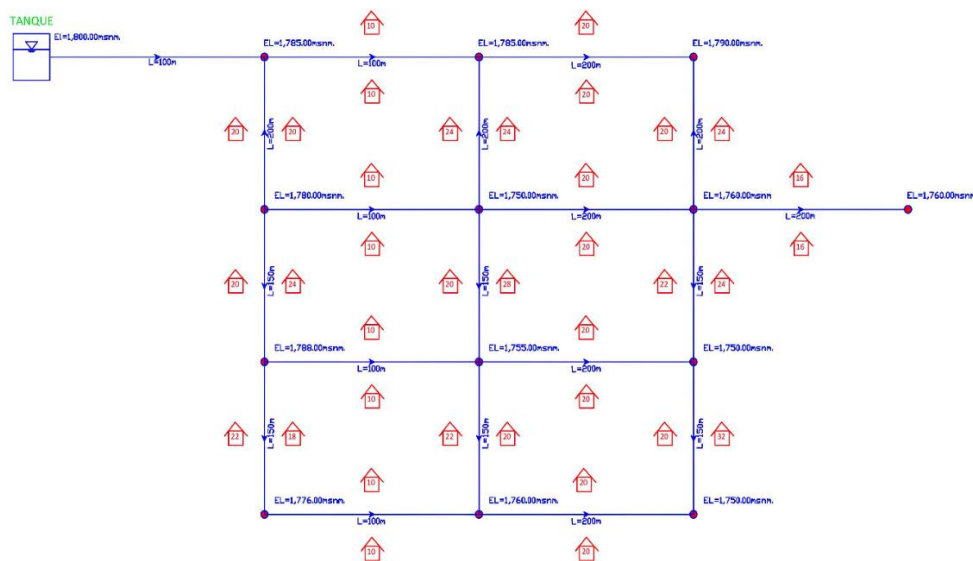


Figura 19. Esquema de la Red a Modelar.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema a modelar consta de un embalse ubicado en la cota 1806 msnm, 13 nodos y 19 tuberías. Las propiedades de los nodos, tuberías y demanda se describen a continuación:

Elevación

Nudo	Cota (msnm)	Nudo	Cota (msnm)	Nudo	Cota (msnm)
N 1	1.785	N 6	1.760	N 11	1.776
N 2	1.785	N 7	1.760	N 12	1.760
N 3	1.790	N 8	1.788	N 13	1.750
N 4	1.780	N 9	1.755	TANQUE	1.800
N 5	1.750	N 10	1.750		

Fuente: Elaboración propia.

Longitud

Nudo Inicial	Nudo Final	Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Depósito	N 1	T 1	100	150
N 1	N 2	T 2	100	150
N 2	N 3	T 3	200	100
N 4	N 5	T 4	100	100
N 5	N 6	T 5	200	100
N 6	N 7	T 6	200	50
N 8	N 9	T 7	100	75
N 9	N 10	T 8	200	75

N 11	N 12	T 9	100	50
N 12	N 13	T 10	200	50
N 4	N 1	T 11	200	100
N 5	N 8	T 12	150	100
N 8	N 11	T 13	200	100
N 5	N 2	T 14	200	100
N 6	N 9	T 15	150	100
N 9	N 12	T 16	200	100
N 6	N 3	T 17	200	100
N 6	N 10	T 18	150	100
N 10	N 13	T 19	200	100

Fuente: Elaboración propia.

Número de Familias y Caudal por Tramo

Tramo		N.º Familias Por Tramo			Q
Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total	Tramo (L/s)
N 1	N 2	10	10	20	0,963
N 2	N 3	20	24	44	2,118
N 1	N 4	20	20	40	1,925
N 2	N 5	24	24	48	2,310
N 3	N 6	20	24	44	2,118
N 4	N 5	10	10	20	0,963
N 5	N 6	20	20	40	1,925
N 6	N 7	16	16	32	1,540
N 4	N 8	20	24	44	2,118

Tramo		N.º Familias Por Tramo			Q
Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total	Tramo (L/s)
N 5	N 9	20	28	48	2,310
N 6	N 10	22	24	46	2,214
N 8	N 9	10	10	20	0,963
N 9	N 10	20	20	40	1,925
N 8	N 11	22	18	40	1,925
N 9	N 12	22	20	42	2,022
N 10	N 13	20	32	52	2,503
N 11	N 12	10	10	20	0,963
N 12	N 13	20	20	40	1,925

Fuente: Elaboración propia.

Como dato adicional tenemos un caudal máximo horario de $Q_{Max,h}$: **32,732 L/s**, y las condiciones a cumplir son: presión dinámica en cada nudo igual o mayor a 13 mca, velocidad

mínima de 0,30 m/s y una velocidad máxima de 2,50 m/s. Además, se cuenta con un caudal unitario igual a q_U : **0,0481 L/s**, este caudal unitario resulta de dividir el caudal máximo horario entre el número de familias beneficiarias del proyecto, en este caso 680 familias. El material de las tuberías es PVC, por lo que el coeficiente de fricción a asignar será de 150, teniendo en cuenta la información de la red se procede a realizar el modelo de EPANET de la siguiente manera:

CREAR UN PROYECTO NUEVO:

El primer paso es abrir el programa EPANET, desplegar el *Menú Archivo*, seleccionar *Guardar Como*, esto para poder asignar la ubicación del proyecto, así como el nombre del mismo, una vez asignado el nombre del proyecto procedemos hacer clic en *Guardar*.

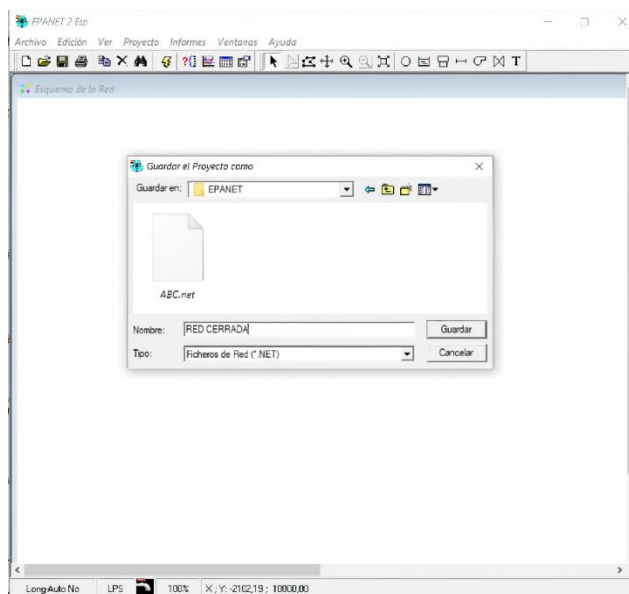


Figura 20. *Como Crear un Nuevo Proyecto.*
Fuente: Elaboración propia.

CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

Una vez creado el proyecto, se deben configurar los valores por defecto tales como etiquetas, sistema de unidades y características hidráulicas. Para esto se debe desplegar el *Menú Proyecto*, hacer clic en *Valores por Defecto*, y se abrirá la siguiente ventana con tres pestañas diferentes.

Objeto	Prefijo ID
Nudos de Caudal	N:
Embalses	
Depósitos	D:
Tuberías	T:
Bombas	
Válvulas	
Curvas Modulación	
Curvas Comportamiento	
Incremento ID	1

Figura 21. *Valores por Defecto.*

Fuente: Elaboración propia.

Identificativos

Aquí se determina, si se desea, un prefijo para cada objeto, a medida que se vayan creando los objetos, el nombre de estos será el prefijo definido más el número correspondiente en incremento. Para el modelo en desarrollo, se asigna el prefijo **N** para los nudos de caudal, **D** para el depósito y **T** para las tuberías.

Propiedades

Aquí se asignan los valores predeterminados con los que contarán los elementos que se dibujen en el plano de la red. Esta herramienta es usada en caso que varios elementos del sistema compartan una misma propiedad. Por ejemplo, las tuberías que componen este modelo son en su totalidad de PVC, de modo que en la propiedad *Rugosidad Tuberías* se asigna el valor 150

y todas las tuberías que se creen tendrán por defecto este valor. En este caso esta será la única propiedad a modificar y las demás serán las predeterminadas por el programa.

Propiedad	Valor por Defecto
Cota Nudos	1800
Diámetro Depósitos	20
Nivel Máx. Depósitos	1809
Longitud Tuberías	100
Longitud Automática	No
Diámetro Tuberías	200
Rugosidad Tuberías	150

Guardar Valores por Defecto para futuros proyectos

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 22. *Valores por Defecto, Propiedades.*

Fuente: Elaboración propia.

Opciones Hidráulicas

En esta pestaña es posible determinar el sistema de unidades, la ecuación de pérdida de energía por fricción y las propiedades del agua tales como viscosidad relativa y peso específico. Este modelo manejará las unidades en el Sistema Internacional, para esto en la opción ***Unidades de Caudal*** se debe seleccionar LPS, esto implica que las presiones y longitudes son en metros y los diámetros en milímetros. Adicional a esto, la ecuación de pérdida de energía por fricción será la de Hazen Williams representada por la sigla H-W y las propiedades de ***Viscosidad Relativa y Peso Específico*** del agua serán de 1.

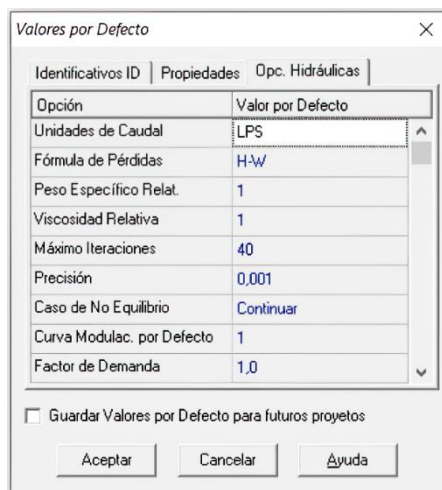


Figura 23. *Valores por Defecto, Opciones Hidráulicas.*

Fuente: Elaboración propia.

Opciones del Esquema

En esta ventana se pueden definir el tamaño de los Nodos, el grosor de las Líneas que representan a las tuberías, el estilo de las flechas para indicar el sentido del caudal y el color del fondo, de igual manera se pueden definir que etiquetas y símbolos se visualizan en el plano de la red. Estas opciones se modifican según la preferencia del usuario. Para abrir esta ventana se debe: Desplegar el *Menú Ver*, y hacer clic en *Opciones del Esquema*.

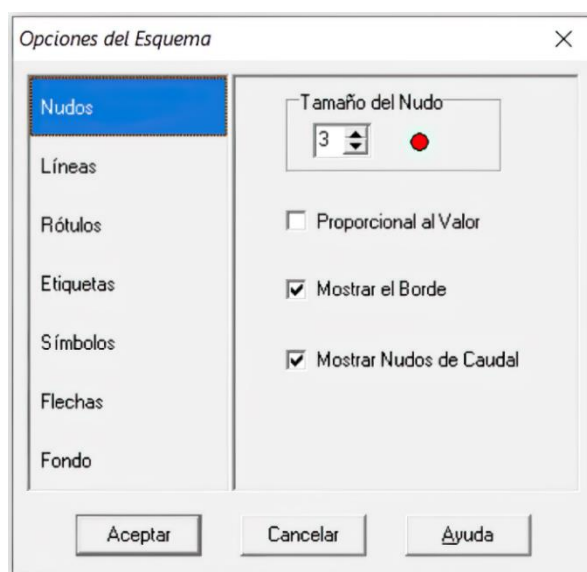


Figura 24. *Opciones del Esquema.*

Fuente: Elaboración propia.

DIBUJO DE LA RED



Una vez definidos los parámetros anteriores, se procede a dibujar la red, esto se puede hacer de dos maneras diferentes:


La primera realizando el dibujo manual de la red con ayuda de la Barra de Herramientas:



Figura 25. Barra de Herramientas.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la información del catastro, se deben dibujar en primera instancia, los tanques o depósitos que alimenten el sistema, seguido de los nudos que representen consumos o puntos de inflexión en la tubería. Para dibujar el depósito hacemos uso del icono  y para los nudos utilizamos el icono .

Seguidamente se deben dibujar las tuberías entre los nudos, esto haciendo uso del icono  para esto debemos hacer clic en el nudo inicial y clic en el nudo final, de esta manera enlazamos dos nudos con una tubería. Se debe tener en cuenta que no es posible trazar tuberías sin un nodo inicial y nodo final.

Se debe continuar con este procedimiento hasta tener dibujada la totalidad de la red, tener en cuenta que todas las tuberías tendrán la longitud, diámetro y material predeterminado, y que una vez finalizado el trazado deberán ser modificadas según corresponda.

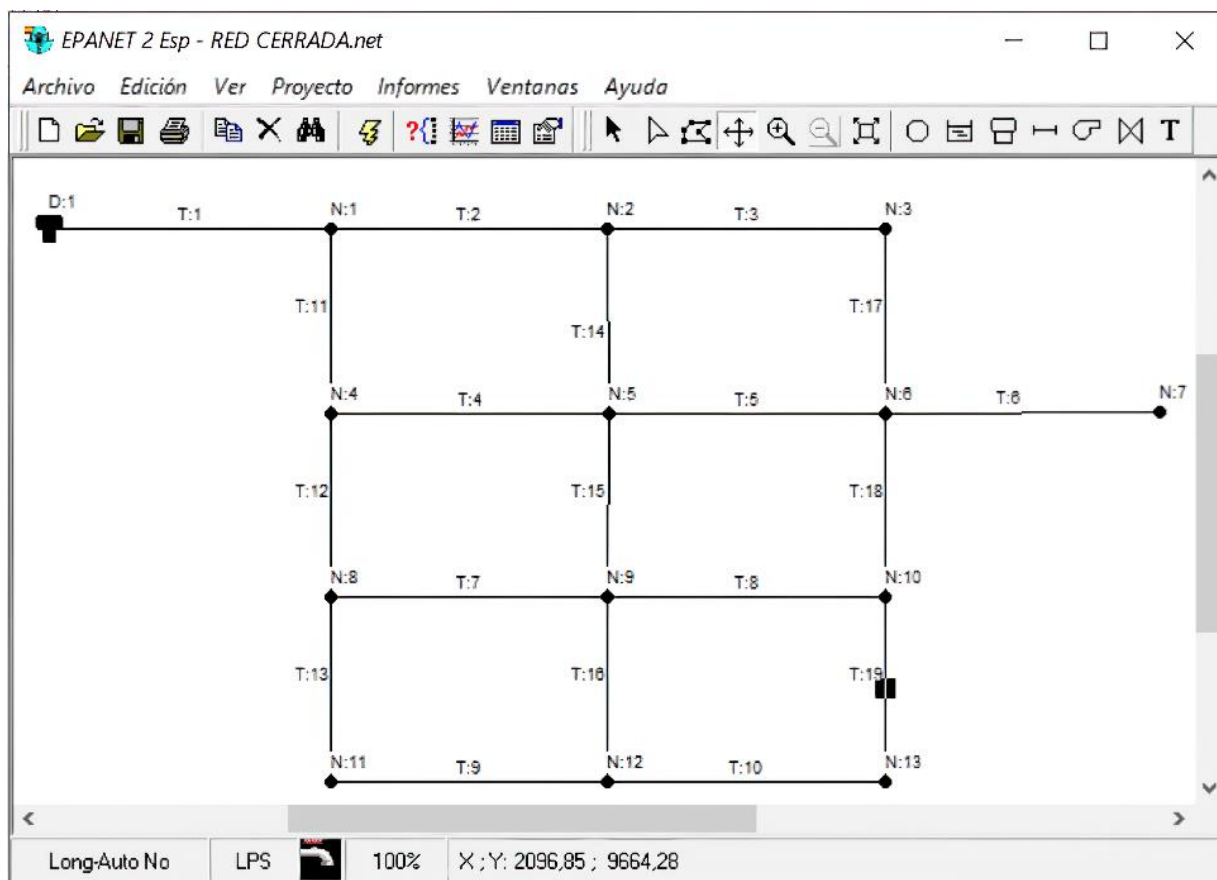


Figura 26. Trazado de la Red en EPANET.

Fuente: Elaboración propia.

Otra manera de realizar el trazado de la red es con la ayuda de un mapa de fondo, para esto desplegamos la opción **Ver** y nos dirigimos a **Mapas de Fondo**, ahí encontraremos la opción **Cargar**, de esta manera podemos elegir el mapa que servirá como base para realizar el trazado.

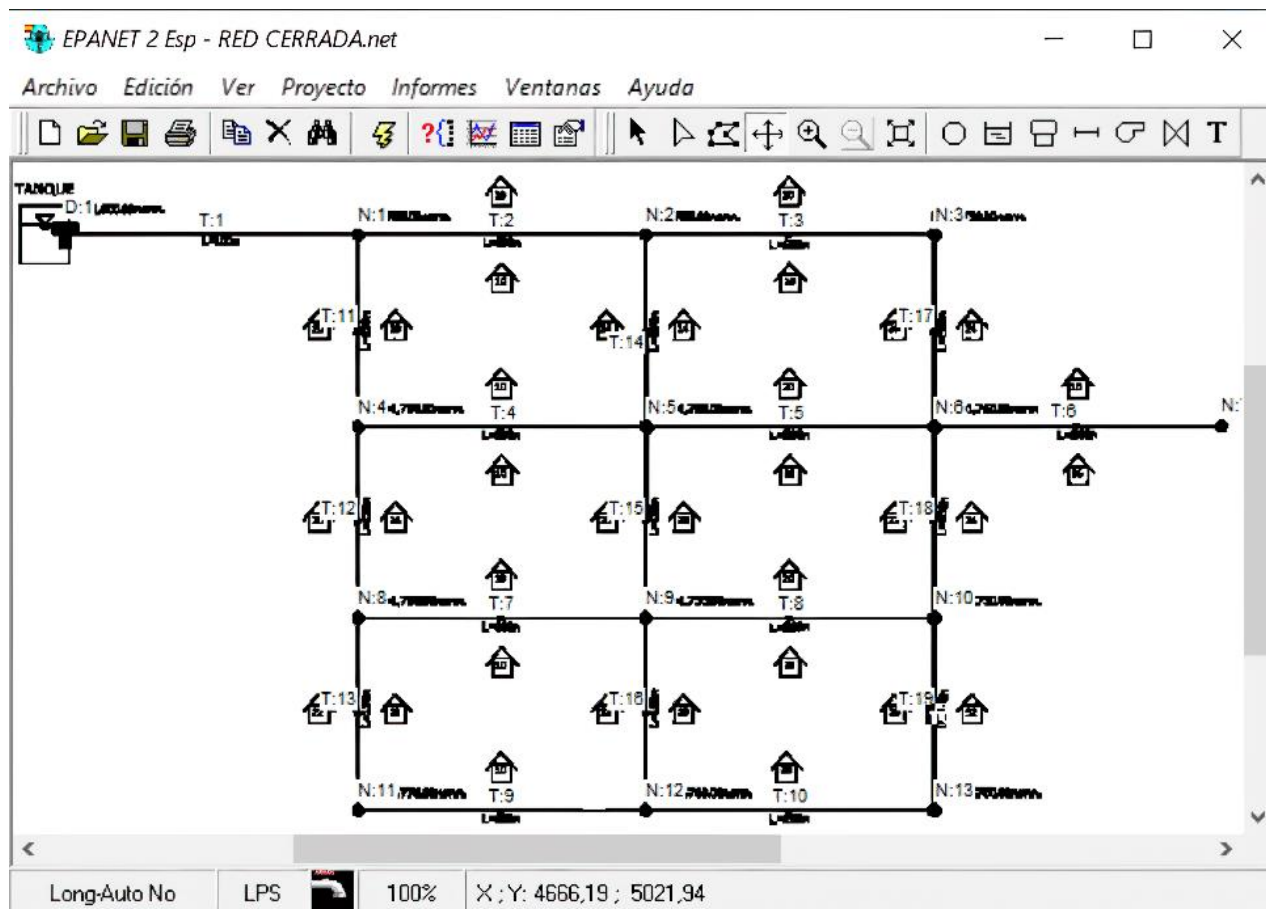


Figura 27. Trazado de la Red con la Ayuda de un Mapa de Fondo.

Fuente: Elaboración propia.

ASIGNACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS OBJETOS

Propiedades del Depósito


Para asignar las propiedades del depósito, se debe hacer doble clic sobre el icono que representa a éste o podemos hacer uso del *Visor* de datos, ahí encontraremos todos los elementos que conforman la red, debemos seleccionar el elemento a modificar, en nuestro caso el depósito para luego hacer clic sobre el icono editar  el cual se encuentra en la parte inferior derecha.



Figura 28. *Visor de Datos, Depósito.*
Fuente: Elaboración propia.

Depósito D:1	
Propiedad	Valor
*ID Depósito	D:1
Coordenada X	408,76
Coordenada Y	9532,85
Descripción	
Etiqueta	
*Cota de Solera	1806
*Nivel Inicial	1806,4
*Nivel Mínimo	1806,2

Figura 29. *Propiedades del Depósito.*
Fuente: Elaboración propia.

