

LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ
HERNAN DARIO MONSALVE



Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del
Municipio de San Joaquín, Santander

LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ
HERNAN DARIO MONSALVE



**ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE SAN JOAQUIN, SANTANDER**

**Autores:
LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ
HERNAN DARIO MONSALVE ORDOÑEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del
Municipio de San Joaquín, Santander

LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ
HERNAN DARIO MONSALVE



**ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE SAN JOAQUIN, SANTANDER**

**Autores:
LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ
HERNAN DARIO MONSALVE ORDOÑEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por
El título de Ingeniero Civil**

**Director:
MARIO GARCIA SOLANO
Ing. Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del
Municipio de San Joaquín, Santander



AGRADECIMIENTOS

- **A LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL DE SAN JOAQUÍN**
Por haber permitido y favorecido el espacio para el desarrollo de mi práctica profesional.
- **AL PROFESOR INGENIERO MARIO GARCÍA**
Por su oportuna, sabia y eficaz orientación en las diferentes etapas de este trabajo.
- **AL TOPOGRAFO INGENIERO OSCAR LEAL**
Por su acompañamiento en la etapa crucial del desarrollo de este proyecto.
- **AL COMPAÑERO OMAR FELICIANO PÉREZ PRADA**
Por su disponibilidad y generosos aportes a la distancia, que enriquecieron significativamente este documento.



A MI PADRE, HERNAN MONSALVE GALVIS, Por su capacidad de trabajo, abnegación; ayuda constante, consejos oportunos, apoyo económico fundamental para el logro de este propósito que exitosamente culmino.

A MI MADRE, LIBIA ORDOÑEZ GONZALEZ, Por el infinito amor que siempre me ha brindado, especialmente en los momentos más críticos de mi carrera. Su apoyo moral fue baluarte indispensable para la realización y culminación de esta anhelada meta.

A MIS HERMANAS, HERLY YOHANA Y ANGIE LORENA, Son la luz en el camino, junto a mis padres los seres que más amo; fueron estímulo importante para la cristalización de este hermoso sueño.

A MI NOVIA ANDREA ALVAREZ MARTINEZ, Por su apoyo y compañía en este hermoso sueño, por estar conmigo en todos los momentos que han sido importantes en mi vida.

HERNAN DARIO MONSALVE ORDOÑEZ

A Dios por ser el motor que impulsa mi vida.

A mis padres María Suarez y Antonio Díaz quienes con su amor y ternura imprimieron en mí el espíritu de lucha y perseverancia para lograr mis metas.

A mis hermanos Juan y Carlos por su apoyo a lo largo de este camino.

A mi novia Ludy Paola por su compañía, cariño amistad respeto y por esos detalles que me enamoraron.

LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ



CONTENIDO

RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN	18
OBJETIVOS	19
1. ASPECTO GENERALES	20
1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA	20
1.2 ASPECTOS DEMOGRAFICOS	20
1.3 VIVIENDAS	21
1.3.1 Tipología de viviendas	21
1.3.2 Tenencia de vivienda	22
1.3.3 Estimación de demanda de vivienda	22
1.3.4 Posibles aéreas de desarrollo de crecimiento urbano	22
1.3.5 Demanda de vivienda de acuerdo al crecimiento de la población	23
1.4 COMERCIO	23
1.5 RECURSOS HIDRICOS	23
1.6 AREAS DE DESARROLLO	24
1.7 CLIMA	24
1.8 GEOLOGIA	24
1.9 DIMENSION ECONOMICA	24
1.9.1 Estructura productiva	25
1.9.2 Relación de la tenencia de la tierra en la producción rural	26
1.9.3 Sectores de la economía	27
1.9.4 Producción pecuaria	31



1.9.5 Producción minera	33
1.9.6 Sector secundario	34
1.9.6.1 Manufacturas	34
1.9.6.2 Desarrollo empresarial	36
1.10 USO ACTUAL DEL SUELO URBANO	37
1.10.1 Uso residencial	37
1.10.2 Uso mixto	37
1.10.3 Uso comercial	38
1.10.4 Uso institucional	38
1.10.5 Uso recreativo	38
2. SISTEMA DE ACUEDUCTO	39
2.1 METODO GENERAL PARA LA REVISION DEL ESTADO FUNCIONAL DE LA RED DE ACUEDUCTO	39
2.2 GENERALIDADES DEL ACUEDUCTO	39
2.3 FUENTE	40
2.4 PROYECCION DE LA POBLACION	40
2.5 CAUDALES	42
2.5.1 Caudal obtenido del E.O.T	42
2.5.2 Caudal de diseño para la población actual	42
2.5.3 Caudal de diseño para la población futura	43
2.5.4 Caudal basado en el consumo actual	44
2.5.5 Perdidas de caudal	45
2.6 BOCATOMA LATERAL	46
2.6.1 Cámara de derivación	46
2.6.2 Rejillas	47



2.6.3 Tubería de excesos	47
2.6.4 Línea de conducción Bocatoma desarenador	48
2.7 DESARENADOR	49
2.7.1.1 Vertedero de salida	50
2.7.1.2 Pantalla de salida	51
2.7.1.3 Pantalla de entrada	51
2.7.1.4 Almacenamiento de lodos	51
2.7.1.5 Cámara de quietamiento	52
2.7.1.6 Diámetro de tuberías de exceso y lavado	52
2.8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	53
2.9 TOPOGRAFIA DEL MUNICIPIO	58
2.10 VERIFICACION DEL DISEÑO DEL ACUEDUCTO	60
2.10.1 Nudos de la red	63
2.10.2 Tuberías de la red	66
2.11 OPTIMIZACION DEL ACUEDUCTO	70
2.11.1 Nudos en la red optimizada	71
2.11.2 Tuberías en la red optimizada	73
3. ALCANTARILLADO	78
3.1 GENERALIDADES DEL ALCANTARILLADO	78
3.2 METODOLOGIA GENERAL PARA LA VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	79
3.3 VERIFICACION DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	79
3.4 DIAGNOSTICO DEL ALCANTARILLADO	98
4. CONCLUSIONES	99
5. BIBLIOGRAFIA	100
Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander	



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Proyección de la población	21
Tabla 2 Tenencia de la vivienda	22
Tabla 3 Distribución ocupacional según ramos de actividad	25
Tabla 4 Tenencia de la tierra en suelo Rural	26
Tabla 5 No de predios por vereda	27
Tabla 6 Producción Agrícola más representativa	28
Tabla 7 Tecnología agrícola	28
Tabla 8 Eficiencia agrícola de los productos	29
Tabla 9 Manejo de producción pecuaria	32
Tabla 10 Manejo de la actividad manufacturera del fique	37
Tabla 11 Proyección de la población por métodos de crecimiento poblacional	41
Tabla 12 Caudal de diseño para población actual	43
Tabla 13 Caudal de diseño para población futura	43
Tabla 14 Datos tomados en campo alturas del nivel de agua en tanque de almacenamiento	44
Tabla 15 Caudal consumido en el municipio por hora	54
Tabla 16 Volumen del tanque de almacenamiento municipio de San Joaquín	56
Tabla 17 Distribución del caudal por unidad de longitud en el acueducto	61
Tabla 18 Opciones hidráulicas del modelo	62
Tabla 19 Resultados para nudos en la red para las 3 pm hora critica	63
Tabla 20 Resultados para nudos en la red para las 3 pm hora critica	64
Tabla 21 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica	66
Tabla 22 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica	67
Tabla 23 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica	67
Tabla 24 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica	68
Tabla 25 Resultados para nodos en la red para las 3 pm hora critica acueducto optimizado	71
Tabla 26 Resultados para nodos en la red para las 3 pm hora critica acueducto optimizado	72
Tabla 27 Resultados para nodos en la red para las 3 pm hora critica acueducto optimizado	72
Tabla 28 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica acueducto optimizado	73
Tabla 29 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica acueducto optimizado	74
Tabla 30 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica acueducto optimizado	74
Tabla 31 Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora critica acueducto optimizado	75
Tabla 32 Verificación del diseño del alcantarillado	84



LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA 1 Bocatoma lateral municipio San Joaquín vista en planta	48
GRAFICA 2 Bocatoma lateral municipio de San Joaquín vista en perfil	48
GRAFICA 3 Desarenador vista en planta	53
GRAFICA 4 Desarenador vista en perfil	53
GRAFICA 5 Tanque de almacenamiento vista en planta	57
GRAFICA 6 Tanque de almacenamiento vista en perfil	57
GRAFICA 7 Topografía general del municipio de San Joaquín	59
GRAFICA 8 Presiones en los nodos	65
GRAFICA 9 Velocidades en la red de acueducto	69
GRAFICA 10 Presiones en la red de acueducto optimizado	77
GRAFICA 11 Velocidades en la red de acueducto optimizado	78



LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 1 Modelo digital del terreno municipio de San Joaquín	20
IMAGEN 2 Quebrada Panamá surtidora para acueducto	40
IMAGEN 3 Pérdidas antes de llegar a la red de distribución	46
IMAGEN 4 Bocatoma lateral	46
IMAGEN 5 Canal de toma	46
IMAGEN 6 Desarenador del municipio	49
IMAGEN 7 Tanque de almacenamiento	53
IMAGEN 8 Válvulas de purga para las tuberías	71
IMAGEN 9 Tapas fracturadas del alcantarillado	99
IMAGEN 10 Pozo colmatado del alcantarillado	99



LISTA DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1 Crecimiento lineal, Geométrico y logarítmico de la población	41
ESQUEMA 2 Curva de distribución horaria del consumo de la población y suministro en el tanque	55



ANEXOS

ANEXO A	Registro fotográfico municipio	102
ANEXO B	Carteras topográficas	104
ANEXO C	Manual para el manejo del modelo	118
ANEXO D	Modelo en epanet acueducto actual (Anexo en CD)	
ANEXO E	Modelo en epanet acueducto optimizado (Anexo CD)	
ANEXO F	Sistema de información Geográfica diagnostico alcantarillado (Anexo CD)	
ANEXO G	Planos (Anexo en CD y ploteados)	
ANEXO H	Hoja de cálculo en Excel Verificación del diseño alcantarillado (Anexo CD)	
ANEXO I	Cálculos hidrológicos	137

RESUMEN

TITULO: ANALISIS HIDRAULICO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE SAN JOAQUIN, SANTANDER

AUTORES: LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ
HERNAN DARIO MONSALVE ORDOÑEZ

PALABRAS CLAVES: Optimización
Acueducto
Alcantarillado
Rediseño

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:

En la actualidad la facilidad que ofrecen los programas de cálculo hacen posible la modelación de mas variables lo que hacen diseños más exactos y efectivos.

Es por esto que gracias al software EPANET 2.0, podremos comparar estos métodos para llegar a una red optima de acueducto con simulaciones validas y mas variables de diseño establecidas, que se podrán cambiar para forjar una red mejorada con todos los factores establecidos lo que podrá generar distintas soluciones en cuanto a ampliación y rediseño.

Dentro del análisis del acueducto se encontraron problemas de presión en las partes altas del municipio, debido a factores como el uso irracional del consumo, la falta de medidores en gran parte del pueblo y pérdidas de caudal por daños en la tubería. El modelo realizado también permitió encontrar que en el municipio existían velocidades bajas en las tuberías.

Gracias a los resultados entregados por EPANET 2.0 se lograron realizar simulaciones que permitieron optimizar el acueducto de tal forma que se aumentaran las presiones en la red, dando un sustento para la generación de un proyecto constructivo de mejoras en el acueducto. El parámetro que se controlo en el alcantarillado fue el de velocidad, al mostrar las características hidráulicas del alcantarillado se observo que su funcionamiento era el adecuado, también se realizo un diagnostico visual del alcantarillado.

ABSTRACT

TITLE: HYDRAULIC ANALYSIS OF THE NET OF DISTRIBUTION OF IT DILUTES DRINKABLE AND SEWER SYSTEM OF SAN JOAQUIN, SANTANDER

AUTHORS: LUIS ANDRÉS DÍAZ SUAREZ
HERNÁN DARIO MONSALVE ORDOÑEZ

KEY WORDS: Optimization
Aqueduct
Sewer system
I redraw

DESCRIPTION OR CONTENT:

Actuality the facility that calculus programs offer make possible the modeling of more variables, which make more exact and effective designs.

for that reason, thanks to the EPANET 2.0 software, we will be able to compare this methods in order to reach to an optimum net of aqueduct with valid simulations and more variables of design established, that could be change in order to make a better net with all the factors established, which could generate different solucions respect to enlargements and redesigns.

inside the analysis of the aqueduct were found precision problems on the high parts of the municipality because of the facts as the irrational use of consumption, the lack of measurers in a great part of the city and lose of caudal because of damage in the pipe. The realized model also let us to find slow speeds in the pipes.

Thanks the results gave by EPANET 2.0, WE COULD REALIZED SIMULATIONS THAT LET US optimized the aqueduct such a way that the pressures were increased in the net, giving a support for the generation of a constructive project of better function of the aqueduct. The parameter that was controlled in the sewerage was the speed, showing the hydraulic features of the sewerage we observed that its function was adequate. also we realized a visual diagnostic of the sewerage.



INTRODUCCION

Actualmente las poblaciones pequeñas son las más necesitadas en lo referente al estudio de su servicio de acueducto y alcantarillado, ya que mejorar la calidad de vida es factor predominante para los ingenieros en esta época, brindar evaluación de estos sistemas permitirá una mejor proyección para las necesidades del municipio de San Joaquín.

La falta de información en un municipio en cuanto a sus servicios de acueducto y alcantarillado, es la causa principal del deficiente manejo y optimización de sus recursos hídricos, el no conocer el comportamiento de las redes genera problemas de tipo económico ya que no se puede controlar en consumo de la población y el manejo de sus aguas residuales.

Mediante los conocimientos ingenieriles se pretende informar al municipio de los posibles problemas que puedan tener sus redes para que el sector de planeación sea más eficiente a la hora de administrar las operaciones propias del acueducto y el alcantarillado, además al contener una base de datos actualizada se podrán generar proyectos de optimización y mantenimiento haciendo posible brindar un mejor servicio a la comunidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Modelamiento y comparación de la red de Acueducto del municipio de San Joaquín y evaluación y rediseño de su alcantarillado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✚ Levantamiento topográfico de las redes de acueducto incluyendo conducción, estado de la misma y el alcantarillado, para la obtención de datos actuales que posibiliten consecución de los modelamientos y rediseños.
- ✚ Posibilidades de mejor, estudio de bocatoma y desarenador y recomendaciones y rediseño para un correcto funcionamiento.
- ✚ Analizar y verificar los resultados de los caudales, presiones y velocidades obtenidas por el software EPANET 2.0, comparándolas con la norma RAS y con información de campo acerca de la calidad del servicio en cuanto a presiones.
- ✚ Comparar el funcionamiento que tiene la red en este momento con el programa EPANET para producir un rediseño que mejore y optimice el servicio de acueducto.
- ✚ Establecer asesoría al municipio en cuanto al funcionamiento del programa para futuras ampliaciones de la red.
- ✚ Replanteo y rediseño del alcantarillado actual del municipio, analizando su funcionamiento y mostrando sus principales características.



