



**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL  
“LISANDRO ALVARADO”**

**PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO TOMANDO EN  
CUENTA LA INCORPORACIÓN DE LAS FUTURAS FUENTES.**

**FREMY FALCÓN**

**Barquisimeto, 2011**



**UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”**

**DECANATO DE INGENIERIA CIVIL  
POSTGRADO EN RECURSOS HIDRÁULICOS**

**PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO TOMANDO EN  
CUENTA LA INCORPORACIÓN DE LAS FUTURAS FUENTES.**

Trabajo presentado para optar al grado de  
Especialista en Recursos Hidráulicos

**AUTOR: ING. FREMY FALCÓN  
TUTOR: ING. LUIS MORA MORA**

**Barquisimeto, 2011**



**UNIVERSIDAD CENTRO OCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO  
DECANATO DE INGENIERIA CIVIL  
ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRAULICOS**

**PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO TOMANDO EN  
CUENTA LA INCORPORACIÓN DE LAS FUTURAS FUENTES.**

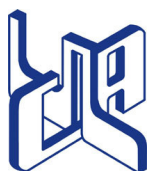
**Autor: Ing. Fremy Falcón.**

**Tutor: Ing. Luís Mora.**

**RESUMEN**

La presente investigación tiene como finalidad proponer la planificación hidráulica de la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Barquisimeto tomando en cuenta la incorporación de las futuras fuentes, o bien incorporando mas caudal a través de las fuentes existentes, para ello se realizó un exhaustivo análisis de demandas de usuarios discretizado en residenciales, comerciales, industriales y oficiales, el cual permitió determinar la demanda actual y futura de la ciudad. Estableciéndose así un concepto previo de la evolución del sistema basada en ofertas y demandas a corto, mediano y largo plazo, ayudando a la definición preliminar de las aducciones que se encargarán de incorporar estas futuras fuentes. Seguidamente, se desarrolló un modelo hidráulico de la red de Barquisimeto, donde se simularon las distintas opciones de trabajo de las aducciones que traerán los gastos de las fuentes antes mencionadas, tratando de obtener una estrecha vinculación entre ellas a través de conexiones en puntos estratégicos de la red, logrando así fiabilidad en el abastecimiento de agua potable, creando anillos de servicio que recorren la red Alta del Oeste, Suroeste, Este, y Noreste del sistema de Barquisimeto. Una vez simulados los escenarios de mejoras se seleccionó la alternativa definitiva para las aducciones que se encargarán de incorporar las nuevas fuentes, se procedió a elaborar la ingeniería básica y por último se realizó un plan de inversión que garantiza el aprovechamiento del gasto afluente al sistema de distribución en el tiempo.

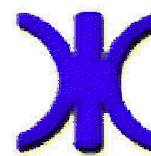
**Palabras Claves:** Red de abastecimiento, Modelo Hidráulico, Aducción.



## INDICE GENERAL

RESUMEN		iii
INTRODUCCIÓN		1
<b>CAPITULO</b>		
<b>I</b>	<b>EL PROBLEMA</b>	
	Planteamiento del Problema	3
	Objetivos	
	General	5
	Específicos	5
	Justificación	6
	Alcances y Limitaciones	7
<b>II</b>	<b>MARCO TEORICO</b>	
	Antecedentes	10
	Bases Legales	13
	Bases Teóricas	14
<b>III</b>	<b>MARCO METODOLOGICO</b>	
	Tipo de Investigación	32
	Población y Muestra	32
	Diseño de la investigación o Procedimiento	33
<b>IV</b>	<b>ANALISIS Y RESULTADOS</b>	
	Estudio de Demandas	45
	Descripción del Sistema	46
	Estimación de los índices de Cobertura	91
	Perdidas Físicas del Sistema	94
	Balance Demanda Disponibilidad	105
	Modelo Hidráulico	115





	Análisis Económico	223
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
	Conclusiones	230
	Recomendaciones	233
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	235
	ANEXOS	238

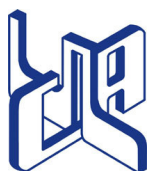


## INDICE DE CUADROS

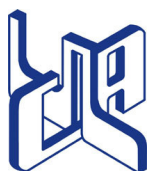
CUADRO	DESCRIPCIÓN	PAG
2.1	CARÁCTERÍSTICAS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON $\alpha$ .....	26
4.1	HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA VILLA ROSA. ....	56
4.2	CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA VILLA ROSA. ....	57
4.3	CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA LLENADERO. ....	58
4.4	RESUMEN TOTAL DEMANDAS POBLACIONALES ASISTIDAS POR CISTERNAS .	59
4.5	HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA CORIANO. ....	62
4.6	CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA CORIANO. ....	63
4.7	HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA LA PAZ. ....	66
4.8	CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA LA PAZ. ....	67
4.9	HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA LOMAS DE LEÓN. ....	71
4.10	CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA LOMAS DE LEÓN. ....	71
4.11	CAUDALES POR SUB SECTOR DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD OESTE. ....	74
4.12	CAUDALES POR SUB SECTOR DEL SISTEMA CASCO CENTRAL – ESTE .....	75
4.13	CAUDALES POR SUB SECTOR DEL SISTEMA NORTE .....	76
4.14	HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA LA PEÑA. ....	78
4.15	HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA CERRO GORDO. ....	80
4.16	HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA ALTO JALISCO. ....	83
4.17	HORARIO DE SERVICIO DEL SUB SISTEMA EL JEBE. ....	85
4.18	HORARIO DE SERVICIO DEL SUB SISTEMA LA SEGOVIANA – CRISTO VIENE . . . .	88
4.19	TABLA RESUMEN DE LAS DOTACIONES Y POBLACIONES DE SUB SISTEMA OESTE. ....	89
4.20	TABLA RESUMEN DE LAS DOTACIONES Y POBLACIONES DE SUB SISTEMA NORTE .....	90
4.21	TABLA RESUMEN DE LAS DOTACIONES Y POBLACIONES DE SUB SISTEMA CENTRO. ....	91
4.22	INDICE DE COBERTURA DE LA ZONA OESTE. ....	92
4.23	INDICE DE COBERTURA DE LA ZONA NORTE. ....	93
4.24	NUM DE USUARIOS POR ZONA Y USO. ....	96
4.25	NUM DE USUARIOS POR ZONA Y USO CON MICROMEDICIÓN. ....	96



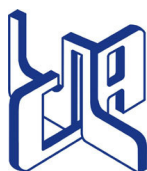
4.26	NUM DE USUARIOS POR ZONA Y USO SIN MICROMEDICIÓN. ....	96
4.27	CAUDAL EN l/s OBTENIDO DE LAS MEDICIONES. ....	97
4.28	DIFERENCIA ENTRE EL CONSUMO ESTIMADO POR EXTRAPOLACIÓN Y LO MEDIDO. ....	97
4.29	DIFERENCIA ENTRE EL CONSUMO ESTIMADO POR EXTRAPOLACIÓN Y LO FACTURADO. ....	98
4.30	BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO SIN MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	105
4.31	BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO SIN MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	106
4.32	BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO CON MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	107
4.33	BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO CON MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	108
4.34	RUGOSIDADES EN LA TUBERÍAS PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO. ...	117
4.35	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	120
4.36	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	121
4.37	DOTACIÓN POR SUBSISTEMA Y SU INCIDENCIA. ....	122
4.38	RESUMEN DE LOS REQUISITOS DEL NIVEL DEL SERVICIO DE AGUA PARA PROMOVER LA SALUD. ....	123
4.39	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	125
4.40	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	126
4.41	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	127
4.42	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON	128



	RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	
4.43	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	129
4.44	DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	130
4.45	CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS EN EL MODELO DE EPANET. CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	132
4.46	CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS EN EL MODELO DE EPANET. SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS. ....	132
4.47	DEMANDA DE LOS SUBSISTEMAS QUE SE ENCUENTRAN AGUAS ARRIBA DE LOS ESTANQUES DE EL TOSTAO. ....	150
4.48	DISPONIBILIDAD DE LA FUENTE PROVENIENTE DEL SHYQ C.A. PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO. ....	155
4.49	DETALLES DE ADUCCIÓN PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DEL CAUDAL PROVENIENTE DEL SHYQ CA, AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO. ....	159
4.50	DETALLES DE ADUCCIÓN PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DEL CAUDAL PROVENIENTE DEL SHYQ CA, AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO. ....	160
4.51	COMPORTAMIENTO HORARIO DE LOS ESTANQUES DE EL TOSTAO PARA UN GASTO MEDIO DE 3.000 l/s. ....	165
4.52	BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD DEL CAUDAL DE APORTE DEL EMBALSE DOS BOCAS. ....	175
4.53	LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2011-2015. ....	195
4.54	LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2016-2020 ALTERNATIVA 1. ....	200
4.55	LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2011-2015. ALTERNATIVA 2. ....	204
4.56	LONGITUDES TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2021-2031. ALTERNATIVA 1. ....	208
4.57	LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2021-2031. ALTERNATIVA 2. ....	212
4.58	LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2031-2040. ....	216
4.59	LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR Y CONSTRUIR EN PERÍODO 2041-SATURACIÓN. ....	222
4.60	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ADUCCIONES Y ESTANQUES POST-TENSADOS. ....	223



4.61	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2011 - 2015.....	224
4.62	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2016 - 2020. ALTERNATIVA 1 .....	225
4.63	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2016 - 2020. ALTERNATIVA 2.....	225
4.64	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LOS ESTANQUES NECESARIOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2016 - 2020 .....	226
4.65	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2021 - 2030.....	226
4.66	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LOS ESTANQUES NECESARIOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2021 - 2030 .....	226
4.67	COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2031 - 2040.....	227
4.68	PLAN DE INVERSIÓN EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA MEJORAR LAS REDES E INCORPORAR LAS NUEVAS FUENTES AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO.....	229

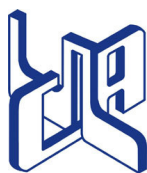


## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PAG
4.1	NIVELES DE SERVICIO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO. ....	47
4.2	ALIMENTADORES PRICIPALES DE LA RED DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO. ....	50
4.3	ÁMBITO ESPACIAL DE ESTUDIO. ....	53
4.4	ESQUEMA DE LA COBERTURA DEL SUB SISTEMA VILLA ROSA. ....	55
4.5	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA EL CORIANO. ....	61
4.6	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA LA PAZ. ....	65
4.7	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA LOMAS DE LEON. ....	70
4.8	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD OESTE. ....	73
4.9	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD CASCO CENTRAL – ESTE. ....	75
4.10	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD NORTE. ....	76
4.11	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA LA PEÑA. ....	77
4.12	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA CERRO GORDO. ....	79
4.13	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA ALTO DE JALISCO. ....	82
4.14	ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA EL JEBE. ....	84
4.15	ESQUEMA DE SERVICIO DEL SUB SISTEMA LA SEGOVIANA – CRISTO VIENE. ....	87
4.16	ZONA DE ESTUDIO PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS FÍSICAS DE LA RED DE BARQUISIMETO (SUB SISTEMA GRAVEDAD OESTE – NORTE – CENTRO – ESTE). ....	95
4.17	CAUDALES DE ENTRADA AL SISTEMA DE BARQUISIMETO. ....	99
4.18	ESQUEMA HIDRÁULICO DEL MODELO PLANTA – ESTANQUES DEL SHYQ, ALTERNATIVA 1. Q = 6.000 L/S. ....	111
4.19	ESQUEMA HIDRÁULICO DEL MODELO PLANTA – ESTANQUES DEL SHYQ, ALTERNATIVA 2. Q = 3.750 L/S. ....	112
4.20	TUBERÍA DE PVC CON INCRUSTACIONES, DIEZ AÑOS DE SERVICIO. ....	118
4.21	TUBERÍA DE PVC CON INCRUSTACIONES, DIEZ AÑOS DE SERVICIO. ....	119
4.22	TUBERÍA DE PVC CON INCRUSTACIONES, DIEZ AÑOS DE SERVICIO. ....	119



4.23	MODELO MATEMATICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO. ....	131
4.24	PATRON DE DEMANDA PARA SUBSECTOR CASCO CENTRAL, ESCENARIO SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN. ....	133
4.25	MODELO MATRIZ NORTE Y ALIMENTADOR PRINCIPAL DE BARQUISIMETO. ....	134
4.26	NIVEL DE TANQUE EL TOSTAO, VALORES OBSERVADOS Y SIMULADOS. ....	135
4.27	PRESIÓN NODO DE EMPALME MATRIZ NORTE, VALORES OBSERVADOS Y SIMULADOS. ....	136
4.28	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA ACTUAL, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ....	139
4.29	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA ACTUAL, CASO CAUDAL DE INCENDIO. ....	140
4.30	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ....	143
4.31	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO CAUDAL DE INCENDIO. ....	144
4.32	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ....	146
4.33	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO CAUDAL DE INCENDIO. ....	147
4.34	RUTA ALIMENTADOR PROPUESTO PARA INCORPORACIÓN DE GASTO PROVENIENTE DE SHYQ C.A. AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, ALTERNATIVA 1. ....	152
4.35	RUTA ALIMENTADOR PROPUESTO PARA INCORPORACIÓN DE GASTO PROVENIENTE DE SHYQ C.A. AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, ALTERNATIVA 1. ....	153
4.36	TOPOLOGÍA DE LA RED DE BARQUISIMETO CON LA INCORPORACIÓN DE LA FUENTE DE SHYQ. ....	154
4.37	ALIMENTADOR PROPUESTO PARA FUENTE PROVENIENTE DEL SHYQ. .	154
4.38	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 1. ....	157
4.39	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL DE INCENDIO. . ALTERNATIVA 1. ....	158
4.40	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 2. ....	162



4.41	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL DE INCENDIO. . ALTERNATIVA 2. ....	163
4.42	CURVA DE VARIACIÓN DE CONSUMO, INOS. ....	164
4.43	COMPORTAMIENTO HORARIO DE LOS ESTANQUES DE EL TOSTAO PARA UN CAUDAL MEDIO DE 3.000 l/s. ....	166
4.44	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 1 ....	169
4.45	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL DE INCENDIO. . ALTERNATIVA 1. ....	170
4.46	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 2 ....	171
4.47	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO CAUDAL DE INCENDIO. . ALTERNATIVA 2. ....	172
4.48	RUTA DE ADUCCIÓN PROPUESTA POR HIDROLARA PARA LA INCORPORACIÓN DEL CAUDAL PROVENIENTE DE DOS BOCAS AL SISTEMA DE BARQUISIMETO. ....	177
4.49	RUTA DE ADUCCIÓN PROPUESTA PARA INCORPORACIÓN DEL CAUDAL DE DOS BOCAS AL SISTEMA DE BARQUISIMETO. ....	178
4.50	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA DE SATURACIÓN, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 1 ....	179
4.51	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA DE SATURACIÓN, CASO CAUDAL DE INCENDIO. ALTERNATIVA 1. ....	180
4.52	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA DE SATURACIÓN, CASO CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 2. ....	181
4.53	ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA DE SATURACIÓN, CASO CAUDAL DE INCENDIO. ALTERNATIVA 2 ....	182
4.54	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN BAJO UN FACTOR DE DEMANDAS DE 1,55 (DEMANDAS MINIMAS) ....	185
4.55	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN BAJO UN FACTOR DE DEMANDAS DE 1,55 (DEMANDAS MAXIMAS). ....	186
4.56	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN BAJO UN FACTOR DE DEMANDAS DE 1,55 (DEMANDAS MINIMAS) 2016. ....	187
4.57	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN BAJO UN FACTOR DE DEMANDAS DE 1,55 (DEMANDAS MAXIMAS).2016 ....	188
4.58	ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR PERÍODO 2011-2015. ....	192
4.59	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QMAXH (PERÍODO 2011-2015). ....	193





4.60	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QINC (PERÍODO 2011-2015). . . . .	194
4.61	ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR PERÍODO 2016-2020. . . . .	197
4.62	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QMAXH (PERÍODO 2016-2020). . . . .	198
4.63	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QINC (PERÍODO 2016-2020). . . . .	199
4.64	ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR PERÍODO 2016-2020. . . . .	201
4.65	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QMAXH (PERÍODO 2016-2020). . . . .	202
4.66	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QINC (PERÍODO 2016-2020). . . . .	203
4.67	ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR PERÍODO 2021-2030. . . . .	205
4.68	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QMAXH (PERÍODO 2021-2030). . . . .	206
4.69	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QINC (PERÍODO 2021-2030). . . . .	207
4.70	ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR PERÍODO 2021-2030. . . . .	209
4.71	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QMAXH (PERÍODO 2021-2030). . . . .	210
4.72	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QINC (PERÍODO 2021-2030). . . . .	211
4.73	ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR PERÍODO 2031-2040. . . . .	213
4.74	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QMAXH (PERÍODO 2011-2040). . . . .	214
4.75	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QINC (PERÍODO 2031-2040). . . . .	215
4.76	ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR PERÍODO 2040 - SATURACIÓN. . . . .	217
4.77	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QMAXH (PERÍODO 2040 -SATURACIÓN). . . . .	218
4.78	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN MEJORAS PROPUESTAS CASO QINC (PERÍODO 2040 -SATURACIÓN). . . . .	219
4.79	SUBANILLOS PROPUESTOS PARA CASO DE INCORPORACIÓN DE DOS BOCAS A RED DE BARQUISIMETO (PERÍODO 2040 -SATURACIÓN). . . . .	220



## INTRODUCCIÓN

El agua es una necesidad básica del ser humano y es fundamental su consumo para la vida, actualmente este recurso presenta serios problemas de escases debido a la mala intervención del hombre en las cuencas de los ríos y acuíferos.

Barquisimeto es la cuarta ciudad más importante del país, según censo Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.) en el año 2001 cuenta con una población de 741.417 habitantes, y actualmente presenta graves problemas de suministro de agua. El desarrollo comercial y las bondades políticas – geográficas que ofrece la ciudad, alienta al estado y al inversionista a la construcción de centros comerciales, hoteles y urbanismos, trayendo como consecuencia un incremento significativo de la demanda a abastecer, es por ello que se hace necesario una estrategia que permita optimizar el agua potable a fin de poder cumplir las necesidades hídricas actuales y futuras de la población.

La presente investigación viene a resolver este problema, ya que tiene previsto planificar la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad, construyendo un modelo conceptual hidráulico de los sistemas principales que la componen. Este modelo, permitió la simulación de escenarios alternativos para la operatividad de este sistema y planteó soluciones estratégicas que deberán ser detalladas en cuanto a la ingeniería de diseño, pero más importante aún, se presenta un plan de ejecución de las obras o actividades a corto, mediano y largo plazo.

En líneas generales, el plan hidráulico abarca las siguientes tareas: a) Estudio detallado de demandas de la ciudad de Barquisimeto considerando dotación actual según los planes de distribución de Hidrolara, y dotación según norma. b). Caracterización de las pérdidas físicas de la red de distribución para el análisis de demandas y plan de inversiones futuras en rehabilitaciones, c) Recopilación de los Análisis de la disponibilidad de las distintas fuentes posibles (Dos Cerritos, Sistema



Hidráulico Yacambú - Quíbor, Dos Bocas, Río Tocuyo, Río Turbio, etc) para el mejoramiento de los balances de oferta y demanda, d) Creación del macro modelo Barquisimeto para el análisis a de los diferentes escenarios de diseño, e) Diseño de los futuros alimentadores para la incorporación de las nuevas fuentes y e) plan de inversión para la recuperación de la estabilidad del servicio de agua potable a corto, mediano y largo plazo, tomando muy en cuenta la rehabilitación de las redes de distribución.

La presente investigación contará con los siguientes capítulos:

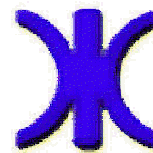
En el capítulo I, se plantea el problema a partir del cual se diseñaron los objetivos que guiaron la investigación, también se desarrolló la justificación alcance y limitaciones.

Luego, a fin de conocer la fundamentación teórica de la investigación se desarrolló el capítulo II llamado Marco Teórico, donde se hace referencia a los antecedentes, bases teóricas, bases legales y el sistema de variables las cuales son fundamentales para este estudio.

En el capítulo III referido al Marco Metodológico, se describe la naturaleza de la investigación, se establece la población y muestra estudiada, y posteriormente se describe el procedimiento utilizado para realizar este trabajo.

El capítulo IV se presentan los Análisis y Resultados que se encontraron durante el desarrollo de la investigación como: estudio de demandas, balances demanda - disponibilidad, el modelo hidráulico de la red de Barquisimeto, cuales fueron los escenarios de simulación, resultados de las simulaciones.

Por ultimo se presenta el Capítulo V referido a las Conclusiones y Recomendaciones en donde se expone de manera resumida las determinaciones a las cuales se llego en la presenta investigación.



## CAPITULO I

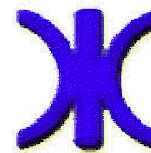
### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde hace muchos años el hombre ha necesitado conducir el agua desde los ríos y lagos hasta sus asentamientos para realizar las necesidades vitales, el transporte del vital líquido los realizaban por medio de canales o tuberías. Aunque existen precedentes de las civilizaciones del antiguo Oriente y de los ingenieros griegos, los ingenieros romanos fueron los primeros que pusieron a punto las técnicas para conducir el agua, tanto así que se pudieron generalizar por todas las ciudades del Mediterráneo.

Por lo menos 40 ciudades del Imperio Romano tuvieron redes de abastecimiento de agua, entre ellos el imponente *Pont du Gard*, de tres niveles, que dotó de líquido a Nimes en Francia, el de Segovia en España, de dos niveles y 36 m de altura.

A partir del siglo XIX el aumento de la población en las zonas urbanas de Europa obligó a realizar grandes obras de conducción, distribución y tratamiento de las aguas, logrando mejorar significativamente los métodos y materiales para trasportar el agua.

En tiempos más recientes se han construido extensos acueductos en Europa entre ellos podemos mencionar: El acueducto que transporta agua a Glasgow el cual tiene una longitud de 56 km; el de Marsella, terminado en 1847 midiendo aproximadamente 97 km; el de Manchester que tiene 154 km de longitud; el de Liverpool que mide 109 km; y el segundo acueducto Kaiser Franz Joseph, en Viena de 232 kilómetros de longitud.



---

## CAPÍTULO I – EL PROBLEMA

---

Así mismo en EEUU se han construido complejos sistemas de acueductos para transportar agua a las ciudades como Boston, Baltimore, Washington, St. Louis, Nueva York y Los Ángeles.

En Venezuela el primer acueducto fue construido en la ciudad de Caracas el cual conducía las aguas de Macarao a la Colina del Calvario y de allí a la ciudad de Caracas, paulatinamente crecía el país se construyeron acueductos en las principales ciudades, entre ellas se encontraba Barquisimeto.

Barquisimeto es la cuarta ciudad más importante de Venezuela, se encuentra ubicada en el Estado Lara, específicamente en el Municipio Iribarren y es un importante núcleo industrial, comercial y agrícola del país, a través del tiempo en la ciudad se han construido varios sistemas de distribución, el primero se construyó en 1.889, seguidamente en 1.929 el general Juan Vicente Gómez inauguró un nuevo sistema de abastecimiento, a partir de allí se realizaron mejoras continuas en el acueducto y se construyeron plantas de tratamiento y aducciones que incrementaron notablemente la cantidad de agua (oferta de agua) para la población.

Hoy en día Barquisimeto presenta problemas con el suministro de agua potable, debido a la gran oferta de agua y la ubicación geográfica de la ciudad, la población sufrió un aumento significativo que ha hecho que en este momento exista un déficit de agua de aproximadamente 1.800 l/s según datos suministrados por la empresa Hidrolara, C.A. (2010) “Balance Hidráulico del Sistema de Abastecimiento de la ciudad de Barquisimeto”

Actualmente el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente está ejecutando obras que permitirán aumentar la oferta de agua a mediano y largo plazo en la ciudad, por otro lado la empresa hidrológica local, Hidrolara C.A., está realizando inversiones en estudios hidrogeológicos en sitios estratégicos, que permitirán realizar perforaciones para utilizar los acuíferos existentes en la zona que vendrán a mitigar el



## CAPÍTULO I – EL PROBLEMA

déficit de agua a corto y mediano plazo. Todo esto nos arroja una serie de interrogantes como las siguientes: ¿Una vez que la ciudad de Barquisimeto cuente con toda el agua de las nuevas fuentes, tendrán las redes de distribución actuales la capacidad mecánica e hidráulica de transportar un mayor caudal?, ¿En cuanto se verá afectada la eficiencia de conducción en la red de distribución al aumentar el caudal que transita por ella? Y finalmente ¿Será necesaria una propuesta hidráulica de la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Barquisimeto que tome en cuenta la incorporación de las futuras fuentes?

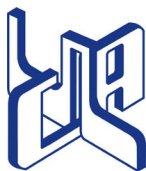
### **OBJETIVOS:**

#### **GENERAL:**

- Proponer la planificación hidráulica de la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Barquisimeto tomando en cuenta la incorporación de las futuras fuentes.

#### **ESPECIFICOS:**

- Estimar los consumos de Barquisimeto a corto, mediano y largo plazo considerando usuarios residenciales, comerciales, industriales y oficiales.
- Efectuar una estimación de las pérdidas físicas del sistema en la red de abastecimiento.
- Estimar las demandas de Barquisimeto a corto, mediano y largo plazo, tomando en cuenta las pérdidas calculadas, estableciéndose dos escenarios: con recuperación de pérdidas físicas y sin ellas, a corto, mediano y largo.
- Construir un modelo hidráulico para la simulación de la macro red de distribución de Barquisimeto.



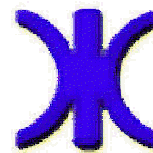
- Elaborar propuestas en la red de distribución para la incorporación de las nuevas fuentes, simulando cada una de ellas en el modelo hidráulico y estudiando su factibilidad operativa, técnica y económica.

### **JUSTIFICACIÓN**

La carencia de un sistema de distribución de agua potable eficiente es un problema muy común en el país, ya que en la mayoría de los casos las ciudades crecen y muy pocas veces se planifican el crecimiento del servicio de agua potable, trayendo como consecuencia el retraso en el desarrollo de las urbes, ya que sin la infraestructura hidráulica necesaria para transportar el vital líquido se limita la inversión en áreas como vivienda, industria, comercio, etc.

Barquisimeto actualmente cuenta con una población de aproximadamente 750.000 habitantes según datos del Instituto Nacional de Estadística (2011). “Censo Poblacional 2011”. El desarrollo comercial y las bondades políticas – geográficas que ofrece la ciudad (por ejemplo el Triángulo del este) alientan las inversiones a la construcción de centros comerciales, hoteles y urbanismos. Actualmente la ciudad cuenta con un sistema de distribución de agua potable poco eficiente, aunque no se ha medido exactamente el valor, se estima una eficiencia en el sistema de distribución de aproximadamente sesenta por ciento.

Otro dato importante de mencionar es que Hidrolara (2010) realizó el estudio “Balance Hidráulico del sistema de abastecimiento de la ciudad de Barquisimeto” en el cual se determinó que la ciudad de tiene un déficit de agua potable que oscila entre los 1.800 y 2.000 litros por segundo, sin contar que gran parte del oeste, norte y sureste de la ciudad son abastecidos por camiones cisternas, trayendo como consecuencia una disminución considerable en la calidad de vida de los habitantes



## CAPÍTULO I – EL PROBLEMA

que allí moran, haciendo que su dotación diaria a veces no llegue ni siquiera a cincuenta litros por persona por día (50 l/p/d).

Debido a su importancia comercial e industrial para el desarrollo del país se están realizando fuertes inversiones en obras que permitirán garantizar la fuente de agua para la ciudad como son las construcciones de los Embalses Yacambú y Dos Bocas.

De los anteriores planteamientos, se deduce que es necesario realizar un estudio detallado sobre el sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Barquisimeto, que permita primeramente evaluar las condiciones físicas, hidráulicas y de operación del sistema existente, para luego poder desarrollar un plan de inversión de obras hidráulicas a mediano y largo plazo que permitirá diseñar y construir los elementos hidráulicos necesarios (y en tiempo debido) que garanticen el funcionamiento óptimo del sistema del distribución de agua potable de la ciudad, permitiendo con esto cumplir con los requerimientos de crecimiento habitacional, industrial y comercial de Barquisimeto (los cuales son bastante altos), logrando así una mejora significativa en el servicio de distribución de agua potable de la ciudad, elevando considerablemente la calidad de vida de las personas que habitan en ella.

Adicionalmente con la ejecución de las obras hidráulicas propuestas al sistema de abastecimiento de la ciudad de Barquisimeto, se podrá planificar el crecimiento ordenado de la urbe, cumpliendo a cabalidad el Plan de Desarrollo Urbano realizado en el año 2004.

### **ALCANCES**

En la presente propuesta se tiene previsto realizar la Planificación del sistema de abastecimiento de Barquisimeto para la incorporación de las futuras fuentes, a nivel de ingeniería básica, presentando un plan de inversión de las obras necesarias para mejorar la red de distribución. El análisis se hizo sobre la macro red de Barquisimeto





## CAPÍTULO I – EL PROBLEMA

abastecida por gravedad, entendiéndose como macro red solo los alimentadores principales y secundarios, los sistemas de distribución final ó terciarios así como los subsistemas excluidos en el presente estudio se simularan como un nodo de consumo ó fuga, según sea el caso.

En el sistema en estudio se excluirá lo siguiente:

- Sub sistemas del Oeste: Villa Rosa, Llenadero Km11, Coriano, Pavia - Bobare, La Paz, Zona industrial, Lomas de León.
- Sub sistemas del Norte: La Peña, Cerro Gordo, Altos de Jalisco, El Jebe, Cristo Viene, Llenadero San Juan, Cují - Tamaca.

Sin embargo al momento de realizar el análisis de demanda se tomó en cuenta el sistema de gravedad más los subsistemas antes mencionados, debido a que fue necesario tomarlos en cuenta para calcular la capacidad de los alimentadores propuestos.

En términos financieros el presente trabajo presentará un plan de inversión a mediano y largo plazo que permitirá al organismo competente prever las inversiones en el momento indicado y tomar cualquier tipo de decisión al respecto.

### **LIMITACIONES**

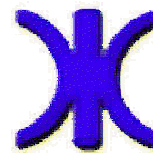
- Dificultad para realizar mediciones de presiones y caudales dentro de la red de abastecimiento actual, ya que la misma cuenta con muy pocos puntos para ello.
- Problemas con el inventario hidráulico, ya que no se conto con la información exacta de ubicación de válvulas, material de las tuberías colocadas, ya que la hidrológica no contaba con información procesada de todo el sistema.



---

## CAPÍTULO I – EL PROBLEMA

- Problemas financieros, ya que no se contó con los recursos necesarios para realizar un plan de medición en toda la red y así poder tener un alcance mucho mayor.
- Las pérdidas físicas de la red fueron estimadas en función de los datos recopilados con las gerencias operativa y comercial de la empresa hidrológica (Hidrolara), y dependía de la existencia de sistemas de medición en la red (micro o macro medición), lo que se dificultó su cuantificación. Es por ello que el modelo fue analizado a distintos escenarios: con pérdidas y sin pérdidas, con el objeto de evitar la dependencia total de un modelo ideal que sólo es posible con acciones de mayor complejidad, de alta planificación, elevada inversión y con metas a largo plazo.



## CAPITULO II

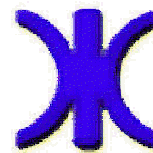
### MARCO TEÓRICO

El marco teórico según Chávez (2000) permite “la revisión de la literatura a través de unas acciones que se han realizado para mejorar la dificultad que se plantea en el problema” (p.105). Dice el autor, que está conformado por los antecedentes de la investigación, bases teóricas, bases legales (si las hay), glosario de términos (opcional) y sistemas de variables. A continuación se desarrollan cada una de ellas:

#### ANTECEDENTES

Plantea Chávez (ob.cit.) que los antecedentes constituyen “los estudios previos que otros investigadores han ejecutado y que son similares al que se pretende ejecutar” (p.105). Partiendo de lo planteado anteriormente, se describen algunas investigaciones relacionadas con este estudio:

**Antonio Caravacas; Antonio Vela; Asis Alvarez; Elisa Verruschi; Yris González. “Diseño de una Metodología para Estimar los Consumos de la Red de Distribución de Agua Potable de Barquisimeto, Venezuela”, 2002.** En el presente trabajo se desarrolló una metodología para la estimación de consumos de una red de distribución de agua potable, cuando no se cuenta con equipos de medición instalados en la red para la cuantificación de los mismos. Para tal fin se analizó la red de distribución de agua potable de la ciudad de Barquisimeto, que abastece a una población de alrededor de un millón de habitantes. Dicha metodología se plantea en dos etapas, la primera de ellas destinada a la estimación de los consumos a través de



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

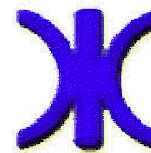
variables como lo son: coeficientes de densidad poblacional y de superficie servida, y la otra, para la validación de los valores de presión obtenidos a través de la simulación al compararlos con los valores de presión medidos en algunos puntos de la red. Los resultados obtenidos indicaron que la calibración de la red, en cuanto al promedio de presiones, fue satisfactorio, sin embargo el análisis puntual demostró que se debe calibrar cada sector por separado para de esta forma lograr que la curva de comportamiento de presiones pueda ajustarse correctamente.

Este trabajo guarda relación con la investigación que se realiza ya que se aplicará parte de la metodología desarrollada en él para la determinación de los consumos, esto en los casos donde no se cuenten con medición, permitiendo así hacer las estimaciones de oferta y demanda que harán posible realizar el balance hidráulico que dará entrada al análisis de pérdidas físicas en la red.

**Betancourt M. y Escalona M. “Plan de inversión y mantenimiento de los sistemas de acueductos de la población de Cubiro”, 2002.** se buscó información de campo para calibrar el modelo EPANET el cual sirvió para evaluar el estado del acueducto, en base a esto, propusieron estudiar las fuentes de abastecimiento del acueducto para garantizar la capacidad de almacenamiento, pudiendo asegurar la distribución continua del servicio de agua, además propusieron mejorar las estrategias de mantenimiento de las fuentes, especialmente en los desarenadores con el fin de remover los sedimentos que pudiesen obstruir las tuberías.

La investigación antes descrita se relaciona con el estudio que se presenta ya que al igual que en la población de Cubiro se tomaran datos de campos (presión y caudal) que permitirán pseudo-calibrar el modelo hidráulico en el Software EPANET, pero ahora teniendo en estudio la red de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Barquisimeto.

**Nadal N. y Pérez D. “Diagnóstico y evaluación del acueducto del Eneal, Municipio Crespo del estado Lara”, 2005.** Realizaron un inventario de todos los



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

componentes del sistema del acueducto, el cual utilizaron para evaluar con la ayuda del programa de simulación hidráulica EPANET las condiciones en que se encontraba dicho acueducto, determinando que en algunos tramos de la red no se cumple con las presiones establecidas por norma, por lo que recomendaron dividir la red en dos para evitar rotura en las tuberías, además recomendaron la implementación a corto plazo de la colocación de micromedidores para garantizar la disminución del consumo del agua, la colocación de manómetros y caudalímetros para una mejora en la operatividad del sistema.

El trabajo mencionado anteriormente guarda relación con la investigación que se realiza ya que el proceso de evaluación que se ejecuta en la red de abastecimiento de agua potable del sistema. El Eneal, servirá de base para desarrollar una evaluación acorde a las necesidades y funcionalidad de la propuesta que se desea diseñar.

**Aguilar, Susjeys; Azuaje, Tulio. “Diagnostico y establecimiento de planes para rehabilitación y mantenimiento del sistema de acueductos existente en Sarare municipio Simón Planas”, 2005.** Este estudio consistió en el diagnóstico del sistema de distribución del acueducto actual de Sarare para evaluar las condiciones hidráulicas mediante la aplicación de un modelo de simulación, además del establecimiento de lineamientos para mejorar las condiciones de operación y mantenimiento, todo esto con el fin de dotar a las autoridades competentes de una herramienta eficaz a la hora de invertir los recursos. En dicho trabajo concluyeron que los consumos reales registrados en la distribución para la mayor parte de la población se encuentran por encima de 400 l/p/d, el cual es mayor a las dotaciones asignadas por la norma y que las redes de distribución poseen diámetros muy pequeños para las demandas actuales, actualmente la capacidad de almacenamiento de los tanques existentes se encuentran en condiciones deficitarias. Dentro de las recomendaciones expuestas en este trabajo se encuentra evaluar la capacidad de los gastos captados por el dique toma a fin de determinar la eficiencia de dicha estructura



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

y plantear las acciones a emprender para aumentar el caudal disponible para el abastecimiento presente y futuro de la población.

Los indicadores de consumo que se consiguen en este trabajo y su metodología de cálculo sirven de referencia para la investigación que se presenta.

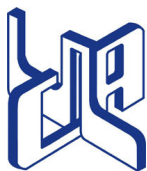
**Azuaje, Maria; Caruci, Jesus. “Evaluación de Modelos para la simulación Hidráulica de Redes de Distribución”. 2007**, el cual fue presentado para optar al título de ingeniero, hacen énfasis en la poca disponibilidad de agua para consumo humano que existe a nivel mundial y plantean la necesidad de optimizar los procesos de simulación de redes de acueductos, a través del uso y estudio de diferentes software (EPANET y WaterCAD 4.5) con el fin de conocer las características principales de algunos modelos de simulación hidráulica, para de esta manera ofrecer diferentes alternativas de solución de acuerdo a las necesidades que se le puedan presentar a una organización en un determinado momento.

El estudio anterior guarda relación con la investigación que se viene desarrollando, debido a que presenta las características de diferentes software en pro de mejorar los procesos de simulación de redes de acueductos, lo cual ofrece una herramienta primordial para el diseño de la propuesta, ya que se va a realizar utilizando el software EPANET.

### **BASES LEGALES**

**“NORMAS SANITARIAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REFORMA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA DESARROLLOS URBANISTICOS”**

Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4103. Extraordinaria. Año 1989.



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

“**ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**”. República de Venezuela. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. Dirección General de Inspección. Construcción y Funcionamiento. Año 1976.

“**NORMAS PARA EL DISEÑO DE LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA**”. República de Venezuela. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. Caracas 1.965

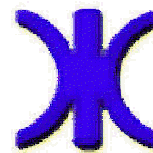
### **BASES TEORICAS**

Los sistemas de abastecimiento de agua incluyen este conjunto de obras e infraestructura, construidas para satisfacer las necesidades de la población. Dependen de la disponibilidad de las fuentes naturales de agua y de las capacidades técnicas y económicas de la población beneficiaria.

***Demanda:*** la demanda teórica de agua potable se define como la cantidad de agua que los usuarios de un sistema de abastecimiento *pretenden* utilizar, asumiendo que no existe restricción alguna en la oferta de agua, se expresa generalmente en litros por segundo (l/s).

***Consumo:*** es la cantidad de agua realmente utilizada por una comunidad o núcleo urbano para una fecha determinada, clasificándose sobre el tipo de uso y característica de la misma en: consumo domestico, consumo comercial o industrial, consumo público, consumo por pérdidas en la red y consumo por incendio.

***Dotación:*** se define como la cantidad de agua correspondiente al consumo esperado en una comunidad de acuerdo a su composición orgánica y social, expresada generalmente en términos de litros/personas/días. En el caso de Venezuela se adoptan



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

los valores expresados en las normas sanitarias contenidas en la gaceta oficial N° 4044 Ext. Del 8 de Septiembre de 1988.

**Consumo medio diario ( $Q_m$ ):** se define como un valor representativo de gasto, estimado en base a las variaciones estacionales, mensuales, diarias, y horarias de los consumos de agua de una determinada comunidad. Para su cálculo y estimación pueden utilizarse varias alternativas dependiendo de la formula seleccionada para expresar los consumos:

- Con base en dotaciones: se expresa como la sumatoria de las dotaciones asignadas a cada área del sistema a su zonificación de acuerdo a la normativa vigente.
- Con base en datos de población: resulta de las estimaciones de consumos per cápita para la población futura dentro del período de diseño.

**Consumo máximo horario ( $Q_{MH}$ ):** es el valor asignado a la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Este valor de consumo debe ser satisfecho por el acueducto de manera eficiente sin que se generen situaciones deficitarias en el sistema. Generalmente se expresa como función del consumo medio ( $Q_m$ ) y con base en factores de proporcionalidad dependiendo del número de habitantes de la comunidad.

**Caudal de Incendios:** Es el Caudal destinado a combatir las emergencias por causas de los incendios y este se estima entre diez (10), dieciséis (16) o treinta y dos (32) l/s. Este caudal debe estar disponible en hidrantes localizados de manera tal que cubra un radio de doscientos metros.

**Fuente de abastecimiento:** es el espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida, pueden ser superficial o subterránea. No debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura del diseño. En la selección de la fuente juegan un papel importante los datos o registros





## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

---

hidrológicos disponibles y las determinaciones estadísticas, pero es evidente que para poder garantizar un servicio continuo y eficiente es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua requerida para el día más crítico, es decir el día de máxima consumo.

***Obra de captación:*** Son las estructuras encargadas de derivar el agua de cada una de las fuentes y son diseñadas según el caudal que se vaya a captar, por lo tanto, su diseño será dependiente del tipo de fuente, de sus características, y ha de ser afectado por un factor similar al considerado para la fuente.

***Línea de aducción:*** definida como la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. Ello puede verse afectado además por situaciones topográficas que permitan una conducción por gravedad o que, por el contrario precisen de sistemas de bombeo.

***Estanque de almacenamiento:*** generalmente es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución, de su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la comunidad. Un estanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- Mantener presiones de servicio en la red de distribución.
- Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia tales como incendios e interrupciones por daños de tuberías de aducción o de estaciones de bombeo.

***Red de distribución:*** Es el conjunto de tuberías y accesorios destinados a conducir las aguas a todos y cada una de los usuarios a través de las calles. Las redes pueden ser:



- Abiertas: nace de una fuente y su extremo termina en un tapón (sin retorno) que debe tener consumo permanente en su extremo para evitar estancamiento.
- Cerradas: está compuesta por mallas. Las mallas son una parte de la red que nace en el tanque y constituyen un circuito cerrado, poseen dos ramales que se unen en un punto que coincide con el punto de equilibrio.
- Mixtas: es la combinación de los dos casos anteriores.

**Pérdidas por fricción:** Al desplazarse una masa líquida por un conducto se originan esfuerzos tangenciales que se oponen al movimiento debido a la influencia de las rugosidades, de la viscosidad del fluido y la turbulencia del flujo.

Las pérdidas por fricción se presentan a lo largo de su longitud debido a:

- En régimen de flujo turbulento: mezcla entre las partículas del fluido y rozamiento entre fluido y las fronteras sólidas del conducto que confinan a la vena líquida.
- En régimen de flujo laminar: rozamiento entre fluido y las fronteras sólidas del conducto que confinan a la vena líquida. No existe mezcla de las partículas.

Existe un gran número de fórmulas para el cálculo de tuberías con flujo turbulento las cuales se han desarrollado con el objetivo de representar en forma matemática la resistencia al flujo a lo largo de un conducto. Esta resistencia al flujo comprende las fuerzas viscosas y las de fricción. Entre las formulas más utilizadas para cuantificar este valor tenemos:

- Darcy-Weisbach(1857) 
$$h_f = \frac{fL}{D} \frac{V^2}{2g}$$

- Colebrook-White (1939). 
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} + \frac{\varepsilon/D}{3.71} \right)$$

- Hazen-Williams (1933) 
$$h_f = 10.67 \cdot L \cdot \left( \frac{Q}{C_{HW} \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \quad (\text{solo para Agua})$$



**Pérdidas locales:** Se presentan en puntos fijos del conducto por cambios de forma, dimensiones de la sección recta, dirección del flujo o por presencia de controles. En estos casos ocurre una alteración al flujo normal de los filetes líquidos, debido al efecto de separación o turbulencias inducidas en el movimiento al presentarse obstáculos o cambios bruscos en la tubería, produciendo mezcla de las partículas y fricción entre ellas. Son usualmente las pérdidas menores en una conducción, pero no siempre.

- Método del coeficiente de resistencia  $K$ : Como la turbulencia es función directa de la velocidad, se ha planteado y comprobado experimentalmente que la energía empleada en vencer las resistencias locales es directamente proporcional a la energía cinética del fluido denominada pérdida local.

$$h_l = K \frac{V^2}{2g}$$

$K$  = coeficiente sin dimensiones que depende de las condiciones particulares del aditamento, del número de Reynolds y de la rugosidad del tubo.

$V$  = velocidad media de flujo en el conducto en la sección especificada.

- Método de la longitud equivalente: Para efectos del cálculo de las pérdidas locales, se puede suponer que éstas se producen por la fricción en un tramo de tubería recta cuya longitud ficticia se denomina “Longitud equivalente” ( $Le$ ). Por lo tanto, la  $Le$  corresponde a un tramo de tubería que produce por fricción una pérdida igual a la que produce el accesorio. Dicha  $Le$  reemplaza a  $L$  en las ecuaciones de pérdidas por fricción.

**Pérdidas físicas en agua potable:** estas no constituyen un consumo, pero es un factor que debe ser considerado. Las pérdidas en los domicilios influyen en el consumo doméstico. Es frecuente encontrar llaves en mal estado, artefactos



sanitarios y a veces cañerías de la misma forma.

Por otra parte las pérdidas que se presentan en los grifos, junto con las pérdidas ocasionadas por mal empleo de los consumos públicos, conducen a empeorar el consumo de agua. A continuación se definen los distintos tipos de pérdidas.

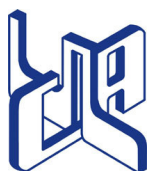
- **Pérdidas de Agua:** diferencia entre el VOLUMEN DE ENTRADA AL SISTEMA y el CONSUMO AUTORIZADO. Las pérdidas de agua pueden considerarse como un volumen total para todo el sistema, o para sistemas parciales tales como las conducciones de agua bruta, de transporte o distribución. En cada caso, los componentes del cálculo se ajustarían consecuentemente. Las PÉRDIDAS DE AGUA consisten en PÉRDIDAS REALES y PÉRDIDAS APARENTES.

- **Pérdidas Reales:** pérdidas físicas de agua en el sistema presurizado hasta el punto de medida de uso del cliente. El volumen anual que se pierde a través de todo tipo de fugas, roturas y desbordamientos depende de las frecuencias, caudales y duración promedio de las fugas individuales.

Nota: Aunque las pérdidas físicas tras el punto de medida de caudal del cliente se excluyen de la evaluación de PÉRDIDAS REALES, éstas son a menudo significativas (particularmente en los sistemas donde no se realiza la contabilización del consumo domiciliario), y merecen atención si el objetivo es gestionar la demanda.

- **Pérdidas Aparentes:** representan toda clase de imprecisiones asociadas con la medida del agua producida y consumida, más el consumo no autorizado (robo o uso ilegal).

Nota: El subregistro de los contadores en los puntos de producción y el sobrerregistro de los contadores domiciliarios conducen a la subestimación de



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

las PÉRDIDAS REALES, mientras que las situaciones contrarias conducen a una sobrestimación de las mismas pérdidas.

Debido a la importancia del buen desempeño de las redes de distribución, para evitar pérdidas económicas por fugas en la misma, existe una tendencia en otros países de usar indicadores mejorados que miden de una mejor manera este parámetro.

Un ejemplo de estos es el ya reconocido IFI (Índice de Fugas por infraestructura) ó ILI por sus siglas en inglés. Este indicador toma en cuenta las pérdidas por conexiones y por unidad de longitud de tubería. Una versión simplificada de este indicador, se basa sólo en la pérdida de litros por conexión por día, existiendo una correlación con el ILI, tal como lo muestra Cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1.** ILI – VERSUS LTS/CONEXIÓN/DIA.

Technical Performance Category		ILI	Litres/connection/day (when the system is pressurised) at an average pressure of:				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Developed Countries	A	1 - 2		< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2 - 4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	> 8		> 200	> 300	> 400	> 500
Developing Countries	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

FUENTE: International Water Association (IWA).

En el cuadro anterior se definen valores simplificados Litros/conexión/día (l/c/d). En la columna de la izquierda muestra el nivel de desempeño del sistema para países



desarrollados y países en vías de desarrollo. Para evaluar el caso de estudio se debe transformar las pérdidas físicas de l/s a l/c/d.

**Reducción de Perdidas Físicas:** Es el conjunto de acciones de planeamiento integrado destinadas a la reducción y control de las fugas de agua en cada uno de los componentes del sistema a costos compatibles con los beneficios obtenidos.

#### Premisas Básicas del Proyecto de Control de Fugas

1. Corregir ante todo, las fugas que representen mayor porcentaje del total de fugas inventariadas.
2. Identificar las causas de las fugas recomendando acciones de alto beneficio / costo y reducción de fugas.
3. Estructurar las acciones para propiciar la reducción de las fugas, la obtención de beneficios, la adecuación Gerencial del Sistema y el inicio de la solución de los problemas a largo plazo.
4. Implantar las acciones de acuerdo a la realidad de cada EPS, adecuando las acciones a situaciones específicas y las posibilidades de reversión directa de los volúmenes recuperados en venta de agua.

#### **Factores importantes en la determinación del período de diseño. Simón Arocha (1977). “Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño”**

El período de diseño se define como el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 %, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado, o por la resistencia física de las instalaciones.

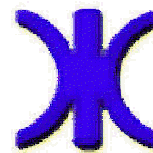
En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente aconsejable, como:



1. ***Durabilidad o vida útil de las instalaciones.*** Dependerá de la resistencia física del material a factores adversos por desgaste u obsolescencia. Todo material se deteriora con el uso y con el tiempo, pero su resistencia a los esfuerzos y daños a los cuales estará sometido es variable, dependiendo de las características del material empleado. Así, al hablar de tuberías, como elementos de primer orden dentro de un acueducto, encontramos distintas resistencias al desgaste por corrosión, erosión y fragilidad; factores estos que serán determinantes en su durabilidad o en el establecimiento de períodos de diseño, puesto que sería ilógico seleccionarlos con capacidad superior al máximo que les fija su resistencia física. Siendo un sistema de abastecimiento de agua una obra muy compleja, constituida por obras de concreto, metálicas, tuberías, estaciones de bombeo, etc., cuya resistencia física es variable, no es posible pensar en períodos de diseño uniformes.

2. ***Facilidades de construcción y posibilidades de ampliaciones o sustituciones.*** La fijación de un período de diseño está íntimamente ligado a factores económicos. Por ello, al analizar uno cualquiera de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua, la asignación de un período de diseño ajustado a criterios económicos estará regida por la dificultad o facilidad de su construcción que inducirán a mayores o menores períodos de inversiones nuevas, para atender las demandas que el crecimiento poblacional obliga.

Debe, por lo tanto, analizarse esta factibilidad como condición determinante en la fijación del período de diseño. Asimismo, puede entenderse que existen componentes del sistema que pueden construirse por etapas (estanques, plantas de tratamiento, etc.) previendo su desarrollo con el crecimiento de la demanda, pero que no necesariamente representan una unidad indivisible desde su inicio.



3. **Tendencias del crecimiento de la población.** Un sistema de abastecimiento de agua debe ser capaz de propiciar y estimular este desarrollo, no de frenarlo, pero el acueducto es un servicio cuyos costos deben ser retribuidos por los beneficiarios, pudiendo resultar en costos muy elevados si se toman períodos muy largos para ciudades con desarrollos muy violentos, con lo cual podría proporcionarse una quiebra administrativa.

Esto nos induce a señalar que de acuerdo a las tendencias de crecimiento de la población es conveniente elegir períodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa.

4. **Posibilidades de mantenimiento y rata de interés.** Las razones de durabilidad y resistencia al desgaste físico es indudable que representa un factor importante para el mejor diseño, pero adicionalmente habrá que hacer estas estimaciones de interés y de costo capitalizado para que pueda aprovecharse más útilmente la inversión hecha. Esto implica el conocimiento del crecimiento poblacional y la fijación de una capacidad de servicio del acueducto para diversos años futuros, con lo cual se podría obtener un período óptimo de obsolescencia, al final del cual se requeriría una nueva inversión o una ampliación del sistema actual.

La determinación de la capacidad del sistema de abastecimiento de agua de una localidad debe ser dependiente de su costo total capitalizado. Generalmente los sistemas de abastecimiento se diseñan y construyen para satisfacer una población mayor que la actual.

***Rango de valores aconsejables para el período de diseño. Simón Arocha (1977). “Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño”:***

- a. *Fuentes superficiales:* Sin regulación: deben proveer un caudal mínimo para un período de 20 a 30 años.





## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

---

Con regulación: las capacidades de embalse deben basarse en registros de escorrentía de 20 a 30 años.

- b. *Fuentes subterráneas*: El acuífero debe ser capaz de satisfacer la demanda para una población futura de 20 a 30 años, pero su aprovechamiento puede ser por etapas, mediante la perforación de pozos con capacidad dentro de períodos de diseño menores (10 años).
- c. *Obras de captación*: Dependiendo de la magnitud e importancia de la obra se podrán utilizar períodos de diseño entre 20 y 40 años.  
Diques-tomas: 15-20 años. Diques-represas: 30-50 años.
- d. *Estación de bombeo*: Se entiende por estación de bombeo a los edificios, equipos, bombas, motores, accesorios, etc.  
A las bombas y motores, con una durabilidad relativamente corta y cuya vida se acorta en muchos casos por razones de un mantenimiento deficiente, conviene asignarles períodos de diseño entre 10 y 15 años. Las instalaciones y edificios pueden ser diseñados tomando en cuenta las posibilidades de ampliaciones futuras y con períodos de diseño de 20 a 25 años.
- e. *Líneas de aducción*: Dependerá en mucho de la magnitud, diámetro, dificultades de ejecución de obra, costos, etc., requiriendo en algunos casos un análisis económico. En general, un período de diseño aconsejable está entre 20 y 40 años.
- f. *Plantas de tratamiento*: Generalmente se da flexibilidad para desarrollarse por etapas, lo cual permite estimar períodos de diseño de 10 a 15 años, con posibilidad de ampliaciones futuras para períodos similares.
- g. *Estanques de almacenamiento*: De concreto: 30-40 años, Metálicos: 20-30 años. Los estanques de concreto permiten también su construcción por etapas, por lo cual los proyectos deben contemplar la posibilidad de desarrollo parcial.
- h. *Redes de distribución*: Las redes de distribución deben diseñarse para el completo desarrollo del área que sirven. Generalmente se estiman períodos de



diseño de 20 años, pero cuando la magnitud de la obra lo justifique estos períodos pueden hacerse mayores: 30 a 40 años.

Las clases de tuberías frecuentemente utilizadas para la construcción de sistemas de abastecimientos de agua, depende del material empleado para su fabricación y de diversos factores que permitirán lograr un mejor diseño ya que su conocimiento implica la posibilidad de utilización de acuerdo a sus propiedades y a los riesgos que soportaran tales como su fragilidad, rugosidad, peso, grado de corrosividad y flexibilidad.

***Rugosidad y años de servicio:***

Durante el período de servicio de la tubería, el grado de alteración que experimenta su rugosidad inicial dependerá de la calidad de agua transportada y de la naturaleza de la superficie interior del conducto. Esa alteración puede reducir la capacidad hidráulica del elemento de conducción, bien sea por incremento del coeficiente de fricción, por disminución sensible del área neta de flujo o superposición de ambos efectos.

Diversas investigaciones experimentales parecen indicar que la rugosidad aumenta linealmente con el tiempo, por causa de la corrosión o por crecimientos orgánicos y depósitos calcáreos provocados por acciones físicas, químicas y bacteriológicas de ciertos tipos de aguas. Según ese criterio, la rugosidad K se calcula por:

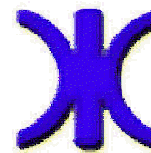
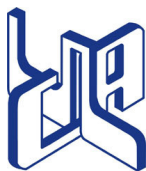
$$K = K_0 + \alpha T$$

K<sub>0</sub>: Rugosidad inicial (aproximadamente 0.0001 para PVC y PEAD; 0.05 para el ACERO)

$\alpha$ : Coeficiente de proporcionalidad

T: Tiempo de vida útil.

Para la estimación del coeficiente de proporcionalidad se utiliza la cuadro 2.2 en la cual se relaciona el coeficiente con la característica del agua. Esta tabla se usa mayormente para tuberías de PVC – PEAD.



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

**Cuadro 2.2** Características del agua y su relación con  $\alpha$  Según Colebrook - White

GRUPO	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	VALORES DE $\alpha$ (mm/año)		
		MINIMO	MEDIO	MAXIMO
1	Aguas poco mineralizadas, no agresivas, poco contenido de minerales y de materia orgánica	0.005	0.025	0.055
2	Aguas poco mineralizadas pero corrosivas (PH reducido), de contenido de hierro y materia orgánica inferior a 3 mh/l	0.055	0.07	0.18
3	Agua muy corrosiva (PH muy bajo), con contenido de cloruros y sulfatos menores de 150 mg/l y hierro superior a 3 mh/l	0.18	0.2	0.4
4	Aguas corrosivas (PH reducido) con contenido de cloruros y sulfatos entre 500 y 700 mg/l y considerable materia orgánica	0.4	0.51	0.6
5	Aguas muy mineralizadas, de gran dureza, PH superior a 7, residuo sólido superior a 2000 mg/l	0.6	0.7	1

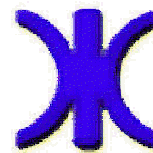
FUENTE: “Tuberías a Presión” Manuel Vicente Méndez (2007)

**Epanet:** Es un programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. Aunque en general puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.

### **Modelado de sistemas de distribución de agua potable con Epanet:**

La aplicación del EPANET como modelo automatizado de simulación, nos permite comprender de una manera más eficaz el comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión en un período del tiempo extendido. EPANET modela un sistema de distribución de agua como un conjunto de líneas conectadas por sus nudos extremos, las mismas representan tuberías, bombas o válvulas de control. Los nudos representan puntos de conexión entre tuberías o extremos de la misma, con o sin demandas, y también depósitos o embalses. El programa determina lo siguiente:

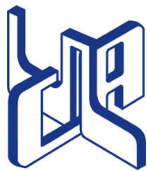
- El caudal que circula por cada una de las conducciones.
- La presión en cada uno de los nudos.



- El nivel de agua en cada tanque.
- La concentración de diferentes componentes químicos a través de la red durante un determinado período de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo.
- El tiempo de permanencia del agua en las tuberías.
- La procedencia del agua en cada punto de la red.

Esta herramienta puede aplicarse en diferentes análisis de sistemas de distribución entre los cuales se encuentra el diseño de programas de muestreo, calibración de modelos hidráulicos, análisis de cloro residual y valoración de riesgos en que se encuentran los consumidores. Ofrece un entorno de trabajo integrado que se emplea bajo sistemas operativos Windows, para el ingreso de los datos de entrada de la red, para el cálculo hidráulico y las simulaciones de la calidad del agua, y para poder visualizar los resultados obtenidos en una amplia variedad de formatos incluyendo planos de la red con códigos de colores, tablas de datos, gráficos de evolución y planos con curvas de isoniveles. Las características que proporciona el modelo de análisis hidráulico son las siguientes:

- No establece límites en cuanto al tamaño de la red que se requiere analizar.
- A través de las ecuaciones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning calcula las pérdidas por fricción.
- Considera las pérdidas menores que se presentan en elementos como codos, acoplamientos, etc.
- Modela bombas tanto de velocidad fija como de velocidad variable.
- Determina el consumo de energía y costos de operación de bombeo de las estaciones.
- Los tanques pueden presentar una geometría variada para el almacenamiento del agua.



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

- Admite diferentes tipos de válvulas como válvulas de regulación, válvulas de retención, válvulas de aislamiento, válvulas reductoras de presión, etc.
- Contempla la posibilidad de establecer distintas categorías de consumos en los nudos, cada una con su respectiva curva de modulación.
- Permite modelar consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores como los aspersores.
- Puede determinar el funcionamiento del sistema con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un sistema de regulación temporal.

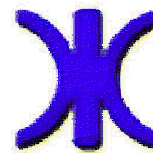
EPANET modela los objetos físicos que conforman el sistema de distribución así como sus sistemas operacionales, tales como:

1. *Conexiones*: Son puntos en la red donde se unen las líneas o por donde entra o sale el agua de la red. La información básica que se requiere para la conexión es:
  - Cota, normalmente sobre el nivel del mar.
  - Demanda de agua (régimen de evacuación desde la red).
  - Calidad del agua inicial.

Las conexiones pueden tener una demanda que varíe con el tiempo, tener diferentes categorías de demandas asignadas, tener una demanda negativa indicando que el agua entra en la red, ser fuente de calidad del agua por donde los constituyentes entran en la red y contener emisores haciendo que el caudal descargado dependa de la presión.

2. *Depósitos*: Son nudos que representan una fuente externa infinita o un sumidero para el sistema. Son utilizados para modelizar lagos, ríos, acuíferos subterráneos y conexiones a otros sistemas.

Ya que el depósito es un punto frontera de la red, su altura y calidad de agua no pueden verse afectada por lo que ocurra en el resto del sistema, por lo



## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

---

tanto, no se ordenan características de salida. A pesar de todo, se puede hacer variar la altura con el tiempo si se le asigna un patrón de tiempo.

3. *Tanques*: Son nudos con capacidad de almacenamiento, donde el volumen de agua almacenada puede variar con el tiempo en el transcurso de la simulación. Los tanques operan limitados por sus niveles máximo y mínimo, el programa detiene el aporte de caudal si el nivel de agua es mínimo y detiene el consumo de caudal si el nivel de agua es máximo. Las principales características de los tanques son: Cota, donde el nivel del agua es cero, diámetro o geometría si no es cilíndrico, valores iniciales máximos y mínimos del nivel del agua, calidad del agua inicial.
4. *Tuberías*: Son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro. EPANET asume que todas las tuberías se encuentran completamente llenas en todo momento. La dirección del caudal desde el extremo con altura piezométrica mayor hacia el extremo de la conducción con menor altura, siguiendo siempre el sentido de la disminución de la altura. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son: Nudos de entrada y salida, diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad, estado (abierta, cerrada o con una válvula).  
La rugosidad de las paredes de la tubería origina pérdidas de carga, las cuales pueden determinarse por medio de diferentes métodos: Método de Hazen-Willians, Método de Darcy-Weisbach, Método de Chezy-Manning.
5. *Bombas*: Son elementos que aportan energía al fluido incrementando su altura piezométrica. Las características principales de las bombas son sus nudos de aspiración e impulsión y su curva característica a velocidad nominal. Los parámetros de salida más importantes son el caudal y la carga. El caudal fluye unidireccionalmente dentro de la bomba y el programa no permite que una bomba trabaje fuera del rango que determina su curva característica.



6. *Válvulas*: Son líneas que limitan la presión o el caudal en un punto determinado de la red. Sus principales parámetros son: Nudos de entrada y salida, diámetro, consigna, estado. Los tipos de válvulas que incluye EPANET son los siguientes:

*Válvulas reductoras de presión*: su función es de limitar la presión en un punto de la red de la tubería. EPANET diferencia tres estados en los que puede trabajar; parcialmente abierta, totalmente abierta o cerrada.

*Válvulas sostenedoras de presión*: su función es mantener la presión en un punto específico de la red. EPANET diferencia tres estados en los que puede trabajar; parcialmente abierta, totalmente abierta o cerrada.

*Válvulas de rotura de carga*: su función es forzar el valor de la caída de presión. El flujo a través de la válvula puede ir en cualquier dirección. Estas válvulas no representan a ningún componente físico, pero son muy útiles para simular situaciones en las que la caída de presión a través de la válvula es conocida.

*Válvulas limitadoras de caudal*: su función es el de limitar el caudal de paso a un valor prefijado.

*Válvulas de regulación*: su función es simular una válvula parcialmente cerrada ajustando el valor del coeficiente de pérdidas menores. Usualmente los fabricantes proporcionan una relación entre el grado de cierre de la válvula y el coeficiente de pérdidas resultante.

*Válvulas de propósito general*: su función es representar una línea cuya relación pérdida-caudal es proporcionada por el usuario, en lugar de seguir el comportamiento típico de las válvulas establecidos por las



---

## CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO

formulas hidráulicas convencionales. Se utilizan para modelar turbinas, pozos de aspiración o válvulas para reducir el caudal y controlar el flujo inverso.

Las válvulas de compuerta y las válvulas de retención, que cierran o abren completamente las tuberías, no están consideradas como elementos separados sino que se incluyen como una característica de la tubería en que se encuentran.





## CAPITULO III

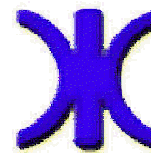
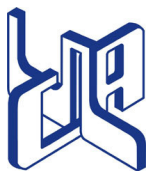
### TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se enmarcó bajo la modalidad de investigación de campo, que para la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (2002) “es la aplicación del método científico en el tratamiento de un sistema de variables y sus relaciones, las cuales conducen a conclusiones y al enriquecimiento de un campo del conocimiento o disciplina inherente a la Especialidad, con la sustentación de los experimentos y observaciones realizadas.” (p.63), de carácter descriptiva-explicativa, definido por Hernández y otros (2003), como descriptivo aquello que “buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades, o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis” (p.120), y Sampieri y otros (1997), como explicativo aquello que “Viene a explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas” (p.67)

### POBLACIÓN Y MUESTRA

La población en una investigación está definida por Morles.(1994), como el conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan.

En el presente trabajo la población de estudio estuvo constituida por los usuarios de la red de distribución de Barquisimeto que se surten por gravedad, cuyo horario de servicio se encuentre entre 16 y 24 horas (servicio continuo).



### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

Para esta investigación no se tomó muestra, es decir se trabajó con todos los usuarios que existen, ya que se obtuvo la base de datos comercial de la hidrológica local, Hidrolara C.A.

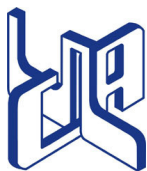
#### **PROCEDIMIENTO**

Para el cumplimiento de los objetivos antes indicados se recopiló en primer lugar, las diferentes opciones de trabajo de las fuentes de abastecimiento disponibles (Acuífero el Turbio, Acuífero El Tocuyo, Dos Bocas, SHYQ C.A.) para el cumplimiento de la demanda actual y futura de la ciudad de Barquisimeto, considerando operaciones conjuntas entre ellas.

Esto permitió establecer un concepto primario de la evolución del sistema basada en ofertas y demandas a corto, mediano, largo plazo y población de saturación, ayudando a la definición preliminar de las aducciones que se encargan de incorporar estas futuras fuentes.

Seguidamente, se desarrolló un modelo hidráulico de la red de Barquisimeto, donde se simularon las distintas opciones de trabajo de las aducciones que traen los gastos de las fuentes antes mencionadas, obteniendo una estrecha vinculación entre ellas a través de conexiones en puntos estratégicos de la red, para así lograr fiabilidad en el abastecimiento de agua potable, para ello se crearon anillos de servicio que recorrerán la red Alta del Oeste, Suroeste, Este, y Noreste del sistema de Barquisimeto.

Luego de seleccionar la alternativa definitiva para las aducciones que se encargan de incorporar las nuevas fuentes, se procedió a elaborar la ingeniería básica que consta de: requerimientos de inversión, planos de planta y un plan de inversión que garantiza el aprovechamiento del gasto afluente al sistema de distribución, en un espacio extemporal de las fuentes.

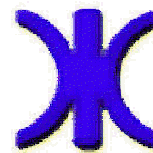


### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

Para tal fin se llevó a cabo las siguientes actividades:

- I. Recopilación de la información existente. (Cartografía de Barquisimeto, Topología de la red, disponibilidades de agua en el acuífero del Río Turbio, Disponibilidad de Agua en el Acuífero del Río tocuayo, Proyecto dos Bocas, Proyecto SHYQ, Censos, PDUL).
  - 1) Información Cartográfica. (Fue entregada por Hidrolara, por medio del Departamento de Proyectos de Acueducto. Esta información contiene la cartografía base de Barquisimeto con la nomenclatura de calles, avenidas y sectores. La entrega de esta información se encuentra en formato digital, dentro del CD, en formato [.dwg] y se denomina “Cartografía y Topología red de Barquisimeto”)
  - 2) Información topológica de la red de Barquisimeto. (La topología de la red, escasamente digitalizada y desactualizada, se encontraba en el mismo archivo de la cartografía. La información describe las redes principales (diámetro, ruta, ubicación, material) y con ella fue posible delimitar con los sub sistemas de abastecimiento para la construcción de los “Distritos de servicio”).

Es de hacer resaltar que para la realización de las dos primeras tareas, se hicieron reuniones periódicas con el personal operativo de la empresa, a fin de verificar las rutas, diámetros y material de las tuberías existentes, por otra lado se revisó el histórico de los cuadros de reparaciones con las que se contaba en la hidrológica (1997 – 2011) depurando lo mas posible la información.



### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

- 3) Información de estudios de disponibilidad de agua subterránea en el acuífero del Río Turbio. (fue suministrado por la empresa hidrológica).
  - 4) Información de estudios de disponibilidad de agua subterránea en el acuífero del Río Tocuyo. Tesis de Grado de la ULA-CIDIAT.
  - 5) Información actualizada SHYQ. (se solicitó a la empresa que realizó el estudio A.F. Ingenieros Civiles)
  - 6) PDUL de Barquisimeto. (la hidrológica facilitó la información).
  - 7) Información básica de los sistemas de producción, diámetro de aducciones, tanquillas de rebombeo. (la empresa hidrológica facilitó los datos).
- II. Estudio de demandas para la ciudad de Barquisimeto (dentro del ámbito de estudio). El mismo se estimó a partir de las siguientes acciones:
- 1) Procesamiento de los datos estadísticos disponibles para las proyecciones de demandas (INE, PDUL). Para lograr tener datos cercanos a la realidad sobre la población de un sector se utilizaron diferentes métodos y técnicas, en este caso se toman como referencias imágenes satelitales que permiten, de manera grafica, determinar la cantidad de viviendas en un área. El método de cálculo de la población se realizó tomando una muestra de mínimo 20% de cada área diferenciada por su tipo de densidad, logrando datos que luego se pueden extrapolar al total de cada zona según su densidad.



---

### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

---

En este caso se determinó de manera gráfica el número de viviendas y se tomó un factor de 4,5 habitantes por vivienda, factor promedio nacional de los habitantes por vivienda, para así determinar un valor de la población que sirva para determinar su dotación. A continuación se presentará y explicará cómo se desarrollo esta actividad y se realizará un cálculo tipo del efectuado para este trabajo:

Los sectores de estudio son la zona del oeste y norte de la ciudad de Barquisimeto. De dichos sectores se realizó un “collage” de imágenes de la totalidad de la zona seleccionada, para luego determinar los tipos de densidades que se usarán para el cálculo de las poblaciones.

Se determinaron y diferenciaron las densidades de manera visual sobre las imágenes tomando como punto principal la distribución de las viviendas presentándose algunas, por dar un ejemplo, con una distribución de manera desordenada a diferencia de otros sectores que presentan un orden urbanístico.

Luego de definidas y sectorizadas las densidades se calcularon las áreas de cada una de las densidades y en función de este valor se determinó el 20% para el muestreo y se ubicó dentro de las densidades para proceder al conteo gráfico de las edificaciones dentro de la muestra. Al lograr el conteo total en la muestra se realizaron los cálculos correspondientes para determinar la población en esa muestra y así determinar un valor de habitante por medida de área que sirvió para extrapolar al momento de calcular las poblaciones de cada uno de los sectores, realizando este procedimiento para cada una de la densidades.



### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

Luego de realizados los cálculos y haber obtenido las diferentes densidades, se obtuvieron automáticamente los valores para presentar un mapa de densidades general, el cual permitió determinar la población de cada sector y subsector del Norte y Oeste. Este trabajo arrojó valores de habitantes con los que se determinó la dotación necesaria y que junto con valores de mediciones de caudal tomados del sistema permitió calcular la dotación que se está entregando, sirviendo estos valores para realizar varias comparaciones y cálculos que pueden ayudar a mejorar el servicio.

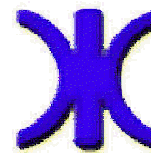
Es de hacer notar que se restaron las zonas vacías de cada sector que representaban aéreas considerables para lograr valores más cercanos a la realidad. En el mosaico de las imágenes se crearon por capas los siguientes aspectos:

*Densidades:* cada densidad presenta una capa con denominación y color representativo. Para el cálculo de las áreas se creó capa de sectores vacios para restarlos a las áreas principales.

*Sectores:* Capa que muestra los sectores corregidos, la cual permitió que se realizara su clasificación por horarios de servicio. Se creó una capa con los sectores antiguos para su revisión y comparación.

Cuando fue necesario la corrección del ámbito espacial de algún sector solo se trabajó con las polilíneas sobre el mosaico de las imágenes y se determinó el área corregida, luego se calculó según su densidad correspondiente.

- 2) Proyección poblacional y de demanda de cada sector. Para la proyección de la población en el tiempo se utilizó el método



### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

del interés compuesto. En cuanto al cálculo de la demanda actual se determinó por mediciones de gasto en las entradas de cada uno de los subsistemas en estudio.

- 3) Estimación de las pérdidas físicas del sistema. Las Gerencias de Operativa y comerciales de la empresa Hidrológica (Hidrolara, C.A.) entregaron la información necesaria disponible para llevar a cabo esta tarea (micro medición, macro medición). De los gráficos de sectores de servicio de cada sub sistema se tomó el correspondiente al sub sistema “Gravedad”, definiéndose así la zona de estudio. Esta información se encontraba en formato [.dwg]

Se migró la base de datos comerciales del Map Info al Arc Gis.