Se presentará una ventana donde podremos modificar las propiedades de nuestro depósito, como ser la cota de la solera, el nivel inicial, el nivel mínimo, el nivel máximo y el diámetro. En la siguiente figura se detallará cada uno de ellos:

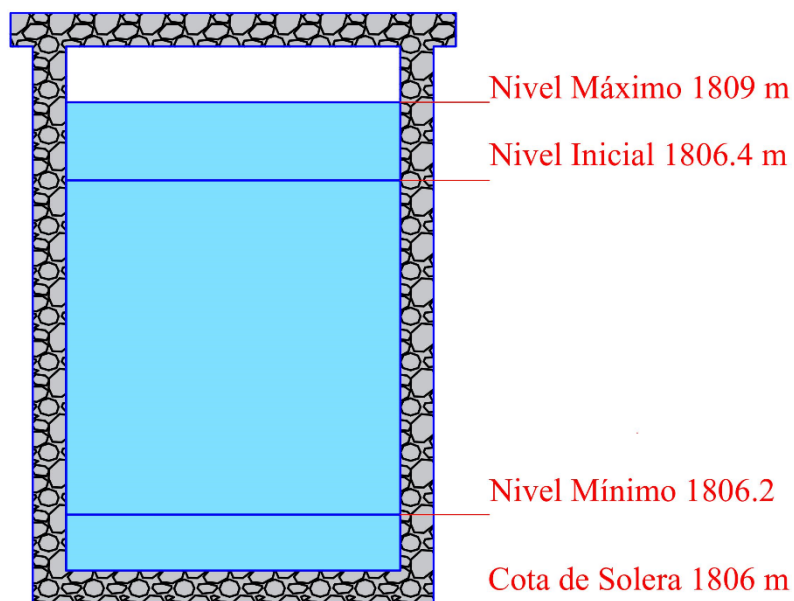


Figura 30. *Diferentes Niveles Presentes en el Depósito.*

Fuente: Elaboración propia.

Propiedades de los Nudos

Para que aparezca la ventana de propiedades de los nudos se debe hacer doble clic sobre el nudo a modificar o al igual que para el depósito podemos utilizar el **Visor** de datos. Los datos a introducir para los nudos son: la cota, la demanda base (si cuenta con una).

Nudo de Caudal N:1	
Propiedad	Valor
*ID Nudo de Caudal	N:1
Coordenada X	2646,36
Coordenada Y	9531,55
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	1785
Demanda Base	0
Curva Modul. Demanda	

Figura 31. *Propiedades de los Nodos.*

Fuente: Elaboración propia.

Propiedades de las Tuberías


Los datos a introducir para las tuberías son: longitud, diámetro, rugosidad y sumatoria de coeficientes de pérdidas menores de los accesorios presentes en la misma. Para poder modificar sus propiedades se debe seguir el procedimiento ya mencionado anteriormente (depósito y nudos).

Propiedad	Valor
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	100
*Diámetro	150
*Rugosidad	150
Coef. Pérdidas Menores	0
Estado Inicial	Abierta
Coef. Reacción en el Medio	

Figura 32. *Propiedades de las Tuberías.*

Fuente: Elaboración propia.

Iniciar Análisis

Una vez se tenga el modelo alimentado con toda la información de entrada, se puede iniciar el análisis para observar los resultados, haciendo uso del icono calcular . Si la simulación fue correcta, se muestra el siguiente mensaje:

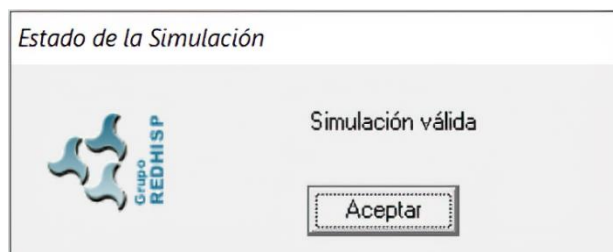


Figura 33. *Estado de la Simulación.*

Fuente: Elaboración propia.

Presentación de los Resultados.

Los resultados pueden ser observados de 2 formas diferentes:

En el plano de la red con la ventana de *visor de datos*: Esta opción permite ver los resultados del análisis para los nodos y para las tuberías en el *Esquema de la Red* así:

- Una vez generada la simulación con éxito dirigirse al *visor de datos*.
- Seleccionar la pestaña *Esquema*.
- Escoger el menú desplegable de tubería o de nodo (se pueden mostrar ambos a la vez), y seleccionar el tipo de resultados que se desea.

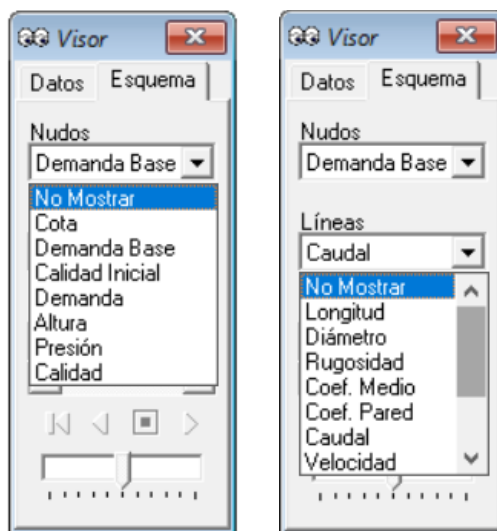


Figura 34. *Visor de Datos y Esquema.*

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se podrán observar según lo seleccionado, en el *Esquema de la Red*, por ejemplo, cota en nodos y velocidades en las tuberías.

Nota: la leyenda puede ser modificada haciendo clic derecho sobre ella, allí se pueden cambiar los rangos de valores y los colores que los representan. Se tiene por defecto que sea con intervalos iguales o con cantidades iguales, pero también pueden ser definidos rangos propios.

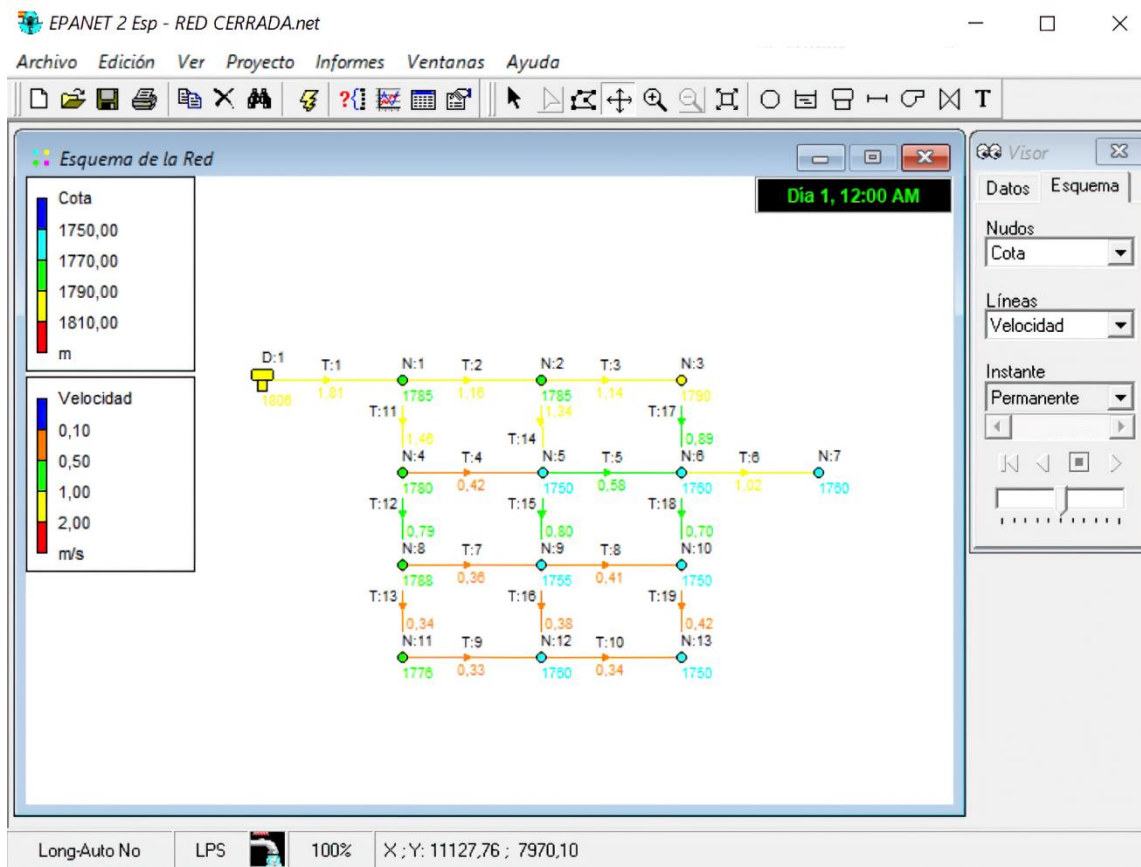


Figura 35. Simulación Exitosa de la Red.
Fuente: Elaboración propia.

Otra manera es haciendo doble clic sobre el nodo o tubería: Esta ventana muestra los resultados (campos sombreados en amarillo) para la tubería o nodo, a la hora con la que este configurado el visor.

Tubería T:1	
Propiedad	Valor
*ID Tubería	T:1
*Nudo Inicial	D:1
*Nudo Final	N:1
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	100
*Diámetro	150
*Rugosidad	150
Coef. Pérdidas Menores	0
Estado Inicial	Abierta
Coef. Reacción en el Medio	
Coef. Reacción en la Pared	
Caudal	32,00
Velocidad	1,81
Pérdida Unitaria	17,49
Factor Fricción	0,016
Velocidad de Reacción	0,00
Calidad	0,00
Estado	Abierta

Figura 36. Resultados en la Tubería (campos sombreados en amarillo).

Fuente: Elaboración propia.


Generar Graficas.

EPANET cuenta con la función de generación de distintos tipos de graficas de los resultados, estas son:

- Curva de Evolución: Representa la evolución de una magnitud con el tiempo y es aplicable a nudos o líneas específicos, para todo el periodo de simulación.
- Perfil longitudinal: representa la variación de una magnitud con la distancia y se aplica a varios nudos en un periodo de tiempo definido.
- Mapa de Contorno: Muestra las regiones del espacio en las cuales el valor de la magnitud queda dentro de ciertos intervalos, en todos los nudos para un periodo de tiempo definido
- Gráficos de frecuencia: Representa la fracción de elementos de la red cuya magnitud asociada es igual o inferior a un valor, en todos los nudos o tuberías para un periodo de tiempo definido.

- Balance de Caudales: Representa la variación de la producción total y del consumo total del sistema frente al tiempo, en todos los nudos a lo largo del periodo de simulación.

Estas curvas se obtienen de la siguiente manera:

- Hacer clic en el botón  ubicado en la barra de herramientas.
- Seleccionar el tipo de gráfico.
- Seleccionar la magnitud a graficar.
- Seleccionar el nudo o la tubería si aplica, haciendo clic sobre este y clic en añadir.
- Clic en aceptar.

Curva de evolución para la presión en el nodo N1.

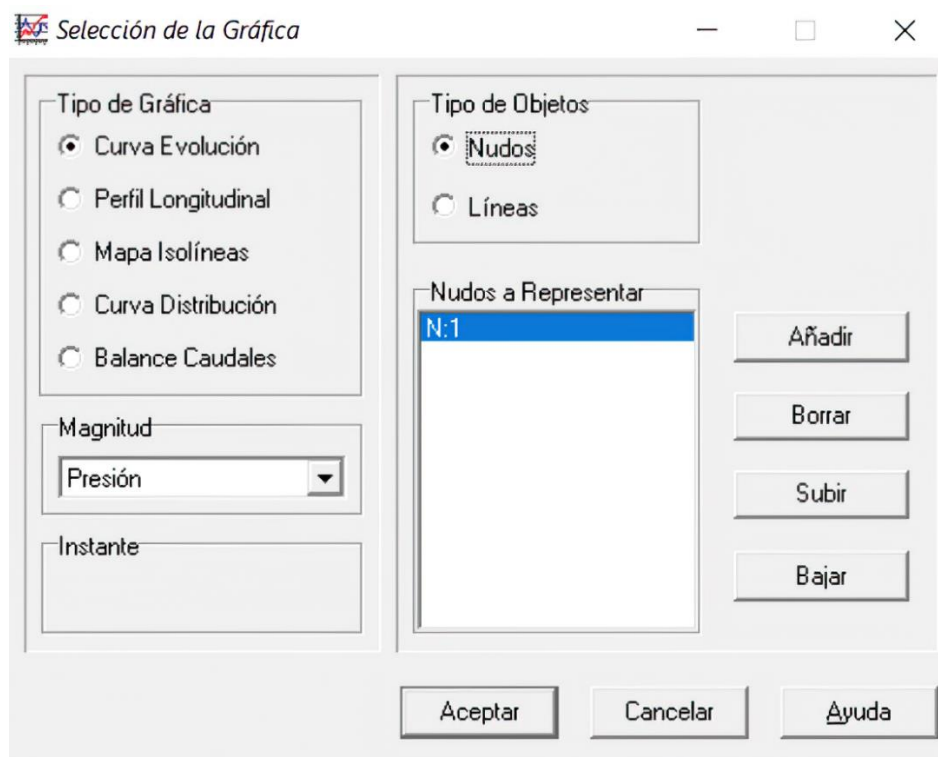


Figura 37. Selección de la Gráfica.

Fuente: Elaboración propia.

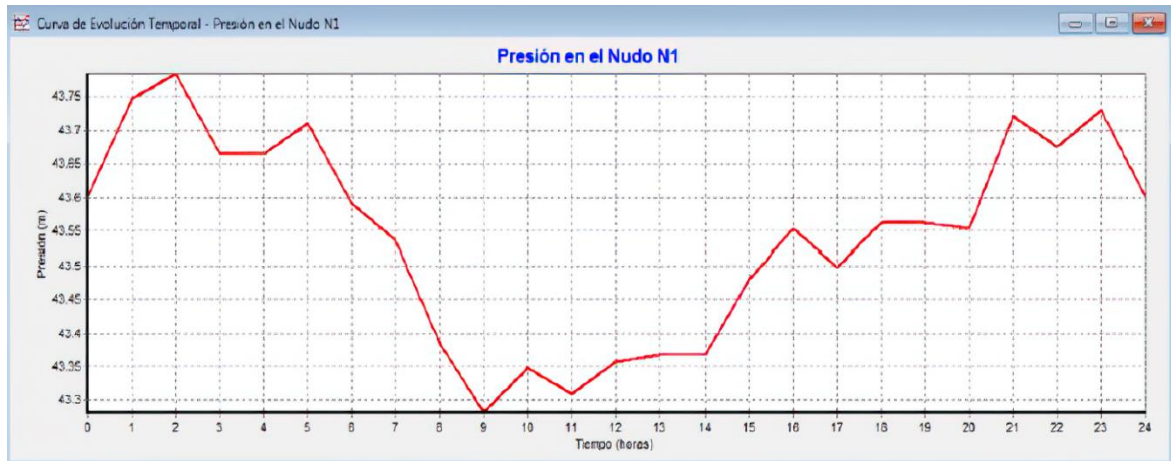



Figura 38. Variación de la Presión en el Nudo 1.

Fuente: Elaboración propia.

Generar tablas de Resultados

- Para generar las tablas se debe:
- Hacer clic en el botón .
- Elegir el tipo de tabla.

EPANET genera dos tipos de tablas diferentes:

1. Tablas de Elementos de la Red: Lista las propiedades y resultados de todos los nudos o tuberías de la red, para un periodo de tiempo determinado (hora).

2. Tablas de Evolución: Lista las propiedades y resultados de un solo nudo o tubería determinado, para todos los instantes de tiempo.

- Si se desea tabla de elementos seleccionar nodos o tuberías, seguido de la hora.
- Si se desea de evolución seleccionar nudo o tubería y escribir el nombre de este.

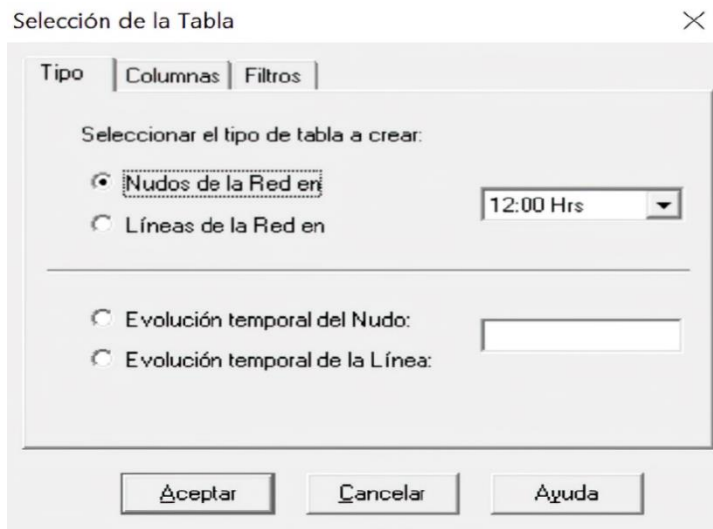


Figura 39. Generar Tablas de Resultados.

Fuente: Elaboración propia.

En la pestaña columnas se deben seleccionar con un clic las propiedades y los resultados que se desean incluir en la tabla del nodo o tubería. EPANET ofrece la posibilidad de hacer filtros de datos, esto se utiliza para determinar las condiciones a cumplir por los elementos que se quiere que aparezcan en la tabla, de modo que se debe generar una condición de la magnitud usando los operadores “Menor que”, “Igual a” y “Mayor que” más el valor.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m
Nudo N:1	1785	0	0.00	3610,65
Nudo N:2	1785	1	1.00	3609,89
Nudo N:3	1790	2	2.00	3607,49
Nudo N:4	1780	2	2.00	3606,86
Nudo N:5	1750	3	3.00	3606,67
Nudo N:6	1760	4	4.00	3605,99
Nudo N:7	1760	2	2.00	3601,65
Nudo N:8	1788	2	2.00	3605,95
Nudo N:9	1755	3	3.00	3605,76
Nudo N:10	1750	4	4.00	3605,26
Nudo N:11	1776	2	2.00	3605,70
Nudo N:12	1760	3	3.00	3605,44
Nudo N:13	1750	4	4.00	3604,88
Depósito D:1	1806	Sin Valor	-32.00	3612,40

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit m/km	Factor Fricción
Tubería T:1	100	150	32.00	1.81	17.49	0.016
Tubería T:2	100	150	20.49	1.16	7.66	0.017
Tubería T:3	200	100	8.98	1.14	11.97	0.018
Tubería T:4	100	100	3.29	0.42	1.86	0.021
Tubería T:5	200	100	4.56	0.58	3.41	0.020
Tubería T:6	200	50	2.00	1.02	21.71	0.021
Tubería T:7	100	75	1.58	0.36	1.94	0.022
Tubería T:8	200	75	1.80	0.41	2.49	0.022
Tubería T:9	100	50	0.64	0.33	2.64	0.024
Tubería T:10	200	50	0.66	0.34	2.81	0.024
Tubería T:11	200	100	11.51	1.46	18.95	0.017
Tubería T:12	150	100	6.22	0.79	6.06	0.019
Tubería T:13	200	100	2.64	0.34	1.24	0.022
Tubería T:14	200	100	10.52	1.34	16.06	0.018
Tubería T:15	150	100	6.25	0.80	6.12	0.019
Tubería T:16	200	100	3.02	0.38	1.59	0.021
Tubería T:17	200	100	6.98	0.89	7.50	0.019
Tubería T:18	150	100	5.53	0.70	4.89	0.019
Tubería T:19	200	100	3.34	0.42	1.92	0.021

Figura 40. Resultados de la Simulación.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Resultados de la Simulación de la Zona de Obrajes.

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:248	0,00	8,76	T:259	10,23	1,30	T:301	1,57	0,80
N:249	0,37	9,92	T:260	2,38	1,21	T:302	0,75	1,53
N:250	0,25	13,57	T:261	0,18	0,36	T:303	0,32	0,65
N:251	0,29	16,98	T:262	0,43	0,38	T:306	0,19	0,39
N:252	0,21	13,18	T:263	0,72	0,37	T:307	0,22	0,45
N:253	0,21	14,30	T:264	7,85	1,00	T:308	0,22	0,45
N:254	0,62	13,64	T:265	2,66	0,85	T:309	0,17	0,35
N:255	0,00	24,43	T:266	0,16	0,33	T:310	1,26	0,64
N:256	0,25	25,80	T:267	0,91	0,46	T:295	0,50	1,01
N:257	0,50	25,32	T:268	2,18	0,49	T:298	1,10	0,56
N:258	0,54	32,02	T:269	2,29	1,17	T:291	0,97	0,49
N:259	0,58	37,01	T:270	0,82	0,42	T:304	0,74	1,51
N:260	0,33	35,45	T:271	0,91	0,46			
N:263	0,33	11,41	T:272	0,19	0,39			
N:264	0,17	10,04	T:273	0,13	0,26			
N:265	0,37	12,17	T:276	1,37	0,70			
N:266	0,78	7,39	T:277	4,26	1,37			
N:267	0,12	8,12	T:278	2,73	0,87			
N:269	0,33	16,95	T:279	1,14	0,58			
N:270	0,58	12,68	T:280	0,86	0,44			
N:271	0,50	17,41	T:281	0,47	0,42			
N:272	0,08	18,13	T:282	0,95	0,48			
N:273	0,50	25,53	T:283	1,04	0,53			
N:276	0,37	28,17	T:285	1,21	0,62			
N:278	0,21	20,91	T:286	1,47	0,75			
N:279	0,08	21,26	T:287	1,35	0,69			
N:280	0,62	17,25	T:288	1,04	0,53			
N:281	0,54	13,43	T:289	1,18	0,60			
N:283	0,33	7,07	T:290	0,63	0,32			
N:284	0,00	7,37	T:294	0,41	0,84			
N:285	0,17	5,37	T:297	0,17	0,34			
D:1	-10,23	2,00	T:300	0,68	0,35			

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:259	D:1	N:248	16	100	T:306	N:283	N:280	100,0	25
T:260	N:248	N:249	61,5	50	T:307	N:283	N:284	65,0	25
T:261	N:250	N:249	92	25	T:308	N:284	N:281	181,5	25
T:262	N:251	N:250	85,5	38	T:309	N:269	N:285	88,5	25
T:263	N:252	N:251	62,5	50	T:310	N:272	N:271	77,8	50
T:264	N:248	N:252	61,5	100	T:295	N:258	N:260	74,5	25
T:265	N:252	N:253	73,5	63	T:298	N:273	N:278	86,5	50
T:266	N:253	N:254	109,1	25	T:291	N:276	N:273	113,6	50
T:267	N:254	N:255	71,2	50	T:304	N:279	N:283	81,0	25
T:268	N:249	N:254	77,5	75					
T:269	N:253	N:272	42,0	50					
T:270	N:254	N:257	77,5	50					
T:271	N:255	N:258	80,5	50					
T:272	N:257	N:256	63,0	25					
T:273	N:257	N:258	78,0	25					
T:276	N:264	N:263	58,0	50					
T:277	N:252	N:264	40,0	63					
T:278	N:264	N:265	69,0	63					
T:279	N:265	N:271	99,0	50					
T:280	N:271	N:276	53,0	50					
T:281	N:256	N:276	110,5	38					
T:282	N:272	N:256	61,0	50					
T:283	N:263	N:266	159	50					
T:285	N:265	N:266	91,5	50					
T:286	N:266	N:267	22,0	50					
T:287	N:267	N:270	41,5	50					
T:288	N:271	N:270	112	50					
T:289	N:270	N:269	89,0	50					
T:290	N:270	N:273	60,0	50					
T:294	N:256	N:259	110,2	25					
T:297	N:260	N:259	70,5	25					
T:300	N:269	N:278	15,0	50					
T:301	N:278	N:279	47,0	50					
T:302	N:279	N:280	87,5	25					
T:303	N:280	N:281	85,7	25					

Anexo 9. Número de Familias por Tramo y Caudal en cada Nudo Zona 17 Situación

Futura.