1. ASPECTO GENERALES

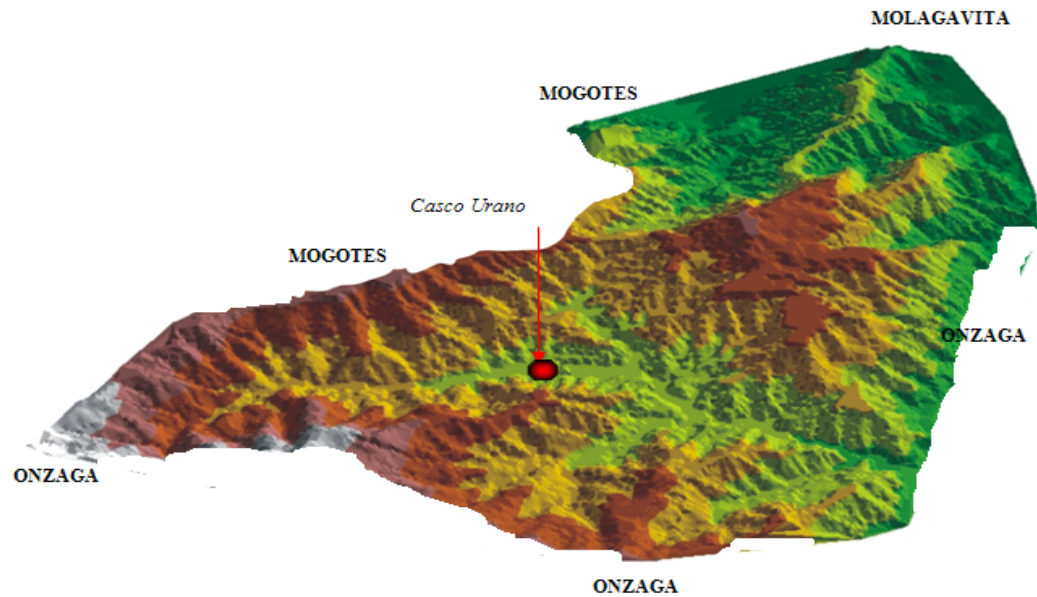


Imagen 1: Modelo digital del terreno municipio de San Joaquín.

1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

El Municipio de SAN JOAQUÍN está localizado al sur-este del departamento, sobre las coordenadas X:1195000 a X:1211000 y Y:1129000 a Y:1140000, perteneciente a la cuenca media del río Chicamocha, sobre la Cordillera Oriental, a 1950 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 20 grados centígrados y con una superficie aproximada de 143 Km². Se localiza en un área compleja, tanto estructuralmente como estratigráficos por hacer parte de la Cordillera Oriental. [Fuente: EOT Municipio de San Joaquín].

Los límites del municipio son: al oriente con Onzaga, al occidente con Mogotes, al norte con Molagavita y al sur con el municipio de Onzaga nuevamente.

1.2 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

De acuerdo a las versiones históricas, las construcciones han estado estancadas en la última década, principalmente por la tendencia de emigración de las personas. A pesar de esto se han construido en este ultimo año 8 casas de interés social a la salida hacia Mogotes, entre la calle 2° con carrera 4°, sector donde se localiza el Hospital y el Colegio y donde se proyecta construir la ciudadela deportiva. [Fuente: EOT Municipio de San Joaquín].

A partir del Censo de población de 1.993, se ha incrementado la población urbana de 749 personas en 1995, a 804 personas en el año 2000.

Tabla No. 1 Proyección de la población.

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

AÑO	Hab. Cabecera Municipal
1995	749
1996	761
1997	772
1998	783
1999	793
2000	803
2001	812
2002	820
2003	828
2004	835
2005	840

Fuente: DANE.

Por investigación directa en campo realizada el segundo semestre de 2.000 se encontraron en el área urbana del Municipio, 300 predios, 256 casas construidas, 8 en construcción (vivienda de interés Social) y 803 habitantes constantes.

Estos datos permiten obtener las siguientes densidades:

- a). 3 habitantes por casa.
- b). 50.2 habitantes por ha.

Estos son índices ambientales excelentes.

1.3 VIVIENDAS

1.3.1 TIPOLOGIA DE VIVIENDAS

El casco urbano de San Joaquín ha desarrollado tres tipos de vivienda, así:

TIPO A: Vivienda unifamiliar de grandes áreas con patio central de un piso. Corresponde al esquema tradicional de vivienda antigua en tapia pisada, patio central, techos de teja de barro; corredores, puertas y ventanas en madera y amplias áreas de solar. Esta tipología predomina aproximadamente en un 80%. Además, se caracterizan por servir de residencia y de negocio en algunas de ellas funcionan tiendas y comercios.

TIPO B: Vivienda unifamiliar en uno y dos pisos, construidas en ladrillo y bloque de cemento, teja de ETERNIT, y placa fundida, muros en ladrillo, pisos en cerámica y buenos acabados por lo general se caracterizan por poseer pequeños patios interiores y pequeñas zonas de solar. Al igual que la tipo A, muchas de ellas sirven de residencia y de negocio simultáneamente. Esta tipología representa un 18%.

TIPO C: Vivienda unifamiliar en dos pisos paredes en tapia pisada y adobe, techos en teja de barro, pisos en baldosa y cemento con patio central y áreas de solar. Representa el 2%.

1.3.2 TENENCIA DE LA VIVIENDA

Tabla No. 2 Tenencia de la vivienda.

	TOTAL VIVIENDA	EN ARRIEN-DO	PROPIA PAGAN-DO	TOTAL- MENTE PAGADA	OTRA CONDICION
Cabecera	264	12	11	253	0

Fuente: investigación de campo. Año 2000.

Actualmente existen 12 viviendas arrendadas de un total de 264, equivalentes a un 5% de las viviendas urbanas. Significa que aproximadamente 12 familias en primera instancia podrían ser potenciales demandantes de vivienda futura, pero un alto porcentaje son profesores de secundaria y empleados transitorios, que no están interesados en adquirir vivienda. Por otro lado se tiene que existe un índice de familias rurales deseosas de trasladarse al sector urbano, motivados por el estudio para sus hijos, los cuales desean adquirir vivienda en la zona urbana.

1.3.3 ESTIMACIÓN DE DEMANDA DE VIVIENDA

Estas demandas cuantificadas y calificadas serán las determinantes que pueden afectar el planeamiento físico, dándose como respuesta a una estructura urbana y permitiendo acomodar las diversas actividades dentro del nuevo marco de ocupación física.

Con el fin de definir la cantidad de población posible de asentar dentro del área urbana, se establece inicialmente el inventario de áreas potencialmente urbanizables que cruzadas con el patrón de densidad, la tipología de vivienda, la tenencia de la vivienda, las áreas con destinación prevista, la oferta de vivienda actual y el crecimiento poblacional, genera la cifra de población por asentar.

1.3.4 POSIBLES ÁREAS DE DESARROLLO DE CRECIMIENTO URBANO.

De acuerdo a la estructura urbana, al perímetro actual de servicios y áreas disponibles se concluye que los sectores que encierran manzanas dentro del perímetro sanitario tienen la mayor disposición para su desarrollo urbanístico, y son las siguientes:

Sector Uno: Lotes ubicados en las manzanas 016 y 024, factor que implica prolongar la Carrera 3ª y unirla con la Calle 3ª dando un espacio aproximado de 8.000 mts², para 30 viviendas de interés social.

Sector Dos: Lotes Ubicados detrás del hospital en la prolongación de la Carrera 5ª entre las calles 1ª y 3ª donde se ubican 8 viviendas de interés social.

Sector Tres: El lote ubicado en la Carrera 5ª, aledaño al puesto de salud, con un terraceo o explanación se pueden construir 8 viviendas.

Sector Cuatro: Lotes de las manzanas 021, 022 y 023 frente a la Carrera 3ª, a la salida al municipio de Onzaga, 10 casas.

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

Actualmente la Administración Municipal tiene un proyecto para la construcción de treinta (30) unidades de vivienda unifamiliar de interés social sobre la cra. 3ª con calle 4ª, que es el mencionado sector uno.

1.3.5 DEMANDA DE VIVIENDA DE ACUERDO AL CRECIMIENTO DE LA POBLACION.

La tasa de crecimiento de la población urbana de San Joaquín según el Dane, se ha estimado en un 1.03% que representa un aumento de la población, para los próximos 9 años, de 91 personas, es decir 10 personas por año, que en promedio equivale a 2 familias por año, esto es que en este lapso de tiempo se necesita aproximadamente 18 viviendas nuevas.

Al analizar el número de viviendas que se proyecta construir en el presente año (30), y verificado el área disponible potencialmente desarrollable, se tiene que ésta es suficiente para soportar el incremento de la población proyectada en los próximos 9 años.

1.4 COMERCIO

Por lo general son locales independientes de las viviendas los cuales funcionan tiendas y misceláneas generalmente, de la misma manera se cuenta la plaza de mercado.