El gráfico de la zona de estudio en [.dwg] fue llevado al Gis, superponiéndolo con Base de datos de usuarios comerciales. La superposición a su vez se delimitó en cuatro sub sectores: Sub sector gravedad Oeste, Sub sector Gravedad Centro-Este, Sub sector Gravedad Norte y Sub sector Zona industrial.

Los datos de interés de la Base de datos de usuarios comerciales son específicamente el consumo obtenido por micromedición de los usos residenciales sociales, residenciales, comerciales, industriales, Oficiales y Cooperativas. Sin embargo, como es natural en las mayorías de las hidrológicas, no se dispone del 100% de micromedición en todos los clientes, por lo que fue necesario realizar extrapolación para estimar estos consumos.

La extrapolación se logró usando ajustes estadísticos de los valores medidos. Se realizaron varios ajustes dentro del



### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

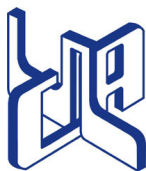
modelo bajo diferentes distribuciones estadísticas como Burr, Burr (4P), Dagum, Lognormal, Gamma, Pearson 6, Weibull, etc y se determinó cual se ajustaba mejor a través de una prueba de bondad de ajuste, para ello se utilizó el programa Easy Fit 5.3. El valor medio obtenido del ajuste fue asignado al valor “no medido” e incrementado en un 20% debido a que se considera que el usuario tiende a consumir este exceso al no contar con micro medición. Este fenómeno fue demostrado en un estudio realizado por Luis Mora (2000) denominado “Análisis de consumos promedios para los sistemas de abastecimiento de Mérida y El Vigía de Venezuela y el impacto de la Micro medición en su reducción”.

Con los resultados de consumo y caudal de entrada a la zona de estudio, se realizó el balance.

Con el balance se obtuvo la pérdida total del sistema, en la región de estudio. Esta pérdida vino afectada por sobre registros en la macro medición (se asume de un +5%, para un escenario optimista) y de sub registro para la micromedición (en este caso es de -2%). Así mismo se asumió un 1% de clientes no facturados – no medidos (tomas ilegales o cualquier otro consumo autorizado), totalizando de esta manera las pérdidas aparentes. La diferencia entre el primer valor obtenido de pérdida total, se le restó lo obtenido como pérdida aparente obteniendo como resultado las pérdidas reales o físicas

- 4) Definición de valores objetivos para las pérdidas físicas del sistema. Para ello se utilizó el procedimiento propuesto por la

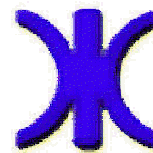




### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

International Water Association (IWA), se seleccionó un valor que para la presión de trabajo de la red y la condición de un país en vías de desarrollo no estuviese tan lejano a la realidad y pudiera cumplirse la meta en un período fijado.

- 5) Estimación de demandas para el escenario: sin recuperación de pérdidas físicas. Se realizó la proyección de la demanda en el tiempo, haciendo uso de los valores obtenidos en la proyección de población, a estas demandas encontradas se la agregó el valor de pérdidas físicas multiplicado por el número de usuarios, los resultados se muestran en el anexo 4.3.
  - 6) Estimación de demandas para el escenario: con recuperación de pérdidas físicas. El procedimiento utilizado para la proyección de demanda es igual al que se aplicó en el escenario sin recuperación de pérdidas físicas, solo que al momento de considerar el gasto adicional por causa de las mencionadas pérdidas se múltiplo el numero de usuarios por el valor de pérdidas objetivo planteado en paso 4. Los resultados de los mismos se muestran en el anexo 4.3.
  - 7) Sugerencias para la regulación de las pérdidas físicas, control y seguimiento de metas objetivo.
- III. Fase de campo. (Verificación de elementos principales del sistema en sitio, medición de presiones y caudales). Se realizó en campo las siguientes acciones:
- 1) Ubicación de los estanques de almacenamiento, válvulas principales, Bocas de inspección de las tuberías principales.
  - 2) Medición de caudal y presión en puntos estratégicos del sistema para identificar caudales de entrada a subsistemas,



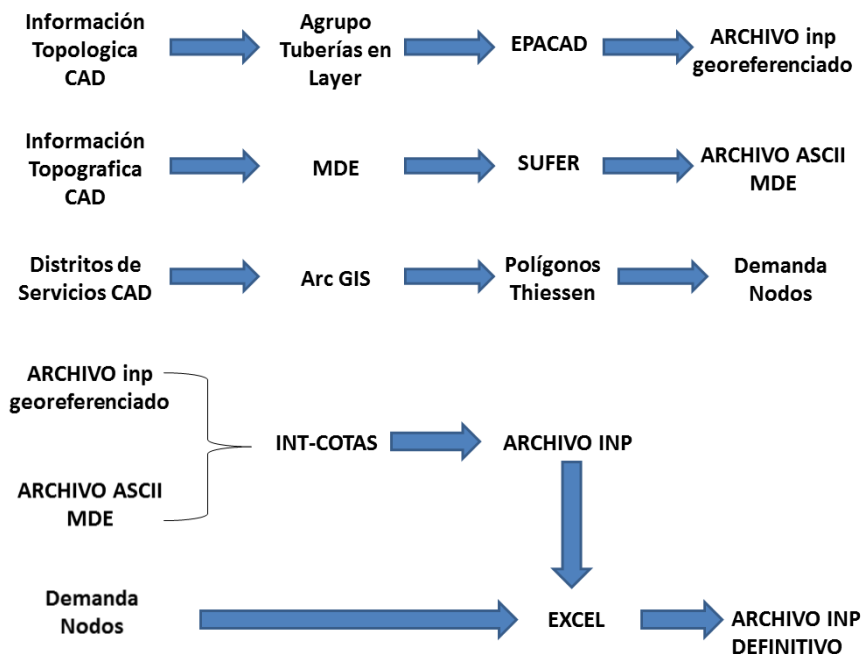
### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

estimación de pérdidas, etc. Para esta actividad se contó apoyo de la empresa hidrológica.

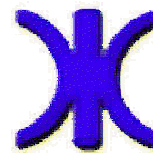
- 3) Medición de caudal y presión en las aducciones principales para la determinación de coeficientes de rugosidad y envejecimiento de tuberías. Para esta actividad se requirió apoyo de la empresa hidrológica.

#### IV. Elaboración del modelo hidráulico conceptual de la red de Barquisimeto

Esta actividad corresponde a la modelación en Epanet, por ser este un software libre y versátil, de las redes principales de Barquisimeto. Las acciones que se tomaron para elaborar este modelo se describen a continuación y se bosquejan en el esquema siguiente:



**FIGURA 3.1.** ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA GENERAR MODELO HIDRAULICO. (ARCHIVO DE ENTRADA EPANET).



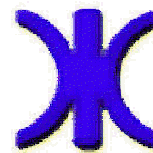
---

### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

---

- 1) Con base a la información de la topología de la red se realizó un plano digital de la misma en el software AutoCAD completamente geo referenciado. Para llevar el archivo \*.CAD a Epanet se utilizó el software EpaCAD el cual permite convertir un archivo \*.dxf a \*.inp, previendo de que el archivo .dxf debe estar en formato 2000. (Ver anexo 3.1)
- 2) La distribución de caudal en los nodos se realizó por el método de las áreas y dichas áreas de influencia de cada nodo se determinó por Polígonos de Thiessen o de Voronoi, en el anexo 3.2 se muestra esta distribución. Para ello se utilizó el software ArcGIS 9.3.
- 3) Para la obtención de la cota de los nodos, se generó un modelo digital de elevación (MDE) en Surfer 9.0 de toda la ciudad de Barquisimeto, para ello se tomó como base la cartografía de Hidrolara la cual presenta curvas de nivel a cada metro, el MDE se guardó en formato ASCII \*.grd.
  - 4) Para la asignación de las cotas en el modelo hidráulico de Epanet se desarrolló un software llamado INT-COTAS el cual permite interpolar las cotas de los nodos de un archivo \*.inp generado en Epanet a partir de una superficie generada en Surfer con formato ASCII \*.grd, el método que utiliza para este tarea es la interpolación bilineal.

Dada la inexistencia de software gratuitos que permitan realizar esta tarea y motivado a la gran cantidad de nodos que se generaron en el modelo (aproximadamente 1200 nodos), se desarrolló este software el cual se deja para uso libre. En el anexo 3.3 se muestran los detalles del software acerca de su uso.



### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

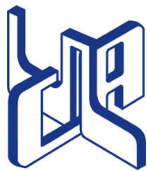
5) Para culminar se evaluó la capacidad de almacenamiento del sistema de distribución, para ello se utilizó el procedimiento propuesto por Simón Arocha (1989) “Abastecimiento de Agua, Teoría y Diseño” (p.129), para las variaciones de consumo horario se tomó la curva elaborada por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (I.N.O.S.) para la ciudad de Caracas.

- V. Incorporación al modelo de las distintas alternativas para la entrada de las nuevas fuentes para distintos escenarios de pérdidas físicas: Con pérdidas, sin pérdidas. Simulación de cada alternativa. Análisis de los resultados de la simulación. Selección de la alternativa.

Con base en los resultados preliminares llevados por la Gerencia Técnica de Hidrolara (2011), acerca de la “Planificación Hidráulica de los Sistemas de Producción”, estudio dirigido por el Ingeniero Jorkman Rondon, donde se planifica el aprovechamiento de las fuentes, se pudo simular diferentes escenarios de operación que permitieron el diseño de los elementos que incorporan futuras fuentes, de manera más óptima.

Las tareas realizadas fueron las que siguen:

- 1) Corrida del modelo para los diferentes escenarios. Para cada uno de estos escenarios se tomaron en cuenta los casos contemplados en las “NORMAS SANITARIAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REFORMA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA DESARROLLOS URBANISTICOS”, las cuales son: a) Caudal Maximo



### CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

Horario,  $Q_{mh} = 250\%Q_{med}$ , b) Caso de Incendio,  $Q_{inc} = 180\%Q_{med} + I$ , donde  $I$  es 10, 16 ó 32 l/s, según la importancia de la red analizada, para este estudio se tomó  $I = 32$  l/s debido a la importancia de la red estudiada.

- 2) Reportes de la simulación, salidas de las variables de interés: presión, caudal, pérdidas.
- 3) Presupuestos basados en índices de costos de colocación de tuberías suministrados por la empresa hidrológica.
- 4) Selección de la alternativa con base en criterios específicos, de acuerdo a la situación de cada escenario, según la información que en su momento pudo suministrar la empresa hidrológica pudiendo ser: económico, social, político.

#### VI. Plan de inversión para garantizar relaciones eficientes de la oferta y demanda.

Se desarrolló de un plan de inversión para la adecuada y preventiva gestión de recursos, con el fin de ejecutar lo realmente necesario para solventar la problemática de manera paulatina, hasta cumplir con la meta final. Incurrir en inversiones que sólo se usan un tiempo después de su ejecución, genera ineficacia a pesar de que los costos por su ejecución expedita pudiesen permitir algunos ahorros. Como todo plan, se tomó en cuenta las diferentes variables y actores que participan en la jugada y que son decisorias en la viabilidad del plan. En este caso sólo existe una actividad:

- 1) Estimación de costos de las inversiones, basadas en índices de precios referenciales.
- 2) Elaboración de Plan de Inversión de los proyectos.



## CAPITULO IV

En el capítulo que se presenta a continuación se muestran y analizan los resultados más relevantes obtenidos en el desarrollo de este trabajo, en el mismo se bosquejan los tópicos necesarios para comprender el sistema de distribución de la ciudad de Barquisimeto, su complejidad, sus subsistemas y su funcionamiento, para ello se realiza un estudio de demandas, en donde se desarrolla un exhaustivo trabajo de sectorización de la red y a partir de allí se calculan las dotaciones actuales que son entregadas por la hidrológica a los sectores en cuestión y por ende su demanda. También se determina la proyección de esta demanda a corto, mediano y largo plazo.

Del mismo se determina el índice de cobertura para los sectores dentro del ámbito del estudio que no cuentan con un servicio de 24 horas, permitiendo conocer como es el servicio con el que cuentan estos subsistemas en términos cualitativos. Seguidamente se determinan a través de un balance demanda – disponibilidad las pérdidas físicas que existen en el sistema, con lo que se plantean los escenarios de simulación para el modelo hidráulico, como son: demandas sin recuperación de pérdidas físicas y demandas aplicando un plan de recuperación de pérdidas físicas.

Por ultimo se genera el modelo hidráulico de la red de distribución de la ciudad, en donde se realizan las simulaciones de los escenarios planteados, seguidamente se determina la alternativa de solución y se cuantifica la misma en términos financieros, permitiendo elaborar un plan de inversión en el tiempo que garantiza las inversiones de manera adecuada.



## **IV.1. ESTUDIO DE DEMANDAS**

Para el estudio de demandas se plantearon los escenarios siguientes:

- Demandas actuales en base a las dotaciones actuales con pérdidas físicas.
- Demandas a corto, mediano y largo plazo en base a las dotaciones mínimas sanitarias con pérdidas físicas
- Demandas a corto, mediano y largo plazo en base a las dotaciones máximas con pérdidas físicas
- Todas las anteriores sin pérdidas físicas, con estrategia de reducción.

Para cada caso se calculó la demanda a partir de una proyección poblacional quinquenal, para un horizonte de diseño máximo que contempla la población de saturación según el Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL) elaborado en el año 2003.

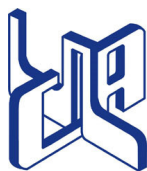
Se desarrolla el cálculo de la dotación actual, sin tomar en cuenta los sub sistemas de Pavia, Bobare, y otros que están fuera del ámbito de estudio.

Para estimar la dotación primeramente se necesita conocer la población actual de cada sub sector. A continuación se describe el sistema ya a su vez se determina por cada subsistema desarrollado su población, dotación actual.

### **IV.1.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA BARQUISIMETO**

El sistema de Barquisimeto se compone por tres niveles de servicio: Red Alta (Nivel 3) que corresponde a la red de la zona Oeste desde Villa Rosa hasta la Calle 43





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

de Barquisimeto; la Red Media (Nivel 2) que va de la calle 43 hasta la Av. Vargas y la Red Baja (Nivel 1) que va desde la Vargas hasta el Este de la ciudad.

Estos niveles están divididos altiméricamente en partes aproximadamente iguales, de 65 mts cada uno. Sin embargo, esta descripción de niveles es meramente teórica puesto que en la realidad no funcionan las válvulas reguladoras concebidas para tal fin en el “Plan Maestro del Oeste” desarrollado por Hidrolara en el año 2000, las cuales deberían separar los Niveles 3 y 2, y mucho menos se manifiesta la separación o regulación de los Niveles 2 y 1. Como se puede ver en la figura 4.1 a continuación:



**FIGURA 4.1. NIVELES DE SERVICIO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO**





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

La fuente principal de abastecimiento es el embalse Dos Cerritos, del cual se obtiene 4.100 l/s durante 9 meses del año ya que en los otros 3 meses se regula a 3.500 l/s debido a los problemas de succión en las bombas cuando el nivel del embalse desciende a la cota 464 msnm, situación que se presenta sobre todo, en período de sequía, de tal manera que el caudal promedio es de 3.900 l/s aproximadamente.

Este gasto es bombeado por una aducción de 66" del cual existen derivaciones (250 l/s para la ciudad del Tocuyo), fugas y tomas clandestinas para riego, que hacen que el caudal que se recibe en la Planta de Tratamiento de Quíbor sea de 3.500 l/s. De estos 3.500 l/s se derivan 500 l/s para la ciudad de Quíbor y los 3.000 l/s restantes se envían para Barquisimeto a través de una aducción de 60".

En el tramo Quíbor – Barquisimeto también existen algunas pérdidas y salidas para acueductos rurales poco significativas que reducen el caudal de entrada a la ciudad de Barquisimeto a un valor de 2.800 l/s aproximadamente. En la entrada de la ciudad se inicia el primer sub sistema denominado Villa Rosa, seguidamente se tiene el empalme del Llenadero, El Coriano y Pavia Bobare, para finalmente descargar en los Estanques El Tostao (dos estanques de 30.000 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno), ubicados en el km 11 de la Av. Florencio Jiménez, cota 665 msnm.

En la entrada de estos estanques existe un tridente con dos válvulas reguladoras que al parecer no están en funcionamiento ya que la regulación se hace directamente de una válvula principal de 24" ubicada aguas arriba de este tridente. Es importante aclarar que sólo uno de los estanques está en funcionamiento, y se esperaba poner en servicio el otro luego de realizar algunos trabajos pendientes de mantenimiento. En la válvula reguladora se debe mantener una presión mínima de 15 *psi* mientras el llenadero se encuentre operando, esto significa que se regula por lo menos un 70% la



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

válvula principal. Una vez que finaliza la programación, la presión puede descender hasta 12 *psi*, permitiendo la apertura de la válvula quedando regulada en un 40%.

De los estanques sale una tubería de 66” que se encarga de suministrar a todos los sub sistemas ubicados aguas abajo de estos, Norte y Oeste, los cuales serán detallados más adelante. Esta tubería reduce a 60” hasta llegar a la Av. Cementerio donde existen tres líneas principales definidas por Hidrolara (2000) en el “Plan Maestro del Oeste” como los alimentadores de macro sectorización de acuerdo al siguiente plan:

- 1). **Alimentador El Cementerio para el Sector Nor – Oeste**, que corresponde a la tubería de 30” que transita por la Av. El Cementerio y surte la zona II y III;
- 2). **Alimentador Las Margaritas para el Sector Sur** que se refiere a la tubería de 30” que sale en la válvula conocida como Las Margaritas y tiene como ruta la Av. Los Horcones, encargada de suministrar a la zona Sur del centro de Barquisimeto (Brisas del Aeropuerto, calle 14, etc.); y el **Alimentador Centro para el Sector Centro** que se trata de la tubería que continúa por la Av. Florencio Jiménez de 30” hasta reducir en diferentes diámetros en el centro de la ciudad. Esta propuesta aún no ha sido probada y se opera de la manera en que se ha hecho los últimos años, con maniobras menores en diferentes válvulas de los tres alimentadores definidos anteriormente, por ejemplo: Maniobras en las válvulas El Obelisco y La Maderera pertenecientes al alimentador centro (según el Plan Maestro del Oeste), Maniobras en las válvulas 20 de Pueblo nuevo y 56 con 13 del alimentador Sur, y Maniobras en las válvulas Cementerio, Vengas y Univensa del alimentador Nor – Oeste. Esta explicación se puede ver esquematizada en la figura 4.2 que se muestra continuación:



FIGURA 4.2. ALIMENTADORES PRINCIPALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Otra de las fuentes del sistema es el campo de pozos de Macuto, ubicado al sur de Barquisimeto, a la margen derecha del Río Turbio. Este campo de pozos produce alrededor de 500 l/s de los cuales 250 l/s se envían para el Manzano (sector independiente del sistema Barquisimeto, fuera de la cobertura de este trabajo), y los otros 250 L/s se envían a Barquisimeto por una tubería de 30” a la altura de la calle 34, cota 570 msnm (piezométrica 580 msnm aproximadamente).

Así mismo existen otras fuentes pero que tienen un ámbito muy específico en cuanto a su cobertura, es decir, están casi independientes del sistema Barquisimeto, o por lo menos están en proceso de consolidación para su independencia total. Estas otras fuentes son: Campo de Pozos Titicare que surte a una población del sur de Barquisimeto; Campo de Pozos El Carabalí que se comparte para Barquisimeto y Palavecino, en Barquisimeto abastece a la zona de Santa Rosa y red baja del Este; y el Campo de Pozos El vidrio que da servicio a una población ubicada al Nor – Este de la ciudad. Estos sub sistemas no serán objeto de este estudio debido a la independencia señalada anteriormente.

Tal como se señaló al principio, de la tubería principal se derivan varios sub sistemas a saber:

- Sub sistemas del Oeste: **Villa Rosa, Llenadero km11, Coriano, Pavia Bobare, La Paz, Zona industrial, Lomas de León, Gravedad Oeste.**
- Sub sistemas del Centro: **Gravedad Centro – Este.**
- Sub sistemas del Norte: **La Peña, Cerro Gordo, Altos de Jalisco, El Jebe, Cristo Viene, Llenadero San Juan, Cují - Tamaca, Gravedad Norte.**
- Otros Sub sistemas de abastecimientos de Barquisimeto fuera del ámbito de estudio: **Sub sistema Carabalí - Barquisimeto** para los



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

sectores Santa Rosa, Santa Elena (dependen del campo de pozos El Carabalí). Existe una propuesta a mediano plazo para expandir más el alcance en la zona de Santa Elena que está en ejecución con el sector privado, sin embargo en la actualidad el Urbanismo Santa Elena pertenece al sistema **Gravedad Centro – Este** y se surte a través del rebombeo Santa Elena ubicado en Fundalara, por lo tanto tiene su análisis actual de demanda en ese sub sistema.

- **Sub sistema Nor – Este para los sectores Chirgua – El Cercado** (depende del campo de pozos El Vidrio) Este sub sistema a pesar de tener su propia fuente presenta un crecimiento que se extiende más allá de sus actuales límites. Este crecimiento se evalúa en el estudio de demandas lo que permite conocer si es posible cubrirlo con la fuente de los pozos El Vidrio o si requerirá aporte del sistema de Barquisimeto o de alguna otra fuente (Dos bocas por ejemplo).
- **Sub sistema Sur** que surte a los sectores de El Manzano y El Roble, tiene su fuente propia desde el Campo de Pozos Macuto. **Sub sistema Veragacha** que posee su propia fuente de abastecimiento del campo de pozos Veragacha y que en un futuro dependerán de los pozos del Vidrio (de igual manera es el acuífero del río Turbio).

El esquema siguiente muestra el ámbito del estudio de demandas de la presente investigación:







### **1.1. Sub sistema Villa Rosa:**

Es el primer sub sistema de Barquisimeto y está ubicado en la Av. Florencio Jiménez, vía Buena Vista. Es una tanquilla de 1.000 m<sup>3</sup> de capacidad en la cota 688 m.s.n.m. Posee una conexión directa de la aducción que viene de la Planta de Tratamiento de Quíbor. El sub sistema Villa Rosa consiste en un sistema de rebombeo que opera de manera programada y con diferentes caudales para tres sub sectores: Villa Crepuscular, Villa Rosa, y la Batalla.

El sub sector Villa Crepuscular se surte a través de una tubería de 16” en ACERO que luego reduce a 10” y se bombea de manera directa contra la red a través de unos Equipos de 150 HP con bombas tipo Turbina, alimentados por un Banco de transformadores de 3 x 100 KVA. Son tres equipos de los cuales opera sólo uno y el resto permanece en reserva alternándose según programación.

El sub sector Villa Rosa se abastece de la misma tanquilla y posee dos equipos (uno operativo y otro en reserva) con bombas tipo Turbina de 125 HP, alimentada por un banco de transformadores de 3 x 50 KVA, y bombea a través de una tubería de 10” de ACERO que descarga en el Estanque Postensado de Villa Rosa ubicado en la cota 790 msnm y de 2.000 m<sup>3</sup> de capacidad. Desde el Estanque se derivan varios alimentadores con los que se surten diversas comunidades.

El sub sector La Batalla depende de un bombeo directo a la red a través de una tubería de 6”. En la figura 4.4 se observa un esquema de la cobertura física del sistema; en el cuadro 4.1 se muestra el Horario de Servicio y las comunidades beneficiadas para cada programación; en el cuadro 4.2 se muestran el número de horas de servicio de cada sub sector y su caudal de salida para el cálculo del caudal promedio del sub sistema.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

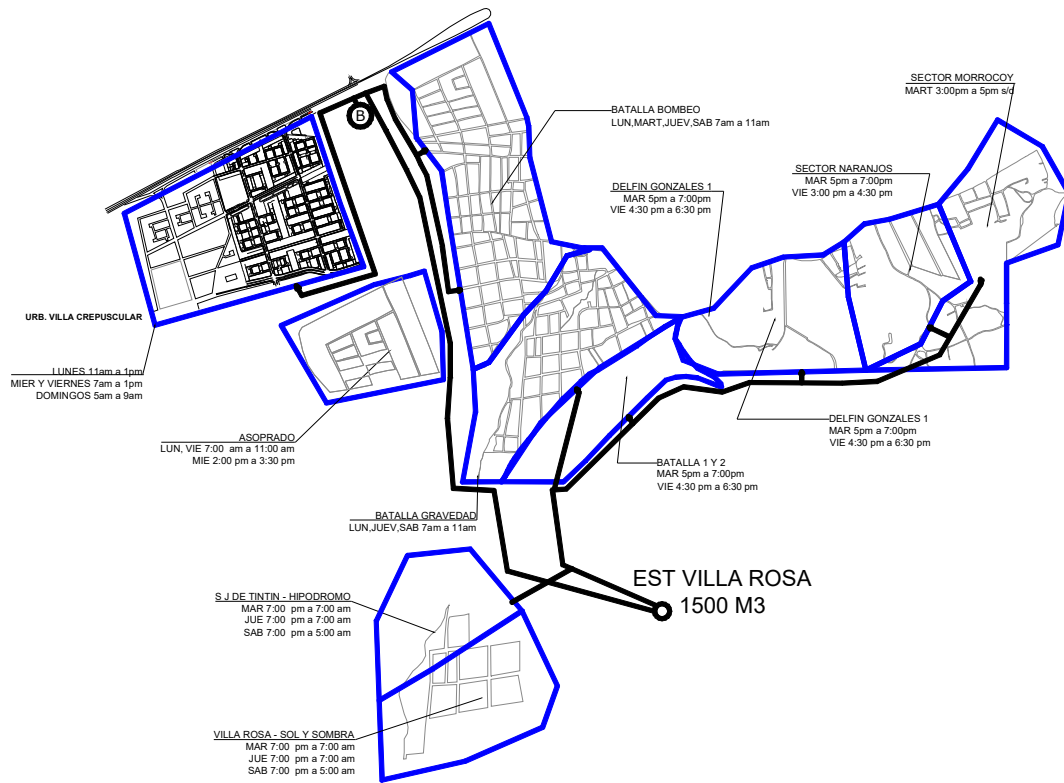


FIGURA 4.4. ESQUEMA DE LA COBERTURA DEL SUB SISTEMA VILLA ROSA





**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.1. HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA VILLA ROSA.**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			
07:00:00 a.m. - 8:00 a.m.	BATAJLA BOMBEO - ASOPRADO - BATAJLA GRAVEDAD	BATAJLA GRAVEDAD - DELFIN GONZALES	VILLA CREPUSCULAR	BATAJLA GRAVEDAD - BATAJLA BOMBEO	VILLA CREPUSCULAR - ASOPRADO	BATAJLA GRAVEDAD - BATAJLA BOMBEO	VILLA CREPUSCULAR			
08:00:00 a.m. - 9:00 a.m.		ALIMENTADOR VIEJO								
09:00:00 a.m. - 10:00 a.m.		BATAJLA GRAVEDAD								
10:00:00 a.m. - 11:00 a.m.										
11:00:00 a.m. - 12:00 a.m.										
01:00:00 p.m. a 02:00:00 p.m.		RECUPERACION DE TANQUE						RECUPERACION DE TANQUE	RECUPERACION DE TANQUE	RECUPERACION DE TANQUE
02:00:00 p.m. a 03:00:00 p.m.								RECUPERACION DE TANQUE - ASOPRADO		
03:00:00 p.m. a 04:00:00 p.m.										LOS NARANJOS
04:00:00 p.m. a 04:30:00 p.m.		MORROCOY								
04:30:00 p.m. a 05:00:00 p.m.										LOS NARANJOS - BATAJLA 1 Y 2
05:00:00 p.m. a 06:00:00 p.m.	LOS NARANJOS - DELFIN GONZALES - LA BATAJLA 1 Y 2				RECUPERACION DE TANQUE					
06:00:00 p.m. a 06:30:00 p.m.										
06:30:00 p.m. a 07:00:00 p.m.										
07:00:00 p.m. a 08:00:00 p.m.										
08:00:00 p.m. a 09:00:00 p.m.										
09:00:00 p.m. a 10:00:00 p.m.										
10:00:00 p.m. a 11:00:00 p.m.	RECUPERACION TANQUE									
11:00:00 p.m. a 12:00:00 a.m.										
12:00:00 a.m. a 01:00:00 a.m.										
01:00:00 a.m. a 02:00:00 a.m.	VILLA ROSA - SAN JOSE DE TINTIN - EL HIPODROMO - SOL Y SOMBRA					VILLA ROSA - SAN JOSE DE TINTIN - EL HIPODROMO - SOL Y SOMBRA				
02:00:00 a.m. a 03:00:00 a.m.			RECUPERACION DE TANQUE							
03:00:00 a.m. a 04:00:00 a.m.										
04:00:00 a.m. a 05:00:00 a.m.										
05:00:00 a.m. a 06:00:00 a.m.										
06:00:00 a.m. a 07:00:00 a.m.										

**FUENTE: PROPIA**



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.2. CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA VILLA ROSA.**

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/sem)	VOLUMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)	
VILLA ROSA	VILLA CREPUSCULAR	120	3		6		6		4	19	2,71	1.172.571,43	14	9.691	121	
	BATALLA BOMBEO - BOLIVAR - UREÑA	45	4	4		4		4		16	2,29	370.285,71	4	6.129	60	
	BATALLA GRAVEDAD															
	BATALLA 1 Y 2															
	D GONZALES															
	NARANJOS															
	MORROCOY															
	S J DE TINTIN - HIPODROMO		22	17	20	18	20	18	19	21	133	19,00	1.504.800,00	17	15.086	100
	ASOPRADO															
	VILLA ROSA - SOL Y SOMBRA															
	TOMAS A LO LARGO DE LA AV PPAL		8	17	20	18	20	18	19	21	133	19,00	547.200,00	6	448	1.221
												<b>TOTAL</b>	<b>3.594.857,14</b>	<b>42</b>	<b>31.353</b>	<b>115</b>

**FUENTE: PROPIA**



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

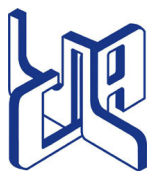
### 1.2. Sub sistema Llenadero:

Este sub sistema corresponde al Llenadero ubicado en el km 11 de la Av. Florencio Jiménez. Se abastece directamente de la tubería de Aducción que viene de la Planta Quíbor, aguas arriba de los Estanques El Tostao, con un sistema de bombeo de succión directa (Bombas Horizontales modelo KSB de 30 HP y transformadores de 1 x 50 y 2 x 37.5 KVA), alimentado por una tubería de ACERO de 8” de diámetro. Está ubicada altimétricamente en la cota 670 msnm, y su función principal es dar servicio a los sectores que no poseen acueducto o aquellos donde se presentan fallas de servicio, como por ejemplo las zonas del sub sistema La Paz y Bobare. Existe un proyecto de reubicación del llenadero hacia las instalaciones de los Estanques El Tostao, ampliando su capacidad actual para reducir el tiempo de llenado de los cisternas.

**CUADRO 4.3. CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA LLENADERO.**

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/sem)	VOLÚMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POB	DOTACIÓN (l/hab/día)
Llenadero	Llenadero	80	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	7		69,5	9,93	2.859.428,57	33,10	114.377	25

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.4. RESUMEN TOTAL DEMANDAS POBLACIONALES ASISTIDAS POR CISTERNAS.**

<i>SUB SISTEMA</i>	<i>PROGRAMACIÓN MENSUAL</i>	<i>l/mes</i>	<i>l/día</i>	<i>l/s</i>	<i>NUM DE HABITANTES DISTRIBUCION POR CISTERNAS</i>	<i>INCIDENCIA</i>
VILLA ROSA	255	1.848.750,00	61.625,00	0,71	2.678,00	3%
CORIANO	208	1.508.000,00	50.266,67	0,58	2.184,00	3%
LA PAZ	2144	15.544.000,00	518.133,33	6,00	22.512,00	26%
LOMAS DE LEON	92	667.000,00	22.233,33	0,26	966,00	1%
GRAVEDAD	346	2.508.500,00	83.616,67	0,97	3.633,00	4%
PAVIA	1306	9.468.500,00	315.616,67	3,65	13.808,00	16%
BOBARE	1952	14.152.000,00	471.733,33	5,46	20.638,00	24%
CRESPO - CUJI	1354	9,816,500,00	327.216,67	3,79	14.217,00	17%
UNION - JUAREZ	96	696.000,00	23.200,00	0,27	1.008,00	1%
CATEDRAL - CONCEPCION - SANTA ROSA	65	471,25	15,71	0,00	682,00	1%
OTROS SECTORES	294	2.131.500,00	71.050,00	0,82	3.087,00	4%
<b>TOTAL</b>	<b>8112</b>	<b>56209721</b>	<b>1873657</b>	<b>22</b>	<b>85413</b>	<b>1</b>

FUENTE: PROPIA

Las tablas del detalle por cada sector de cisterna se presentan en el anexo 4.1



### **1.3. Sub sistema Coriano:**

Este sub sistema se encuentra dentro de las instalaciones de los Estanques el Tostao, en el km 10,5 de la Av. Florencio Jiménez. Se ubica altimétricamente en la cota 665 msnm, y posee un empalme directo de la tubería de Aducción que viene de la Planta Quíbor, justo antes del sistema de regulación que está en la entrada de los Estanques El Tostao. La toma va directo a la succión de unos equipos horizontales que bombean de manera continua a través de una tubería de 16” de ACERO, hacia el Estanque Postensado El Coriano ubicado en el sector El Tostao, en la cota 714 msnm y de 1.500 m<sup>3</sup> de capacidad.

Desde el estanque baja un alimentador principal de 20” que distribuye a los diferentes sectores del sub sistema: Jacinto Lara, Santa Rosalía y el Coriano.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

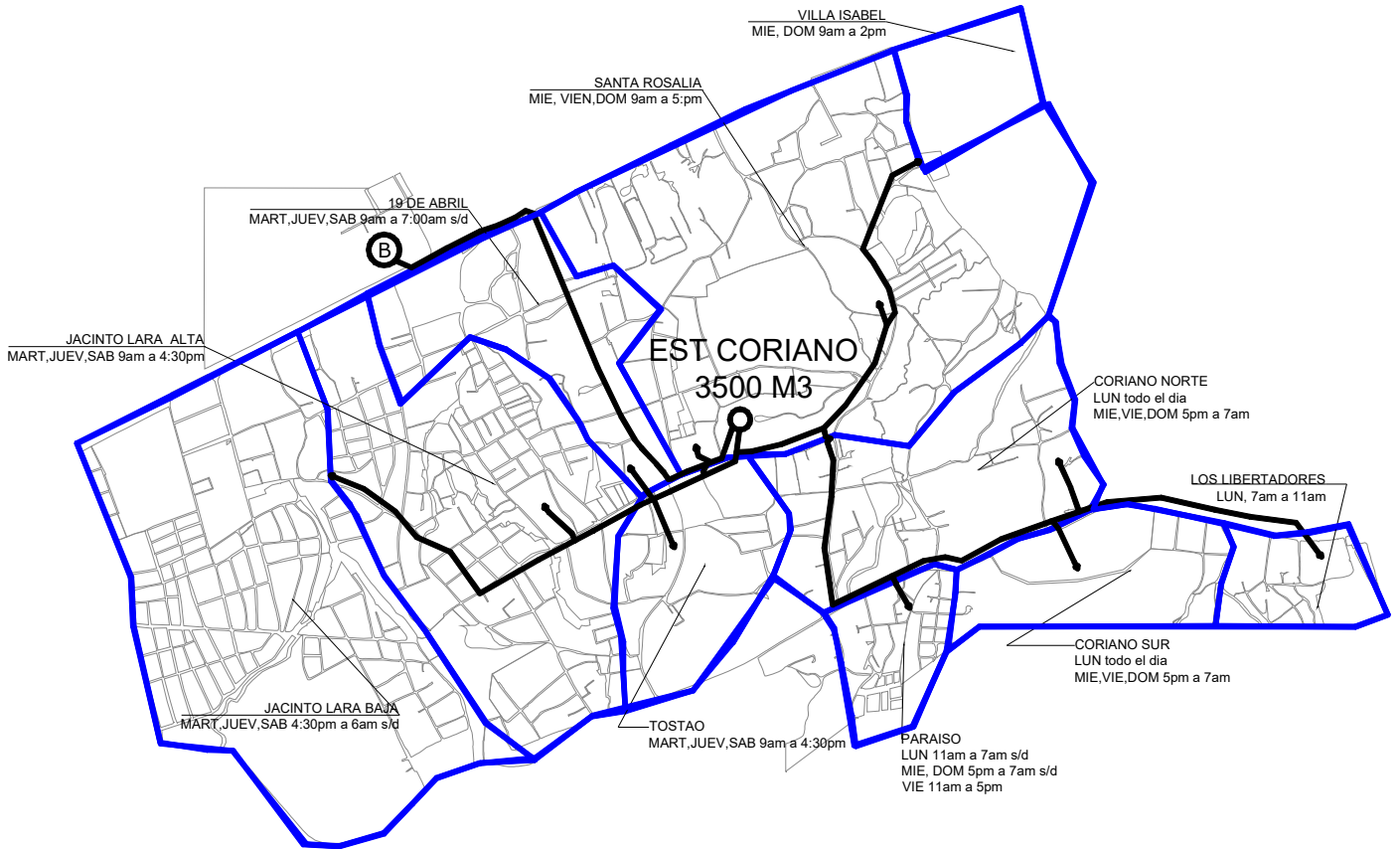


FIGURA 4.5. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA EL CORIANO



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.5. HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA CORIANO.**

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
RECUPERACION DE TANQUE - LIBERTADORES	RECUPERACION DE TANQUE	RECUPERACION DE TANQUE	RECUPERACION DE TANQUE	RECUPERACION DE TANQUE - PARAISO PARTE ALTA	RECUPERACION DE TANQUE	RECUPERACION DE TANQUE
PARAISO - TOSTAO 1 - PALOMAR - LOS YABOS - LA CABAÑA - MORROCOY - LIBERTADORES PARTE BAJA	19 DE ABRIL - J LARA - VENEZOLANOS PRIMERO - 24 DE JULIO	SANTA ROSALIA - VILLA ISABEL - TRIGAL SANTA ROSALIA	19 DE ABRIL - J LARA - VENEZOLANOS PRIMERO - 24 DE JULIO	SANTA ROSALIA	19 DE ABRIL - J LARA - VENEZOLANOS PRIMERO - 24 DE JULIO	SANTA ROSALIA - VILLA ISABEL SANTA ROSALIA
CORIANO 1 NORTE - CORIANO 1 SUR - SANTA BARBARA - CORIANO 2 SUR - VALLE INMACULADA - PARAISO - TOSTAO 1 - PALOMAR - LOS YABOS - LA CABAÑA - MORROCOY PARTE BAJA - LIBERTADORES PARTE BAJA	19 DE ABRIL - BOLIVAR	CORIANO 1 NORTE - CORIANO 1 SUR - SANTA BARBARA - CORIANO 2 SUR - VALLE INMACULADA - PARAISO - TOSTAO 1 - PALOMAR - LOS YABOS - LA CABAÑA - MORROCOY PARTE BAJA - LIBERTADORES - FELIPE PARGAS - OCULTO	19 DE ABRIL - BOLIVAR	CORIANO 1 NORTE - CORIANO 1 SUR - SANTA BARBARA - CORIANO 2 SUR - VALLE INMACULADA - PARAISO - TOSTAO 1 - PALOMAR - LOS YABOS - LA CABAÑA - MORROCOY PARTE BAJA - LIBERTADORES PARTE BAJA - FELIPE PARGAS - OCULTO	19 DE ABRIL - BOLIVAR	CORIANO 1 NORTE - CORIANO 1 SUR - SANTA BARBARA - CORIANO 2 SUR - VALLE INMACULADA - PARAISO - TOSTAO 1 - PALOMAR - LOS YABOS - LA CABAÑA - MORROCOY PARTE BAJA - LIBERTADORES PARTE BAJA - PARAISO PARTE BAJA - LOS YABOS - FELIPE PARGAS - OCULTO

**FUENTE: PROPIA**



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.6. CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA CORIANO.**

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/sem)	VOLUMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/día)	
CORIANO	J LARA P ALTA	150									72	5.554.285,71	64	21.789	255	
	BOLIVAR															
	19 DE ABRIL						24									
	24 DE JULIO															
	VENEZOLANOS PRIMEROS															
	CORIANO 1 NORTE															
	CORIANO 1 SUR															
	SANTA BARBARA															
	CORIANO 2 SUR															
	VALLE INMACULADA															
	PARAISO															
	TOSTAO 1															
	PALOMAR															
	LOS YABOS															
	LA CABAÑA															
	MORROCOY PARTE BAJA															
	FELIPE PARGAS															
ELOCULTO																
LIBERTADORES PARTE BAJA																
SANA ROSALIA																
TRIGAL	150															
VILLA ISABEL																
											<b>TOTAL</b>	<b>12.960.000,00</b>	<b>150</b>	<b>64.235</b>	<b>202</b>	

**FUENTE: PROPIA**





#### **1.4. Sub sistema Pavia Bobare:**

Se encuentra dentro de las instalaciones de los Estanques de El Tostao, de la misma manera que el sub sistema coriano en la cota 665 msnm. Se trata de una estación de bombeo con equipos horizontales de 150 HP marca KSB alimentada por un Banco de Transformadores de 3 x 50 KVA. Desde la estación parte una aducción de ACERO de 16” que luego reduce a 12”, por un trayecto aproximado de 5.1 Km. Este tramo de tubería fue colocado recientemente (año 2005) como parte del proyecto de sustitución de aducción, modificando su trayecto original por fuera de los terrenos de una finca adyacente a la estación. El resto de la tubería es de 10” en ACP y surte a las comunidades de Pavia antes de llegar a la estación de rebombeo de Bobare.

Desde la estación de El Tostao hasta la estación de Bobare tiene un trayecto de 9 km y desde esta última hasta el Estanque La Puerta de Bobare tiene un recorrido estimado de 24 km. El principal problema de esta aducción son las tomas ilegales que generan una eficiencia de conducción de 50%. Por otro lado el crecimiento de Pavia ya supera la capacidad instalada inclusive de la nueva tubería, por lo que se ha planteado una nueva sustitución en el proyecto denominado “Sustitución de la aducción Pavia Bobare”.

En estos momentos se está planteando desincorporar unas comunidades que se han conectado provisionalmente, por ejemplo: Villa Productiva, Lagunita del Rubio, La Concordia, etc. Para ello se está planificando el futuro sub sistema Nor Oeste de Barquisimeto, algo análogo al sub sistema El Coriano pero del lado norte de la Av. Florencio Jiménez. El caudal que se envía a este sub sistema desde Barquisimeto es de 100 l/s aproximadamente.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 1.5. Sub sistema La Paz:

Este sistema está conformado por una estación de bombeo con tanquilla subterránea de cota 630 msnm. de 400 m<sup>3</sup> de capacidad y tres equipos verticales de 300 Hp cada uno, ubicada en la Av. Florencio Jiménez, km 5, canal sur, al lado del Hospital Rotario. Esta estación alimenta a través de una tubería de acero de D = 24” a un tanque de concreto Post -tensado con capacidad para 4.000 m<sup>3</sup>, ubicado en el cerro Los Caballos, cota de fondo 708 msnm. y cota de rebose 714 msnm. La distribución del sistema se realiza a través de una tubería de alimentación principal de D = 20” donde se encuentran ubicadas una serie de válvulas para cumplir el plan de distribución programado.

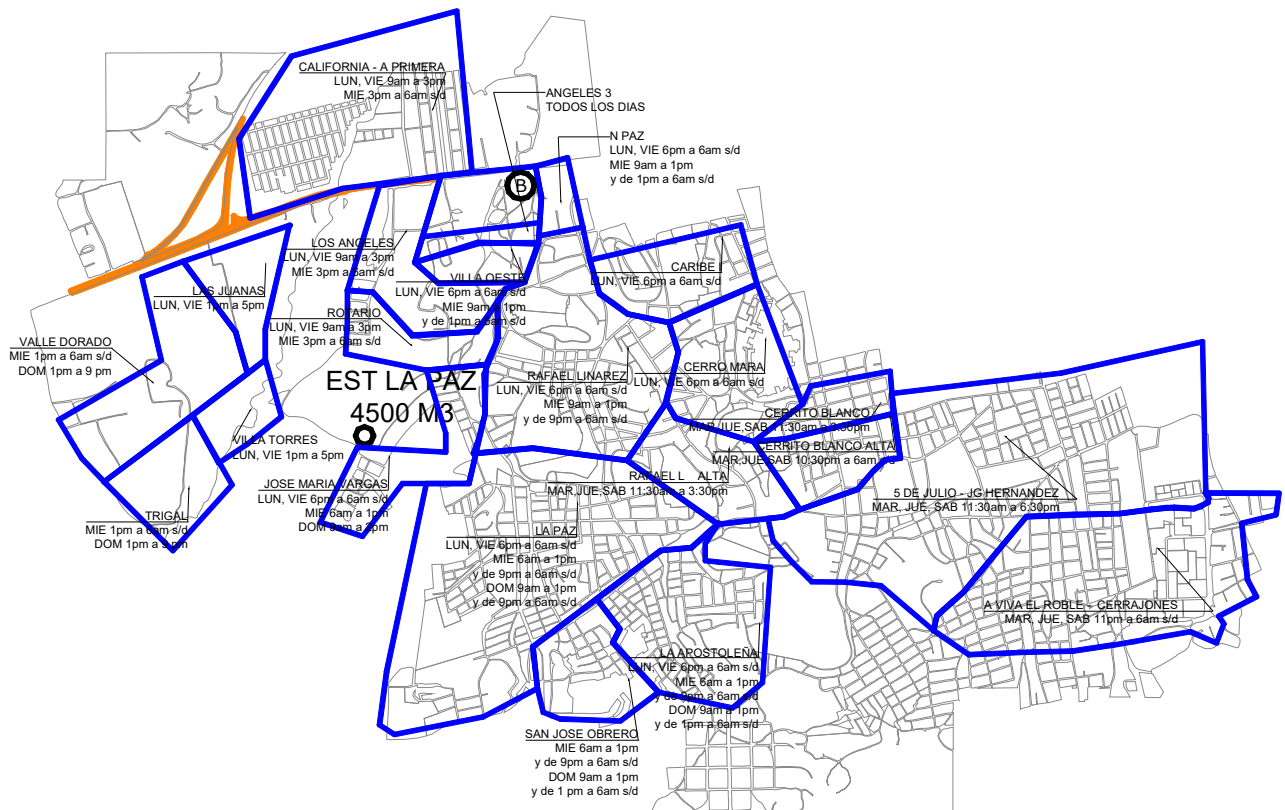


FIGURA 4.6. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA LA PAZ



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.7. HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA LA PAZ.**

HORA	LUNES		MARTES	MIÉRCOLES		JUEVES	VIERNES		SÁBADO	DOMINGO
	RECUPERACION DEL TANQUE	RECUPERACION DEL TANQUE - LOS ANGELES 4 - CALIFORNIA - ALI PRIMERA - PRADOS 1	RECUPERACION DEL TANQUE - LA PRADERA	SAN JOBRERO - LA APOSTOLEÑA 1 - ALI 4 - RAFAEL LINAREZ BAIA - LA PAZ - ALI PRIMERA - CALIFORNIA - PRADOS 1	RECUPERACION DEL TANQUE - EL TRIGAL - VALLE DORADO - J.M.V SECTOR 2 - J.M VARGAS (INVASION) - LOS ANGELES CALLE LA VICTORIA - CALIFORNIA - PRADOS 1	RECUPERACION DEL TANQUE - CALIFORNIA - ALI PRIMERA - PRADOS 1	RECUPERACION DEL TANQUE - PRADERA	EL ROTARIO - PRADERA	RECUPERACION DEL TANQUE - ALI PRIMERA - CALIFORNIA - PRADOS 1	RECUPERACION DEL TANQUE - LA PAZ SECTOR 0 - LA PAZ SECTOR 5 - LA APOSTOLEÑA 1 - ALI 4 - J.M VARGAS 1
07:00:00 a.m. a 8:00 a.m										
08:00:00 a.m. a 9:00 a.m										
09:00:00 a.m. a 10:00 a.m										
10:00:00 a.m. a 11:00 a.m										
11:00:00 a.m. a 12:00 a.m										
12:00 a.m. a 01:00:00 p.m.										
01:00:00 p.m. a 02:00:00 p.m.										
02:00:00 p.m. a 03:00:00 p.m.										
03:00:00 p.m. a 04:00:00 p.m.										
04:00:00 p.m. a 05:00:00 p.m.										
05:00:00 p.m. a 06:00:00 p.m.										
06:00:00 p.m. a 07:00:00 p.m.										
07:00:00 p.m. a 08:00:00 p.m.										
08:00:00 p.m. a 09:00:00 p.m.										
09:00:00 p.m. a 10:00:00 p.m.										
10:00:00 p.m. a 11:00:00 p.m.										
11:00:00 p.m. a 12:00:00 p.m.										
12:00:00 p.m. a 01:00:00 p.m.										
01:00:00 a.m. a 02:00:00 a.m.										
02:00:00 a.m. a 03:00:00 a.m.										
03:00:00 a.m. a 04:00:00 a.m.										
04:00:00 a.m. a 05:00:00 a.m.										
05:00:00 a.m. a 06:00:00 a.m.										
06:00:00 a.m. a 07:00:00 a.m.										

FUENTE: PROPIA



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.8. CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA LA PAZ.**

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/sem)	VOLUMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/día)	
LA PAZ	LOS ANGELES BOMBEO	10	12	12	12	12	12	12	12	84	12,00	432.000,00	5	2.738	158	
	CALIFORNIA	30	7	-	24	7	-	24	-	62	8,86	956571,4286	11	4.118	232	
	ALI PRIMERA	30	7	-	9	7	-	9	-	32	4,57	493.714,29	6	4.425	112	
	PRADOS DE OCCIDENTE 1	30	-	-	4	-	-	4	-	8	1,14	123.428,57	1	885	139	
	PRADOS DE OCCIDENTE 2	30	-	12	-	-	-	-	-	24	3,43	370.285,71	4	1.788	207	
	LA PRADERA	30	4	-	17	-	4	-	17							
	J MV (INVASION)															
	J MVARGAS 2															
	LOS ANGELES LA VICTORIA															
	VALLE DORADO															
	LAS JUANAS															
	VILLA TORRE - EL TRIGAL															
	LOS ANGELES 4															
	ROTARIO 4															
	LOS ANGELES 2 CLLE 7															
	LA PAZ		186,50								96	13,71	9.207.542,86	107	52.918	174
	RAFAEL LINAREZ BAJA															
	VILLAS DEL OESTE															
	NUEVA PAZ															
	J MVARGAS 1															
	CARIBE I y II															
	LA APOSTOLEÑA SECTOR 1 al 4															
	ROTARIO 2															
	LOS ANGELES 2															
	S J OBRERO															
	5 DE JULIO - J G HERNANDEZ - LA LUCHA															
	CERRITOS BLANCOS ALTA															
RAFAEL LINAREZ ALTA																
AGUA VIVA EL ROBLE - PILA DE MONTEUMA - J F RIBAS - CERRAIONES		180,45								72	10,29	6.681.771,43	77	39.426	169	
CERRITOS BLANCOS																
CERRO MARA																
											<b>TOTAL</b>	<b>18.265.314,29</b>	<b>211,40</b>	<b>106.298,78</b>	<b>172</b>	

FUENTE: PROPIA

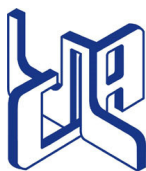


#### **1.6. Sub sistema Zona industrial:**

Desde este sub sistema se surte parte de la Zona Industrial II y III de Barquisimeto. Comprende de un sistema de rebombeo ubicado en la Av. Las Industrias al lado de Sidetur en la cota 606 msnm con tres equipos que pueden operar en paralelo si el nivel de la tanquilla lo permite. Son bombas de 200 HP tipo turbina marca Peerless, alimentada por un banco de transformadores de 3 x 250 KVA y bombean a un estanque Pos tensado de 12.000 m<sup>3</sup> ubicado en la cota 666 msnm.

A la tanquilla llegan dos tuberías una de 12” de ACP y otra de 16” de PEAD, ambas dependen del sub sistema Gravedad Oeste, con dos empalmes, un empalme con la tubería de 24” que viene del ramal Nor Oeste (Cementerio), y otro empalme de aguas abajo de la válvula El Obelisco. Presenta estos dos empalmes para garantizar continuidad de servicio al principal cliente de la empresa hidrológica, ya que cada uno de ellos se alterna en el servicio con las maniobras del obelisco. Se mencionó que sólo una parte se surte del rebombeo de la Zona Industrial ya que la otra parte depende directamente de la tubería de 12” que alimenta la tanquilla, es decir, con un empalme aguas arriba de la estación Zona industrial.

En el año 2004 se realizó un estudio en este sub sistema dentro del proyecto “Plan Maestro para la Rehabilitación y Mejoramiento del sistema de Matrices de la zona Oeste de Barquisimeto” (Referencia No.5). El estudio permitió la elaboración de obras para mejoras de servicio en la zona industrial las cuales consistían en hacer depender a los dos sub sectores de la zona industrial del sistema de rebombeo. Para ello fue necesario construir un refuerzo a la aducción de la tanquilla (se trata de la tubería de PEAD de 16” que se hizo referencia al principio), y un alimentador que



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

empalmaría a la red que se surte directamente del empalme aguas arriba de la estación. Estos trabajos a pesar de que se ejecutaron no se han puesto en funcionamiento. El caudal promedio de entrada a este sub sistema es de 70 l/s.

### **1.7. Sub sistema Lomas de León:**

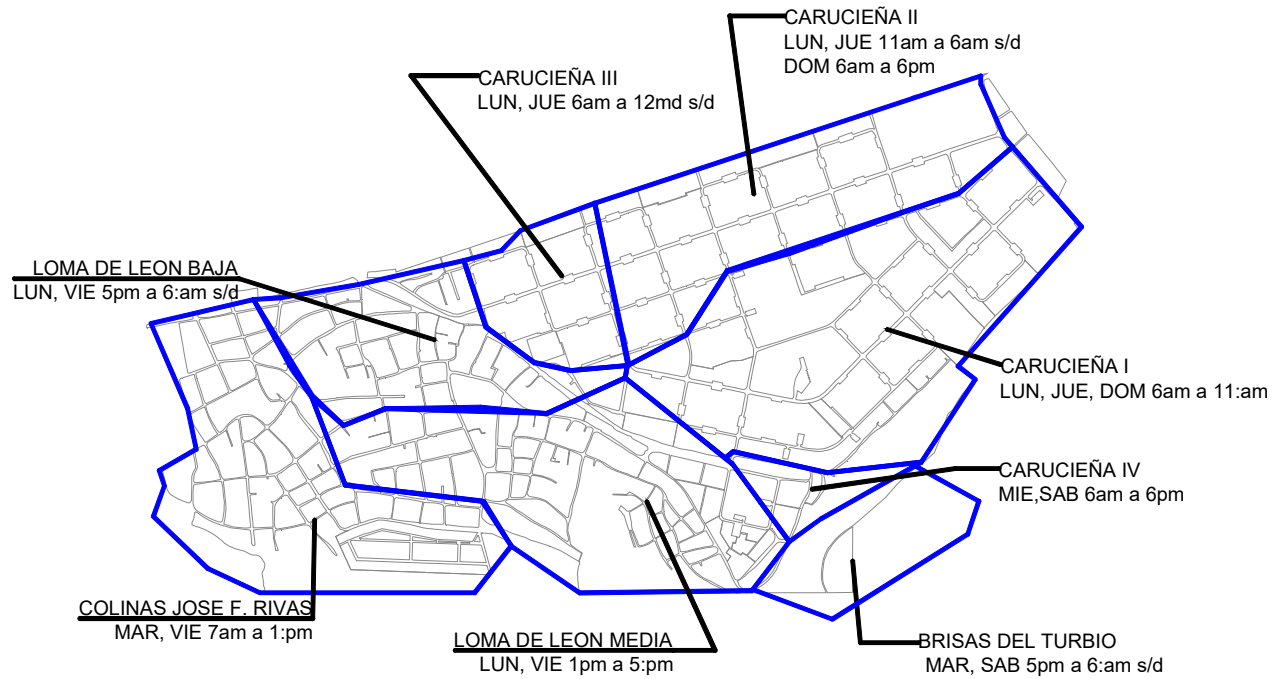
Este sub sistema se abastece con fuente subterránea proveniente de un campo de pozos denominado Titicare, ubicado en la margen derecha del Río Turbio, 4 Km aguas arriba del campo de Pozos Macuto. La producción media de este campo de pozos es de 100 l/s y llegan a una tanquilla de bombeo de 500 m<sup>3</sup> de capacidad de la cual se bombea por medio de dos equipos de 300 Hp y transformadores de 3 x 167.5 KVA, a través de una tubería de acero de 20” hasta llegar al Estanque Lomas de León en la cota 697 msnm y con una capacidad de 2.500 m<sup>3</sup>. Los equipos pueden operar simultáneamente de acuerdo a la disponibilidad en la tanquilla.

Desde el Estanque sale una tubería principal de 16” de Acero que recorre los sectores de Brisas del Turbio, Ali Primera y Antonio Ricaurte, presentando baja eficiencia en la conducción pues existen muchas tomas ilegales.

El nivel alto del sub sistema lo conforman los sectores: Lomas de León y colinas de J Félix Ribas, y el nivel bajo los sectores 1, 2, 3, 4 de la Carucieña y Garabatal. A estos sectores también se incorpora un componente no determinado aún desde el sistema Gravedad, a través de un empalme y una aducción de 16”, ubicado en la 20 de Pueblo Nuevo con Av. Los Horcones, los días Lunes, Miércoles y Viernes en las noches cuando se hacen las maniobras de presurización de la Red Alta del Oeste.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.7. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA LOMAS DE LEON**



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.9. HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA LOMAS DE LEÓN.**

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
07:00:00 a.m. - 8:00 a.m.	CARUCIENA 1, 2, 3 - GARABATAL	COLINAS DE JOSE FELIX RIBAS	CARUCIENA 4	CARUCIENA 1, 2, 3 - GARABATAL	COLINAS DE JOSE FELIX RIBAS	LOMAS DE LEON MEDIA - BRISAS DEL TURBIO	CARUCIENA 2 - PARTE DEL SECTOR 3
08:00:00 a.m. - 9:00 a.m.							
09:00:00 a.m. - 10:00 a.m.							
10:00:00 a.m. - 11:00 a.m.							
11:00:00 a.m. - 12:00 a.m.							
12:00 a.m. - 01:00:00 p.m.							
01:00:00 p.m. a 02:00:00 p.m.							
02:00:00 p.m. a 03:00:00 p.m.							
03:00:00 p.m. a 04:00:00 p.m.							
04:00:00 p.m. a 05:00:00 p.m.							
05:00:00 p.m. a 06:00:00 p.m.							
06:00:00 p.m. a 07:00:00 p.m.							
07:00:00 p.m. a 08:00:00 p.m.	CARUCIENA 1, 2 - CARUCIENA GARABATAL	LOMAS DE LEON BAJA - BRISAS DEL TURBIO	CARUCIENA 4	CARUCIENA 1, 2 - CARUCIENA CALLE 13 - GARABATAL	LOMAS DE LEON BAJA	CARUCIENA SECTOR 4	
08:00:00 p.m. a 09:00:00 p.m.							
09:00:00 p.m. a 10:00:00 p.m.							
10:00:00 p.m. a 11:00:00 p.m.							
11:00:00 p.m. a 12:00:00 p.m.							
12:00:00 p.m. a 01:00:00 p.m.							
01:00:00 a.m. a 02:00:00 p.m.							
02:00:00 a.m. a 03:00:00 p.m.							
03:00:00 a.m. a 04:00:00 p.m.							
04:00:00 a.m. a 05:00:00 p.m.							
05:00:00 a.m. a 06:00:00 p.m.							
06:00:00 a.m. a 07:00:00 p.m.							

**FUENTE: PROPIA**

**CUADRO 4.10. CAUDALES POR SUB SECTOR Y CAUDAL PROMEDIO DEL SUB SISTEMA LOMAS DE LEÓN.**

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/sem)	VOLUMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/día)	
TITICARE	TITICARE	3	24	24	24	24	24	24	24	168	24,00	259.200,00	3	302	858	
	CARUCIENA 1															
	CARUCIENA 2	77	24	-	-	24	-	-	24	72	10,29	2.851.200,00	33	14.737	193	
	GARABATAL															
	CARUCIENA 3															
	CARUCIENA 4	77	-	-	-	24	-	-	24	96	13,71	3.801.600,00	44	20.931	182	
	L LEON BAJA															
	L LEON MEDIA	77	-	24	-	-	24	-	-							
	C J F RIBAS															
	B TURBIO															
				-	18	-	-	-	-	5						
											<b>TOTAL</b>		<b>6.912.000,00</b>	<b>80,00</b>	<b>35.970,09</b>	<b>192,16</b>

**FUENTE: PROPIA**





### **1.8. Sub sistema Gravedad Oeste:**

Lo compone toda la red de distribución que se surte por gravedad de los Estanques El Tostao (665 msnm). Se inicia en el Oeste con el ramal del acueducto del Barrio Cerritos Blancos, y culmina en las redes bajas del Este, con los sectores del Ujano, Royal Garden, etc. Desde esta misma red se abastecen algunos otros sistemas de rebombeo mayormente del sistema Norte de Barquisimeto, que serán detallados más adelante. La red de este sub sistema presenta bastante continuidad de servicio, con horarios que van de 16 a 24 horas continuas.

Debido a la desbalance que existe entre la oferta y demanda de agua de la ciudad de Barquisimeto, los Estanques El Tostao no mantienen su nivel, de hecho, el nivel que se registra de 1.8 a 2.0 mts, corresponde básicamente al diámetro de la tubería de salida: 66" (1.65 mts), de manera que la tubería no está presurizada en toda su longitud y es lo que hace que existan los sistemas de rebombeo que no se justifican a excepción del sub sistema El Coriano.

Por otro lado, para poder garantizar buena entrada de caudal a estos rebombes se deben realizar maniobras sectorizadoras en válvulas ubicadas en tuberías principales como la del Obelisco y Cementerio, que regulan el flujo hacia los niveles bajo de la ciudad y permitan un represamiento del agua hacia la zona Oeste de la ciudad. Desde este sub sistema se desprende el sub sistema Zona Industrial a través de los empalmes Cementerio y Las Industrias (aguas abajo de la válvula El Obelisco), tal como se acotó en la descripción de este sub sistema. Para este sub sistema, al igual que en el Casco Central y Norte, se realizó el estudio de consumo con la base de datos de la gerencia comercial de Hidrolara, ya que presentan alta incidencia de micro medición (>50%). El detalle de la metodología empleada para conocer el consumo de los usuarios que no tienen micro medición se explica en el capítulo 3. La figura siguiente muestra el ámbito del sub sistema.



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

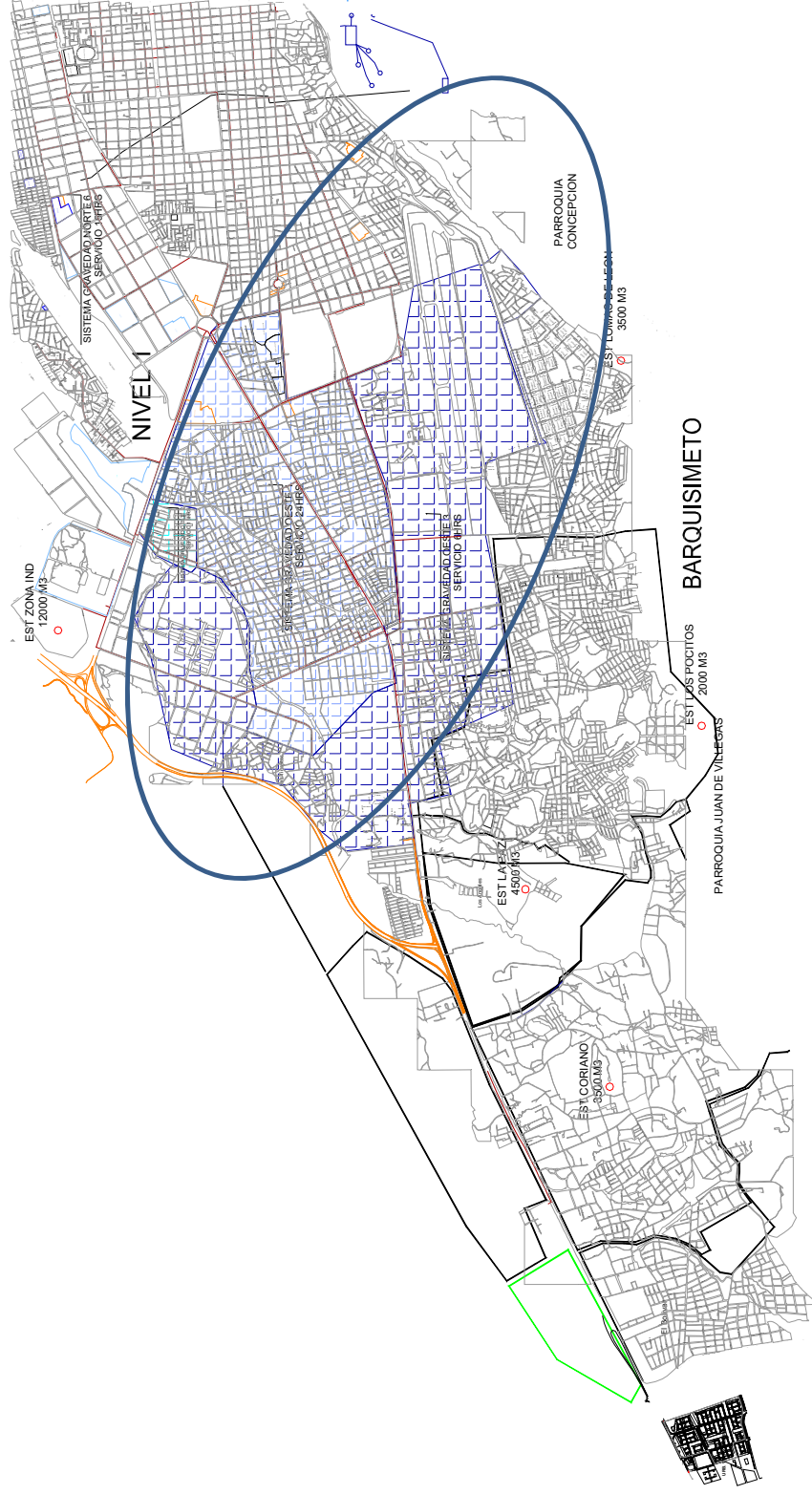
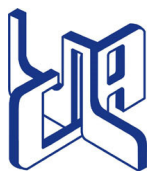


FIGURA 4.8. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD OESTE



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.11. CAUDALES POR SUB SECTOR DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD OESTE**

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/día)	VOLÚMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
GRAVEDAD OESTE	12 DE OCTUBRE	240	24	24	24	24	24	24	24	168	24,00	20.736.000,00	240	95.264	218
	JARDINES DEL AEROPUERTO														
	URB LOS CHINOS														
	INVASIONES (LA ZAMURERA)														
	28 DE MAYO														
	VALLE VERDE														
	VILLA GUADALUPE														
	LA CONCORDIA 3														
	RED MEDIA Y BAJA DEL OESTE														
	<b>TOTAL</b>										<b>20.736.000,00</b>	<b>240</b>	<b>95.264</b>	<b>218</b>	

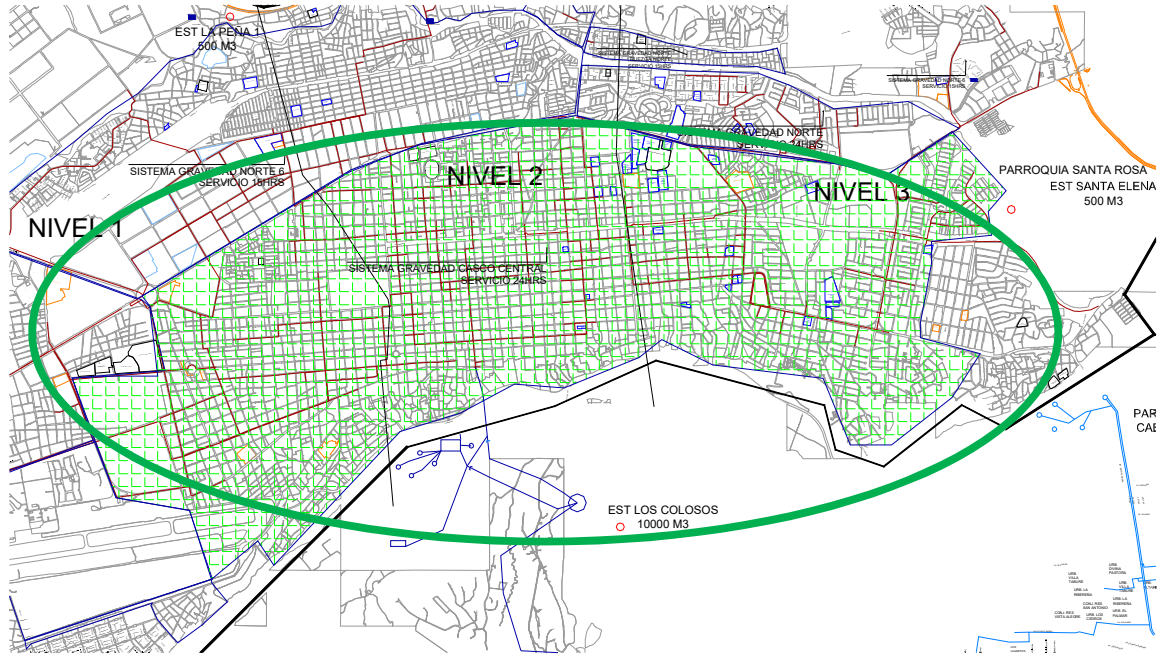
FUENTE: PROPIA

### 1.9. Sub sistema Gravedad Casco Central - Este:

Este sub sistema es la continuación del sub sistema Gravedad Oeste, se sitúa hidráulicamente aguas abajo de la cortina física resultante de las maniobras de la válvula el Obelisco y 20 de Pueblo Nuevo. A este sistema se le incorpora a la altura de la calle 34 el sistema de producción Macuto, con 250 l/s aproximadamente. Tiene además interconexión con el sub sistema Gravedad Norte a través de alimentadores principales que se derivan del “Alimentador Centro” (ver descripción general del sistema), tales como: Life Norte y Univensa. También presenta derivaciones menores que surten al sub sistema Cristo Viene y La Tapa y su límite de red por el Este lo representa el sub sistema Nor Este (El Cercado), y Las Colinas. Al igual que el sub sistema Gravedad Oeste, los datos de análisis fueron tomados de la base de datos del catastro de Hidrolara, con alta incidencia de micromedición.



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**



**FIGURA 4.9. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD CASCO CENTRAL – ESTE**

**CUADRO 4.12. CAUDALES POR SUB SECTOR DEL SISTEMA CASCO CENTRAL - ESTE.**

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q.(l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/día)	VOLÚMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
GRAVEDAD CASCO CENTRAL - ESTE	RED MEDIA Y BAJA CON SERVICIO CONTINUO	788	24	24	24	24	24	24	24	168	24,00	68.095.784,76	788	297.335	229
										<b>TOTAL</b>		<b>68.095.784,76</b>	<b>788</b>	<b>297.335</b>	<b>229</b>

**FUENTE: PROPIA**



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

1.10. Sub sistema Gravedad Norte:

Este sub sistema se desprende del sub sistema Caso Central, y su ramal principal es el de Univensa y Life Norte, ambos ubicados aguas abajo de la válvula el Obelisco.

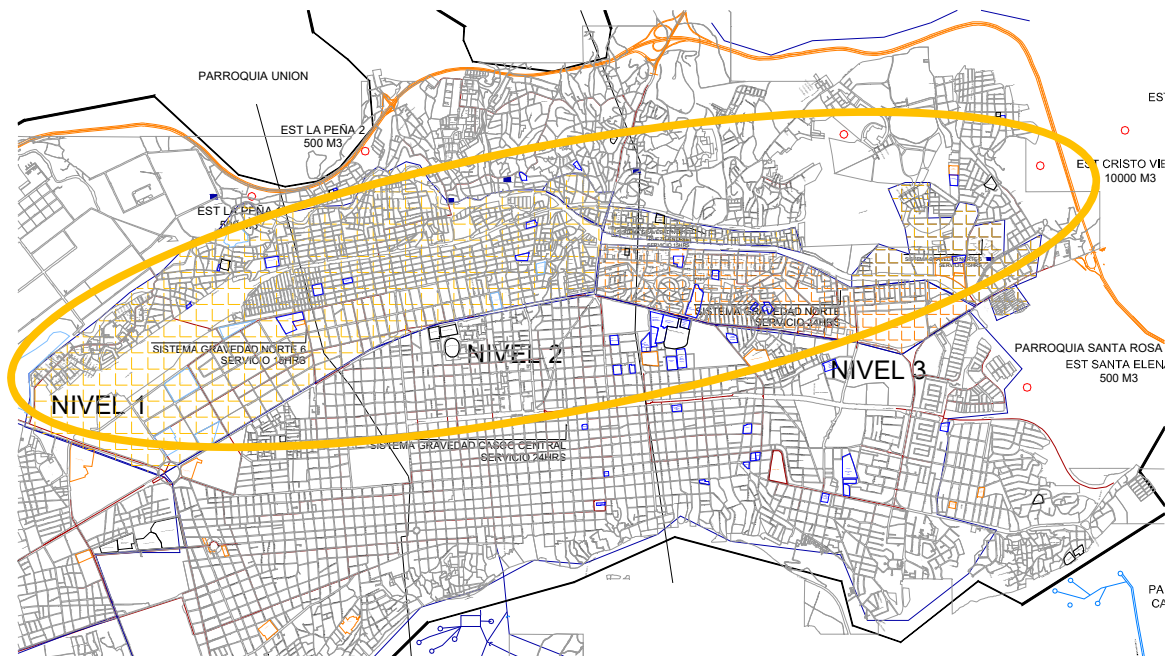


FIGURA 4.10. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD NORTE

CUADRO 4.13. CAUDALES POR SUB SECTOR DEL SISTEMA GRAVEDA NORTE

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/día)	VOLÚMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)	
GRAVEDAD NORTE *	RED MEDIA Y BAJA CON SERVICIO CONTINUO	259	24	24	24	24	24	24	24	168	24,00	22.349.629,26	259	86.705	258	
* ZONA INDUSTRIAL												TOTAL	22.349.629,26	259	86.705	258

FUENTE: PROPIA





### 1.11. Sub sistema La Peña:

Este sistema está conformado por una estación de bombeo con tanquilla subterránea de de 300 m<sup>3</sup> de capacidad y dos equipos verticales de 15 Hp cada uno, ubicada en la Zona Industrial II calle A-3 Sector Barrio La Peña. Esta estación surte a dos estanques de almacenamientos aéreos en aceros cuya capacidad es de 100m<sup>3</sup> cada uno denominados Estanques La Peña 1 y 2, cada uno de ellos cuenta con una cobertura específica de servicio. La capacidad de bombeo de cada equipo es de 11,5 l/s, combinados puede llegar hasta 17,7 l/s y el caudal medio aportado al sistema es de 10 l/s.