Tubería	Tramo		N.º Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:29	D:1	N:30	0	0	0	0,000	N:30	0,00
T:30	N:30	N:31	0	0	0	0,00	N:31	0,00
T:31	N:31	N:32	4	0	4	0,086	N:32	0,09
T:32	N:32	N:33	6	0	6	0,129	N:33	0,13
T:38	N:40	N:179	3	1	4	0,086	N:36	0,32
T:40	N: B1	N:42	6	4	10	0,214	N:40	0,26
T:41	N: A1	N:45	1	3	4	0,086	N:41	0,09
T:42	N:33	N:44	9	8	17	0,364	N:42	0,21
T:43	N:43	N:36	8	7	15	0,321	N:43	0,21
T:44	N: Z	N:43	6	4	10	0,214	N:44	0,36
T:45	N:44	N: Y	5	5	10	0,214	N:45	0,45
T:46	N:45	N:46	7	7	14	0,300	N:46	0,30
T:47	N:46	N:63	1	1	2	0,043	N:47	0,34
T:48	N:63	N:64	2	1	3	0,064	N:49	0,02
T:49	N:106	N:68	1	0	1	0,021	N:50	0,04
T:50	N:68	N:70	6	3	9	0,193	N:51	0,00
T:52	N:68	N:66	10	3	13	0,278	N:52	0,00
T:53	N:66	N:67	3	5	8	0,171	N:53	0,00
T:54	N:66	N: T	3	4	7	0,150	N:54	0,19
T:55	N:65	N:50	6	5	11	0,236	N:56	0,09
T:56	N:45	N: U	1	1	2	0,043	N:57	0,43
T:57	N: V	N:49	1	0	1	0,021	N:58	0,21
T:58	N:52	N:54	9	0	9	0,193	N:59	0,21
T:60	N:X	N:51	0	0	0	0,000	N:60	0,54
T:61	N:51	N:53	0	0	0	0,000	N:61	0,26
T:62	N:53	N:60	19	6	25	0,536	N:62	0,47
T:63	N:56	N:57	10	10	20	0,428	N:63	0,04
T:64	N:59	N:56	2	2	4	0,086	N:64	0,30
T:65	N:59	N:58	5	5	10	0,214	N:65	0,06
T:66	N:C1	N:59	5	5	10	0,214	N:66	0,28
T:67	N:60	N:61	6	6	12	0,257	N:67	0,17
T:68	N:61	N:62	8	14	22	0,471	N:68	0,02
T:69	N:72	N:73	5	1	6	0,129	N:70	0,19
T:70	N:71	N:72	0	0	0	0,000	N:71	0,06
T:71	N:75	N:74	6	5	11	0,236	N:72	0,00

Tubería	Tramo		Nº Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:72	N: J	N:75	2	2	4	0,086	N:73	0,13
T:73	N:84	N:71	0	3	3	0,064	N:74	0,24
T:74	N:83	N:84	0	0	0	0,000	N:75	0,09
T:75	N:83	N:76	9	5	14	0,300	N:76	0,3
T:76	N:76	N:77	9	3	12	0,257	N:77	0,26
T:77	N:77	N:78	0	5	5	0,107	N:78	0,11
T:79	N: K	N:83	2	2	4	0,086	N:80	0,11
T:80	N:81	N:82	7	2	9	0,193	N:81	0,09
T:81	N:82	N:80	0	5	5	0,107	N:82	0,19
T:82	N:86	N:85	0	8	8	0,171	N:83	0,09
T:83	N:87	N:86	0	0	0	0,000	N:84	0,00
T:84	N:88	N:87	6	8	14	0,300	N:85	0,17
T:85	N:89	N:88	1	0	1	0,021	N:86	0,00
T:86	N:90	N:89	3	0	3	0,064	N:87	0,30
T:87	N:90	N:92	9	2	11	0,236	N:88	0,02
T:88	N:180	N:91	2	0	2	0,043	N:89	0,06
T:90	N:95	N:96	19	0	19	0,407	N:90	0,00
T:91	N:93	N:97	12	19	31	0,664	N:91	0,24
T:92	N:91	N:98	10	12	22	0,471	N:92	0,24
T:93	N:97	N:98	0	4	4	0,086	N:93	0,04
T:94	N:100	N:99	7	9	16	0,343	N:95	0,41
T:95	N:91	N:100	2	0	2	0,043	N:97	0,66
T:96	N:180	N:101	3	0	3	0,064	N:98	0,47
T:97	N:101	N:102	0	0	0	0,000	N:99	0,34
T:98	N:102	N:103	0	0	0	0,000	N:100	0,04
T:99	N:103	N:P	0	0	0	0,000	N:101	0,00
T:100	N:105	N: R	8	0	8	0,171	N:102	0,00
T:101	N:106	N:S	4	1	5	0,107	N:103	0,00
T:103	N:108	N:109	0	4	4	0,086	N:104	0,26
T:104	N:H1	N:110	1	1	2	0,043	N:105	0,28
T:105	N:110	N:111	1	6	7	0,150	N:106	0,00
T:106	N:111	N:115	13	36	49	1,050	N:108	0,11
T:107	N:115	N:116	0	0	0	0,000	N:109	0,09
T:108	N:116	N:117	0	9	9	0,193	N:110	0,04
T:109	N:117	N:118	7	2	9	0,193	N:111	0,15

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:111	N:117	N:129	0	0	0	0,000	N:112	0,28
T:112	N:129	N:128	3	6	9	0,193	N:113	0,00
T:113	N:128	N:121	10	0	10	0,214	N:114	0,15
T:114	N:128	N:127	5	2	7	0,150	N:115	1,05
T:115	N:122	N:123	5	6	11	0,236	N:116	0,00
T:116	N:127	N:122	7	9	16	0,343	N:117	0,19
T:117	N:127	N:126	4	4	8	0,171	N:119	0,19
T:118	N:126	N:124	9	12	21	0,450	N:120	0,19
T:119	N:126	N:125	5	8	13	0,278	N:121	0,21
T:120	N:121	N:120	6	3	9	0,193	N:122	0,34
T:122	N:133	N:132	5	4	9	0,193	N:123	0,24
T:123	N:136	N:135	5	5	10	0,214	N:124	0,45
T:124	N:137	N:169	5	0	5	0,107	N:125	0,28
T:125	N:132	N:136	0	0	0	0,000	N:126	0,17
T:126	N:137	N:136	0	0	0	0,000	N:127	0,15
T:130	N:136	N:177	6	6	12	0,257	N:128	0,19
T:131	N:138	N:137	6	0	6	0,129	N:129	0,00
T:132	N:142	N:177	0	6	6	0,129	N:132	0,19
T:133	N:177	N:138	0	4	4	0,086	N:135	0,21
T:134	N:142	N:141	0	0	0	0,000	N:136	0,26
T:136	N:140	N:139	5	0	5	0,107	N:137	0,13
T:137	N:139	N:138	5	0	5	0,107	N:138	0,19
T:138	N: Q	N:165	0	0	0	0,000	N:139	0,11
T:139	N:165	N:166	1	0	1	0,021	N:140	0,02
T:140	N:166	N:167	1	0	1	0,021	N:142	0,19
T:141	N:167	N:163	6	0	6	0,129	N:144	0,21
T:143	N:166	N:164	0	0	0	0,000	N:145	0,11
T:144	N:164	N:159	6	0	6	0,129	N:148	0,00
T:145	N:167	N:162	0	0	0	0,000	N:149	0,00
T:146	N:162	N:156	7	5	12	0,257	N:150	0,17
T:147	N:158	N:113	0	0	0	0,000	N:151	0,00
T:148	N:157	N:158	0	0	0	0,000	N:152	0,06
T:149	N: E1	N:157	0	0	0	0,000	N:153	0,15
T:150	N:156	N:155	0	0	0	0,000	N:154	0,11
T:151	N:155	N:161	7	7	14	0,300	N:155	0,00

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:152	N:182	N:160	7	0	7	0,150	N:156	0,26
T:153	N:155	N:182	0	0	0	0,000	N:157	0,00
T:154	N:155	N:152	3	0	3	0,064	N:158	0,00
T:155	N:157	N:153	0	7	7	0,150	N:159	0,13
T:156	N:113	N:114	7	0	7	0,150	N:160	0,15
T:157	N:114	N:150	1	7	8	0,171	N:161	0,3
T:158	N:150	N:151	0	0	0	0,000	N:162	0,00
T:159	N:151	N:154	5	0	5	0,107	N:164	0,00
T:160	N: F1	N:170	0	0	0	0,000	N:165	0,00
T:161	N:170	N:171	7	6	13	0,278	N:166	0,02
T:162	N:170	N:172	0	0	0	0,000	N:167	0,02
T:163	N:172	N:173	6	1	7	0,150	N:168	0,13
T:164	N:173	N:174	0	10	10	0,214	N:170	0,00
T:165	N: G1	N:148	0	0	0	0,000	N:171	0,28
T:166	N:148	N:146	4	6	10	0,214	N:172	0,00
T:169	N:148	N:149	0	0	0	0,000	N:173	0,15
T:170	N:149	N:145	0	5	5	0,107	N:174	0,21
T:171	N:178	N:40	5	7	12	0,257	N:177	0,13
T:173	N:49	N:47	3	13	16	0,343	N:178	0,00
T:175	N: W	N:52	0	0	0	0,000	N:180	0,06
T:176	N:105	N:106	0	0	0	0,000	N:182	0,11
T:177	N:90	N:180	0	0	0	0,000	N:183	0,11
T:178	N:183	N: D1	0	0	0	0,000	N:184	0,11
T:179	N:110	N:112	2	11	13	0,278	N:185	0,09
T:181	N:132	N:143	7	2	9	0,193	N:186	0,06
T:182	N:93	N:95	0	2	2	0,043	N:187	0,17
T:183	N:91	N:93	5	4	9	0,193	N:188	0,00
T:187	N:184	N:104	8	4	12	0,257	N:189	0,00
T:188	N:O	N:186	2	1	3	0,064	N:191	0,04
T:189	N:186	N:185	3	1	4	0,086	N:192	0,13
T:190	N:186	N:187	5	3	8	0,171	N:193	0,09
T:191	N:188	N:184	3	2	5	0,107	N:194	0,43
T:193	N:191	N:189	0	0	0	0,000	N:195	0,00
T:194	N:189	N:188	0	0	0	0,000	N:196	0,00
T:195	N:188	N:192	0	6	6	0,129	N:197	0,00

Tubería	Tramo		N° Familias Por Tramo			Caudal Tramo (l/s)	Nudo	Caudal (l/s)
	Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total			
T:196	N:203	N:191	2	0	2	0,043	N:198	0,02
T:197	N:193	N:M	4	0	4	0,086	N:199	0,00
T:198	N:196	N:193	4	0	4	0,086	N:200	0,11
T:199	N:196	N:198	0	1	1	0,021	N:201	0,13
T:200	N:198	N:200	0	5	5	0,107	N:203	0,09
T:202	Pozo:2	N:199	0	0	0	0,000	N:204	0,11
T:203	N:195	N:194	11	9	20	0,428	N:205	0,11
T:204	N: L	N:195	0	0	0	0,000	N:206	0,00
T:205	N:197	N:196	0	0	0	0,000	N:207	0,00
T:206	N:199	N:197	0	0	0	0,000	N:169	0,11
T:207	N:199	N:201	3	3	6	0,129	Pozo: Álamos	-4,71
T:208	N:201	N:81	3	1	4	0,086	D:2	-17,26
T:209	N:204	N:105	6	7	13	0,278		
T:210	N:205	N:204	0	5	5	0,107		
T:211	N:206	N:205	3	2	5	0,107		
T:212	D:2	N:206	0	0	0	0,000		
T:213	N:207	N:178	0	0	0	0,000		
T:214	D:2	N:207	0	0	0	0,000		
T:255	N:109	N:183	3	2	5	0,107		

Anexo 10. Diámetros en las Tuberías Situación Actual y Situación Futura.

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)				Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:29	D:2	N:30	50	50	T:72	N:J	N:75	50	38
T:30	N:30	N:31	50	50	T:73	N:84	N:71	50	38
T:31	N:31	N:32	50	50	T:74	N:83	N:84	50	38
T:32	N:32	N:33	50	50	T:75	N:83	N:76	50	50
T:38	N:40	N:41	75	75	T:76	N:76	N:77	50	25
T:40	N:B1	N:42	50	25	T:77	N:77	N:78	50	25
T:41	N:A1	N:45	50	50	T:79	N:K	N:83	75	75
T:42	N:33	N:44	50	50	T:80	N:81	N:82	50	25
T:43	N:43	N:36	50	38	T:81	N:82	N:80	50	25
T:44	N:Z	N:43	50	38	T:82	N:86	N:85	50	25
T:45	N:44	N:Y	50	25	T:83	N:87	N:86	50	25
T:46	N:45	N:46	50	50	T:84	N:88	N:87	50	38
T:47	N:46	N:63	50	38	T:85	N:89	N:88	50	38
T:48	N:63	N:64	50	25	T:86	N:90	N:89	50	50
T:49	N:106	N:68	50	50	T:87	N:90	N:92	25	25
T:50	N:68	N:70	50	25	T:88	N:180	N:91	50	50
T:52	N:68	N:66	50	50	T:90	N:95	N:96	50	50
T:53	N:66	N:67	25	25	T:91	N:93	N:97	75	38
T:54	N:66	N:T	50	50	T:92	N:91	N:98	75	50
T:55	N:65	N:50	50	50	T:93	N:97	N:98	75	25
T:56	N:45	N:U	50	50	T:94	N:100	N:99	50	38
T:57	N:V	N:49	50	50	T:95	N:91	N:100	50	38
T:58	N:52	N:54	50	25	T:96	N:180	N:101	50	50
T:60	N:X	N:51	50	50	T:97	N:102	N:101	50	50
T:61	N:51	N:53	50	50	T:98	N:103	N:102	50	50
T:62	N:53	N:60	50	50	T:99	N:P	N:103	50	50
T:63	N:56	N:57	50	38	T:100	N:105	N:R	150	75
T:64	N:59	N:56	50	38	T:101	N:106	N:S	100	100
T:65	N:59	N:58	50	25	T:103	N:108	N:109	100	100
T:66	N:C1	N:59	50	50	T:104	N:H1	N:110	100	100
T:67	N:60	N:61	50	50	T:105	N:110	N:111	100	100
T:68	N:61	N:62	50	38	T:106	N:111	N:115	100	100
T:69	N:72	N:73	50	25	T:107	N:115	N:116	75	75
T:70	N:71	N:72	50	25	T:108	N:116	N:117	75	75
T:71	N:75	N:74	50	25	T:111	N:117	N:129	75	75

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)				Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:112	N:129	N:128	75	75	T:154	N:155	N:152	38	25
T:113	N:128	N:121	50	38	T:155	N:157	N:153	38	25
T:114	N:128	N:127	75	75	T:156	N:113	N:114	100	75
T:115	N:122	N:123	50	25	T:157	N:114	N:150	75	50
T:116	N:127	N:122	50	50	T:158	N:150	N:151	75	25
T:117	N:127	N:126	75	50	T:159	N:151	N:154	38	25
T:118	N:126	N:124	50	38	T:160	N:F1	N:170	75	50
T:119	N:126	N:125	75	25	T:161	N:170	N:171	50	25
T:120	N:121	N:120	50	25	T:162	N:170	N:172	75	38
T:122	N:115	N:132	75	75	T:163	N:172	N:173	38	38
T:123	N:136	N:135	50	25	T:164	N:173	N:174	38	25
T:124	N:137	N:169	75	25	T:165	N:G1	N:148	50	25
T:125	N:132	N:136	25	25	T:169	N:148	N:149	38	25
T:126	N:137	N:136	25	25	T:170	N:149	N:145	38	25
T:130	N:177	N:136	50	25	T:171	N:178	N:40	75	75
T:131	N:138	N:137	75	25	T:173	N:49	N:47	50	38
T:132	N:142	N:177	25	25	T:175	N:W	N:52	50	50
T:133	N:177	N:138	25	25	T:176	N:105	N:106	200	200
T:136	N:140	N:139	75	25	T:177	N:90	N:180	50	50
T:137	N:139	N:138	75	25	T:178	N:183	N:D1	100	75
T:138	N:Q	N:165	50	50	T:179	N:110	N:112	50	25
T:139	N:165	N:166	50	50	T:181	N:132	N:142	75	50
T:140	N:166	N:167	50	50	T:182	N:93	N:95	75	38
T:141	N:167	N:168	50	25	T:183	N:91	N:93	75	38
T:143	N:166	N:164	25	25	T:187	N:184	N:104	150	75
T:144	N:164	N:159	50	25	T:188	N:O	N:186	50	38
T:145	N:167	N:162	50	50	T:189	N:186	N:185	50	25
T:146	N:162	N:156	50	50	T:190	N:186	N:187	50	25
T:147	N:158	N:113	50	38	T:191	N:188	N:184	150	75
T:148	N:157	N:158	50	38	T:193	N:191	N:189	75	75
T:149	N:E1	N:157	50	25	T:194	N:189	N:188	75	75
T:150	N:156	N:155	38	38	T:195	N:188	N:192	50	25
T:151	N:155	N:161	38	25	T:196	N:203	N:191	75	75
T:152	N:182	N:160	38	25	T:197	N:193	N:M	75	75
T:153	N:155	N:182	38	25	T:198	N:196	N:193	75	75

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:199	N:196	N:198	75	25
T:200	N:198	N:200	75	25
T:203	N:195	N:194	50	25
T:204	N: L	N:195	50	25
T:205	N:197	N:196	63	63
T:206	N:199	N:197	75	75
T:207	N:199	N:201	75	75
T:208	N:201	N:81	75	75
T:209	N:204	N:105	200	200
T:210	N:205	N:204	200	200
T:211	N:206	N:205	200	200
T:212	D:2	N:206	200	200
T:213	N:207	N:178	75	75
T:214	D:2	N:207	75	75
T:255	N:109	N:183	100	75
T:166	N:148	N:144	38	25
T:109	N:117	N:119	50	25
T:134	N:142	N:140	75	25

Anexo 11. Escenario II Situación Futura: Resultados de la Simulación del Sector 17.