1.5 RECURSOS HÍDRICOS

San Joaquín es favorecido por estar en una región ampliamente montañosa, igualmente se han representado cartográficamente numerosos nacimientos, muchos de los cuales están completamente secos a consecuencia de la deforestación y al fuerte verano que en los últimos años viene afectando al municipio, es el caso de algunos nacimientos de la vereda San Cayetano hacia el occidente, sobre los 2400 m.s.n.m donde y por las circunstancias antes descritas están secos.

El municipio cuenta con el Río Chicamocha, el cual baña la parte Norte pasando por el corregimiento de Ricaurte, también cuenta con la quebrada de Panamá, la cual es de poco caudal, nace en la vereda San Ignacio y cruza por la periferia de San Joaquín, encontrándose además la laguna de Panamá que está ubicada en la vereda de San Ignacio, en la cima del cerro Panamá.

La hidrografía del Municipio de San Joaquín pertenece a la hoya hidrográfica de la cuenca del río Chicamocha, y se encuentra enmarcado en la Subcuenca del río Onzaga donde lo cubre en su totalidad, en el extremo norte del Municipio en límites con el Río Chicamocha, una pequeña parte del territorio pertenece a la subcuenta del Chicamocha medio, ecosistema Árido.

La micro cuenca Panamá y río San Joaquín están representados por un valle angosto y estrecho que va a unirse con el río Onzaga, conforman la parte alta y media del Municipio y se consideran altamente susceptibles, el agua del acueducto es tomada de la Microcuenca Panamá el cual no posee ningún tipo de tratamiento.

1.6 AREAS DE DESARROLLO

Son 19 lotes que se presentan como áreas de desarrollo futuro, y que actualmente la mayoría se están utilizando como solares o zonas agrícolas. Estos lotes algunos pueden ser subdivididos y localizar en ellos varias casas se pueden ubicar viviendas de interés social, aunque se presenta el caso de las manzanas que son lotes con dificultades para la construcción por la presencia de niveles freáticos superficiales.

1.7 CLIMA

El clima de SAN JOAQUÍN, debido a su situación geográfica básicamente tropical; se caracteriza por la relativa uniformidad de temperaturas en cada sitio durante el año. Las principales diferencias en la temperatura atmosférica son originadas por la altitud y esto ocasiona una diferenciación de zonas de vegetación según pisos o niveles altitudinales. Estas variaciones van desde un promedio de 24 °C en el río Chicamocha, hasta 12 °C en el límite con Onzaga en alto Morro Pardo. [Fuente: EOT Municipio de San Joaquín].

1.8 GEOLOGIA

Las rocas sedimentarias corresponden a la mayor parte del área estudiada, un gran porcentaje de estas se relacionan con la Cuenca de Maracaibo, para su descripción también se ha utilizado la Nomenclatura del Valle Medio del Magdalena.

Las depositaciones son de aproximadamente de edad Devónica, con formación Floresta, compuesta por una serie de Lutitas amarillentas blandas, con algunas capas más consistentes.

Intrusiones caracterizadas por el Granito de Pescadero y el Batolito de Mogotes, representados por rocas cuarzomonzoníticas y granodioríticas, ocurridas durante el predevonico, comenzaron a moldear el relieve, las rocas anteriores sumadas a las sedimentarias fueron plegadas durante el terciario, cuando se formó la actual cordillera oriental, dando lugar a la topografía abrupta que enmarca el Municipio de San Joaquín.

Los depósitos cuaternario Aluviales, se ubican actualmente en los valles de los Ríos Chicamocha, Chaguaca, Onzaga, y las quebradas pescaditos.

1.9 DIMENSION ECONOMICA

La forma como los diversos sectores de la economía se relacionan entre sí, su grado de productividad y eficiencia, la utilización de tecnología y los recursos humanos, moldean y determinan el perfil del Desarrollo de una región o Municipio, lo cual se refleja en la población, ya sea mejorando o deprimiendo su calidad de vida.

Los aspectos económicos se refieren tanto a las formas de producción que se desarrollan en el Municipio y lo caracterizan, como a las principales actividades económicas que desarrolla la población y la forma como se distribuyen, comercializan y consumen sus productos, bienes y servicios.

El análisis económico se realiza en los tres sectores: así se tiene el sector primario, que reúne la mayoría de las actividades económicas del Municipio como son: agricultura, ganadería, y pesca. Su análisis permite establecer el grado de desarrollo de la actividad y los productos que genera.

El sector secundario agrupa todas las actividades artesanales y la pequeña industria, además del destino de la producción. Su relación con los sectores terciario y primario determina el grado de auto abastecimiento y dependencia externa de la economía local, ya sean insumos o productos finales.

Finalmente el sector terciario le corresponden las actividades complementarias y de servicios tales como restaurantes, droguerías, comercio, hoteles, banca, transporte y servicios en general.

1.9.1 ESTRUCTURA PRODUCTIVA

La principal fuerza económica del municipio está representada en los ingresos provenientes de las actividades agrícolas y ganaderas con un 51.57%.

La estructura económica del área urbana está determinada por la actividad comercial y los servicios públicos con una participación del 13.87% y del 1.45% respectivamente. Igualmente se puede mencionar algunas actividades enmarcadas dentro del contexto artesanal relacionadas con la producción de empaques de fique con un 0.35% algunas actividades mineras e industriales en menor escala.

Dentro del sector agrícola, San Joaquín dedica un 8.92% de sus tierras a los cultivos, de los cuales se destaca el fique tradicional, maíz, caña panelera, café, yuca, plátano y algunos frutales como la mora y un 33.57% a pastos de diferentes variedades, dentro de los cuales se pueden mencionar las variedades Taiwan y Gordura, dentro de las más predominantes; las cuales cubren un área de 4.730 ha.

Dentro de las actividades ganaderas se destacan la cría de ganado bovino, porcino, caprino y aves de postura.

La producción piscícola es una actividad que también se realiza en menor escala, destacándose algunas especies como la trucha, mojarra y carpa.

Tabla No. 3 *Distribución Ocupacional Según Ramos de Actividad*

RAMAS DE ACTIVIDAD	POBLACIÓN OCUPADA		CABECE RA TOTAL	RURAL TOTAL
	No.	%		
Total	3.638		820	2.828
Agricultura y Ganadería	672	68.09		672
Explotación Minas	18	1.82		18
Industria Manufacturera (fique)	43	4.36		43
Electricidad, Gas y Agua	6	0.60	6	
Construcción	5	0.51	5	

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander



Comercio	109	11.04	109	
Hoteles y Restaurantes	11	1.11	11	
Transporte y Almacenamiento	5	0.51	5	
Sector Financiero	4	0.41	4	
Actividades Inmobiliarias	0	0	0	
Administración Pública	14	1.42	14	
Enseñanza	42	4.25	42	
Servicios Sociales y Salud	31	3.14	31	
Otras Actividades Comunitarias (Asocampo)	2	0.20	2	
Servicio Doméstico	5	0.51	5	
Organizaciones Extraterritoriales (COOTRAMAJO)	12	1.21		12
Sin Clasificación	4	0.41	4	
Comunicaciones TELECOM y mensajería	4	0.41	4	
TOTAL	987	100%	242	745

Fuente: Encuesta y Entrevista aplicada a la población. Leyda Cruz Reyes, Consultora

1.9.2 RELACIÓN DE LA TENENCIA DE LA TIERRA EN LA PRODUCCIÓN RURAL

La estructura de la tenencia de la tierra que predomina en el municipio de San Joaquín es el minifundio y la pequeña propiedad, observándose principalmente predios menores de 5 hectáreas que equivalen al 58.68% del total de los predios; ente 5 y 10 hectáreas el 17.89%, que a su vez representan un rasgo significativo en la economía campesina.

El porcentaje de predios de mayor extensión que están entre 20 y 50 hectáreas, corresponden al 7.77% y mayores de 50 hectáreas, equivalen al 2.97%, en su mayoría ubicados en las veredas Panamá, San Ignacio, Santa Clara, San José, San Roque y San Agustín.