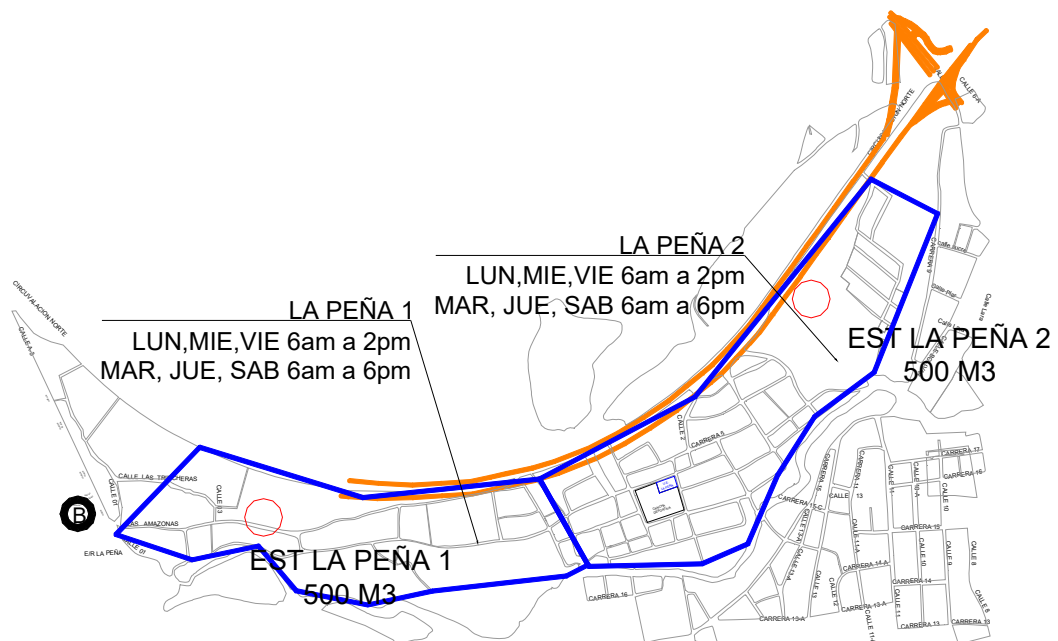


FIGURA 4.11. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA LA PEÑA





### 1.12. Sub sistema Cerro Gordo:

Este sistema está conformado por una estación de bombeo con tanquilla subterránea y dos equipos verticales de 50 Hp cada uno, está ubicada en la vía principal de Cerro Gordo al lado de la quebrada La Ruezga y posee las siguientes coordenadas Este 463.902,00; Oeste 1.115.719,00. Esta estación es alimentada por medio del alimentador Asbesto Cemento D=400mm del sistema de distribución Norte y cuyo caudal proviene del sistema alto tocuyo, surte al sector de cerro gordo por medio de una tubería de asbesto cemento de D = 10” con bombeo directo a la red, esta tubería se alinea por la vía principal del sector y funciona como alimentador de las redes secundarias. La capacidad de bombeo de cada equipo es de 45 l/s y el caudal medio aportado al sistema es de 4.29 l/s.

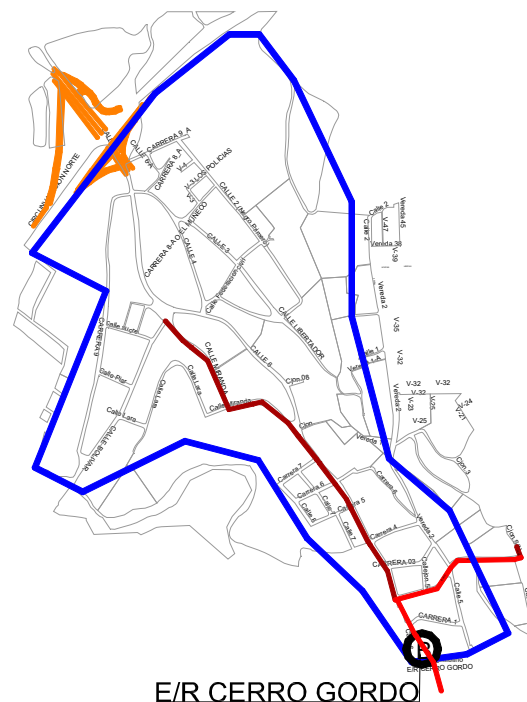


FIGURA 4.12. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA CERRO GORDO





**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.15. HORARIO DE SERVICIO SUB SISTEMA CERRO GORDO.**

SISTEMA	HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
<b>CERRO GORDO</b>	12:00:00 a.m. a 01:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	01:00:00 a.m. a 02:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	02:00:00 a.m. a 03:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	03:00:00 a.m. a 04:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	04:00:00 a.m. a 05:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	05:00:00 a.m. a 06:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	06:00:00 a.m. a 07:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	07:00:00 a.m. a 8:00 a.m.	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	08:00:00 a.m. a 9:00 a.m.	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	09:00:00 a.m. a 10:00 a.m.	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	10:00:00 a.m. a 11:00 a.m.	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	11:00:00 a.m. a 12:00 a.m.	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO
	12:00 a.m. 01:00:00 p.m.	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO	SERVICIO E/R CERRO GORDO	SIN SERVICIO
	01:00:00 p.m. a 02:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	02:00:00 p.m. a 03:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	03:00:00 p.m. a 04:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	04:00:00 p.m. a 05:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	05:00:00 p.m. a 06:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	06:00:00 p.m. a 07:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
	07:00:00 p.m. a 08:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO
08:00:00 p.m. a 09:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	
09:00:00 p.m. a 10:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	
10:00:00 p.m. a 11:00:00 p.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	
11:00:00 p.m. a 12:00:00 a.m.	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	SIN SERVICIO	

**FUENTE: PROPIA**



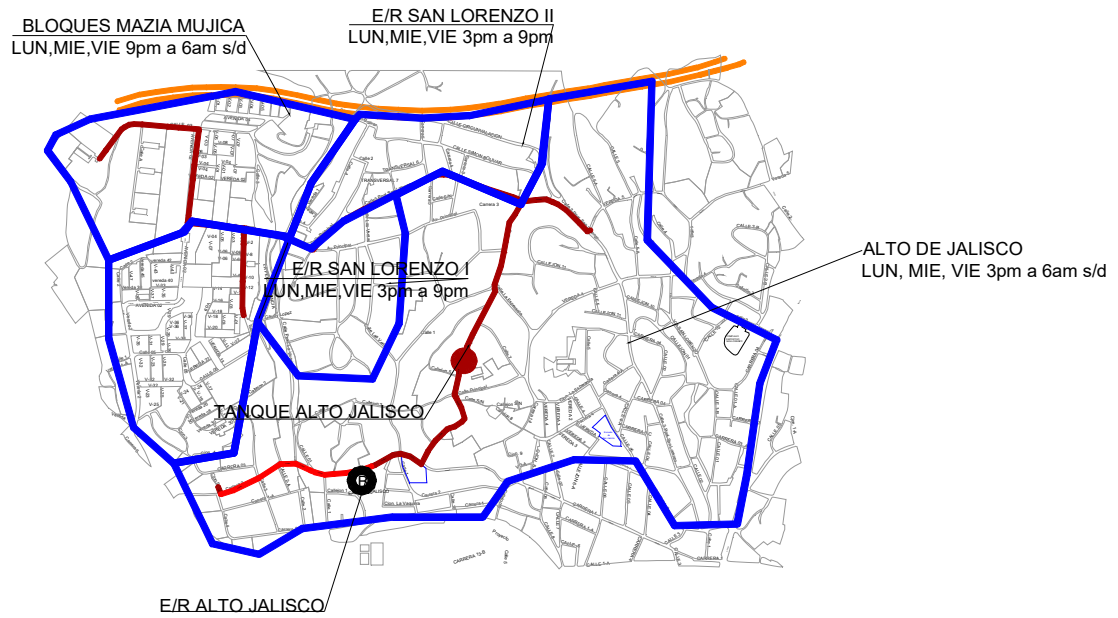
**1.13. Sub sistema Alto Jalisco:**

Este sistema está conformado por una estación de bombeo con tanquilla subterránea y dos equipos verticales de 125 Hp cada uno, está ubicada en la carrera 2 con calle 1 del sector Alto de Jalisco. Esta estación es alimentada por medio del alimentador Asbesto Cemento D=400mm del sistema de distribución Norte y cuyo caudal proviene del sistema alto tocuyo, surte al Estanque de Concreto Alto de Jalisco cuya capacidad es de 3000lts y de aquí se distribuye a los sub sectores que dependen de este sistema, por medio de maniobras para sectorización, el caudal medio enviado al estanque es de 77,11 l/s y la capacidad de bombeo de cada equipo es de 150l/s.

Es de hacer notar que dentro de este sistema existen dos sectores con cotas elevadas, los mismos requieren de estaciones de rebombeo para poder ser abastecidos, estas estaciones son Estación de Rebombeo San Lorenzo I y II, que surten a los sectores que llevan su mismo nombre, las mismas están conformadas por tanquillas subterránea y un equipo de bombeo sumergible de 15Hp cada uno, estas surten a los sectores por bombeo directo contra la red.



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.13.** ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA ALTO DE JALISCO.





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 1.14. Sub sistema El Jebe:

Este sistema está conformado por una estación de bombeo con tanquilla subterránea de 500 m<sup>3</sup> de capacidad y dos equipos verticales de 200 Hp cada uno, ubicada en el inicio de Av. Principal El Jebe a 200mts de la Intercomunal Barquisimeto - Duaca. Esta estación alimenta a un tanque de concreto Post-tensado con capacidad para 1.500 m<sup>3</sup>, ubicado en el sector Propatria. La distribución del sistema se realiza a través de una tubería de alimentación principal donde se encuentran ubicadas una serie de válvulas para cumplir el plan de distribución programado. El caudal medio enviado al tanque es de 100 l/s y la capacidad de bombeo de cada equipo es de 130 l/s.

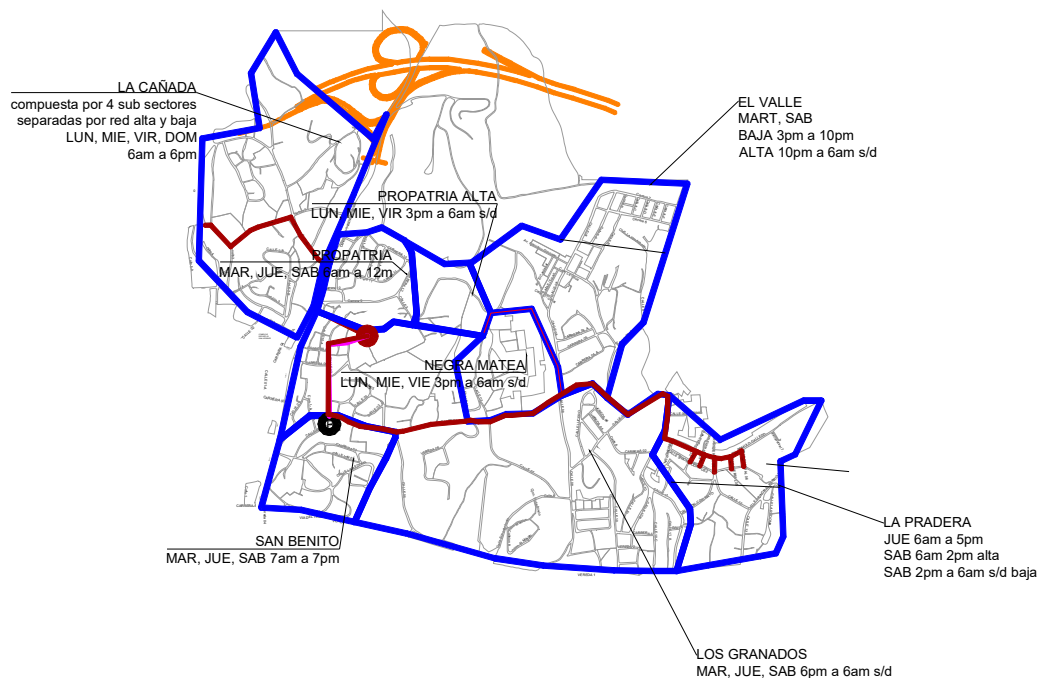


FIGURA 4.14. ESQUEMA DE COBERTURA DEL SUB SISTEMA EL JEBE.



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.17. HORARIO DE SERVICIO DEL SUB SISTEMA EL JEBE.**

SISTEMA	HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
<b>EL JEBE</b>	12:00:00 a.m. a 01:00:00 a.m.		PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE ALTA - LA PRADERA PARTE BAJA
	01:00:00 a.m. a 02:00:00 a.m.		PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE ALTA - LA PRADERA PARTE BAJA
	02:00:00 a.m. a 03:00:00 a.m.		PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE ALTA - LA PRADERA PARTE BAJA
	03:00:00 a.m. a 04:00:00 a.m.		PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE ALTA - LA PRADERA PARTE BAJA
	04:00:00 a.m. a 05:00:00 a.m.		PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE ALTA - LA PRADERA PARTE BAJA
	05:00:00 a.m. a 06:00:00 a.m.		PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE ALTA - LA PRADERA PARTE BAJA
	06:00:00 a.m. a 07:00:00 a.m.	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - LA PRADERA PARTE ALTA	
	07:00:00 a.m. - 8:00 a.m	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	08:00:00 a.m. - 9:00 a.m	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	09:00:00 a.m. - 10:00 a.m	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	10:00:00 a.m. - 11:00 a.m	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	11:00:00 a.m. - 12:00 a.m	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	12:00 a.m. 01:00:00 p.m.	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	SAN BENITO	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	01:00:00 p.m. a 02:00:00 p.m.	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	SAN BENITO	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA - NEGRA MATEA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	02:00:00 p.m. a 03:00:00 p.m.	LA CAÑADA	SAN BENITO	LA CAÑADA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA	LA CAÑADA	PASTORA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE ALTA	LA CAÑADA
	03:00:00 p.m. a 04:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE BAJA	LA CAÑADA
04:00:00 p.m. a 05:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE BAJA	LA CAÑADA	
05:00:00 p.m. a 06:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	PROPatria PARTE ALTA - LA CAÑADA	SAN BENITO	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE BAJA	LA CAÑADA	
06:00:00 p.m. a 07:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	PROPatria PARTE ALTA	SAN BENITO - LOS GRANADOS	EL VALLE PARTE BAJA - SAN BENITO - LA PRADERA PARTE BAJA	LA CAÑADA	
07:00:00 p.m. a 08:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	EL VALLE PARTE BAJA - LA PRADERA PARTE BAJA		
08:00:00 p.m. a 09:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	EL VALLE PARTE BAJA - LA PRADERA PARTE BAJA		
09:00:00 p.m. a 10:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	EL VALLE PARTE BAJA - LA PRADERA PARTE BAJA		
10:00:00 p.m. a 11:00:00 p.m.	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	EL VALLE PARTE BAJA - LA PRADERA PARTE BAJA		
11:00:00 p.m. a 12:00:00 a.m.	PROPatria PARTE ALTA	EL VALLE PARTE BAJA - LOS GRANADOS	PROPatria PARTE ALTA	PROPatria PARTE ALTA	LOS GRANADOS	EL VALLE PARTE BAJA - LA PRADERA PARTE BAJA		

FUENTE: PROPIA

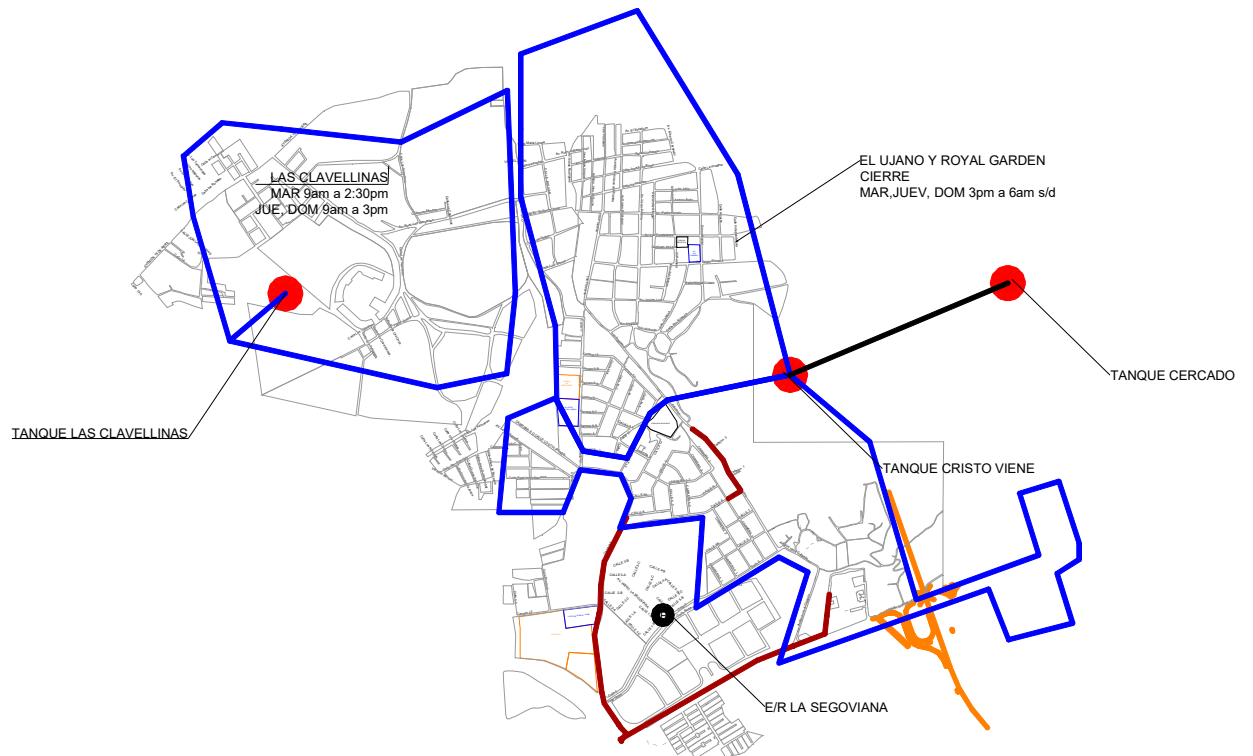


### **1.15. Sub sistema La Segoviana – Tanque Cristo Viene:**

Este sistema está conformado por una estación de bombeo con tanquilla subterránea y dos equipos verticales de 250 Hp cada uno, ubicada en el sector la floresta frente a la urbanización la segoviana. Esta estación alimenta a través de dos fuentes, la primera es por medio de una tubería de asbesto cemento  $D = 8''$  que proviene del sistema de gravedad centro, la segunda es por medio de un pozo ubicado dentro de la urbanización la segoviana y cuyo caudal promedio de aporte es de 25 l/s, la tanquilla abastece a un tanque de concreto Post tensado con capacidad para 10.000 m<sup>3</sup>, ubicado en el cerro Cristo Viene. La distribución del sistema se realiza a través de una tubería de alimentación principal donde se encuentran ubicadas una serie de válvulas para cumplir el plan de distribución programado. Es de hacer notar que desde este estanque se trasvasa agua hacia otro estanque de concreto post tensado de capacidad 1.500 m<sup>3</sup> ubicado el cerro las clavellinas y abastece a la comunidad de Las Clavellinas y el jebe sector 19 de abril. Esta distribución se realiza por medio de maniobras ubicadas en los respectivos estanques de almacenamiento.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.15.** ESQUEMA DE SERVICIO DEL SUB SISTEMA LA SEGOVIANA – CRISTO VIENE







#### IV.1.2. DOTACIÓN PONDERADA POR ZONA

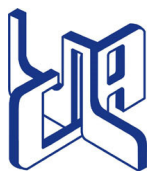
*ZONA OESTE:*

**CUADRO 4.19.** TABLA RESUMEN DE LAS DOTACIONES Y POBLACIONES DE SUB SISTEMA OESTE.

SUB SISTEMA	USUARIOS	CAUDAL MEDIO (l/s)	DOTACIÓN ACTUAL
VILLA ROSA	31.353	41,61	115
CORIANO	64.235	150	202
LA PAZ	106.299	211,4	172
TITICARE	35.970	80	192
LLENADERO	85.413	33,1	33
GRAVEDAD OESTE	100.119	240	218
DOTACION PONDERADA (l/hab/día)			156,09
DEFICIT ACTUAL PARA DOTACION MINIMA 250 l/hab/día EN (l/s) =			<b>454,93</b>

**FUENTE:** PROPIA

- La dotación media de toda la zona Oeste es de 156 l/hab/día y cubre un 60% de la dotación normada.
- La dotación media de la Red Alta del Oeste (aguas arriba del sub sistema gravedad oeste) es menor de 140 l/hab/día.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

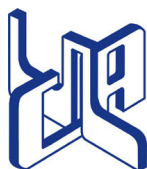
- Se requieren 450 l/s para alcanzar la dotación promedio (incluye las zonas sin servicio y que hoy se surten por cisternas). La mayor parte de este caudal se requiere en la red alta del Oeste (aguas arriba del sub sistema Gravedad Oeste).
- La dotación media de la Red Alta del Oeste es menor de 140 l/hab/día.

*ZONA NORTE:*

**CUADRO 4.20.** TABLA RESUMEN DE LAS DOTACIONES Y POBLACIONES DE SUB SISTEMA NORTE.

SUB SISTEMA	USUARIOS	CAUDAL MEDIO (l/s)	DOTACIÓN ACTUAL (l/hab/día)
LA PEÑA	9.746	10	89
CERRO GORDO	7.289	4,3	51
ALTOS DE JALISCO	28.754	77,11	232
TROMPILLO	12.995	3,7	25
EL JEBE	49.892	100	173
LA TAPA	109.029	82,00	65
GRAVEDAD	91.395	258,00	244
CRISTO VIENE	37.277	83,50	194
DOTACION PONDERADA (l/hab/día)			154
DEFICIT ACTUAL PARA DOTACION MINIMA 250 l/hab/día EN (l/s) =			<b>384</b>

**FUENTE:** PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

- Dotación media de toda la zona Norte es de 153 l/hab/día (60% de la norma).
- Dotación media de la Red Alta del Norte es < 120 l/hab/día.
- Se requieren 370 l/s para alcanzar la dotación promedio.

### ZONA CENTRO - ESTE:

**CUADRO 4.21.** TABLA RESUMEN DE LAS DOTACIONES Y POBLACIONES DE SUB SISTEMA CENTRO.

SISTEMA	SUB SISTEMA	Q (l/s)	TOTAL (hr/sem)	PROMEDIO (hr/día)	VOLÚMEN (l/día)	Q PROM (l/s)	POBLACIÓN	DOTACIÓN (l/hab/día)
GRAVEDAD CASCO CENTRAL - ESTE	SERVICIO CONTINUO	788	168	24,00	68.095.784,76	788	297.335	229
<b>TOTAL</b>					<b>68.095.784,76</b>	<b>788</b>	<b>297.335</b>	<b>229</b>

FUENTE: PROPIA

- La dotación media del sector centro – esta, la cual tiene servicio de 24 horas es de 229 l/hab/día.

### IV.1.3. ESTIMACIÓN DE LOS INDICES DE COBERTURA.

A continuación se procede a determinar los índices de cobertura de los distritos de servicio que se encuentran dentro del sistema de gravedad pero que no tiene servicio las 24 horas.



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

CUADRO 4.22. INDICE DE COBERTURA DE LA ZONA OESTE.

CALCULO DE POBLACION ZONA OESTE			Horas Interrupción						
Sistema	Cont. Poblado	Pob total	Usuarios	Servicio	Programadas	(1)Fallas Eléctricas	(2)Resto de Fallas	Total	HinterUsua
GRAVEDAD OESTE 1	12 DE OCTUBRE	8.182	8182	14	10,30			10	84.277
	JARDINES DEL AEROPUERTO	4.328	4328	14	10,30			10	44.579
	URB LOS CHINOS	844	844	14	10,30			10	8.689
	INVASIONES (LA ZAMURERA)	4.563	0	14	10,30			10	-
GRAVEDAD OESTE 2	28 DE MAYO	2.322	0	14	10,30			10	-
	VALLE VERDE	2.565	2565	14	10,30			10	26.420
	VILLA GUADALUPE	1.359	1359	14	10,30			10	13.905
GRAVEDAD OESTE 3	LA CONCORDIA 3	540	540	14	10,30			10	5.562
	RED MEDIA Y BAJA DEL OESTE	70.570	70570	14	10,30			10	726.871
GRAVEDAD OESTE 4	SECTORES QUE SE SURTEN POR CISTERNAS	3.633	0	14	10,30			10	-
VILLA ROSA 1	VILLA CREPUSCULAR	9.691	9691	3	21,29			21	206.278
	VILLA JESUS	1.080	0	0	24,00			24	-
VILLA ROSA 2	BATALLA BOMBEO - BOLIVAR - UREÑA	6.129	6129	2,29	21,71			22	133.079
	BATALLA GRAVEDAD	4.039	4039	19,00	5,00			5	20.196
VILLA ROSA 3	BATALLA 1 Y 2	0	0	19,00	5,00			5	-
	DELFIN GONZALEZ	3.776	3776	19,00	5,00			5	18.879
	NARANJOS	925	925	19,00	5,00			5	4.626
	MORROCOY	899	899	19,00	5,00			5	4.496
	SAN JOSE DE TINTIN - EL HIPODROMO, VILLA ROSA, SOL Y SOMBRA	3.000	3000	19,00	5,00			5	15.000
VILLA ROSA 4	ASOPRADO	2.446	2446	19,00	5,00			5	12.231
	VIVIENDAS A LO LARGO DE LA VIA VILLA ROSA	448	448	19,00	5,00			5	2.241
VILLA ROSA 5	SECTORES SIN SERVICIO DE ACUEDUCTO (CISTERNAS): MORROCOY - LA PASTORA - OTROS	2.946	0	0	24,00			24	-
COREANO 1	JACINTO LARA ALTA - BOLIVAR	6.560	6560	10,29	13,71			14	89.971
	19 DE ABRIL	4.402	4402	10,29	13,71			14	60.373
	JACINTO LARA BAJA - 24 DE JULIO	7.031	7031	10,29	13,71			14	96.428
	VENEZOLANOS PRIMEROS	3.795	3795	10,29	13,71			14	52.046
COREANO 2	COREANO NORTE	4.977	4977	9,43	14,57			15	72.521
	VALLE INMACULADA	2.582	2582	9,43	14,57			15	37.627
	COREANO SUR - SANTA BARBARA	1.854	1854	9,43	14,57			15	27.006
	EL PARAISO	6.937	6937	9,43	14,57			15	101.082
	TOSTAO - MI CABAÑA	8.006	8006	9,43	14,57			15	116.652
COREANO 3	PALOMAR - LOS YABOS	2.478	2478	9,43	14,57			15	36.107
	LOS LIBERTADORES	3.032	3032	9,43	14,57			15	44.179
	SANTA ROSALIA	9.321	9321	4,29	19,71			20	183.765
	TRIGAL	1.640	1640	4,29	19,71			20	32.329
COREANO 4	VILLA ISABEL	1.620	1620	4,29	19,71			20	31.943
	SECTORES SIN SERVICIO DE ACUEDUCTO (CISTERNAS):	2.402	0	0	24,00			24	-
LA PAZ 1	LOS ANGELES 1	2.738	2738	12	12,00			12	32.855
LA PAZ 2	LA CALIFORNIA	2.940	2940	9	15,14			15	44.525
	ALI PRIMERA	1.178	1178	9	15,14			15	17.840
LA PAZ 3	PRADOS DE OCCIDENTE 1	4.425	4425	5	19,43			19	85.977
LA PAZ 4	PRADOS DE OCCIDENTE 2	885	885	1	22,86			23	20.230
LA PAZ 5	LA PRADERA	1.788	1788	3	20,57			21	36.780
	J M VARGAS LA INVASION	357	357	14	10,29			10	3.676
	J M VARGAS 2	1.029	1029	14	10,29			10	10.583
	LOS ANGELES LA VICTORIA	399	399	14	10,29			10	4.106
	VALLE DORADO	1.497	1497	14	10,29			10	15.400
LA PAZ 6	LAS JUANAS	2.274	2274	14	10,29			10	23.389
	VILLA TORRES	1.052	1052	14	10,29			10	10.820
	EL TRIGAL	1.640	1640	14	10,29			10	16.867
LA PAZ 7	LOS ANGELES 4	1.343	1343	14	10,29			10	13.814
	EL ROTARIO 4	1.612	1612	14	10,29			10	16.585
LA PAZ 8	LOS ANGELES 2 CALLE 7	241	241	14	10,29			10	2.477
	LA PAZ	11.744	11744	14	10,29			10	120.797
LA PAZ 9	RAFAEL LINAREZ	3.035	3035	14	10,29			10	31.215
	VILLA DEL OESTE	751	751	14	10,29			10	7.726
	LA NUEVA PAZ	1.928	1928	14	10,29			10	19.831
	JOSE MARIA VARGAS 1	2.275	2275	14	10,29			10	23.403
	CARIBE I	3.213	3213	14	10,29			10	33.052
	CARIBE II	7.012	7012	14	10,29			10	72.122
	LA APOSTOLENA	5.992	5992	14	10,29			10	61.629
	ROTARIO 2	728	728	14	10,29			10	7.485
	LOS ANGELES 2	2.074	2074	14	10,29			10	21.328
SAN JOSE OBRERO	2.722	2722	14	10,29			10	27.999	
LA PAZ 10	5 DE JULIO - J G HERNANDEZ - LA LUCHA	19.190	19190	10	13,71			14	263.174
	CERRITOS BLANCOS ALTA	2.468	2468	10	13,71			14	33.815
	RAFAEL LINAREZ ALTA	4.320	4320	10	13,71			14	59.247
	AGUA VIVA EL ROBLE - PILA DE MONTEZUMA - J F RIBAS - CERRAJONES	11.851	11851	10	13,71			14	162.525
	CERRITOS BLANCOS	1.020	1020	10	13,71			14	13.992
LA PAZ 11	CERRO MARA	576	576	10	13,71			14	7.905
	LOS ANGELES S/AC	434	0	0	24,00			24	-
	CASA ITALIA S/AC	614	0	0	24,00			24	-
	LA FUNDADORA S/AC	177	0	0	24,00			24	-
	COLUMNA DE FUEGO	353	0	0	24,00			24	-
TITICARE 1	LA CAPILLA - LA ESPERANZA S/AC	967	0	0	24,00			24	-
TITICARE 2	SECTORES SIN SERVICIO DE ACUEDUCTO (CISTERNAS)	24.149	0	0	24,00			24	-
	TITICARE	302	302	24	0,00			0	-
TITICARE 3	CARUCIENA I	4.514	4514	10	13,71			14	61.903
	CARUCIENA II	3.815	3815	10	13,71			14	52.315
	CARUCIENA III	698	698	10	13,71			14	9.579
TITICARE 4	GARABATAL	4.100	4100	10	13,71			14	56.224
	CARUCIENA IV	1.610	1610	10	13,71			14	22.082
TITICARE 5	CARUCIENA V	1.808	1808	14	10,29			10	18.595
	LOMAS DE LEON MEDIA	8.387	8387	14	10,29			10	86.262
	LOMAS DE LEON BAJA	4.199	4199	14	10,29			10	43.190
TITICARE 6	COLINAS DE JOSE FELIX RIVAS	4.376	4376	14	10,29			10	45.014
	BRISAS DEL TURBIO	2.162	2162	14	10,29			10	22.233
		369.877	326.236	947	1.141	0	0	1.141	4.049.963



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.22. INDICE DE COBERTURA DE LA ZONA OESTE. (CONTINUACIÓN)**

Sistema	Pob total	Usuarios	Hinter*Usua
OESTE	374,732	331,091	4,099,970

<b>ÍNDICE DE COBERTURA CONSIDERANDO TODAS LAS FALLAS</b>	<b>Ts</b>	<b>0.4277</b>
--	-----------	---------------

FUENTE: PROPIA

“EN EL CÁLCULO DEL INDICE DE COBERTURA NO SE TOMA EN CUENTA EL SUB SISTEMA PAVIA BOBARE”

**CUADRO 4.23. INDICE DE COBERTURA DE LA ZONA NORTE.**

CALCULO DE POBLACION ZONA NORTE							Horas Interrupción				Hinter*Usua	
Sistema	Cent. Poblado	Area (Ha)	Densidad (Hab/Ha)	Pob total	Usuarios	Servicio	Programadas	(1)Fallas Eléctricas	(2)Resto de Fallas	Total	Hinter*Usua	
LA PEÑA	LA PEÑA 1	28.18	155	4,368	4368	10	14.00			14	61,151	
	LA PEÑA 2	33.32	131	4,365	4365	10	14.00			14	61,109	
E/R CERRO GORDO	CERRO GORDO	55.64	131	7,289	7289	2.30	21.70			22	158,168	
ALTO DE JALISCO	BLOQUE MAZIA MUJICA PARTE BAJA	38.89	131	5,095	5095	12	12.00					
	BLOQUE MAZIA MUJICA PARTE ALTA	37.00	100	3,700	3700	12	12.00			12	44,400	
	E/R SAN LORENZO I	19.76	50	988	988	12	12.00			12	11,856	
	E/R SAN LORENZO I	4.39	131	575	575	12	12.00			12	6,901	
	E/R SAN LORENZO II	21.20	131	2,777	2777	12	12.00			12	33,326	
	ALTO JALISCO	53.97	50	2,699	2699	12	12.00			12	32,382	
EL JEBE	ALTO JALISCO	38.62	131	12,819	12819	12	12.00			12	155,031	
	LA CAÑADA I	38.28	131	5,014	5014	13	11.00			11	55,156	
	LA CAÑADA II	16.40	131	2,149	2149	13	11.00			11	23,638	
	PROPATRIA ALTA	14.89	131	1,951	1951	13	11.00			11	21,456	
	PASTORA	12.64	131	1,656	1656	13	11.00			11	18,214	
	NEGRA MATEA	18.39	50	920	920	13	11.00			11	10,115	
	LOS GRANADOS	62.30	50	3,115	3115	13	11.00			11	34,265	
	LOS GRANADOS	47.47	131	6,219	6219	13	11.00			11	68,404	
	SAN BENITO	20.64	131	2,704	2704	13	11.00			11	29,742	
	LA PRADERA ALTA	17.53	131	2,296	2296	13	11.00			11	25,259	
	LA PRADERA BAJA	14.34	131	1,879	1879	13	11.00			11	20,666	
	EL VALLE ALTA	18.89	131	2,475	2475	13	11.00			11	27,226	
	EL VALLE BAJA	12.60	131	1,650	1650	13	11.00			11	18,151	
LA TAPA	CUJUI TAMACA	681.43	160	109,029	109029	13.00	11.00			11	1,199,317	
	EL UJANO -ROYAL GARDEN	178.09	131	23,330	23330	15.00	9.00			9	209,968	
CRISTO VIENE	EL UJANO -ROYAL GARDEN	15.22	30	457	457	15.00	9.00			9	4,109	
	EL UJANO -ROYAL GARDEN	16.30	114	1,858	1858	15.00	9.00			9	16,724	
	EL UJANO -ROYAL GARDEN	0.71	270	192	192	15.00	9.00			9	1,725	
	LAS CLAVELLINAS	87.33	131	11,440	11440	3.00	21.00			21	240,245	
ZONA GRAVEDAD NORTE	SISTEMA GRAVEDAD			91,395	91395	24.00	0.00			0	-	
EL TROMPILLO	SIN SERVICIO POR TUBERIA			12,995	12995	0.00	24.00			24	311,880	
31				<b>TOTAL HABITANTES</b>	<b>327,496</b>	<b>327,496</b>	<b>362</b>	<b>358</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>346</b>	<b>2,900,584</b>

Sistema	Pob total	Usuarios	Hinter*Usua
NORTE	327,496	327,496	2,900,584

<b>ÍNDICE DE COBERTURA CONSIDERANDO TODAS LAS FALLAS</b>	<b>Ts</b>	<b>0.6310</b>
--	-----------	---------------

FUENTE: PROPIA



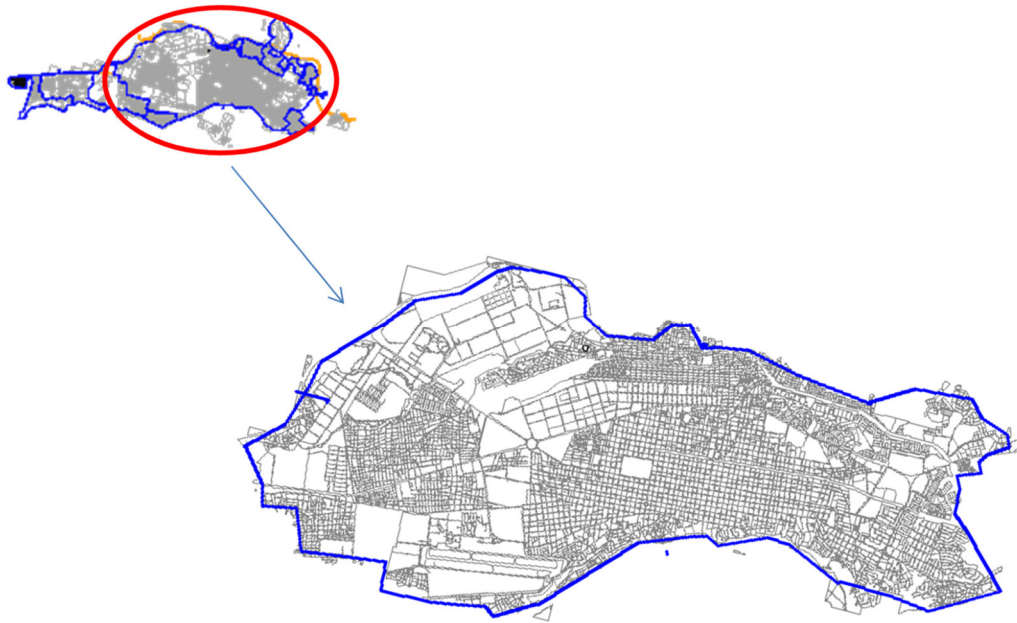
#### IV.1.4. PÉRDIDAS FÍSICAS DEL SISTEMA

Este análisis, permite conocer un dato importante para el análisis inicial del sistema: Las Pérdidas Reales.

Las pérdidas deben ser tomadas muy en cuenta en los escenarios de demandas definiéndose dos posibles situaciones: el peor escenario que considera las pérdidas a lo largo del período de diseño, y el escenario optimista que asume la puesta en marcha de un plan de recuperación de pérdidas en un tiempo establecido. Claro que todo esto aplica siempre que el valor de recuperación de pérdidas sea mayor que los costos económicos que implica su reducción.

En ese caso podría suceder que una inversión en el sistema que minimice estas pérdidas permitiría la recuperación de un caudal importante, lo que pasa a ser un incremento de la disponibilidad real. También es importante considerar el aspecto de que si se desea incorporar nuevas fuentes de producción, si el sistema de distribución es muy ineficiente no se lograría el aprovechamiento deseado. En ese contexto, una inversión de rehabilitación de redes podría ser más útil que una nueva fuente.

La hipótesis inicial del análisis usada fue la de considerar que las pérdidas más representativas se encuentran en los sub sistemas: Pavia Bobare – El Manzano – Sub sistema Gravedad. Los otros sub sistemas fueron obviados debido a la poca continuidad del servicio y de la poca incidencia de las fugas en estos sectores. Para los primeros sub sistemas (Pavia y El Manzano) las pérdidas están representadas mayormente por uso indebido y sobreconsumo, y su cuantificación se hará de manera independiente en el correspondiente estudio de demandas. En cambio para el caso del Sub sistema gravedad (Oeste, Norte y Casco Central – Este) fue necesario un estudio más complejo ya que no presenta los mismos síntomas que los anteriores y los consumos por usuarios prácticamente están totalmente cuantificados.



**FIGURA 4.16.** ZONA DE ESTUDIO PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS FÍSICAS DE LA RED DE BARQUISIMETO (SUB SISTEMA GRAVEDAD OESTE –NORTE – CENTRO – ESTE)





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### Datos de entrada.

**CUADRO 4.24. NUMERO DE USUARIOS POR ZONA Y USO.**

	NUM DE USUARIOS								CASCO CENTRAL	ZONA INDUSTRIAL	TOTAL	TODO
	OESTE 1	OESTE 2	OESTE 3	NORTE	NORTE 2	NORTE 6	ESTE					
RESIDENCIALES SOCIAL TOTALES	203	0	2228	5	8	76	0	53	0	2,573.00	2569	
RESIDENCIALES TOTALES	10337	846	500	3901	1952	11399	377	27471	43	56,826.00	56898	
COMERCIALES TOTALES	610	21	179	63	10	589	2	5486	173	7,133.00	7089	
INDUSTRIALES TOTALES	31	0	27	5	0	125	0	284	186	658.00	655	
COOPERATIVA TOTALES	1	0	0	1	0	4	0	3	2	11.00	11	
OFIC ESTADAL TOTALES	48	2	8	17	3	56	0	146	2	282.00	275	
OFIC MUNICIPAL TOTALES	10	1	6	7	2	23	0	61	1	111.00	110	
OFIC NACIONAL TOTALES	15	2	10	8	1	24	1	115	1	177.00	174	
<b>TOTAL</b>	<b>11,255.00</b>	<b>872.00</b>	<b>2,958.00</b>	<b>4,007.00</b>	<b>1,976.00</b>	<b>12,296.00</b>	<b>380.00</b>	<b>33,619.00</b>	<b>408.00</b>	<b>67,771.00</b>	<b>67,781.00</b>	
<b>INCIDENCIA</b>	17%	1%	4%	6%	3%	18%	1%	50%	1%			

FUENTE: PROPIA

**CUADRO 4.25. NUMERO DE USUARIOS POR ZONA Y USO CON MICROMEDICIÓN**

. FUENTE: PROPIA

**CUADRO 4.26. NUMERO DE USUARIOS POR ZONA Y USO SIN MICROMEDICIÓN.**

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

CUADRO 4.27. CAUDAL EN l/s OBTENIDO DE LAS MEDICIONES.

	Q (l/s) MEDIDOS										TOTAL	TODO
	OESTE 1	OESTE 2	OESTE 3	NORTE	NORTE 2	NORTE 6	ESTE	CASCO CENTRAL	ZONA INDUSTRIAL			
RESIDENCIALES SOCIAL TOTALES	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,19	0,00	1,94	1,94	
RESIDENCIALES TOTALES	93,61	8,21	1,37	27,77	1,39	19,23	4,37	244,36	0,14	400,45	558,95	
COMERCIALES TOTALES	14,67	0,41	2,55	2,51	0,02	12,02	0,40	113,70	10,99	157,26	154,65	
INDUSTRIALES TOTALES	0,91	0,00	2,96	0,05	0,00	8,77	0,00	15,84	34,29	62,83	63,45	
COOPERATIVA TOTALES	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,07	0,19	0,19	
OFIC ESTADAL TOTALES	3,33	0,00	0,00	0,34	0,00	0,72	0,00	12,71	0,00	17,10	15,87	
OFIC MUNICIPAL TOTALES	0,09	0,00	0,32	0,07	0,00	0,42	0,00	2,60	0,00	3,50	3,12	
OFIC NACIONAL TOTALES	0,14	0,00	0,02	0,11	0,00	0,64	0,12	3,99	0,00	5,02	5,02	
<b>TOTAL</b>	<b>114,36</b>	<b>8,61</b>	<b>7,23</b>	<b>30,85</b>	<b>1,41</b>	<b>42,06</b>	<b>4,89</b>	<b>393,39</b>	<b>45,48</b>	<b>648,29</b>	<b>803,19</b>	
<b>INCIDENCIA</b>	18%	1%	1%	5%	0%	6%	1%	61%	7%		154,90	

FUENTE: PROPIA

### Resultados obtenidos

CUADRO 4.28. DIFERENCIA ENTRE EL CONSUMO ESTIMADO POR EXTRAPOLACIÓN Y LO MEDIDO.

	Q (l/s) MEDIDOS	Q (l/s) (EXTRAPOLADOS)	DOTACIÓN TOTAL (l/s)
RESIDENCIALES SOCIAL TOTALES	2	20	22
RESIDENCIALES TOTALES	559	381	940
COMERCIALES TOTALES	155	78	233
INDUSTRIALES TOTALES	63	18	81
COOPERATIVA TOTALES	0	0	0
OFIC ESTADAL TOTALES	16	52	68
OFIC MUNICIPAL TOTALES	3	13	16
OFIC NACIONAL TOTALES	5	18	23
<b>TOTAL</b>	<b>803</b>	<b>580</b>	<b>1.384</b>

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.29.** DIFERENCIA ENTRE EL CONSUMO ESTIMADO POR EXTRAPOLACIÓN Y LO FACTURADO.

	<b>Q (l/s) EXTRAPOLADOS</b>	<b>Q (l/s) FACTURADOS</b>	<b>DIFERENCIA</b>
RESIDENCIALES SOCIAL TOTALES	20	14	-6
RESIDENCIALES TOTALES	381	253	-128
COMERCIALES TOTALES	78	40	-38
INDUSTRIALES TOTALES	18	3	-14
COOPERATIVA TOTALES	0	0	0
OFIC ESTADAL TOTALES	52	18	-34
OFIC MUNICIPAL TOTALES	13	3	-10
OFIC NACIONAL TOTALES	18	28	10
<b>TOTAL</b>	<b>580</b>	<b>361</b>	<b>-220</b>

FUENTE: PROPIA

“Se puede notar la diferencia entre el caudal estimado de consumo y lo facturado, sería interesante revisar más a fondo este resultado ya que representa pérdidas económicas por sub facturación”

### **Balance Hídrico**

El balance hídrico no es más que la diferencia entre la oferta y demanda del sistema de abastecimiento de la zona de estudio. Es necesario contar con estos datos de una manera confiable. Para la determinación de la oferta (caudal de entrada al sistema) se cuenta con los datos de registro de caudales de las estaciones de rebombeo de cada sub sistema, y para la demanda se tienen los cálculos realizados de consumo cuyos resultados se mostraron en el punto anterior. En la figura 4.17



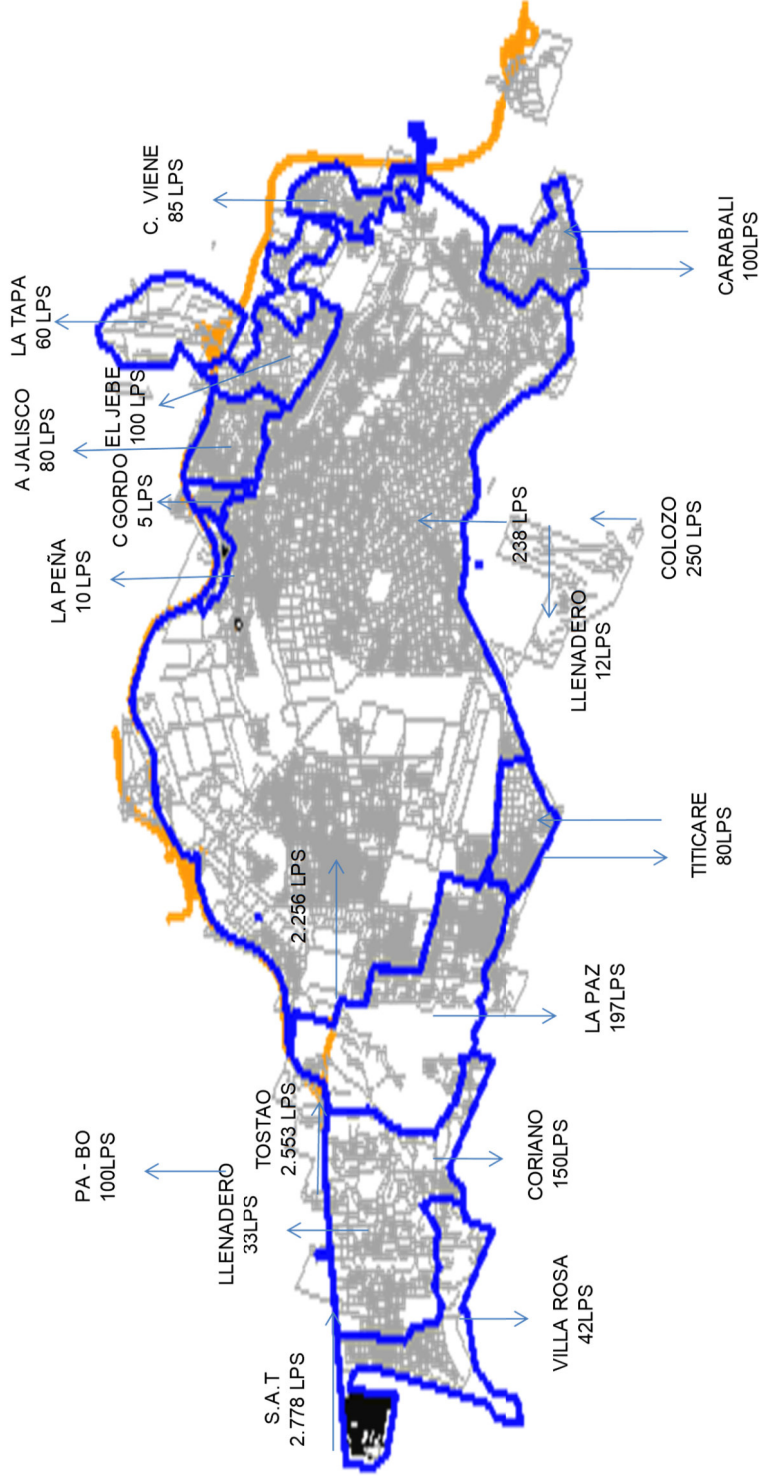
---

## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

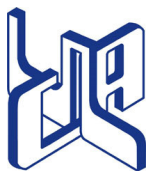
representa gráficamente los valores de caudal de cada sub sistema, y el aporte final a la zona de estudio.



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**



**FIGURA 4.17. CAUDALES DE ENTRADA AL SISTEMA DE BARQUISIMETO**



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### **Cálculos Típicos:**

Caudal en l/s entregado Total del sub sistema: Se obtiene del cuadro de balance de caudales, esto es

$$Q \text{ Oeste} = + 2.256 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ Sur} = + 238 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ Norte} = - 340 \text{ l/s}$$

---

$$2154 \text{ l/s}$$

Consumo en l/s obtenido en la micromedición:

$$\text{Consumo medido} = 803 \text{ l/s (57\% de los usuarios)}$$

$$\text{Consumo "estimado" en no medidos} = 580 \text{ l/s (43\% de los usuarios)}$$

$$\text{Otros consumos} = 15 \text{ l/s (*)}$$

---

$$1.399 \text{ l/s}$$

- Balance (Pérdidas) :  $2.154 - 1.399 = 755 \text{ l/s}$     **“PÉRDIDAS TOTALES”**



**Pérdidas aparentes:**

En ese sentido se ha definido un escenario optimista en donde se considera subregistro de los micro medidores y sobre registro de los contadores de los puntos de producción.

Según experiencia para el primero de ellos se tiene un porcentaje de error de 5% y en el segundo caso de un 2%. Haciendo los cálculos respectivos tenemos:

- Pérdidas aparentes: Sobre registros en Macro medición 2%  
Sub registros en Micro medición 5%
- Pérdidas aparentes:  $2.156 \times (2\%) = 43,12 \text{ l/s}$  (Sobre registro)  
 $1.399 \times (5\%) = 70,0 \text{ l/s}$  (Sub registro)

**Total Pérdidas aparentes = 113,12 l/s**

**Pérdidas reales:**

Pérdidas totales: 756 l/s

Pérdidas aparentes: 113,02 l/s

**Pérdidas Físicas= 755 – 113 = 642 l/s**

En este sentido y haciendo énfasis en la metodología propuesta por la International Water Association (IWA), la cual se mostró en el capítulo 3, tenemos:



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### Indicador de pérdidas (IFI – l / conexión / día):

Tomando como referencia el cuadro desarrollado por International Water Association (IWA), mostrado en el capítulo 2 y mostrado a continuación:

CUADRO 2.1. ILI – VERSUS LTS/CONEXIÓN/DIA.(BIS)

Technical Performance Category	ILI	Litres/connection/day (when the system is pressurised) at an average pressure of:					
		10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	
Developed Countries	A	1 - 2		< 50	< 75	< 100	< 125
	B	2 - 4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	> 8		> 200	> 300	> 400	> 500
Developing Countries	A	1 - 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

FUENTE: INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION (IWA).

En el cuadro anterior anterior se definen valores simplificados l/conexión/día. En la columna de la izquierda muestra el nivel de desempeño del sistema para países desarrollados y países en vías de desarrollo. Para evaluar el caso de estudio se debe transformar las pérdidas físicas de l/s a l/conexión/día.

**Pérdidas Físicas: 642 l/s**

**# Conexiones: 67.771**





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**Pérdidas Físicas:  $642 \text{ l/s} \times 86.400 / 67.771 = 819 \text{ l/Conex/día}$**

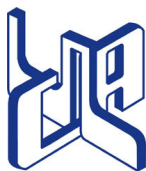
**Presión media de la red: Pmáxima 20 metros de columna de agua (m.c.a.)**

**Nivel de desempeño de la red: “D” ( $819 \gg 400$ )**

**Caudal de entrada al sistema: 2.156 l/s**

**Eficiencia en la red:  $100\% - (642 / 2.156) \times 100 = 70\%$**

- Para el caso de estudio, una eficiencia en la red de 70% (aparentemente aceptable según algunos estándares nacionales) es aceptable, sin embargo el indicador simplificado del ILI señala que el nivel de desempeño es inaceptable y que se amerita una intervención urgente en la red. Esto justifica ampliamente un plan de reducción de pérdidas en la red
- Por otro lado, no se están tomando en cuenta las pérdidas por toma ilegal y sobre consumo del sistema Alto Tocuyo, Pavia Bobare, Villa Rosa y el Manzano. Estas pérdidas están cuantificadas en un estimado de 300 l/s para un caudal mayor (en este caso se tomaría en cuenta toda la producción y no sólo el balance de la zona de estudio), de aproximadamente 4.000 l/s. No se consideran estas pérdidas ya que su tratamiento es muy diferente, ya que la mayoría son pérdidas en la conducción del sistema de producción. Evidentemente incorporarlos en el balance mejoraría sólo un poco la eficiencia de la red, alrededor del 72%. De igual manera siempre es recomendable considerar el volumen de pérdida, con un tratamiento especial tal como se indicó antes, ya que aumenta la disponibilidad de la oferta.



### Valores objetivos de las pérdidas:

De acuerdo al indicador de desempeño, una red con presiones de trabajo de 20 m.c.a, y en un país en vías de desarrollo, es aceptable, o por lo menos viable, que el sistema aumente su nivel de desempeño al nivel “C”. Esto se puede asumir como un resultado factible si se cumple desde ya un plan de recuperación de pérdidas físicas, pudiendo asumir que con algunas acciones se recupere el 70% del volumen perdido en un lapso corto de tiempo. A pesar de que el nivel “C” no es el deseado, ponerse como meta el nivel “B” es cuestionable, ya que precisamente las pequeñas pérdidas son las más difíciles de recuperar. En todo caso, es un buen inicio operar en el nivel “C” cuando hoy se está muy distante del nivel “D” inclusive.

Para un nivel de desempeño “C”, de acuerdo al cuadro 2.1 es permisible unas pérdidas de 200 a 400 l/conexión/día. Asumiremos la media de este rango, es decir, 300 l/conexión/día.

Pérdidas físicas permisibles: 300 l/conexión/día

**Pérdidas físicas permisibles:  $300 \times 67.771 / 86.400 = 235$  l/s.**

**Oportunidad =  $642 - 235 = 407$  l/s**

“Este valor representa una oportunidad de recuperación con la ejecución de un buen plan, en un lapso aproximado de cinco (5) años”.

**Eficiencia en la red objetivo:  $100\% - (235 + 113) \times 100 / 2.156 = 84\%$ .**

Por lo antes expuesto fue necesario plantear dos escenarios fundamentales en las simulaciones uno donde se aplica un plan de recuperación de pérdidas físicas al cual se llamó escenario intermedio y si no se aplicara llamado pesimista. En el escenario intermedio se plantea reducir las pérdidas en un lapso de 20 años a un nivel de desempeño B.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### IV.2. BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD:

A continuación se presenta el balance hídrico del sistema de abastecimiento de Barquisimeto considerando dos escenarios principales: con mejoras en los sistemas de producción o sin ellas presentado por la hidrológica en su estudio (2010) “Planificación Hidráulica de los sistema de Producción del Sistema de Barquisimeto.”, tomando en cuenta para ambos casos recuperar o no las pérdidas físicas en la red de distribución:

- Sin Mejoras en los sistemas de producción:

**TABLA 4.30.** BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO SIN MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS.

CASO	SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS						
	2011	2011	2016	2016	2021	2031	SATURACION
DEMANDA	MIN	MAX	MIN	MAX	MEDIA	MEDIA	MEDIA
GRAVEDAD	2,201	2,201	2,573	2,573	2,896	3,670	10,363
MATRIZ NORTE	250	381	279	428	477	565	1,601
LA PAZ	246	270	270	335	388	491	594
EL JEBE	110	110	93	93	105	133	114
LA SEGOVIANA	91	91	102	102	115	145	515
TOTAL	2,897	3,053	3,317	3,531	3,980	5,004	13,187
DISPONIBILIDAD SAT	2,672	2,658	2,545	2,571	2,495	2,495	2,495
DISPONIBILIDAD CAMPO DE POZOS MACUTO	292	292	292	292	292	292	292
TOTAL	2,964	2,950	2,837	2,863	2,787	2,787	2,787
BALANCE	67	-103	-480	-669	-1,193	-2,217	-10,400

FUENTE: PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LOS SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE BARQUISIMETO, HIDROLARA 2010



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.31. BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO SIN MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS.**

CASO	CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS						
	2011	2011	2016	2016	2021	2031	SATURACION
DEMANDA	MIN	MAX	MIN	MAX	MEDIA	MEDIA	MEDIA
GRAVEDAD	2,201	2,201	2,425	2,425	2,375	2,824	8,060
MATRIZ NORTE	250	381	279	428	477	565	1,601
LA PAZ	246	270	270	335	388	491	594
EL JEBE	110	110	93	93	105	133	114
LA SEGOVIANA	91	91	102	102	115	145	515
<b>TOTAL</b>	<b>2,897</b>	<b>3,053</b>	<b>3,168</b>	<b>3,383</b>	<b>3,460</b>	<b>4,159</b>	<b>10,884</b>
DISPONIBILIDAD SAT	2,672	2,658	2,545	2,571	2,495	2,495	2,495
DISPONIBILIDAD CAMPO DE POZOS MACUTO	292	292	292	292	292	292	292
<b>TOTAL</b>	<b>2,964</b>	<b>2,950</b>	<b>2,837</b>	<b>2,863</b>	<b>2,787</b>	<b>2,787</b>	<b>2,787</b>
<b>BALANCE</b>	<b>67</b>	<b>-103</b>	<b>-332</b>	<b>-520</b>	<b>-673</b>	<b>-1,372</b>	<b>-8,097</b>

FUENTE: PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE BARQUISIMETO, HIDROLARA 2010.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

- Con Mejoras en los sistemas de producción:

**CUADRO 4.32. BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO CON MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FÍSICAS.**

CASO	SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS						
	2011	2011	2016	2016	2021	2031	SATURACION
DEMANDA	MIN	MAX	MIN	MAX	MEDIA	MEDIA	MEDIA
GRAVEDAD	2,201	2,201	2,573	2,573	2,896	3,670	10,363
MATRIZ NORTE	250	381	279	428	477	565	1,601
LA PAZ	246	270	270	335	388	491	594
EL JEBE	110	110	93	93	105	133	114
LA SEGOVIANA	91	91	102	102	115	145	515
<b>TOTAL</b>	<b>2,897</b>	<b>3,053</b>	<b>3,317</b>	<b>3,531</b>	<b>3,980</b>	<b>5,004</b>	<b>13,187</b>
DISPONIBILIDAD SAT	3,387	3,372	3,260	3,285	3,210	3,210	3,210
DISPONIBILIDAD CAMPO DE POZOS MACUTO	292	292	292	292	292	292	292
<b>TOTAL</b>	<b>3,678</b>	<b>3,664</b>	<b>3,551</b>	<b>3,577</b>	<b>3,501</b>	<b>3,501</b>	<b>3,501</b>
<b>BALANCE</b>	<b>781</b>	<b>611</b>	<b>234</b>	<b>46</b>	<b>-479</b>	<b>-1,503</b>	<b>-9,686</b>

FUENTE: PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE BARQUISIMETO, HIDROLARA 2010



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.33. BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO CON MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS.**

CASO	CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS						
	2011	2011	2016	2016	2021	2031	SATURACION
DEMANDA	MIN	MAX	MIN	MAX	MEDIA	MEDIA	MEDIA
GRAVEDAD	2,201	2,201	2,425	2,425	2,375	2,824	8,060
MATRIZ NORTE	250	381	279	428	477	565	1,601
LA PAZ	246	270	270	335	388	491	594
EL JEBE	110	110	93	93	105	133	114
LA SEGOVIANA	91	91	102	102	115	145	515
<b>TOTAL DEMANDA</b>	<b>2,897</b>	<b>3,053</b>	<b>3,168</b>	<b>3,383</b>	<b>3,460</b>	<b>4,159</b>	<b>10,884</b>
DISPONIBILIDAD SAT	3,387	3,372	3,260	3,285	3,210	3,210	3,210
DISPONIBILIDAD CAMPO DE POZOS MACUTO	292	292	292	292	292	292	292
<b>TOTAL DISPONIBILIDAD</b>	<b>3,678</b>	<b>3,664</b>	<b>3,551</b>	<b>3,577</b>	<b>3,501</b>	<b>3,501</b>	<b>3,501</b>
<b>BALANCE</b>	<b>781</b>	<b>611</b>	<b>383</b>	<b>194</b>	<b>42</b>	<b>-657</b>	<b>-7,382</b>

FUENTE: PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LOS SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE BARQUISIMETO, HIDROLARA 2010

Observando los balances mostrados se nota a simple vista que el escenario sin mejoras en los sistemas de producción es muy desfavorable lo cual traería como consecuencia que para poder dar servicio a todos los usuarios del sistema de abastecimiento de Barquisimeto habría que bajar la dotación en el subsistema



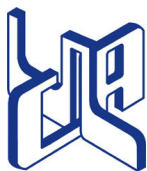
## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

gravedad a fin de poder tener caudal que entregar a las zonas del oeste (aguas arriba de los tanques de El Tostao) que están fuera de la red estudiada como son subsistema Villa Rosa, El Coreano, Llenadero, Pavia-Bobare, sin embargo se conoce que la hidrológica en estos momentos realiza algunas obras como “APROVECHAMIENTO DEL ACUÍFERO MACUTO – TITICARE PARA MEJORAS EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE BARQUISIMETO”, en el cual se plantea la perforación de una serie de pozos los cuales incorporarían más caudal al sistema, es por ello se descarta el escenario donde no se realizan mejoras en los sistemas de producción.

Como podemos apreciar en el cuadro 4.32 la disponibilidad de las fuentes actuales con la que cuenta la ciudad de Barquisimeto (S.A.T. y campo de pozos Macuto) es suficiente para cubrir los requerimientos hídricos de la población a una demanda mínima de por lo menos 100 l/hab/día hasta el año 2016, es por ello se procede a evaluar el funcionamiento de la red actual para el año 2011 y para el 2016, a partir de allí se necesita una nueva fuente, lo que se hace necesario la incorporación de caudal proveniente del Sistema Hidráulico Yacambú-Quíbor (SHYQ, C.A.) al sistema de Barquisimeto para equilibrar el balance.

Según datos oficiales se conoce del estudio realizado por A.F. Ingenieros Civiles en el año 2010 realizo para el SHYQ, C.A. el “análisis de alternativas para la incorporación del agua proveniente del SHYQ, C.A.”, del cual se pudo conocer que existen dos alternativas para el suministro del caudal y se mencionan a continuación:

1) Debido a que la calidad del agua del embalse Yacambú – Quíbor, se prevé sea mejor que la del embalse Dos Cerritos, se ha propuesto como una de las alternativas,



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

asumir la demanda total de Barquisimeto desde el primero, haciendo una especie de intercambio entre las fuentes. En la actualidad se recibe desde Dos Cerritos aproximadamente 3.000 l/s en la entrada de Barquisimeto (en El Rodeo específicamente), y se esperaba recibir del SHYQ, C.A. 3.000 l/s para sumar 6.000 l/s entre ambas. Con la idea de intercambiar fuentes, el SHYQ, C.A. asumirá el total de los 6.000 l/s, quedando el embalse Dos Cerritos sólo para el abastecimiento de Quíbor y Tocuyo, y el resto para el sistema de riego. Para poder obtener estos 6.000 l/s del embalse, sería necesario bombearla desde el embalse Yacambú hasta la futura Planta de Tratamiento así que a esta alternativa se le ha denominado la “Propuesta de Bombeo”.

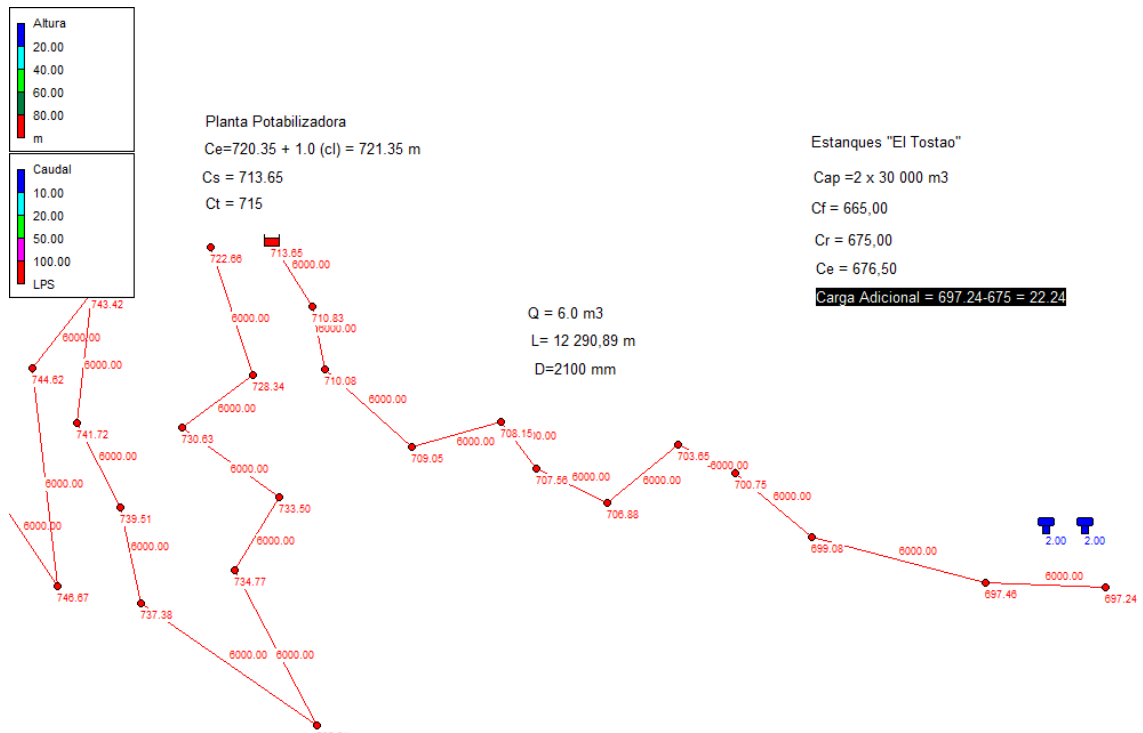
2) se considera el abastecimiento desde el SHYQ, C.A. del caudal definido en el proyecto inicial para consumo urbano estimado en 3.750 l/s, manteniendo vigente la actual fuente del sistema Dos Cerritos. Para enviar este último caudal a la Planta de Tratamiento no se requiere bombeo como en el anterior por lo que a esta opción la llamaron “Propuesta de Gravedad”.

Las dos alternativas fueron evaluadas simulando cada caudal en la aducción propuesta en el modelo elaborado de la aducción Planta – Estanques El Tostao. Las simulaciones fueron hechas para el mismo diseño en cuanto a longitud, cota de Planta y Estanques, diámetro y longitud de Tubería. La Planta de Tratamiento se ubicará en el “Cerro El Medio” en una cota de 713.65 msnm. Los Estanques se ubican con cota de rebose a 675 msnm. Para la primera alternativa ( $Q = 6.000$  l/s), la presión de llegada al Estanque superaba los 22 m, para la segunda ( $Q = 3.750$  l/s), la presión de llegada es mayor a 30 m. A continuación se muestran las figuras de los escenarios de simulación de las dos alternativas:





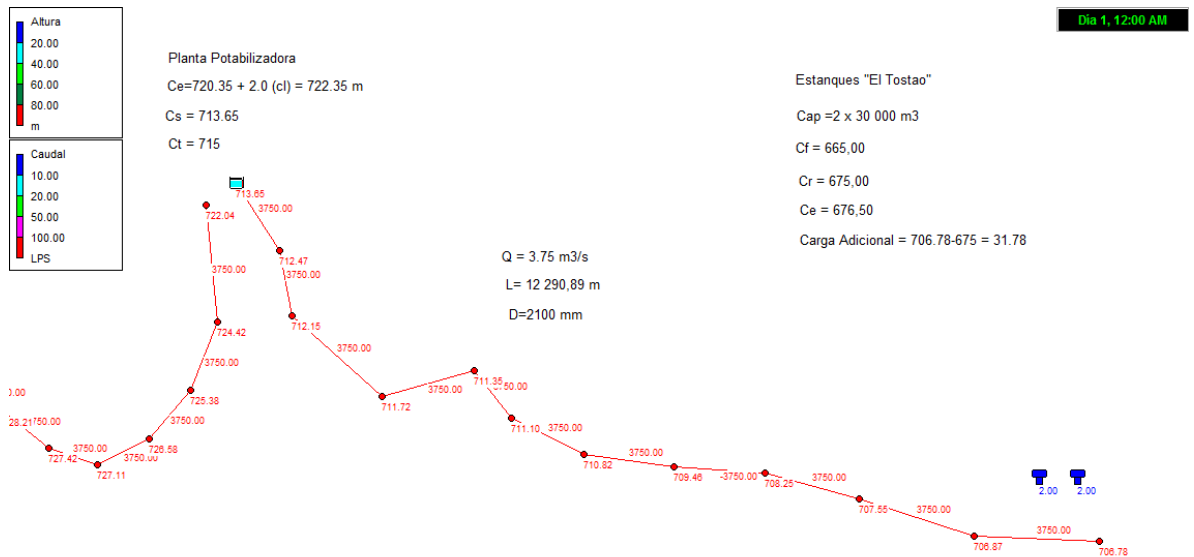
## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.18.** ESQUEMA HIDRÁULICO DEL MODELO PLANTA – ESTANQUES DEL SHYQ  
CA, ALTERNATIVA 1.  $Q = 6.000 \text{ l/s}$



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.19.** ESQUEMA HIDRÁULICO DEL MODELO PLANTA – ESTANQUES DEL SHYQ CA, ALTERNATIVA 2.  $Q = 3.750$  l/s

Para el caso de este trabajo como no se cuenta con un escenario definitivo en cuanto a caudales y presiones de llegada al sistema de distribución de Barquisimeto se tomó un escenario más desfavorable que consiste en  $Q_{SHYQ CA} = 3.000$  l/s con una presión de llegada de 20 metros en los estanques de El Tostao.