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:29	D:2	N:30	95	50	T:72	N:J	N:75	45	38
T:30	N:30	N:31	73	50	T:73	N:84	N:71	113	38
T:31	N:31	N:32	72	50	T:74	N:83	N:84	41	38
T:32	N:32	N:33	55	50	T:75	N:83	N:76	153	50
T:38	N:40	N:41	33	75	T:76	N:76	N:77	93	25
T:40	N:B1	N:42	66	25	T:77	N:77	N:78	32	25
T:41	N:A1	N:45	77	50	T:79	N:K	N:83	81	75
T:42	N:33	N:44	210	50	T:80	N:81	N:82	86	25
T:43	N:43	N:36	100	38	T:81	N:82	N:80	96	25
T:44	N:Z	N:43	75	38	T:82	N:86	N:85	132	25
T:45	N:44	N:Y	66	25	T:83	N:87	N:86	74	25
T:46	N:45	N:46	104	50	T:84	N:88	N:87	188	38
T:47	N:46	N:63	32	38	T:85	N:89	N:88	30	38
T:48	N:63	N:64	28	25	T:86	N:90	N:89	97	50
T:49	N:106	N:68	23	50	T:87	N:90	N:92	59	25
T:50	N:68	N:70	16	25	T:88	N:180	N:91	55	50
T:52	N:68	N:66	120	50	T:90	N:205	N:95	181	50
T:53	N:66	N:67	53	25	T:91	N:93	N:97	206	38
T:54	N:66	N:T	49	50	T:92	N:91	N:98	165	50
T:55	N:65	N:50	70	50	T:93	N:98	N:97	82	25
T:56	N:45	N:U	45	50	T:94	N:100	N:99	124	38
T:57	N:V	N:49	36	50	T:95	N:91	N:100	38	38
T:58	N:52	N:54	69	25	T:96	N:101	N:180	27	50
T:60	N:X	N:51	16	50	T:97	N:102	N:101	46	50
T:61	N:51	N:53	44	50	T:98	N:103	N:102	63	50
T:62	N:53	N:60	266	50	T:99	N:P	N:103	58	50
T:63	N:56	N:57	50	38	T:100	N:105	N:R	134	75
T:64	N:59	N:56	91	38	T:101	N:106	N:S	21	100
T:65	N:59	N:58	75	25	T:103	N:108	N:109	33	100
T:66	N:C1	N:59	74	50	T:104	N:H1	N:110	75	100
T:67	N:60	N:61	75	50	T:105	N:110	N:111	72	100
T:68	N:61	N:62	54	38	T:106	N:111	N:115	117	100
T:69	N:72	N:73	83	25	T:107	N:115	N:116	67	75
T:70	N:71	N:72	111	25	T:108	N:116	N:117	160	75
T:71	N:75	N:74	104	25	T:111	N:117	N:129	54	75

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:112	N:129	N:128	50	75	T:155	N:157	N:153	53	25
T:113	N:128	N:121	152	38	T:156	N:113	N:114	95	75
T:114	N:128	N:127	76	75	T:157	N:114	N:150	158	50
T:115	N:122	N:123	46	25	T:158	N:150	N:151	47	25
T:116	N:127	N:122	107	50	T:159	N:151	N:154	72	25
T:117	N:127	N:126	82	50	T:160	N:F1	N:170	48	50
T:118	N:126	N:124	124	38	T:161	N:170	N:171	96	25
T:119	N:126	N:125	84	25	T:162	N:170	N:172	50	38
T:120	N:121	N:120	67	25	T:163	N:172	N:173	69	38
T:122	N:115	N:132	48	75	T:164	N:173	N:174	58	25
T:123	N:136	N:135	37	25	T:165	N:G1	N:148	128	25
T:125	N:132	N:136	76	25	T:169	N:148	N:149	45	25
T:126	N:136	N:137	70	25	T:170	N:149	N:145	34	25
T:130	N:177	N:136	74	25	T:171	N:178	N:40	130	75
T:131	N:138	N:137	74	25	T:173	N:49	N:47	125	38
T:132	N:142	N:177	76	25	T:175	N:W	N:52	20	50
T:133	N:177	N:138	70	25	T:176	N:105	N:106	5	200
T:136	N:140	N:139	72	25	T:177	N:180	N:90	7	50
T:137	N:139	N:138	74	25	T:178	N:183	N:D1	76	75
T:138	N:Q	N:165	42	50	T:179	N:110	N:112	50	25
T:139	N:165	N:166	21	50	T:181	N:132	N:142	74	50
T:140	N:166	N:167	10	50	T:182	N:95	N:93	75	38
T:141	N:167	N:168	59	25	T:183	N:93	N:91	74	38
T:143	N:166	N:164	7	25	T:187	N:184	N:104	105	75
T:144	N:164	N:159	95	25	T:188	N:O	N:186	58	38
T:145	N:167	N:162	70	50	T:189	N:186	N:185	53	25
T:146	N:162	N:156	110	50	T:190	N:186	N:187	86	25
T:147	N:113	N:158	56	38	T:191	N:188	N:184	116	75
T:148	N:158	N:157	15	38	T:193	N:191	N:189	6	75
T:149	N:157	N:E1	26	25	T:194	N:189	N:188	7	75
T:150	N:156	N:155	51	38	T:195	N:188	N:192	80	25
T:151	N:155	N:161	102	25	T:196	N:203	N:191	20	75
T:152	N:182	N:160	112	25	T:197	N:193	N:M	60	75
T:153	N:155	N:182	63	25	T:198	N:196	N:193	84	75
T:154	N:155	N:152	52	25	T:199	N:196	N:198	40	25

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
T:200	N:198	N:200	87	25
T:203	N:195	N:194	102	25
T:204	N:L	N:195	70	25
T:205	N:197	N:196	52	63
T:206	N:199	N:197	30	75
T:207	N:199	N:201	28	75
T:208	N:201	N:81	22	75
T:209	N:204	N:105	222	200
T:210	N:205	N:204	170	200
T:211	N:206	N:205	118	200
T:212	D:2	N:206	69	200
T:213	N:207	N:178	191	75
T:214	D:2	N:207	63	75
T:255	N:109	N:183	74,5	75
T:166	N:148	N:144	65	25
T:124	N:137	N:169	36	25
T:109	N:117	N:119	105	25
T:134	N:142	N:140	153	25
15HP	Pozo: Álamos	N:199		75

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:30	0,00	19,98	T:29	1,27	0,65
N:31	0,00	18,20	T:30	1,27	0,65
N:32	0,09	22,43	T:31	1,27	0,65
N:33	0,13	23,92	T:32	1,18	0,60
N:36	0,32	22,41	T:38	2,58	0,58
N:40	0,26	16,48	T:40	0,21	0,43
N:41	0,09	16,30	T:41	2,28	1,16
N:42	0,21	13,56	T:42	1,05	0,54
N:43	0,21	21,73	T:43	0,32	0,28
N:44	0,36	19,33	T:44	0,53	0,47
N:45	0,45	13,87	T:45	0,16	0,33
N:46	0,30	11,56	T:46	0,64	0,33
N:47	0,34	26,27	T:47	0,34	0,30
N:49	0,02	17,72	T:48	0,30	0,61
N:50	0,04	16,33	T:49	2,18	1,11
N:51	0,00	21,61	T:50	0,19	0,39
N:52	0,00	19,02	T:52	1,96	1,00
N:53	0,00	23,46	T:53	0,17	0,35
N:54	0,19	25,39	T:54	1,51	0,77
N:56	0,09	23,49	T:55	1,45	0,74
N:57	0,43	21,25	T:56	1,35	0,69
N:58	0,21	24,37	T:57	2,76	1,41
N:59	0,21	21,11	T:58	0,19	0,39
N:60	0,54	19,5	T:60	2,21	1,13
N:61	0,26	18,25	T:61	2,21	1,13
N:62	0,47	16,95	T:62	2,21	1,13
N:63	0,04	11,44	T:63	0,43	0,38
N:64	0,30	14,84	T:64	0,52	0,46
N:65	0,06	18,28	T:65	0,21	0,43
N:66	0,28	19,00	T:66	0,94	0,48
N:67	0,17	24,61	T:67	0,73	0,37
N:68	0,02	24,87	T:68	0,47	0,41
N:70	0,19	24,72	T:69	0,13	0,26
N:71	0,06	47,04	T:70	0,13	0,26
N:72	0,00	43,54	T:71	0,24	0,49
N:73	0,13	49,16	T:72	0,33	0,29
N:74	0,24	49,41	T:73	0,52	0,46

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:75	0,09	51,89	T:74	0,52	0,46
N:76	0,30	50,76	T:75	0,67	0,34
N:77	0,26	45,81	T:76	0,37	0,75
N:78	0,11	40,7	T:77	0,11	0,22
N:80	0,11	35,21	T:79	1,28	0,29
N:81	0,09	36,38	T:80	0,30	0,61
N:82	0,19	39,53	T:81	0,11	0,22
N:83	0,09	44,26	T:82	0,17	0,35
N:84	0,00	36,93	T:83	0,17	0,35
N:85	0,17	23,7	T:84	0,47	0,41
N:86	0,00	37,69	T:85	0,49	0,43
N:87	0,30	36,25	T:86	0,56	0,28
N:88	0,02	22,46	T:87	0,24	0,49
N:89	0,06	19,67	T:88	0,80	0,41
N:90	0,00	29,89	T:90	1,41	0,72
N:91	0,24	27,67	T:91	0,50	0,44
N:92	0,24	32,05	T:92	0,63	0,32
N:93	0,04	32,07	T:93	0,16	0,33
N:95	0,41	36,77	T:94	0,34	0,30
N:97	0,66	15,76	T:95	0,38	0,34
N:98	0,47	14,25	T:96	1,66	0,84
N:99	0,34	23,14	T:97	1,66	0,84
N:100	0,04	26,53	T:98	1,66	0,84
N:101	0,00	30,39	T:99	1,66	0,84
N:102	0,00	27,19	T:100	1,38	0,31
N:103	0,00	25,29	T:101	7,68	0,98
N:104	0,26	26,3	T:103	7,57	0,96
N:105	0,28	26,53	T:104	5,66	0,72
N:106	0,00	25,53	T:105	5,34	0,68
N:108	0,11	24,32	T:106	5,19	0,66
N:109	0,09	22,99	T:107	2,60	0,59
N:110	0,04	23,61	T:108	2,60	0,59
N:111	0,15	24,28	T:111	2,22	0,50
N:112	0,28	25,77	T:112	2,22	0,50
N:113	0,00	28,58	T:113	0,4	0,35
N:114	0,15	32,41	T:114	1,63	0,37
N:115	1,05	22,77	T:115	0,24	0,49

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:116	0,00	20,44	T:116	0,58	0,30
N:117	0,19	20,66	T:117	0,90	0,46
N:119	0,19	15,8	T:118	0,45	0,40
N:120	0,19	23,09	T:119	0,28	0,57
N:121	0,21	29,64	T:120	0,19	0,39
N:122	0,34	30,89	T:122	1,54	0,35
N:123	0,24	34,31	T:123	0,21	0,43
N:124	0,45	36,07	T:125	0,48	0,98
N:125	0,28	28,31	T:126	0,14	0,29
N:126	0,17	25,71	T:130	0,13	0,27
N:127	0,15	23,12	T:131	0,10	0,20
N:128	0,19	18,28	T:132	0,43	0,87
N:129	0,00	19,46	T:133	0,17	0,34
N:132	0,19	24,68	T:136	0,23	0,47
N:135	0,21	29,89	T:137	0,12	0,25
N:136	0,26	32,25	T:138	1,01	0,52
N:137	0,13	39,92	T:139	1,01	0,52
N:138	0,19	45,1	T:140	0,86	0,44
N:139	0,11	46,37	T:141	0,13	0,26
N:140	0,02	35,22	T:143	0,13	0,26
N:142	0,19	29,33	T:144	0,13	0,26
N:144	0,21	46,06	T:145	0,71	0,36
N:145	0,11	42,62	T:146	0,71	0,36
N:148	0,00	43,89	T:147	0,32	0,28
N:149	0,00	40,74	T:148	0,32	0,28
N:150	0,17	41,99	T:149	0,17	0,35
N:151	0,00	40,84	T:150	0,62	0,55
N:152	0,06	41,54	T:151	0,30	0,61
N:153	0,15	33,04	T:152	0,15	0,31
N:154	0,11	36,59	T:153	0,26	0,53
N:155	0,00	36,6	T:154	0,06	0,13
N:156	0,26	35,15	T:155	0,15	0,31
N:157	0,00	32,35	T:156	1,39	0,31
N:158	0,00	32,4	T:157	0,60	0,31
N:159	0,13	29,4	T:158	0,11	0,22
N:160	0,15	28,89	T:159	0,11	0,22
N:161	0,30	28,41	T:160	0,64	0,33

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:162	0,00	29,55	T:161	0,28	0,57
N:164	0,00	27,83	T:162	0,36	0,32
N:165	0,00	28,01	T:163	0,36	0,32
N:166	0,02	27,86	T:164	0,21	0,43
N:167	0,02	27,81	T:165	0,32	0,65
N:168	0,13	26,54	T:169	0,11	0,22
N:170	0,00	38,27	T:170	0,11	0,22
N:171	0,28	43,45	T:171	2,84	0,64
N:172	0,00	42,07	T:173	0,34	0,30
N:173	0,15	47,8	T:175	2,40	1,22
N:174	0,21	51,16	T:176	9,86	0,31
N:177	0,13	35,55	T:177	0,80	0,40
N:178	0,00	18,33	T:178	1,71	0,39
N:180	0,06	29,92	T:179	0,28	0,57
N:182	0,11	35,56	T:181	0,87	0,44
N:183	0,11	25,77	T:182	1,00	0,88
N:184	0,11	27,53	T:183	0,45	0,40
N:185	0,09	26,23	T:187	1,56	0,35
N:186	0,06	26,35	T:188	0,32	0,28
N:187	0,17	32,7	T:189	0,09	0,18
N:188	0,00	34,92	T:190	0,17	0,35
N:189	0,00	34,95	T:191	1,99	0,45
N:191	0,04	35,97	T:193	2,12	0,48
N:192	0,13	31,56	T:194	2,12	0,48
N:193	0,09	38,31	T:195	0,13	0,26
N:194	0,43	34,1	T:196	2,16	0,49
N:195	0,00	38,37	T:197	2,25	0,51
N:196	0,00	31,69	T:198	2,34	0,53
N:197	0,00	37,31	T:199	0,13	0,27
N:198	0,02	29,51	T:200	0,11	0,22
N:199	0,00	34,51	T:203	0,43	0,88
N:200	0,11	31,21	T:204	0,43	0,88
N:201	0,13	34,43	T:205	2,47	0,79
N:203	0,09	35,05	T:206	2,90	0,66
N:204	0,11	18,7	T:207	1,80	0,41
N:205	0,11	22,82	T:208	1,67	0,38
N:206	0,00	14,94	T:209	11,51	0,37

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:207	0,00	20,59	T:210	11,62	0,37
N:J	0,00	47,04	T:211	13,14	0,42
N:K	0,00	36,38	T:212	13,14	0,42
N:L	0,00	37,31	T:213	2,84	0,64
N:N	0,00	35,05	T:214	2,84	0,64
N:M	0,00	35,05	T:255	1,82	0,41
N:O	0,00	27,53	T:166	0,21	0,43
N:P	0,00	26,3	T:124	0,11	0,22
N:Q	0,00	32,3	T:109	0,19	0,39
N:R	0,00	32,3	T:134	0,25	0,52
N:S	0,00	24,32	15HP	4,71	0,00
N:T	0,00	18,28	V 10	0,33	0,29
N:U	0,00	16,33	V 11	1,28	0,29
N:V	0,00	16,33	V 12	0,43	0,88
N:W	0,00	17,72	V 13	0,00	0,00
N:X	0,00	19,02	V 14	2,25	0,51
N:Y	0,00	13,87	V 15	0,32	0,28
N:Z	0,00	19,33	V 16	1,66	0,84
N:A1	0,00	16,3	V 17	1,01	0,52
N:B1	0,00	16,3	V 18	1,38	0,31
N:C1	0,00	19,5	V 19	7,68	0,98
N:D1	0,00	28,58	V 20	1,51	0,77
N:E1	0,00	35,15	V 21	1,35	0,69
N:F1	0,00	32,41	V 22	2,76	1,41
N:G1	0,00	41,99	V 23	2,40	1,22
N:H1	0,00	22,99	V 24	2,21	1,13
N:169	0,11	34,82	V 25	0,16	0,34
Pozo: Álamos	-4,71	0,00	V 26	0,53	0,47
D:2	-17,26	4,00	V 27	2,28	1,16
			V 28	0,21	0,43
			V 29	0,94	0,48
			V 30	1,71	0,39
			V 31	0,17	0,35
			V 32	0,64	0,33
			V 33	0,32	0,65
			V 34	5,66	0,72

Anexo 12. Zona 27 Diámetros en las Tuberías Situación Actual y Situación Futura.

Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura	Tubería	Nudo Inicial	Nudo Final	Actual	Futura
			Diámetro (mm)	Diámetro (mm)				Diámetro (mm)	Diámetro (mm)
T:1	N:2	N:1	38	25	T:230	N:218	N:220	100	50
T:2	N:3	N:2	38	38	T:231	N:220	N:219	100	25
T:3	N:4	N:9	50	25	T:232	N:I	N:221	75	38
T:5	N:C	N:4	50	25	T:233	N:221	N:222	50	25
T:6	N:5	N:A	75	75	T:234	N:221	N:223	75	38
T:7	N:6	N:5	75	75	T:235	N:223	N:224	50	25
T:8	N:7	N:6	75	75	T:236	N:224	N:225	50	25
T:9	N:8	N:7	75	75	T:237	N:223	N:226	75	25
T:10	N:175	N:11	50	75	T:238	N:226	N:227	50	25
T:11	N:11	N:12	50	75	T:239	N:227	N:224	50	25
T:12	N:12	N:13	50	25					
T:13	N:13	N:15	50	25					
T:14	N:13	N:14	50	25					
T:15	N:12	N:16	63	75					
T:16	N:D	N:17	50	25					
T:17	N:17	N:18	50	25					
T:18	N:18	N:19	50	25					
T:20	N:19	N:22	50	25					
T:23	N:16	N:25	63	75					
T:25	N:F	N:26	50	25					
T:26	N:25	N:24	25	25					
T:27	N:25	N:28	75	75					
T:28	N:28	N:29	75	75					
T:185	N:B	N:3	38	38					
T:186	N:BB	N:8	75	75					
T:220	N:H	N:209	100	100					
T:221	N:209	N:210	100	100					
T:222	N:210	N:211	100	100					
T:223	N:211	N:212	100	100					
T:224	N:212	N:213	100	100					
T:225	N:213	N:217	100	100					
T:226	N:217	N:216	100	50					
T:227	N:216	N:215	100	50					
T:228	N:215	N:214	100	50					
T:229	N:217	N:218	100	50					

Anexo 13. Escenario II Situación Futura: Resultados de la Simulación del Sector 27.

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:1	0,32	29,67	T:1	0,32	0,64
N:2	0,81	35,59	T:2	1,12	0,99
N:3	0,00	45,46	T:3	0,14	0,28
N:4	0,04	46,77	T:5	0,18	0,36
N:5	0,02	47,70	T:6	8,03	1,82
N:6	0,02	46,77	T:7	8,05	1,82
N:7	0,06	47,33	T:8	8,07	1,83
N:8	0,00	41,55	T:9	8,13	1,84
N:9	0,14	46,39	T:10	6,57	1,49
N:11	0,30	38,03	T:11	6,27	1,42
N:12	0,22	36,71	T:12	0,35	0,72
N:13	0,00	42,18	T:13	0,22	0,44
N:14	0,14	42,02	T:14	0,14	0,28
N:15	0,22	43,59	T:15	5,70	1,29
N:16	0,18	39,00	T:16	0,41	0,84
N:17	0,06	37,21	T:17	0,35	0,72
N:18	0,00	36,88	T:18	0,35	0,72
N:19	0,16	33,84	T:20	0,20	0,40
N:22	0,20	32,42	T:23	5,11	1,16
N:24	0,10	42,87	T:25	0,22	0,44
N:25	0,43	41,09	T:26	0,10	0,20
N:26	0,22	38,09	T:27	4,36	0,99
N:28	0,43	41,35	T:28	3,93	0,89
N:29	0,00	40,58	T:185	1,12	0,99
N:175	0,08	45,80	T:186	8,13	1,84
N:209	0,00	36,56	T:220	3,93	0,5
N:210	0,00	32,11	T:221	3,93	0,5
N:211	0,00	32,91	T:222	3,93	0,5
N:212	0,00	29,80	T:223	3,93	0,5
N:213	0,00	30,49	T:224	3,93	0,5
N:214	1,97	28,10	T:225	3,93	0,5
N:215	0,00	29,2	T:226	2,5	1,27
N:216	0,53	30,08	T:227	1,97	1,00
N:217	0,00	30,38	T:228	1,97	1,00
N:218	0,10	27,15	T:229	1,43	0,73

Nudo	Demanda (l/s)	Presión (m)	Tubería	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
N:219	0,18	24,01	T:230	1,33	0,68
N:220	0,16	24,51	T:231	0,18	0,36
N:221	0,08	24,88	T:232	0,99	0,88
N:222	0,26	20,02	T:233	0,26	0,52
N:223	0,10	21,17	T:234	0,66	0,58
N:224	0,12	16,72	T:235	0,33	0,68
N:225	0,38	12,09	T:236	0,38	0,78
N:226	0,04	17,68	T:237	0,23	0,46
N:227	0,02	10,20	T:238	0,19	0,38
N:A	0,08	45,80	T:239	0,17	0,34
N:B	0,00	45,80	15HP	8,13	0,00
N:C	0,00	45,80			
N:D	0,00	39,00			
N:F	0,00	41,09			
N:G	0,00	40,58			
N:H	0,00	40,58			
N:I	0,00	24,51			
N:BB	0,00	91,96			
Pozo: Tomatas C	-8,18	0,00			

Anexo 14. Programa EPANET.

EPANET es un programa que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo.

El éxito de EPANET radica en su potente simulador hidráulico que ofrece las siguientes prestaciones:

- No existe límite en cuanto al tamaño de la red que puede procesarse.
- Las pérdidas de carga pueden calcularse mediante las fórmulas de Hazen-Williams, de Darcy-Weisbach o de Chezy-Manning.
- Contempla pérdidas menores en codos, accesorios, etc.
- Admite bombas de velocidad fija o variable.
- Determina el consumo energético y sus costes.
- Permite considerar varios tipos de válvulas, tales como válvulas de corte, de retención, y reguladoras de presión o caudal.
- Admite depósitos de geometría variable (esto es, cuyo diámetro varíe con el nivel)

PASOS PARA UTILIZAR EPANET.

Los pasos a seguir normalmente para modelar un sistema de distribución de agua con EPANET son los siguientes:

- Dibujar un esquema de la red o importar una descripción básica del mismo desde un fichero de texto.

- Editar las propiedades de los elementos que configuran el sistema en el editor de propiedades.
- Describir el modo de operación del sistema (arranque o parada de bombas, abertura o cierre de válvulas, etc.) mediante leyes de control.
- Seleccionar las opciones de cálculo (ecuaciones de cálculo de pérdidas de energía, sistema de unidades).
- Realizar el análisis hidráulico, rodando el programa.
- Observar los resultados en tablas o gráficas.

La siguiente figura muestra cómo se interconectan todos estos objetos entre sí para formar el modelo de una red.