Tabla No. 4 Tenencia de la Tierra en Suelo Rural

CLASIFICACIÓN	No. PREDIOS	No. PROPIETARIOS	SUPERFICIE (Ha.)
MENOR DE 1 HA.	227	308	179
DE 1 A 3 HAS.	396	521	1.072
DE 3 A 5 HAS.	246	351	1.436
DE 5 A 10 HAS.	265	394	2.890
DE 10 A 20 HAS.	188	285	3.953
DE 20 A 50 HAS.	115	189	5.667
DE 50 A 100 HAS.	36	74	4.886
DE 100 A 200 HAS.	6	19	2.392
DE 200 A 500 HAS.	1	1	283
MAS DE 500 HAS.	1	1	759
TOTAL	1481	2.143	23.517

Fuente: IGAC Estadísticas Catastrales, URPA, Tesorería Municipal.

Tabla No. 5 N0. De Predios por Vereda

CODIGO	VEREDA	TOTAL HECTÁREAS	NUMERO DE PREDIOS	PROMEDIO HA/PREDIOS
001	San Isidro	905	167	6.43
002	Santa Clara	1,428	118	9.91
003	San Ignacio	538	48	3.83
004	Panamá	1,977	97	14.12
005	Santa Bárbara	1,521	159	10.47
006	San Antonio	2,067	237	14.48
007	San José	992	55	7.09
008	San Roque	1,179	79	7.94
009	San Agustín	817	138	5.82
010	San Juan Nepomuceno	1,091	114	7.63
011	San Cayetano	1,109	132	7.35
012	San Emigdio	690	137	4.83
	SUBTOTAL	14,318	1.481	
	AREA URBANA	17		
TOTAL		14,335		

Fuente: IGAC, UMATA, URPA, Tesorería Municipal

1.9.3 SECTORES DE LA ECONOMÍA

SECTOR PRIMARIO

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

El municipio de San Joaquín presenta una economía campesina fundamentalmente de tipo extractivo, basada en la producción agrícola tradicional, donde la mayor parte de las labores se realizan con mano de obra familiar como forma de organización social y de trabajo y es el soporte Económico de los pequeños productores.

Tabla No. 6 Producción Agrícola más representativa

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRICOLA	AREA SEMBRADA	PRODUCCIÓN N Ton	PORCENTAJE %AREA SEMBRADA
FIQUE	450	505.8	35.21
MAIZ	380	228	29.73
CAÑA PANELERA	224	672	17.53
CAFÉ	85	93.5	6.65
YUCA	63	630	4.93
PLATANO	43	320	3.37
MORA	33	13	2.58
TOTAL	1.278 (8.92% de las tierras del municipio)	3.100	100

Fuente: URPA Semestre B 2001, UMATA/ 2002, Encuestas y Entrevistas. Leyda Cruz Reyes, Consultora

Es importante mencionar la producción de algunos cultivos de pan coger como el fríjol (con variedades: Radical, Cargamento, Sangre de Toro y Calima). No se utiliza semilla seleccionada; otro cultivo como el Tabaco, el cual se produce en los sectores de La Antigua, Ricaurte y la Despensa; algunos misceláneos de papa y frutales como lulo, tomate de árbol y durazno, cuya producción se utiliza para autoconsumo.

La UMATA es el ente municipal que cumple una función muy importante como es la de prestar asesoría, capacitación y asistencia técnica básica a los productores agropecuarios y ganaderos del municipio.

La ausencia de prácticas de manejo de suelos por parte de los cultivadores, está incidiendo negativamente en la baja producción y los escasos rendimientos de las tierras.

Tabla No. 7 Tecnología Agrícola

ESPECIE	EPOCA DE SIEMBRA	SISTEMA DE SIEMBRA	METODO DE SIEMBRA	NOMBRE DE LA VARIEDAD	CLASE DE SEMILLA	LIMITANTE TECNOLÓGICO
FIQUE	Todo el año	Manual	En triángulo y en cuadrado	. Águila . Liso	Colino Tradicional	Escasez de agua, alto costo insumos, baja capacidad de los productores, mal estado de las vías
MAIZ	Agosto, Septiembre	Manual	A chuzo	Común	Tradicional	Terrenos pobres, alto costo M.O.



CAÑA PANELERA		Manual	Surco	Panelera - Común	Tradicional	Baja capacidad de producción de los productores, mal manejo agronómico
CAFÉ	Primer Trimestre	Manual	Cuadrado	Colombia	Tradicional	Baja fertilidad de los suelos, manejo fitosanitario.
YUCA	Todo el año	Manual	Por cangres	Regional	Tradicional	Falta selección de semilla
PLATANO	Primer trimestre del año	Manual	Cuadrado	Hartón y Dominico	Tradicional	Baja capacidad de los suelos (pobres)
MORA	Todo el año	Manual	Surcos	Castilla y Morón	Tradicional	Condiciones de laderas

Fuente: UMATA San Joaquín /2002

Tabla No. 8 Eficiencia agrícola de los productos

CULTIVO	JORNAL POR Ha.	M.O.	PRODUCCION	RENDIMIENTO k/Ha.(1)	PRECIO AL PRODUCTO (3)	COSTO DE PRODUCTO	INGRESOS VENTA (3*1)	UTILIDAD BRUTA (4-2)	EFICIENCIA AGRICOLA	CANALES DE COMERCIALIZACION
FIQUE	68	Familiar Jornal Contratado	505.8	1.124 Real	\$1.340.000	294.068.437	677.772.00	383.703.563	62.4 %	.MEHIFISAN .COMERCIALES PARTICULARES
				1.800 Teórico						
MAIZ	12	Familiar Jornal Contratado	228	600 Real	1.000.000	52.477.000	228.000.000	175.523.000	66.6 %	.COMERCIALES PARTICULARES
				900 Teórico						
CAÑA PANE	12	Familiar Jornal Contratado	672	3.000 Real	960.000	53.435.000	645.120.000	591.685.000	30%	.COMERCIALES PARTICULARES
				10.000 Teórico						
CAFÉ	7	Familiar Jornal Contratado	93.5	1.100 Real	1.405.000	31.645.000	355.300.000	3230.655.000	100%	.COMERCIALES PARTICULARES
				1.100 Teórico						
YUCA	6	Familiar	630	10.000 Real	1.646.000	27.566.000	315.000.000	287.434.000		.COMERCIALES ANTES

		jornal Contra tado		18.000 Teóric o					55.5 %	PARTI CULARES
PLATA NO	7	Famili ar Jornal Contra tado	320	8.000 Real	216.500	30.456.500	52.800.000	22.343.500	66.6 %	.COMERCI AN TES PARTI CUALRES
				12.000 Teóric o						
MORA	20	Famili ar Jornal Contra tado	132	4.000 Real	625.000	87.025.000	105.600.00 0	18.575000	50%	COMERCI AN TES PARTI CULARES
				8.000 Teóric o						

Fuente: UMATA SAN JOAQUÍN, ESTADÍSTICAS URPA 2001, Cálculos-Leyda Cruz Reyes, Consultora

La comercialización del fique se realiza en un 70% a través de intermediarios independientes y mayoristas; "ASOCAMPO", Asociación de Pequeños y Medianos Productores Rurales del Municipio de San Joaquín, en un 10% y MEHIFISAN, Microempresa de Hilados de Fique de San Joaquín en un 20%. El producto es llevado a los mercados de Aratoca, Curití y Villanueva, productores de artesanías, quienes compran la materia prima y la transforman en costales, mochilas, alpargatas, sombreros, entre otras, quienes a su vez venden sus productos terminados a los mercados de Bucaramanga, Boyacá y Bogotá, principalmente.

CULTIVO	COMERCIALIZACIÓN
FIQUE	ASOCAMPO, MEHIFISAN, Intermediarios, Villanueva, Aratoca, Curití, Bucaramanga.
MAIZ	Autoconsumo de San Joaquín, Onzaga, San Gil.
CAÑA PANELERA	Autoconsumo, Onzaga, Mogotes, San Gil
CAFÉ	Autoconsumo, Mogotes, Onzaga, San Gil
YUCA	Autoconsumo
PLÁTANO	Autoconsumo
MORA	Autoconsumo

Fuente: MEHIFISAN, Cultivadores del Municipio de San Joaquín, Encuestas y Entrevistas- Leyda C. R.