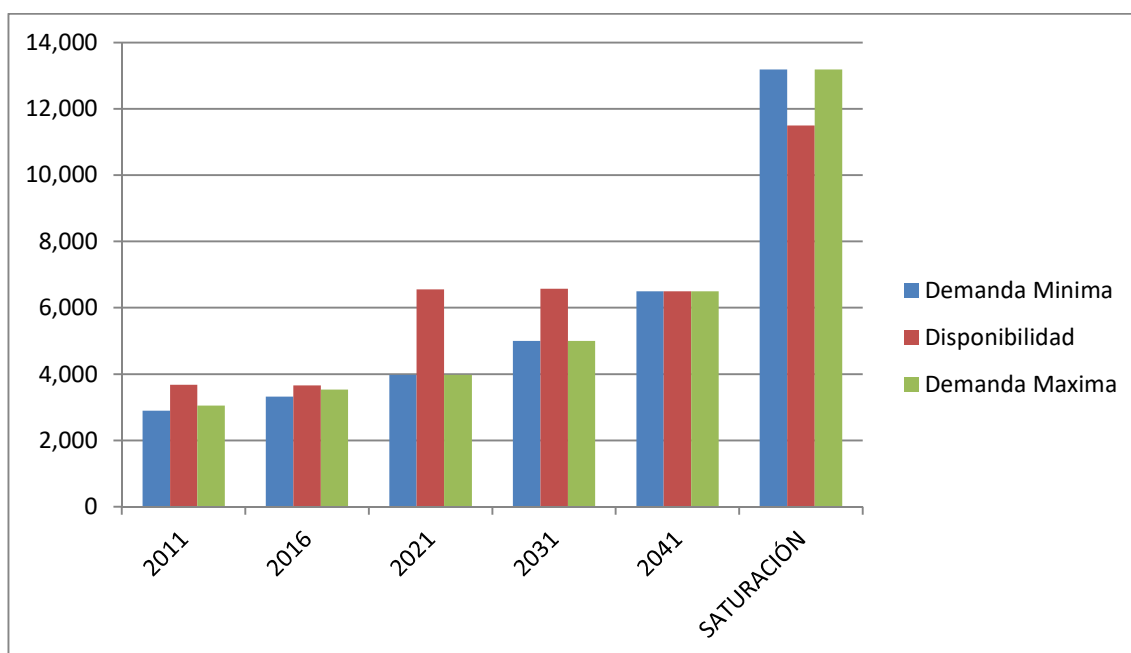
Del mismo modo la demanda hídrica para la población máxima (población de saturación) prevista en el Plan de Desarrollo Urbano Local del año 2003 (PDUL 2003) es mucho mayor a la disponibilidad que ofrecen el S.A.T, el Campo de Pozos del Bosque Macuto y el agua proveniente del embalse Yacambú (SHYQ, C.A.) por lo que es necesario incorporar otra fuente que garantice el recursos a toda la población, se prevé que el embalse Dos Bocas sea el responsable de cumplir estos requerimientos hídricos.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Si hacemos el valor de la demanda igual a la suma de las fuentes y buscamos en que año ocurre esta demanda obtenemos que en el 2041 la demanda se hace igual a la disponibilidad, lo que nos dice que a partir de 2041 debe incorporarse el sistema Dos Bocas al sistema de abastecimiento de Barquisimeto, si no se aplicara un plan de reducción de pérdidas físicas en la red de distribución, en contraparte tenemos que al aplicar un plan de pérdidas físicas en la red de distribución alargaría la utilización de las fuentes SAT y SHYQ CA, hasta por lo menos un par de años más. Se conoce que el caudal máximo que tiene destinado el M.P.P.P. Ambiente para Barquisimeto será 5.000 l/s

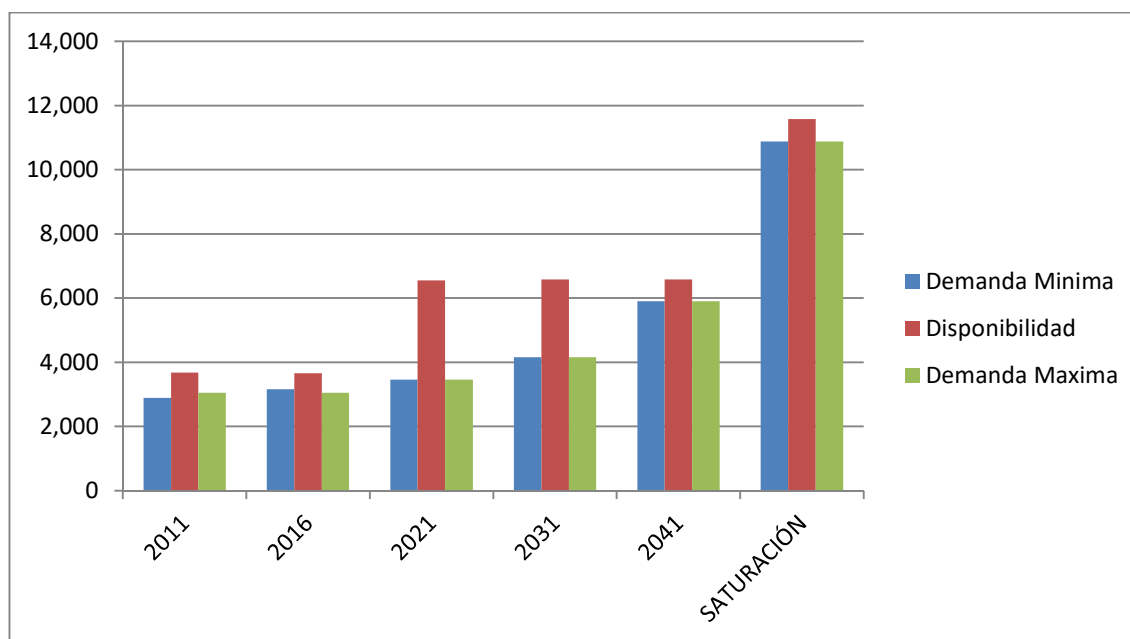
Lo antes expuesto se resume en el siguiente gráfico:



**GRAFICO 4.1.** BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD CON LA INCORPORACIÓN DE LAS FUTURAS FUENTES, ESCENARIO SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**GRAFICO 4.2.** BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD CON LA INCORPORACIÓN DE LAS FUTURAS FUENTES, ESCENARIO CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

En los gráficos mostrados se puede apreciar la relevancia que tienen las pérdidas físicas en la red de distribución, o lo que es lo mismo la aplicación de un plan de pérdidas físicas en el sistema de gravedad de la ciudad de Barquisimeto garantiza contar con la disponibilidad necesaria para satisfacer los requerimientos hídricos de la población en todo momento para los diferentes años de crecimiento, de no hacerlo no se contará con el gasto para cubrir la demanda máxima (población de saturación) contemplada en el PDUL 2003, lo que nos dice que habría que buscar una fuente adicional para poder hacerlo.

Se puede notar también que si se aplica el plan de reducción de pérdidas físicas, la disponibilidad es mayor en todo momento a la demanda lo que le agrega fiabilidad al sistema, dándole la posibilidad de cubrir la situaciones reales de desabastecimiento hídrico como son la disminución del caudal de extracción del SAT debido a la



disminución del volumen aprovechable del embalse causado por el gran contenido de sedimentos medidos en la última batimetría en él (según fuente oficial M.P.P.P. Ambiente, ver anexo 4.2) o cualquier otra circunstancia que se presente. Sin embargo, se realizará el análisis hidráulico a los escenarios con reducción de pérdidas físicas y sin ellas.

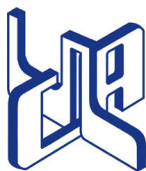
### **IV.3. MODELO HIDRAULICO:**

#### **IV.3.1 GENERACIÓN DE DATOS DE ENTRADA:**

Primeramente revisando en el catastro de tuberías de Hidrolara y corroborándolo con el histórico de los cuadros de nodos de reparaciones con los que se contaba en la hidrológica (desde 1997 hasta 2011) y discutiendo con el personal operativo de más experiencia, se depuró la información y se obtuvieron los diámetros, ubicación, longitud, tipo material y el año de servicio de las tuberías principales y secundarias, con ello se determinaron las características topológicas principales del modelo matemático nodos, líneas, etc. y las características físicas del sistema como rugosidades:

##### **IV.3.1.1. CÁLCULO DE RUGOSIDADES EN EL SISTEMA:**

Según Méndez 2007. “Durante el período de servicio de la tubería, el grado de alteración que experimenta su rugosidad inicial dependerá de la calidad de agua transportada y de la naturaleza de la superficie interior del conducto. Esa alteración puede reducir la capacidad hidráulica del elemento de conducción, bien sea por incremento del coeficiente de fricción, por disminución sensible del área neta de flujo o superposición de ambos efectos”.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Diversas investigaciones experimentales parecen indicar que la rugosidad aumenta linealmente con el tiempo, por causa de la corrosión o por crecimientos orgánicos y depósitos calcáreos provocados por acciones físicas, químicas y bacteriológicas de ciertos tipos de aguas. Según ese criterio, la rugosidad K se calcula por:

$$K = K_0 + \alpha T$$

$K_0$ : Rugosidad inicial (aproximadamente 0 para PVC, PEAD; 0.046 para el ACERO)

$\alpha$ : Coeficiente de proporcionalidad

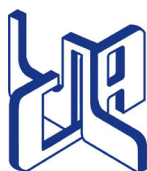
T: Tiempo de vida útil (20 años para este proyecto)

Para la estimación del coeficiente de proporcionalidad se utiliza el cuadro 2.1 en la cual se relaciona el coeficiente con la característica del agua.

**CUADRO 2.1** CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y SU RELACION CON  $\alpha$ .

GRUPO	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	VALORES DE $\alpha$ (mm/año)		
		MINIMO	MEDIO	MAXIMO
1	Aguas poco mineralizadas, no agresivas, poco contenido de minerales y de materia orgánica	0.005	0.025	0.055
2	Aguas poco mineralizadas pero corrosivas (PH reducido), de contenido de hierro y materia orgánica inferior a 3 mh/l	0.055	0.07	0.18
3	Agua muy corrosiva (PH muy bajo), con contenido de cloruros y sulfatos menores de 150 mg/l y hierro superior a 3 mh/l	0.18	0.2	0.4
4	Aguas corrosivas (PH reducido) con contenido de cloruros y sulfatos entre 500 y 700 mg/l y considerable materia orgánica	0.4	0.51	0.6
5	Aguas muy mineralizadas, de gran dureza, PH superior a 7, residuo sólido superior a 2000 mg/l	0.6	0.7	1

FUENTE: TUBERÍAS A PRESIÓN, MANUEL VICENTE MENDEZ 2007



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para el caso que nos ocupa, agua proveniente en su mayoría del Embalse Dos Cerritos o lo que es lo mismo del SAT, agua poco mineralizada con índice de langelier promedio de -3.12 (datos suministrados por el departamento de calidad de agua de la hidrológica), es decir, pertenece al Grupo No. 1.

El valor asumido fue de 0.025 mm/año

Luego el valor de  $K_{ACERO}$  actual fue de:

$$K = 0.046 + 0.025 \times 31 = 0.821 \text{ mm.}$$

A continuación se muestran los resultados obtenidos:

**CUADRO 4.34.** RUGOSIDADES EN LA TUBERÍAS PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO.

	$K_0$	0.025	2011	2016	2021	2031
MATERIAL	AÑOS EN SERVICIO	RUGOSIDAD INICIAL (mm)	RUGOSIDAD TOTAL (mm)	RUGOSIDAD TOTAL (mm)	RUGOSIDAD TOTAL (mm)	RUGOSIDAD TOTAL (mm)
ACERO	31	0,046	0,821	0,946	1,071	1,321
ASBESTO CEMENTO	31	0,028	0,803	0,928	1,053	1,303
SENTAB	41	0,3	1,325	1,45	1,575	1,825
POLICLORURO DE VINILO	21	0	0,525	0,65	0,775	1,025
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	11	0	0,275	0,4	0,525	0,775
HIERRO FUNDIDO	41	0,102	1,127	1,252	1,377	1,627

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se puede apreciar en la tabla anterior que las tuberías de hierro fundido, asbesto cemento, acero y concreto armado han alcanzado su vida útil y es necesario comenzar un plan de rehabilitación integral.

Por otro lado es bueno hacer notar que para el caso de tuberías plásticas (PVC, PEAD) no existe suficiente literatura que demuestre las incrustaciones de las mismas, y los fabricantes de estas tuberías venden sus como productos que no sufre incrustaciones, sin embargo dada la experiencia con la que cuenta la hidrológica se puede decir que las incrustaciones en tuberías plásticas son posibles, a continuación se presenta unas fotografías donde se puede evidenciar ese fenómeno.



**FIGURA 4.20.** TUBERÍA DE PVC CON INCRUSTACIONES, D = 75 mm. RED DE DISTRIBUCIÓN EL MANZANO, DIEZ AÑOS EN SERVICIO.





**FIGURA 4.21.** TUBERÍA DE PVC CON INCRUSTACIONES,  $D = 75$  mm. RED DE DISTRIBUCIÓN EL MANZANO, DIEZ AÑOS EN SERVICIO.



**FIGURA 4.22.** TUBERÍA DE PVC CON INCRUSTACIONES,  $D = 75$  mm. RED DE DISTRIBUCIÓN EL MANZANO, DIEZ AÑOS EN SERVICIO.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### IV.3.1.2. CÁLCULO DE DEMANDAS FUTURAS EN EL SISTEMA:

El cálculo de la demanda se realizó por separado debido a la disparidad que existe en el horario de servicio de cada subsector del sistema de gravedad (distritos de servicio), en el anexo 4.3 se muestra las tablas de los usuarios y su consumo, a continuación se presenta el cuadro resumen de la demanda por subsectores de servicio dentro de la macrored de gravedad, para las situaciones con reducción de pérdidas físicas (escenario intermedio) y sin pérdidas físicas (escenario pesimista).

**CUADRO 4.35. DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, SIN RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS.**

SUB-SISTEMA	ESCENARIO PESIMISTA				
	DEMANDA (l/s) CON PERDIDAS REALES 819 l / conexión / día				
	AÑO 2011	AÑO 2016	AÑO 2021	AÑO 2031	MAXIMA SEGÚN PDUL
<i>CASCO CENTRAL - ESTE</i>	1.057,24	1.298,54	1.462,49	1.853,59	7.018,37
<i>OESTE 1</i>	310,56	350,34	394,13	499,44	908,43
<i>OESTE 2</i>	21,70	24,60	27,76	35,24	45,24
<i>OESTE 3</i>	85,81	89,41	100,26	126,65	274,03
<i>NORTE</i>	124,18	140,01	157,42	199,48	545,27
<i>NORTE 2</i>	55,37	64,51	72,62	<b>92,10</b>	<b>85,99</b>
<i>NORTE 6</i>	381,88	413,23	464,78	588,94	710,92
<i>PERDIDAS APARENTES</i>	164,66	192,46	216,62	274,50	775,15
<b>TOTAL</b>	<b>2.201,39</b>	<b>2.573,10</b>	<b>2.896,09</b>	<b>3.669,96</b>	<b>10.363,41</b>

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.36.** DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS.

SUB-SISTEMA	ESCENARIO INTERMEDIO				
	DEMANDA (l/s) CON PLAN DE RECUPERACIÓN DE PERDIDAS				
	AÑO 2011	AÑO 2016	AÑO 2021	AÑO 2031	MAXIMA SEGÚN PDUL
<i>CASCO CENTRAL - ESTE</i>	1.057,24	1.228,02	1.195,26	1.451,66	5.570,20
<i>OESTE 1</i>	310,56	327,62	302,47	369,96	664,81
<i>OESTE 2</i>	21,70	22,84	20,36	25,21	32,48
<i>OESTE 3</i>	85,81	83,65	86,29	93,87	188,63
<i>NORTE</i>	124,18	131,95	130,03	153,57	413,82
<i>NORTE 2</i>	55,37	60,54	63,19	<b>69,46</b>	<b>63,48</b>
<i>NORTE 6</i>	381,88	388,74	400,04	449,35	523,86
<i>PERDIDAS APARENTES</i>	164,66	181,36	177,67	211,25	602,88
<b>TOTAL</b>	<b>2.201,39</b>	<b>2.424,74</b>	<b>2.375,31</b>	<b>2.824,33</b>	<b>8.060,16</b>

FUENTE: PROPIA

Para el caso de los sectores que se encuentran fuera del sistema de gravedad y con el fin de definir las dotaciones que se utilizarán en el modelo hidráulico se analizaron las dotaciones obtenidas para cada subsector y se extrajo lo siguiente:



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.37. DOTACIÓN SUBSISTEMA Y SU INCIDENCIA.**

SUB SISTEMA	USUARIOS	CAUDAL MEDIO (l/s)	DOTACIÓN ACTUAL (l/hab/día)	INCIDENCIA
LLENADERO	31.973	8,52	23	<b>18,82%</b>
TROMPILLO	12.995	3,7	25	
CERRO GORDO	7.289	4,3	51	
LA TAPA	109.029	82,00	65	
LA PEÑA	9.746	10	89	<b>8,77%</b>
CENTRO - SUR	33.999	40,00	102	
VILLA ROSA	31.353	41,61	115	
GRAVEDAD OESTE ALTA	11.140	15,68	122	<b>28,08%</b>
LA PAZ	106.298	211	172	
EL JEBE	49.892	100	173	
TITICARE	35.970	80	192	
CRISTO VIENE	37.277	83,50	194	
CORIANO	64.235	150	202	<b>44,33%</b>
GRAVEDAD OESTE	59.430	138,10	218	
CENTRO - ESTE	135.996	350,00	222	
ALTOS DE JALISCO	28.754	77,11	232	
GRAVEDAD NORTE	91.395	258,00	244	

FUENTE: PROPIA

Del cuadro anterior se observa que existe una gran variedad de dotaciones dentro de los diferentes subsectores, pero se pueden agrupar en



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

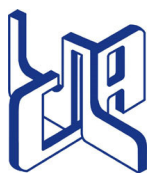
cuatro niveles de servicio los cuales denominamos: Nivel A, son los usuarios que tienen dotación ente 200 y 250 l/hab/día, Nivel B, los que presentan una dotación entre 200 y 120 l/hab/día, Nivel C, tienen dotación entre 120 y 100 l/hab/día, y por ultimo el Nivel D, que son los usuarios que tiene dotación menor a 100 l/hab/día.

Del mismo modo se tiene que solo el 44% de los usuarios cuentan con un servicio mayor a 200 l/hab/día (Nivel A), y que existe casi un 20% de los usuarios que no reciben ni siquiera la dotación mínima sanitaria (100 l/hab/día) establecida por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S 2003). El cuadro a continuación muestra dicha información:

**CUADRO 4.38. RESUMEN DE LOS REQUISITOS DEL NIVEL DEL SERVICIO DE AGUA PARA PROMOVER LA SALUD.**

Nivel del servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/r/d)	Más de 1.000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – no se puede garantizar Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 l/r/d)	Entre 100 y 1.000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/r/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo – asegurado Higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 l/r/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

**FUENTE:** LA CANTIDAD DE AGUA DOMICILIARIA, EL NIVEL DEL SERVICIO Y LA SALUD, OMS, GINEBRA, 2003



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Por lo tanto se tomará como dotación mínima la establecida por la O.M.S. (2003) en su informe “LA CANTIDAD DE AGUA DOMICILIARIA, EL NIVEL DEL SERVICIO Y LA SALUD, OMS, GINEBRA, 2003” el cual la establece en 100 l/hab/día.

Para el caso de la dotación máxima debería tomarse como lo establece la norma venezolana 250 l/hab/día, sin embargo dada la complejidad de la situación y todos los aspectos sociales, económicos, hidráulicos, etc. que implica esta situación se hace imposible por lo menos en un horizonte de diez (10) años, a demás que los usuarios que tienen un servicio continuo (Subsector Centro-Este) consumen alrededor de 220 l/hab/día, se tomara como dotación máxima un promedio entre dos sectores los cuales presentan el mismo tipo de servicio y las características socioeconómicas de sus habitantes son muy similares, estos sectores son los del Subsistema La Paz (Nivel de Servicio B) y Subsistema El Coreano (Nivel de Servicio A), resultando:

$$\text{Dot}_{\text{La Paz}} = 172 \text{ l/hab/día}$$

$$\text{Dot}_{\text{Coreano}} = 202 \text{ l/hab/día}$$

$$\text{Dot}_{\text{promedio}} = 187 \text{ l/hab/día}$$

Dado que aumentar la dotación a los subsistemas finales representa un problema muy complejo que implica aumentar la dotación de los subsectores por donde transita el gasto que va hasta los subsectores que se encuentran en la cola del sistema, se realiza un ajuste en la dotación en esta dotación máxima, por lo que se propone un valor máximo de dotación de 180 l/hab/día.



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.39. DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FÍSICAS.**

SUB SISTEMA MATRIZ NORTE	Nº USUARIOS ACTUALES	2011		2016		2021	2031	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 U/hab/día	DEMANDA (l/s) POBLACIÓN DE SATURACIÓN SEGÚN PDUL 2003
		DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 U/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 U/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 U/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 U/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 U/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 U/hab/día		
CUJI	12.405	75,81	115,35	85,40	132,20	148,85	188,68		
SECTORES TAMACA	2.880	15,00	27,00	16,89	30,40	34,23	43,39		
LA PEÑA	1.208	6,29	11,33	7,08	12,75	14,35	18,19		
CERRO GORDO	934	4,86	8,75	5,47	9,85	11,09	14,06		
TROMPILLO	2.880	15,00	27,00	16,89	30,40	34,23	43,39		
ZONA INDUSTRIAL	408	69,52	125,14	76,01	136,82	149,58	149,58		
ALTO JALISCO	4.215	39,14	42,95	44,08	48,36	54,45	69,02		
<b>SUB TOTAL</b>	<b>24.930</b>	<b>225,63</b>	<b>357,52</b>	<b>251,82</b>	<b>400,78</b>	<b>446,77</b>	<b>526,31</b>	<b>1.425,21</b>	
PERDIDAS (L/C/D)	100	23,98	23,98	26,99	26,99	30,39	38,53	175,95	
<b>TOTAL</b>		<b>249,60</b>	<b>381,50</b>	<b>278,81</b>	<b>427,77</b>	<b>477,16</b>	<b>564,84</b>	<b>1.601,17</b>	

FUENTE: PROPIA



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.40. DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS.**

SECTORES	SUB SISTEMA LA PAZ	2011		2016		2021	2031
		DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día
LA PAZ1	5501	46,80	46,80	51,36	56,38	65,36	82,86
LA PAZ1	4145	43,17	43,17	47,20	47,20	54,73	69,38
LA PAZ1	9212	59,84	59,84	65,56	94,41	109,47	138,77
LOS ANGELES	769	4,00	7,20	4,38	7,88	9,13	11,58
LA PAZ 2	1049	7,23	7,23	7,94	10,74	12,46	15,79
LA PAZ 3	603	4,29	4,29	4,70	6,17	7,16	9,07
LA PAZ 3	618	4,95	4,95	5,41	6,33	7,34	9,30
LA PAZ 4	667	6,94	6,94	7,59	7,59	8,80	11,15
LA PAZ 4	282	2,93	2,93	3,20	3,20	3,71	4,71
LA PAZ 4	461	4,80	4,80	5,25	5,25	6,09	7,72
LA PAZ 4	158	1,64	1,64	1,80	1,80	2,08	2,64
LA PAZ CISTERNA	5003	26,06	46,90	28,49	51,28	59,45	75,37
<b>SUB TOTAL</b>	<b>28468</b>	<b>212,63</b>	<b>236,68</b>	<b>232,88</b>	<b>298,22</b>	<b>345,77</b>	<b>438,32</b>
PERDIDAS (L/C/D)	100	32,95	32,95	37,10	37,10	41,77	52,95
<b>TOTAL</b>		<b>245,58</b>	<b>269,63</b>	<b>269,98</b>	<b>335,32</b>	<b>387,54</b>	<b>491,26</b>
							<b>522,41</b>
							71,35
							<b>593,75</b>

FUENTE: PROPIA





**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.41. DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS.**

SECTORES	SUB SISTEMA VILLA ROSA		2011		2016		2021	2031	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día
	Nº USUARIOS ACTUALES	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día				
VILLA ROSA	1619	8.43	15.17	9.49	17.09	19.24	24.39			
VILLA ROSA	2059	13.57	13.57	15.33	21.73	24.46	31.01			
VILLA ROSA	1065	11.08	11.08	12.48	12.48	14.05	17.81			
VILLA ROSA	450	2.34	4.21	2.64	4.74	5.34	6.77			
VILLA ROSA	332	1.73	3.11	1.94	3.50	3.94	5.00			
VILLA ROSA	237	1.96	1.96	2.22	2.50	2.81	3.57			
TOMAS VIA	100	1.04	1.04	1.17	1.17	1.31	1.67			
VILLA ROSA CISTERNA	596	3.10	5.58	3.49	6.28	7.07	8.97			
<b>SUB TOTAL</b>	<b>6458</b>	<b>43.25</b>	<b>55.73</b>	<b>48.76</b>	<b>69.49</b>	<b>78.24</b>	<b>99.17</b>			<b>252.50</b>
PERDIDAS (L/C/D)	100	7.47	7.47	8.42	8.42	9.48	12.01			28.06
<b>TOTAL</b>		<b>50.73</b>	<b>63.21</b>	<b>57.18</b>	<b>77.91</b>	<b>87.71</b>	<b>111.18</b>			<b>280.55</b>

FUENTE: PROPIA



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.42.** DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FÍSICAS.

SUB SISTEMA EL COREANO		2011		2016		2021	2031	DEMANDA (l/s) POBLACIÓN DE SATURACIÓN SEGÚN PDUL 2003
		DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 100 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 180 l/hab/día	
	Nº USUARIOS ACTUALES							
COREANO	10573	150,00	150,00	136,40	136,40	153,57	194,67	
COREANO CISTERNA	486	2,53	4,55	2,85	5,12	5,77	7,31	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>11059</b>	<b>152,53</b>	<b>154,55</b>	<b>139,24</b>	<b>141,52</b>	<b>159,34</b>	<b>201,98</b>	<b>426,77</b>
PERDIDAS (L/C/D)	100	12,80	12,80	14,41	14,41	16,23	20,57	40,95
<b>TOTAL</b>		<b>165,33</b>	<b>167,35</b>	<b>153,65</b>	<b>155,93</b>	<b>175,56</b>	<b>222,55</b>	<b>467,72</b>

FUENTE: PROPIA



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS**

**CUADRO 4.43. DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN POR BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FÍSICAS.**

<b>SUB SISTEMA CRISTO VIENE</b>	<b>Nº</b>	<b>2011</b>		<b>2016</b>		<b>2021</b>		<b>2031</b>		<b>DEMANDA (l/s) POBLACIÓN DE SATURACIÓN SEGÚN PDUL 2003</b>
		<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 U/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 U/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 U/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 U/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 U/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 U/hab/día</b>			
LA SEGOVIANA	7177	82,24		92,59		104,25		132,15		
<b>SUB TOTAL</b>	<b>7177</b>	<b>82,24</b>		<b>92,59</b>		<b>104,25</b>		<b>132,15</b>		<b>467,75</b>
<i>PERDIDAS (L/C/D)</i>	100	8,31		9,35		10,53		13,35		47,25
<b>TOTAL</b>		<b>90,54</b>		<b>101,94</b>		<b>114,78</b>		<b>145,50</b>		<b>515,00</b>

FUENTE: PROPIA



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.44. DEMANDAS POR SUBSECTOR PARA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO PARA LOS DIFERENTES AÑOS DE SERVICIO, CON RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS.**

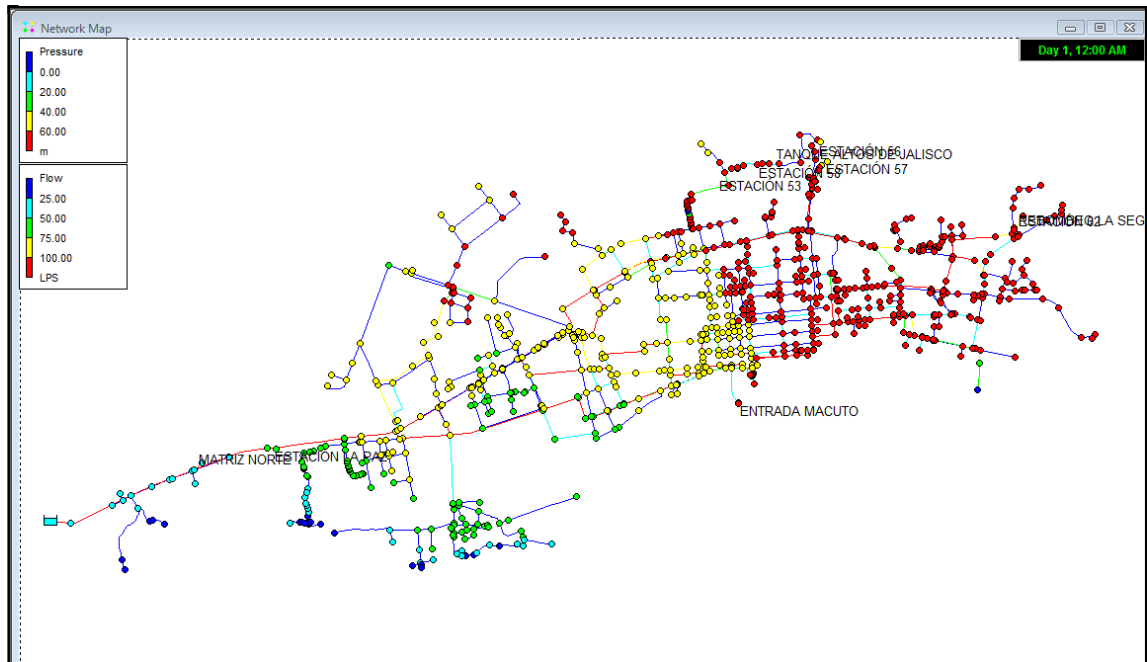
<b>SUB SISTEMA EL JEBE</b>		<b>2011</b>	<b>2016</b>	<b>2021</b>	<b>2031</b>	<b>DEMANDA (l/s) POBLACIÓN DE SATURACIÓN SEGÚN PDUL 2003</b>
<b>SECTORES</b>	<b>Nº USUARIOS ACTUALES</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION ACTUAL DE 300 l/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 l/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 l/hab/día</b>	<b>DEMANDA (l/s) PARA DOTACION DE 220 l/hab/día</b>	
EL JEBE	6549	102,33	84,49	95,13	120,59	
<b>SUB TOTAL</b>	<b>6549</b>	<b>102,33</b>	<b>84,49</b>	<b>95,13</b>	<b>120,59</b>	<b>103,24</b>
<b>PERDIDAS (L/C/D)</b>	100	7,58	8,53	9,61	12,18	10,43
<b>TOTAL</b>		<b>109,91</b>	<b>93,02</b>	<b>104,73</b>	<b>132,77</b>	<b>113,67</b>

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

La topología del macro modelo matemático adoptado se muestra a continuación:



**FIGURA 4.23** MODELO MATEMATICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO.

### IV.3.1.3. CONSIDERACIONES EN EL MODELO:

Con el fin de disminuir el número de archivos para las simulaciones en el modelo se realizaron dos archivos uno para el escenario con recuperación de pérdidas físicas en la red y otro sin ellas, en dichos archivos se realizó en período extendido, con la salvedad de que cada hora simulada correspondía a un año de simulación, dicho de otras manera cada hora representa lo siguiente:



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.45.** CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS EN EL MODELO DE EPANET.

CASO	CON RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS					
HORA EN EPANET	01:00:00	02:00:00	03:00:00	04:00:00	05:00:00	06:00:00
FECHA	2011		2016		2021	2031
ESCENARIO	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 100 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 100 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>

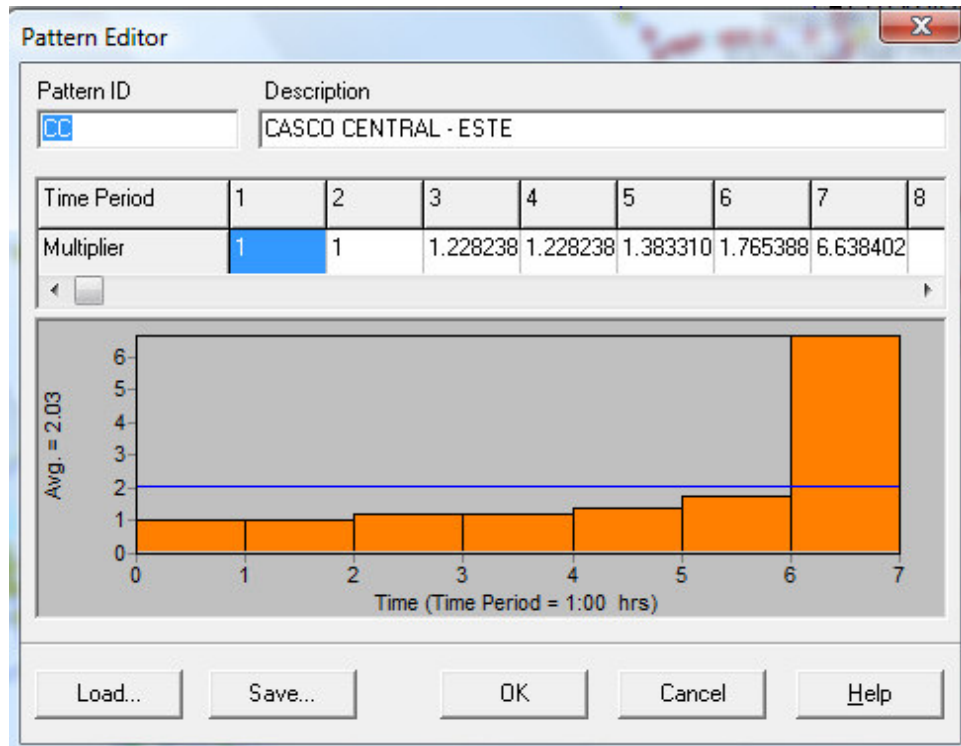
FUENTE: PROPIA

**CUADRO 4.46.** CONSIDERACIONES ESTABLECIDAS EN EL MODELO DE EPANET.

CASO	SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS					
HORA EN EPANET	01:00:00	02:00:00	03:00:00	04:00:00	05:00:00	06:00:00
FECHA	2011		2016		2021	2031
ESCENARIO	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 100 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 100 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>	<i>DEMANDA PARA DOTACION DE 180 l/hab/día</i>

FUENTE: PROPIA

Para lograr esto se utilizaron patrones de demanda que permiten simular los caudales en los diferentes escenarios, a continuación se muestra el patrón de subsistema Casco Central – Este. (Se muestra en el anexo 4.4 - patrones de demanda)



**FIGURA 4.24.** PATRON DE DEMANDA PARA SUBSECTOR CASCO CENTRAL, ESCENARIO SIN RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

En el modelo se agrupó con etiquetas los diferentes nodos dependiendo del distrito de servicio donde se encuentre:

CC : Casco Central – Este, O1 : Oeste 1, O2 : Oeste 2,  
O3 : Oeste 3

N : Norte, N2 : Norte 2, N6 : Norte 6, MN : Matriz Norte,  
LAPAZ : La Paz, JEBE : El Jebe, SEG : La Segoviana,  
MACUTO : Macuto

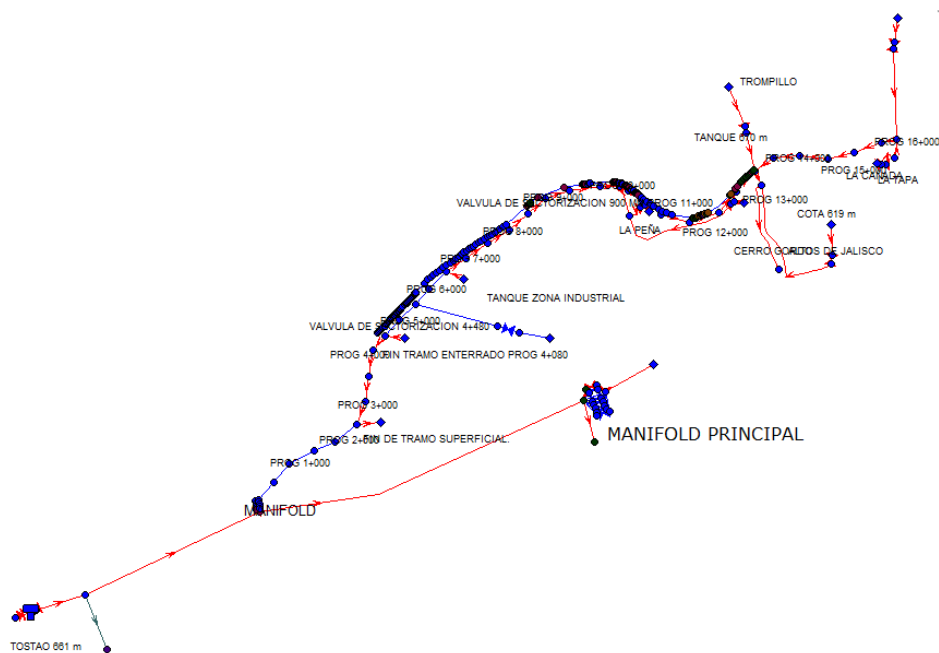


## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

De forma análoga se hizo con las etiquetas de las tuberías y con los patrones creados, los cuales se muestran en el anexo 4.4.

### IV.3.1.4. VERIFICACIÓN DE LOS DATOS CARGADOS AL MODELO (PSEUDO CALIBRACIÓN):

Con el fin de darle validez a los datos incorporados al modelo tales como: longitud, diámetro, rugosidad, etc. Se cargaron los datos medidos durante la prueba de llenado a la Matriz Norte y se pudo observar lo siguiente:



**FIGURA 4.25.** MODELO MATRIZ NORTE Y ALIMENTADOR PRINCIPAL DE BARQUISIMETO.





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Esta prueba tuvo una duración de tres (3) horas y media aproximadamente y en ella se tomaron niveles en el tanque y presiones en dos nodos y los resultados muestran que los valores observados y simulados son muy parecidos lo que permite corroborar los datos cargados al modelo. Los valores verdes son los datos medidos y los gráficos en rojo son los simulados.

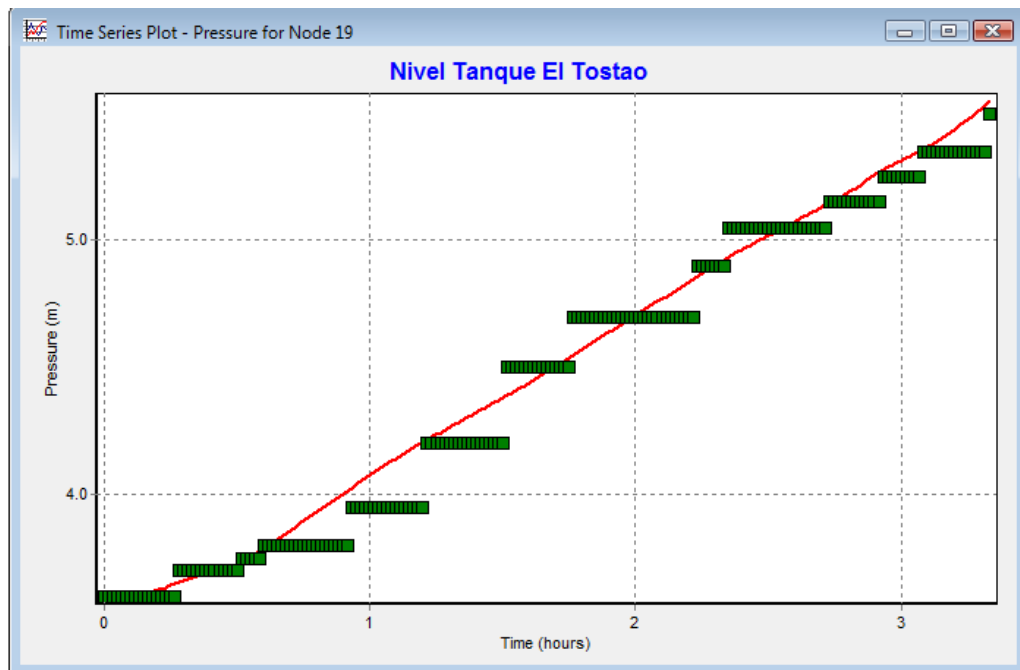


FIGURA 4.26. NIVEL DE TANQUE EL TOSTAO, VALORES OBSERVADOS Y SIMULADOS.

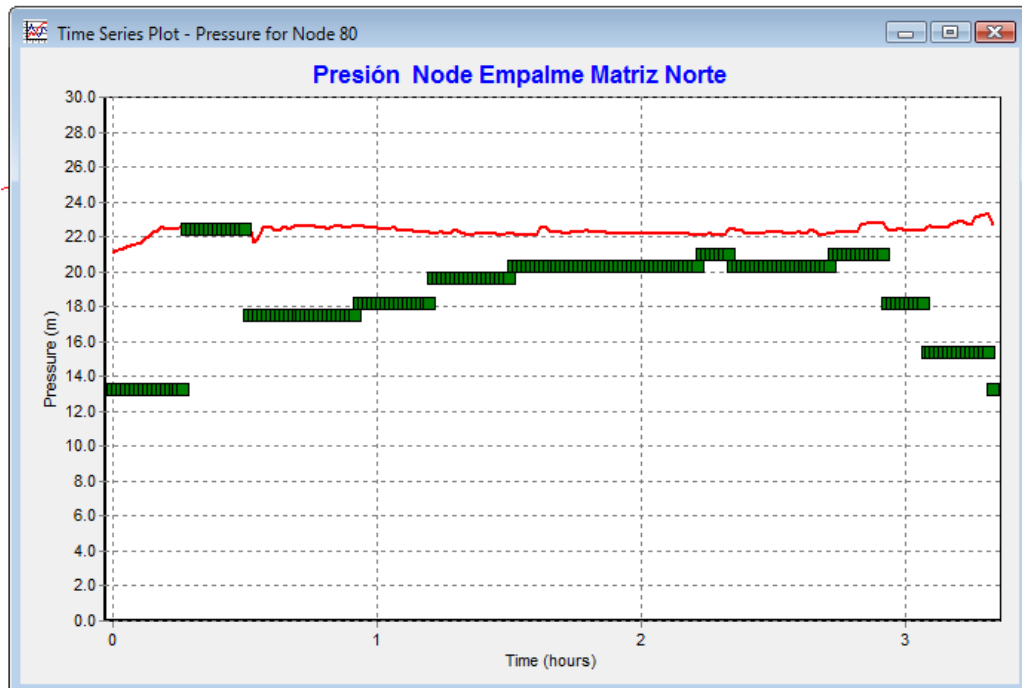


FIGURA 4.27. PRESIÓN NODO DE EMPALME MATRIZ NORTE, VALORES OBSERVADOS Y SIMULADOS.

#### IV.3.2. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS:

##### IV.3.2.1. ESCENARIOS 2011:

A continuación se procede a evaluar el funcionamiento del sistema actual para las demandas que se presentan en el 2011, tomando como demanda mínima a) 100 l/hab/día y b) 180 l/hab/día, es decir que no si existe un distrito de servicio con dotación promedio menor a 100 o 180 l/hab/día será ajustado a la dotación mínima según sea el caso. Ambos casos se harán tomando en cuenta la aplicación de un plan de reducción de pérdidas físicas o no, y para cada caso establecido en la “NORMAS SANITARIAS PARA



**EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REFORMA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA DESARROLLOS URBANISTICOS”.** En síntesis los escenarios planteados para 2011 son:

Caso: Caudal Máximo Horario (250%Qm)

1. Demanda Mínima 100 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
2. Demanda Mínima 180 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
3. Demanda Mínima 100 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.
4. Demanda Mínima 180 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.

Caso: Caudal de Incendios (180%Qm + I)

1. Demanda Mínima 100 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
2. Demanda Mínima 180 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
3. Demanda Mínima 100 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.
4. Demanda Mínima 180 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.

IV.3.2.1.1 ESCENARIOS 2011, CON Y SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS:



---

## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para este caso los dos escenarios que se plantean (con recuperación de pérdidas y sin recuperación de pérdidas) coincide la demanda de los tres grandes subsistemas que contemplan la red de distribución de gravedad (Oeste Gravedad, Norte Gravedad y Centro – Este), así se puede notar en los cuadros 4.35 y 4.36 mostrados anteriormente, sin embargo los subsectores El Jebe y La Paz, los cuales dependen del sistema a gravedad, sí se les debe considerar los escenarios de dotación actual y dotación máxima.

En términos generales para el escenario mas favorable de demanda actual la red de distribución no tiene la capacidad hidráulica de transportar las condiciones de caudal máximo horario, solo presenta valores positivos de presión cuando se analiza el caudal de incendio, en el anexo 4.5 se muestran los resultados de las corridas, a continuación se muestran esquemáticamente los resultados obtenidos:



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

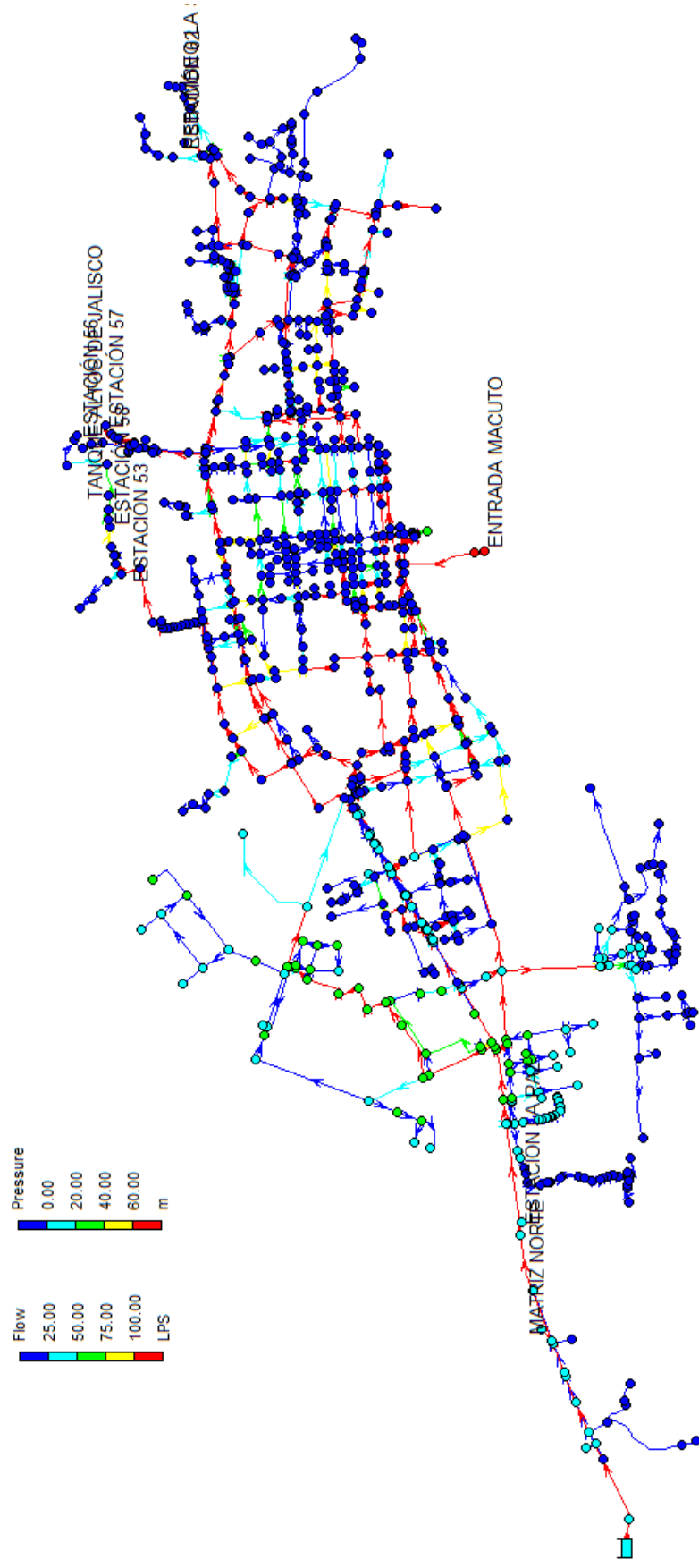


FIGURA 4.28. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA ACTUAL, CASO: CAUDAL MAXIMO HORARIO



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

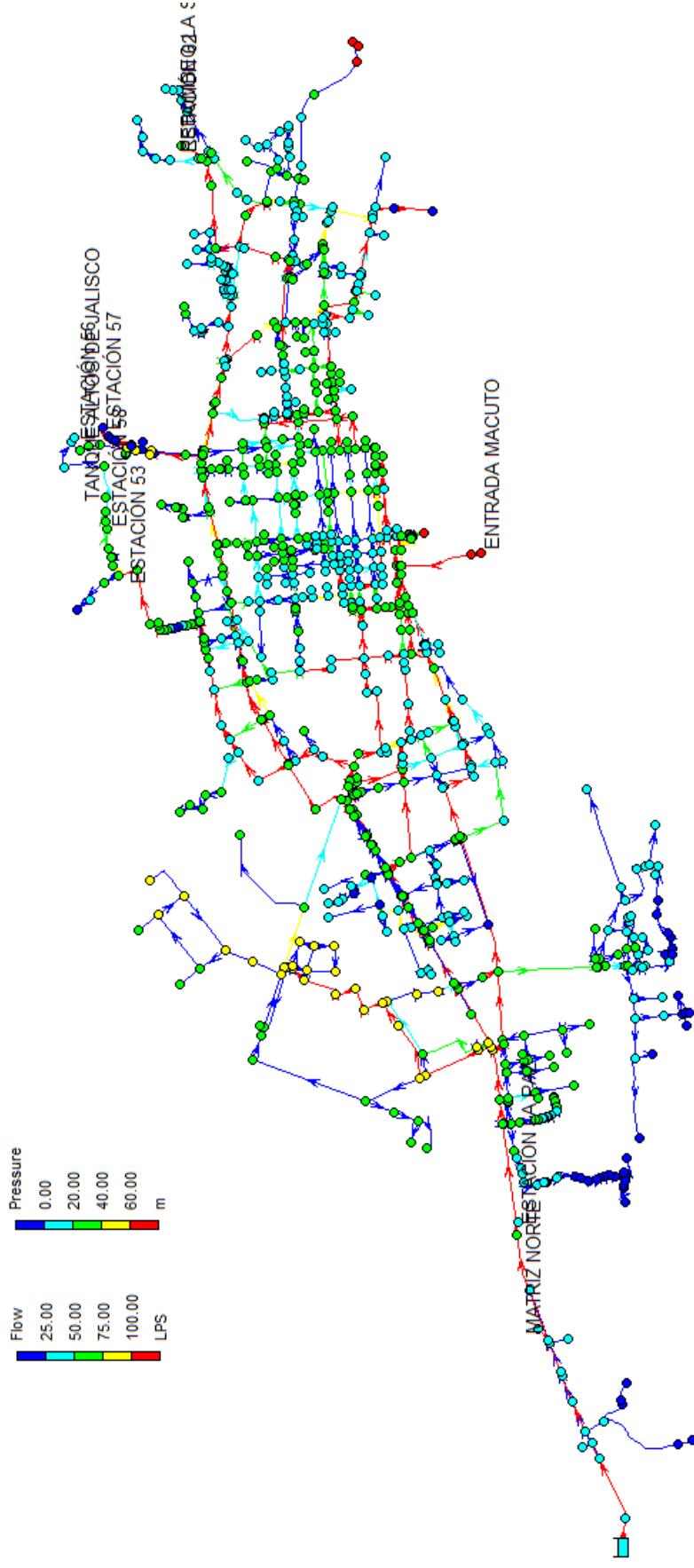


FIGURA 4.29. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA ACTUAL, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808)



Se pudo notar en las figuras anteriores que la red de distribución de la ciudad de Barquisimeto no tiene capacidad hidráulica para transportar las demandas actuales que requiere el sistema, por lo que no fue necesario simular el escenario de demanda máxima, en conclusión se necesita un aumento inmediato en la red de distribución de la ciudad a fin de poder prestar un servicio adecuado.

#### IV.3.2.2. ESCENARIOS 2016:

Debido a que la distribución de la ciudad no cuenta con la capacidad hidráulica necesaria para cumplir los requerimientos demandados en el año 2011, se puede aseverar que a menos de que se apliquen mejoras en el sistema de distribución la misma seguirá sin tener capacidad hidráulica ya que las demandas en el año 2016 son mayores. Sin embargo a continuación se muestra como funciona la red de distribución si no se mejora:

Al igual que el escenario anterior se tiene los siguientes escenarios:

Caso: Caudal Máximo Horario (250%Qm)

5. Demanda Mínima 100 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
6. Demanda Mínima 180 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
7. Demanda Mínima 100 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.
8. Demanda Mínima 180 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.



Caso: Caudal de Incendios ( $180\%Q_m + I$ )

5. Demanda Mínima 100 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
6. Demanda Mínima 180 l/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
7. Demanda Mínima 100 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.
8. Demanda Mínima 180 l/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.

#### IV.3.2.2.1 ESCENARIOS 2016, SIN RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS:

Tanto para el escenario con dotación mínima de 100 l/hab/día como para el de 180 l/hab/día la red sigue sin tener capacidad hidráulica para cumplir los requerimientos hídricos solicitados en los casos de caudal máximo horario e incendio, en las siguientes figuras se muestra de manera esquemática el funcionamiento de la misma ante estas situaciones:



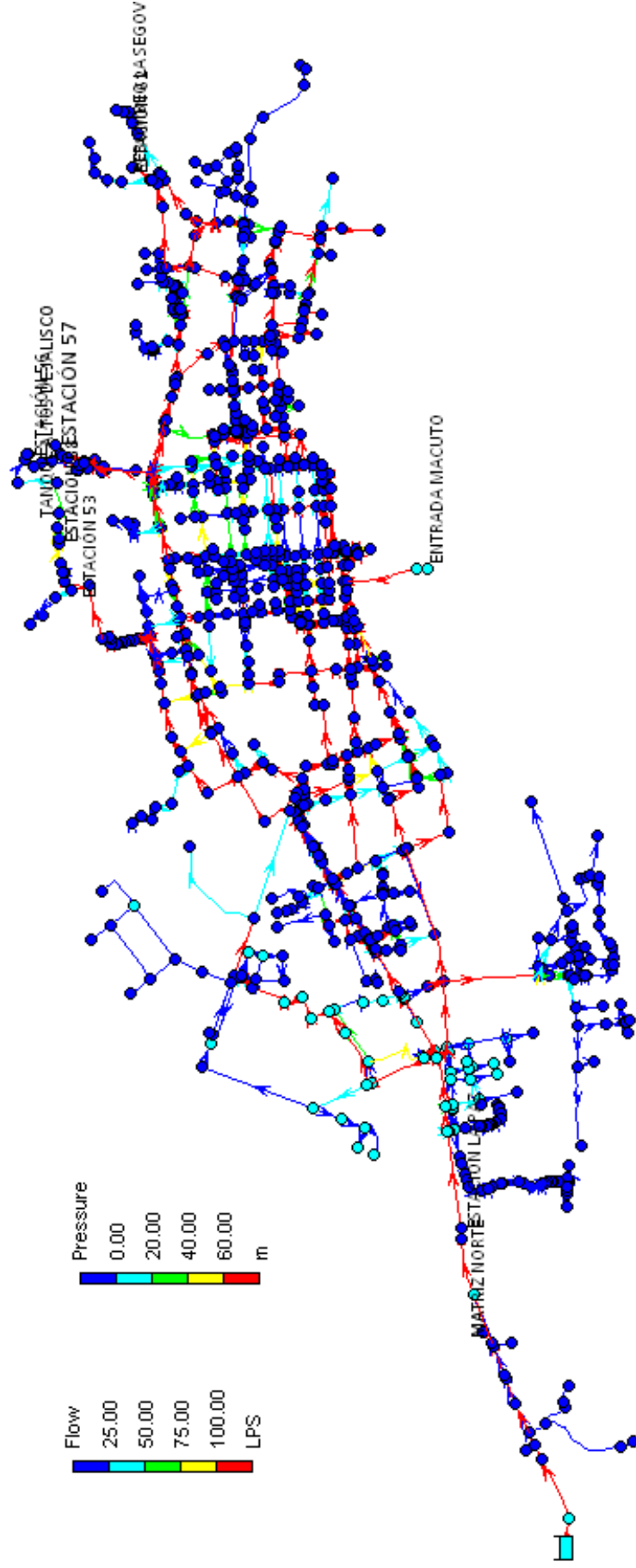


FIGURA 4.30. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL MAXIMO HORARIO

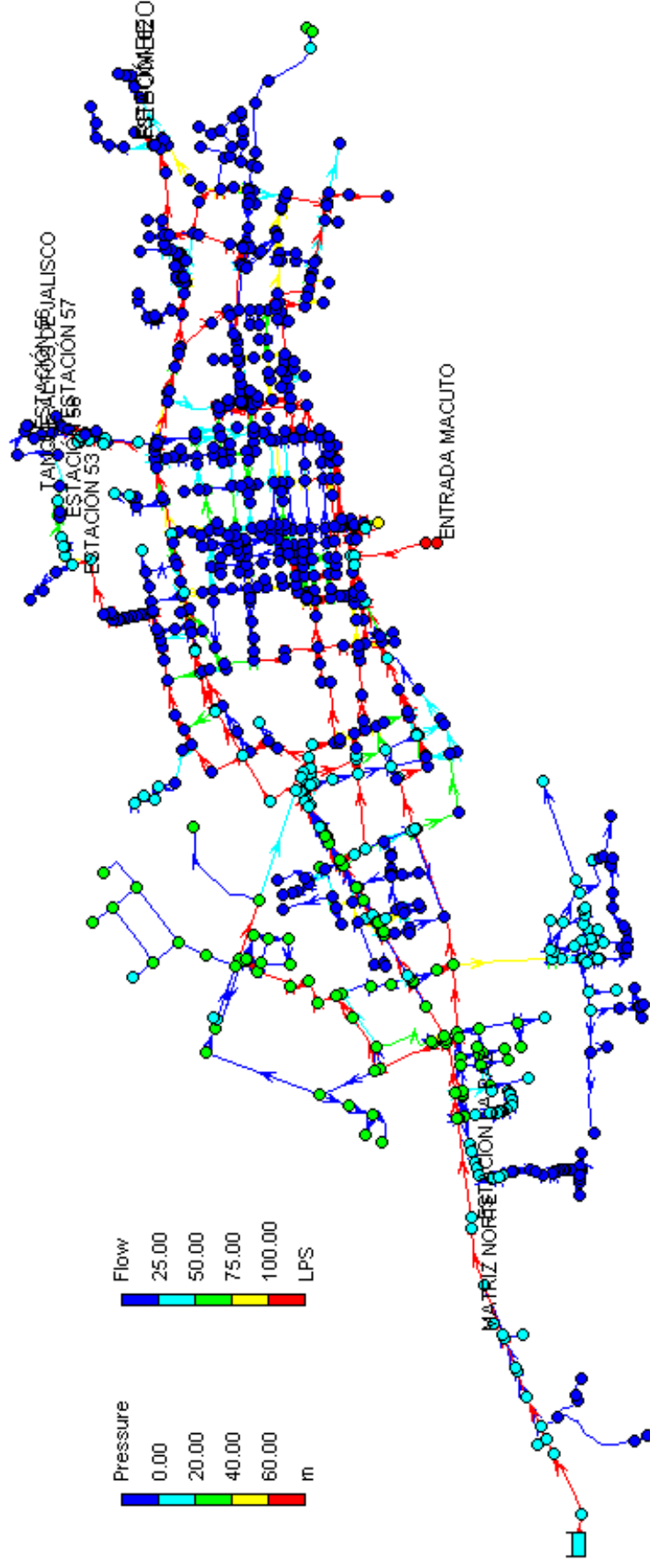


FIGURA 4.31. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808)



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

De las figuras anteriores se puede ver que para la corrida de caudal máximo horario, como era de esperarse, la red no tiene capacidad para distribuir la demanda. Con respecto a la corrida de incendios, la red media y baja no tiene capacidad hidráulica, sin embargo en la parte alta de la misma presenta presiones aceptables ( $> 10$  m.c.a.).

### IV.3.2.2.2 ESCENARIOS 2016, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FISICAS:

Al igual que en el escenario anterior se realizaron las diferentes simulaciones, la misma se muestra en el anexo 4.5, a continuación se presenta en forma de esquema la situación suscitada:

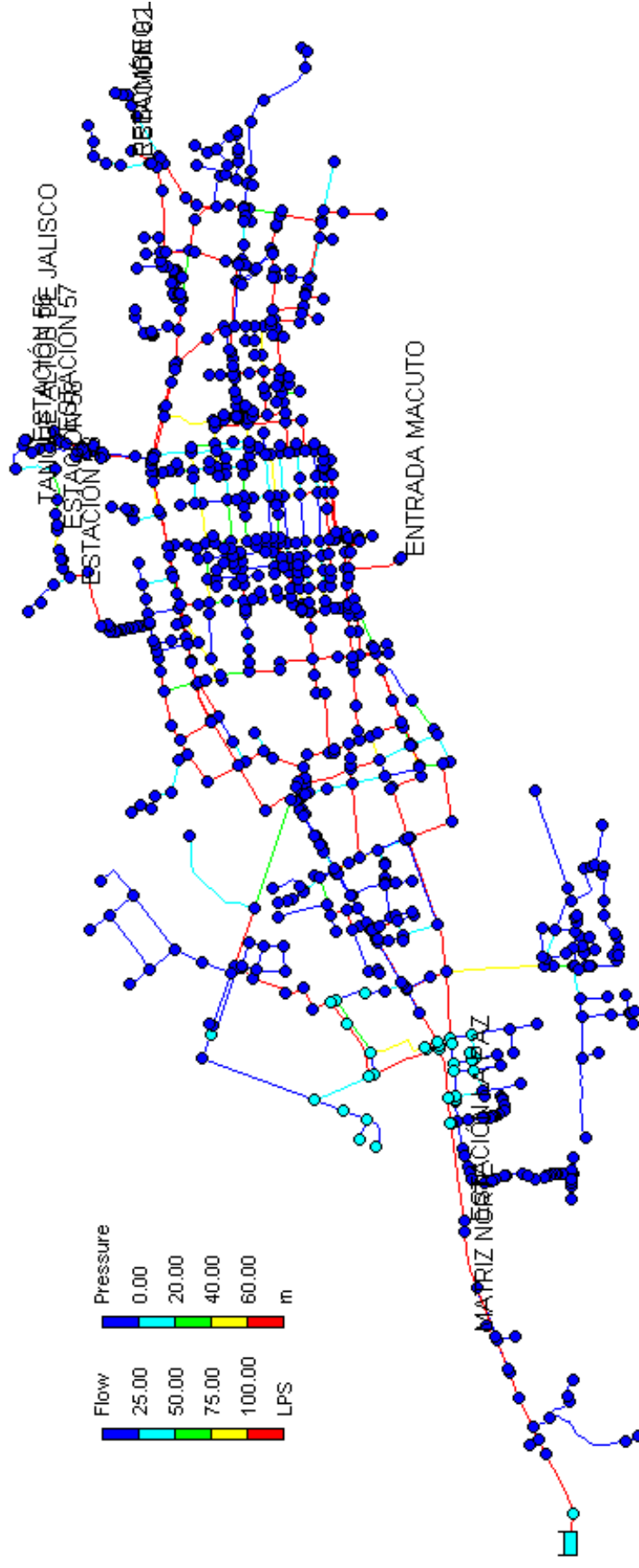
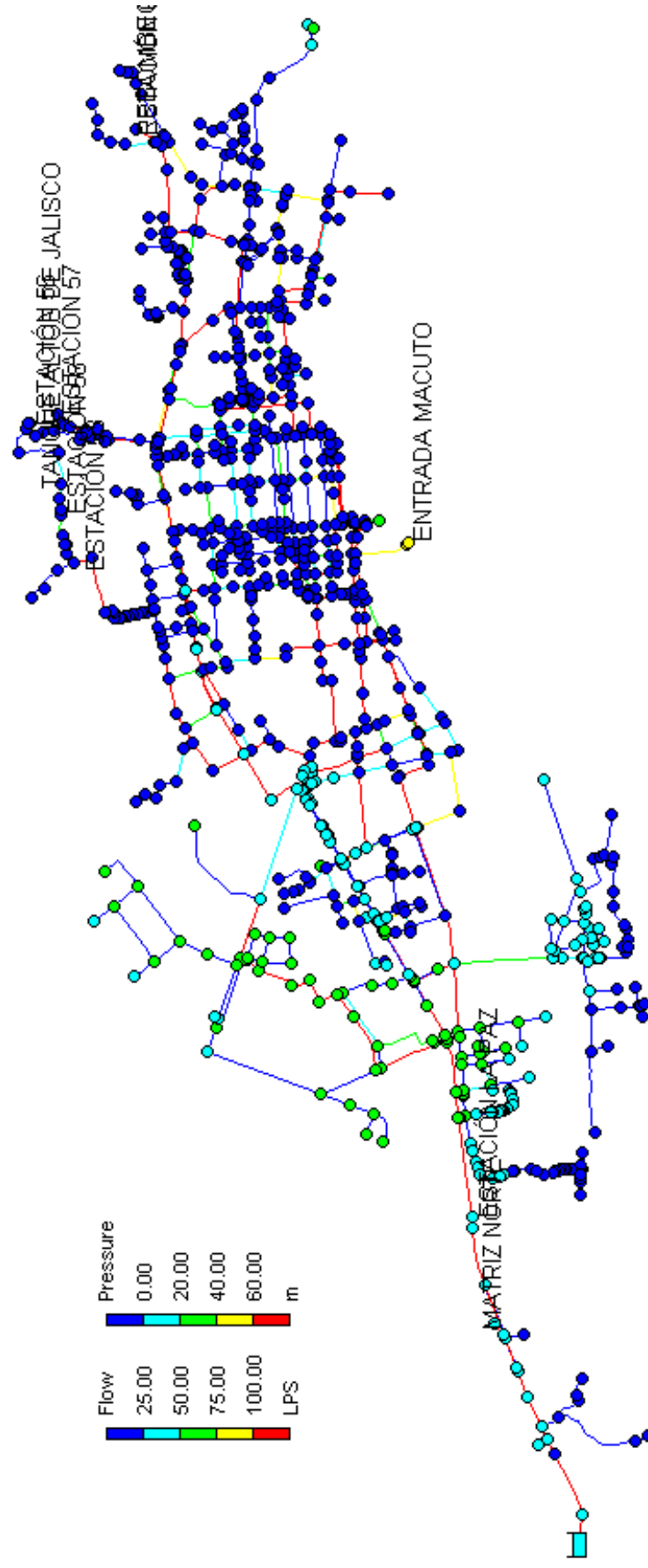


FIGURA 4.32. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL MAXIMO HORARIO



**FIGURA 4.33.** ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808)



---

## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Puede notarse gráficamente que ambos escenarios presenta problemas, ya que no garantizan las presiones y los caudales mínimos necesarios para cumplir las dotaciones evaluadas, aunque para el escenario de incendio la red alta presenta presiones aceptables, las condiciones generales de la red no son satisfactorias.

En conclusión es necesario realizar una rehabilitación significativa en la red de distribución, cual debe considerar las incorporaciones de las futuras fuentes que están por llegar a la ciudad. Por otro lado la implementación de un plan de reducción de perdidas físicas no soluciona el problema sino se amplía la capacidad de conducción de las principales líneas de distribución.



IV.3.2.3. ESCENARIOS 2021 (INGRESO DE LA FUENTE PROVENIENTE DEL SHYQ C.A. AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE BARQUISIMETO):

En los escenarios del año 2021 se toma como dotación mínima 180 l/hab/día y como se mencionó anteriormente se asume la incorporación del caudal del SHYQ C.A. al sistema de abastecimiento de Barquisimeto, adicionalmente se supone que se debe recuperar el acuífero del bosque Macuto por lo que esta fuente deja de aportar gasto al sistema de distribución. Los escenarios de simulación se mencionan a continuación:

Caso: Caudal Máximo Horario (250%Qm)

1. Demanda Mínima 180 lts/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
2. Demanda Mínima 180 lts/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.

Caso: Caudal de Incendios (180%Qm + I)

1. Demanda Mínima 180 lts/hab/día, sin reducción de pérdidas físicas en la red.
2. Demanda Mínima 180 lts/hab/día, con reducción de pérdidas físicas en la red.

Con el gasto proveniente SHYQ C.A. se prevé abastecer los subsectores del oeste que se encuentran aguas arriba de los tanques de El Tostao, ya que este gasto llegará con una carga de por lo menos 20 metros de carga, lo cual permite crear un nuevo distrito de servicio en



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

el oeste el cual llamamos Subsistema Oeste Alto que esta conformado por los subsistemas Villa Rosa, El Coreano, Pavia-Bobare, La Paz, Expansión de Oeste y Matriz Norte, logrando así disminuir los sectores que se abastecen por bombeo (rebombeo Villa Rosa, rebombeo El Coreano, rebombeo La Paz) minimizando los cotos por consumo eléctrico debido a la disminución de la potencia consumida.

Primeramente realizaremos un balance hídrico de oferta y demanda a fin de conocer el gasto disponible para incorporar el actual subsistema gravedad.

**CUADRO 4.47. DEMANDA DE LOS SUBSISTEMAS QUE SE ENCUENTRAN AGUAS ARRIBA DE LOS ESTANQUES DE EL TOSTAO.**

SUBSISTEMA	DEMANDA (l/s)		
	2021	2031	SATURACIÓN
VILLA ROSA	87,71	111,18	280,55
EL COREANO	175,56	222,55	467,72
PAVIA	129,81	164,55	709,66
EXPANSIÓN OESTE	82,98	269,88	456,78
<b>TOTAL</b>	<b>476,06</b>	<b>768,17</b>	<b>1.914,71</b>

FUENTE: PROPIA

En el cuadro anterior se muestra el gasto que dejará la futura aducción proveniente del SHYQ C.A. en las adyacencias de la estación de rebombeo Villa Rosa, de dicho empalme saldrá un alimentador que tendrá un alineamiento paralelo al canal sur de servicio de la Avenida Florencio Jiménez la cual a lo largo de su recorrido proveerá el gasto de los subsistemas Villa Rosa, El Coreano, Pavia y las zonas de



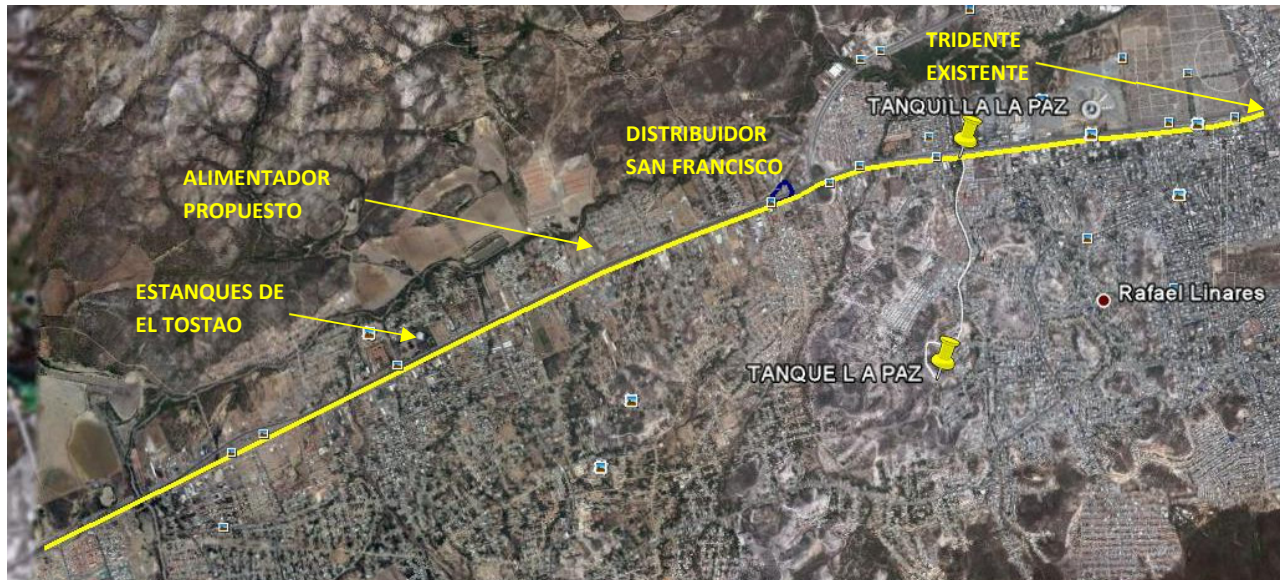


## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

expansión del Oeste de la ciudad. Esta línea seguirá su recorrido hasta las adyacencias de los estanques de El Tostao.

La continuación de este alimentador presenta dos variantes las cuales determinarán el funcionamiento futuro de la red de distribución de la ciudad, estas alternativas de incorporación se mencionan a continuación:

- 1) Como primera alternativa se propone extender la línea proveniente del SHYQ CA, hasta el tridente existente en la intersección de la Av. El Cementerio con la Av. Florencio Jiménez para luego incorporarse al sistema de distribución actual permitiendo darle más fiabilidad al sistema, a lo largo de este tramo se prevé cuatro empalmes: 1) a la matriz norte, 2) en la estación de rebombeo La Paz, 3) en el tridente de la Av. El Cementerio con Av. Florencio Jiménez, 4) se contempla un empalme en los estanques de El Tostao que permita en cualquier momento unir allí las fuentes (S.A.T. y SHYQ C.A.). A continuación se presenta la ruta de la aducción:



**FIGURA 4.34.** RUTA ALIMENTADOR PROPUUESTO PARA INCORPORACIÓN DEL GASTO PROVENIENTE DE SHYQ C.A. AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, ALTERNATIVA 1.