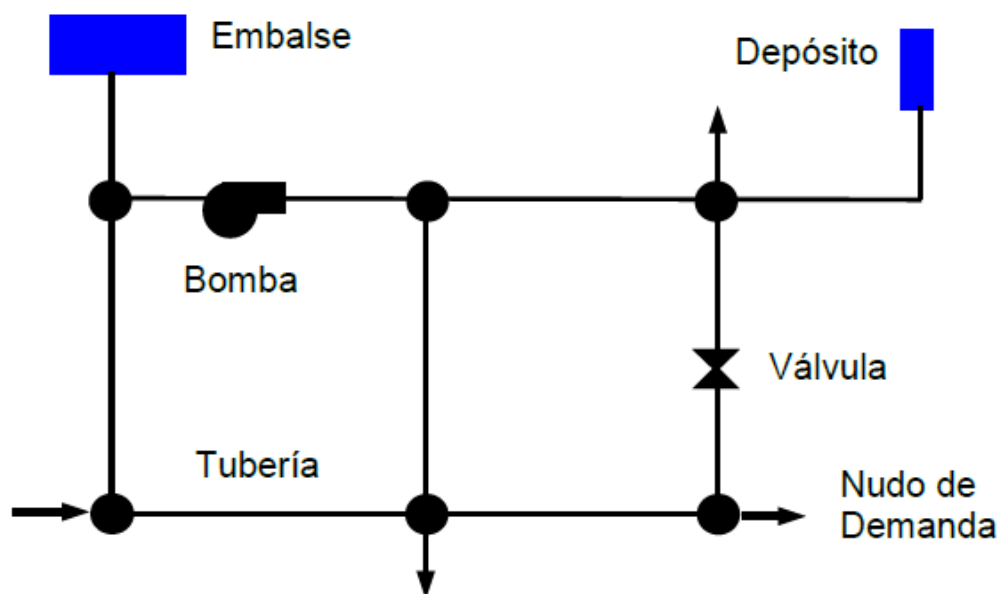


Figura 1. Componentes Físicos de una Red.

Fuente: Manual del Usuario EPANET 2.0

El comportamiento de cada uno de estos elementos se rige por las ecuaciones de continuidad en nudos y de conservación de la energía, así como por la relación entre la diferencia de alturas piezométricas de los extremos de cada elemento lineal y su caudal circulante. Estas expresiones

relacionan las incógnitas que buscamos (caudales y presiones) con los parámetros y resto de variables que definen la red. Del conjunto de relaciones anteriores se obtienen dos sistemas de ecuaciones no lineales, uno aplicando la ecuación de continuidad en nudos, y otro basado en las pérdidas de carga de los elementos de la red. De su resolución se obtendrán los caudales circulantes y las presiones en los nudos.

El carácter no lineal de estos sistemas de ecuaciones hace indispensable la aplicación de métodos numéricos de resolución. Concretamente, EPANET utiliza el método de Newton-Raphson para hallar la solución simultánea del sistema de ecuaciones de balance de masa y energía. El problema es resuelto mediante la solución iterativa de un sistema de ecuaciones lineales de tamaño igual al número de alturas piezométricas desconocidas.

En general, tanto EPANET como el resto de programas dirigidos al cálculo de redes, necesitan la definición de los siguientes componentes, con el objetivo de obtener un modelo de la red lo más próximo a la realidad:

Tabla 1.
Componentes de EPANET.

COMPONENTES FÍSICOS		COMPONENTES NO FÍSICOS
Elementos puntuales	Elementos lineales	
Nudos de caudal	Tuberías	Curvas de comportamiento
Embalses	Bombas	Curvas de modulación
Depósitos	Válvulas	Leyes de control

Fuente: Manual del Usuario EPANET.

COMPONENTES FÍSICOS.

Nudos de Caudal.

Los Nudos de Caudal son los puntos de la red donde confluyen las tuberías o bien sus extremos, y a través de ellos el agua entra o sale de la misma (también pueden ser sólo puntos de paso).

Embalses.

Los Embalses son nudos que representan una fuente externa de alimentación, de capacidad ilimitada, o bien un sumidero de caudal. Se utilizan para modelar elementos como lagos, captaciones desde ríos, acuíferos subterráneos, o también puntos de entrada a otros subsistemas. Los embalses pueden utilizarse también como puntos de entrada de contaminantes.

Depósitos.

Los Depósitos son nudos con cierta capacidad de almacenamiento, en los cuales el volumen de agua almacenada puede variar con el tiempo durante la simulación.

El nivel del agua en los depósitos debe oscilar entre el nivel mínimo y el nivel máximo. EPANET impide la salida del agua del depósito cuando está a su nivel mínimo y cierra la entrada de agua cuando está a su nivel máximo. Los depósitos también pueden utilizarse como puntos de entrada de contaminantes a la red.

ELEMENTOS LINEALES.

Tuberías.

Las tuberías son líneas que transportan el agua de un nudo a otro. EPANET asume que las tuberías están completamente llenas en todo momento, y por consiguiente que el flujo es a presión. La dirección del flujo es siempre del nudo de mayor altura piezométrica (suma de la cota más la presión, o bien energía interna por unidad de peso) al de menor altura piezométrica.

La pérdida de carga (o de altura piezométrica) en una tubería debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse utilizando tres fórmulas de pérdidas diferentes:

- La fórmula de Hazen-Williams.
- La fórmula de Darcy-Weisbach.
- La fórmula de Chezy-Manning.

La fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada en EEUU. Sin embargo, no puede utilizarse para líquidos distintos del agua, y fue desarrollada originalmente sólo para flujo turbulento. Desde el punto de vista académico, la fórmula de Darcy-Weisbach es la más correcta, y es aplicable a todo tipo de líquidos y regímenes. Finalmente, la fórmula de Chezy-Manning es utilizada usualmente para canales y tuberías de gran diámetro, donde la turbulencia está muy desarrollada.

Todas las fórmulas emplean la misma ecuación básica para calcular la pérdida de carga entre el nudo de entrada y el de salida:

$$h_L = A q^B$$

Donde:

h_L : pérdida de carga (en unidades de longitud).

A: coeficiente de resistencia.

B: exponente del caudal.

q: caudal (en unidades de volumen/tiempo).

Al aplicar la fórmula de Darcy-Weisbach, EPANET emplea distintos métodos para calcular el factor de fricción f , dependiendo del tipo de régimen:

- Para flujo laminar ($Re < 2.000$) emplea la fórmula de Hagen–Poiseuille.

- Para flujo turbulento ($Re > 4.000$) emplea la aproximación explícita de Swamee y Jain a la fórmula de Colebrook-White.
- Para el flujo de transición ($2.000 < Re < 4.000$) aplica una interpolación cúbica al diagrama de Moody.

Pérdidas Menores.

Las pérdidas menores (también denominadas pérdidas localizadas) pueden interpretarse como debidas al incremento de la turbulencia que se produce en los cambios de dirección, codos, accesorios, etc. La importancia de incluir o no tales pérdidas depende del tipo de red modelada y de la precisión de los resultados deseada. EPANET permite asociar a cada tubería un coeficiente de pérdidas menores. El valor de la pérdida será el producto de dicho coeficiente por la altura dinámica en la tubería, esto es:

$$h_L = K \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Donde:

K: coeficiente de pérdidas menores.

v: velocidad del caudal (en unidades de longitud/tiempo).

g: aceleración de la gravedad (en unidades de longitud/tiempo²).

Bombas.

Las bombas son líneas que comunican energía al fluido elevando su altura piezométrica. Los datos principales de una bomba son sus nudos de aspiración e impulsión y su curva característica a velocidad nominal (o relación entre caudal trasegado y la altura comunicada). En lugar de dar la curva característica, el comportamiento de una bomba puede también modelarse admitiendo

que trabaja a potencia constante para cualquier combinación de caudal y altura, lo que permite determinar la altura comunicada al fluido en función del caudal de paso.

Válvulas.

Las válvulas son líneas que limitan la presión o el caudal en un punto determinado de la red.

Los datos principales de una válvula son:

- Los nudos aguas arriba y aguas abajo
- El diámetro
- La consigna
- Su estado (forzado o no)

Los resultados asociados con una válvula son básicamente el caudal de paso y la pérdida de carga. Los tipos de válvulas contemplados en EPANET son:

- Válvulas Reductoras de Presión (en inglés PRV)
- Válvulas Sostenedoras de Presión (en inglés PSV)
- Válvulas de Rotura de Carga (en inglés PBV)
- Válvulas Limitadoras de Caudal (en inglés FCV)
- Válvulas de Regulación (en inglés TCV)
- Válvulas de Propósito General (en inglés GPV).

Cada tipo de válvula realiza algún tipo de control, ya sea con relación a la presión o el caudal que circula por ella. Por esta razón, se debe tener en cuenta cuál es la propiedad que se debe configurar para cada válvula. Para dibujar una válvula en el área de trabajo, es necesario tener en cuenta la misma condición que se tuvo en la descripción de las tuberías. De tal forma, en EPANET se puede dibujar una válvula si existe un punto de partida y un punto de llegada.

Cada válvula presenta una característica especial y unas condiciones a cumplir para obtener una simulación sin errores. A continuación, se analizan una por una las válvulas mostradas en la figura 39.

Válvula 1	
Propiedad	Valor
*ID Válvula	1
*Nudo Aguas Arriba	N:A
*Nudo Aguas Abajo	N:175
Descripción	
Etiqueta	
*Diámetro	75
*Tipo Válvula	LimitCaudal
*Consigna	Reductora
Coef. Pérdidas	Sostenedora
Estado Forzado	RoturaCarga
Caudal	LimitCaudal
Velocidad	Regulación
Pérdida	PropósGral
Calidad	Sin Valor
Estado	Sin Valor

Figura 2. Tipo de Válvulas.

Fuente: Manual del Usuario EPANET 2.0.

Válvula reductora de presión (PRV): la PRV limita la presión en un punto de la red, sobre un tramo de tubería. EPANET establece tres formas de operación:

Parcialmente abierta (es decir, activa) para mantener una presión aguas abajo, siempre y cuando la presión aguas arriba sea superior a ésta.

Totalmente abierta, cuando la presión aguas arriba está por debajo de la especificada en la propiedad Consigna; el parámetro a controlar con este tipo de válvula es la presión, razón por la cual en la propiedad Consigna se debe introducir la presión deseada en la conexión o nudo aguas abajo de la válvula.

Cerrada, si la presión aguas abajo es superior a la presión aguas arriba, para impedir el flujo inverso. Se deben tener en cuenta dos aspectos para la modelación de PRV: no se puede conectar una PRV directamente a un depósito o tanque (se puede utilizar una tubería para separarlos), y adicionalmente una PRV no puede compartir la misma conexión o conectarse en serie.

Válvula sostenedora de presión (PSV): la PSV mantiene una presión determinada en un punto específico de la red. EPANET diferencia tres modos de funcionamiento:

Parcialmente abierta, para mantener la presión (especificada en la propiedad Consigna) aguas arriba de la válvula cuando la presión aguas abajo es menor.

Totalmente abierta, si la presión aguas abajo es superior a la especificada en la propiedad Consigna.

Cerrada, si la presión aguas abajo es superior a la presión aguas arriba para impedir el flujo inverso.

A la hora de simular un modelo hidráulico que contenga una PSV, ésta no se puede conectar directamente a un depósito o tanque (utilice una tubería para separarlos), ni tampoco se puede compartir el mismo nudo aguas arriba o conectarse en serie, ni estar conectada al nudo aguas abajo.

Válvula de rotura de carga (PBV): la PBV obliga a que la caída de presión en la válvula sea siempre un valor predeterminado por el usuario. El caudal que conduce la válvula puede ir en ambas direcciones. Las PBV no son mecanismos físicos verdaderos, pero pueden usarse para modelar situaciones donde exista una caída de presión local conocida.

Válvula limitadora o controladora de caudal (FCV): las FCV limitan el caudal a un valor específico. EPANET mostrará un mensaje de advertencia si el caudal no se puede mantener sin un aporte de presión en la válvula (es decir, el caudal no se podrá mantener con la válvula

totalmente abierta). Se debe tener especial atención en las FCV a la hora de simular un modelo hidráulico, ya que no pueden conectarse directamente a un depósito o tanque (utilice una tubería para separarlos).

Válvula de regulación o reguladora por estrangulación (TCV): las TCV simulan una válvula parcialmente cerrada, ajustando adecuadamente el valor del coeficiente de pérdidas menores. Normalmente los fabricantes proporcionan una relación entre el grado de cierre de la válvula y el coeficiente de pérdidas resultante.

Válvula de propósito general (GPV): las GPV se utilizan para representar un elemento con un comportamiento diferente y una relación entre el caudal y las pérdidas de energía. Además, se puede hacer uso de esta válvula para simular otro tipo de elementos físicos en un sistema de acueducto. Por ejemplo, simular turbinas, pozos de aspiración o válvulas preventivas contracorriente y reductoras de caudal. Para lograr modelar una GPV se requiere de una curva característica (se utiliza la misma ruta de acceso descrita para una curva característica de una bomba) que relacione las pérdidas de energía en el eje de las ordenadas (expresado en metros) y el caudal en el eje de las abscisas (expresado en litros por segundo). La curva se debe citar por medio de la identificación o ID en la propiedad *Consigna*. En la figura 8 se muestra la curva para una válvula GPV. En el recuadro rojo se visualiza la opción que se debe elegir para la válvula.

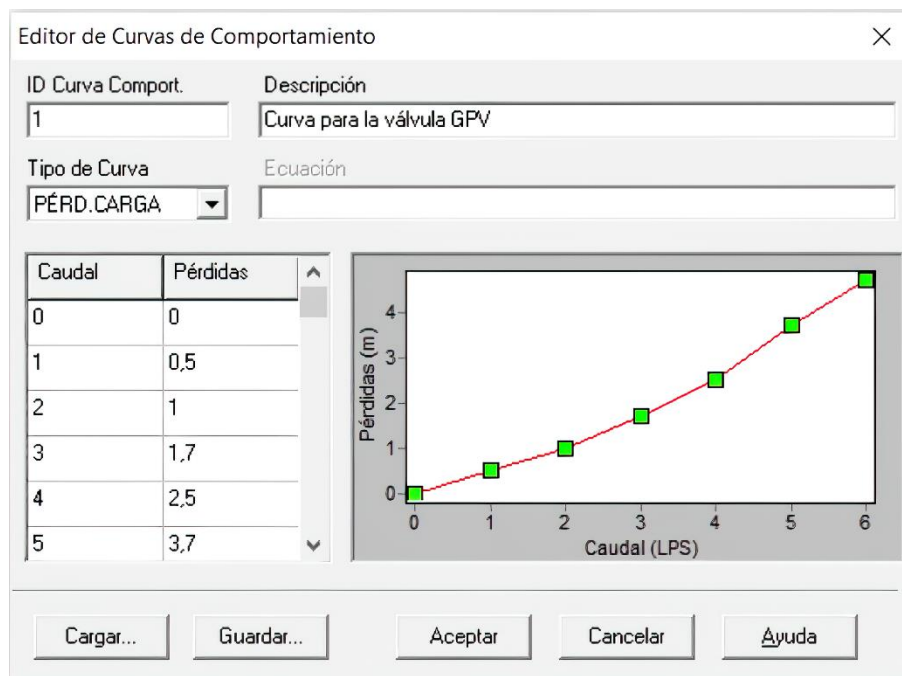


Figura 3. Curvas Característica para una Válvula de Propósito General.

Fuente: Manual del Usuario EPANET 2.0.

Tabla 2.

Valor a introducir en la propiedad Consigna.

Tipo de válvula	Consigna a introducir en EPANET	Unidades de la Consigna
Válvula reductora de presión (PRV)	Presión requerida aguas abajo de la válvula	Metros (m)
Válvula sostenedora de presión (PSV)	Presión requerida aguas arriba de la válvula	Metros (m)
Válvula de rotura de carga (PBV)	Presión de caída requerida entre el nudo aguas arriba y aguas abajo de la válvula	Metros (m)
Válvula limitadora o controladora de caudal (FCV)	Caudal a limitar o restringir en el tramo donde se encuentra instalada la válvula	Litros por segundo (L/s)

Válvula reguladora por estrangulación (TCV)	Coeficiente o constante de accesorio	Adimensional
Válvula de propósito general (GPV)	Nombre o ID de la curva característica que relaciona la pérdida de energía vs caudal	Nombre o ID de la curva característica de pérdidas

Fuente: Ejercicios Prácticos en EPANET, Universidad Piloto de Colombia.

COMPONENTES NO FÍSICOS.

Además de los componentes físicos, EPANET utiliza tres tipos de componentes complementarios, curvas de comportamiento, curvas de modulación y leyes de control, para describir el comportamiento y modo de operación del sistema.

Curvas de Comportamiento.

Las Curvas de Comportamiento (o Curvas simplemente) son objetos que contienen pares de datos ordenados, los cuales representan una relación entre dos magnitudes. Dos o más objetos físicos pueden compartir la misma curva. En un modelo de EPANET se pueden declarar los siguientes tipos de Curvas:

- Curvas Características.
- Curvas de Rendimiento.
- Curvas de Cubicación o volumen.
- Curvas de Pérdidas.

Curva de características de una bomba: representa la relación entre la altura y el caudal que puede desarrollar a su velocidad nominal. Esta curva debe disminuir la altura a medida que aumenta el caudal.

Curva de rendimiento: determina el rendimiento de la bomba como función del caudal de la bomba. Esta curva se usa únicamente para cálculos energéticos.

Curva de volumen: determina cómo el volumen de agua en el tanque varía en función del nivel de agua. Se usa cuando es necesario representar exactamente tanques cuya sección transversal varía con la altura.

Curva de pérdidas: se usa para representar las pérdidas en una válvula de propósito general en función del caudal.

Curvas de Modulación.

Las Curvas de Modulación (o Patrones), son una secuencia de factores multiplicativos que, aplicados sobre un valor base, hacen que éste varíe con el tiempo. Las Curvas de Modulación se asocian a las demandas en los nudos, a las alturas de los embalses, a la velocidad de giro de las bombas, a las inyecciones de contaminantes en la red, y al precio de la energía. El intervalo de tiempo para todos los patrones es un mismo valor, el cual se establece en las *Opciones de Tiempo* del proyecto.

Leyes de Control.

Las Leyes de Control son reglas que determinan el modo de operación de la red durante la simulación. Controlan el estado de determinadas líneas de la red en función del tiempo, de los niveles en los depósitos y de las presiones en puntos de referencia de la red. Las leyes de control pueden clasificarse en dos categorías:

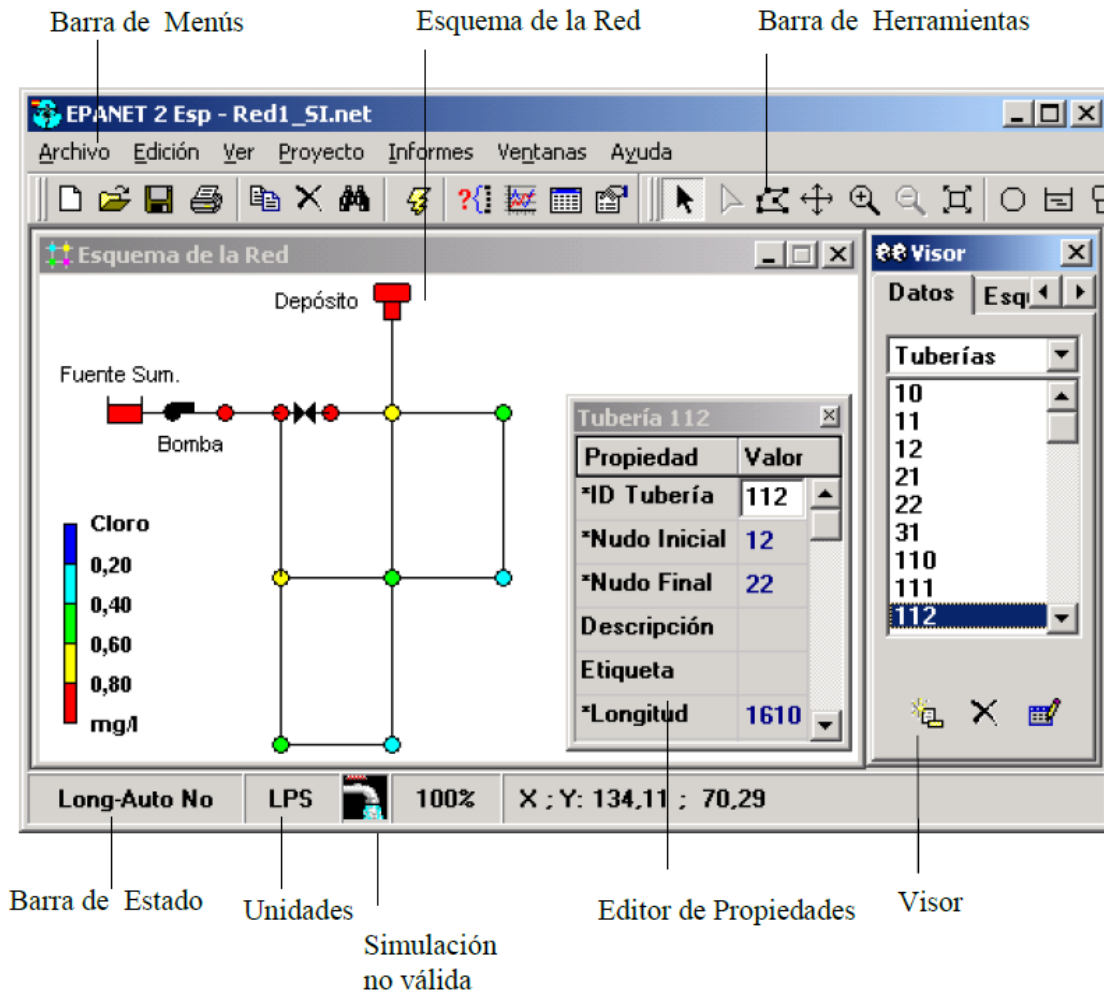
- Leyes de Control Simples.
- Leyes de Control basadas en Reglas.

MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA.

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula alturas en conexiones y caudales en líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultáneo de la conservación del

caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los elementos de todo el sistema. Este proceso requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. EPANET utiliza el “Algoritmo del Gradiente” con este propósito.

Anexo 15: MANUAL PRÁCTICO DEL PROGRAMA EPANET.