Con relación a la tendencia de la tierra, solo el 8.92% del total de las tierras del municipio están dedicadas a labores agrícolas. El fique es el principal producto que se cultiva en el municipio, ocupando un 35.21% del total de las tierras cultivadas; aunque el producto es de buena calidad, su comercialización ha sido poco exitosa, debido a la falta de organismos, cooperativas o entidades que trabajen en beneficio de los productores. La mayor parte de la producción se comercializa a través de intermediarios (70%) quienes ponen los precios, los cuales no son favorables al productor.

Otro factor que ha influido en la baja comercialización del fique, es la falta de vías y las existentes se encuentran en muy mal estado, dificultando el transporte del producto, que en la mayoría de los casos se hace a lomo de mula.

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

En los últimos dos (2) años se ha podido observar una notable disminución de la producción de fique debido a que las áreas cultivadas se han reducido en un 46% (de 980 Has. A 450 Has.), a causa de los altos costos de producción, entre los cuales se puede mencionar el combustible; (\$5.000.00 galón de gasolina), razón por la cual no se cosecha y se abandona el cultivo.

Debido a la baja rentabilidad del producto, el cultivador prefiere tumbar las matas y convertir el terreno en potreros, trayendo como consecuencia una notable disminución en los ingresos de este sector de la economía, lo cual se ve reflejado en el desestimulo para la inversión privada que se traduce en desempleo.

En el aspecto ambiental, este cultivo también ha traído consecuencias negativas, como el deterioro y agotamiento del recurso suelo, disminución de las posibilidades agrícolas, deforestación y contaminación de las fuentes hídricas, a donde son arrojadas las aguas que utilizan en el lavado de la fibra. Actualmente para frenar estos aspectos, diferentes entidades como ECOFIFRAS Y COHILADOS y los programas de la UAF, están trabajando en proyectos de capacitación, tecnificación y comercialización del cultivo.

Es importante destacar la producción de maíz y caña panelera, los cuales ocupan el 29.73% y 17.53% del total del área sembrada, seguida de café, yuca, plátano, mora y algunos frutales como curaba, tomate de árbol y lulo entre otros, los cuales equivalen al resto del porcentaje (17.53%) de áreas aptas para cultivos.

San Joaquín es indudablemente un territorio privilegiado ya que posee todos los climas, alturas entre los 800 y 3.450 msnm, temperaturas que oscilan entre los 8 y 24° C y una precipitación pluvial promedio de 1892,8 mm/año, factores que le permiten desarrollar una variada agricultura. No obstante, su topografía, el mal estado de las vías y la falta de apoyo institucional, han contribuido al estancamiento de la economía del municipio.

1.9.4 PRODUCCIÓN PECUARIA

La actividad pecuaria en el municipio se ha venido consolidando, a través del mejoramiento de razas con el objetivo de obtener carne y leche de mejor calidad y más rentabilidad mediante el mejoramiento de razas de ganado Cebú-Criollo, Criollo e indio para cría con ordeño doble propósito. Dentro de las especies pecuarias también se destaca la producción de ganado porcino, especialmente las razas Landrace-York-Criollo en un promedio de 200 machos y 300 hembras en edades de 0 a más de 6 meses.

Lo producción de especies caprinas y ovinas asciende a 790 cabezas (490 y 300 respectivamente).

Otras especies pecuarias. Algunas especies menores que vale la pena mencionar en la explotación pecuaria es la avícola con una representación aproximada de 5.000 aves de postura y 2.000 de engorde. Igualmente, se puede destacar en menor escala, la producción apícola; en la actualidad existen aproximadamente 100 colmenas y 30 cultivadores, que producen 700 Kg. de miel al año.

Con respecto a la producción acuícola o piscícola, en San Joaquín existen aproximadamente 40 estanques que ocupan un área de 2.400, m² e igual número de Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

productores, que cultivan algunas especies como trucha, mojarra y carpa, para un total de 14.500 animales. Las veredas productoras son: San Rafael, San Juan Nepomuceno, San Cayetano, Santa Ana, Santa Bárbara y Panamá.

La UMATA, viene adelantando un programa con especies menores (pollas ponedoras) en las 12 veredas del municipio; 85 familias fueron beneficiadas con este proyecto, a las cuales se les entregó 20 pollas/familia, con el fin de incentivar esta actividad en el municipio.

Otro proyecto que adelanta la UMATA, es el de prestar asesoría y asistencia técnica constante en el manejo integral de ganado, (vacunas, alimentación, baños y cuidados).

SECTOR PECUARIO	NUMERO DE CABEZAS	PORCENTAJE %	VEREDAS PRODUCTORAS
Ganado Bovino	2.700	67.67%	Todas las veredas
Porcino	500	12.53	Todas las veredas
Caprino y Ovino	790	19.80	San Isidro, San José, San Cayetano, San Juan Nepomuceno,
TOTAL	3.990	100%	

Fuente: URPA/2001- UMATA/2001

Las áreas de pastos representan aproximadamente un 33% de las tierras del municipio, que equivalen a 4.730 Has.

SISTEMA DE FORRAJEROS	AREA SEMBRADA Has.	PORCENTAJE
Pradera Tradicional (Gordura)	4.700	99.37%
Pasto de Corte (Taiwan)	30	0.63%
TOTAL EN PASTOS	4.730	100%

Fuente: URPA/01 – UMATA

Tabla No. 9 Manejo de la producción pecuaria.

ESPECIE	M R.	CANT	PROCEDIMIENTO	RAZAS	ALIMENTACIÓN	PRODUCCIÓN
MAYORES	BOVINO	MR. 1 MR. 2 MR. 3	2.700	TECNIFICADO	CEBU-CRIOLLO	Praderas Tradicionales de Pasto de corte 8.015 Litros diarios Rendimiento



	PORCINO	M.R. 1 MR. 2 MR. 3	500	TECNIFICADO Y TRADICIONAL	LANDRACE- YORK- CRIOLLO		2.2 Ltr/vaca
	CAPRINO	MR. 1 MR. 2 MR. 3	490			LIBRE, EN ZONAS DE TRASTROJO	
MENORES	AVES	MR. 1	7.000				
	PECES	MR. 2	14.500	CASERA			
	AVEJAS	MR. 3	100				

Fuente: URPA, UMATA SAN JOAQUÍN, SECRETARÍA DE AGRICULTURA S/DER2001

San Joaquín cuenta con un inventario aproximado de 2.700 cabezas de ganado bovino de las cuales 1.800 son hembras (700 vacas lecheras) y 900 machos. Anualmente se sacrifican 336 reses y se comercializan 240, lo que permite calcular la tasa de extracción que equivale al 21.33%.

1.9.5 PRODUCCION MINERA

Las principales manifestaciones minerales presentes en el municipio de San Joaquín son arenas para construcción y minerales de recebo. En su mayoría se trata de mantos de poco espesor (entre 0.25 y 0.60 m); no obstante, en algunas ocasiones pueden alcanzar hasta 1,20 m; su explotación se realiza tanto de manera rudimentaria como intermitente, es una minería de hecho y su producción es utilizada para el consumo doméstico.

La explotación de arenas finas y gruesas para la construcción se encuentra a orillas del Río San Joaquín, cerca del casco urbano. Estas arenas son de buena calidad y pueden ser fuentes de arenas para concretos.

En la carretera que conduce del municipio de San Joaquín al municipio de Mogotes, se localiza la otra mina; sin embargo, su explotación resulta demasiado costosa debido a que está muy retirada y la vía se encuentra en mal estado.

Otro material que se explota es la greda o arcilla, el cual es utilizado en la elaboración de ladrillo. En la zona existen 2 ladrilleras: la Ladrillera Saavedra y la Ladrillera El Llanito, ubicadas en las veredas Santa Clara y San Isidro, respectivamente. Ninguna de las

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

ladrilleras tiene licencia de exploración ni explotación; esta actividad se realiza a cielo abierto y la explotación es en bancos. Las minas son de carácter familiar y en promedio trabajan 3 personas diariamente.