- 2) Como segunda alternativa de solución se evalúa extender la línea proveniente del SHYQ CA, hasta las adyacencias de la estación de rebombero La Paz, el alineamiento propuesta es paralelo a la Av. Florencio Jiménez por el canal de servicio sur, para el mismo se proponen tres empalmes: 1) en los estanques de El Tostao, 2) en la matriz norte, 3) en la estación de rebombero La Paz. En esta alternativa se interconectan las fuentes en lo estanques de El Tostao y se aprovecha la carga proveniente del SHYQ CA, para dar servicio a los subsistemas matriz norte y La Paz. En la figura 4.35 se presenta gráficamente lo antes expuesto.

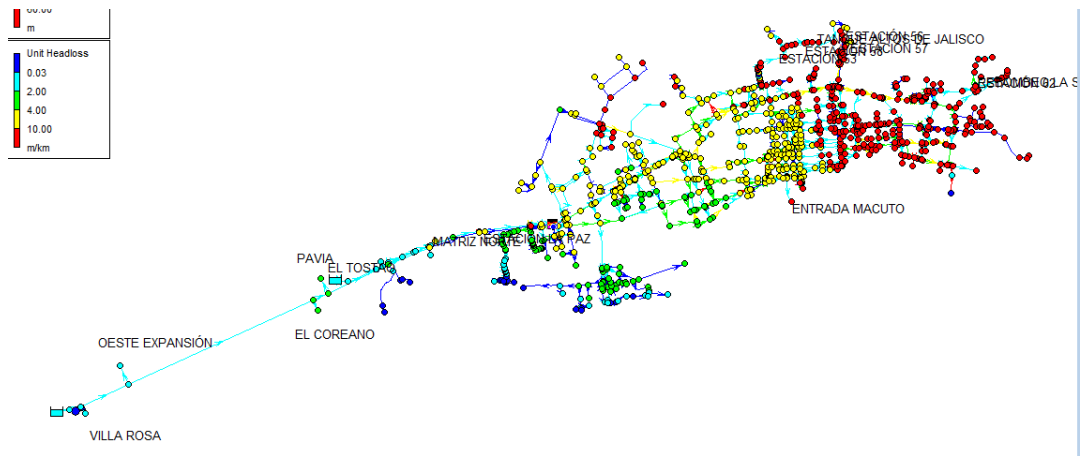


**FIGURA 4.35.** RUTA ALIMENTADOR PROPUESTO PARA INCORPORACIÓN DEL GASTO PROVENIENTE DE SHYQ C.A. AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, ALTERNATIVA 2.

A continuación se realiza la evaluación hidráulica de las dos (2) alternativas planteadas anteriormente, en la cual se analizó el funcionamiento de la red distribución existente frente a estas propuestas, para cada una se evaluaron los casos de cálculo mencionados anteriormente. A continuación se presenta la figura 4.36 en donde se muestra la configuración topológica de la red de distribución con la incorporación de la aducción proveniente del SHYQ C.A.

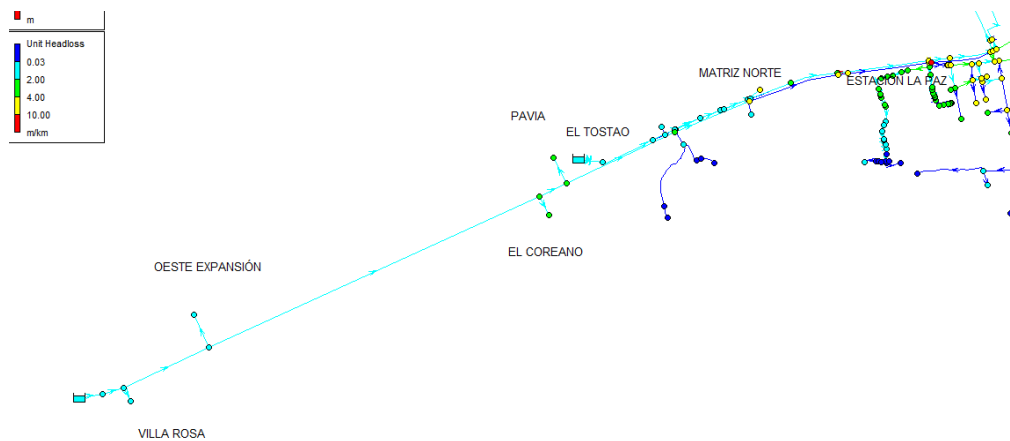


## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.36.** TOPOLOGÍA DE LA RED DE BARQUISIMETO CON LA INCORPORACIÓN DE LA FUENTE DE SHYQ CA.

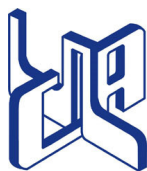
Observando el sistema un poco más cerca se nota claramente el alimentador definido en párrafos anteriores:



**FIGURA 4.37.** ALIMENTADOR PROPUESTO PARA FUENTE PROVENIENTE DEL SHYQ.

Para la incorporación de este alimentador se tomó como caudal máximo de aprovechamiento para la red de distribución 1.659 l/s, el cual se obtiene después de hacer el balance entre la oferta y la





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

demanda de los subsistemas que serán abastecidos por el gasto proveniente del SHYQ, CA. Dicho balance se muestra a continuación:

**CUADRO 4.48.** DISPONIBILIDAD DE LA FUENTE PROVENIENTE DEL SHYQ C.A. PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO.

	2021,00
SUBSISTEMA	Q (l/s)
VILLA ROSA	87,71
EL COREANO	175,56
PAVIA	129,81
EXPANSIÓN OESTE	82,98
MATRIZ NORTE	477,16
LA PAZ	387,54
<b>TOTAL DEMANDA</b>	<b>1340,76</b>
DISPONIBILIDAD	3000
<b>BALANCE</b>	<b>1659,24</b>

FUENTE: PROPIA

### IV.3.2.3.1. ESCENARIOS 2021, SIN RECUPERACIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS:

#### ALTERNATIVA 1:

Las características del alimentador propuesto en esta alternativa se muestran en el cuadro 4.49, es bueno recalcar que dicho alimentador llega al punto previsto (Av. El Cementerio con mayor carga que la que existe en el sistema lo que hace que al empalmarse disminuya el caudal proveniente del SAT ya que este no cuenta con la carga hidráulica para revertirla, es por ello se hace necesaria la colocación de una válvula mariposa de 1200 mm (48”) en el empalme propuesto para la confluencia de



---

## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

las dos fuentes, la operación de esta válvula permitirá controlar el caudal de ingreso de cada una de las fuentes al sistema. En el cuadro 4.49 se puede ver que la pérdida de carga de la tubería 29 es muy elevada, esto porque se la asignó un coeficiente de pérdidas menores tal que simulará el efecto de la válvula.

Los diámetros de los empalmes se definen a fin de satisfacer todos los escenarios de simulación, a continuación se muestra de manera esquemática el funcionamiento de la red así como los resultados obtenidos en la simulación del nuevo alimentador propuesto, en el anexo 4.5 se muestran los resultados de toda la simulación:

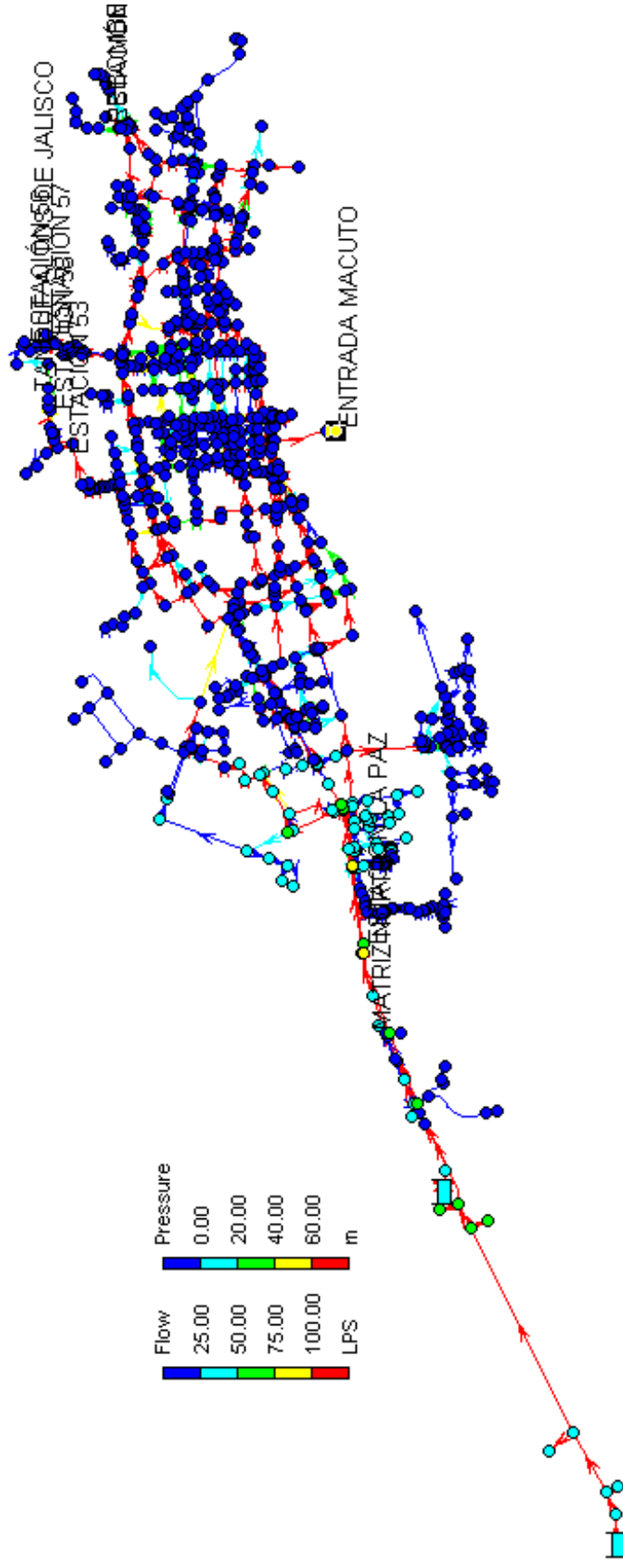


FIGURA 4.37. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO: CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 1.



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

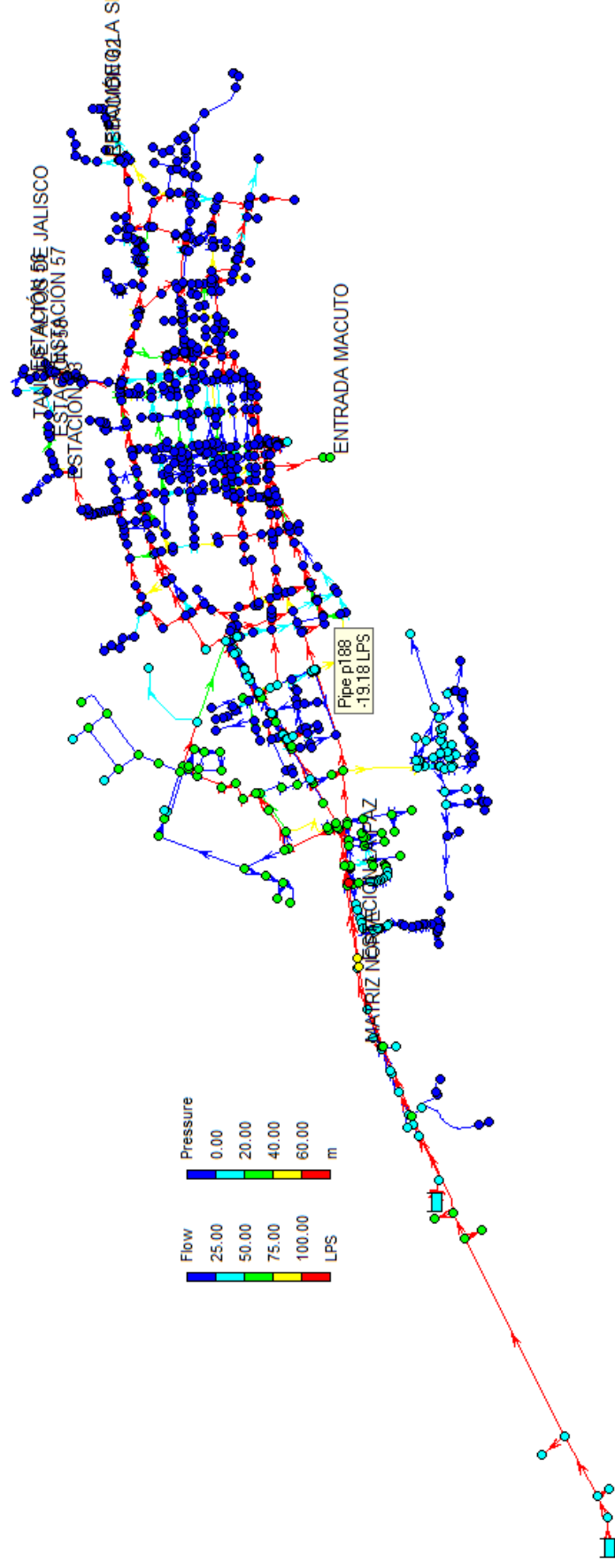
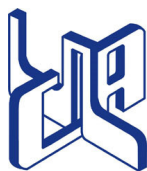


FIGURA 4.38. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, ALTERNATIVA 1.

(NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.49.** DETALLES DE ADUCCIÓN PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DEL CAUDAL PROVENIENTE DEL SHYQ CA, AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO.

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow l/s	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 29	1026,35	1200	.046	1310.55	1.16	34.28	0.601
Pipe 30	1507,32	1200	.046	-1310.90	1.16	0.96	0.017
Pipe 31	1503	1200	.046	-1795.36	1.59	1.79	0.017
Pipe 32	1290	1500	.046	-2391.81	1.35	0.99	0.016
Pipe 33	1345	1500	.046	-2391.81	1.35	0.99	0.016
Pipe 24	50	1500	.046	2554.09	1.45	1.13	0.016
Pipe 23	2007	1800	.046	2773.54	1.09	0.52	0.015
Pipe 22	250	1800	.046	2877.26	1.13	0.56	0.015

FUENTE: PROPIA

En las figuras 4.37 y 4.38 mostradas anteriormente se puede observar que la red de distribución no tiene la capacidad hidráulica para distribuir la demanda solicitada, aun cuando se incorpore una fuente adicional y se conecte a la red en el punto de confluencia principal del sistema de distribución de la ciudad.

Concluyendo se puede decir que si no se rehabilita la red distribución no existe mejora alguna en la red media y baja de la ciudad así se incorpore la fuente proveniente del SHYQ CA.

### ALTERNATIVA 2:

Para esta alternativa se propone un alimentador con menos longitud y diámetro, sin embargo debido a que la incorporación de la nueva fuente es en los estanques de El Tostao se debe tener



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

presente que el alimentador principal de la ciudad será el responsable de transportar gasto proveniente de ambas hasta el corazón de la red de distribución de la ciudad, lo que se traduce un incremento en el diámetro de esta línea. Las características físicas de este alimentador se muestran a continuación en el cuadro 4.50. Adicionalmente es necesario determinar si la capacidad de almacenamiento de la red de distribución es suficiente para cubrir las variaciones de consumo que se pueden presentar en la red.

**CUADRO 4.50. DETALLES DE ADUCCIÓN PROPUESTA PARA LA INCORPORACIÓN DEL CAUDAL PROVENIENTE DEL SHYQ CA, AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO.**

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness mm	Flow l/s	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor
Pipe 22	2007	1800	0.046	3080.45	1.21	0.46	0.011
Pipe 23	50	1800	0.046	2861	1.12	0.4	0.011
Pipe 24	1345	1200	0.046	1080.91	0.96	0.48	0.012
Pipe 29	300	500	0.046	109.65	0.56	0.49	0.016
Pipe 30	1200	600	0.046	103.72	0.37	0.18	0.016
Pipe 31	500	700	0.046	162.28	0.42	0.2	0.015
Pipe 32	400	600	0.046	219.45	0.78	0.73	0.014
Pipe 33	12290	2100	0.046	3293.82	0.95	0.24	0.011
Pipe 27	200	900	0.046	1617.81	2.54	119.61	0.327

FUENTE: PROPIA

Los esquemas de simulación se muestran a continuación y en los mismos se puede apreciar que la red no tiene capacidad



---

#### CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

hidráulica para conducir los gastos exigidos, sin embargo el funcionamiento del nuevo alimentador propuesto es adecuado.



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

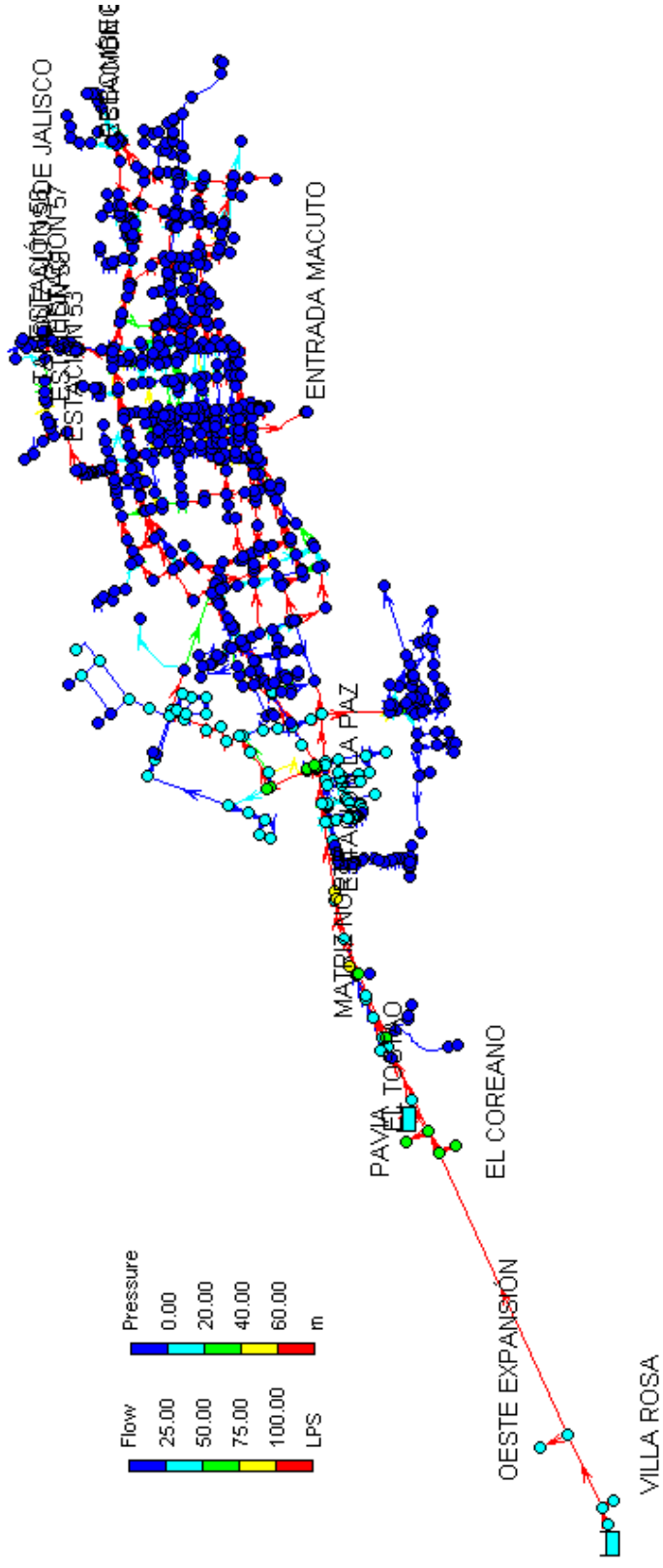
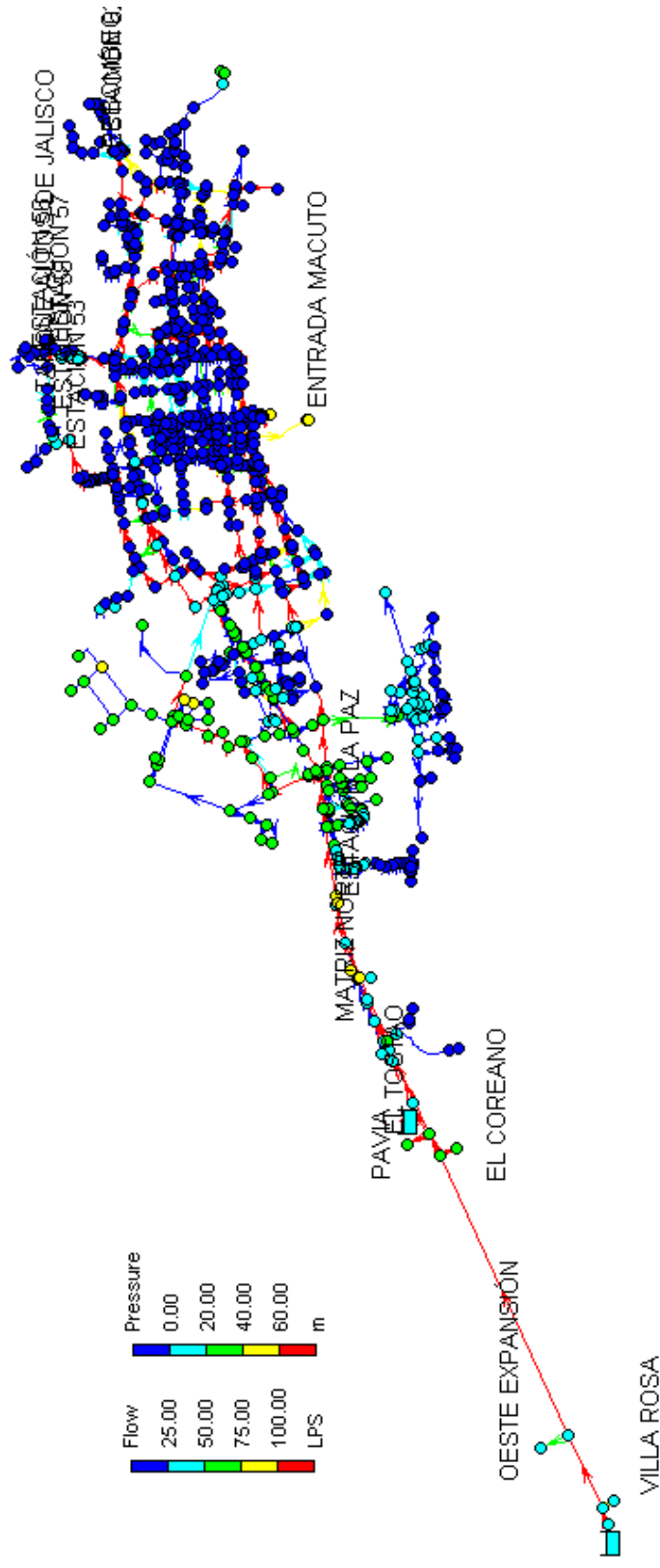


FIGURA 4.39. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 2.



**FIGURA 4.40.** ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, ALTERNATIVA 2.

(NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).

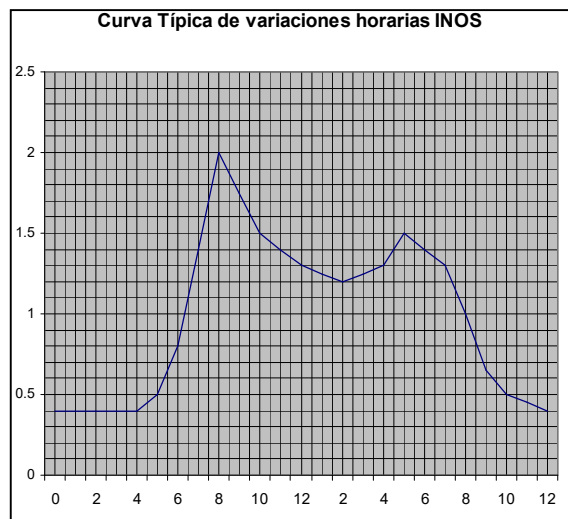


## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

De los esquemas anteriores podemos decir que el funcionamiento de la red es deficiente, aunque para las corridas de incendio la red alta presenta presiones aceptables la misma no puede conducir el gasto requerido a la red media y baja, por ello se concluye que el comportamiento hidráulico de la red es deficiente.

### EVALUACIÓN DEL ALMACENAMIENTO EXISTENTE EN EL SISTEMA.

A continuación se evalúa la capacidad de los estanques de almacenamiento existentes en la red de distribución estudiada, los mismos se ubican en sector El Tostao y tienen una capacidad de 30.000 m<sup>3</sup> cada uno, si se supone la curva de variación de consumo horaria desarrollada por el I.N.O.S. para la ciudad de Caracas, la cual se muestra a continuación:





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**FIGURA 4.41.** CURVA DE VARIACIÓN DE CONSUMO INOS.

FUENTE: INOS 1965

Para esta evaluación se pudo determinar el caudal medio máximo para el cual el volumen de almacenamiento actual permita compensar las variaciones de consumo que se presentan en la red, y se encontró que el caudal medio máximo es de aproximadamente 3.000 l/s, a continuación se presenta los resultados de manera tabular y grafica:

**CUADRO 4.51.** COMPORTAMIENTO HORARIO DE LOS ESTANQUES DE EL TOSTAO PARA UN GASTO MEDIO DE 3.000 l/s.

TIEMPO (h)	VARIACIÓN DE CONSUMO (% Qm)	VARIACIÓN CONSUMO (Qm)	VOLUMEN PARCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN MEDIO (VQm)	DIFERENCIA
1	0.4	1200	4320	4320	4320	0
2	0.4	1200	4320	8640	15084	-6444
3	0.4	1200	4320	12960	25848	-12888
4	0.4	1200	4320	17280	36612	-19332
5	0.4	1200	4320	21600	47376	-25776
6	0.8	2400	8640	30240	58140	-27900
7	1.45	4350	15660	45900	68904	-23004
8	2	6000	21600	67500	79668	-12168
9	1.7	5100	18360	85860	90432	-4572
10	1.52	4560	16416	102276	101196	1080
11	1.42	4260	15336	117612	111960	5652
12	1.32	3960	14256	131868	122724	9144
13	1.25	3750	13500	145368	133488	11880
14	1.2	3600	12960	158328	144252	14076
15	1.24	3720	13392	171720	155016	16704
16	1.3	3900	14040	185760	165780	19980
17	1.5	4500	16200	201960	176544	25416
18	1.4	4200	15120	217080	187308	29772
19	1.25	3750	13500	230580	198072	32508
20	1	3000	10800	241380	208836	32544
21	0.65	1950	7020	248400	219600	28800
22	0.5	1500	5400	253800	230364	23436
23	0.42	1260	4536	258336	241128	17208



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

24	0.4	1200	4320	262656	262656	0
----	-----	------	------	--------	--------	---

FUENTE: PROPIA

Los valores de máximo almacenamiento y déficit son  $27.900 \text{ m}^3$  y  $-29.772 \text{ m}^3$ , respectivamente, lo que quiere decir que el tanque debe tener una capacidad de  $60.444 \text{ m}^3$ , adicionalmente se debe prever un volumen de incendios el cual se estima según Simon Arocha (1989). “Abastecimiento de agua” con una duración de cuatro horas del gasto previsto para la corrida de incendios, lo que se traduce en  $460,8 \text{ m}^3$ , quedando el volumen total en  $60.905 \text{ m}^3$ , a continuación se muestra gráficamente lo antes descrito.

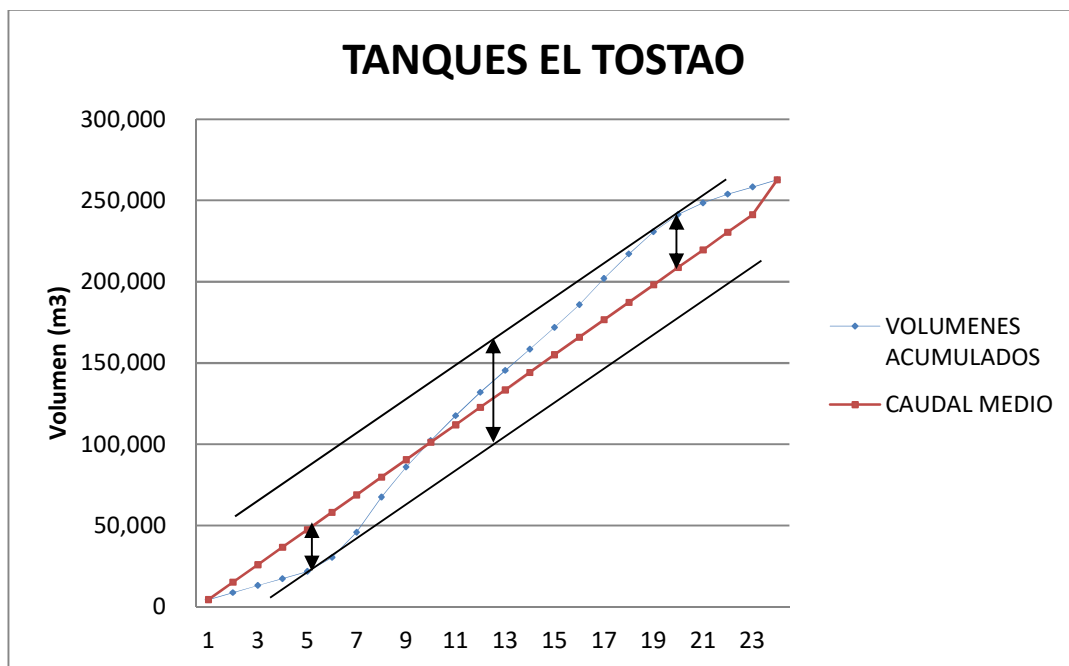


FIGURA 4.42. COMPORTAMIENTO HORARIO DE LOS ESTANQUES DE EL TOSTAO PARA UN GASTO MEDIO DE  $3.000 \text{ l/s}$ .



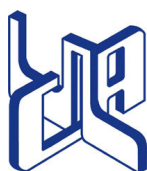


---

## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

En la figura 4.42 podemos apreciar que el máximo para el cual los estanques existentes pueden compensar las variaciones horarias es 3.000 l/s, el cuadro 4.33 muestra el gasto medio exigido por la red para el año evaluado, el cual es de 3.460 l/s lo que nos dice que estos estanques no tiene capacidad de compensar las variaciones horarias de consumo presentadas en la red, sin embargo si solo se prestara servicio a la zona de gravedad los estanques de El Tostao tendrían la capacidad requerida para compensar las variaciones de consumo, para lograr este fin sería necesario independizar los subsistemas de El Jebe y La Segoviana del subsistema gravedad lo que requeriría plantear nuevas aducciones para los mismo ó la búsqueda de fuentes alternativas.

Por otro lado si se quisiera abastecer los 3.460 l/s es necesario contar con una capacidad de almacenamiento adicional de aproximadamente 10.000 m<sup>3</sup>, con los cuales podrían crearse un nuevo subsistema, o simplemente agregarlo al almacenamiento existente.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.33. BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD ESCENARIO CON MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO, CASO CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FÍSICAS. (BIS)**

CASO	CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS						
	2011	2011	2016	2016	2021	2031	SATURACION
AÑO	MIN	MAX	MIN	MAX	MEDIA	MEDIA	MEDIA
GRAVEDAD	2,201	2,201	2,425	2,425	2,375	2,824	8,060
MATRIZ NORTE	250	381	279	428	477	565	1,601
LA PAZ	246	270	270	335	388	491	594
EL JEBE	110	110	93	93	105	133	114
LA SEGOVIANA	91	91	102	102	115	145	515
<b>TOTAL DEMANDA</b>	<b>2,897</b>	<b>3,053</b>	<b>3,168</b>	<b>3,383</b>	<b>3,460</b>	<b>4,159</b>	<b>10,884</b>
DISPONIBILIDAD SAT	3,387	3,372	3,260	3,285	3,210	3,210	3,210
DISPONIBILIDAD CAMPO DE POZOS MACUTO	292	292	292	292	292	292	292
<b>TOTAL DISPONIBILIDAD</b>	<b>3,678</b>	<b>3,664</b>	<b>3,551</b>	<b>3,577</b>	<b>3,501</b>	<b>3,501</b>	<b>3,501</b>
<b>BALANCE</b>	<b>781</b>	<b>611</b>	<b>383</b>	<b>194</b>	<b>42</b>	<b>-657</b>	<b>-7,382</b>

FUENTE: PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LOS SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE BARQUISIMETO, HIDROLARA 2010

### IV.3.2.3.2. ESCENARIOS 2021, CON RECUPERACIÓN DE PERDIDAS FÍSICAS:

Al igual que en el escenario anterior se muestran los esquemas que bosquejan el funcionamiento de la red de



---

## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

distribución para los diferentes escenarios, los cuales se muestran a continuación:



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

30.00
n
Flow
25.00
30.00
75.00
100.00
.PS

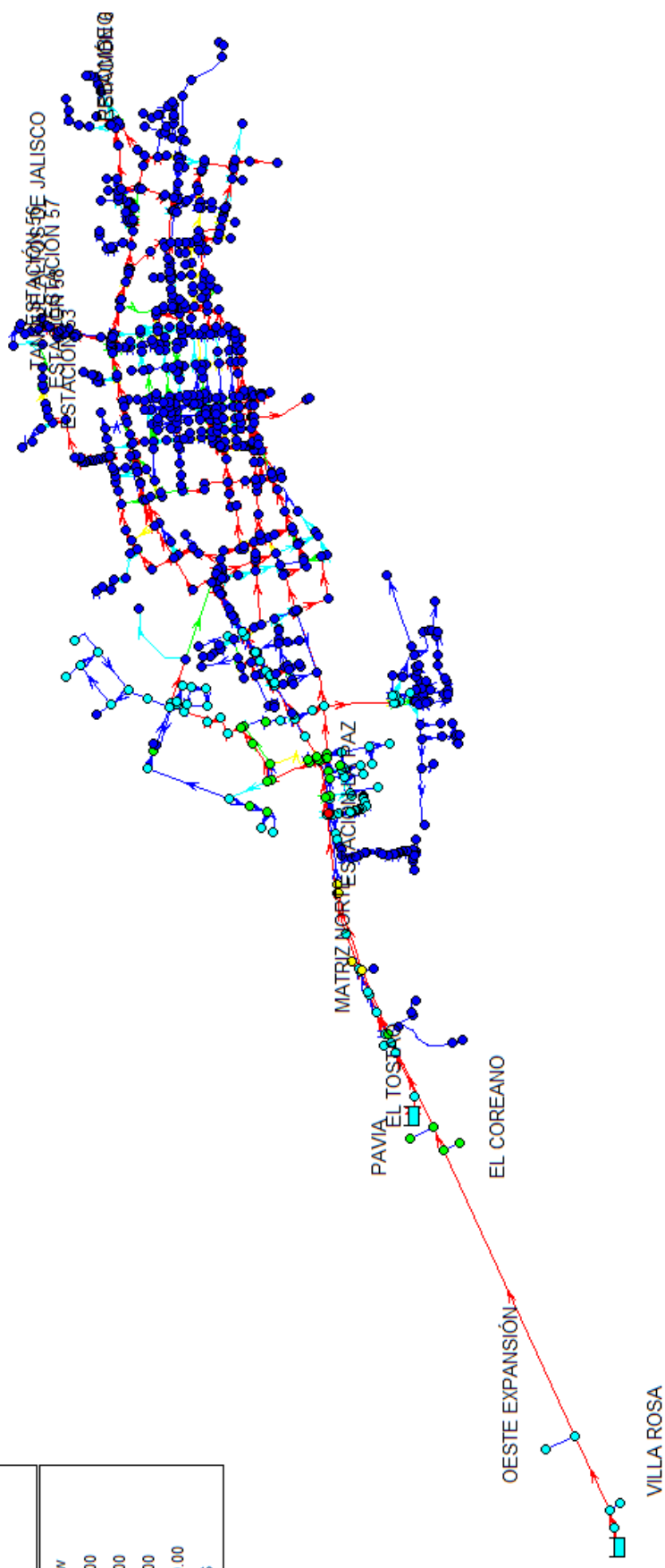
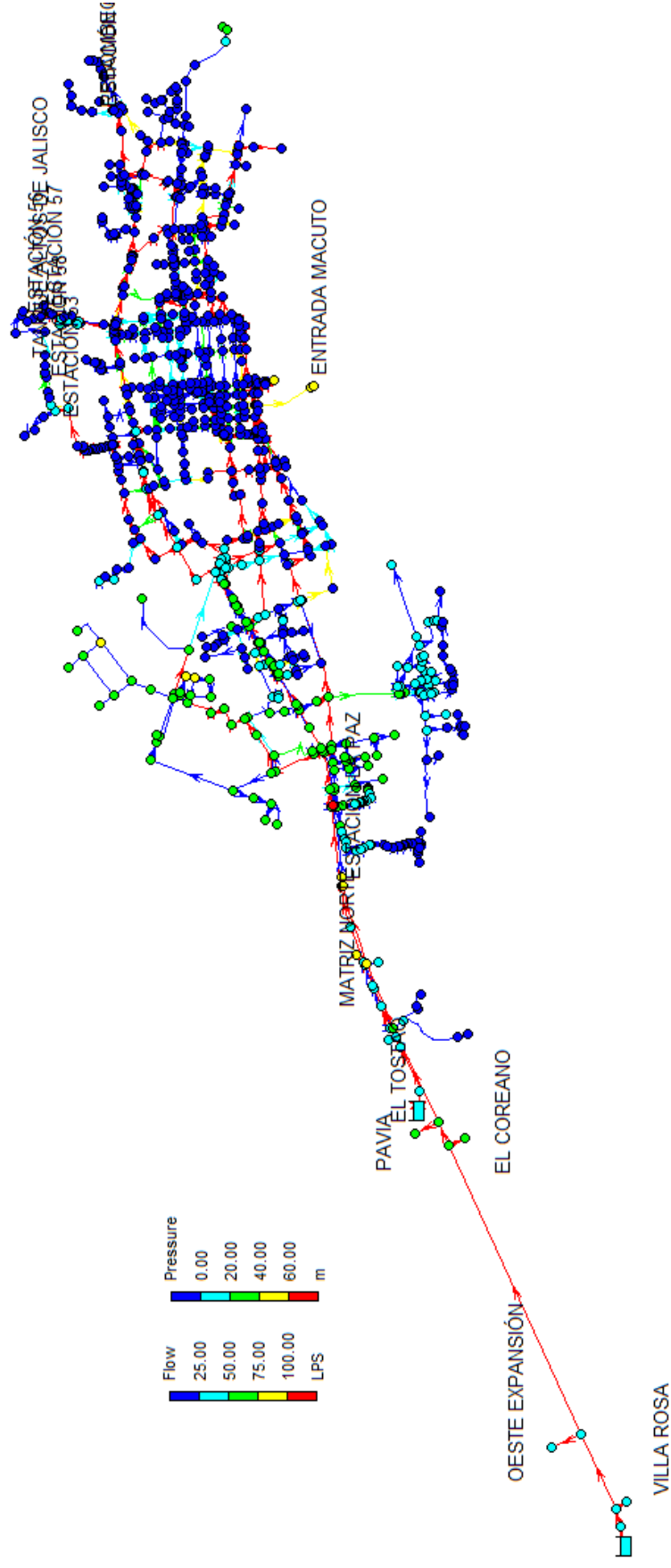


FIGURA 4.43. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO: CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA I



**FIGURA 4.44.** ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, ALTERNATIVA I

(NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).

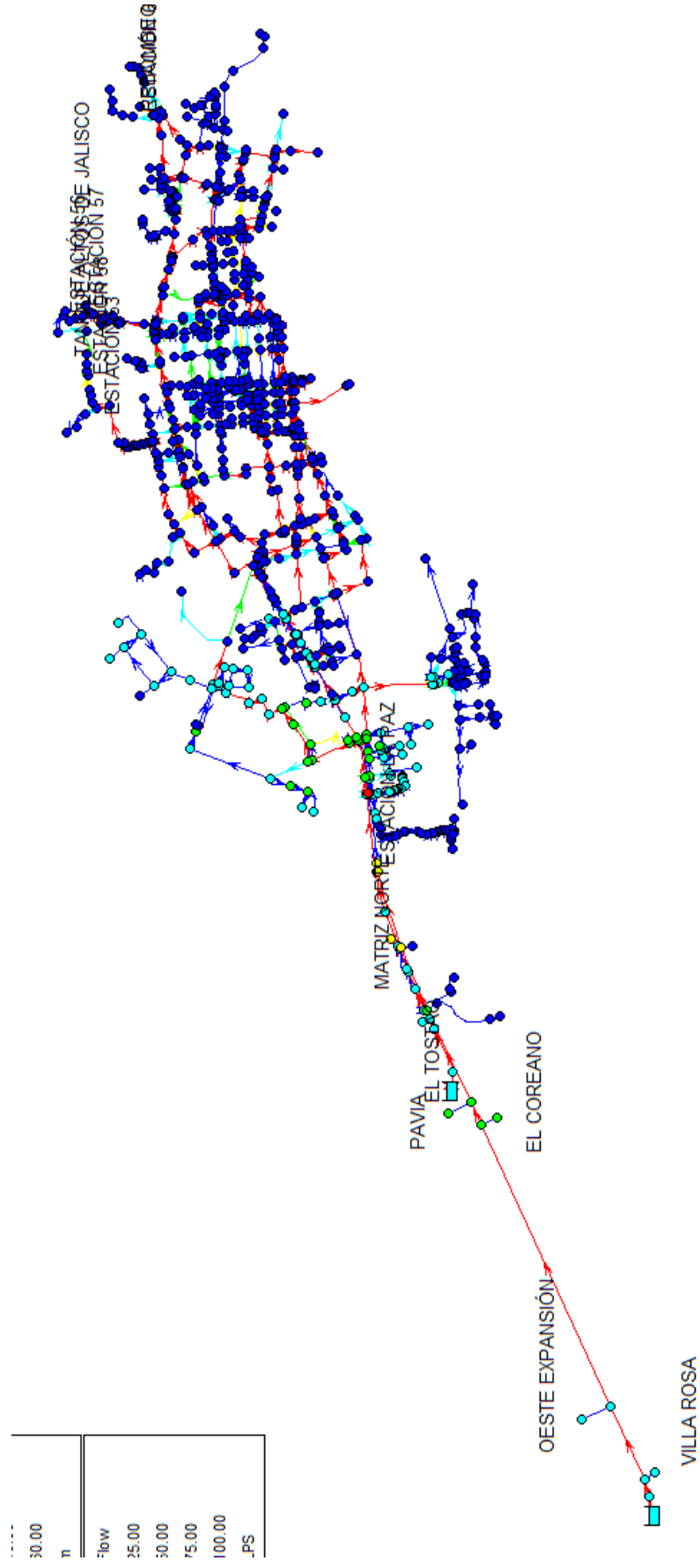
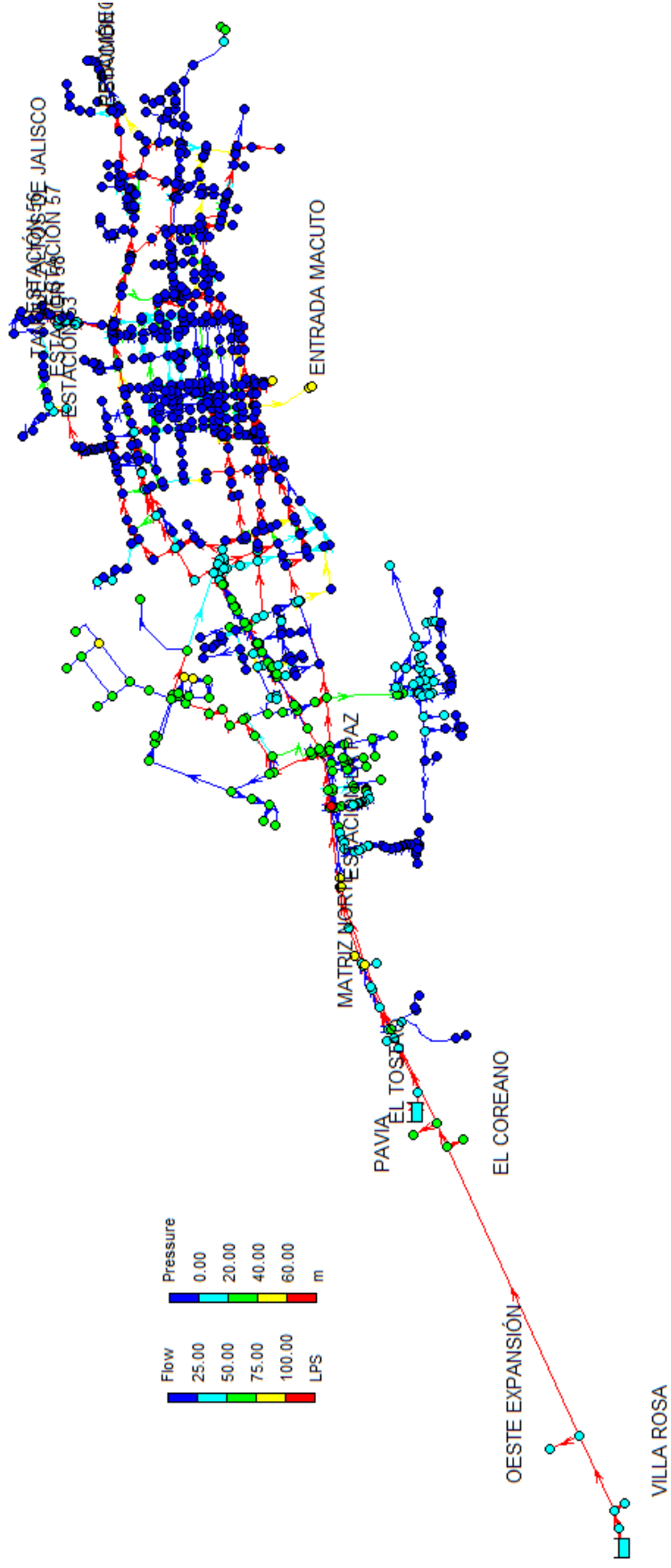


FIGURA 4.45. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2021, CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 2



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.46.** ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, ALTERNATIVA 2

(NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

En las figuras 4.43, 4.44, 4.45 y 4.46 se observa que la red no tiene capacidad para cumplir con las demandas requeridas en el año 2021 para el caso de caudal máximo horario, sin embargo en las figuras 4.44 y 4.46 se muestra el esquema de simulación para el caso de incendio se nota que las presiones en la red alta son muy buenas ( $> 20$  m.c.a.), sin embargo la red media y baja presentan presiones negativas.

En conclusión la red de distribución no cuenta con capacidad hidráulica para cumplir la demanda exigida para el año 2021, aun cuando de se incorpore una nueva fuente a la misma.

### IV.3.2.4. ESCENARIOS 2031 (DISPONIBILIDAD DE FUENTE: SAT – SHYQ, C.A.):

Dado que en los escenarios de cálculo anteriores la red de distribución no ha contado con la capacidad hidráulica para cumplir con la demanda solicitada, y motivado a que en este horizonte de cálculo las mimas son mayores y las fuentes son las mismas, resulta simple predecir que la red de distribución no tiene capacidad para satisfacer las demandas solicitadas por lo que este escenario de cálculo no se analizó.





IV.3.2.5. ESCENARIOS POBLACIÓN MAXIMA SEGÚN PDUL 2003 (POBLACIÓN DE SATURACIÓN):

Con base al balance mostrado en los gráficos 4.1 y 4.2 y como se analizó anteriormente, para poder cumplir con la demanda requerida por el sistema para este momento es necesario incorporar una nueva fuente, este gasto se prevé sea suministrado por el embalse Dos Bocas, dicho caudal de aporte se tomará igual a 5.000 l/s o lo que es lo mismo 5 m<sup>3</sup>/s.

Partiendo del análisis realizado a los balances de los gráficos 4.1 y 4.2 se descarta el escenario donde no se realizan reducción de pérdidas físicas, ya que si no se aplicara un plan de reducción de pérdidas físicas en la red de distribución en por los menos 20 años (tiempo analizado por este estudio) las pérdidas reales en el sistema crecerían de tal forma que no se podrían cuantificar por lo menos en cuanto al alcance de este trabajo, lo que traería como consecuencia un disminución en la eficiencia de la red y por ende agudizaría el problema de fuente con el que cuenta actualmente la ciudad.

A continuación presentamos un nuevo balance a fin de conocer la magnitud del caudal real proveniente de embalse Dos Bocas que se va a incorporar de caudal al Sistema de Barquisimeto.



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.51. BALANCE DEMANDA DISPONIBILIDAD DEL CAUDAL DE APOORTE DEL EMBALSE DOS BOCAS.**

DISPONIBILIDAD	Q (l/s)
DOS BOCAS	5000
<b>TOTAL DISPONIBILIDAD</b>	<b>5000</b>
DEMANDA	Q (l/s)
PALAVECINO	1070
CHIRGUA EL CERCADO	200
EL MANZANO	100
<b>TOTAL DEMANDA</b>	<b>1370</b>
<b>BALANCE</b>	<b>3630</b>

FUENTE: PROPIA

El cuadro anterior muestra claramente que se disponen solo de 3.630 l/s para incorporar al sistema de distribución de Barquisimeto.

Recalculando el balance mostrado en el cuadro 4.33 podemos apreciar que existe un desbalance entre la oferta y la demanda de agua, lo que se traduce en que el sistema Dos Bocas debe entrar en funcionamiento antes del año donde se presenta la población de saturación (2041) y que para el momento en que llegue este año se debe conseguir disponibilidad, bien sea por la optimización de las fuentes que se tienen o con la búsqueda de nuevas, sin embargo para términos de este trabajo se establece las mejoras que se deben hacer en el sistema de distribución.



---

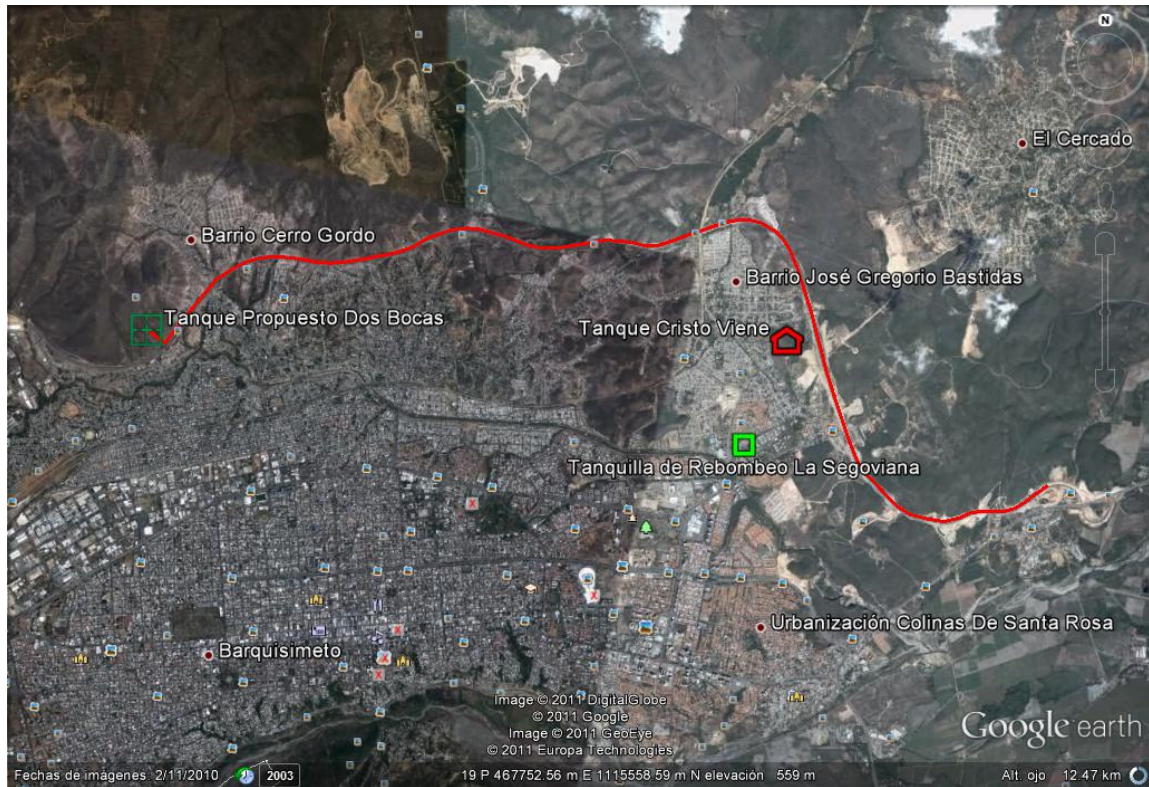
#### CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Según los datos obtenidos acerca del embalse Dos Bocas se conoce que esta alimentación llegará por el lado sur de la ciudad de Barquisimeto lo que cambia completamente el funcionamiento del sistema de distribución ya que el mismo está concebido para que las fuentes lleguen por el oeste y en este caso el gasto a incorporar llega por el sureste.

Se conoce según datos de la empresa hidrológica en su estudio (2010) **“Planificación de las futuras fuentes que abastecen a la ciudad de Barquisimeto”** lo siguiente: “Dadas las condiciones topológicas de la ciudad se hace necesario hacer una anillo de servicio que agregué mayor fiabilidad al sistema de distribución permitiendo que en determinado momento se pueda intercambiar las fuentes según se necesite, por ello se considera que la fuente del Embalse Dos Bocas debe empalmarse a la matriz norte para cerrar así el sistema. El alineamiento se propone paralelo a la circunvalación norte específicamente por el canal norte, se prevé un empalme hasta la estación de bombeo La Segoviana a fin de usar el Tanque Cristo Viene para cubrir los requerimientos hídricos de Chirgua y El Cercado, luego llega a empalmarse en el polígono de Tiro con el alimentador principal de Cují-Tamaca, y continua hasta culminar en un tanque que se propone en las adyacencias del Barrio La Peña en la cota 650,00 m”



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

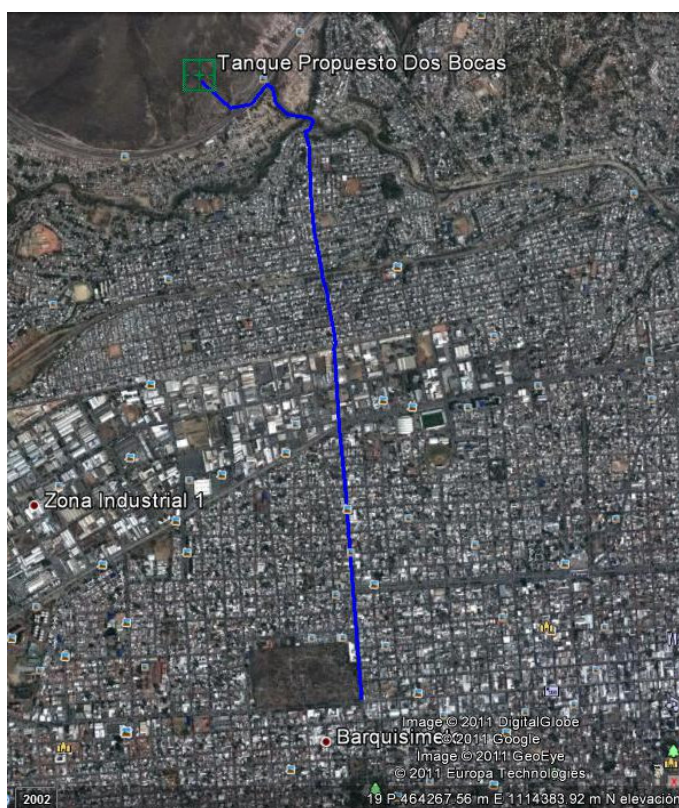


**FIGURA 4.47. RUTA DE ADUCCIÓN PROPUESTA POR HIDROLARA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA FUENTE PROVENIENTE DE DOS BOCAS AL SISTEMA DE BARQUISIMETO.**

Con base en lo antes mencionado se analizará el sistema de distribución, en la figura siguiente se muestra el alimentador propuesto incorporar el sistema de Dos Bocas a la red de distribución de Barquisimeto



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.48.** RUTA DE ADUCCIÓN PROPUESTA PARA INCORPORACIÓN DE DOS BOCAS AL SISTEMA DE BARQUISIMETO.

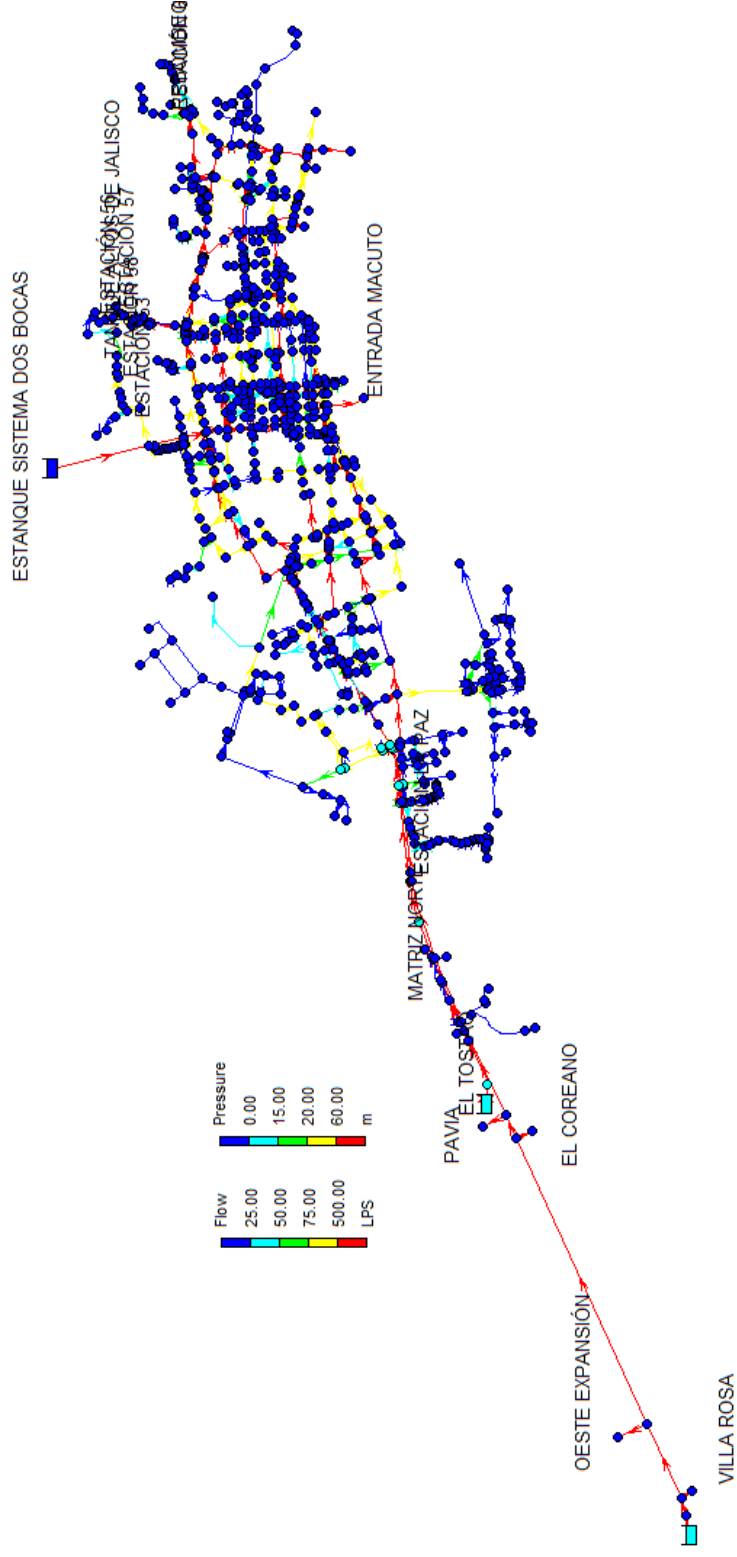
Como se puede apreciar en la figura 4.48 el alimentador viene del norte, en las adyacencias del barrio La Peña, atraviesa Barrio Unión para incorporarse a la zona industrial 1, finalmente se empalma en la calle 42, el cual coincide con el límite entre la red media y alta del sistema de Barquisimeto. Debido a que como ya se mencionó en el informe de la hidrológica el gasto se incorporará por el norte y la red no está concebida para ello se procedió a evaluar la red de distribución actual con este alimentador a fin de conocer el funcionamiento de la misma considerando las dos alternativas planteadas anteriormente, en





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

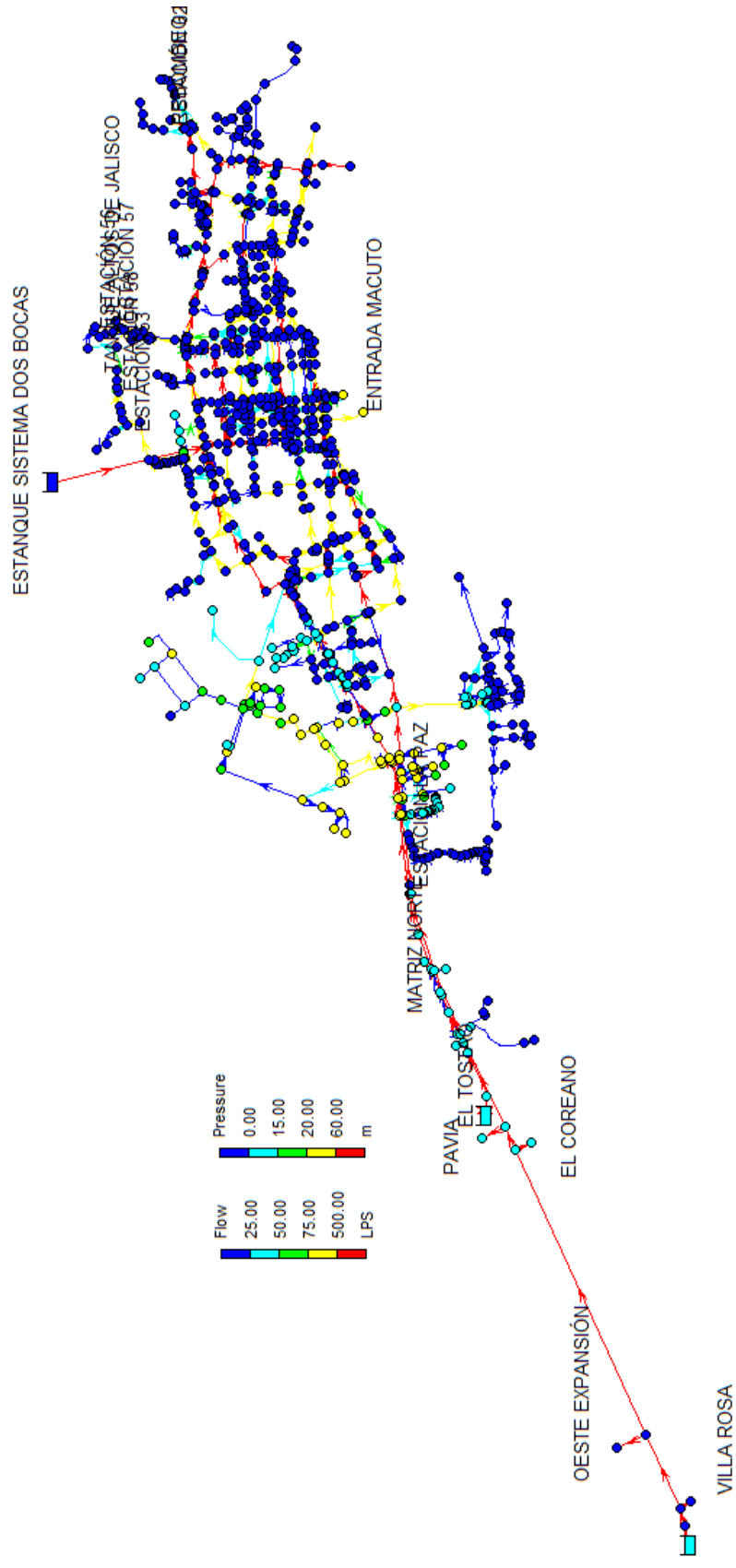
las figuras siguientes se muestra de manera esquemática la situación obtenida para los diferentes escenarios y casos de cálculo:



**FIGURA 4.49 . ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA SATURACIÓN, ALTERNATIVA 1  
CASO: CAUDAL MAXIMO HORARIO.**



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.50.** ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, ALTERNATIVA 1 (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

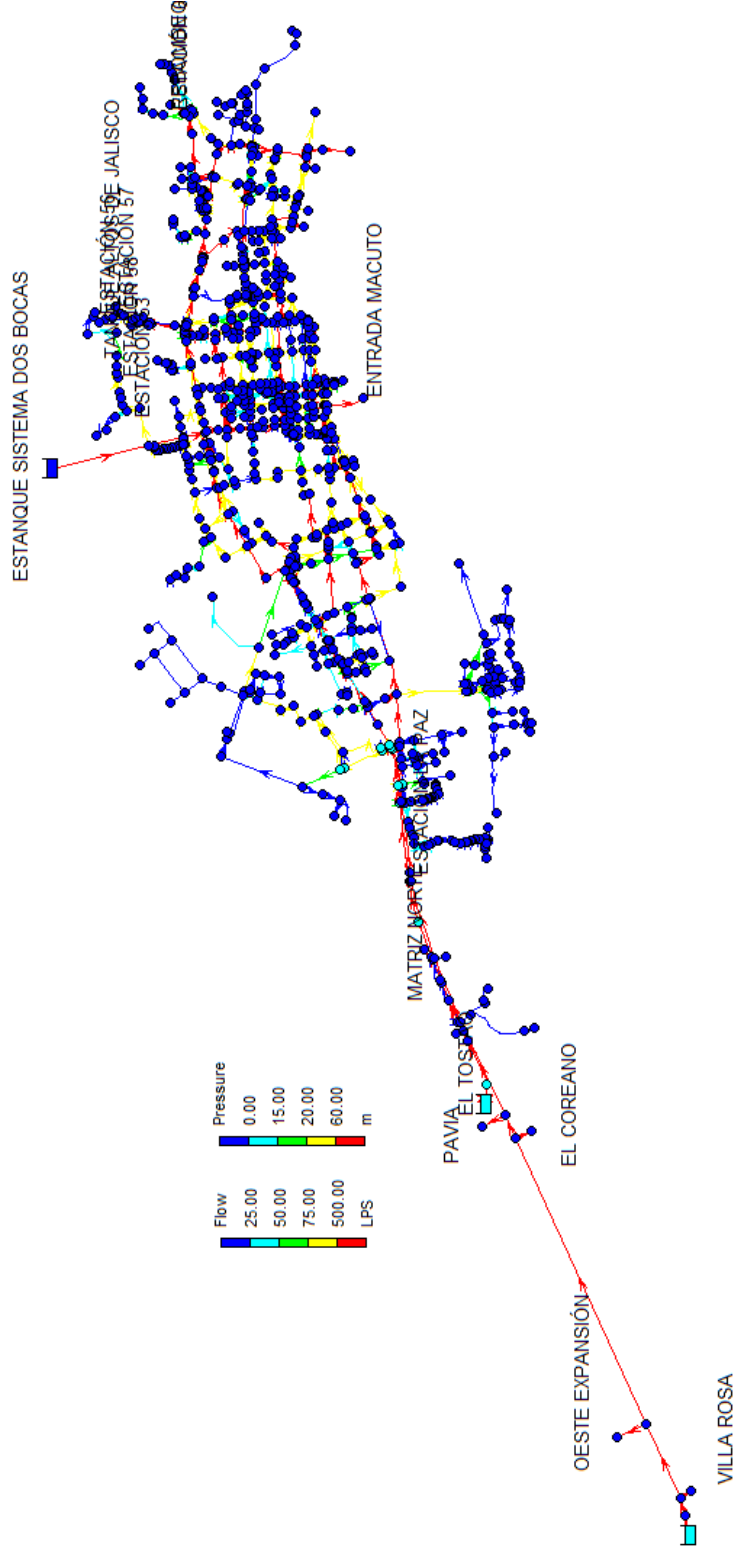


FIGURA 4.51. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA SATURACIÓN, ALTERNATIVA 2

CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO.





CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

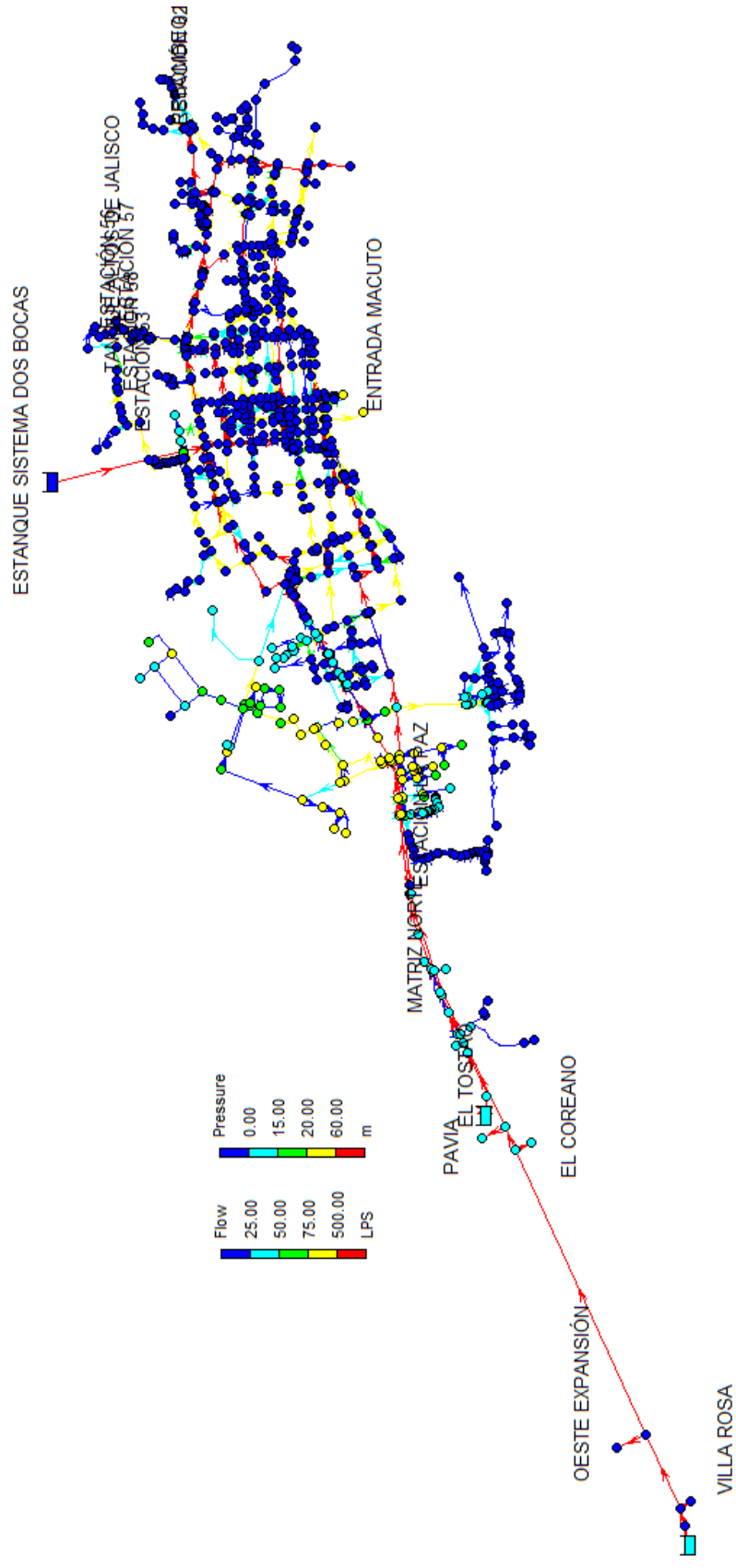


FIGURA 4.52. ESQUEMA DE SIMULACIÓN PARA DEMANDA 2016, CASO: CAUDAL DE INCENDIO, ALTERNATIVA 2

(NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



#### CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

En las figuras anteriores se observa que aun con la incorporación de la fuente proveniente del embalse Dos Bocas la red de distribución sigue sin tener capacidad hidráulica para transportar las demandas exigidas por los usuarios.