Yamil Yobani Acosta Soruco

Tarija – Bolivia

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN	1
ENTORNO DE TRABAJO	2
Barra de Menú.	2
Menú Archivo:	3
Menú edición:.....	4
Menú Ver:	5
Menú Proyecto:	6
Menú Informe:.....	6
Menú Ventana:	7
Barra de Herramientas.	8
El Esquema de la Red.	10
Visor de Datos.	10
Pestaña Datos	11
Pestaña Esquema.	11

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN NECESARIA PARA REALIZAR LA MODELACIÓN

CATASTRO DE LA RED.....	12
Estructuras de Captación.	13
Red de Tuberías:.....	13
Elementos de Control:.....	13

CAPÍTULO III MODELACIÓN EN EPANET

Elevación	14
Longitud.....	14
Número de Familias y Caudal por Tramo	15
CREAR UN PROYECTO NUEVO:	16
CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO	17
Identificativos	17
Propiedades	17
Opciones Hidráulicas	18
Opciones del Esquema.....	19
DIBUJO DE LA RED.....	20
ASIGNACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS OBJETOS.....	22
Propiedades del Depósito.....	22
Propiedades de los Nudos	24
Propiedades de las Tuberías.....	25
Iniciar Análisis.....	25
Presentación de los Resultados	25
Generar Graficas	28
Generar tablas de Resultados	30

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Este manual está basado en la experiencia de la modelación hidráulica del Sistema de Agua Potable Sector Tomatitas de la Ciudad de Tarija, está dividida en tres capítulos: El primero describe el entorno del programa EPANET, así como sus herramientas principales, en el segundo capítulo se menciona que información que se necesita para realizar el modelo hidráulico. Finalmente, en el tercer capítulo se enseña a crear, simular y visualizar los resultados del mismo, implementando algunas de las funciones que ofrece el programa en la modelación de una red cerrada, que opera a presión.

ASPECTOS GENERALES Y ENTORNO DEL PROGRAMA EPANET

EPANET es un software que permite hacer simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión; Las redes están conformadas principalmente por tuberías, nodos (que representan la unión de las tuberías), válvulas, bombas, y tanques o reservorios.

Este programa analiza continuamente en el tiempo, el comportamiento de las diferentes variables hidráulicas del sistema tales como presión en nodos, velocidad y caudales en las tuberías, niveles en los depósitos como tanques de almacenamiento, así mismo, indica la procedencia del fluido cuando se cuenta con más de una fuente.

Las principales utilidades para modelos hidráulicos del software son:

- Modelación de redes sin importar el tamaño de las mismas.
- Cálculo de pérdidas de carga mediante ecuaciones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach o Chezy-Manning.
- Cálculo de perdidas menores debidas a accesorios.
- Implementación de bombeos.

- Inclusión de válvulas de corte, de retención y reguladoras de presión o caudal.
- Implantar diferentes tipos de demanda en los nudos con diferentes curvas de modulación en el tiempo.

ENTORNO DE TRABAJO

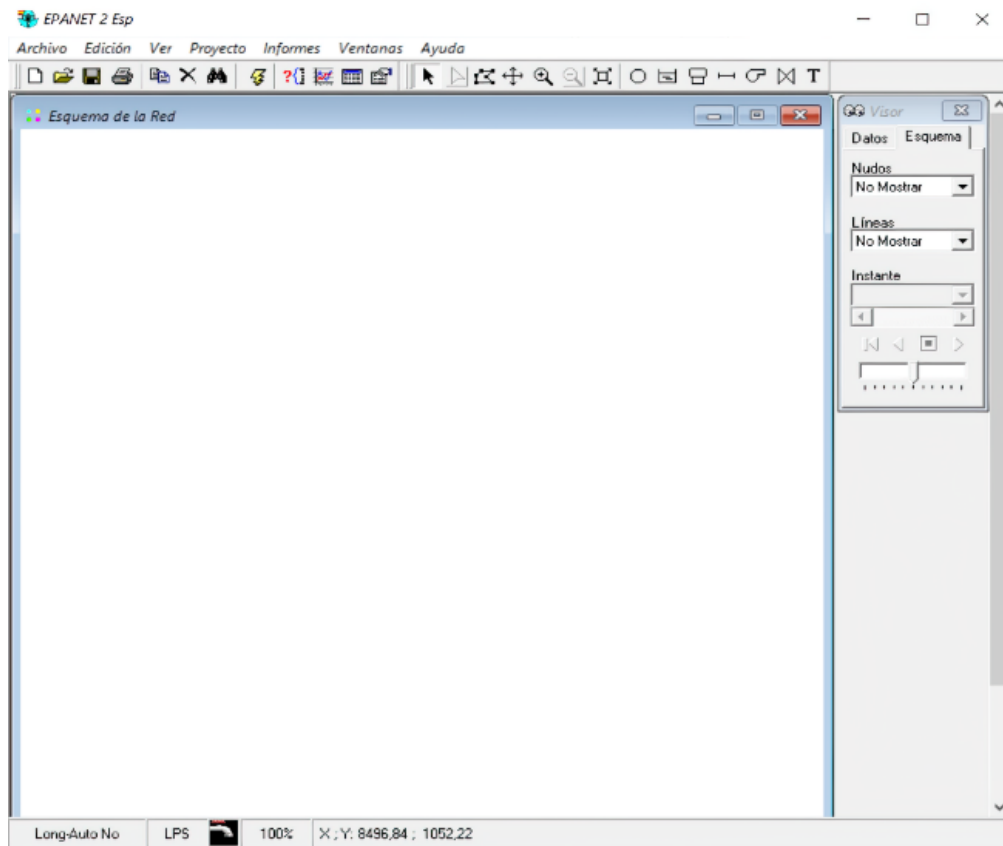


Figura 1. Entorno de Trabajo EPANET.

Fuente: Elaboración propia.

Barra de Menú.

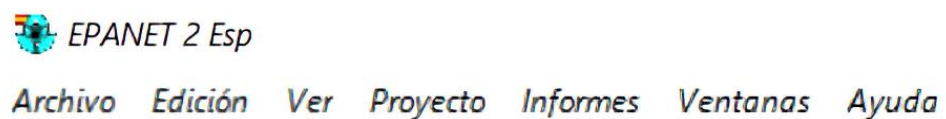


Figura 2. Barra de Menú.

Fuente: Elaboración propia.

Contiene las opciones que regulan el funcionamiento del programa, estas son:

Menú Archivo:



Figura 3. *Menú del Archivo.*

Fuente: Elaboración propia.

- Nuevo: Crea un nuevo proyecto en EPANET.
- Abrir: Abre un proyecto existente.
- Guardar: Guarda el proyecto actual.
- Guardar como: Guarda el proyecto actual con otro nombre.
- Importar: Importa plano, escenario o red de otro proyecto.
- Exportar: Exporta el plano, escenario o red del proyecto actual.
- Configurar página: Define márgenes, encabezados y pies de página para imprimir.
- Vista Preliminar: Muestra la vista previa de la ventana actual.
- Imprimir: Imprime la ventana actual.
- Preferencias: Establece las preferencias para el modo de trabajo, tales como características de la fuente, guardado automático y cantidad de decimales.
- Salir: Permite salir del programa EPANET.

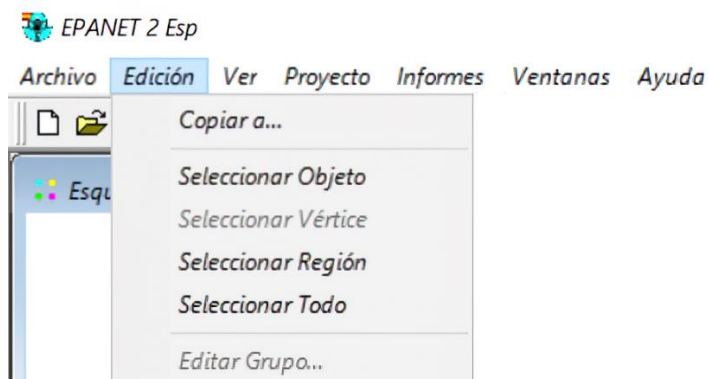
Menú edición:

Figura 4. *Menú Edición.*

Fuente: Elaboración propia.

- Copiar a: Copia el contenido de la ventana activa actual (esquema, informe, gráfico o tabla) al portapapeles o a un archivo.
- Seleccionar Objeto: Permite seleccionar un objeto del esquema de la red.
- Seleccionar Vértice: Permite seleccionar los vértices del trazado de las tuberías sobre el esquema de la red.
- Seleccionar Región: Permite seleccionar una región sobre el esquema de la red.
- Seleccionar Todo: Selecciona toda el área ocupada por el esquema de la red.
- Editar Grupo: Edita una propiedad elegida para el grupo de objetos que caen dentro de la región delimitada sobre el esquema.

Menú Ver:

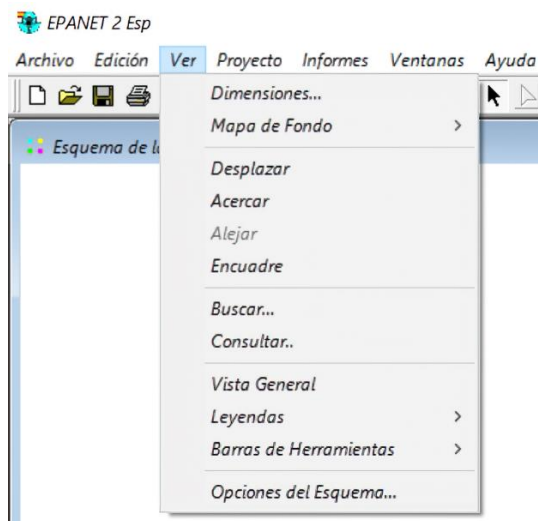


Figura 5. Menú Ver.

Fuente: Elaboración propia.

- Dimensiones: Permite modificar las dimensiones del esquema y sus unidades.
- Fondo de pantalla: Permite visualizar un mapa de fondo.
- Desplazar: Permite desplazar el esquema de la red.
- Zoom para aumentar: Permite acercar el esquema de la red.
- Zoom para reducir: Permite alejar el esquema de la red.
- Zoom completo: Redibuja el esquema completo de la red.
- Buscar: Localiza un elemento dado de la red y lo centra.
- Consultar: Localiza los elementos de la red que cumplen un criterio dado.
- Vista General: Activa/desactiva la visualización de un mapa global de la red.
- Leyenda: Activa/desactiva la visualización de las leyendas y permite su edición.
- Herramientas: Activa/desactiva la visualización de las barras de herramientas.
- Opciones: Fija las opciones para la visualización del esquema.

Menú Proyecto:

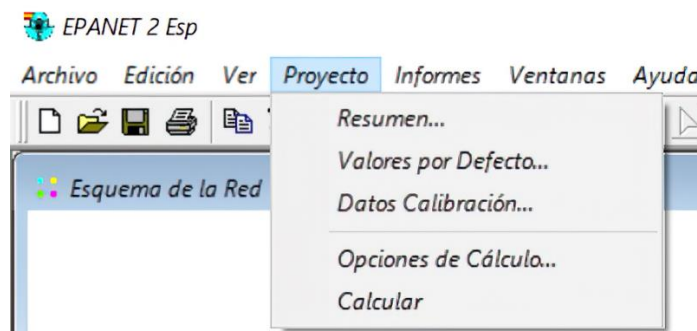


Figura 6. Menú Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

- Resumen: Proporciona un resumen de las características del Proyecto.
- Valores por Defecto: Permite editar las propiedades por defecto del proyecto.
- Datos Calibración: Maneja los ficheros de datos para la calibración de la red.
- Opciones de Cálculo: Permite editar las diversas opciones de Cálculo.
- Calcular: Realiza la simulación.

Menú Informe:

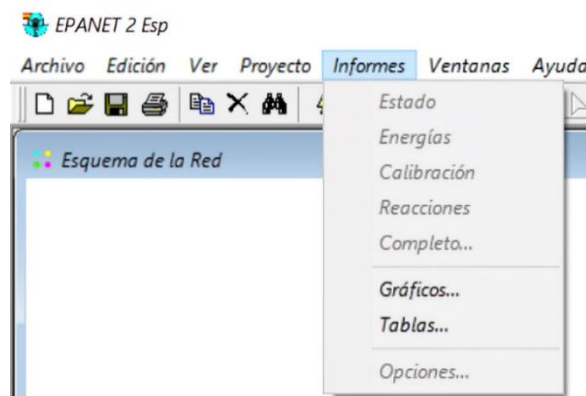


Figura 7. Menú Informe.

Fuente: Elaboración propia.

- Estado: Muestra los cambios en el estado de los elementos de la red al largo de la simulación.

- Energía: Proporciona la energía consumida por cada bomba.
- Calibración: Compara las diferencias entre los valores medidos y los calculados mediante la simulación.
- Reacción: Informa sobre las velocidades medias de reacción en los distintos componentes de la red.
- Completo: Crea un informe completo de los resultados para todos los nudos y líneas, en cada uno de los instantes de la simulación, y los guarda en un fichero de texto.
- Gráficos: Crea curvas de evolución, perfiles longitudinales, curvas de distribución y mapas de isolíneas para la magnitud seleccionada.
- Tablas: Crea una tabla con los valores numéricos de las magnitudes elegidas, para los nudos y líneas seleccionados.
- Opciones: Controla el estilo de presentación de informes, gráficas o tablas.

Menú Ventana:

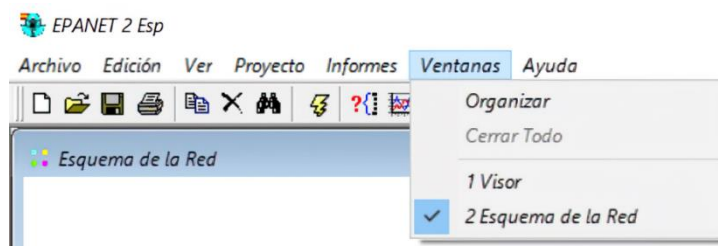


Figura 8. *Menú Ventana.*

Fuente: Elaboración propia.

- Organizar: Reorganiza todas las ventanas hijas y las apila dentro de la ventana principal.
- Cerrar Todo: Cierra todas las ventanas abiertas (excepto la del Esquema y la del Visor).
- Lista de Ventanas: Lista todas las ventanas abiertas, y marca la ventana activa actual.

a. Menú Ayuda:



Figura 9. Menú Ayuda.

Fuente: Elaboración propia.

- Temas de Ayuda: Abre un cuadro de diálogo con los Temas de Ayuda.
- Unidades Lista las unidades de medida de todos los parámetros utilizados por EPANET.
- Novedades Informa de las novedades introducidas en la versión 2.
- Tutorial: Ofrece una breve introducción para el uso de EPANET.
- Acerca de: Muestra información sobre la versión de EPANET en uso.

Barra de Herramientas.

Dividida de la siguiente manera: **Barra estándar** que contiene las siguientes funciones de:



Figura 10. Barra de Herramientas Estándar.

Fuente: Elaboración propia.

1. Crea un proyecto nuevo.
2. Abre un proyecto existente.
3. Guarda el proyecto actual.
4. Imprime la ventana activa actual.
5. Copia los elementos seleccionados de la ventana actual al portapapeles o a un fichero.

6. Borra el elemento actualmente seleccionado.
7. Busca un determinado elemento sobre el esquema de la red.
8. Ejecuta una simulación.
9. Realiza una consulta visual sobre los elementos de la red
10. Crea una nueva ventana gráfica de resultados.
11. Crea una nueva ventana de resultados numéricos.
12. Modifica las opciones de la ventana activa actual.

Y la **Barra de esquema** que contiene las siguientes funciones:



Figura 11. Barra de Herramientas de Esquema.

Fuente: Elaboración propia.

1. Selecciona un objeto del esquema de la red.
2. Selecciona los vértices de las líneas.
3. Delimita una región sobre el esquema de la red.
4. Permite desplazar el esquema de la red.
5. Acerca el esquema de la red.
6. Aleja el esquema de la red.
7. Redibuja el esquema completo de la red.
8. Añade un nudo de caudal sobre el esquema de la red.
9. Añade un embalse sobre el esquema de la red.
10. Añade un depósito sobre el esquema de la red.
11. Añade una tubería sobre el esquema de la red.
12. Añade una bomba sobre el esquema de la red.

13. Añade una válvula sobre el esquema de la red.

14. Añade un rótulo sobre el esquema de la red.

El Esquema de la Red.

Contiene la representación gráfica de los componentes de la red, es decir la ubicación de los objetos, cabe aclarar que las distancias aquí representadas no se asemejan a la escala real, en este es posible simbolizar propiedades hidráulicas como presión en nodos o velocidad en tuberías mediante escala de colores descrita en la correspondiente leyenda.

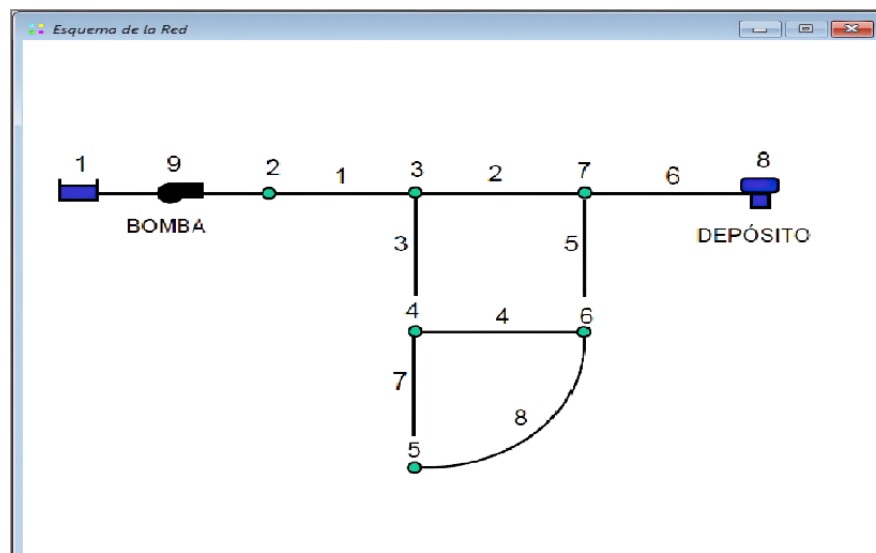


Figura 12. *Esquema de la Red.*

Fuente: Elaboración propia.

En este espacio es posible insertar imágenes de fondo que sirven de guía y facilitan la realización del modelo hidráulico. Estas imágenes pueden modificarse en escala y localización y no afectan el funcionamiento del modelo.

Visor de Datos.

Este visor está compuesto por dos pestañas:

Pestaña Datos

Permite acceder a los componentes de la red en estudio especificados por las categorías que se observan en la imagen anterior (Conexiones, embalses, tuberías, etc.). Para todas estas a excepción de la categoría opciones, es posible agregar, editar o eliminar elementos que hacen parte del modelo que se esté realizando.

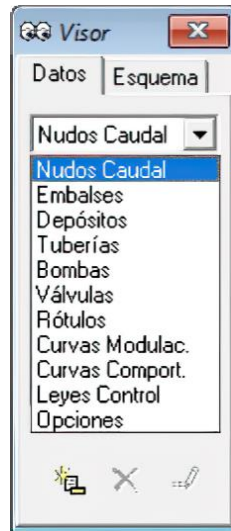


Figura 13. *Visor de Datos.*

Fuente: Elaboración propia.

La categoría Opciones principalmente permite modificar los parámetros hidráulicos, de calidad del agua y patrones de tiempo bajo los cuales se rige la simulación del modelo.

Pestaña Esquema.

Una vez hecha la simulación del modelo, esta pestaña permite seleccionar las magnitudes, propiedades hidráulicas e instante de tiempo a visualizar en los nodos y tuberías que componen la red. Por ejemplo, se puede elegir visualizar las presiones en cada nodo y las velocidades en cada tubería en la primera hora de la simulación. Estas se representan en la red por medio de una escala de colores.

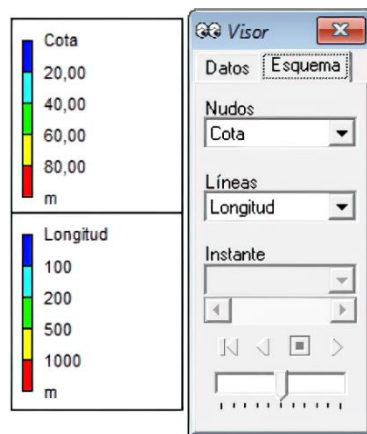


Figura 14. *Visor de Datos, Pestaña Esquema.*

Fuente: Elaboración propia.

INFORMACIÓN NECESARIA PARA REALIZAR LA MODELACIÓN

CATASTRO DE LA RED

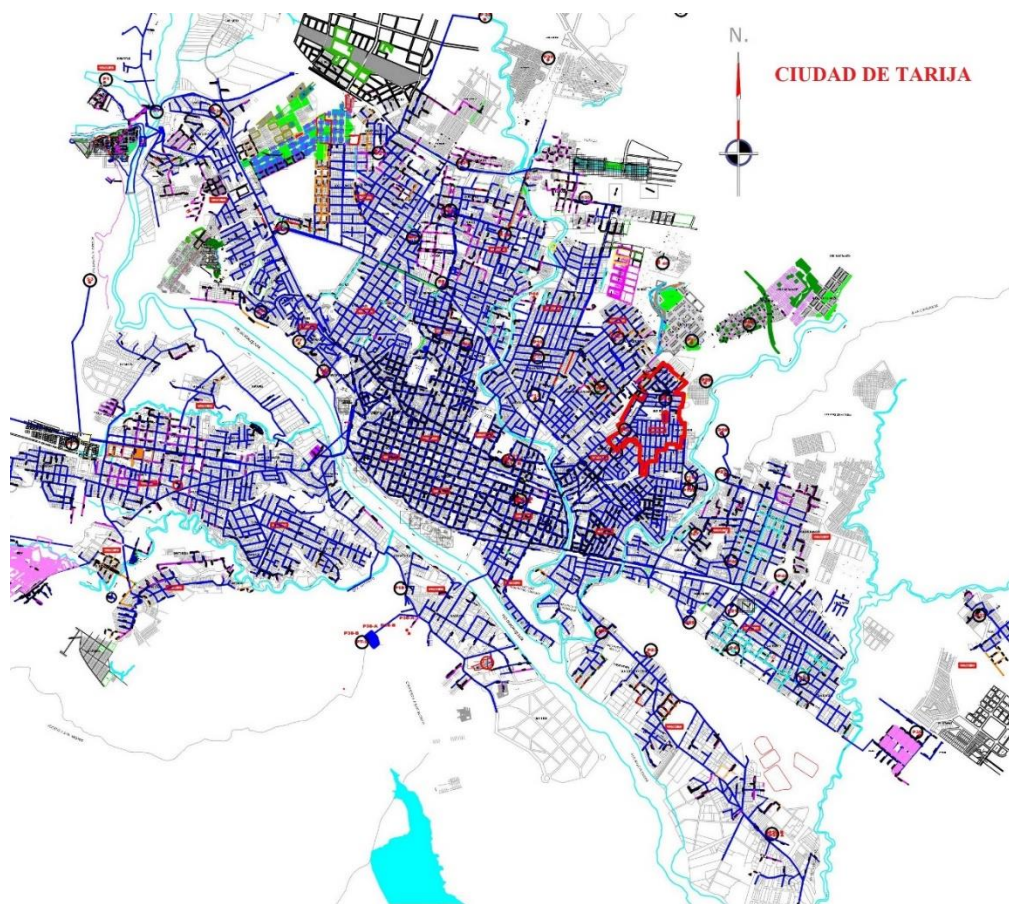


Figura 15. *Catastro de la Ciudad de Tarija*

Fuente: Elaboración propia.