La producción de ladrillo es por encargo y los ingresos por esta actividad en el último año fueron de \$52.440.000.00; la comercialización se hace a través de un intermediario particular del municipio de San Gil. Este renglón de la economía no ha sido muy significativo para el municipio ya que los ingresos por la explotación de los minerales no son representativos, 2.5% aunque es la fuente de subsistencia para esas familias.

El renglón de la explotación de arenas para construcción y minerales de recebo, en la actualidad no ha sido regulado y por lo tanto no ha generado ningún beneficio representativo en lo económico y social, aspectos estos que si han sido beneficio de particulares.

De acuerdo a las características geológicas del municipio, según su litología sus suelos están conformados por areniscas y arcillas, composición esta que permitirá la explotación de material para triturado de sub-base de vías. Según el estudio Geológico, se presentan algunos delgados mantos de caliza marmórea al sur del municipio, los cuales resultan económicamente explotables y representaría una fuente de ingresos para el municipio.

Ninguna de las ladrilleras existentes en San Joaquín, ni la explotación de arenas finas y gruesas para la construcción, han adelantado trámites de licencia ambiental ante la Corporación Autónoma Regional de Santander, CAS. Se requiere que la administración municipal establezca mecanismos de control e inicie acciones tendientes a percibir recursos por parte de todas y cada una de las actividades mineras que actualmente se desarrollan, para de esta manera compensar el deterioro de la infraestructura vial y del medio ambiente. Además se recomienda a la administración municipal, reportar ante la CAS, las actividades de explotación y movilización minera en el municipio.

1.9.6 SECTOR SECUNDARIO

1.9.6.1 MANUFACTURAS

Aspectos Generales. En esta actividad participa MEHIFISAN, microempresa de hilados de fique de San Joaquín, donde laboran cerca de 8 personas, de las cuales 7 son mujeres artesanas. Igualmente, existen 12 familias que participan activamente en el hilado de esta fibra.

Tecnología: Predomina el sistema artesanal de telares manuales rudimentarios, de baja productividad y rendimiento, sin control de calidad de la producción, donde tampoco se maneja ningún programa de higiene y seguridad industrial para proteger la salud de los trabajadores.

Producción: La actividad principal es la producción de hilo finito para la fabricación de costales o empaques de hilados y tejidos; a nivel familiar y en menor cantidad, se elaboran sombreros, tapetes, individuales, mochilas, fosforeras y tira tejida de fique grueso para elaborar chacaras. Semanalmente se fabrican 100 pares de empaques de Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

fibra de fique y 13 artículos artesanales producidos por 2 hilanderías y 12 familias dedicadas a esta labor, en el municipio.

Comercialización: Se hace individualmente o a través de comerciantes particulares los cuales trasladan el producto para ser vendido en el municipio de Aratoca, Curtí y Villanueva, y de allí son llevados al mercado nacional de empaques de productos agrícolas. Específicamente, MEHIFISAN vende a COHILADOS de San Gil y a los artesanos, el fique hilado y la mota a ECOFIBRAS del municipio de Curití, la cual es utilizada en la elaboración de colchones y artesanías.

Materia Prima: San Joaquín es uno de los principales productores de fique del Departamento y la fibra se comercializa con los municipios de Villanueva, Aratoca y Curití, principalmente.

Consumo: En la fabricación de cada empaque se utiliza 0.25 kilos de fibra de fique aproximadamente. El consumo semanal es de 14 arrobas, lo que equivale a una producción de 350 sacos semanales (tipo papero) principalmente. Este consumo equivale a un total de 14 toneladas mensuales aproximadamente para el municipio.

Mano de Obra: Las mujeres son en su mayoría, el principal elemento humano utilizado en la producción artesanal de estos empaques, quienes trabajan en forma independiente y dedican entre 2 y 6 horas diarias al trabajo de hilada de fique, donde en su mayoría se involucra a todos los miembros de la familia, inclusive niños, constituyéndose esta actividad en una industria familiar. Aunque los telares manuales de fique han contribuido a la generación de mano de obra en el municipio, esta actividad no es muy rentable debido al desperdicio de materia prima, especialmente en la elaboración de costales.

En lo relacionado con las manufacturas también se destaca la confección de ropa para ambos sexos y todas las edades. En el casco urbano de San Joaquín se localizaron 8 modisterías y la población ocupada en esta actividad no supera las 12 personas.

La actividad Industrial no tiene trascendental importancia, aunque se puede mencionar en la parte alimenticia, la existencia de 6 panaderías, producción de quesos, cuajada y dulces, cuya elaboración es artesanal y netamente para el consumo familiar. Es importante destacar la producción de vinos de frutas de fabricación casera. La actividad industrial ocupa 18 personas al año y su participación en la economía del municipio es del 0.35%. Dentro de esta actividad, es importante destacar la existencia de dos carpinterías, dos talleres de mecánica, un taller de soldadura, un taller de ornamentación y un taller de construcción y prefabricados; la mano de obra utilizada no supera las 17 personas; su participación en la economía es del 3.39%.

Si bien es cierto que el cultivo de caña panelera es el tercero en importancia en el municipio, vale la pena mencionar la producción de panela, la cual se hace de manera artesanal, con una producción de 672 toneladas/año.

1.9.6.2 DESARROLLO EMPRESARIAL

En el municipio de San Joaquín existen actualmente dos asociaciones a través de las cuales se ofrece a los cultivadores orientación y capacitación sobre técnicas de cultivos, mantenimiento de los mismos, utilización de abonos y químicos y temas empresariales.

En 1995 se constituyó “ASOCAMPO”, Asociación de pequeños y medianos productores rurales del Municipio de San Joaquín; con unos 300 asociados; actualmente cuenta con 200 socios inscritos de los cuales 120 son socios activos.

ASOCAMPO presta a sus asociados los servicios de capacitación en tecnología de producción, a través de ECOFIBRAS y COHILADOS cuyos costos son cofinanciados por las partes comprometidas. Además ha desarrollado programas de capacitación en Desarrollo Comunitario, Descentralización Política, Producción y Gestión Empresarial y Formación de la Mujer en Forma Integral; resultado de estos programas es la CASA CAMPESINA que presta el servicio de hospedaje a campesinos que llegan a la cabecera municipal a adelantar diligencias, y la TIENDA COMUNITARIA que suministra artículos de la canasta familiar a precios más económicos que en otras tiendas; administrativa y económicamente dependen de ASOCAMPO.

También existe MEHIFISAN, Microempresa de Hilados de Fique de San Joaquín, donde actualmente laboran 7 mujeres artesanas y un escarmenador, que además de hilar el fique, elaboran algunas artesanías en la misma fibra.

Capacitación: Actualmente la UAF, Unidad Agrícola Familiar, desarrolla un convenio entre ECOFIBRAS, COHILADOS y la Alcaldía de San Joaquín, sobre tecnificación del cultivo de fique en 33 parcelas distribuidas en las diferentes veredas productoras del municipio, en el cual la administración participa activamente.

La elaboración de sacos de fique para empaque y por ende, la producción del cultivo del mismo, se encuentran seriamente amenazadas por los nuevos sistemas y tecnologías de producción de sacos en fibra sintética que han incursionado en el mercado de productos agrícolas que requieren este tipo de empaque. Los bajos costos, la calidad y rendimiento del empaque, compiten con el rendimiento del empaque artesanal que actualmente se produce con los telares manuales en San Joaquín y en otros municipios como Villanueva, Aratoca y Curtí, donde se elaboran productos a base de la fibra del fique, poniendo en aprietos parte de los ingresos de este sector de la economía, razón por la cual, en San Joaquín, se requiere mejorar las técnicas de cultivo de fique e implementar cambios tecnológicos en los sistemas de hilado y tejido de la fibra.

Tabla No. 10 Manejo de la actividad Manufacturera del fique.