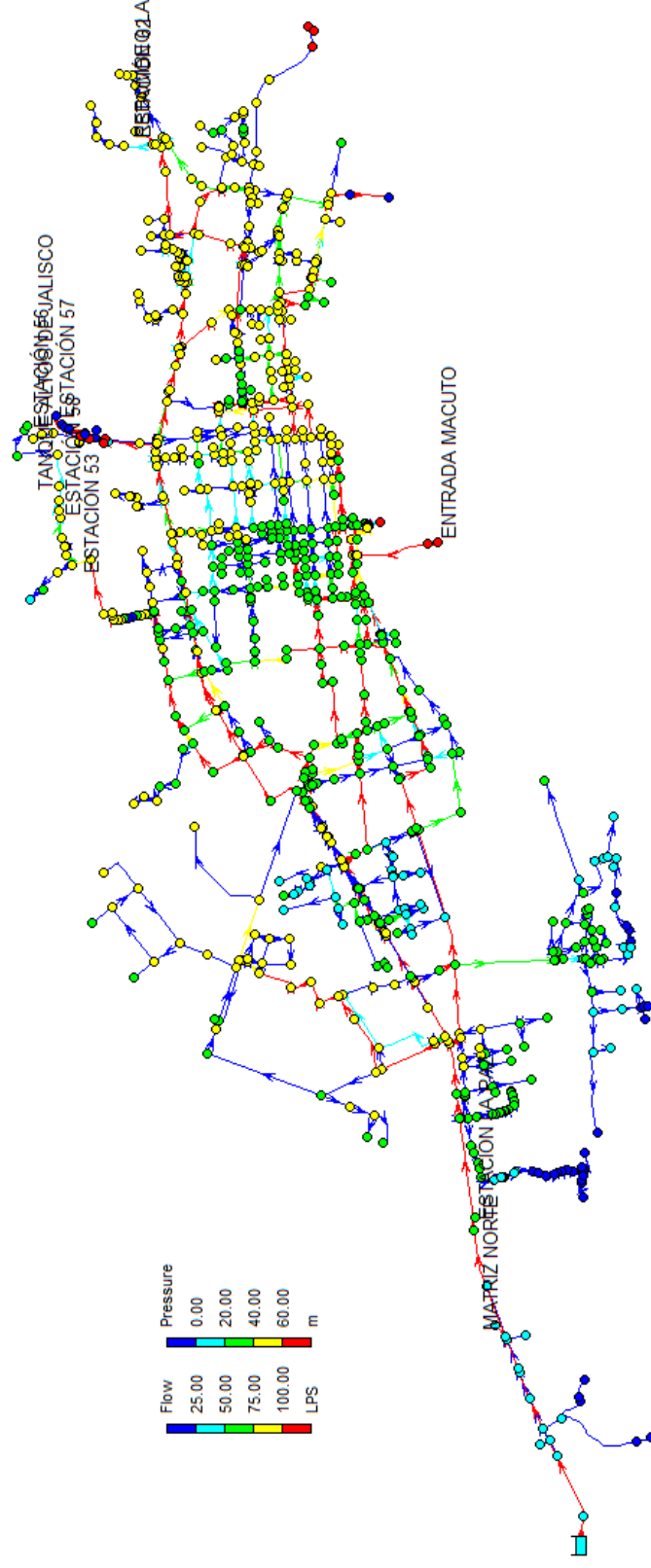
En síntesis para todos los escenarios evaluados desde el 2011 hasta el período de saturación, la red de distribución de la ciudad carece de la conducción hidráulica necesaria para cumplir la demanda requerida, sin embargo se debe tener presente que en los casos de cálculo el factor de incremento de la demanda fue considerado siguiendo las recomendaciones de las **“NORMAS SANITARIAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN, REFORMA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA DESARROLLOS URBANISTICOS” (1989)**.

Estas normas consideran factores picos de máximos consumos conseguidos en la ciudad de Caracas (para el caso de caudal máximo horario) y factores probabilísticos de ocurrencia de incendios en horas de consumo pico, es decir estos factores están hechos en base a casos generales y puede que si se realizara una curva de consumo para la ciudad de Barquisimeto los mismos puedan disminuir, lo que permitiría reducir el factor de demanda en las simulaciones, logrando así que la red gane capacidad de conducción ó lo que es lo mismo minimizaría las inversiones por concepto de ampliación de tuberías. A continuación se determina el factor de demanda máximo para el cual la red de distribución funciona adecuadamente:



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

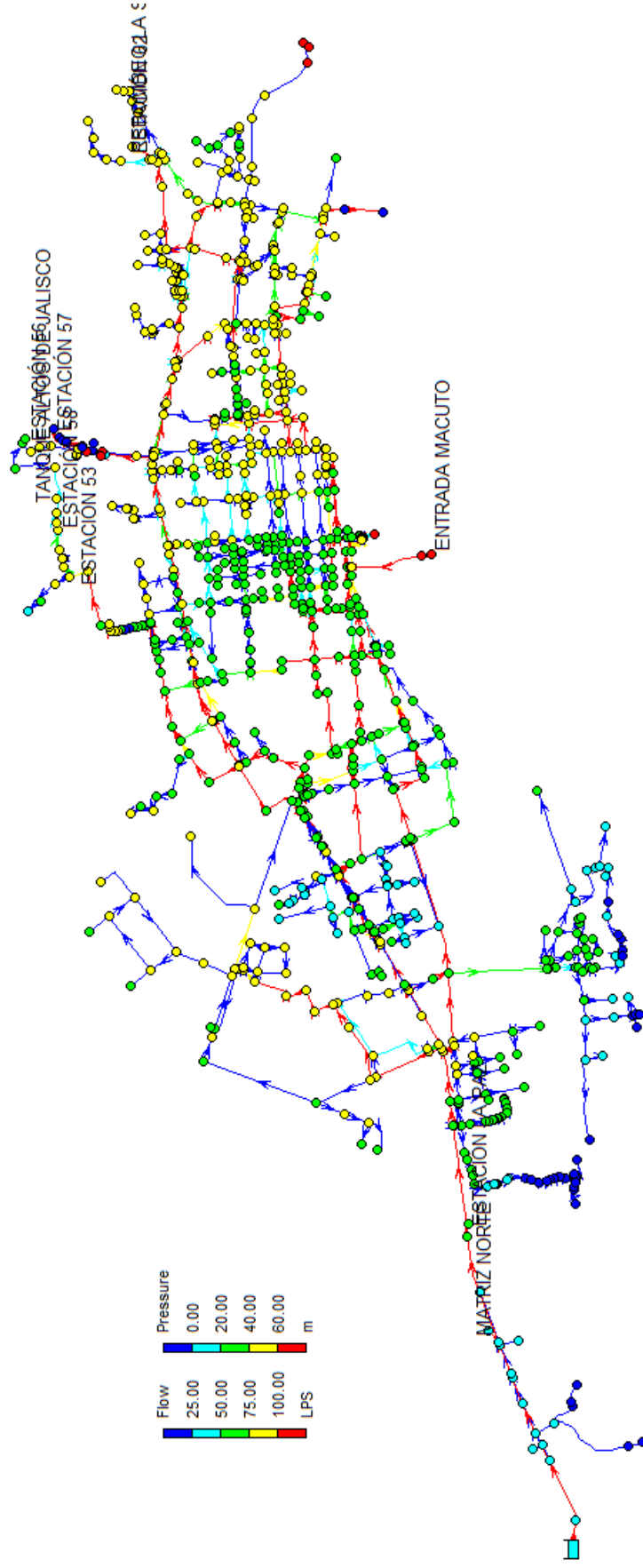
Si el factor de demanda pico fuera igual a 1,55 la red tendría capacidad hidráulica de transportar las demandas exigidas por la red hasta el período de 2011-2016 considerando demandas máximas (180 l/hab/día). Los resultados se muestran en el anexo 4.6, en las figuras siguientes se muestra esquemáticamente el funcionamiento de la red para ese factor de demanda, considerando que no se realiza ningún plan de reducción de pérdidas físicas (condición más desfavorable).



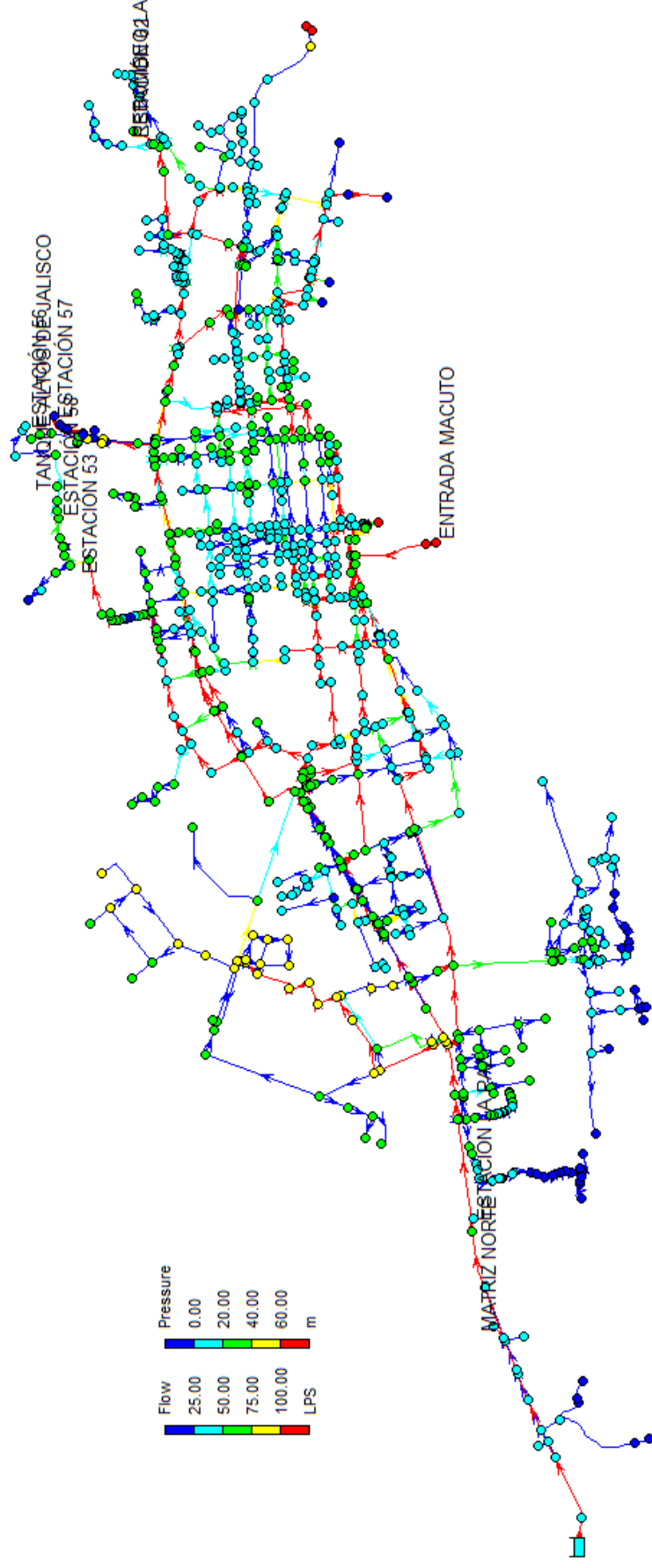


CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**FIGURA 4.51.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA UN FACTOR DE DEMANDA DE 1,55, CONSIDERANDO DEMANDAS MÍNIMAS (100 l/hab/día), AÑO 2011.



**FIGURA 4.52.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA UN FACTOR DE DEMANDA DE 1,55, CONSIDERANDO DEMANDAS MAXIMAS (180 l/hab/día), AÑO 2011.



**FIGURA 4.53.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA UN FACTOR DE DEMANDA DE 1,55, CONSIDERANDO DEMANDAS MINIMAS (100 l/hab/día), AÑO 2016.



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

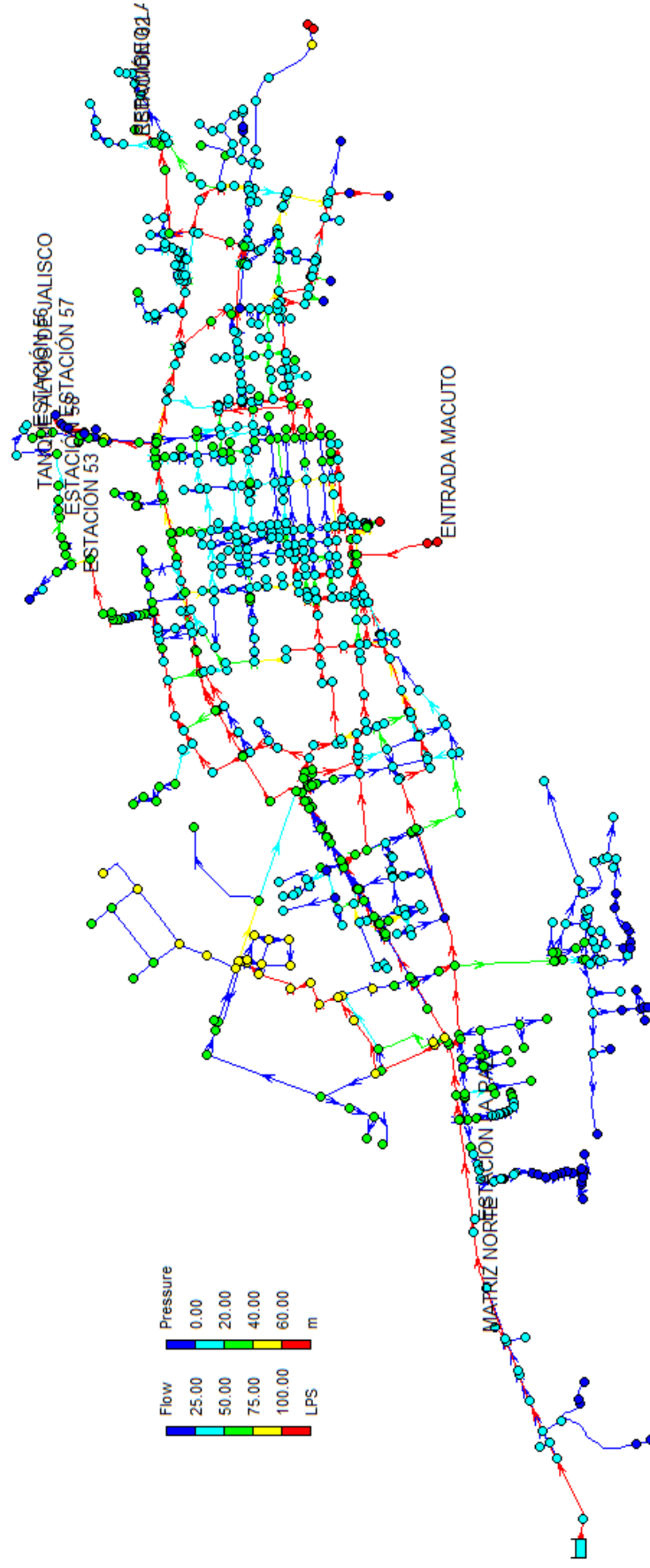
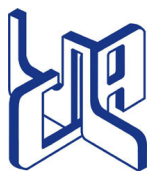


FIGURA 4.54. FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA UN FACTOR DE DEMANDA DE 1,55 CONSIDERANDO DEMANDAS MAXIMAS (180 l/hab/día), AÑO 2016.



En las figuras anteriores se observó que con un factor de demanda 1,55 la red distribución tiene capacidad hidraulica para transportar las demandas de año 2016 considerando demandas maximas, lo que permite dar mayor flexibilidad a un plan de rehabilitación y ampliación por lo menos cinco (5) años mas.

En sistensis se recomienda elaborar la curva de variaciones horarias de consumo para la ciudad de barquisimeto a fin de determinar los factores de mayoración corespondiente a cada caso de cálculo (caudal maximo horario y caudal de incendio), para la ciudad de Barquisimeto.

#### IV.3.2.6. PROPUESTA HIDRAULICA DE AMPLIACIÓN Y MEJORA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO:

A continuación se presenta un plan de rehabilitación y ampliación en el tiempo, el cual garantiza el funcionamiento adecuado de la red de distribución durante el período considerado en este trabajo y tomando en cuenta las incorporaciones de las futuras fuentes, para ello se realiza el análisis de la red en el escenario mas critico (demandas de saturación) y se va disgregando en cada uno de los años evaluados en esta investigación a fin de que en cada uno de ello se realice la mejora correspondiente, garantizando así que todas las modificaciones propuestas vayan de la mano entre si.

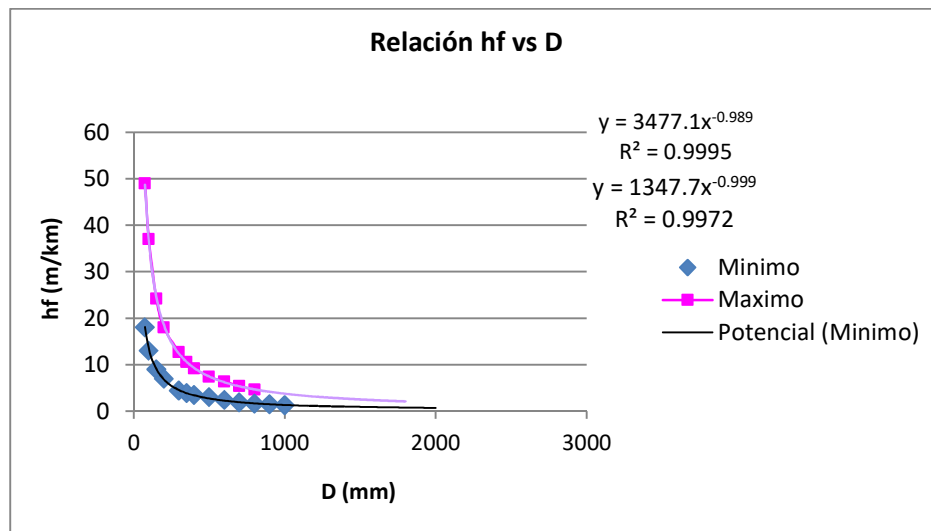
Para este plan se toman en cuenta las dos (2) alternativas antes descritas, las cuales varían solo en la incorporación de la fuente proveniente del embalse Yacambú a la red de distribución de la ciudad



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

de Barquisimeto, sin embargo esta incorporación repercute en las modificaciones de períodos anteriores.

Para el criterio de selección de las tuberías a sustituir o rehabilitar se utilizó la metodología propuesta por Simón Arocha (1989) “Abastecimiento de agua, teoría y diseño”, en el cual con base en rangos de perdidas por fricción aceptables se determina una banda de velocidades económicas, en el grafico siguiente se muestra una aproximación desarrollada por el profesor Luis Mora (2011) en la cual ajusta los valores aceptables de perdidas por fricción a una curva de correlación de tipo potencial para los diferentes diámetros.



**GRAFICO 4.3.** RELACIÓN hf VS. DIAMETRO, CONSIDERANDO VELOCIDADES ECONÓMICAS.

Para las mejoras se plantearon múltiples modificaciones en el sistema distribución a fin de ajustarlo a las condiciones más idóneas desde el punto de vista operacional y de funcionamiento hidráulico, tratando de cumplir con los valores normativos de presión y caudal



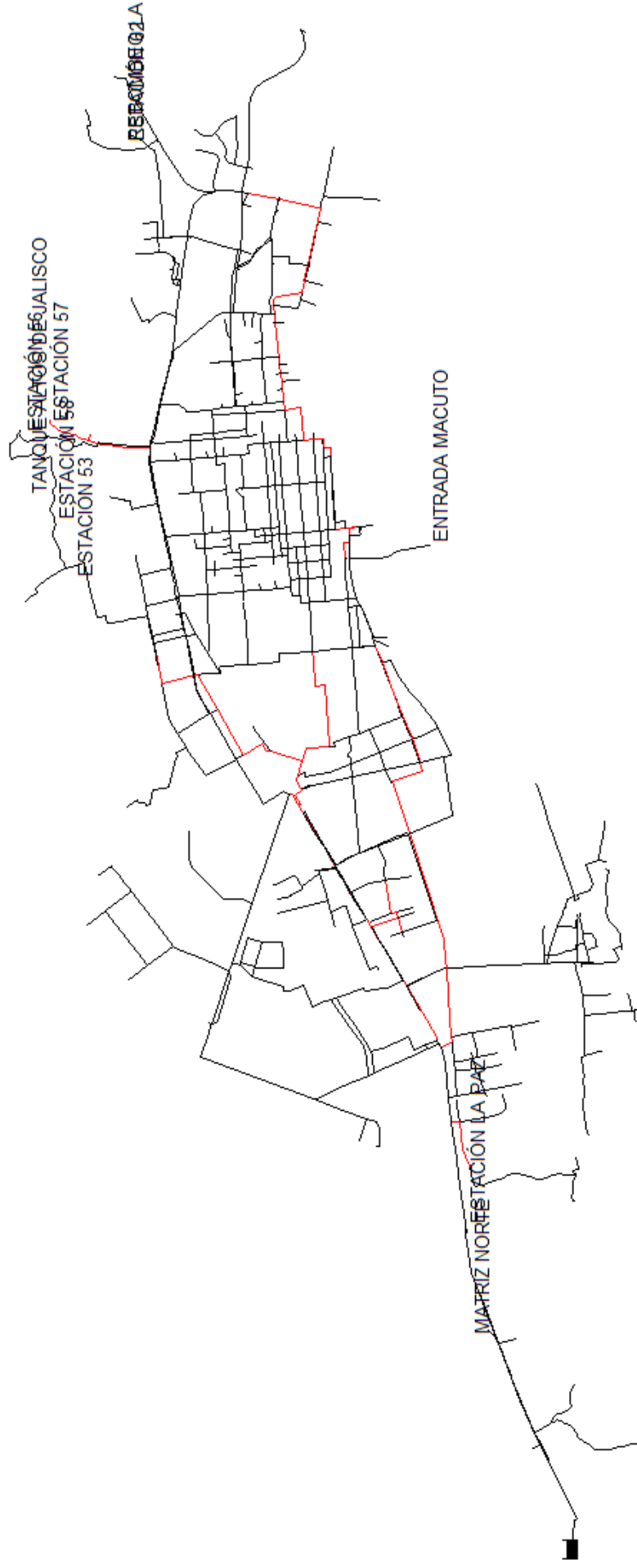


## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

siempre que se pudiera, a continuación se presenta de manera esquemática las modificaciones planteadas y en el anexo 4.7 se muestra los resultados de las simulaciones para cada una de ellas.

### - Modificaciones Propuestas para período 2011 – 2015:

Las modificaciones planteadas en este período consideran la ampliación de alimentador principal del sur y su prolongación desde la Av. El Cementerio hasta finales de la Av. San Vicente, también se prevé la ampliación de la línea que abastece al subsector Norte y otros alimentadores los cuales se muestran con línea roja en la figura 4.55. En las figuras 4.56 y 4.57 se muestra esquemáticamente el funcionamiento de la red de distribución para el escenario de dotación máxima.



**FIGURA 4.55.** ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR COMO MEJORA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO EN EL PERÍODO 2011 - 2015.

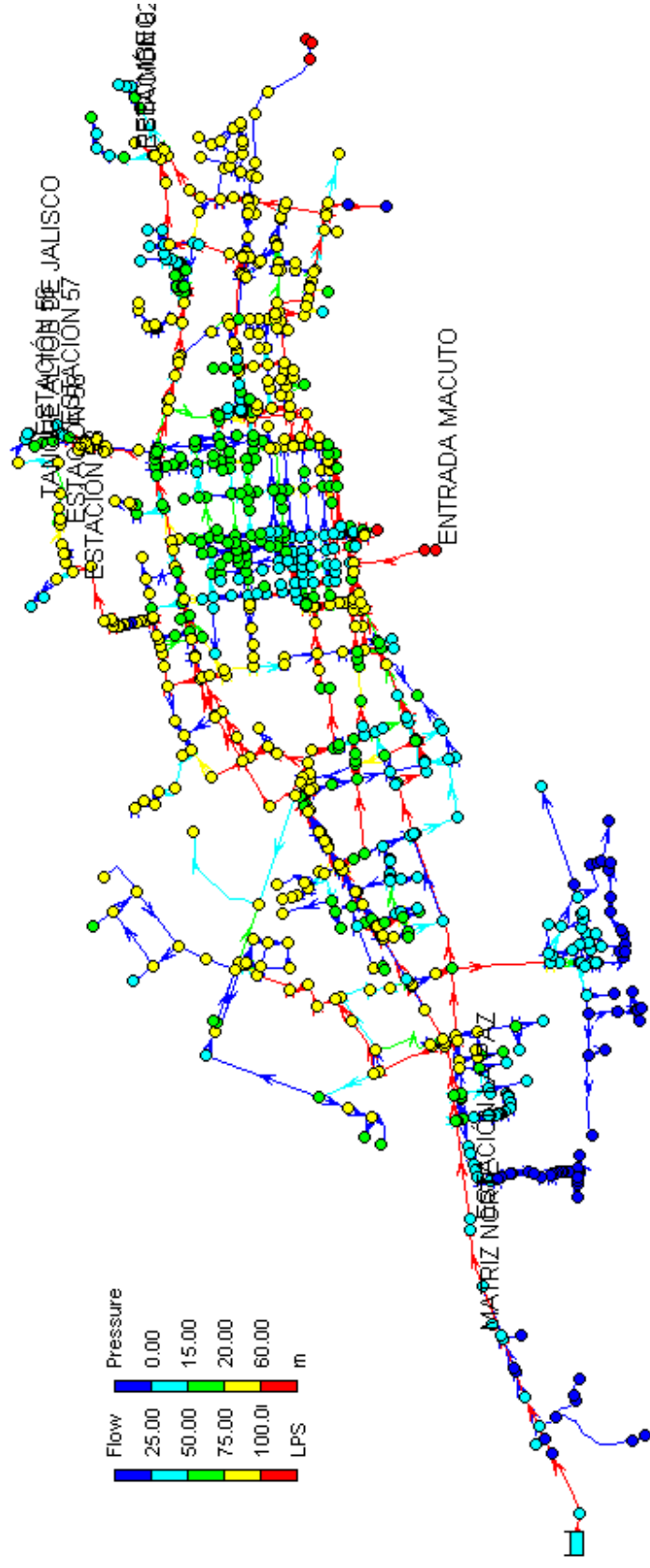


FIGURA 4.56. FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2011-2015, CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO.





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

En resumen los alimentadores propuestos para sustituir agrupados por diámetro se presentan en el cuadro 4.52, con la sustitución de estos alimentadores se garantiza el funcionamiento adecuado de la red en este período de tiempo.

**CUADRO 4.51. LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2011-2015.**

Diámetro (mm)	L (m)
300	1.545,10
400	2.186,47
500	1.895,40
600	834,23
700	2.709,07
900	6.735,15
1000	996,70
1200	6.185,03
1500	1.652,68
<b>Total</b>	<b>24.739,83</b>

FUENTE. PROPIA

- Modificaciones Propuestas para período 2016 – 2020:

Al igual que en el período anterior y considerando el análisis antes hecho a la red en donde la misma carece de capacidad hidráulica para conducir las exigencias hídricas requeridas, se de sustituir los alimentadores existentes por nuevos con mayor capacidad, sin embargo es necesario en este período sustituir el alimentador de 66 pulgadas que sale de los estanques de El Tostao, y este a su vez depende de el sitio donde se incorpore el gasto proveniente del embalse Yacambú a la red de distribución

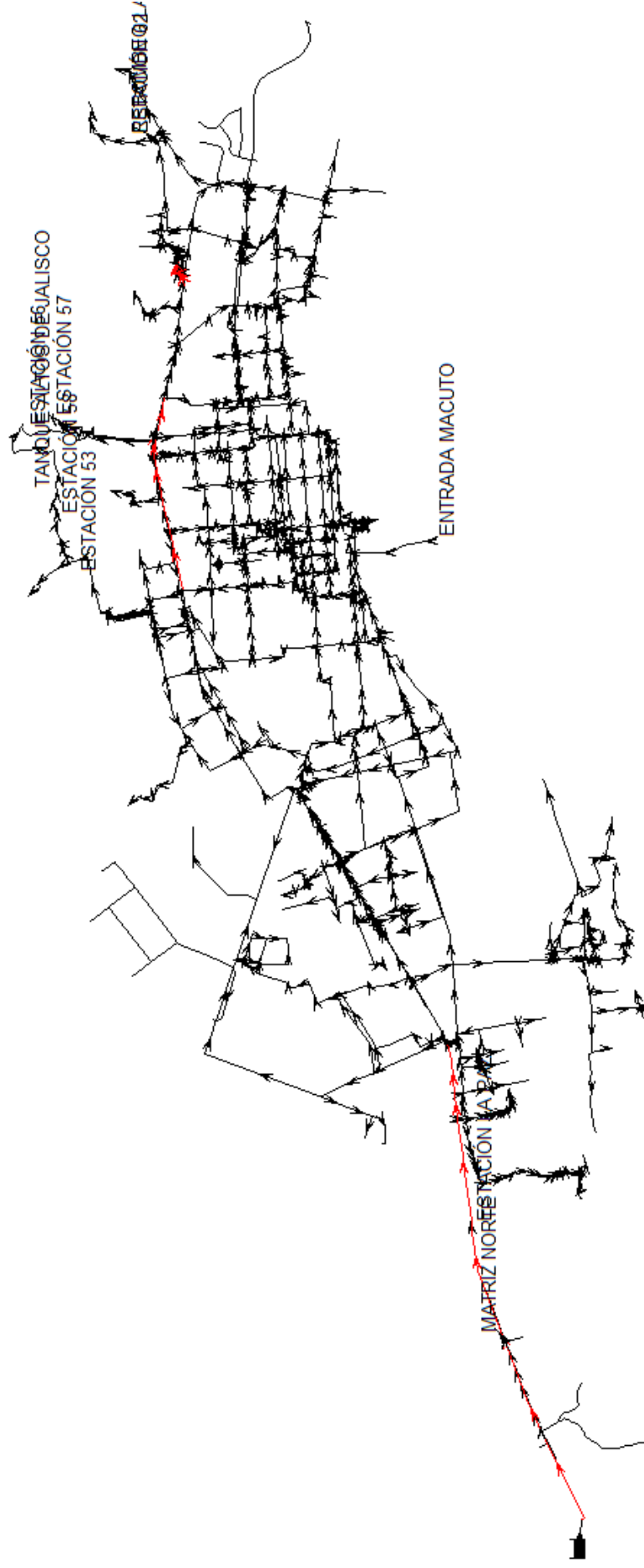


## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

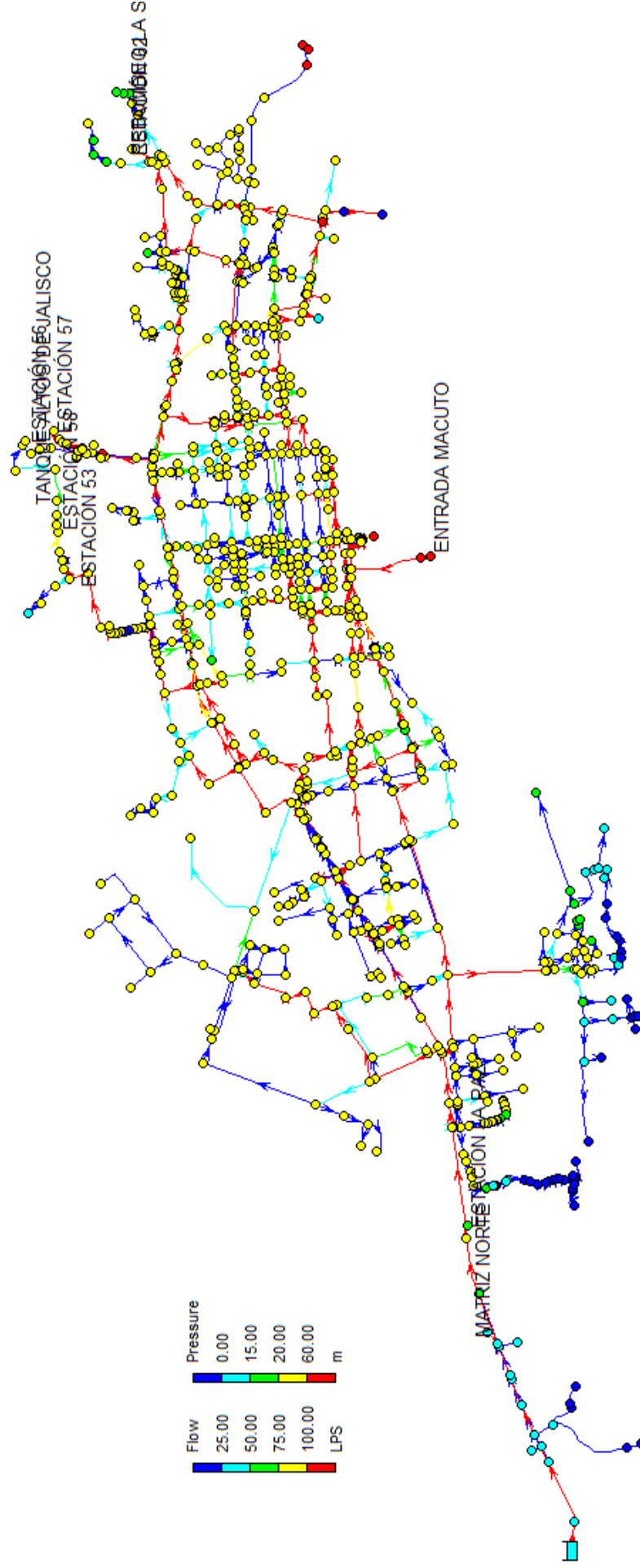
de la ciudad, es por ello que a partir de este período debe comenzar a evaluar las dos alternativas, a fin que la modificación que se realice vaya de manera armónica con los cambios que cada una de ellas acarree.

1.- Alternativa 1 (incorporación de la fuente proveniente del SHYQ CA en el tridente principal de la red):

En el análisis realizado a esta alternativa se tuvo presente que como el empalme que incorpora la nueva fuente se presenta aguas debajo de los estanques de El Tostao, lo cual disminuye el compromiso hidráulico de la línea principal de la ciudad de 66 pulgadas en transportar todo el gasto proveniente de ambas fuentes hasta el corazón de la red de distribución que en consecuencia arroja una disminución del diámetro propuesto. La totalidad de las modificaciones realizadas a la red de distribución se muestra de manera esquemática a continuación en línea roja:

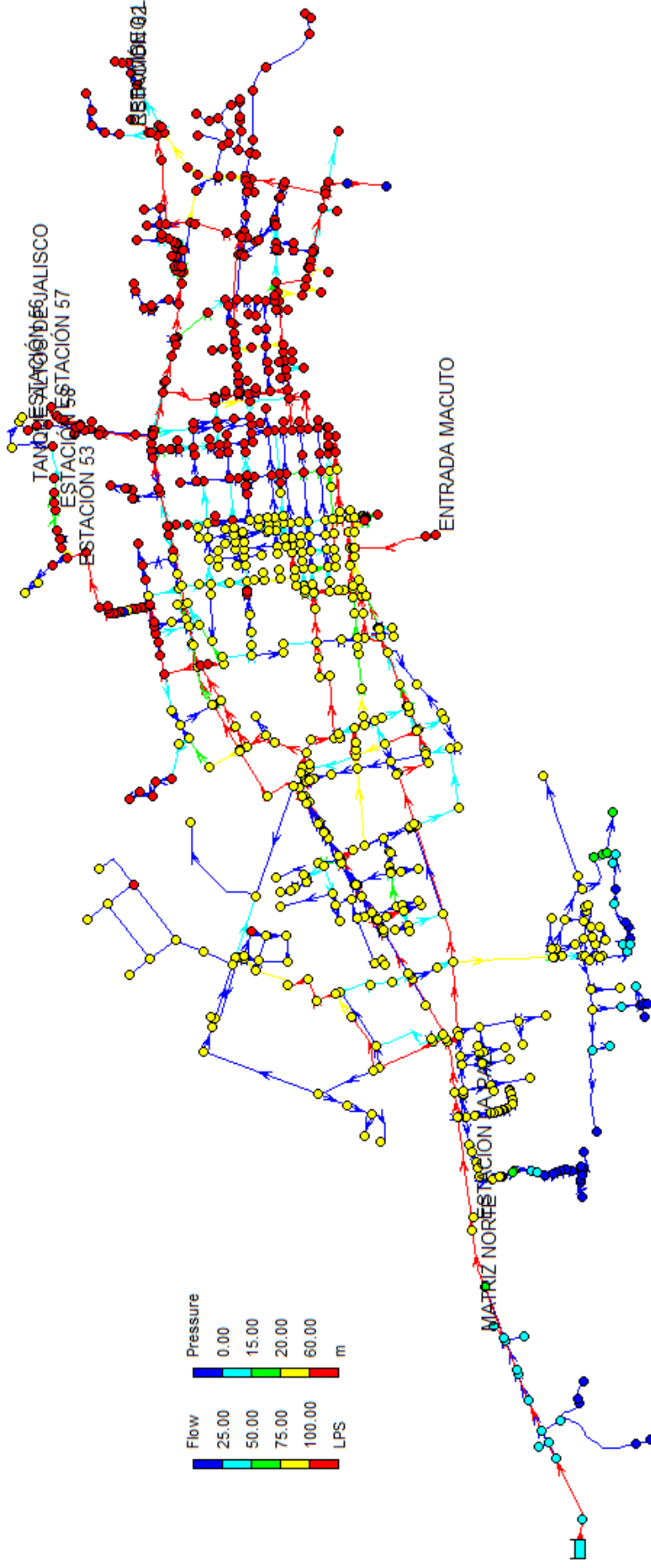


**FIGURA 4.57.** ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR COMO MEJORA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO EN EL PERÍODO 2016 - 2020. ALTERNATIVA I



**FIGURA 4.58.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2016-2020, CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO. ALTERNATIVA I





**FIGURA 4.59.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2016-2020, CASO: CAUDAL DE INCENDIO. ALTERNATIVA 1 (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.51.** LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2016-2020. ALTERNATIVA 1.

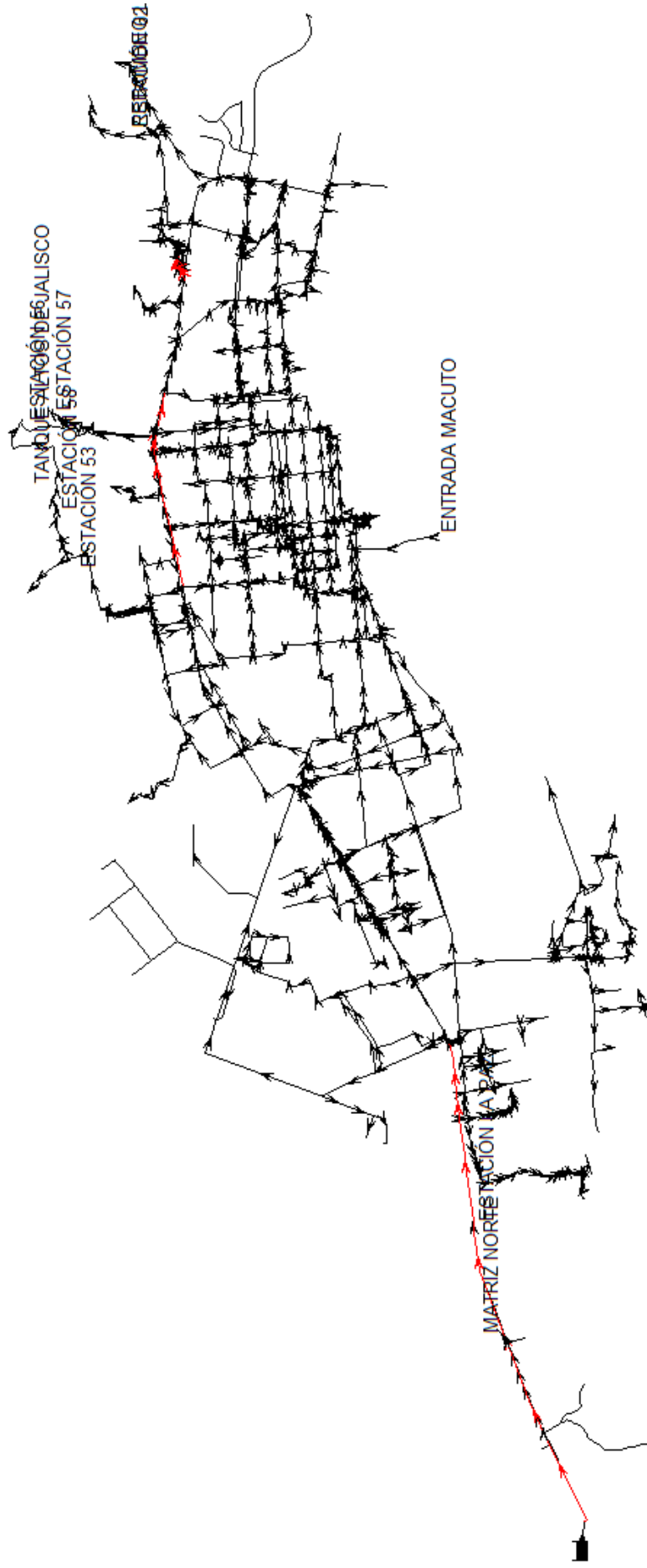
Diametro (mm)	L (m)
300	376,86
900	2606,93
1800	6715,69
<b>Total</b>	<b>9699,48</b>

FUENTE. PROPIA

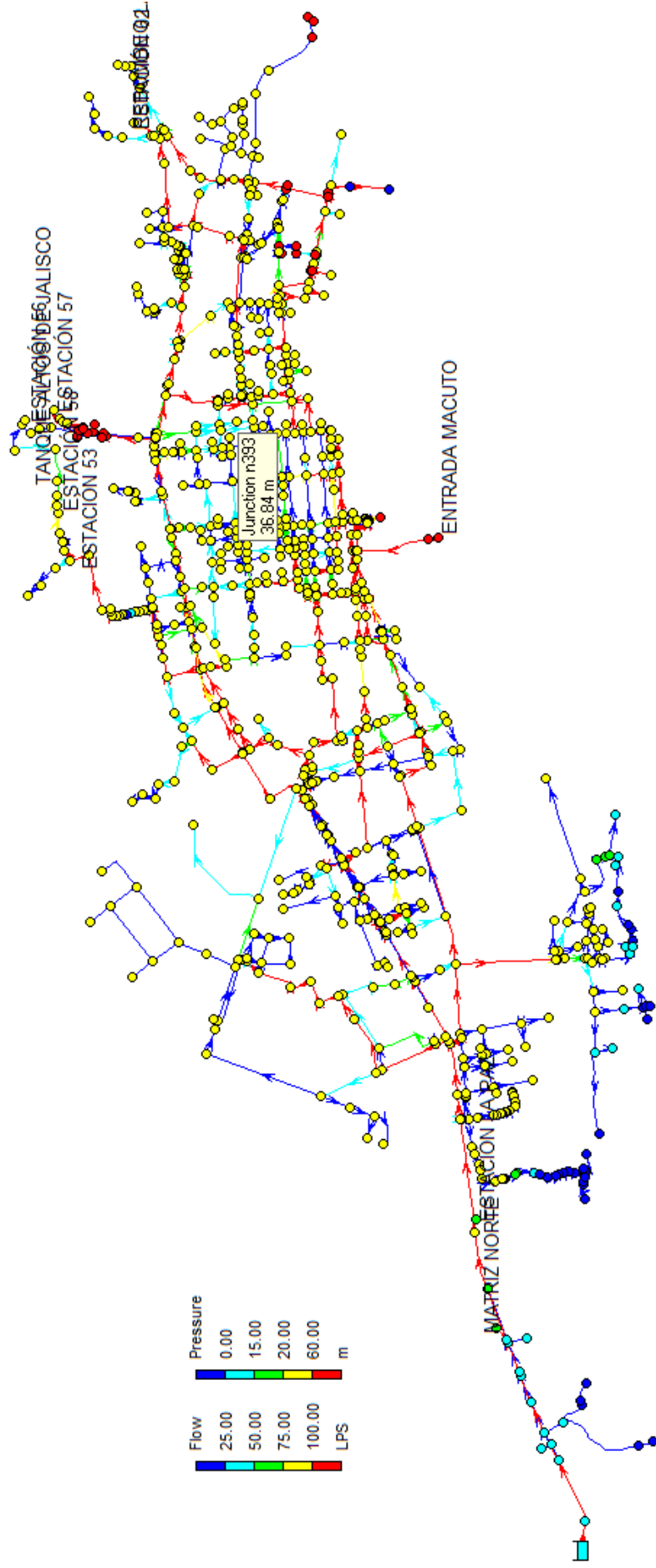
2.- Alternativa 2 (incorporación de la fuente proveniente del SHYQ CA en los estanques de El Tostao):

En las consideraciones de esta alternativa se aumento el diámetro de la línea que sale de los estanques de El Tostao en relación con la propuesta anterior ya que todo el caudal que va a la red de distribución llegará por esta única tubería, adicionalmente se propone sustituir otras líneas a fin de mejorar el funcionamiento de la red de distribución la cual se muestra de forma esquemática en línea roja en la siguiente figura.

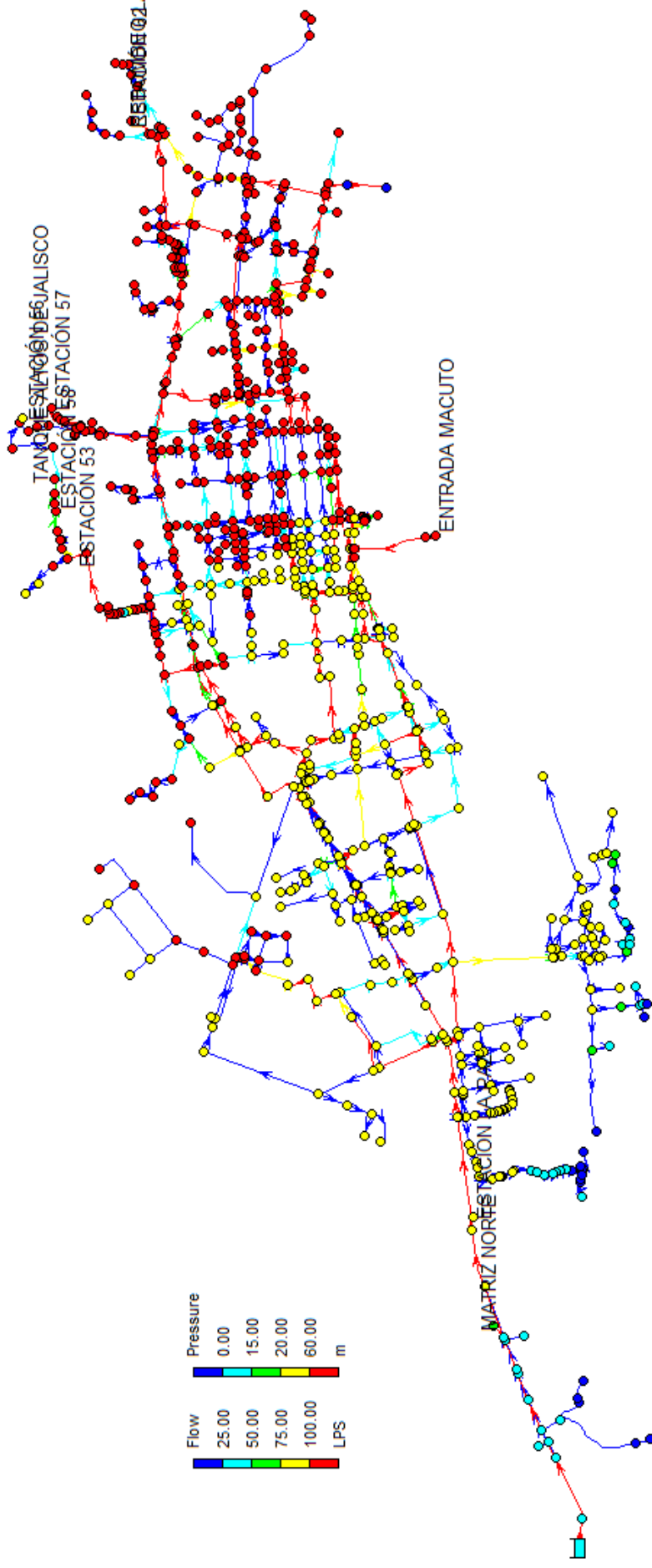
Por otro lado es importante mencionar que de seleccionarse esta alternativa es necesario realizar una ampliación en el sistema de almacenamiento de la red de distribución a fin de mejorar su funcionamiento en las horas pico de consumo.



**FIGURA 4.60.** ESQUEMA DE ALIMENTADORES A SUSTITUIR COMO MEJORA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO EN EL PERÍODO 2016 - 2020. ALTERNATIVA 2



**FIGURA 4.61.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2016-2020, CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 2



**FIGURA 4.62.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2016-2020, CASO: CAUDAL DE INCENDIO. ALTERNATIVA 2 (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

En síntesis las longitudes de los alimentadores a sustituir se presentan agrupados por diámetro en el cuadro siguiente:

**CUADRO 4.52. LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2016-2020. ALTERNATIVA 2.**

Diametro (mm)	L (m)
300	376,86
900	2606,93
2100	6715,69
<b>Total</b>	<b>9699,48</b>

FUENTE. PROPIA

- Modificaciones Propuestas para Incorporación de fuente proveniente del SHYQ CA a la red de distribución de Barquisimeto, período 2021 – 2030:

En estas mejoras planteadas en la red y en correspondencia con lo que se mostro en análisis anteriores se evalúan las alternativas uno (1) y dos (2):

- 1.- Alternativa 1 (incorporación de la fuente proveniente del SHYQ CA en el tridente principal de la red):

Como se mencionó anteriormente para incorporar este gasto en el tridente existente en la Av. Cementerio se proyecta un alimentador que permite hacer esta actividad cumpliendo las consideraciones hidraulicas adecuadas, del



#### CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

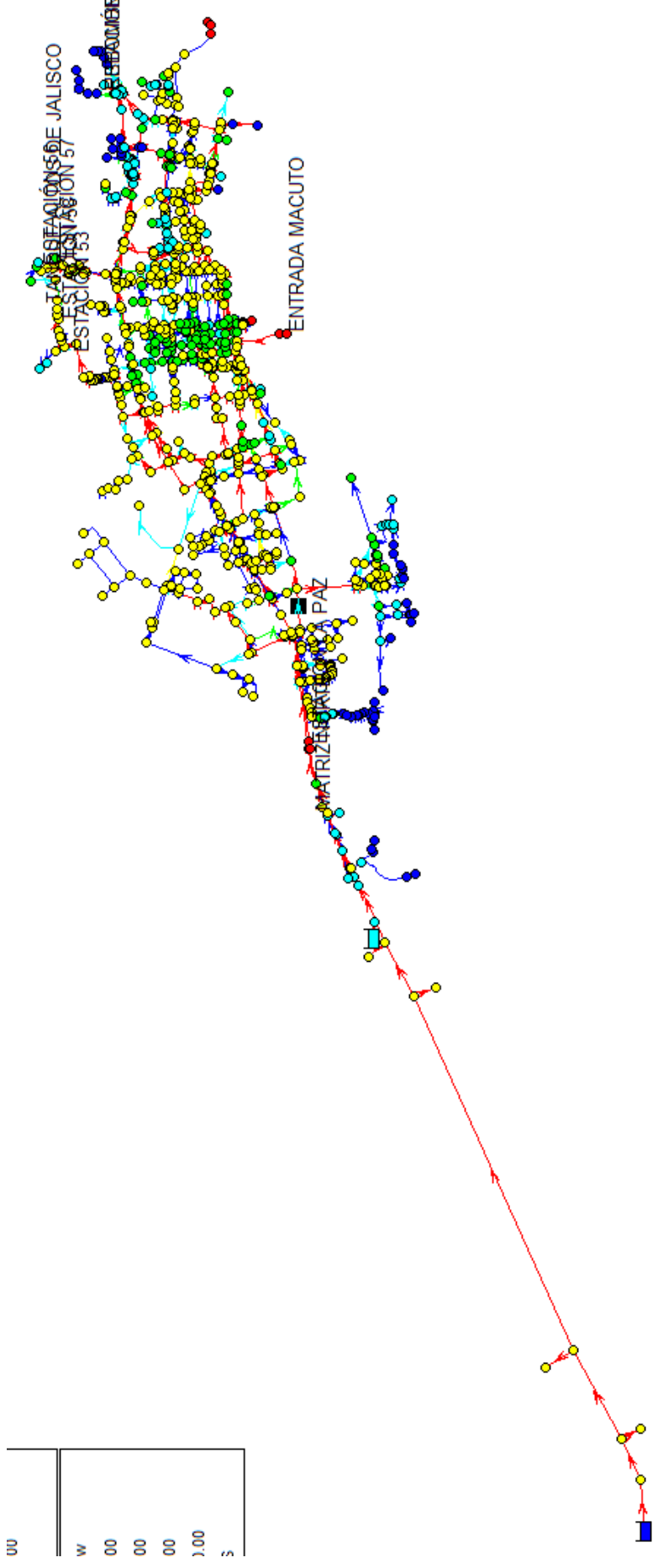
mismo modo se sustituyen otras líneas principales las cuales se muestran con línea roja en la figura siguiente:



**FIGURA 4.63.** ESQUEMA DE ALIMENTADORES A CONSTRUIR Y SUSTITUIR COMO MEJORA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO EN EL PERÍODO 2021 - 2030. ALTERNATIVA 1



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

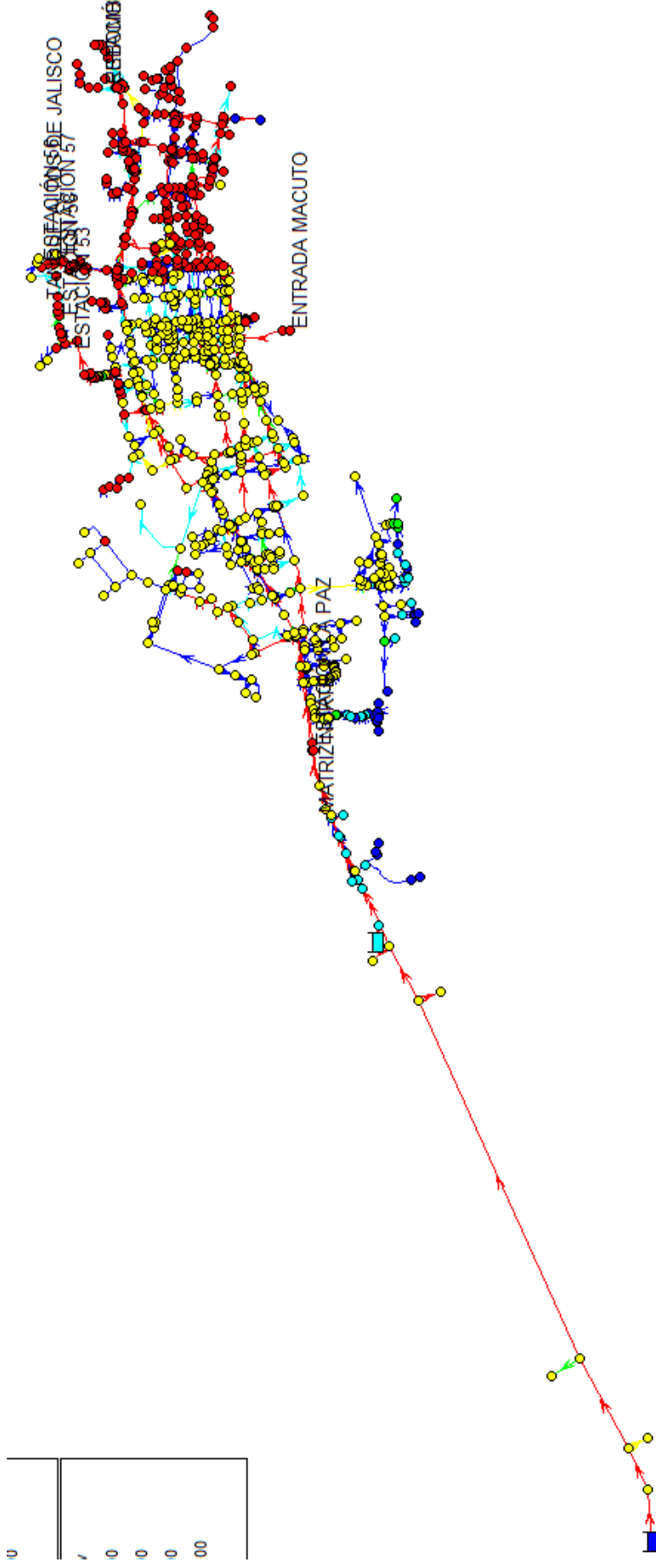


**FIGURA 4.64.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2021-2030, CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 1





CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.65.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2021-2030, CASO: CAUDAL DE INCENDIO. ALTERNATIVA 1 (NODOS INCENDIO: n/72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.53.** LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2021-2031. ALTERNATIVA 1.

Diametro (mm)	L (m)
500	987,00
1200	4.036,67
1500	2.635,00
<b>Total</b>	<b>7.658,67</b>

FUENTE. PROPIA

2.- Alternativa 2 (incorporación de la fuente proveniente del SHYQ CA en los estanques de El Tostao):

A continuación se presenta las sustituciones correspondientes que garantizan el funcionamiento adecuado de la red, la línea roja en la figura siguiente representa dichas modificaciones:



**FIGURA 4.66.** ESQUEMA DE ALIMENTADORES A CONSTRUIR Y SUSTITUIR COMO MEJORA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO EN EL PERÍODO 2021 - 2030. ALTERNATIVA 2



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

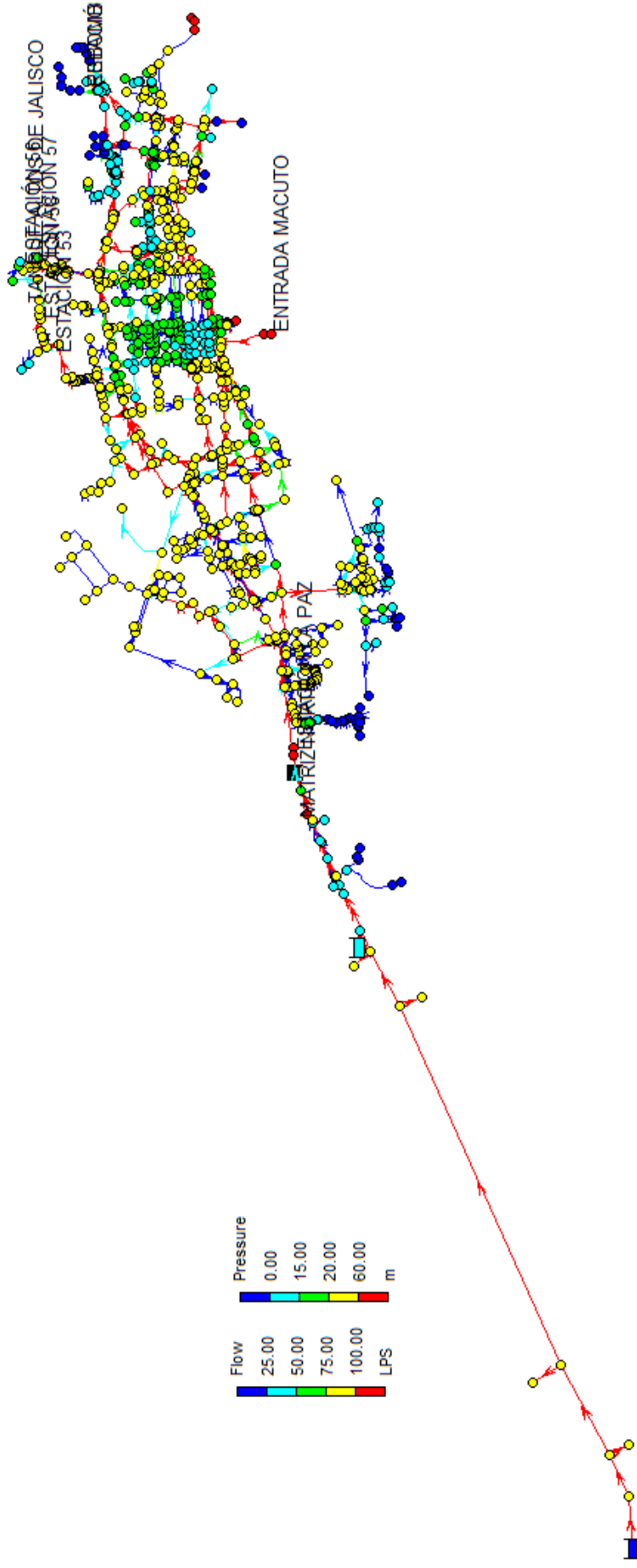
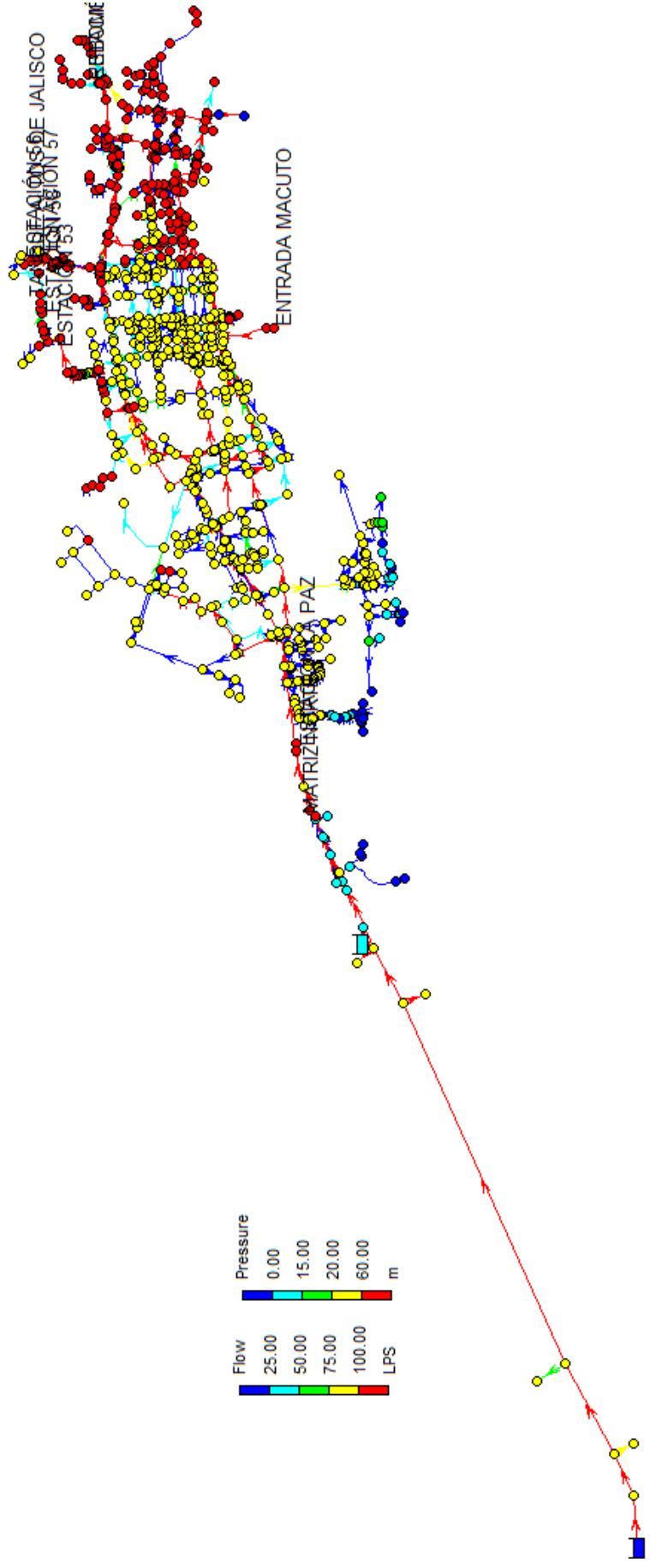


FIGURA 4.67. FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2021-2030, CASO: CAUDAL MAXIMO HORARIO. ALTERNATIVA 2



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.68.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2021-2030, CASO: CAUDAL DE INCENDIO. ALTERNATIVA 2 (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

Las tuberías que deben sustituirse son:

**CUADRO 4.54.** LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2021-2031. ALTERNATIVA 2.

Diametro (mm)	L (m)
700	1.503,00
1200	4.036,67
<b>Total</b>	<b>5.539,67</b>

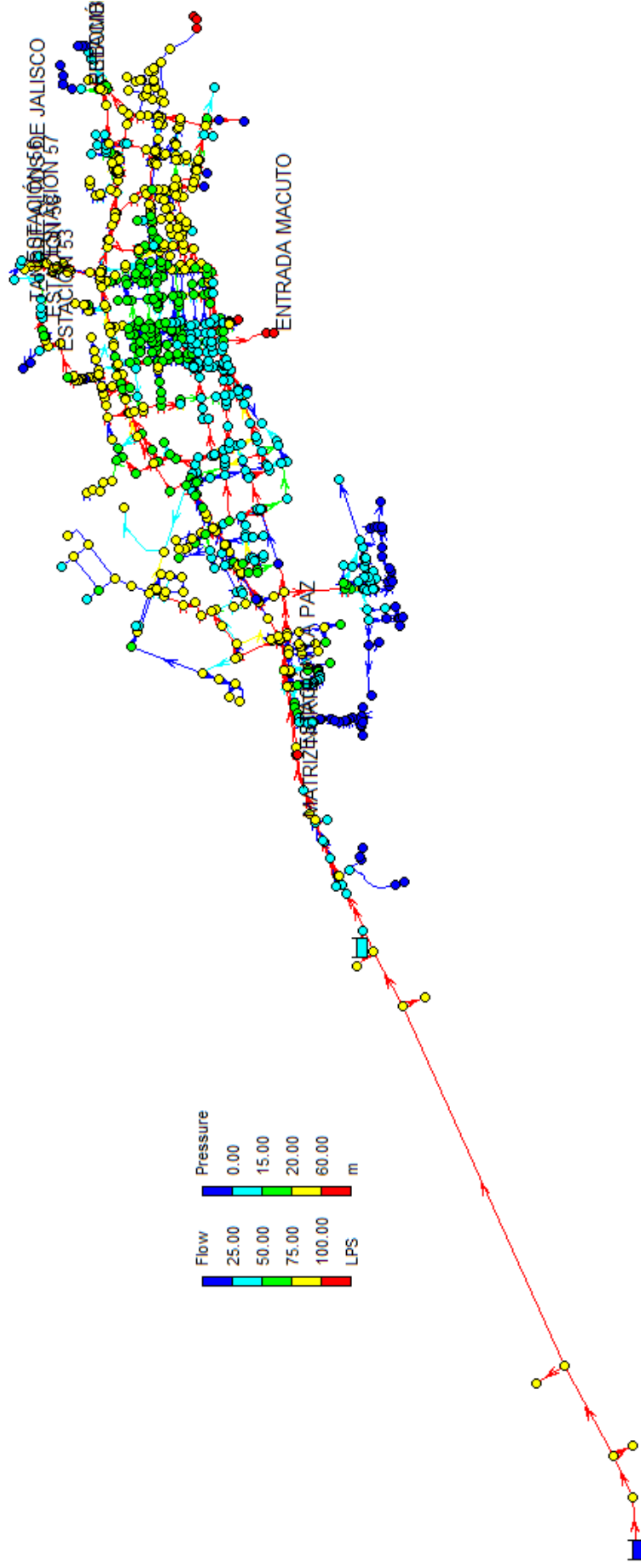
FUENTE. PROPIA

- Modificaciones a la red de distribución de Barquisimeto, período 2031 – 2040:

En el análisis a este período se realizaron modificaciones aguas debajo de los dos empalmes propuestos para la incorporación de la fuente proveniente del embalse Yacambú y a nivel de la red media y baja de la ciudad, por lo que el funcionamiento de la misma es independiente de las alternativas que han venido evaluando anteriormente, es por ello que en este período no se presentan en función de las propuestas antes mencionadas, sino como una única solución. A continuación se presenta en línea roja los alimentadores modificados:



FIGURA 4.69. ESQUEMA DE ALIMENTADORES A CONSTRUIR Y SUSTITUIR COMO MEJORA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO EN EL PERÍODO 2031 - 2040.

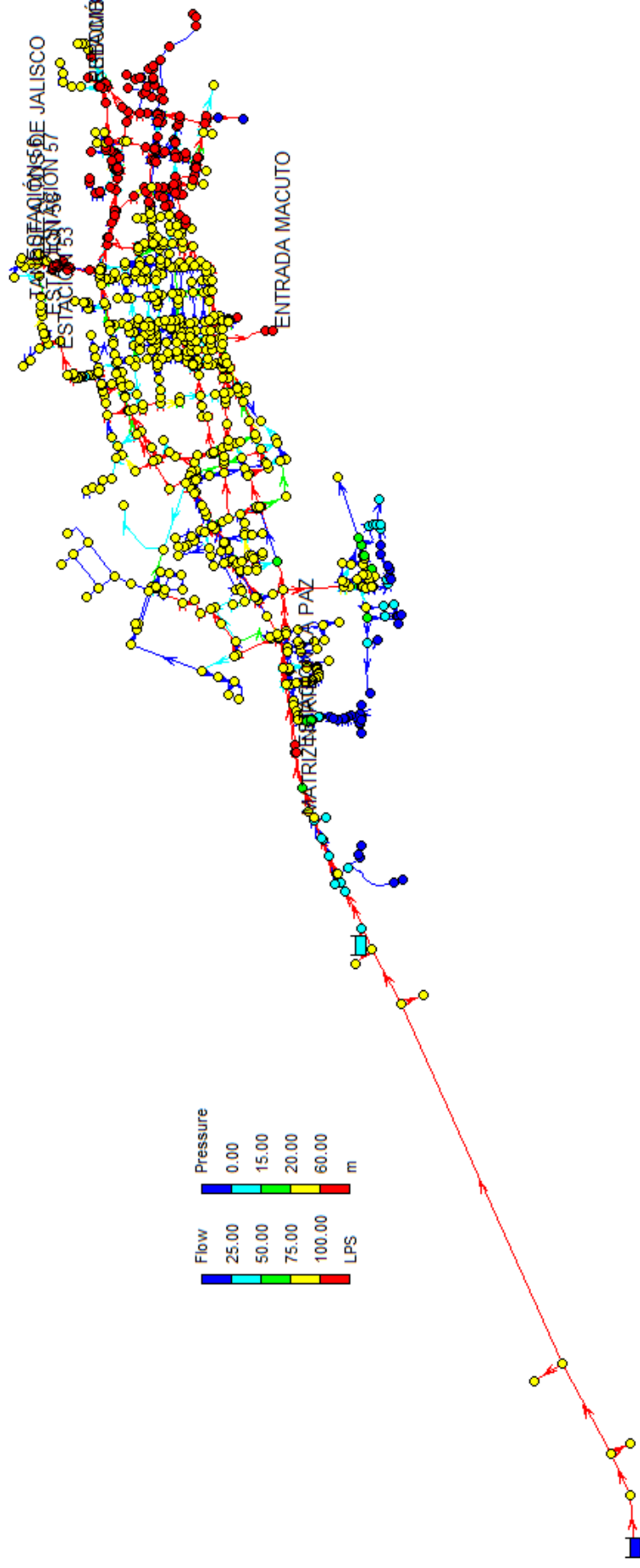


**FIGURA 4.70.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2031-2040, CASO: CAUDAL MÁXIMO HORARIO.





CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.71. FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2031-2040, CASO: CAUDAL DE INCENDIO. (NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).**



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

La longitud total de las líneas que se deben sustituir se muestra en el cuadro a continuación:

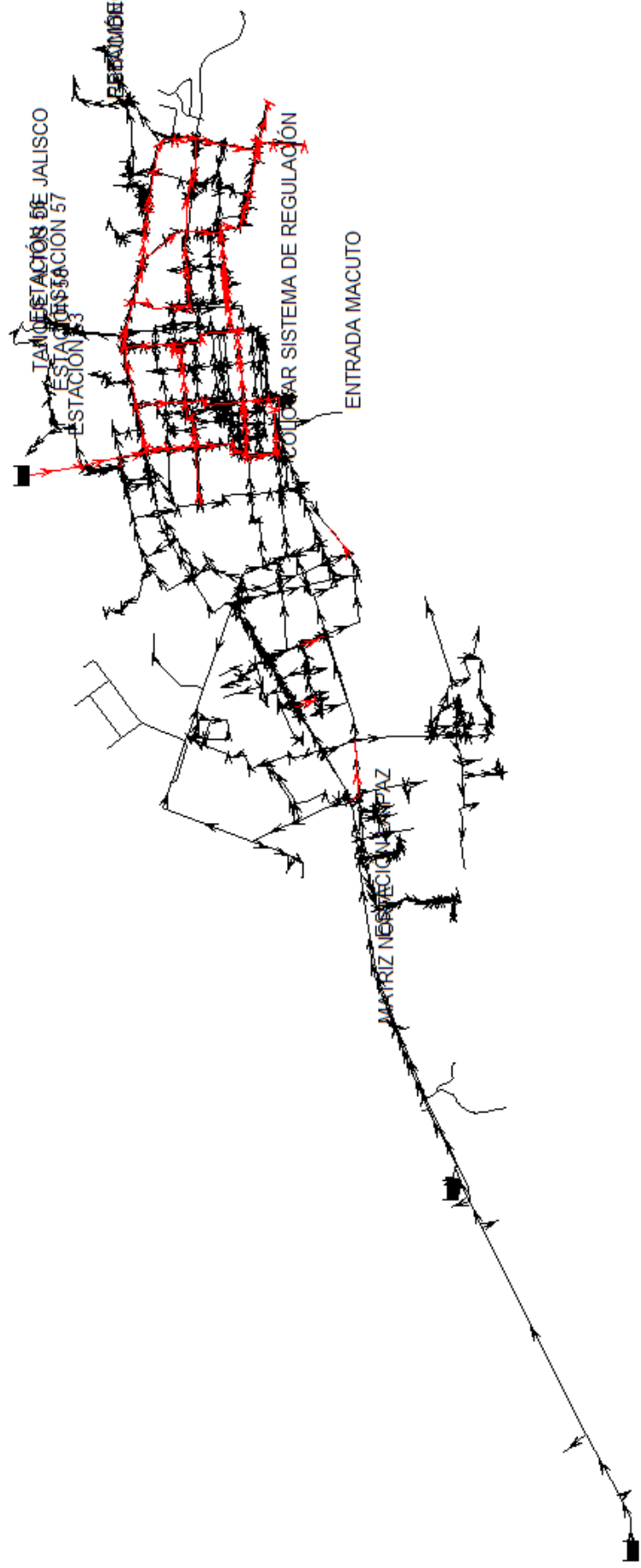
**CUADRO 4.55. LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR EN PERÍODO 2031-2040.**

Diametro (mm)	L (m)
400	2.620,40
500	4.597,70
600	4.404,85
900	2.289,12
1000	981,10
1200	3.481,00
<b>Total</b>	<b>18.374,17</b>

FUENTE. PROPIA

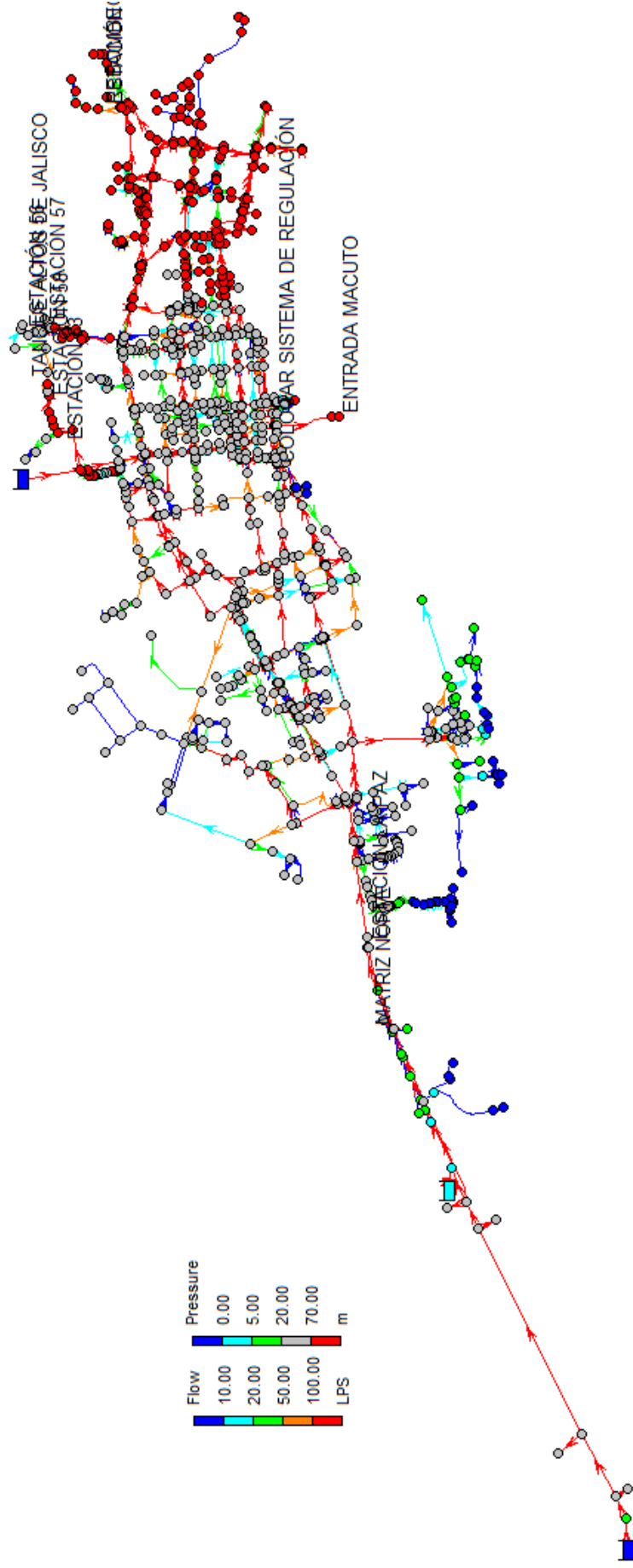
- Modificaciones a la red de distribución de Barquisimeto, período 2040 – Población de Saturación:

En el escenario de saturación se considera una restructuración completa en la red de distribución, ya que como se mencionó anteriormente el sistema no está concebido para incorporar una fuente alrededor de la red media y por su lado norte, es por ello se plantean subanillos de distribución que permiten cerrar subsistemas más pequeños, permitiendo así mejorar las condiciones hidráulicas y operativas en la red. Por otro lado al igual que las modificaciones 2031-2040 no se toman en cuenta las (2) dos alternativas antes planteadas, ya que las sustituciones que aquí se presenta no dependen en lo absoluto de algunas de estas propuestas. A continuación se muestran en línea roja estas modificaciones.