Como base para la modelación, se debe contar con la información de entrada para el programa EPANET, esta es brindada por el catastro de la red la cual se divide en las siguientes categorías:

Estructuras hidráulicas: Localización, dimensiones, cotas y caudales de operación de:

Estructuras de Captación.

- Tanques de almacenamiento.
- Estaciones de bombeo.

Red de Tuberías: Diámetro, longitud, material y cotas de nivel.

Elementos de Control: Localización, cota, material, diámetros, estado de operación de:

- Válvulas de corte.
- Válvulas de purga.
- Válvulas reguladoras de presión y de caudal.

La mayor parte de esta información la encontramos en el catastro de la red, la cual fue proporcionada por la cooperativa de agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Tarija COSAALT.

MODELACIÓN EN EPANET

Cuando se cuente con toda la información detallada con totalidad de datos de entrada se crea el modelo en EPANET, por lo que se procede a la construcción del mismo.

Con fines prácticos, se realiza la modelación de una red cerrada, esta es la base para introducir las herramientas elementales que brinda EPANET, para lo cual se tiene el siguiente esquema:

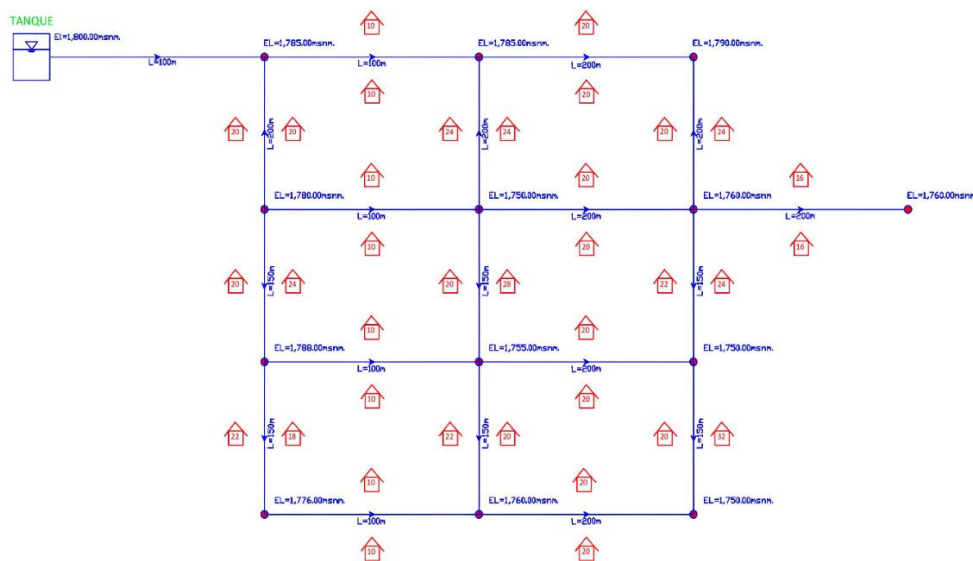


Figura 16. Esquema de la Red a Modelar.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema a modelar consta de un embalse ubicado en la cota 1806 msnm, 13 nodos y 19 tuberías. Las propiedades de los nodos, tuberías y demanda se describen a continuación:

Elevación

Nudo	Cota (msnm)	Nudo	Cota (msnm)	Nudo	Cota (msnm)
N 1	1.785	N 6	1.760	N 11	1.776
N 2	1.785	N 7	1.760	N 12	1.760
N 3	1.790	N 8	1.788	N 13	1.750
N 4	1.780	N 9	1.755	TANQUE	1.800
N 5	1.750	N 10	1.750		

Fuente: Elaboración propia.

Longitud

Nudo Inicial	Nudo Final	Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Depósito	N 1	T 1	100	150
N 1	N 2	T 2	100	150
N 2	N 3	T 3	200	100
N 4	N 5	T 4	100	100
N 5	N 6	T 5	200	100
N 6	N 7	T 6	200	50
N 8	N 9	T 7	100	75
N 9	N 10	T 8	200	75

N 11	N 12	T 9	100	50
N 12	N 13	T 10	200	50
N 4	N 1	T 11	200	100
N 5	N 8	T 12	150	100
N 8	N 11	T 13	200	100
N 5	N 2	T 14	200	100
N 6	N 9	T 15	150	100
N 9	N 12	T 16	200	100
N 6	N 3	T 17	200	100
N 6	N 10	T 18	150	100
N 10	N 13	T 19	200	100

Fuente: Elaboración propia.

Número de Familias y Caudal por Tramo

Tramo		N.º Familias Por Tramo			Q
Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total	Tramo (L/s)
N 1	N 2	10	10	20	0,963
N 2	N 3	20	24	44	2,118
N 1	N 4	20	20	40	1,925
N 2	N 5	24	24	48	2,310
N 3	N 6	20	24	44	2,118
N 4	N 5	10	10	20	0,963
N 5	N 6	20	20	40	1,925
N 6	N 7	16	16	32	1,540
N 4	N 8	20	24	44	2,118

Tramo		N.º Familias Por Tramo			Q
Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Total	Tramo (L/s)
N 5	N 9	20	28	48	2,310
N 6	N 10	22	24	46	2,214
N 8	N 9	10	10	20	0,963
N 9	N 10	20	20	40	1,925
N 8	N 11	22	18	40	1,925
N 9	N 12	22	20	42	2,022
N 10	N 13	20	32	52	2,503
N 11	N 12	10	10	20	0,963
N 12	N 13	20	20	40	1,925

Fuente: Elaboración propia.

Como dato adicional tenemos un caudal máximo horario de $Q_{Max,h}$: **32,732 L/s**, y las condiciones a cumplir son: presión dinámica en cada nudo igual o mayor a 13 mca, velocidad

mínima de 0,30 m/s y una velocidad máxima de 2,50 m/s. Además, se cuenta con un caudal unitario igual a q_U : **0,0481 L/s**, este caudal unitario resulta de dividir el caudal máximo horario entre el número de familias beneficiarias del proyecto, en este caso 680 familias. El material de las tuberías es PVC, por lo que el coeficiente de fricción a asignar será de 150, teniendo en cuenta la información de la red se procede a realizar el modelo de EPANET de la siguiente manera:

CREAR UN PROYECTO NUEVO:

El primer paso es abrir el programa EPANET, desplegar el *Menú Archivo*, seleccionar *Guardar Como*, esto para poder asignar la ubicación del proyecto, así como el nombre del mismo, una vez asignado el nombre del proyecto procedemos hacer clic en *Guardar*.

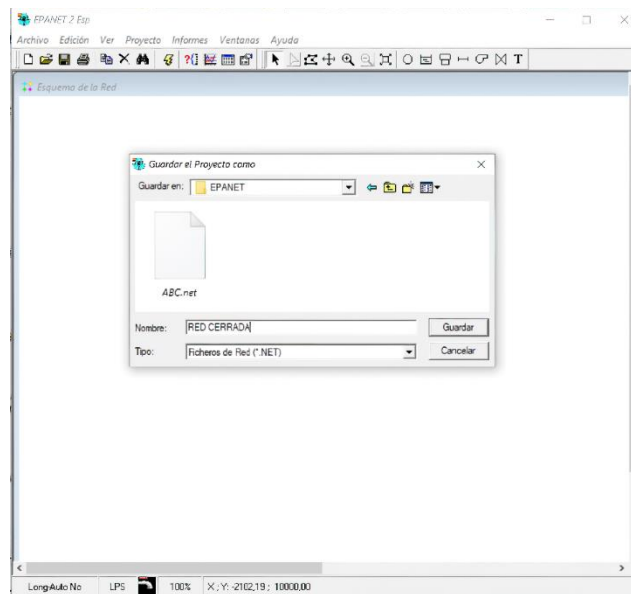


Figura 17. *Como Crear un Nuevo Proyecto.*
Fuente: Elaboración propia.

CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

Una vez creado el proyecto, se deben configurar los valores por defecto tales como etiquetas, sistema de unidades y características hidráulicas. Para esto se debe desplegar el *Menú Proyecto*, hacer clic en *Valores por Defecto*, y se abrirá la siguiente ventana con tres pestañas diferentes.

Objeto	Prefijo ID
Nudos de Caudal	N:
Embalses	
Depósitos	D:
Tuberías	T:
Bombas	
Válvulas	
Curvas Modulación	
Curvas Comportamiento	
Incremento ID	1

Figura 18. *Valores por Defecto.*

Fuente: Elaboración propia.

Identificativos

Aquí se determina, si se desea, un prefijo para cada objeto, a medida que se vayan creando los objetos, el nombre de estos será el prefijo definido más el número correspondiente en incremento. Para el modelo en desarrollo, se asigna el prefijo **N** para los nudos de caudal, **D** para el depósito y **T** para las tuberías.

Propiedades

Aquí se asignan los valores predeterminados con los que contarán los elementos que se dibujen en el plano de la red. Esta herramienta es usada en caso que varios elementos del sistema compartan una misma propiedad. Por ejemplo, las tuberías que componen este modelo son en su totalidad de PVC, de modo que en la propiedad *Rugosidad Tuberías* se asigna el valor 150

y todas las tuberías que se creen tendrán por defecto este valor. En este caso esta será la única propiedad a modificar y las demás serán las predeterminadas por el programa.

Propiedad	Valor por Defecto
Cota Nudos	1800
Diámetro Depósitos	20
Nivel Máx. Depósitos	1809
Longitud Tuberías	100
Longitud Automática	No
Diámetro Tuberías	200
Rugosidad Tuberías	150

Guardar Valores por Defecto para futuros proyectos

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 19. *Valores por Defecto, Propiedades.*

Fuente: Elaboración propia.

Opciones Hidráulicas

En esta pestaña es posible determinar el sistema de unidades, la ecuación de pérdida de energía por fricción y las propiedades del agua tales como viscosidad relativa y peso específico. Este modelo manejará las unidades en el Sistema Internacional, para esto en la opción **Unidades de Caudal** se debe seleccionar LPS, esto implica que las presiones y longitudes son en metros y los diámetros en milímetros. Adicional a esto, la ecuación de pérdida de energía por fricción será la de Hazen Williams representada por la sigla H-W y las propiedades de **Viscosidad Relativa y Peso Específico** del agua serán de 1.

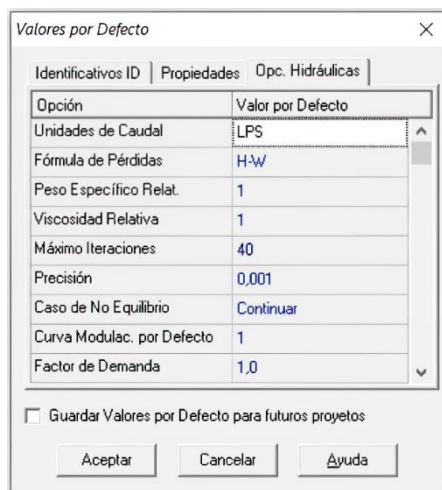


Figura 20. *Valores por Defecto, Opciones Hidráulicas.*

Fuente: Elaboración propia.

Opciones del Esquema

En esta ventana se pueden definir el tamaño de los Nodos, el grosor de las Líneas que representan a las tuberías, el estilo de las flechas para indicar el sentido del caudal y el color del fondo, de igual manera se pueden definir que etiquetas y símbolos se visualizan en el plano de la red. Estas opciones se modifican según la preferencia del usuario. Para abrir esta ventana se debe: Desplegar el *Menú Ver*, y hacer clic en *Opciones del Esquema*.

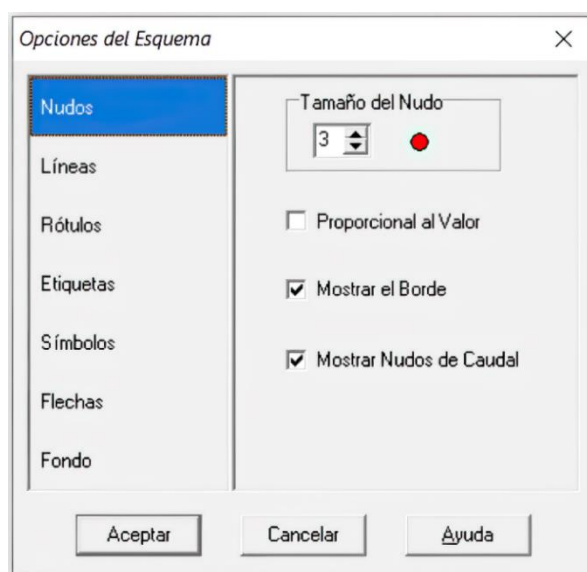


Figura 21. *Opciones del Esquema.*

Fuente: Elaboración propia.

DIBUJO DE LA RED

Una vez definidos los parámetros anteriores, se procede a dibujar la red, esto se puede hacer de dos maneras diferentes:

La primera realizando el dibujo manual de la red con ayuda de la Barra de Herramientas:

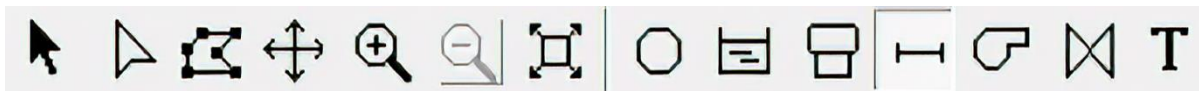





Figura 22. Barra de Herramientas.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la información del catastro, se deben dibujar en primera instancia, los tanques o depósitos que alimenten el sistema, seguido de los nudos que representen consumos o puntos de inflexión en la tubería. Para dibujar el depósito hacemos uso del icono  y para los nudos utilizamos el icono .

Seguidamente se deben dibujar las tuberías entre los nudos, esto haciendo uso del icono  para esto debemos hacer clic en el nudo inicial y clic en el nudo final, de esta manera enlazamos dos nudos con una tubería. Se debe tener en cuenta que no es posible trazar tuberías sin un nodo inicial y nodo final.

Se debe continuar con este procedimiento hasta tener dibujada la totalidad de la red, tener en cuenta que todas las tuberías tendrán la longitud, diámetro y material predeterminado, y que una vez finalizado el trazado deberán ser modificadas según corresponda.

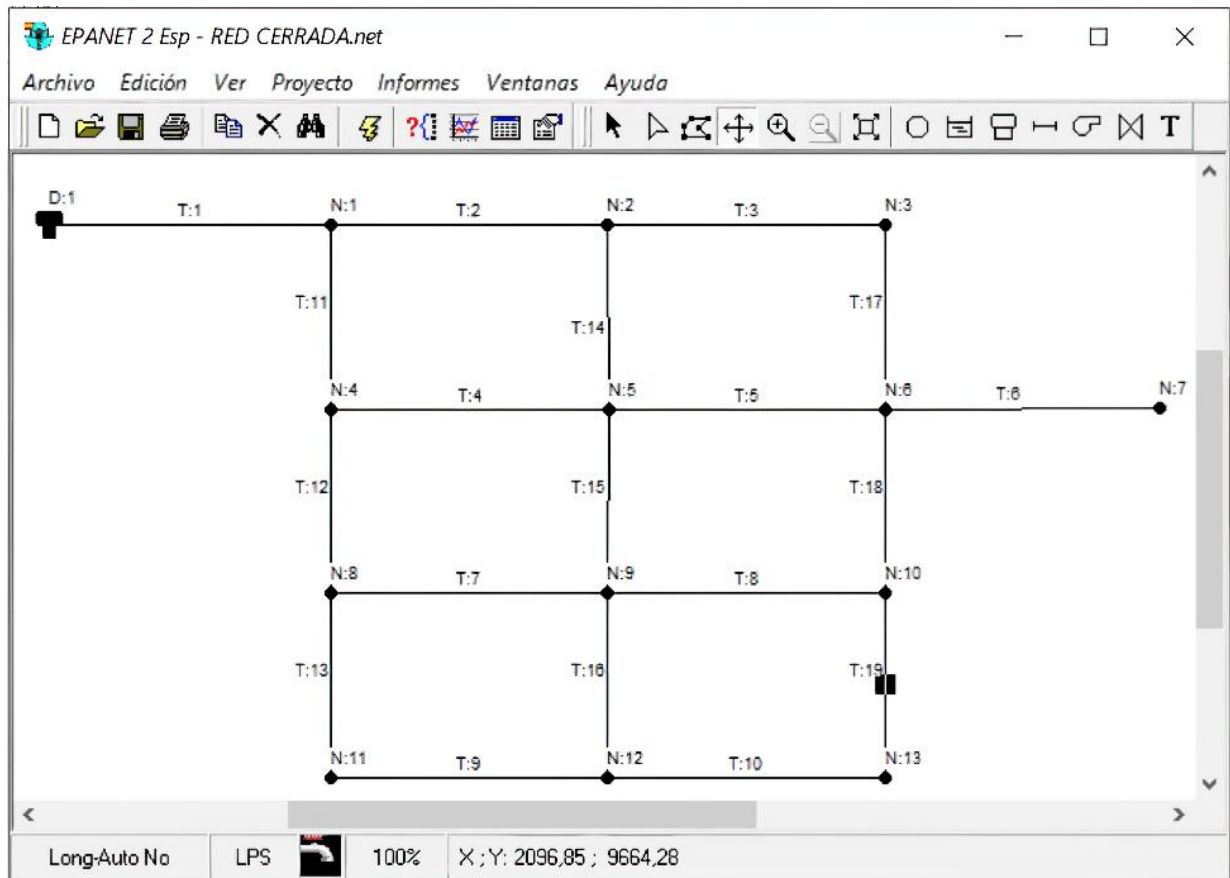


Figura 23. Trazado de la Red en EPANET.

Fuente: Elaboración propia.

Otra manera de realizar el trazado de la red es con la ayuda de un mapa de fondo, para esto desplegamos la opción **Ver** y nos dirigimos a **Mapas de Fondo**, ahí encontraremos la opción **Cargar**, de esta manera podemos elegir el mapa que servirá como base para realizar el trazado.

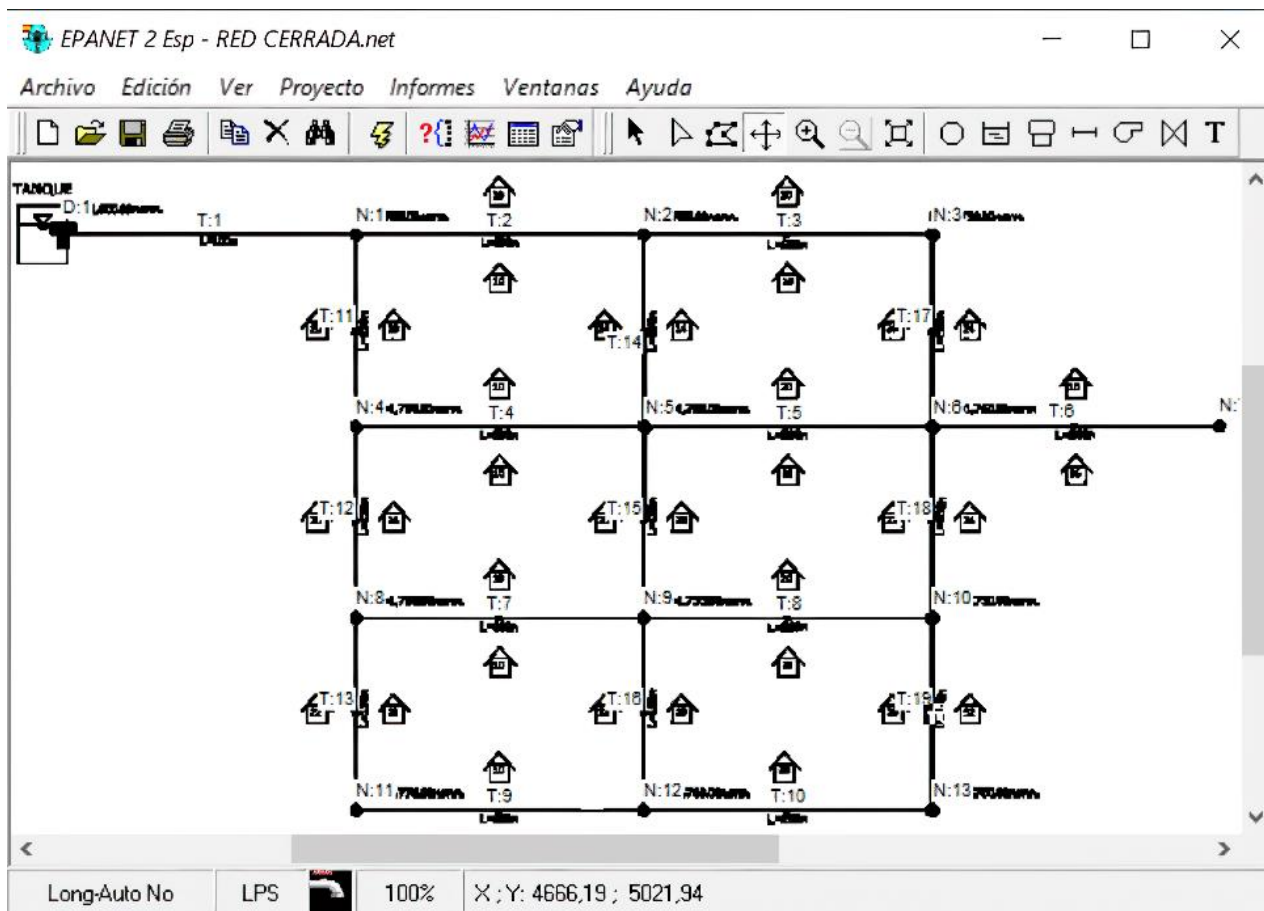


Figura 24. Trazado de la Red con la Ayuda de un Mapa de Fondo.

Fuente: Elaboración propia.

ASIGNACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS OBJETOS

Propiedades del Depósito


Para asignar las propiedades del depósito, se debe hacer doble clic sobre el icono que representa a éste o podemos hacer uso del *Visor* de datos, ahí encontraremos todos los elementos que conforman la red, debemos seleccionar el elemento a modificar, en nuestro caso el depósito para luego hacer clic sobre el icono editar  el cual se encuentra en la parte inferior derecha.



Figura 25. *Visor de Datos, Depósito.*
Fuente: Elaboración propia.

Depósito D:1	
Propiedad	Valor
*ID Depósito	D:1
Coordenada X	408,76
Coordenada Y	9532,85
Descripción	
Etiqueta	
*Cota de Solera	1806
*Nivel Inicial	1806,4
*Nivel Mínimo	1806,2

Figura 26. *Propiedades del Depósito.*
Fuente: Elaboración propia.

Se presentará una ventana donde podremos modificar las propiedades de nuestro depósito, como ser la cota de la solera, el nivel inicial, el nivel mínimo, el nivel máximo y el diámetro. En la siguiente figura se detallará cada uno de ellos:

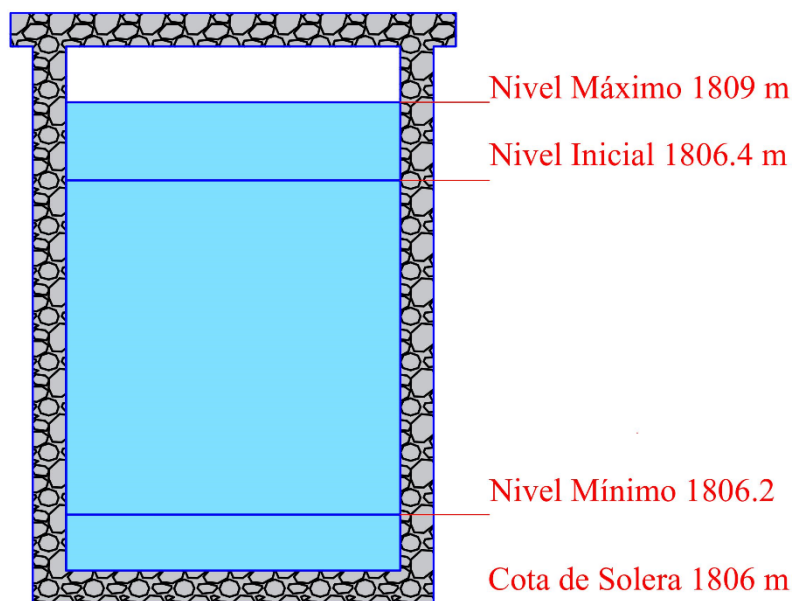


Figura 27. *Diferentes Niveles Presentes en el Depósito.*

Fuente: Elaboración propia.

Propiedades de los Nudos

Para que aparezca la ventana de propiedades de los nudos se debe hacer doble clic sobre el nudo a modificar o al igual que para el depósito podemos utilizar el **Visor** de datos. Los datos a introducir para los nudos son: la cota, la demanda base (si cuenta con una).

Nudo de Caudal N:1	
Propiedad	Valor
*ID Nudo de Caudal	N:1
Coordenada X	2646,36
Coordenada Y	9531,55
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	1785
Demanda Base	0
Curva Modul. Demanda	

Figura 28. *Propiedades de los Nodos.*

Fuente: Elaboración propia.

Propiedades de las Tuberías


Los datos a introducir para las tuberías son: longitud, diámetro, rugosidad y sumatoria de coeficientes de pérdidas menores de los accesorios presentes en la misma. Para poder modificar sus propiedades se debe seguir el procedimiento ya mencionado anteriormente (depósito y nudos).

Propiedad	Valor
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	100
*Diámetro	150
*Rugosidad	150
Coef. Pérdidas Menores	0
Estado Inicial	Abierta
Coef. Reacción en el Medio	

Figura 29. *Propiedades de las Tuberías.*

Fuente: Elaboración propia.

Iniciar Análisis

Una vez se tenga el modelo alimentado con toda la información de entrada, se puede iniciar el análisis para observar los resultados, haciendo uso del icono calcular . Si la simulación fue correcta, se muestra el siguiente mensaje:

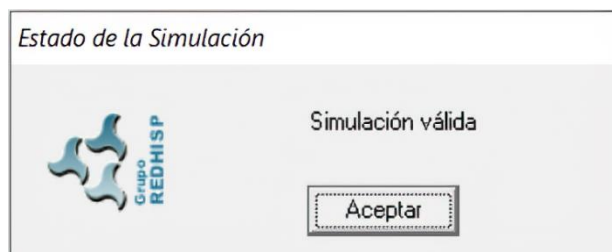


Figura 30. *Estado de la Simulación.*

Fuente: Elaboración propia.

Presentación de los Resultados.

Los resultados pueden ser observados de 2 formas diferentes:

En el plano de la red con la ventana de *visor de datos*: Esta opción permite ver los resultados del análisis para los nodos y para las tuberías en el *Esquema de la Red* así:

- Una vez generada la simulación con éxito dirigirse al *visor de datos*.
- Seleccionar la pestaña *Esquema*.
- Escoger el menú desplegable de tubería o de nodo (se pueden mostrar ambos a la vez), y seleccionar el tipo de resultados que se desea.

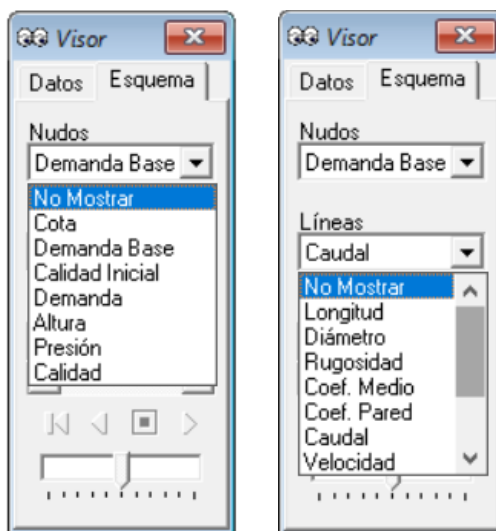


Figura 31. *Visor de Datos y Esquema.*

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se podrán observar según lo seleccionado, en el *Esquema de la Red*, por ejemplo, cota en nodos y velocidades en las tuberías.

Nota: la leyenda puede ser modificada haciendo clic derecho sobre ella, allí se pueden cambiar los rangos de valores y los colores que los representan. Se tiene por defecto que sea con intervalos iguales o con cantidades iguales, pero también pueden ser definidos rangos propios.

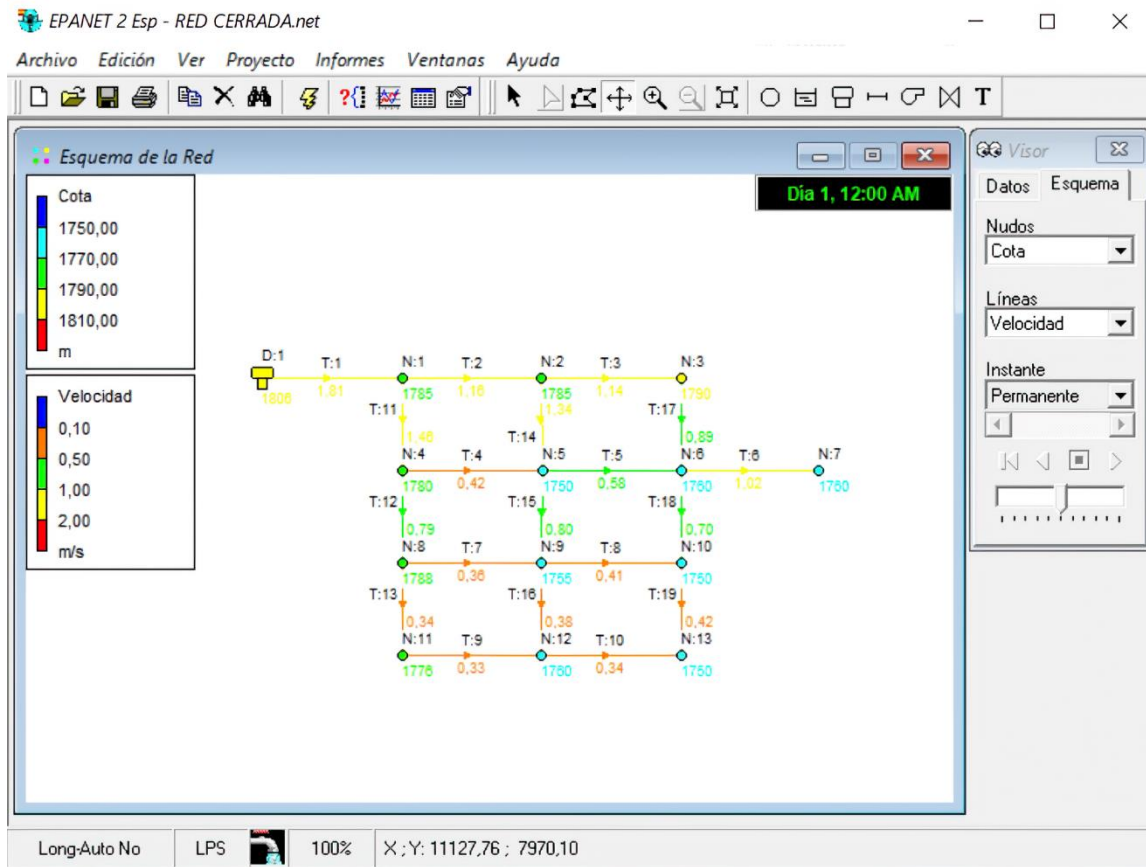


Figura 32. Simulación Exitosa de la Red.
Fuente: Elaboración propia.

Otra manera es haciendo doble clic sobre el nodo o tubería: Esta ventana muestra los resultados (campos sombreados en amarillo) para la tubería o nodo, a la hora con la que este configurado el visor.

Tubería T:1	
Propiedad	Valor
*ID Tubería	T:1
*Nudo Inicial	D:1
*Nudo Final	N:1
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	100
*Diámetro	150
*Rugosidad	150
Coef. Pérdidas Menores	0
Estado Inicial	Abierta
Coef. Reacción en el Medio	
Coef. Reacción en la Pared	
Caudal	32,00
Velocidad	1,81
Pérdida Unitaria	17,49
Factor Fricción	0,016
Velocidad de Reacción	0,00
Calidad	0,00
Estado	Abierta

Figura 33. Resultados en la Tubería (campos sombreados en amarillo).

Fuente: Elaboración propia.


Generar Graficas.

EPANET cuenta con la función de generación de distintos tipos de graficas de los resultados, estas son:

- Curva de Evolución: Representa la evolución de una magnitud con el tiempo y es aplicable a nudos o líneas específicos, para todo el periodo de simulación.
- Perfil longitudinal: representa la variación de una magnitud con la distancia y se aplica a varios nudos en un periodo de tiempo definido.
- Mapa de Contorno: Muestra las regiones del espacio en las cuales el valor de la magnitud queda dentro de ciertos intervalos, en todos los nudos para un periodo de tiempo definido
- Gráficos de frecuencia: Representa la fracción de elementos de la red cuya magnitud asociada es igual o inferior a un valor, en todos los nudos o tuberías para un periodo de tiempo definido.

- Balance de Caudales: Representa la variación de la producción total y del consumo total del sistema frente al tiempo, en todos los nudos a lo largo del periodo de simulación.

Estas curvas se obtienen de la siguiente manera:

- Hacer clic en el botón  ubicado en la barra de herramientas.
- Seleccionar el tipo de gráfico.
- Seleccionar la magnitud a graficar.
- Seleccionar el nudo o la tubería si aplica, haciendo clic sobre este y clic en añadir.
- Clic en aceptar.

Curva de evolución para la presión en el nodo N1.

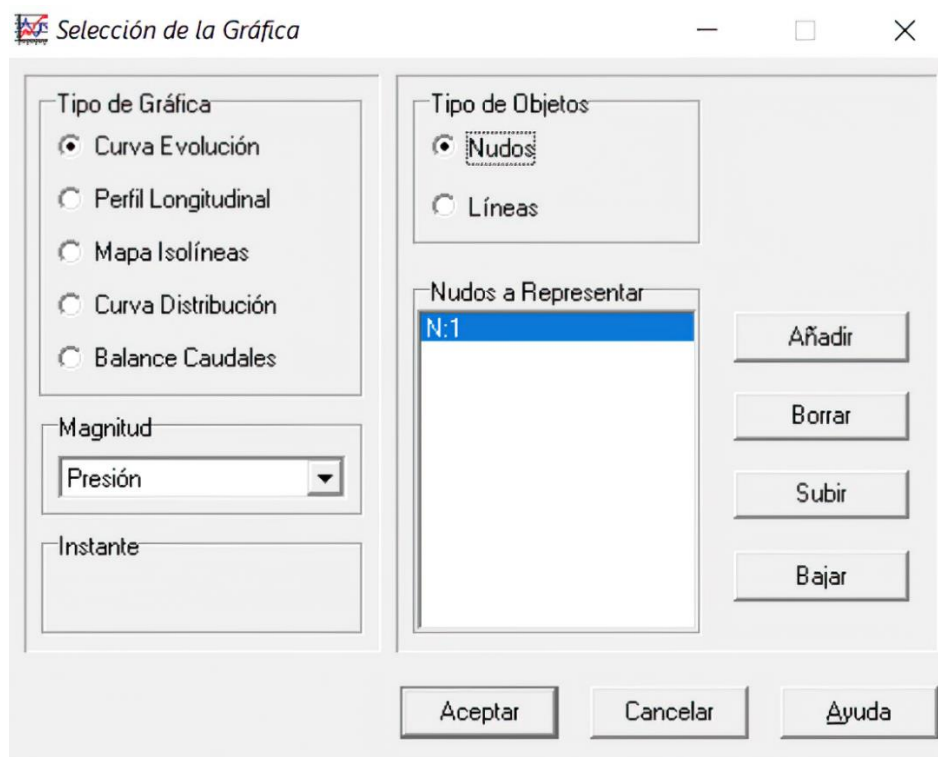


Figura 34. Selección de la Gráfica.

Fuente: Elaboración propia.

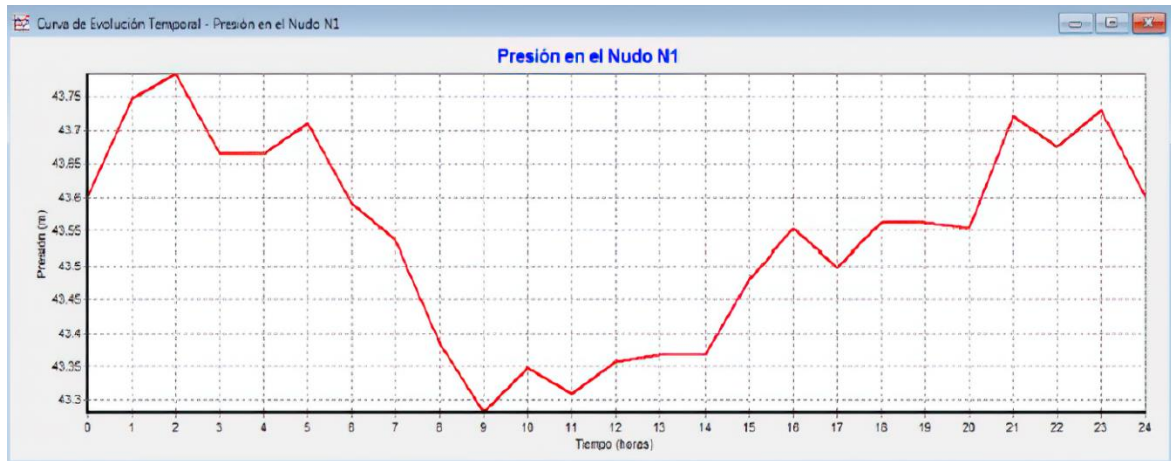



Figura 35. Variación de la Presión en el Nudo 1.

Fuente: Elaboración propia.

Generar tablas de Resultados

- Para generar las tablas se debe:
- Hacer clic en el botón .
- Elegir el tipo de tabla.

EPANET genera dos tipos de tablas diferentes:

1. Tablas de Elementos de la Red: Lista las propiedades y resultados de todos los nudos o tuberías de la red, para un periodo de tiempo determinado (hora).

2. Tablas de Evolución: Lista las propiedades y resultados de un solo nudo o tubería determinado, para todos los instantes de tiempo.

- Si se desea tabla de elementos seleccionar nodos o tuberías, seguido de la hora.
- Si se desea de evolución seleccionar nodo o tubería y escribir el nombre de este.

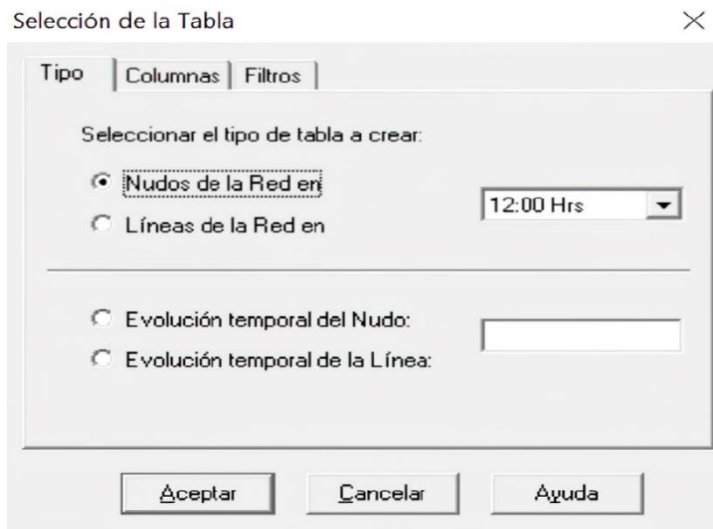


Figura 36. Generar Tablas de Resultados.

Fuente: Elaboración propia.

En la pestaña columnas se deben seleccionar con un clic las propiedades y los resultados que se desean incluir en la tabla del nodo o tubería. EPANET ofrece la posibilidad de hacer filtros de datos, esto se utiliza para determinar las condiciones a cumplir por los elementos que se quiere que aparezcan en la tabla, de modo que se debe generar una condición de la magnitud usando los operadores “Menor que”, “Igual a” y “Mayor que” más el valor.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m
Nudo N:1	1785	0	0.00	3610,65
Nudo N:2	1785	1	1.00	3609,89
Nudo N:3	1790	2	2.00	3607,49
Nudo N:4	1780	2	2.00	3606,86
Nudo N:5	1750	3	3.00	3606,67
Nudo N:6	1760	4	4.00	3605,99
Nudo N:7	1760	2	2.00	3601,65
Nudo N:8	1788	2	2.00	3605,95
Nudo N:9	1755	3	3.00	3605,76
Nudo N:10	1750	4	4.00	3605,26
Nudo N:11	1776	2	2.00	3605,70
Nudo N:12	1760	3	3.00	3605,44
Nudo N:13	1750	4	4.00	3604,88
Depósito D:1	1806	Sin Valor	-32,00	3612,40

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit m/km	Factor Fricción
Tubería T:1	100	150	32,00	1,81	17,49	0,016
Tubería T:2	100	150	20,49	1,16	7,66	0,017
Tubería T:3	200	100	8,98	1,14	11,97	0,018
Tubería T:4	100	100	3,29	0,42	1,86	0,021
Tubería T:5	200	100	4,56	0,58	3,41	0,020
Tubería T:6	200	50	2,00	1,02	21,71	0,021
Tubería T:7	100	75	1,58	0,36	1,94	0,022
Tubería T:8	200	75	1,80	0,41	2,49	0,022
Tubería T:9	100	50	0,64	0,33	2,64	0,024
Tubería T:10	200	50	0,66	0,34	2,81	0,024
Tubería T:11	200	100	11,51	1,46	18,95	0,017
Tubería T:12	150	100	6,22	0,79	6,06	0,019
Tubería T:13	200	100	2,64	0,34	1,24	0,022
Tubería T:14	200	100	10,52	1,34	16,06	0,018
Tubería T:15	150	100	6,25	0,80	6,12	0,019
Tubería T:16	200	100	3,02	0,38	1,59	0,021
Tubería T:17	200	100	6,98	0,89	7,50	0,019
Tubería T:18	150	100	5,53	0,70	4,89	0,019
Tubería T:19	200	100	3,34	0,42	1,92	0,021

Figura 37. Resultados de la Simulación.

Fuente: Elaboración propia.