**FIGURA 4.72.** ESQUEMA DE ALIMENTADORES A CONSTRUIR Y SUSTITUIR COMO MEJORA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO EN EL PERÍODO 2040 - SATURACIÓN.



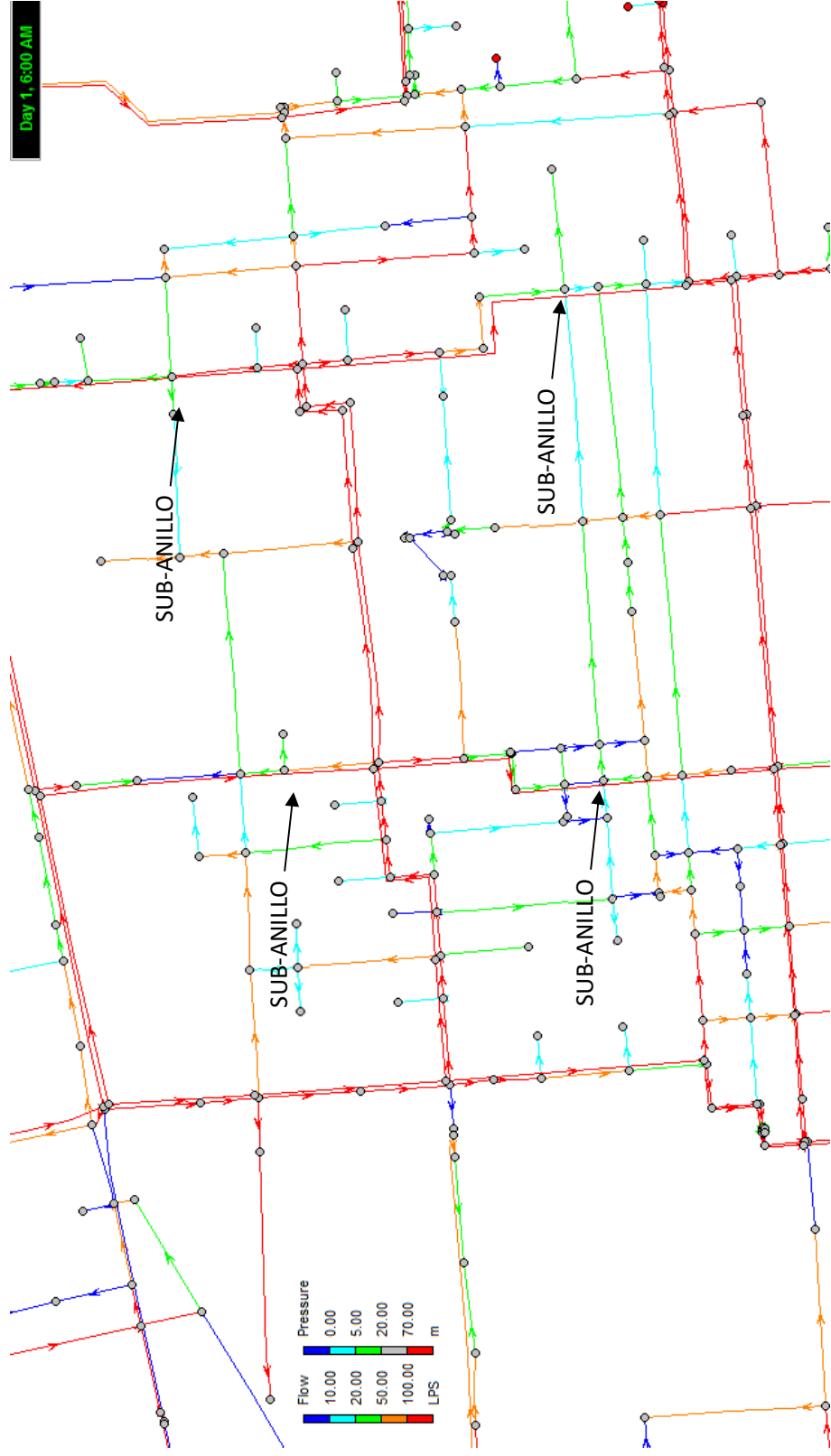


**FIGURA 4.74.** FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO LAS MEJORAS PLANTEADAS PARA EL PERÍODO 2031-2040, CASO: CAUDAL DE INCENDIO.

(NODOS INCENDIO: n72, n51, n84, n42, n731, n772, n748, n351, n629, n808).



CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**FIGURA 4.75.** SUBANILLOS PROPUESTOS PARA INCORPORACIÓN DE FUENTE PROVENIENTE DE EMBALSE DOS BOCAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO.

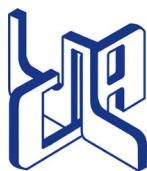


## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

La incorporación del gasto proveniente del embalse Dos Bocas, permite redefinir el sistema de distribución en dos grandes subsistemas, el primero referente a la zona alta que estaría constituido por: la actual red alta del subsistema gravedad y todos los subsistemas aguas arriba de los estanques de El Tostao, los cuales tendrían como fuente el gasto proveniente del embalse Dos Cerritos y Yacambú, y la zona media y baja constituida por: la red media y baja del sistema gravedad los cuales tendrían como fuente el gasto proveniente del embalse Dos Bocas.

Dado a que la disponibilidad proveniente de los embalses Dos Cerritos y Yacambú es mayor a demanda que abastece se plantean una serie de interconexiones entre las redes, estas permitirán el paso del gasto excedente proveniente de la zona alta, dando así una versatilidad al sistema que aumenta notablemente su fiabilidad, permitiéndolo manejar más fácilmente una situación adversa, como una interrupción en el sistema de abastecimiento Dos Bocas o cualquier otra fuente con la cual cuenta la red de distribución.

Las modificaciones realizadas se agrupan por diámetro y se muestran a continuación:



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.56.** LONGITUDES DE TUBERÍAS A CAMBIAR Y CONSTRUIRI EN PERÍODO 2041-SATURACIÓN.

Diametro (mm)	L (m)
400	1.780,20
500	500,36
600	1.270,50
750	3.607,00
900	16.880,40
1000	348,00
1200	6.002,60
1500	1.286,00
1800	4.140,09
<b>Total</b>	<b>35.815,15</b>

FUENTE. PROPIA

De los analisis anteriores podemos decir que desde el punto de vista hidraulico las dos alternativas planteadas funcionan adecuadamente, es por ello que no puede descartarse ninguna de ellas, en consecuencia es necesario realizar la selección de la alternativa a traves de una analisis económico.

Por otro lado dado a que las lineas principales y secundarias evaluadas en este estudio han exedido notablemente su vida útil, se hace estrictamente necesario la sustitución de las lineas que no fueron consideradas para sustitución en esta investigación por unas del mismo diametro.





## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

### IV.3. ANÁLISIS ECONÓMICO:

Una vez definidas las propuestas hechas a lo largo de las simulaciones de los escenarios planteados se procede a cuantificar la magnitud de la inversión que es necesaria para la ejecución de las mismas. A continuación y haciendo uso de Índice de costos estimados realizados por el departamento de costos de la hidrológica, el cual se muestra en el cuadro 4.57, se determina el monto de la inversión requerida para cada quinquenio evaluado. Estos índices de costos los desarrolla la hidrológica con la base de datos de las obras ejecutadas tomando en cuenta los rendimientos alcanzados, en ellos se contempla para los diferentes diámetros y las características de la ejecución el precio unitario por metro lineal expresado en función de las unidades tributarias, logrando con esto de alguna manera no perder vigencia tan rápido en el tiempo.

**CUADRO 4.57. COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ADUCCIONES Y ESTANQUES POST-TENSADOS.**

MATERIAL	DIAMETRO (mm)	RENDIMIENTO (Bs/m)	RENDIMIENTO (UNIDAD TRIBUTARIA/m) **
PEAD	300	1088,00	14,32
PEAD	400	1765,00	23,22
PEAD	500	2294,00	30,18
ACERO	600	8300,00	109,21
ACERO	700	11119,50	146,31
ACERO	750	12000,00	157,89
ACERO	900	13570,80	178,56
ACERO	1000	15483,87	203,74
ACERO	1200	17651,61	232,26
ACERO	1500	20961,29	275,81
ACERO	1800	22000,00	289,47
ACERO	2100	33000,00	434,21
ESTANQUE DE CONCRETO POST-TENSADO		2000 Bs/m <sup>3</sup>	26,32
<b>** LA UNIDAD TRIBUTARIA UTILIZADA ES LA VIGENTE PARA AÑO 2011 (76 Bs/ UT)</b>			

FUENTE: DEPARTAMENTO DE COSTOS DE HIDROLARA CA, 2011



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.58.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2011 - 2015.

Diametro (mm)	L (m)	COSTO DE CONSTRUCCIÓN (UNIDAD TRIBUTARIA/m)	TOTAL
300	1545,10	14,32	22.119,33
400	2186,47	23,22	50.777,89
500	1895,40	30,18	57.211,15
600	834,23	109,21	91.106,70
700	2709,07	146,31	396.361,60
900	6735,15	178,56	1.202.649,30
1000	996,70	203,74	203.062,82
1200	6185,03	232,26	1.436.523,10
1500	1652,68	275,81	455.820,08
<b>Total</b>	<b>24739,83</b>	<b>TOTAL ....</b>	<b>3.915.631,96</b>

FUENTE: PROPIA

Para conseguir el total de inversión a realizarse en los períodos 2016 – 2021, se deben plantear las alternativas mencionadas anteriormente, en cada una de estas alternativas es necesario considerar obras adicionales a la construcción de alimentadores, ya que de lo contrario su funcionamiento hidráulico no sería el adecuado, estas obras adicionales corresponden a estanques de almacenamiento, estos estanques deben tener un volumen de por lo menos 160.000 m<sup>3</sup> para compensar la demanda requerida para la población de saturación junto con los existentes, sin embargo para en este período solo es necesario un estanque de 25.000 m<sup>3</sup>, estos cálculos se muestra en el anexo 4.8. A continuación se presenta el costo de inversión que genera cada alternativa y el de los estanques requeridos:



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.59.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2016 - 2020.

ALTERNATIVA 1.

Diametro (mm)	L (m)	COSTO DE CONSTRUCCIÓN (UNIDAD TRIBUTARIA/m)	TOTAL
300	376,86	14,32	5.395,05
500	987,00	30,18	29.791,82
900	2.606,93	178,56	465.501,65
1200	4.036,67	232,26	937.549,16
1500	2.635,00	275,81	726.750,00
1800	6.715,69	289,47	1.944.015,53
<b>Total</b>	<b>9.699,48</b>	<b>TOTAL . . . .</b>	<b>4.109.003,21</b>

FUENTE: PROPIA

**CUADRO 4.60.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2016 - 2020.

ALTERNATIVA 2.

Diametro (mm)	L (m)	COSTO DE CONSTRUCCIÓN (UNIDAD TRIBUTARIA/m)	TOTAL
300	376,86	14,32	5.395,05
700	1.503,00	146,31	219.902,74
900	2.606,93	178,56	465.501,65
1200	4.036,67	232,26	937.549,16
2100	6.715,69	434,21	2.916.023,29
<b>Total</b>	<b>9.699,48</b>	<b>TOTAL . . . .</b>	<b>4.544.371,90</b>

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.61.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LOS ESTANQUES NECESARIOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2016 - 2020.

Descripción	Capacidad (m <sup>3</sup> )	COSTO DE CONSTRUCCIÓN (UNIDAD TRIBUTARIA/m <sup>3</sup> )	TOTAL
Estanque	25.000,00	26,32	657.894,74
<b>TOTAL ....</b>			<b>657.894,74</b>

FUENTE: PROPIA

**CUADRO 4.62.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2021 - 2030.

Diametro (mm)	L (m)	COSTO DE CONSTRUCCIÓN (UNIDAD TRIBUTARIA/m)	TOTAL
400	2.620,40	23,22	60.855,34
500	4.597,70	30,18	138.777,94
600	4.404,85	109,21	481.055,77
900	2.289,12	178,56	408.752,50
1000	981,10	203,74	199.884,55
1200	3.481,00	232,26	808.490,32
<b>Total</b>	<b>18.374,17</b>	<b>TOTAL ....</b>	<b>2.097.816,42</b>

FUENTE: PROPIA

**CUADRO 4.63.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LOS ESTANQUES NECESARIOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2021 - 2030.

Descripción	Capacidad (m <sup>3</sup> )	COSTO DE CONSTRUCCIÓN (UNIDAD TRIBUTARIA/m <sup>3</sup> )	TOTAL
Estanque	135.000,00	26,32	3.552.631,58
<b>TOTAL ....</b>			<b>3.552.631,58</b>

FUENTE: PROPIA



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.64.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA REALIZAR LAS SUSTITUCIONES DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA EL PERÍODO 2031 - 2040.

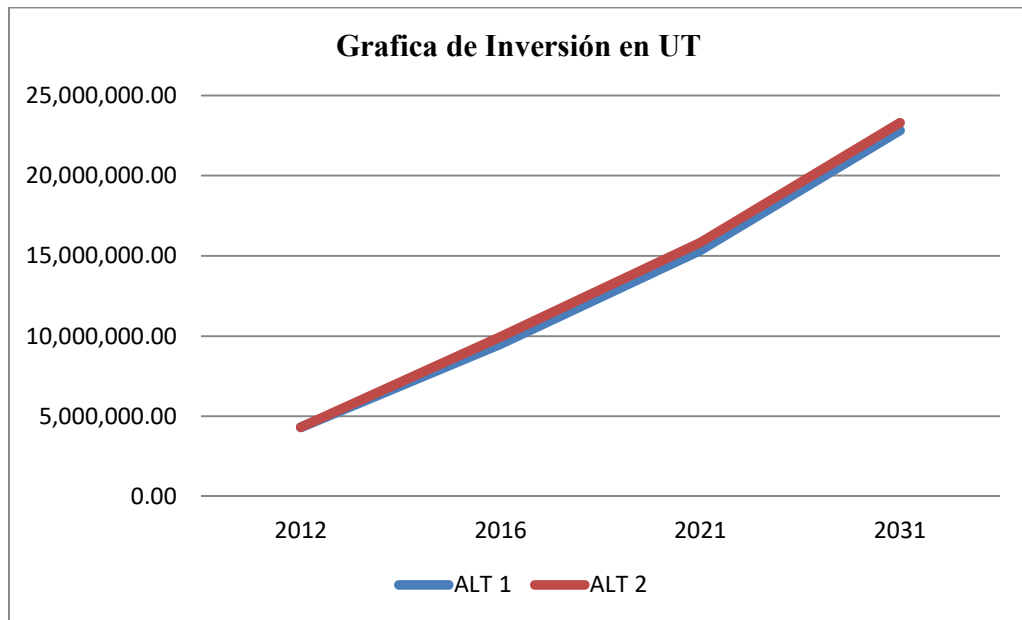
Diametro (mm)	L (m)	COSTO DE CONSTRUCCIÓN (UNIDAD TRIBUTARIA/m)	TOTAL
400	1.780,20	23,22	41.342,80
500	500,36	30,18	15.102,97
600	1.270,50	109,21	138.751,97
750	3.607,00	157,89	569.526,32
900	16.880,40	178,56	3.014.217,53
1000	348,00	203,74	70.899,83
1200	6.002,60	232,26	1.394.152,26
1500	1.286,00	275,81	354.687,10
1800	4.140,09	289,47	1.198.447,11
<b>Total</b>	<b>35.815,15</b>	<b>TOTAL . . . .</b>	<b>6.797.127,88</b>

FUENTE: PROPIA

Dado a que es necesario hacer una rehabilitación paulatina de toda la red de distribución a fin de alargar su vida útil en general se incrementa un diez por ciento (10%) los montos de inversión determinados para cada período por este concepto. A continuación se presenta un plan de inversión que ilustra la situación:



## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS



**GRAFICO 4.4.** COSTO EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIOS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO.

A continuación se propone un plan de desembolso se recomienda a la empresa hidrológica tomarlo en cuenta al momento de realizar su Plan Operativo Anual (POA)



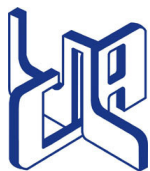
## CAPÍTULO IV – ANÁLISIS Y RESULTADOS

**CUADRO 4.65.** PLAN DE INVERSIÓN EN UNIDADES TIRBUTARIAS NECESARIO PARA MEJORAR LAS REDES E INCORPORAR LAS NUEVAS FUENTES AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE BARQUISIMETO.

PLAN DE INVERSIÓN EN U.T.						
	AÑO	2012	2016	2021	2031	TOTAL
ALTERNATIVA 1	REHABILITACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTES	391.563,20	410.900,32	209.781,64	679.712,79	1.691.957,95
	SUSTITUCIÓN DE ALIMENTADORES EN RED EXISTENTE	3.915.631,96	4.109.003,21	2.097.816,42	6.797.127,88	16.919.579,47
	CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO	0	657.894,74	3.552.631,58	0	4.210.526,32
	<b>TOTAL</b>	<b>4.307.195,15</b>	<b>5.177.798,26</b>	<b>5.860.229,65</b>	<b>7.476.840,67</b>	<b>22.822.063,74</b>
ALTERNATIVA 2	REHABILITACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTES	391.563,20	454.437,19	209.781,64	679.712,79	1.735.494,82
	SUSTITUCIÓN DE ALIMENTADORES EN RED EXISTENTE	3.915.631,96	4.544.371,90	2.097.816,42	6.797.127,88	17.354.948,16
	CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO	0	657.894,74	3.552.631,58	0	4.210.526,32
	<b>TOTAL</b>	<b>4.307.195,15</b>	<b>5.656.703,82</b>	<b>5.860.229,65</b>	<b>7.476.840,67</b>	<b>23.300.969,29</b>

FUENTE: PROPIA

En conclusión del análisis económico realizado descartamos la alternativa 2, y seleccionamos la alternativa 1 como solución para la incorporación del gasto proveniente del SHYQ CA.

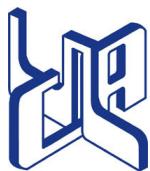


## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se requieren 450 l/s para alcanzar la dotación promedio (incluye las zonas sin servicio y que hoy se surten por cisternas). La mayor parte de este caudal se requiere en la red alta del Oeste (aguas arriba del sub sistema Gravedad Oeste).
- Los sectores Pavia – Bobare y la paz representan el 50% de la dotación a través de camiones cisternas. la dotación media por este sistema es de 33 l/p/d. Para estos sectores se envían alrededor de 10 l/s, un 10% de la dotación total de sus respectivos sub sistemas.
- Existe una pérdida importante en Barquisimeto, mayor a los 600 l/s, lo que ubica al sistema en un nivel muy bajo de eficiencia (70%), ameritando una urgente intervención en las redes.
- Se presume un sobre consumo en los usuarios que no poseen micro medición de 20% (según estudios realizados en Mérida, ver referencia). De ser así, existen alrededor de 77 l/s que se podrían ahorrar con la instalación de 50.000 medidores.
- Según otros estudios, la disponibilidad inmediata para Barquisimeto es de 1.400 l/s. Si sometemos este caudal a la eficiencia actual (70%) la disponibilidad real sería de 980 l/s, que alcanzaría para satisfacer la demanda actual (800 l/s norte y oeste) pero insuficiente para los próximos años.
- Es necesario aplicar un plan de reducción de pérdidas físicas en el sistema de gravedad de la ciudad de Barquisimeto a fin de mejorar la eficiencia de conducción





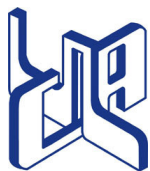
## CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

de la red de distribución permitiendo así alargar el tiempo de incorporación de las futuras fuentes.

- Las demandas futuras de la ciudad de Barquisimeto a corto, mediano y largo plazo se resumen en la siguiente tabla:

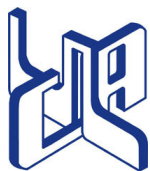
AÑO	2011	2011	2016	2016	2021	2031	SATURACION
DEMANDA	MIN	MAX	MIN	MAX	MEDIA	MEDIA	MEDIA
GRAVEDAD	2,201	2,201	2,425	2,425	2,375	2,824	8,06
MATRIZ NORTE	250	381	279	428	477	565	1,601
LA PAZ	246	270	270	335	388	491	594
EL JEBE	110	110	93	93	105	133	114
LA SEGOVIANA	91	91	102	102	115	145	515
TOTAL DEMANDA	2,897	3,053	3,168	3,383	3,46	4,159	10,884

- Las tuberías de hierro fundido, asbesto cemento, acero y concreto armado (SENTAB) existentes en la red de distribución han alcanzado su vida útil y es necesario un plan de rehabilitación integral que permita sustituirlas, ya que su rugosidad es muy alta y esto tiende a disminuir la capacidad de conducción de las mismas.
- En términos generales la red de tuberías actual con la que cuenta Barquisimeto no tiene la capacidad hidráulica para distribuir los gastos demandados en ninguno de los períodos evaluados (2011 - Saturación). Además
- de ser muy vulnerable ya que existe una gran posibilidad de la aparición de cualquier tipo de falla mecánica en las misma por lo cual se reitera la necesidad de un plan de sustitución a fin de hacerlo más fiable.
- Es necesario aumentar los diámetros de los alimentadores existentes, a fin de ampliar su capacidad hidráulica y poder así conducir los requerimientos demandados por la red en los diferentes escenarios.



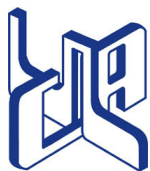
## CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La capacidad de almacenamiento con la que cuenta el macrosistema Gravedad es de 60.000 m<sup>3</sup>, lo que permite compensar hasta un caudal medio de 3.000 l/s, es decir, es insuficiente para compensar los picos de consumo que se presentarán para cada período de cálculo.
- Se necesitan por lo menos 160.000 m<sup>3</sup> de almacenamiento para poder compensar las demandas presentadas a lo largo del período 2016 - Saturación.
- El gasto proveniente del SHYQ debe incorporarse en el sistema de abastecimiento de Barquisimeto como máximo en el año 2021.
- La incorporación de caudal proveniente del SHYQ CA a la macrored de Barquisimeto le dará mayor fiabilidad al sistema ya que se puede alternar el caudal de cada una de las fuentes, permitiendo así atender cualquier situación imprevista como año extraordinario de sequía.
- El empalme de interconexión entre la fuente proveniente de SAT y la del SHYQ CA, debe ser en el tridente existente en la Av. El Cementerio.
- El gasto proveniente del Embalse Dos Bocas debe incorporarse como máximo en el año 2039 al sistema de distribución.
- Dicha incorporación genera un cambio en la concepción topológica del sistema de distribución ya que la fuente ingresará al sistema por el norte.
- La existencia de tres fuentes diferentes al sistema de abastecimiento de Barquisimeto, hizo posible la creación de anillos de servicio de interconexión entre las fuentes.
- Es necesario cumplir con el plan de inversión para garantizar que las obras se ejecuten en el tiempo debido.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar el valor obtenido de pérdida física en la red. Esto se puede lograr realizando las siguientes acciones:
  - Aumentar la macro medición
  - Instalar micro medición testigo en las zonas extrapoladas estadísticamente
  - Mantener una frecuencia mensual de la estimación de las pérdidas y el uso del IFI como indicador de ese parámetro.
  - Instalar micromedición en los usuarios: industriales, comerciales, oficiales y cooperativas. (errores en la extrapolación, aumento de la facturación y uso eficiente en los oficiales)
  - Rehabilitar el laboratorio de medidores para realizar curvas de aferición y estimar sub registros – plan de sustitución)
- Verificar el sobre consumo de 20% en sectores no medidos. Esto puede ser a través de un medidor testigo. De ser así, se debe evaluar económicamente la relación beneficio – costo de la instalación de 50.000 micromedidores para ahorrar al menos 70 l/s.
- Se debe prestar atención a los usuarios con consumos irregulares, ej: industriales por debajo de los 10m<sup>3</sup>/mes; residenciales por encima de los 40 m<sup>3</sup>/mes, etc.



## CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ZONA EN ESTUDIO	Cientes Residenciales con Consumo promedio por Encima de 40m <sup>3</sup> /mes	Cientes Residenciales Social con Consumo promedio por Encima de 40m <sup>3</sup> /mes	Cientes Comerciales con Consumo promedio por Debajo de 10m <sup>3</sup> /mes	Cientes Industriales con Consumo promedio por debajo de 10m <sup>3</sup> /mes	Cientes Residenciales con Consumo promedio por debajo de 10m <sup>3</sup> /mes
TOTAL OESTE	1608	28	74	3	0
TOTAL NORTE	865	3	47	7	3
ESTE	79	0	0	0	0
Z. INDUSTRIAL	3	0	6	4	0
CASCO CENTRAL	4694	1	797	25	5

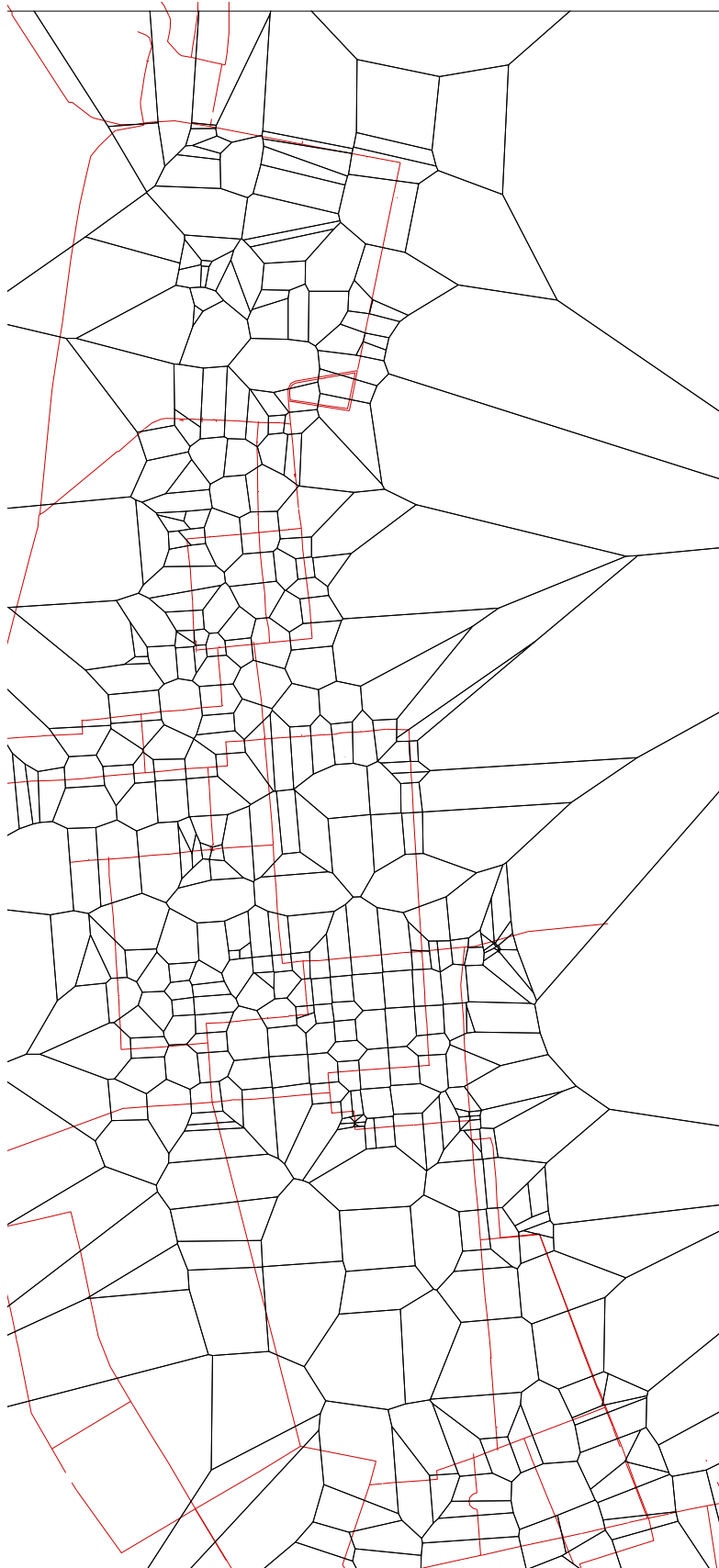
Los resultados indican unas pérdidas importantes que afectan el desempeño de la empresa hidrológica y no garantiza solución con obras en los sistemas de producción. Se sugiere una elaboración inmediata de un plan de recuperación de pérdidas físicas que permita en un lapso de 5 años la ejecución de medidas que mitiguen el problema.

- Se debe realizar un estudio detallado de reducción de pérdidas físicas en la red de distribución de la ciudad.
- Es necesario realizar un estudio mas detallado donde se determine la curva de variaciones horarias de consumo para la ciudad de Barquisimeto, y poder definir los factores de mayoración de los casos de cálculo exigidos por la norma venezolana vigente (caudal máximo horario, caudal de incendio)
- Se debe actualizar la información acerca de los proyectos SHYQ CA y Dos Bocas.
- Se recomienda realizar un plan de mediciones de presión y caudal con el fin de poder calibrar el sistema de distribución.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 3.1 USO DE EPACAD**

## **ANEXO 3.2 POLIGONOS DE THIESSEN EN RED DE DISTRIBUCIÓN**

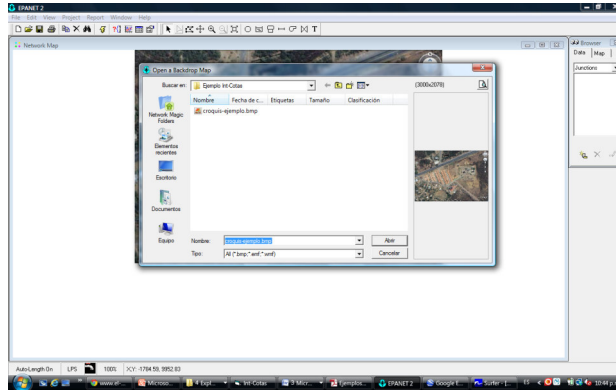




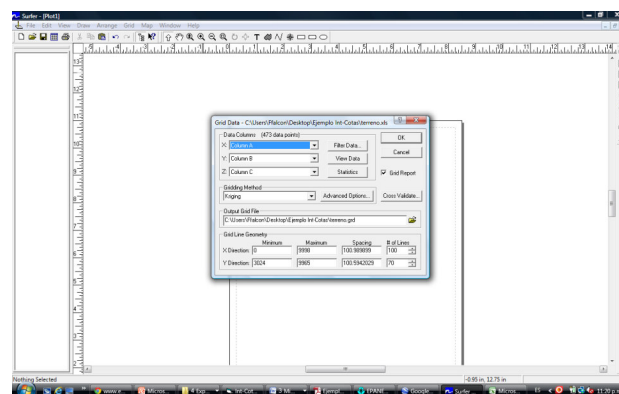
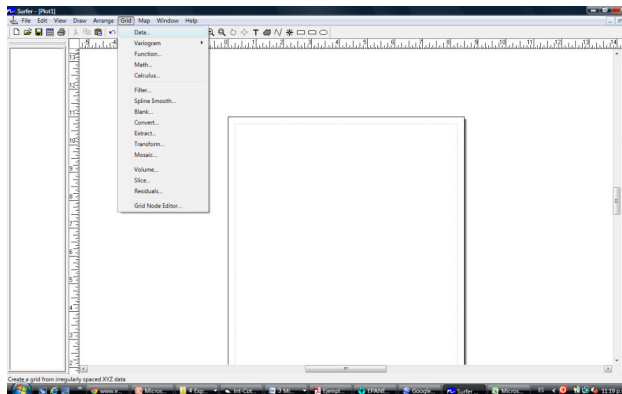
### **ANEXO 3.3 USO INT-COTAS**

## **Ejemplo Programa Int-Cotas:**

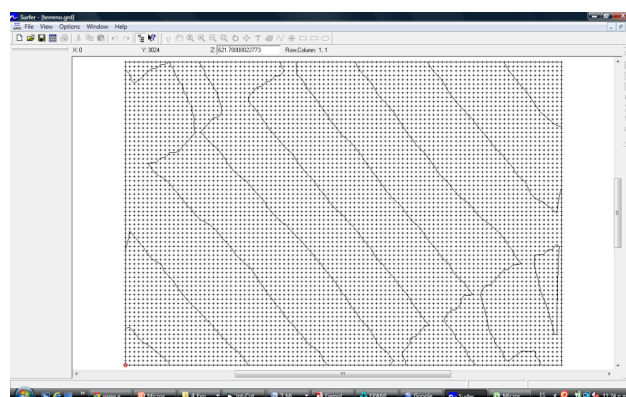
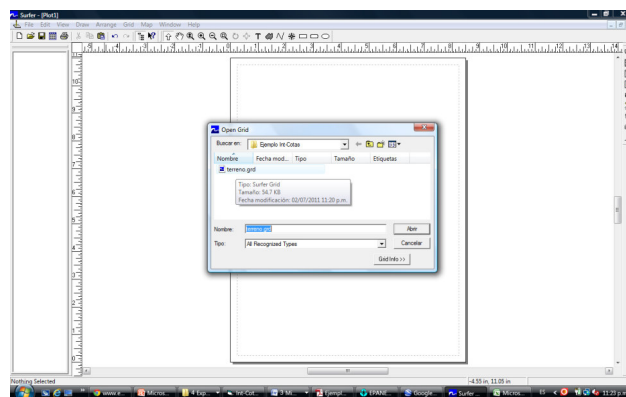
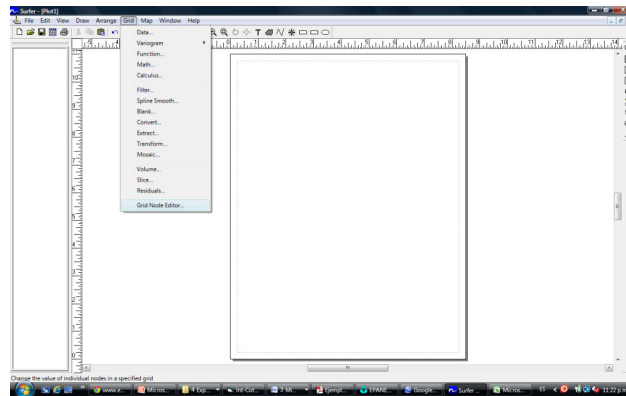
Ejecute el programa Epanet, seguidamente cargue el mapa de fondo “croquis-ejemplo.bmp”



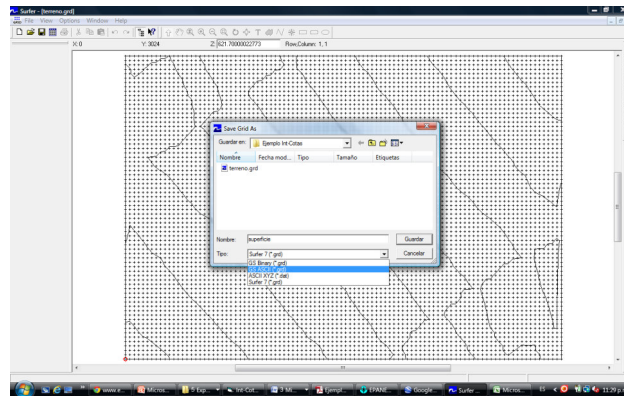
Ejecute el Software Surfer, vaya al Menu GRID->Data y seleccione el archivo “terreno.xls”



Seguidamente vaya nuevamente al menú Grid->Grid Node Editor... y seleccione el archivo creado anteriormente “terreno.grd”

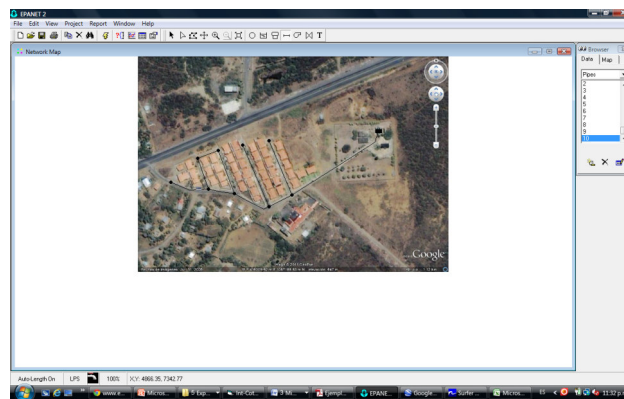


Por último una vez estando en el editor de nodo, vaya al menú FILE->Save As, colóquelo el nombre que desee pero con la extensión GS ASCII |\*.grd



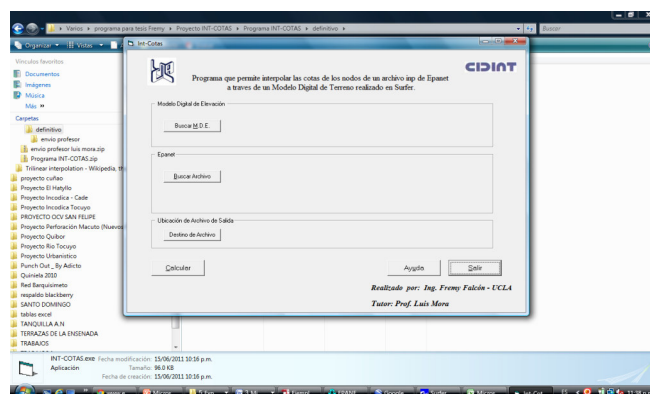
Ya se ha creado el MDE a utilizar en el Int-Cotas...

Genere la Red que se muestra en el mapa base de Epanet.

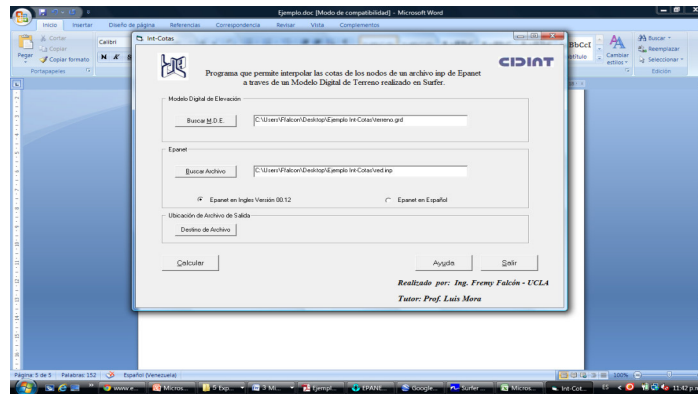


Exporte la red, vaya a Menu File->Export->Network... colóquele el nombre que desee y presione aceptar

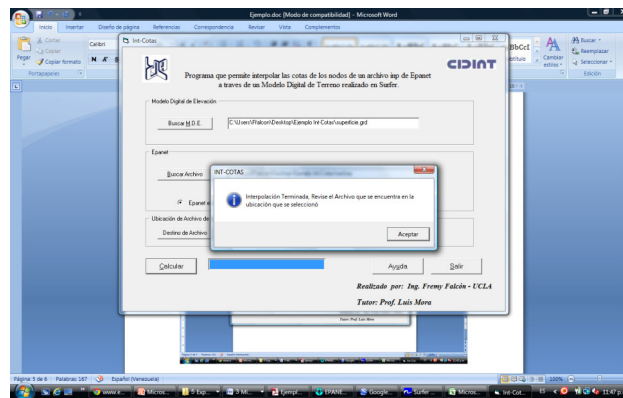
Ahora Ejecute el Programa Int-Cotas



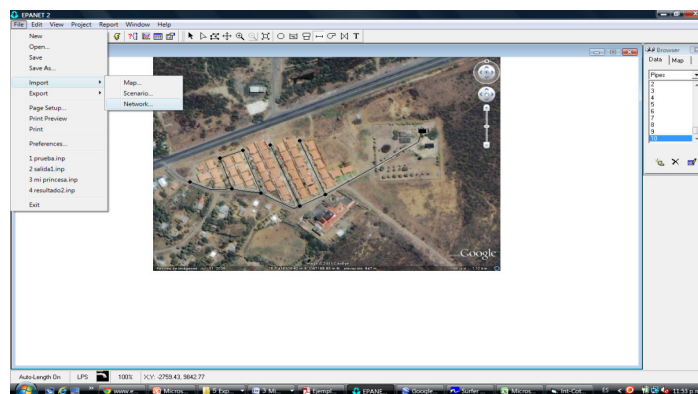
Busque el archivo del MDE y la red exportada de Epanet en cada botón que corresponda, recuerde seleccionar la versión de Epanet donde Exporto la Red. Note que una vez que abre los archivos su ubicación se muestra en unas etiquetas.



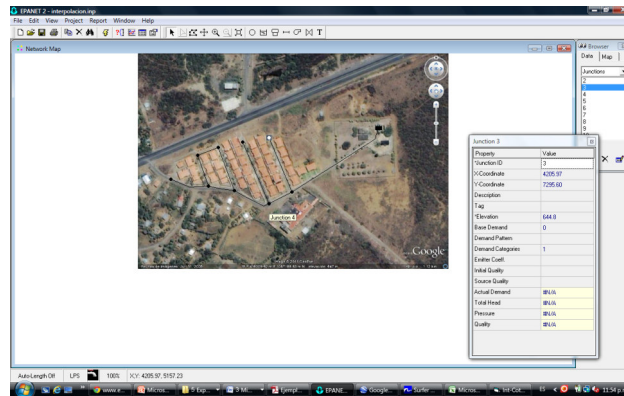
Por último colóquese nombre y ubicación al fichero de salida y presione el botón “Calcular”, si todos los datos de entradas están bien aparecerá un mensaje que notificará la culminación de la interpolación.



Vaya a Epanet e importe el archivo que se interpoló y que tiene el nombre colocado anteriormente (File->Import->Network...), puede abrir el mapa de fondo con el que creó el archivo.



Puede notar que al revisar cada uno de los nodos los mismos tiene el atributo de cota.



DESARROLLADO POR: ING. FREMY FALCÓN

FREMY911@GMAIL.COM

**ANEXO 4.1 SECTORES ABASTECIDOS POR CISTERNAS**

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA VILLA ROSA

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	SAN JOSE DE TIN TIN	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	ESC. DE SAN JOSE DE TIN TIN	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	VILLA ROSA Sector la Lagunita(Octavio)	22	159,500.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	MORROCOY	66	478,500.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	AMB. BARRIO BOLIVAR	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	BATALLA SECTOR II	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	AMB. MORROCOY	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	ESC. LA BATALLA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	AMB. VILLA ROSA	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	ESC.VILLA ROSA	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	BATALLA SECTOR 4 (25/10/06)	12	87,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	ESC. LA MILAGROSA La Batalla	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	VILLA ROSA SECTOR LA PASTORA	14	101,500.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	AGUA VIVA VILLA ROSA P.baja (7000)	16	116,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	ESC. AGUA VIVA VILLA ROSA	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	VILLA ROSA SECTOR LA IGLESIA (Yuleima)	28	203,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	BARRIO SIMON BOLIVAR SANTA EDUVIGIS II	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	VILLA ROSA PARTE ALTA (Camioneta 350)	1	7,250.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	VILLA ROSA (Parte Baja Camion 7000)	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	AGUA VIVA VILLA ROSA (Parte Alta Camion350)	24	174,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	CASA DE ALIMENTACION N° 176 Delfin Gonzalez	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	VILLA ROSA	C.D.I. Centro Desarrollo Integral Brr Bolivar	24	174,000.00
			L/mes	1,848,750.00
			L/sem	431375
			L/d	61625
			Lps	0.713252315
			Dot (lpd) por cisternas	23.01587302
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	2678



PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA CORIANO

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	EL CORIANO	56	406,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ESC. EL TOSTAO I Y II y Preescolar	12	87,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ESC. LUIS BELTRAN PRIETO El Paraiso	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	EL TOSTAO CALLEJON LIBERTADOR	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ALTOS PALOMAR	32	232,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	EL CORIANO II	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	LIBERTADOR SECTOR II	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	LIBERTADOR SECTOR III.	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	LA CONCORDIA SECTOR II	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	LA CONCORDIA SECTORES 7 Y 8	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	SANTA ROSALIA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	CENTRO ASIST.ALEGRIA Y ESPERANZA El Tostao	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	LIBERTADOR SECTOR I (Camioneat 350 y 7000)	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	CORIANO SANTA BARBARA	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	LOS NARANJOS	40	290,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	AMB.PADRE ORION COREANO I	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	LA CONCORDIA KM 15	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	CORIANO SAN ANTONIO	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	CORIANO VALLE INMACULADA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	CORIANO TANQUE PUBLICO	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	AMB. CORIANO SANTA BARBARA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ESC.MIGUEL OTERO SILVA Coreano	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ESC. NIÑO LIBERTADOR La Paz sector "0"	12	87,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	M.H. "MIS AMIGUITOS" El Coreano	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	AMB. LIBERTADOR	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	CORIANO STA BARBARA T.P.	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	EL TOSTAO	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ESC. LIBERTADOR Barrio Bolivar	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	M.H. CORIANO SANTA BARBARA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	AMB. EL CORIANO	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ESC. JOSE ANT. PAEZ Coreano (Camioneta 350)	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	COLINAS DEL TOSTAO	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	CORIANO	ESC. SANTA ROSALIA	8	58,000.00
			L/mes	1,508,000.00
			L/sem	351866.6667
			L/d	50266.66667
			Lps	0.581790123
			Dot (lpd) por cisternas	23.01587302
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	2184

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA LA PAZ

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. EXPEDITO CORTES Los Pocitos	12	87.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. SAN JOSE OBRERO(Dentro del Cod. 966)	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS POCITOS ANA MIQUILENA	52	377.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LA PAZ SECTOR CERO (Camión 7000)	12	87.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	VALLE DORADO	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CARIBE SECTOR II	12	87.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LA APOSTOLEÑA SECTOR I	32	232.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LA APOSTOLEÑA SECTOR II	28	203.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS POCITOS VIELMA	16	116.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS POCITOS LUCY PÉREZ	63	449.500.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	VILLA TORRES	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LA PAZ SECTOR 15	12	87.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. ROMULO GALLEGOS La Apostoleña	20	145.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	JOSE MARIA VARGAS	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	PRADOS DE OCCIDENTE	16	116.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS ANGELES SECTOR 4	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	PARAISO SECTOR 3	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	PARAISO SECTOR 4	32	232.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CARIBE CERRO NORTE Camioneta 350	192	1.392.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CARIBE CERRO SUR	20	145.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CARIBE SECTOR I	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CENTRO CRISTO REY LOS POCITOS	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	APOSTOLEÑA SECTOR TERRAZA	12	87.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	SAN JOSE OBRERO	128	928.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CARIBE CERRO LA CRUZ	20	145.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. LA PAZ SECTOR 8	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS ANGELES SECTOR 3	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	AMB. LA PAZ	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	M.H. "CARIÑOSITOS" San Jose Obrero	2	14.500.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	M.H. "MIS CASITAS" La Paz Sector "0"	2	14.500.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	NILDO CASTILLO (Camioneta 350)	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CARIBE CERRO SANTA CRUZ	20	145.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. DR. RAUL LEONEL Caribe	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	DOÑA JUANA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CASA DEL NIÑO-LOS POCITOS	12	87.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LA PRADERA	64	464.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	BELLA LUCHA P.baja (Camion 7000)	100	725.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	AGUA VIVA EL ROBLE SECTOR 2	116	841.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	PILA DE MONTEZUMA	188	1.363.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	NUEVA LUCHA PARTE ALTA	48	348.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. AGUA VIVA EL ROBLE (Camioneta 350)	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	PILA DE MONTEZUMA SECTOR II	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	AGUA VIVA SECTOR LOS CHIVOS	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	COLINAS DE LA LUCHA	136	986.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	AGUA VIVA EL ROBLE SECTOR 3	45	326.250.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	AGUA VIVA EL ROBLE SECTOR 1	72	522.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	H.C.D. LA LUCHA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	(CASA NAZARETH) LA LUCHA	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	NUEVA LUCHA PARTE BAJA	148	1.073.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	M.H. CACHORRITOS Agua viva El Roble	2	14.500.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	U.E. NUEVA LUCHA	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. ESTRELLA DE LA MAÑANA. Pila de Montezuma	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	BARRIO JOSE FELIX RIBAS	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. MARIA ANG. LUISINCHI Jose Felix Rivas	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CENTRO DE SALUD LOS POCITOS	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	ESC. SAN JOSE OBRERO	16	116.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	SAN JOSE OBRERO Parte Alta (Camioneta 350)	120	870.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LA PAZ SECTOR "0" Parte Alta (Camioneta 350)	20	145.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LA MUNICIPAL Callj La Esperanza	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	BRIGADA RURAL LOS POCITOS	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	M.H. NUEVA LUCHA Mariela Barreto	1	7.250.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CASA COMUNAL CARIBE II SECTOR NORTE Centro Odontologico (Camioneta 350)	2	14.500.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	U.E. LA MILAGROSA La Pradera	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	BELLA LUCHA (parte Alta Camion 350)	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	PRESCOLAR LOS ANGELES (Pila de Montezuma)	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	COLINAS DE LA LUCHA (Parte Baja)	24	174.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	U.E.E. COLINAS DE JOSE FELIX RIVAS II	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CARIBE SECT. II carrera 4P.A.	8	58.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CASA DE ALIMENTACION N° 277 Prados de Occidente N° 251	2	14.500.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CASA DE ALIMENTACION N° 097 San Jose Obrero	2	14.500.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	AGUA VIVA EL ROBLE SECTOR 2 A	60	435.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS ANGELES ( Casa Italia )	20	145.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	CASA DE ALIMENTACION COLINAS DE LA LUCHA	4	29.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	Agua Viva el Roble sector 2 B C/Libertador y C/Union	20	145.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS POCITOS SECTOR 03	60	435.000.00
JUAN DE VILLEGAS	LA PAZ	LOS POCITOS SECTOR 04	60	435.000.00
			L/mes	15.544.000.00
			L/sem	3626933.333
			L/d	518133.3333
			Lps	5.99691358
			Dot (lps) por cisternas	23.01587302
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	22512

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA LOMAS DE LEON

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	ESC. DANIEL CANONICO La Carucieña	12	87,000.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	URBANIZACION LA CARUCIEÑA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	ESC. PINTO SALINAS Garabatal	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	COLINAS DE JOSE FELIX RIVAS	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	BRISAS DEL TURBIO	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	ESC.ROMULO BETANCOURT Loma de Leon	16	116,000.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	LOMAS DE LEON	32	232,000.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	ESC. RAMON GARCIA SENA La Carucieña)	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	TITICARE	JARDIN DE INFANCIA AGUSTIN ZUBILLAGA La Carucieña sector 1	4	29,000.00
			L/mes	667,000.00
			L/sem	155633.3333
			L/d	22233.33333
			Lps	0.257330247
			Dot (lpd) por cisternas	23.01587302
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	966

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA GRAVEDAD

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Cap. Promedio	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	TINAJITAS SECTOR EL TUNEL	7.25	24	174,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	TINAJITAS SECTOR I	7.25	28	203,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	TINAJITAS SECTOR III	7.25	36	261,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	NEGRO PRIMERO TANQUE PUBLICO LAGUNITA	7.25	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	CERRITOS BLANCOS I	7.25	60	435,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	LA CONCORDIA KM 15	7.25	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	NEGRO PRIMERO	7.25	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	TINAJITAS SECTOR 3 TANQUE PUBL	7.25	15	108,750.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	MOYETONES SECTOR III (Parte alta camion 350)	7.25	20	145,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	LA PRADERA	7.25	64	464,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	SANTO DOMINGO	7.25	52	377,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MOYETONES SECTOR I	7.25	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	LA MUNICIPAL Callj La Esperanza	7.25	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	MOYETONES SECTOR III (Parte Baja)	7.25	20	145,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	TINAJITAS III Sector El Playon	7.25	12	87,000.00
JUAN DE VILLEGAS	OESTE	LOS ANGELES ( Casa Italia )	7.25	20	145,000.00
			L/mes		2,718,750.00
			L/sem		582,589.29
			L/d		90,625.00
			Lps		1.05
			Dot (lpd) por cisternas		22.86
			Núm de habitantes asistidos		3,964.84

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA PAVIA

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ALGARY Iglesia Vieja	13	94,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	TAPA E PIEDRA Los Rurales	18	130,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. FE Y ALEGRIA-LOS ROSALES	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LA ESPERANZA SECTOR II	20	145,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MOYETONES SECTOR I	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LA ESPERANZA KM-5	51	369,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LOS ROSALES	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	SANTA TERESA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO LA CARRETERA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	HOGAIN EL EDEN Algarv	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. LA ORQUIDEA	16	116,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LA ORQUIDEA (Camión 350 )	5	36,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	BRISAS DE PAVIA	16	116,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	EL MAMON	16	116,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	M.H. ABAJO CADENAS PAVIA KM.7	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	M.H. ARCO IRIS	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	EL MAMON (MENSUAL)	13	94,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LOS CABALLOS	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. FE Y ALEGRIA ANA ZOTO (PAVIA)	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	BOCA ANCHA	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. DE ALGARY	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. LAS LAJITAS	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. TAPA E PIEDRA	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. PIEDRA COLORADA	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. BANCO BARAGUA(Ddentro de cod 338)	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. PADRE DIEGO	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MERIENDA ESCOLAR PADRE DIEGO	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	CERRO BLANCO KM-26	44	319,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MABUY ARRIBA	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LOS CAMAGOS SECTOR I (28/07/06)	47	340,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	TANQUES PUBLICOS-ALGARY	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ALGARY	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PADRE DIEGO	48	348,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PADRE DIEGO SAN ANTONIO	39	282,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LAS VERAS BOCA ANCHA	25	181,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LAS VERAS	41	297,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PIEDRA COLORADA	69	500,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	TAPA E PIEDRA	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	M.H. EL CRAO LAS LAJITAS	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	BANCO BARAGUA ( Incluye escuela)	29	210,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	BLIBLIOTECA ROTARIA SIMON RODRIGUEZ la esperanza	1	7,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	CASA DE ALIMENTACION N° 36 Cerro Blanco Km 26	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector La Carretera	40	290,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector La Virgen I Parte Baja	13	94,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector La Empostadura	32	232,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector La Virgen II Parte Alta	24	174,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. LAS VERAS	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PADRE DIEGO (INPARQUES)	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	CERRO MONTE LAS LAJITAS T.P	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. LOS CAMAGOS	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	AMB. ALGARY	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PADRE DIEGO TANQUE PUBLICO	36	261,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. MABUY	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LOS POZOS (MENSUAL)	7	50,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	BATATAL (MENSUAL)	24	174,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LA CHISPA	5	36,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MONTE OLOROSO	7	50,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	YACURITO (TANQUE PUBLICO)	18	130,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MABUY ABAJO	12	87,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MABUY ARRIBA (MENSUAL)	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	BARAGUITA	6	43,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LA ORQUIDEA (Parte Baja Camión 7000)	100	725,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MER. ESCOLAR PIEDRA COLORADA	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PADRE DIEGO SAN ANTONIO (T.P.)	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LAS LAJITAS	37	268,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	CERRO BLANCO I CAMAGOS	14	101,500.00

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA PAVIA (CONTINUACIÓN)

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	CERRO BLANCO 11 ALGARY	8	58,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ALGARY Los Mogotes	9	65,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ALGARY La Laguna	22	159,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	TAPA E PIEDRA El Suspire	14	101,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	TAPA E PIEDRA La Quebrada	28	203,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector Multihogar	43	311,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector Los Claveles	40	290,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector Huacalera	18	130,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PAVIA ABAJO Sector Camacaro	14	101,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ALGARY-TANQUE PUBLICO Dentro del Cod 326)	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. LA FUNDACION	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	EL POTRERITO	0	0.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. CUESTA GRANDE	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	EL TIGRE (MENSUAL)	27	195,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LAS ABEJAS (MENSUAL)	9	65,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LA FUNDACION (MENSUAL)	7	50,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	MAGUEYAL	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ALTO CUCHARAL (MENSUAL)	3	21,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	CABEZA E VACA (MENSUAL)	9	65,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	SALON GUINDAO (MENSUAL)	3	21,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	POZO BLANCO (MENSUAL)	6	43,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LOS PLANES (MENSUAL)	3	21,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PELIGRO AMARILLO (MENSUAL)	3	21,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PLAYA AMARILLA (MENSUAL)	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LOS CAMAGOS SECTOR II	27	195,750.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	LAS LECHOZAS (MENSUAL)	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	EL GARRAFON (MENSUAL)	6	43,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	CUESTA GRANDE (MENSUAL)	9	65,250.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	PUEBLO NUEVO	18	130,500.00
JUAN DE VILLEGAS	PAVIA	ESC. EL TIGRE	2	14,500.00
			L/mes	9,468,500.00
			L/sem	2,028,964.29
			L/d	315,616.67
			Lps	3.65
			Dot (lpd) por cisternas	22.86
			Núm de habitantes	13,808.23

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA BOBARE

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CERRO BLANCO I (MENSUAL)	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CERRO BLANCO II	14	101,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LA PICADORA	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ALTOS DE DURIGUA	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. FRANCISCO DE MIRANDA	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	NUCLEO NUTRICIONAL DE BOBARE	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	JEFATURA CIVIL DE BOBARE	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	BARAGUITA	34	246,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	SUSPIRAL	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	COMEDOR DE BOBARE Francisco de Miranda	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	JUNTA PARROQUIAL DE BOBARE	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	TIERRA E LOZA	12	87,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LA PUERTA DE BOBARE (MENSUAL)	9	65,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	AMB. DE BOBARE	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CAÑAOTE LAS BRUJITAS	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	POTRERO DE BUCARE	52	377,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. EL TACAL	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. CAÑAOTE DE DURIGUA	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. LA GUADALUPE II	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	POTRERO DE RAMIREZ	72	522,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. POTRERO DE RAMIREZ	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CERRO COLORADO	12	87,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS SEMERUCOS	19	137,750.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CAÑAOTE DE DURIGUA	14	101,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. POTRERO DE BUCARE	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL SANCHERO	35	253,750.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ALBROJAL	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. NUESTRA SRA. DE COROMOTO	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. EL SANCHERO	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LA GUADALUPE	68	493,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL TACAL	25	181,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CAÑAOTE EL TACAL	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	AMB. EL BUCHAL	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. EL BUCHAL	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. EL CARTERO	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. PEDACITO DE CIELO LA CHEP	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. BLANCA NIEVES-LAS BRUJITA	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. FUNDACION CHARCO LARGO	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. LA CENICIENTA POTRERO DE	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. ARNALDITO (Potrero de Bucare)	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. FRAJISTA CHARCO LARGO	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	POTRERO DE RAMIREZ (TANQUE PU	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CERRO LA CHEPA	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	COMED. BOLIVARIANO CHARCO LARGO	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS GALLONES	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	H.C.D. CHARCO LARGO LA PLAYA	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CARTERO	29	210,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LAS MULAS PARTE ALTA	21	152,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	COLINAS DE LA DEMOCRACIA	32	232,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS COCHINOS SECTOR FLOR BLANC	12	87,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS COCHINOS SECTOR EL CARDON	12	87,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS COCHINOS SECT. SUSPIRAL	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LA PLAYA	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CURARI VIA EL BUCHAL	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LA FUNDACION	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL BUCHAL	32	232,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LAS BRUJITAS ( parte Baja)	67	485,750.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	POZO NUEVO	12	87,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. CHARCO LARGO	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	TUNA DE VACA	59	427,750.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CURARI	14	101,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS QUEMADOS	78	565,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. LOS QUEMADOS	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	SIMARA	42	304,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. TUNA DE VACA	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. LOS COCHINOS	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	RASTROJITOS	30	217,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. CONCENTR. CAUJARITO EL PAUJI	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS POCITOS	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CAUJARITO	14	101,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. DE SIMARA	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	UVEDAL (MENSUA	17	123,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS QUEMADOS (TANQUES PUBLICO	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL PAUJI	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. LAS BRUJITAS	4	29,000.00

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA BOBARE (CONTINUACIÓN)

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	COGOYAL	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. DE RASTROJITOS	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO LA PLAYA	28	203,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS COCHINOS AL FINAL	24	174,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO VIA ESTADIUM	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO CERRO LEON	12	87,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	COPEYAL	3	21,750.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	SAN JOSE DE BOBARE (MENSUAL)	6	43,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	TUMBACOA EL CHIVATO (MENSUAL)	12	87,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LOS ADIVINOS (MENSUAL)	6	43,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	TIERRA BRAVA parte baja -	28	203,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL ARADO parte baja-	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	REQUEN	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	VEGA FRESCA parte baja-	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MULTIHOGAR TIERRA BRAVA-(Dentro cod 390)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. TIERRA BRAVA-(Dentro cod 390)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. DE VEGA FRESCA-(Dentro cod 393)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE (MENSUAL)	5	36,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CAIMITO (MENSUAL)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LA VAINILLA (MENSUAL)	13	94,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL COROZO (Camioneta 350)	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LAS BRUJITAS (PARTE ALTA Camioneta 350))	24	174,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	TUNA DE VACA (PARTE ALTA camioneta 350))	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	POZO NUEVO (PARTE ALTA)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	COPEYAL (PARTE ALTA camioneta 350)	36	261,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LAS VEGAS( Camioneta 350)	24	174,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	AGUA DULCE (Camioneta 350)	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. EL COPEYAL(Camioneta 350)	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LAS GUARABARAS (Camioneta 350)	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CAMPO SOLO (Camioneta 350)	24	174,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. PARAMO NEGRO(Camioneta 350)	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. LAS VEGAS (Camioneta 350)	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LAS MANDARINAS (Camioneta 350)	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	PARAMO NEGRO (Camioneta 350)	36	261,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MODULO POLICIAL	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	BARRIO LAS CAMPANUELAS	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	BARRIO LAS DELICIAS	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO LA PLAYA (Dentro del Cod. 950)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO LA FUNDACION	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO CENTRO	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	BARAGUITA SECTOR SUSPIRAL	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC LA FUNDACION CHARCO LARGO(Dentro del Cod. 061)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC LAS ALCANTARILLAS (Camioneta 350)	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL BUCHAL SECT EL CURARI	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	AMB. LOS QUEMADOS	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CHARCO LARGO SECT LA PEÑITA	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CUJISAL	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	TIERRA BRAVA PARTE ALTA(Camioneta 350)	20	145,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL ARADO PARTE ALTA (Camioneta 350)	24	174,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	VEGA FRESCA PARTE ALTA (Camioneta 350)	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	BRR LA DEMOCRACIA (Bobare)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	BRR LA CRUZ (Bobare)	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. USERA despues de Tuna de Vaca	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	M.H. MUNDO DE ILUSIONES Los Quemados	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	ESPECIALES	COMEDOR POPULAR carrera 22/ calle 29	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	ESPECIALES	PLAZA LA CEIBA Cabudare	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	E.B.LA SABANA MATATERE	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CASA DE ALIMENTACION N° 83 La Manga	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CASA DE ALIMENTACION N° 81 La Guadalupe	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	BRR GUILLERMO LUNA BOBARE	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. BASICA EL SANCHERO N.E.R. 334	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CASA DE ALIMENTACION N° 342 El cartero	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. ESTADAL CONCENTRADA El Caimito	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CAIMITO Sector Guayabal-Paraparo	5	36,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CAIMITO Escuela	1	7,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CAIMITO Sector sector Centro	10	72,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CAIMITO Sector Matatere	11	79,750.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CAIMITO Algarrobo	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL CAIMITO Sector El Vateo	6	43,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE Sector La Plaza	8	58,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ESC. LA PLAZA Matatere	1	7,250.00

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA BOBARE (CONTINUACIÓN)

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE Sector Los Cañitos	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE Sector El Muerto	4	29,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE Sector Tierra Floja	6	43,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE Sector Urama	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE Sector La Sabana	13	94,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	MATATERE Sector El Caujaral	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	AMB. LA SABANA Matatere	0	0.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	CASA DE ALIMENTACION N° 342 El Cartero	2	14,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	LAS MULAS PARTE BAJA	16	116,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	ALGARY Simara Verde	16	116,000.00
PARROQUIA AGUEDO FELIPE	BOBARE	CASA DE LA CULTURA Bobare	0	0.00
PARROQUIA AGUEDO FELIPE	BOBARE	CASA DE ALIMENTACION N° 082 Las Delicias	1	7,250.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	EL SANCHERO Sector Los Peña	10	72,500.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	POTRERO DE BUCARE ARRIBA	80	580,000.00
AGUEDO FELIPE ALVARADO	BOBARE	POTRERO DE BUCARE CENTRO CARDON	48	348,000.00
			L/mes	14,152,000.00
			L/sem	3,032,571.43
			L/d	471,733.33
			Lps	5.46
			Dot (lpd) por cisternas	22.86
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	20,638.00

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA QUE ABASTECE A LAS PARROQUIAS

CATEDRAL – SANTA ROSA

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
PARROQUIA CATEDRAL	ESPECIALES	GOBERNACION DEL EDO. LARA	12	87.00
PARROQUIA SANTA ROSA	ESPECIALES	RESIDENCIA OFICIAL DEL GOBERNADOR	48	348.00
PARROQUIA SANTA ROSA	NORTE	CENTRO D REHABILITACION AL DROGADICTO (TAMACA LAS TUNAS)	4	29.00
PARROQUIA SANTA ROSA	NORTE	PREESCOLAR NUBELUZ Lomas Verdes	1	7.25
			L/mes	471.25
			L/sem	109.96
			L/d	15.71
			Lps	0.00
			Dot (lpd) por cisternas	0.02
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	682.00



PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA QUE ABASTECE A LAS PARROQUIAS

CRESPO – CUJI – TAMACA

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
MUNICIPIO CRESPO	NORTE	LOS POCITOS (MUNICIPIO CRESPO)	20	145,000.00
MUNICIPIO CRESPO	NORTE	LAS VERAS (MUNICIPIO CRESPO)	56	406,000.00
MUNICIPIO CRESPO	NORTE	EL PEGON (MUNICIPIO CRESPO)	24	174,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. ANTONIO J. PACHECO	8	58,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. EL CARDONAL	12	87,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. EL JAYO	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. DE URIBANA	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	AMB. DE URIBANA	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	H.C.D. LLANO ALTO LAS CASITAS Sra neida	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	H.C.D. LLANO ALTO LAS CASITAS Sra. Negli	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	CARCEL URIBANA	344	2,494,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	EL JAYO PARTE ALTA	25	181,250.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ASOCIACION CIVIL MENGAR	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	AMB. ANDRES BELLO I	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	PRADOS DEL NORTE SECTOR 2	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	PARROQUIA EL CUJI	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	SEBUCARA	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ANDRES BELLO II	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	VALLE LINDO	9	65,250.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS NIEVES	0	0.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	H.C.D. CARORITA ABAJO LA PLAYA	1	7,250.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	H.C.D. CARORITA ABAJO El valle	1	7,250.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. ANDRES BELLO	12	87,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. ATANACIO GIRARDOT	8	58,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. GRAN MARISCAL DE AYACUCHO	12	87,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. VALLE LINDO	8	58,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. ROMULO GALLEGOS (POTRE	12	87,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	PRE-ESCOLAR EL CUJI	1	7,250.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	AMB. CARORITA ABAJO	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	Centro Educacion Inicial Divina Pastora El Cuji	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ESC. CARORITA ARRIBA	8	58,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	H.C.D. LAS VERITAS SRA. Brigida	1	7,250.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	H.C.D. CARORITA ABAJO SRA. Carmen	1	7,250.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	M. H. LAS NIEVES El Cuji El Roble Sra Victoria	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ANDRES BELLO I (NORKIS DUIN)	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	U.E.N. FEDERMAN (Via las Veritas -Guayabal))	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	PARROQUIA CUJI	LAS VERITAS La Recta/ Villa Cantevista	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	PARROQUIA CUJI	LAS VERITAS Inters Las Tunas	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	PARROQUIA CUJI	LAS VERITAS Crr 1 / cll 1 Y 2	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	PARROQUIA CUJI	LAS VERITAS Av. Cristobal Colon / Cll paseo	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	PARROQUIA CUJI	LAS VERITAS Cll 2/ Crr 2	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	PARROQUIA CUJI	URIBANA Sector las Colinas	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	PARROQUIA CUJI	LAS VERITAS Ranchitos Stadium	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS VERITAS Callejon Stadium	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS VERITAS Urb. Armando Gabaldon Via Ppal/ 5 y 6	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS VERITAS calle 2 y 3 Cll Maranata	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	MISION BRR ADENTRO vuelvan caras	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	MISION BRR ADENTRO El Jayo	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	MISION BRR ADENTRO Prados del Norte	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS VERITAS Coronel Silva	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS VERITAS Urb. Armando Gabaldon Via Ppal / 3 y 2	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS VERITAS Via Ppal / Cll 3	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	ANDRES BELLO II Cll 4 / 6 y 7	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	LAS VERITAS Via Ppal / cll2	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	SECTOR LA CONEJERA Via el Trapiche/ Av. Ezequiel Zamora	2	14,500.00
PARROQUIA CUJI	NORTE	EL JAYO Av Cristobal Colon /cll Juan de Villegas	4	29,000.00
PARROQUIA CUJI	PAVIA	ALGARY Las Tinajitas	14	101,500.00
PARROQUIA CUJI	PAVIA	TAPA E PIEDRA La Escuela	30	217,500.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	LAS VERITAS Sector kiosco de condimentos	1	7,250.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	FUNDACION SOCIAL KAIROS Sabana Grande	1	7,250.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	LICEO CARORITA ABAJO	8	58,000.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	ESC. JUAN DE VILLEGAS	4	29,000.00

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA QUE ABASTECE A LAS PARROQUIAS

CRESPO – CUJI – TAMACA (CONTINUACIÓN)

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	U.E CARDENAL VIA EL TRAPICHE La Playa	4	29,000.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	M.H. ANDRES BELLO II. Sra Rafaela Mendoza	1	7,250.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	U.E.LOS ROBLES EL CUJI	4	29,000.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	U.E. LA VEGA EL CUJI	1	7,250.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	H.C.D. MIS PRIMEROS PASOS Andres Bello II	1	7,250.00
PARROQUIA EL CUJI	NORTE	U.E. PRADOS DEL NORTE I	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. DOMINGO HURTADO	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	AMB. EL POTRERO	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	LOS CAÑOS	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. FRANCISCO DE MIRANDA	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	U.E. LICEO JUAN BTA. RODRIGUEZ Tamaca	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. RETEN ABAJO	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. ROMERAL I	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	CASA DE ALIMENTACION Las Tunas Tamaca	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. VALLE HONDO	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	U. E. EL PAMPERO	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. LAS DELICIAS	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. LAS GALERAS	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. LAS TUNITAS	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	U. E. RASTROJITOS	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	CENTRO EDUC. ANDRES BELLO Pampero	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	AMB. TAMACA	56	406,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	AMB. LAS PLAYITAS	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. SANTA INES Las Playitas	1	7,250.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. BASICA TAMACA	20	145,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	AMB. LAS TUNAS	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	TAMACA SECTOR LIBERTADOR	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	CLINICO EL PAMPERO	96	696,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	LAS TUNAS SECTOR EL ESTADI	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. CONCENTRADA TAMAQUITA	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. 19 DE ABRIL TAMACA	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	PARROQUIA TAMACA	112	812,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	TAMACA 19 DE ABRIL	0	0.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. RETEN ARRIBA	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. LAS PLAYITAS	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. ROMERAL 3	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	CASA DE CURSILLOS TAMACA	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. BAS. ALI PRIMERA El Cuji Las casitas	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. ARTURO U. PIETRI-SABILAS	12	87,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	M.H. LA LLANADA TAMACA	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. BOLIVARIANA LAS PALMITAS TAMACA	1	7,250.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	C.P.C. LA SABILA (Via Duaca)	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. BASICA TOROY Nucleo 584	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	HOGAIN COMUNITARIO LUZ Y VERDAD Brr las Tunas	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	U.E.E. CONCENTRADA MARIANGEL Carorita Abajo	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	COMISARIA 41 La Floresta Tamaca frente cementerio	2	14,500.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	URB. LA SABILA CASA DE ALIMENTACION	68	493,000.00
PARROQUIA TAMACA	PAVIA	ALGARY La canoa	21	152,250.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. BOLIVARIANA TACARIGUA TAMACA	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. LAGUNA SALADA Tamaca	4	29,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	COMISARIA 40 (FRENTE A LA PLAZA LA SABILA)	8	58,000.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	H.C.D. Mis Angelitos y H.C.D. Araguaney (Tamaca Valle H.)	1	7,250.00
PARROQUIA TAMACA	NORTE	ESC. EL CALLAO Via Carorita abajo	4	29,000.00
			L/mes	9,816,500.00
			L/sem	2,290,516.67
			L/d	327,216.67
			Lps	3.79
			Dot (lpd) por cisternas	23.02
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	14,217.00

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA QUE ABASTECE A LAS PARROQUIAS

UNION – JUAREZ

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
PARROQUIA JUAREZ	ESPECIALES	CENTRO MISIONERO CARMELITAS	4	29,000.00
PARROQUIA UNION	NORTE	ESC. MANUELA SAENS .El Portachuelo	8	58,000.00
PARROQUIA UNION	NORTE	ESC. CORAIDE DE FERNANDEZ Los sin techo	12	87,000.00
PARROQUIA UNION	NORTE	ESC. SAN LORENZO II	4	29,000.00
PARROQUIA UNION	NORTE	COLINAS DE SAN LORENZO II Sector la Escuela	8	58,000.00
PARROQUIA UNION	NORTE	ANDRES CASTILLO	16	116,000.00
PARROQUIA UNION	NORTE	CIRCUNVALACION NORTE Frente al Brr la Pradera	1	7,250.00
PARROQUIA UNION	NORTE	CASA DE ALIMENTACION N° 169 El Trompillo Jose Cruces	1	7,250.00
PARROQUIA UNION	NORTE	M.H. POTRERO Sra Aurora	2	14,500.00
PARROQUIA UNION	NORTE	ESC. FE Y ALEGRIA Monseñor Romero Trompillo	28	203,000.00
PARROQUIA UNION	NORTE	ESC. APOSTOLICA SAN JOSE Urb Macias Mujica	12	87,000.00
			L/mes	696,000.00
			L/sem	162,400.00
			L/d	23,200.00
			Lps	0.27
			Dot (lpd) por cisternas	23.02
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	1,008.00

PROGRAMACIÓN DE CISTERNAS DEL SUB SISTEMA NO DEFINIDO

CLASIFICACION	SECTOR	NOMBRE COMUNIDAD	Program. Al Mes	DOTACIÓN MENSUAL (Lts/mes)
JUAN DE VILLEGAS	?	EL MUERTICO (Camioneta 350)	18	130,500.00
JUAN DE VILLEGAS	?	ALTO TROMPILLO (Camioneta 350)	32	232,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	CERRO FRIO (Camioneta 350)	44	319,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	EL TOTUMO (Camioneta 350)	28	203,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	EL PANDITO	24	174,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	BARRO NEGRO	7	50,750.00
JUAN DE VILLEGAS	?	BRISAS DEL PANDITO	10	72,500.00
JUAN DE VILLEGAS	?	EL ZAMURO	6	43,500.00
JUAN DE VILLEGAS	?	IGLESIA EL PANDITO	1	7,250.00
JUAN DE VILLEGAS	?	ESC. EL PANDITO	2	14,500.00
JUAN DE VILLEGAS	?	M.H. EL PANDITO	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	ESC. EL TOTUMO (Camioneta 350)	4	29,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	EL PANDITO (TANQUE PUBLICO)	24	174,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	LA VIGIA	16	116,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	CERRO DE AGUILAR	3	21,750.00
JUAN DE VILLEGAS	?	LOS MOCHUELOS	57	413,250.00
JUAN DE VILLEGAS	?	BRISAS EL PANDITO SECTOR LA FE	12	87,000.00
JUAN DE VILLEGAS	?	ALTO TROMPILLO Final P.A.	2	14,500.00
			L/mes	2,131,500.00
			L/sem	497350
			L/d	71050
			Lps	0.822337963
			Dot (lpd) por cisternas	23.01587302
			Núm de habitantes asistidos por cisternas	3087

**ANEXO 4.2 BATIMETRIA EMBALSE DOS CERRITOS**

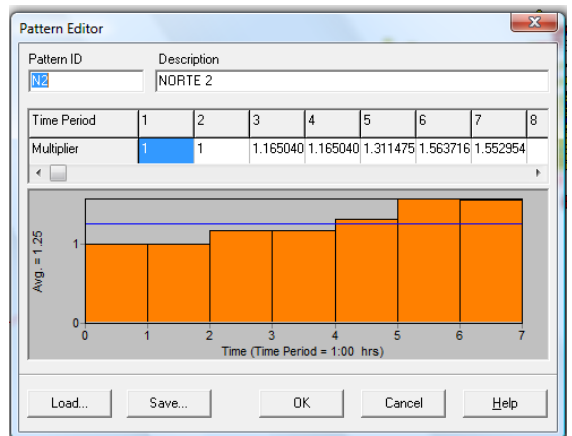
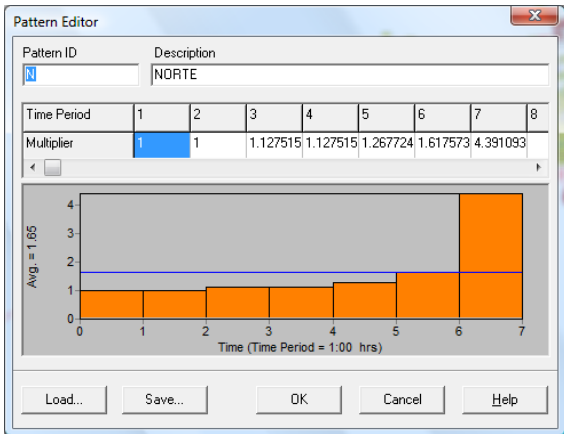
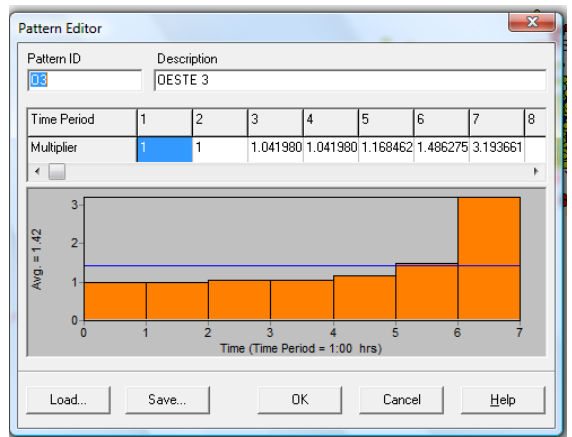
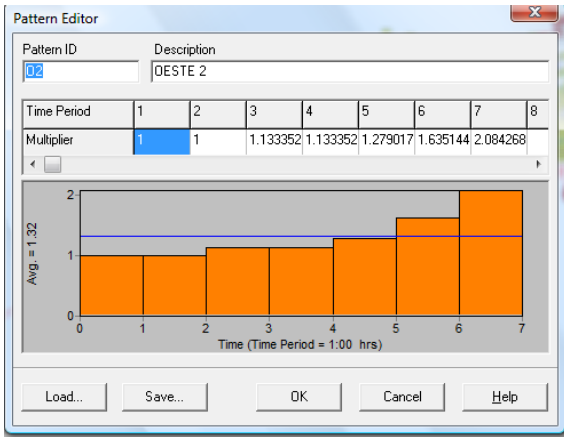
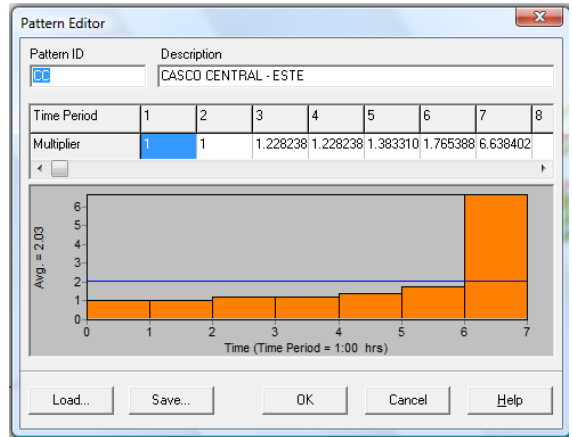
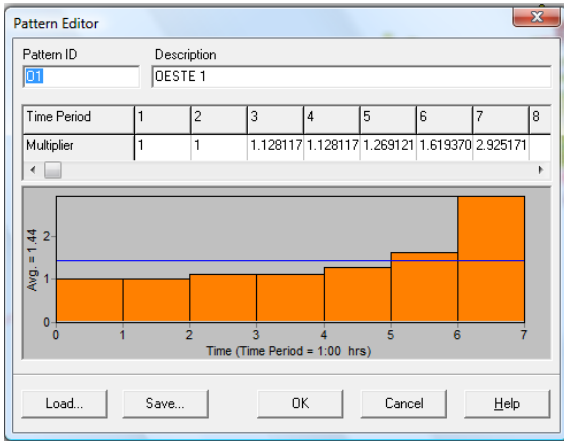
**ANEXO 4.3 DEMANDAS PROYECTADAS EN SUBSISTEMA GRAVEDAD**

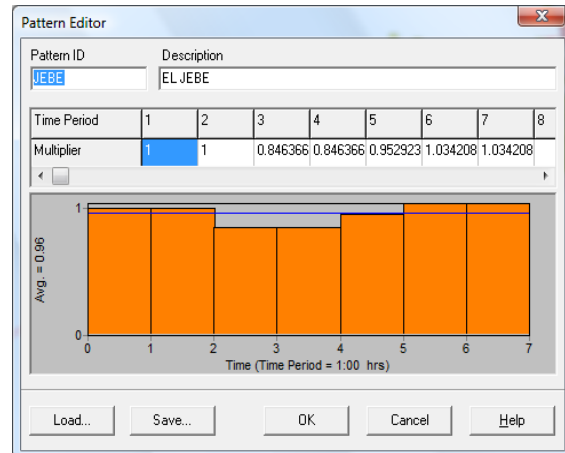
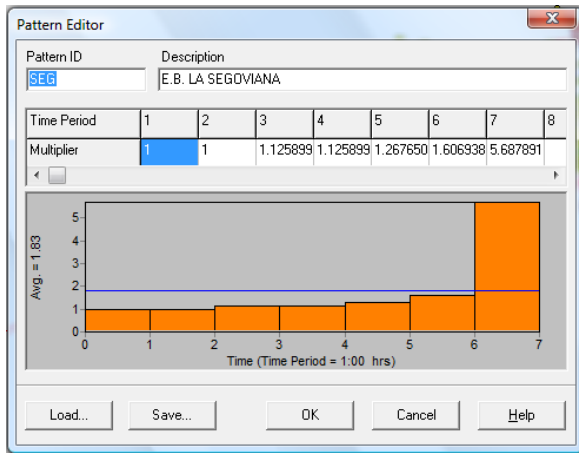
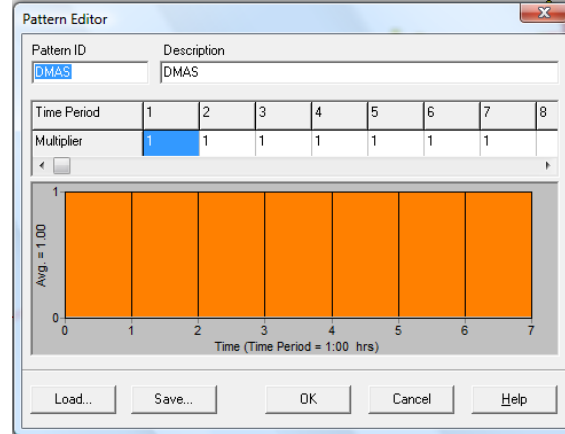
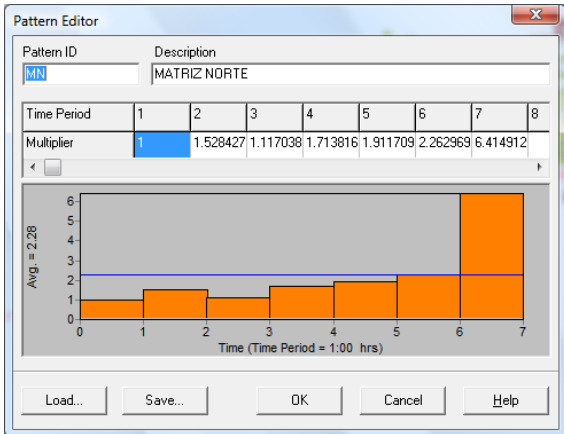
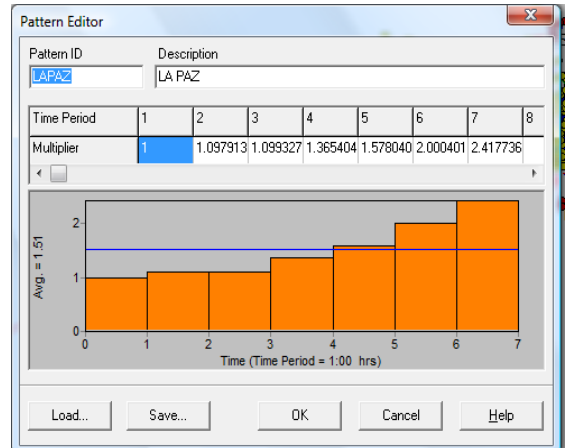
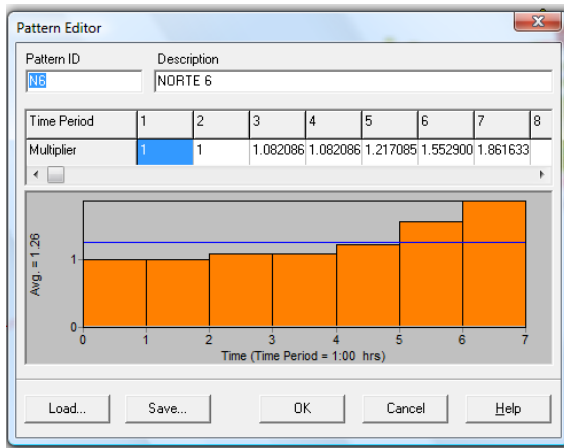
SUB SISTEMA	ESCENARIO	TIPO DE USUARIO	CONSUMO				DOTACION ACTUAL (L/U/D)	DOTACION ACTUAL USUARIO SIN MEDICION (L/U/D)	N° USUARIOS SIN MEDICION	DEMANDA ACTUAL USUARIOS SIN MEDICION (L/D)	DEMANDA ACTUAL USUARIOS SIN MEDICION (L/S)	CON MEDICION 2016			SIN MEDICION 2016		
			CONSUMO TOTAL EN (L/S)	CONSUMO TOTAL EN (LTS/DIA)	N° USUARIOS CON MICROMEDICION							PROYECCION USUARIOS 2016	DEMANDA USUARIOS 2016 (L/D)	DEMANDA USUARIOS 2016 (L/S)	PROYECCION USUARIOS 2016	DEMANDA USUARIOS 2016 (L/D)	DEMANDA USUARIOS 2016 (L/S)
CASCO CENTRAL - ESTE	DATOS BASE	RESIDENCIAL SOCIAL	0.253160143	21873.03638	5	1496.943012	1796.331614	48	38835.40334	2.02	21554	32265109.68	373,44	9861	17713626,05	205,02	
		RESIDENCIAL	331,4132759	28634107,04	19138			8710	2414441,915	125,75							
		COMERCIAL	152,0293281	13135333,95	4416	2974,486855	3569,384226	1072	60623,6807	31,57	4973	14792123,13	171,21	2275	8120349,113	93,99	
		INDUSTRIAL	21,10556142	1823520,506	246	7412,684985	8895,221982	38	39934,2046	2,08	277	2053313,741	23,77	127	1129693,192	13,08	
		COOPERATIVAS	0	0	2	0	0	1	38,81827221	0,00	3	0	0,00	2	0	0,00	0,00
		OFICIAL ESTADAL	16,93508116	1463191,012	71	20608,32412	24729,98894	75	623775,7941	32,49	80	1648665,929	19,08	37	915009,5908	10,59	
	OFICIAL MUNICIPAL	3,464296697	299315,2346	23	13013,70585	15616,44702	38	91644,0412	4,77	26	338356,3532	3,92	12	187397,3643	2,17		
	OFICIAL NACIONAL	5,476293625	473148,3132	48	9857,256525	11828,70783	68	107270,4404	5,59	55	542149,1089	6,27	25	295717,6957	3,42		
	OPTIMISTA III = 200 L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	55,44	4789800	23949	200		10050	2010000	23,26	26968	5393600	62,43	12339	2467600,00	28,56	
	INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	227,02	19614231	23949	819		10050	8230950	95,27	26968	57907672	207,25	12339	8159096,00	94,83	
	PESEMISTA III = 819 L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 819 L/C/D	227,02	19614231	23949	819		10050	8230950	95,27	26968	57907672	207,25	12339	8159096,00	94,83	
	OESTE 1	DATOS BASE	RESIDENCIAL SOCIAL	2,12	183270,1781	144,00	1296,06436	1555,277232	59	91761,3567	1,00	9521	12339828,77	142,82	2347	3650235,664	42,25
RESIDENCIAL			124,73	10776250,05	8312			2025	3149436,395	34,20							
COMERCIAL			19,55	1688800,226	426	3964,319779	4757,183734	184	875321,8071	9,56	480	1920873,494	22,02	220	1046580,422	12,11	
INDUSTRIAL			1,21	104426,3384	24	4351,097433	5221,316919	7	36540,21843	0,40	28	121830,7281	1,41	13	67877,11995	0,73	
COOPERATIVAS			0,03	2407,342064	1	2407,242064	2888,690477	0	0	0,00	2	4814,484128	0,06	1	2888,690477	0,03	
OFICIAL ESTADAL			4,44	383746,3631	24	15589,4318	19187,31815	24	460895,6357	5,03	28	447704,0903	5,18	13	249435,136	2,89	
OFICIAL MUNICIPAL		0,12	10357,35884	2	5178,679421	6214,415306	8	49715,32245	0,54	3	15536,03826	0,18	2	12428,83061	0,14		
OFICIAL NACIONAL		0,18	15873,58512	4	3968,396281	4762,075537	11	52382,8309	0,57	6	19841,9814	0,23	3	14286,22661	0,17		
OPTIMISTA III = 200 L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	20,69	1787400	8937	200		2318	463600	5,37	10067	2013400	23,30	2599	519800,00	6,02	
INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	84,72	7319403	8937	819		2318	1899442	21,97	10067	6684889	195,21	2599	1275756,00	19,97	
PESEMISTA III = 819 L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 819 L/C/D	84,72	7319403	8937	819		2318	1899442	21,97	10067	6684889	195,21	2599	1275756,00	19,97	
OESTE 2		DATOS BASE	RESIDENCIAL SOCIAL	0,00	0	0,00	1271,532298	1525,839958	0	0	0,00	837	1064273,371	12,32	116	176997,4351	2,05
	RESIDENCIAL		10,93	944749,2405	743			103	157161,5157	1,72							
	COMERCIAL		0,54	46803,53666	15	3120,235777	3744,282933	6	22465,6976	0,25	17	53044,00821	0,61	8	29954,26346	0,35	
	INDUSTRIAL		0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00
	COOPERATIVAS		0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00
	OFICIAL ESTADAL		0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00
	OFICIAL MUNICIPAL	0,00	0	0	0	0	0	2	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0,00	
	OFICIAL NACIONAL	0,00	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0,00	
	OPTIMISTA III = 200 L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	1,75	151600	758	200		114	22800	0,26	854	170800	1,98	124	24800,00	0,29	
	INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	13,23	1143152,777	758	819		114	202407,2132	2,23	854	1288117,379	14,31	124	231751,6396	2,68	
	PESEMISTA III = 819 L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 819 L/C/D	13,23	1143152,777	758	819		114	202407,2132	2,23	854	1288117,379	14,31	124	231751,6396	2,68	
	OESTE 3	DATOS BASE	RESIDENCIAL SOCIAL	0,00	0,0	0	1047,642382	1257,170858	2228	2800976,673	30,59	171	179146,8473	2,07	2902	3648309,831	42,23
RESIDENCIAL			1,83	158194,0	151			349	438752,6296	4,79							
COMERCIAL			3,40	294056,6	99	4984,010337	5980,812405	120	717697,4886	7,84	67	339928,6926	3,86	31	185405,1845	2,15	
INDUSTRIAL			3,95	341171,0	18	18953,94694	22744,73633	9	204702,627	2,24	21	398032,8858	4,61	10	227447,3633	2,63	
COOPERATIVAS			0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00
OFICIAL ESTADAL			0,00	0	0	0	0	0	8	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0,00
OFICIAL MUNICIPAL		0,43	36863,7	1	36863,66998	44236,40398	5	221182,0199	2,42	2	73727,33996	0,85	1	44236,40398	0,51		
OFICIAL NACIONAL		0,03	2256,2	1	2256,234259	2707,481111	9	24367,33	0,27	2	4512,468518	0,05	1	2707,481111	0,03		
OPTIMISTA III = 200 L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	0,53	46000	230	200		2728	545600	6,31	263	52600	0,61	2945	589000,00	6,82	
INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	10,17	878541,36	230	819		2728	495378,768	54,44	263	1041948,234	12,06	2945	4897106,264	54,36	
PESEMISTA III = 819 L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 819 L/C/D	10,17	878541,36	230	819		2728	495378,768	54,44	263	1041948,234	12,06	2945	4897106,264	54,36	
NORTE		DATOS BASE	RESIDENCIAL SOCIAL	0,00	0	0	1605,095597	1926,114717	5	9630,573583	0,11	2243	3600229,424	41,67	2155	4150777,214	48,04
	RESIDENCIAL		37,01	3197350,429	1992			1909	3676992,994	40,15							
	COMERCIAL		3,24	28830,493	43	6706,523093	8047,827712	20	160956,5542	1,76	49	328619,6316	3,80	23	185100,0374	2,14	
	INDUSTRIAL		0,07	5889,304385	3	1963,104642	2355,721754	2	4711,443508	0,05	4	7852,405847	0,09	2	4711,443508	0,05	
	COOPERATIVAS		0,00	0	0	0	0	1	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00
	OFICIAL ESTADAL		0,46	39439,68547	5	7887,937095	9465,524514	12	113586,2942	1,24	6	47327,62257	0,55	3	28396,57354	0,33	
	OFICIAL MUNICIPAL	0,09	7994,530839	1	7994,530839	9593,437007	6	57540,62204	0,63	2	15869,06168	0,19	1	9593,437007	0,11		
	OFICIAL NACIONAL	0,15	12569,17904	1	12569,17904	15083,01485	7	105851,104	1,2	2	25138,35838	0,29	1	15083,01485	0,17		
	OPTIMISTA III = 200 L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	4,73	409000	2045	200		1962	392400	4,54	2306	461200	5,34	2185	437000,00	5,06	
	INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	45,84	3960623,622	2045	819		1962	4521979,585	49,63	2306	4488356,304	51,39	2185	4830661,72	55,91	
	PESEMISTA III = 819 L/C/D	PEDIDAS OBJETIVO 819 L/C/D	45,84	3960623,622	2045	819		1962	4521979,585	49,63	2306	4488356,304	51,39	2185	4830661,72	55,91	
	NORTE 2	DATOS BASE	RESIDENCIAL SOCIAL	0,00	0	0	1431,322401	1717,586882	8	13740,69505	0,15	127	181777,945	2,10	2081	3574298,301	41,37
RESIDENCIAL			1,86	160308,109	112			1840	316039,862	34,51							
COMERCIAL			0,02	1998,63271	2	999,3163549	1199,179626	8	9593,437007	0,10	3	2997,949005	0,03	2	2398,359252	0,03	
INDUSTRIAL			0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00
COOPERATIVAS			0,00	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0,00
OFICIAL ESTADAL			0,00	0	0	0	0	0	3	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0,00
OFICIAL MUNICIPAL		0,00	0	0	0	0	0	2	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0,00	
OFICIAL NACIONAL		0,00	0	0	0	0	0	1	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	0,00	
OPTIMISTA III = 200 L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	0,26	22800	114	200		1862	372400	4,31	130	26000	0,30	2083	416600,00	4,82	
INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 200 L/C/D	2,14	185106,7417	114	819		1862	3594099,994	39,07	130	210775,884	2,44	2083	399296,66	46,22	
PESEMISTA III = 819 L/C/D		PEDIDAS OBJETIVO 819 L/C/D	2,14	185106,7417	114	819		1862	3594099,994	39,07	130	210775,884	2,44	2083	399296,66	46,22	
NORTE 6		DATOS BASE	RESIDENCIAL SOCIAL	0,22	18822,67872	12	1312,405452	1574,886543	64	100792,7387	1,10	1916	2514568,847	29,10	11005	17331626,	

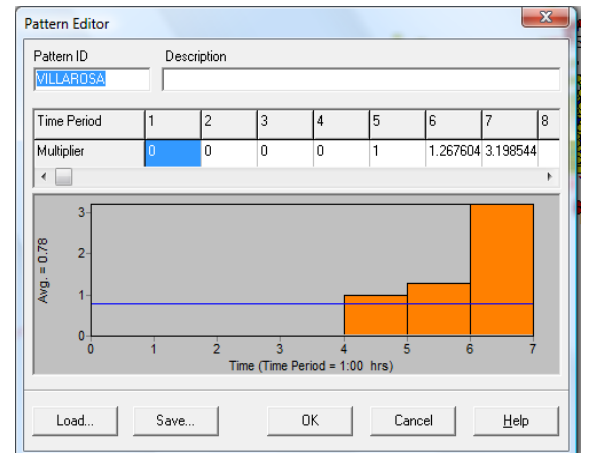
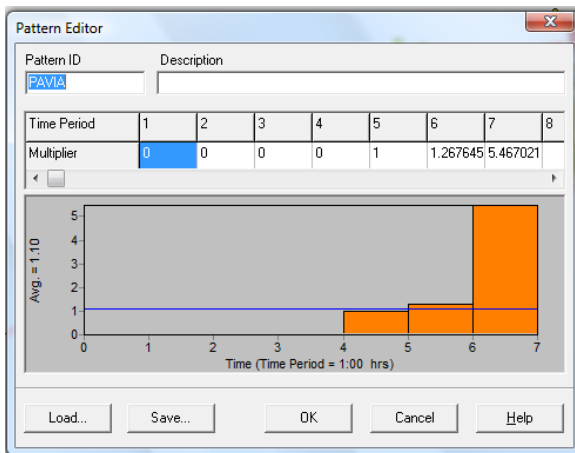
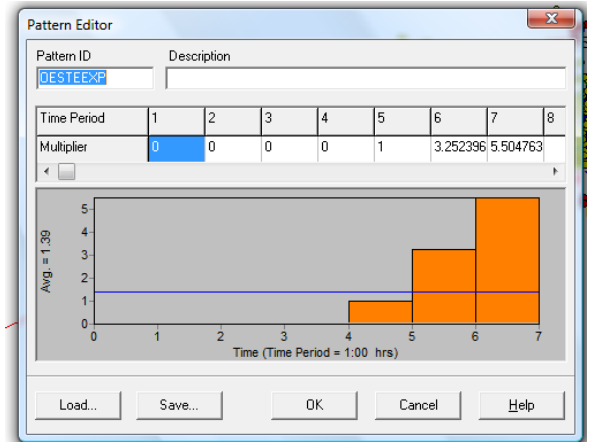
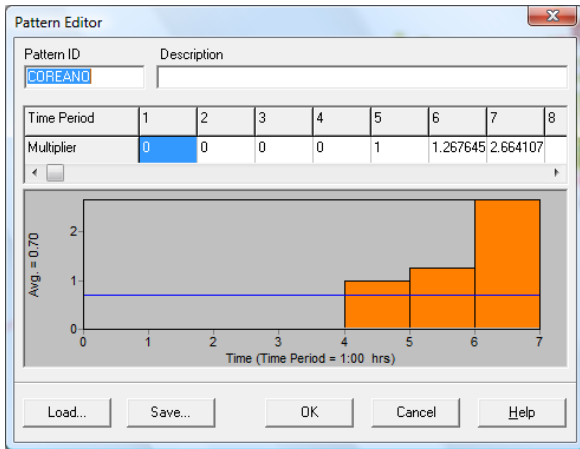
SUB SISTEMA	ESCENARIO	CON MEDICION 2021			SIN MEDICION 2021			CON MEDICION 2021			SIN MEDICION 2021			CON MEDICION POBLACION DE SATURACION SEGUN PDUL 2020			
		PROYECCION USUARIOS 2021	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/D)	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/S)	PROYECCION USUARIOS 2021	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/D)	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/S)	PROYECCION USUARIOS 2021	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/D)	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/S)	PROYECCION USUARIOS 2021	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/D)	DEMANDA USUARIOS 2021 (L/S)	PROYECCION USUARIOS MAXIMA (SATURACION)	DEMANDA USUARIOS MAXIMA (SATURACION) (L/D)	DEMANDA USUARIOS MAXIMA (SATURACION) (L/S)	
CASCO CENTRAL-ESTE	DATOS BASE	24268	36327813,01	420,46	11103	19944669,91	230,84	30764	46051954,82	533,01	14075	25283367,47	292,63	151.388	244748745,4	2.832,74	
		5599	16654151,9	192,76	2562	9144762,386	105,84	7097	21109933,21	244,33	3247	11589790,58	134,14	46629	149793135,4	1.733,72	
		312	2312757,715	26,77	143	1272016,743	14,72	396	2935423,254	33,97	181	1610035,179	18,63	2597	20790802,34	240,63	
		3	0	0,00	2	0	0,00	4	0	0,00	2	0	0,00	22	0	0,00	
		91	1875357,495	21,71	42	1038659,536	12,02	115	2369957,273	27,43	53	1310689,414	15,17	750	16692742,54	193,20	
		30	390411,1756	4,52	14	218630,2583	2,53	37	481507,1166	5,57	17	265479,5994	3,07	243	3415316,964	39,53	
		61	601292,648	6,96	28	331203,8192	3,83	78	768866,0089	8,90	36	425833,4819	4,93	507	5397439,383	62,47	
		30364	6072800	70,29	13894	2778800	32,16	38491	7698200	89,10	17611	3522200	40,77	202136	40427200	467,91	
		OPTIMISTA III = 200 L/C/D	TOTAL	64234583,95	743,46	TOTAL	34728742,66	401,95	TOTAL	81415841,68	942,31	TOTAL	44007395,73	509,34	TOTAL	481265382	5570,20
		INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	TOTAL	6072800	70,29	TOTAL	7085940	82,01	TOTAL	7698200	89,10	TOTAL	3522200	40,77	TOTAL	202136	40427200
PESIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	64234583,95	743,46	TOTAL	39035882,66	451,80	TOTAL	81415841,68	942,31	TOTAL	44007395,73	509,34	TOTAL	481265382	5570,20		
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	24868116	287,83	TOTAL	11379186	131,70	TOTAL	31524129	364,86	TOTAL	14423409	166,94	TOTAL	165549384	1916,08		
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	83029899,95	980,99	TOTAL	43329128,66	501,49	TOTAL	10524170,7	1218,08	TOTAL	54908604,73	635,52	TOTAL	606387566	7018,37		
OESTE 1	DATOS BASE	10720	13893809,94	160,81	2643	4110597,725	47,58	13590	17613514,66	203,86	3351	5211734,005	60,32	33.149	46400296,47	537,04	
		541	2144697	24,82	248	1179781,566	13,65	685	2715559,048	31,43	314	1497575,693	17,29	756	3236787,813	37,46	
		31	134884,0204	1,56	14	73098,43687	0,85	39	169922,7999	1,96	18	93983,70455	1,09	42	197365,7795	2,28	
		2	4814,484128	0,06	1	2888,690477	0,03	2	4814,484128	0,06	1	2888,690477	0,03	2	5199,642858	0,06	
		31	495672,3857	5,74	14	288822,4542	3,11	39	623587,84	7,22	18	345371,7288	4,00	43	742549,2126	8,59	
		3	15536,03826	0,18	2	12428,83061	0,14	4	20714,71769	0,24	2	12428,83061	0,14	4	2371,8951	0,28	
		6	23810,37788	0,28	3	14286,22661	0,17	7	27778,77396	0,32	3	14286,22661	0,17	8	34286,94386	0,40	
		11334	2266800	26,24	2925	589000	6,77	14966	2873200	33,25	3707	741400	8,58	34004	6800800	78,71	
		OPTIMISTA III = 200 L/C/D	TOTAL	18980024,25	219,68	TOTAL	6486703,93	72,30	TOTAL	24048862,32	278,34	TOTAL	7915848,877	91,62	TOTAL	5749667,76	66,81
		INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	TOTAL	2266800	26,24	TOTAL	1491750	17,27	TOTAL	2873200	33,25	TOTAL	741400	8,58	TOTAL	34004	6800800
PESIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	18980024,25	219,68	TOTAL	7153455,93	82,79	TOTAL	24048862,32	278,34	TOTAL	7915848,877	91,62	TOTAL	5749667,76	66,81		
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	9282546	107,44	TOTAL	2395575	27,73	TOTAL	11765754	136,18	TOTAL	3036033	35,14	TOTAL	34004	27849276	322,33	
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	2395575,25	300,88	TOTAL	8057278,93	93,26	TOTAL	32941416,32	381,27	TOTAL	10210481,88	118,18	TOTAL	78488133,76	908,43		
OESTE 2	DATOS BASE	943	1199055,9	13,88	131	199885,0345	2,31	1196	1520753,825	17,60	167	254815,273	2,95	1.779	2443022,356	28,28	
		20	62404,71554	0,72	9	33698,54639	0,39	25	78005,89443	0,90	12	44931,39519	0,52	2	6739,709279	0,08	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		963	192600	2,23	140	28000	0,32	1221	244200	2,83	179	35800	0,41	1781	356200	4,12	
OPTIMISTA III = 200 L/C/D	TOTAL	1454060,62	16,83	TOTAL	261583,58	3,03	TOTAL	1842959,719	21,33	TOTAL	335546,6681	3,88	TOTAL	2805962,066	32,48		
INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	TOTAL	192600	2,23	TOTAL	71400	0,83	TOTAL	244200	2,83	TOTAL	35800	0,41	TOTAL	1781	356200	4,12	
PESIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	1454060,62	16,83	TOTAL	304983,58	3,53	TOTAL	1842959,719	21,33	TOTAL	335546,6681	3,88	TOTAL	2805962,066	32,48		
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	788697	9,13	TOTAL	1146600	1,33	TOTAL	999999	11,57	TOTAL	1466001	1,70	TOTAL	1781	1458639	16,88	
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	2050157,62	23,79	TOTAL	348243,58	4,03	TOTAL	2589758,719	30,08	TOTAL	446347,6681	5,17	TOTAL	3908401,066	45,24		
OESTE 3	DATOS BASE	193	202194,9797	2,34	3268	4108434,365	47,55	245	256672,3836	2,97	4143	5208458,866	60,28	11.871	13431487,73	155,46	
		75	373800,7753	4,33	35	209328,4342	2,42	95	473480,982	5,48	44	263155,7458	3,05	36	193778,3219	2,24	
		23	435940,7797	5,05	11	250192,0396	2,90	29	549654,4613	6,36	14	318426,3086	3,69	12	245643,1524	2,84	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		2	73727,33996	0,85	1	44236,40398	0,51	2	73727,33996	0,85	1	44236,40398	0,51	1	38812,76358	0,46	
		2	4512,465818	0,05	1	2707,481111	0,03	2	4512,465818	0,05	1	2707,481111	0,03	1	2436,733	0,03	
		295	5900	0,68	3316	663200	7,68	373	74000	0,86	4203	840600	9,73	11921	2384200	27,59	
		OPTIMISTA III = 200 L/C/D	TOTAL	1148176,34	13,30	TOTAL	5278098,78	61,09	TOTAL	1432657,635	16,58	TOTAL	6677584,806	77,29	TOTAL	16297358,71	188,63
		INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	TOTAL	5900	0,68	TOTAL	1691160	19,57	TOTAL	74000	0,86	TOTAL	840600	9,73	TOTAL	11921	2384200
PESIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	1148176,34	13,30	TOTAL	6306058,78	72,99	TOTAL	1432657,635	16,58	TOTAL	6677584,806	77,29	TOTAL	16297358,71	188,63		
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	241605	2,80	TOTAL	2715804	31,43	TOTAL	305487	3,54	TOTAL	4203	3442257	39,84	TOTAL	9763299	113,00	
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	1331781,34	15,41	TOTAL	7330702,78	84,85	TOTAL	1663544,635	19,25	TOTAL	927941,806	107,40	TOTAL	23676457,71	274,03		
NORTE	DATOS BASE	2526	4054471,478	46,93	2427	4674680,417	54,11	3203	5141121,198	59,50	3077	5926654,983	68,60	18.298	31719642,38	367,13	
		55	368858,7071	4,27	25	201195,6928	2,33	70	469456,6165	5,43	32	257530,4868	2,98	42	304207,8875	3,52	
		4	7852,405847	0,09	2	4711,443508	0,05	5	9815,507308	0,11	3	7067,165262	0,08	2	4240,299157	0,05	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		7	55215,55966	0,64	3	28396,57354	0,33	9	70991,43385	0,82	4	37862,09805	0,44	4	34075,88825	0,39	
		2	15989,06168	0,19	1	9593,437007	0,11	2	15989,06168	0,19	1	9593,437007	0,11	1	8634,093006	0,10	
		2	25138,35808	0,29	1	15083,01485	0,17	2	25138,35808	0,29	1	15083,01485	0,17	1	13574,71337	0,16	
		2596	519200	6,01	2459	491800	5,69	3291	658200	7,62	3118	623600	7,22	18348	3669600	42,47	
		OPTIMISTA III = 200 L/C/D	TOTAL	5046725,63	58,41	TOTAL	5425460,58	62,79	TOTAL	6390712,175	73,97	TOTAL	6877391,185	79,60	TOTAL	35753975,26	413,82
		INTERMEDIO III = VARIANDO L/C/D	TOTAL	519200	6,01	TOTAL	1254090	14,51	TOTAL	658200	7,62	TOTAL	623600	7,22	TOTAL	18348	3669600
PESIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	5046725,63	58,41	TOTAL	6187750,58	71,62	TOTAL	6390712,175	73,97	TOTAL	6877391,185	79,60	TOTAL	35753975,26	413,82		
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	2126124	24,61	TOTAL	2013921	23,31	TOTAL	2695329	31,20	TOTAL	3118	2535642	29,56	TOTAL	15027012	173,92	
OPTIMISTA III = 819 L/C/D	TOTAL	6626649,69	77,01	TOTAL	6947581,58	80,41	TOTAL	8427841,175	97,54	TOTAL	8807433,185	101,94	TOTAL	47111397,26	545,27		
NORTE 2	DATOS BASE	143	204679,1034	2,37	2343	4024306,064	46,58	182	260500,677	3,02	2971	5102950,625	59,06	3.141	4855446,356	56,20	
		3	2997,949065	0,03	2	2398,359252	0,03	4	3997,26542	0,05	2	2398,359252	0,03	1	1079,261663	0,01	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	
		0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0			

## **ANEXO 4.4 PATRONES DE DEMANDAS**









**ANEXO 4.5** CORRIDAS DE LAS SIMULACIONES

(VER CD)

**ANEXO 4.6** CORRIDAS DE LAS SIMULACIONES PARA  $F = 1,55$

(VER CD)

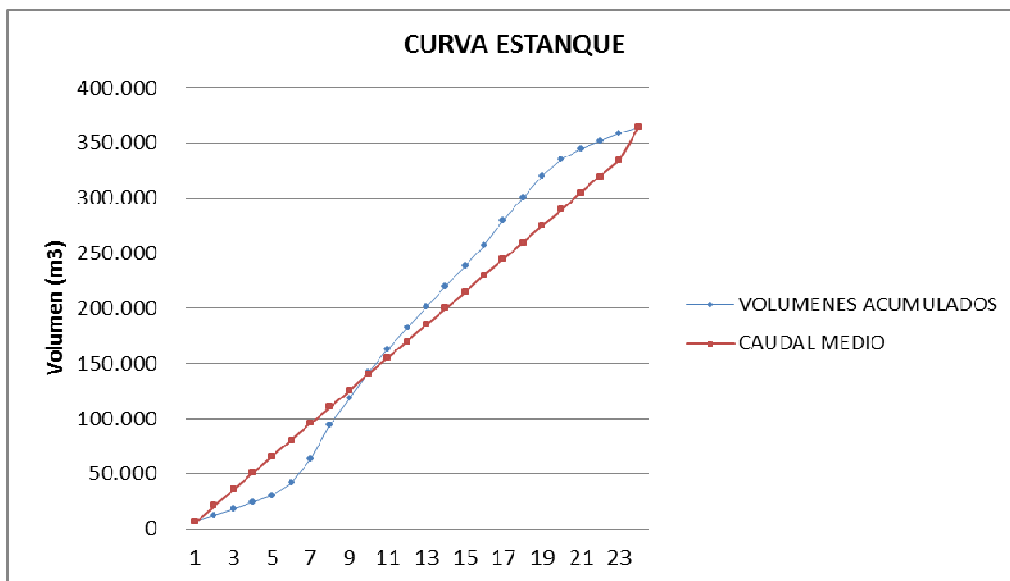
**ANEXO 4.7 CORRIDAS MEJORAS PLANTEADAS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

(VER CD)

## **ANEXO 4.8 CALCULO CAPACIDAD ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO**

### ESTANQUE CAPACIDAD 25.000 m<sup>3</sup>

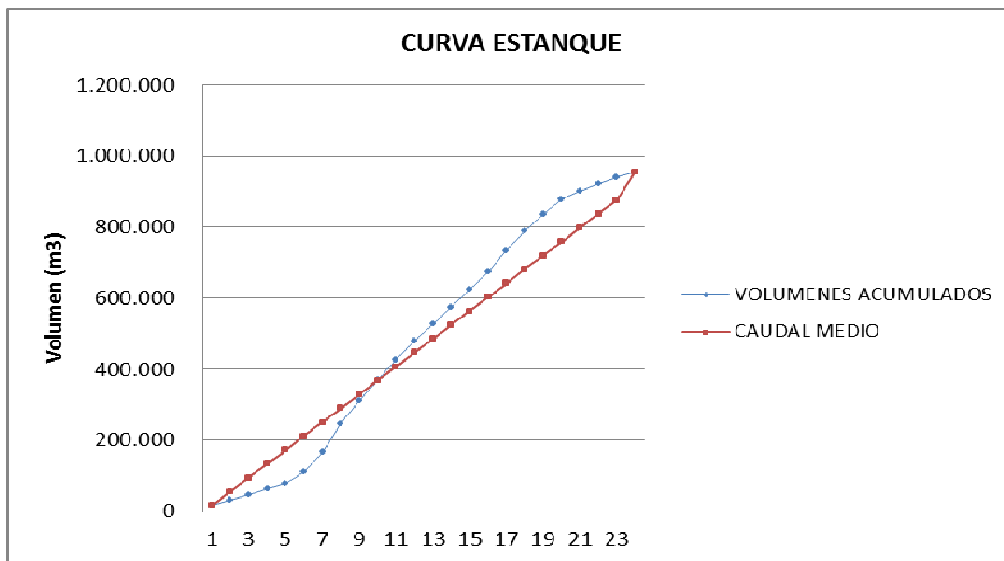
	Q med (l/s)	4160				
TIEMPO (h)	VARIACIÓN DE CONSUMO (% Qm)	VARIACIÓN DE CONSUMO (Qm)	VOLUMEN PARCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN MEDIO (VQm)	DIFERENCIA
1	0,4	1664	5990,4	5990,4	5990,4	0
2	0,4	1664	5990,4	11980,8	20916,48	-8935,68
3	0,4	1664	5990,4	17971,2	35842,56	-17871,36
4	0,4	1664	5990,4	23961,6	50768,64	-26807,04
5	0,4	1664	5990,4	29952	65694,72	-35742,72
6	0,8	3328	11980,8	41932,8	80620,8	-38688
7	1,45	6032	21715,2	63648	95546,88	-31898,88
8	2	8320	29952	93600	110472,96	-16872,96
9	1,7	7072	25459,2	119059,2	125399,04	-6339,84
10	1,52	6323,2	22763,52	141822,72	140325,12	1497,6
11	1,42	5907,2	21265,92	163088,64	155251,2	7837,44
12	1,32	5491,2	19768,32	182856,96	170177,28	12679,68
13	1,25	5200	18720	201576,96	185103,36	16473,6
14	1,2	4992	17971,2	219548,16	200029,44	19518,72
15	1,24	5158,4	18570,24	238118,4	214955,52	23162,88
16	1,3	5408	19468,8	257587,2	229881,6	27705,6
17	1,5	6240	22464	280051,2	244807,68	35243,52
18	1,4	5824	20966,4	301017,6	259733,76	41283,84
19	1,25	5200	18720	319737,6	274659,84	45077,76
20	1	4160	14976	334713,6	289585,92	45127,68
21	0,65	2704	9734,4	344448	304512	39936
22	0,5	2080	7488	351936	319438,08	32497,92
23	0,42	1747,2	6289,92	358225,92	334364,16	23861,76
24	0,4	1664	5990,4	364216,32	364216,32	0





## ESTANQUE CAPACIDAD 160.000 m<sup>3</sup>

	Q med (l/s)	10900				
TIEMPO (h)	VARIACIÓN DE CONSUMO (% Qm)	VARIACIÓN DE CONSUMO (Qm)	VOLUMEN PARCIAL (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ACUMULADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN MEDIO (VQm)	DIFERENCIA
1	0,4	4360	15696	15696	15696	0
2	0,4	4360	15696	31392	54805,2	-23413,2
3	0,4	4360	15696	47088	93914,4	-46826,4
4	0,4	4360	15696	62784	133023,6	-70239,6
5	0,4	4360	15696	78480	172132,8	-93652,8
6	0,8	8720	31392	109872	211242	-101370
7	1,45	15805	56898	166770	250351,2	-83581,2
8	2	21800	78480	245250	289460,4	-44210,4
9	1,7	18530	66708	311958	328569,6	-16611,6
10	1,52	16568	59644,8	371602,8	367678,8	3924
11	1,42	15478	55720,8	427323,6	406788	20535,6
12	1,32	14388	51796,8	479120,4	445897,2	33223,2
13	1,25	13625	49050	528170,4	485006,4	43164
14	1,2	13080	47088	575258,4	524115,6	51142,8
15	1,24	13516	48657,6	623916	563224,8	60691,2
16	1,3	14170	51012	674928	602334	72594
17	1,5	16350	58860	733788	641443,2	92344,8
18	1,4	15260	54936	788724	680552,4	108171,6
19	1,25	13625	49050	837774	719661,6	118112,4
20	1	10900	39240	877014	758770,8	118243,2
21	0,65	7085	25506	902520	797880	104640
22	0,5	5450	19620	922140	836989,2	85150,8
23	0,42	4578	16480,8	938620,8	876098,4	62522,4
24	0,4	4360	15696	954316,8	954316,8	0





EPACAD  
EBVCVD



# EpaCAD v1.0

Desarrollado por el ITA  
Universidad Politécnica de Valencia  
[www.ita.upv.es](http://www.ita.upv.es)



**El programa EpaCAD permite convertir ficheros de AutoCAD que contienen tuberías en ficheros que pueden ser abiertos con el programa de cálculo hidráulico EPANET**



- El fichero obtenido con EpaCAD v 1.0 conserva información sobre los nudos y tuberías del plano de AutoCAD, sus coordenadas x e y, así como la elevación (cota z) de los elementos de la red.
- Puede importar varias capas de elementos y transformar convenientemente las polilíneas.
- También dispone de una herramienta para analizar la conectividad entre elementos, y la previsualización de la red antes de ser exportada a Epanet.
- Posteriormente, habrá que definir algunos elementos en Epanet, tales como depósitos, válvulas, bombas... y ciertas propiedades de las tuberías y nudos de consumo (diámetros, rugosidad y demanda base).



## MANUAL DE AYUDA DEL PROGRAMA



### Abrir

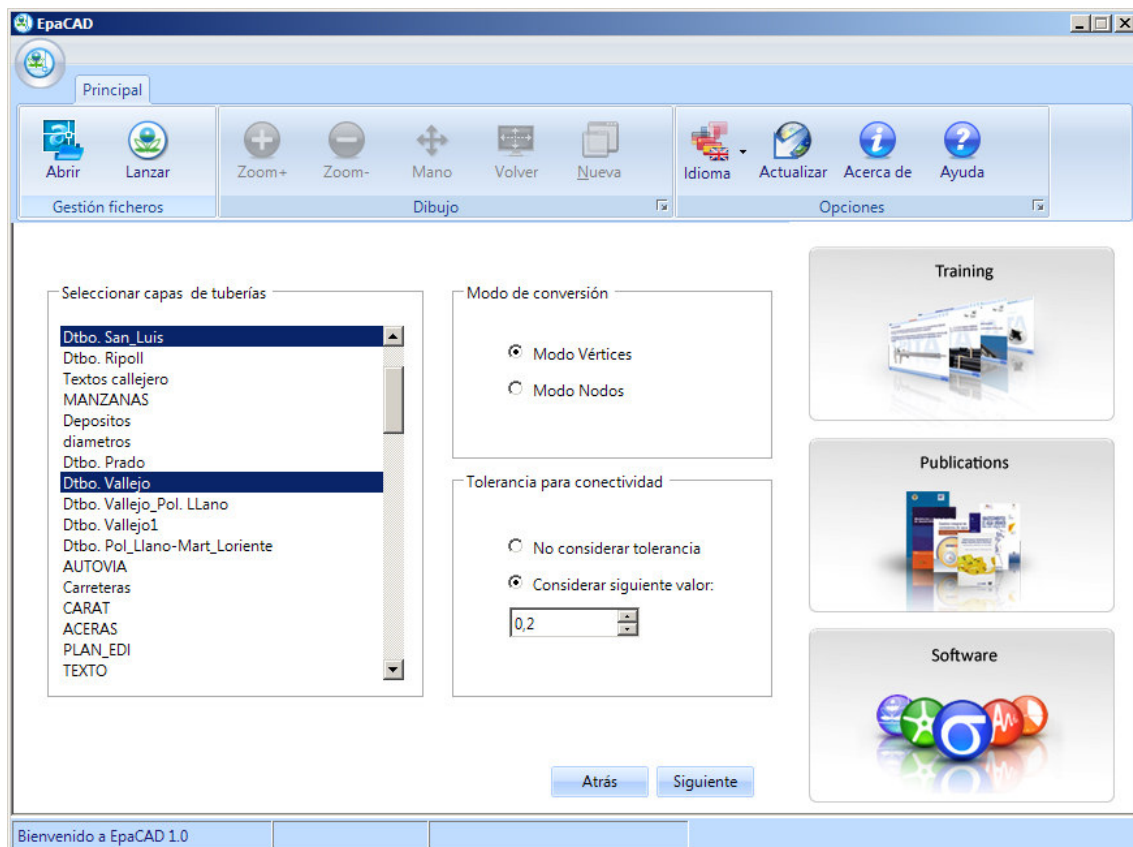
Se deberá indicar la ruta en la que se encuentra el fichero de AutoCAD que se quiere convertir.

El fichero deberá tener extensión *.dxf* (desde AutoCAD es posible guardar el documento con esta extensión. El programa lee archivos guardados como *dxf* de AutoCAD R12/LT2/2000/LT2000/20004 y versiones posteriores).

### Una vez cargado el fichero se deberá:

**1º**  
*Seleccionar capas de tuberías*

Se seleccionarán las capas que contienen tuberías del modelo. La selección puede ser única o múltiple, dependiendo de cómo se trabaja con el plano en AutoCAD.





## 2º

*Indicar el  
Modo de  
conversión*

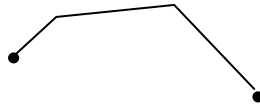
Indica la forma en la que el programa debe convertir las polilíneas de las capas de AutoCAD seleccionadas.

Existen dos posibilidades:

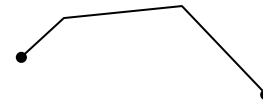
- Modo Vértices:

La polilínea se transforma en una única tubería cuyo nudo inicial coincide con el primer extremo de la polilínea y el nudo final coincide con el extremo final de la polilínea.

Polilínea AutoCAD



Tubería EpaCAD

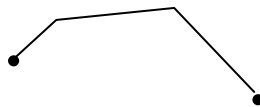


Esta modalidad permite simplificar el modelo, ya que sólo se caracterizarán los dos nudos y la tubería.

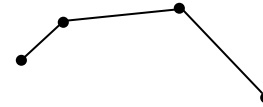
- Modo Nodos:

Cada vértice de la polilínea se convierte en un nudo, convirtiéndose cada tramo de la misma en una tubería diferente.

Polilínea AutoCAD



Tuberías EpaCAD



Esta modalidad permite introducir propiedades diferentes en cada uno de los nudos, así como en cada tramo de polilínea.



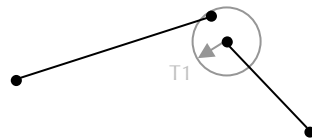
**3º**  
*Indicar la Tolerancia para la Conectividad*

Para la conversión es posible indicar la tolerancia con la que el programa considera que dos tuberías contiguas están conectadas, o bien, que no existe conexión entre ellas y solamente mantienen un trazado cercano.

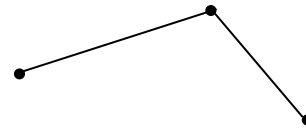
Si se desea que el programa considere una tolerancia para la conectividad, se deberá indicar el valor numérico (en metros) de la misma.

- **Ejemplo Tolerancia 1:** si el círculo generado intercepta las dos tuberías, el programa interpreta que ambas están conectadas:

Líneas AutoCAD

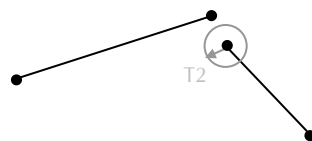


Tuberías EpaCAD

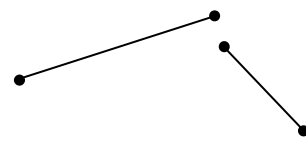


- **Ejemplo Tolerancia 2:** si el círculo generado no intercepta las tuberías, el programa interpreta que ambas tuberías son independientes:

Líneas AutoCAD



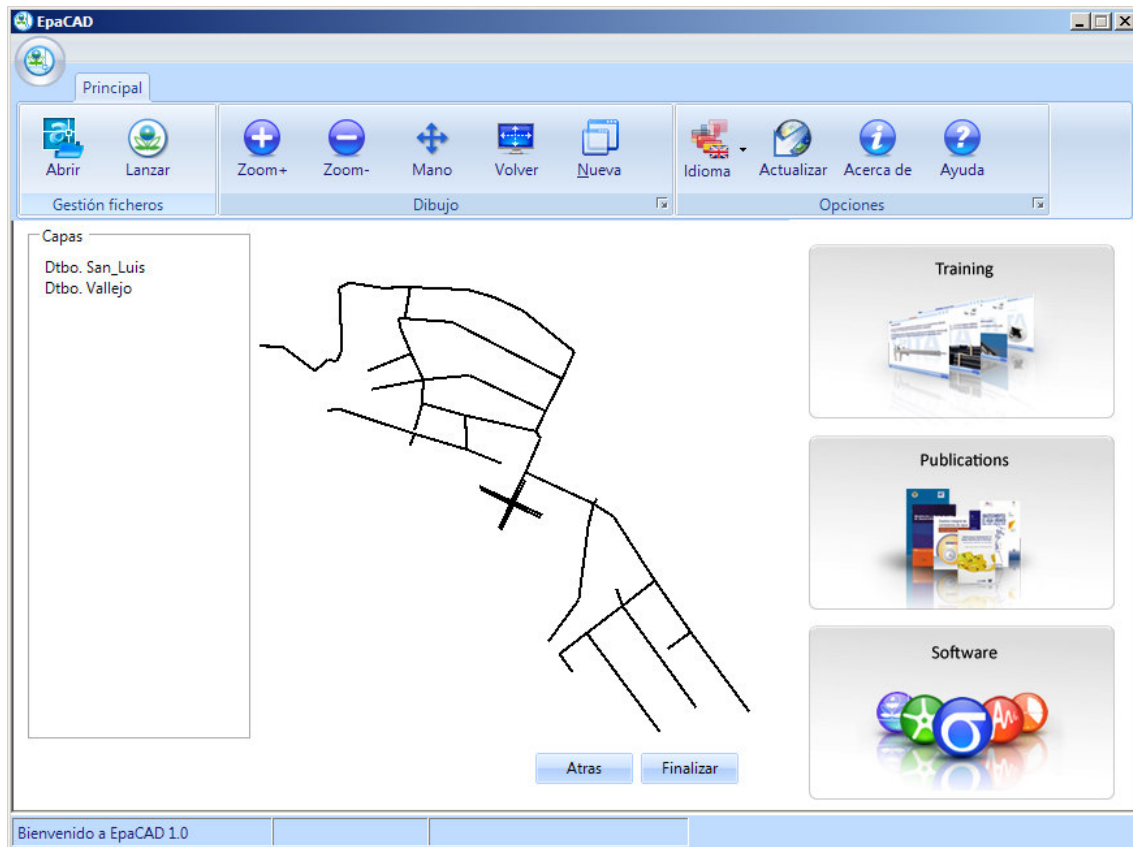
Tuberías EpaCAD





Posteriormente se podrá previsualizar la red de tuberías.

Si la previsualización es correcta pulse FINALIZAR e indique la ruta donde quiere guardar el fichero *.inp* generado.



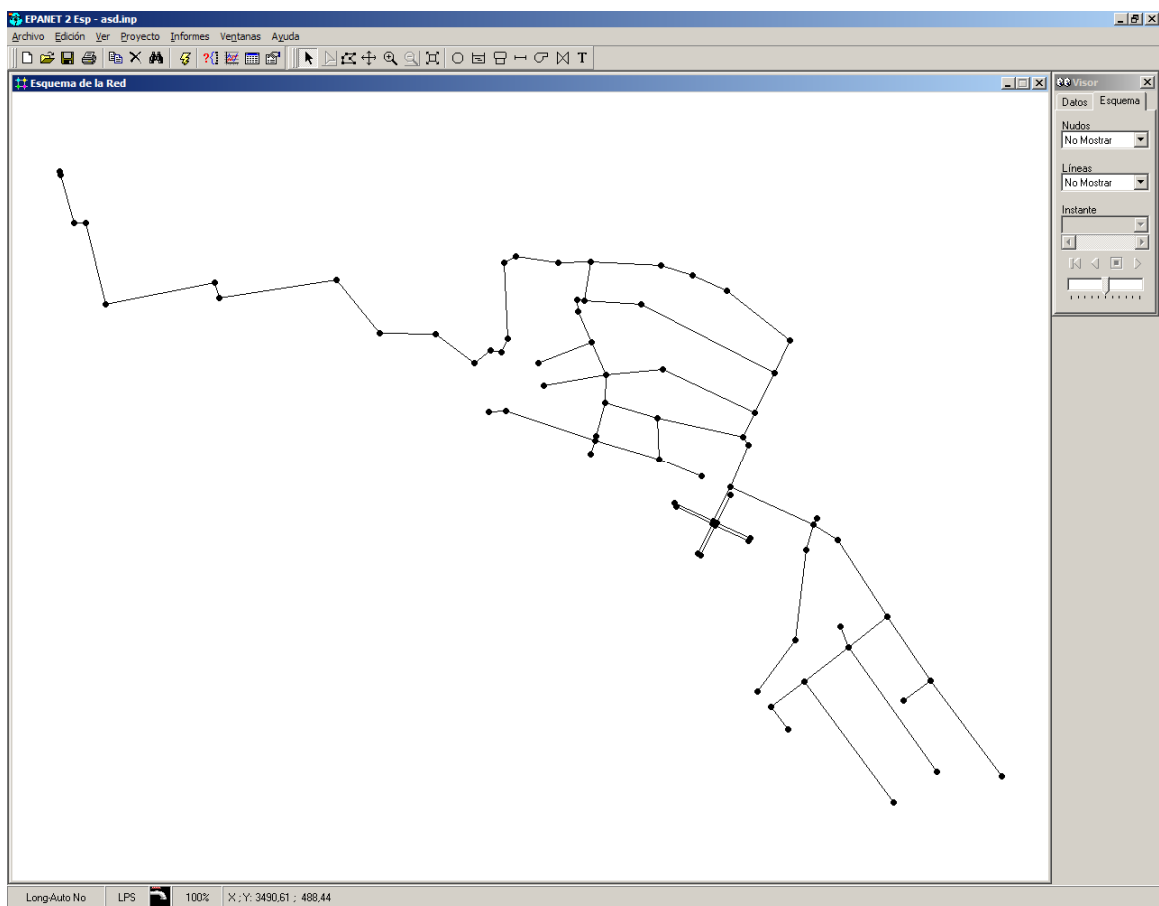


## Otros iconos del programa:



### Lanzar

Abre en EPANET el último fichero generado.  
Su equipo deberá tener instalado EPANET.







## Actualizar

El programa se conecta al servidor del ITA para comprobar la existencia de una nueva versión del programa. En el caso existir ésta, se instala automáticamente.



## Ayuda

Descarga el fichero de ayuda del programa.  
El equipo deberá disponer de un programa para la lectura de ficheros *pdf*.



## Información

Información acerca del desarrollo del programa y de la versión instalada.

---

Para cualquier sugerencia o aclaración sobre el funcionamiento del programa:

Javier Soriano Olivares  
ITA. Universidad Politécnica de Valencia  
[informacion@ita.upv.es](mailto:informacion@ita.upv.es)  
[www.ita.upv.es](http://www.ita.upv.es)

Curva Cota - Area - Capacidad 1968 - 1992 - 2008

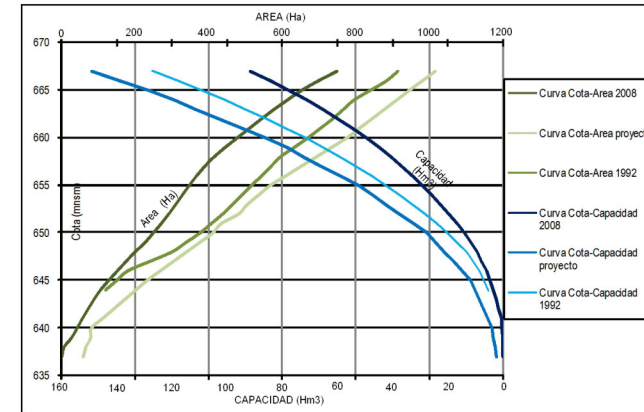
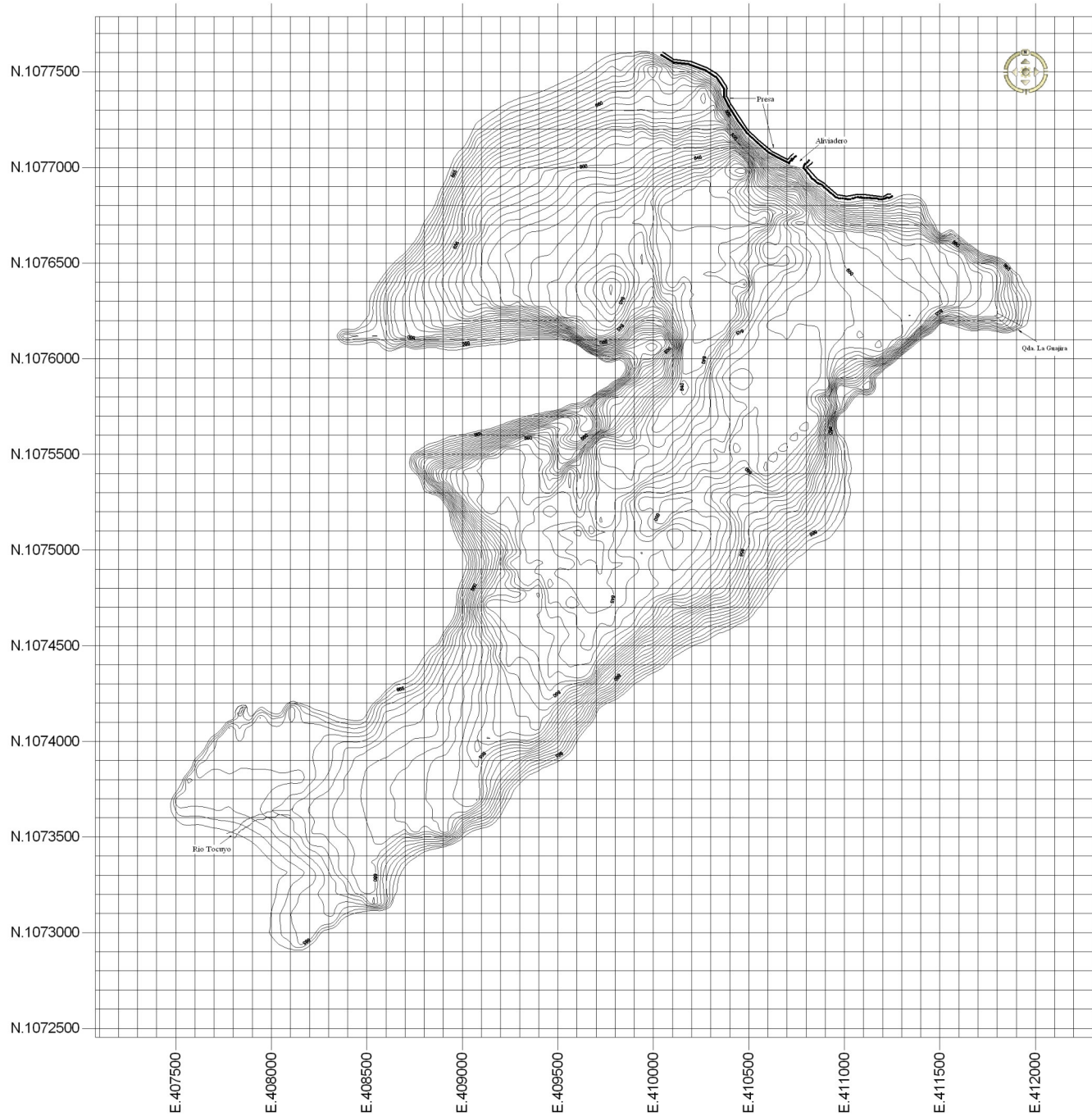
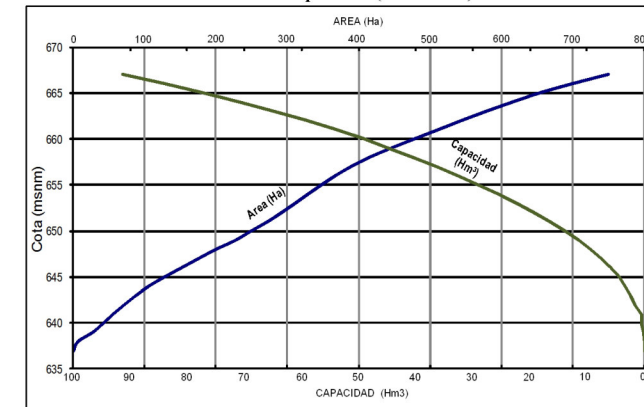


TABLA AREA CAPACIDAD BATIMETRIA 2008			TABLA AREA CAPACIDAD PROYECTO 1968			DIVERGENCIA 1968-2008		TABLA AREA CAPACIDAD BAT 1992	
COTA	AREA	CAPACIDAD	AREA	CAPACIDAD	AREA	CAPACIDAD	AREA	CAPACIDAD	
630				0,00					
631				0,22					
632				0,46					
633				0,67					
634				0,90					
635				1,12					
637	0,33	0,00	58,23	2,22	57,90	2,22			
638	6,13	0,63	69,42	2,77	59,29	2,74			
639	26,76	0,18	78,61	3,32	51,85	3,14			
640	41,78	0,53	79,80	3,87	38,02	3,34			
641	55,63	0,96	110,04	5,39	54,21	4,83			
642	71,31	1,65	140,28	6,91	68,97	5,26			
643	97,44	2,44	170,52	8,42	83,08	5,98			
644	109,00	3,40	200,76	9,94	98,76	6,54	119,82	6,34	
645	122,15	4,56	231,00	11,46	103,85	6,90	149,61	6,83	
646	150,52	5,95	266,91	14,66	115,99	8,71	179,40	8,33	
647	174,22	7,58	302,82	17,67	128,10	10,28	238,75	10,73	
648	198,08	9,44	338,73	21,07	139,65	11,63	300,10	13,13	
649	227,04	11,58	374,64	24,38	147,60	12,70	338,46	16,51	
650	248,87	13,96	410,55	27,49	151,68	13,52	374,92	19,89	
651	271,57	16,57	434,08	32,37	162,51	15,80	407,67	23,97	
652	291,78	19,38	451,13	37,26	169,37	17,68	438,92	28,08	
653	310,55	22,40	504,69	42,15	184,14	19,75	454,86	32,70	
654	328,67	25,59	535,07	47,04	207,40	21,45	490,80	37,38	
655	347,45	28,97	567,49	51,93	220,00	22,96	517,25	42,52	
656	367,04	32,54	600,17	58,63	242,13	26,09	543,70	47,69	
657	389,24	36,32	650,89	65,97	261,65	29,06	569,63	53,38	
658	414,61	40,34	692,51	72,08	277,80	31,74	595,57	59,08	
659	442,29	44,63	734,33	78,00	289,04	33,37	632,91	65,41	
660	478,01	49,25	776,05	85,52	298,04	36,27	670,25	71,74	
661	511,36	54,20	810,18	94,13	305,75	39,83	703,97	78,78	
662	544,23	59,48	844,25	102,75	309,02	43,27	737,70	86,65	
663	578,75	65,09	878,35	111,36	299,60	46,27	767,07	93,49	
664	615,50	71,05	912,45	119,28	298,95	48,23	796,44	101,16	
665	653,67	77,40	946,55	128,59	292,68	51,19	840,16	109,56	
666	699,65	84,16	981,64	138,80	282,19	54,44	883,88	117,86	
667	750,52	91,41	1,017,13	149,00	267,11	57,59	915,10	126,38	
667,68	752,54	91,77	1,018,89	149,51	266,36	57,74	916,66	127,41	

Curva Area - Capacidad (Batimetria) 2008




**MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL AMBIENTE**  
 DIRECCIÓN DE EQUIPAMIENTO AMBIENTAL  
 DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS Y SANEFAMIENTO AMBIENTAL (DOMOSA)  
 UNIDAD DE BATIMETRIA

SISTEMA DOS CERROS  
**ZONA DE EMBALSE**  
 CURVA DE AREAS Y CAPACIDADES

FECHA: 04/04/08      ELABORADO POR: ING. JESUS H. DELGADO  
 REVISADO: ING. WILFREDO MARIN  
 Ing. Ximena Marifo      T.S.U. FREDDY MARIN  
 Ing. Edgar Avendaño      FUENTE: UNIDAD DE BATIMETRIA, MINAMB.