TECNOLOGIA	MATERIA PRIMA	PRODUCTO	TIEMPO	COSTOS		VALOR VENTA PAR	V/R PRODUCIDO	UTILIDAD
				MATERIAL	MANO OBRA			
ARTESANAL	UNARROBA	50 pares	2.5 días	\$15.883	\$12.000	\$1.927	\$96.350	\$68.450 (71.04%)
				\$27.833				

Fuente: MEIFISAN SAN JOAQUÍN, Precios vigentes 2002

1.10 USO ACTUAL DEL SUELO URBANO.

Para determinar el uso específico del suelo urbano y elaborar la cartografía, se hizo un trabajo de campo a través de encuestas predio a predio, de acuerdo a los siguientes criterios de clasificación. (Ver mapa Uso Actual del Suelo)

1.10.1_USO RESIDENCIAL

Corresponde a toda edificación cuya función arquitectónica y ambiental principal, es dar albergue en forma adecuada a una familia. En San Joaquín observamos varias tipologías así: unifamiliar de construcción antigua; unifamiliar de construcción nueva o moderna; unifamiliar de interés social y multifamiliar de construcción moderna.

La zona urbana ocupada para uso residencial se concentra en varios sectores:

Sector I: Las Manzanas 002, 003, 013 y 014, localizadas al Noroeste del Parque entre la carrera 4° y 6° y las calles 3° y 5°.

Sector II: localizado al Noreste del Parque, compuesto por las manzanas 005, 006, 009, 010, 025 y parte de 011 y 020. Entre calles 6° y 8° y carreras 3° y 6° hacia el norte del área urbana.

Sector III: localizado al rededor de la Plaza de mercado. Casas que no atienden negocios, entre las calles 3° y 5° con carreras 3° y 4°.

Sector IV: Finalmente un grupo de vivienda de Interés social que se está construyendo en la Calle 2° con Carreras 4° y 5°.

1.10.2_USO MIXTO

Aquella que además de albergar una familia se ubican negocios que son atendidos por sus residentes. Siendo los más frecuentes: tiendas (con expendio de gaseosas, cervezas, etc.), panaderías, cafeterías, restaurantes, billares, talleres, droguería y salón de belleza.

El uso mixto se ubica alrededor del parque y en las carreras 4° y 5° calles 3° y 8° y pequeños negocios dispersos en la carrera 5°. Predominan los predios de uso mixto es decir en la vivienda funciona el negocio (tiendas, depósitos). Otros usos mixtos son: tres casas - Hotel, cuatro expendios de comida, dos droguerías, dos billares, tres cafeterías, tres expendios de víveres y abarrotos, dos misceláneas, dos carpinterías, una papelería, un salón de belleza, la cooperativa y 12 tiendas.



1.10.3_USO COMERCIAL

Son aquellos predios cuya función es exclusivamente comercial, por lo general son locales independientes de las viviendas los cuales funcionan tiendas y misceláneas generalmente, de la misma manera se cuenta la plaza de mercado.

1.10.4_USO INSTITUCIONAL

En este uso se cuenta para las instalaciones físicas necesarias para el buen funcionamiento de un servicio público y que representa bienestar para la comunidad que los utiliza.

Corresponde al edificio de la administración municipal, estación de policía, templo católico, casa parroquial, salón comunal, Telecom, matadero, hospital, puesto de salud, escuelas, colegio y cementerio.

1.10.5_USO RECREATIVO

Corresponde al área de influencia de la infraestructura recreativa, como son el parque principal, cancha multifuncional, cancha de fútbol y la piscina.

2. SISTEMA DE ACUEDUCTO

2.1 METODOLOGIA GENERAL PARA LA REVISION DEL ESTADO FUNCIONAL DE LA RED DE ACUEDUCTO

- ✚ Realización de una visita al área rural donde se localizan los componentes principales de este sistema (Bocatoma, Planta de tratamiento y Tanque de almacenamiento y conducción), para identificar en forma general el estado de su infraestructura y su grado actual de funcionalidad hidráulica, detectando las variables determinantes de las fallas hidráulicas que allí ocurren.
- ✚ Realización de un levantamiento topográfico planimétrico a lo largo de toda la conducción con el fin de evaluar las decisiones del actual diseño en cuanto a la ubicación y dimensionamiento de la conducción y las unidades anteriormente mencionadas.
- ✚ Verificación del estado de las estructuras levantadas topográficamente, identificando de forma cualitativa y su diseño.
- ✚ Determinar el caudal midiendo la diferencia de volúmenes cada hora en el tanque de almacenamiento para poder determinar el máximo consumido y poder desarrollar las verificaciones de diseño del acueducto.
- ✚ Simulación del comportamiento hidráulico actual del sistema, mediante el uso de un software denominado EPANET 2.0 con el fin de evaluar el funcionamiento de las unidades y las condiciones de caudal y presión a las que se hallan operando las tuberías de la red.
- ✚ Diseñar las alternativas de solución que garanticen presiones adecuadas para la red optimizando el acueducto.
- ✚ Simular la solución para poder observar las mejoras en cuanto a presiones y velocidades y que garantice la demanda de caudal actual.

2.2 GENERALIDADES DEL ACUEDUCTO

La construcción del sistema que se abastece de la quebrada Panamá se inicio en el año de 1942 consta de una captación lateral, desarenador, una Planta Tratamiento recién construida. De tipo compacta. Capacidad Nominal 10L/S, Real 5L/S. Buen estado, Tanque de almacenamiento. Construido en concreto reforzado con una capacidad de almacenamiento 100 M3. Se encuentra en buen estado. Requiere mantenimiento más frecuente (lavado).

2.3 FUENTE

La importancia de la quebrada Panamá radica en ser la surtidora del acueducto del municipio que proporciona una entrada de 6 litros por segundo al tanque, la cual es tratada con alumbre y cloro como medios de tratamiento. Está agua va a cada una de las familias (270 aproximadamente) del casco urbano.

Se han implementado otros acueductos en veredas como Santa Clara, San José, San Miguel, San Isidro Panamá y San Roque con tubo PVC, cuya agua es tomada de algunos aljibes y para el sector de Santa Teresita se están realizando nuevos trazos para uno nuevo. En San Cayetano se recoge el agua directamente de quebradas como el Pascual y la Chorrera.



Imagen2: Quebrada Panamá surtidora Para Acueducto.

2.4 PROYECCION DE LA POBLACION.

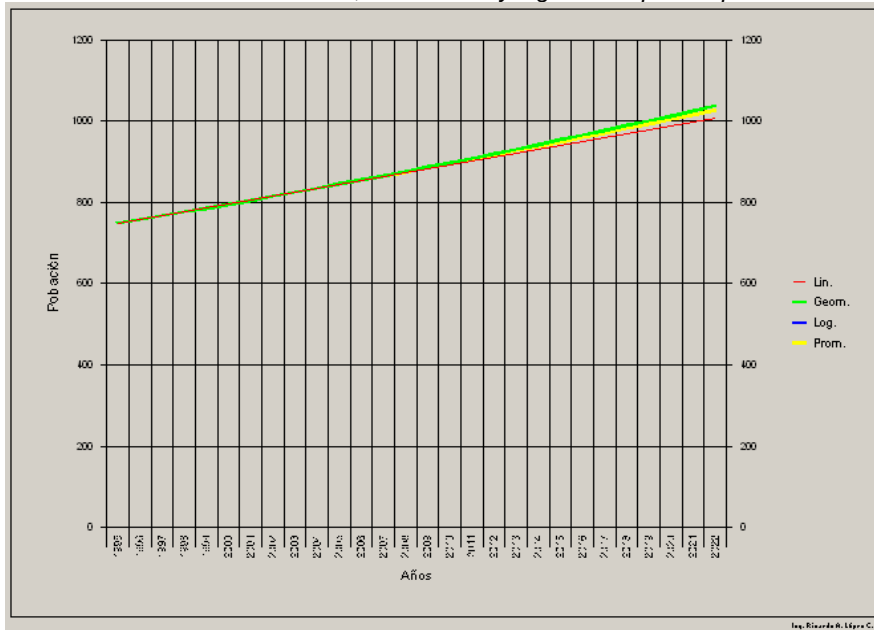
Para el estudio del funcionamiento y rediseño del acueducto y alcantarillado necesitamos proyectar la población hasta el año 1920 para realizar un análisis de factibilidad para nuevos proyectos. (RAS 2000 B.2.2.4)



TABLA No. 11: Proyección de la población por métodos de crecimiento poblacional.

Año	Lineal	Geométrico	Logarítmico
1995	749	749	749
1996	759	758	758
1997	768	767	767
1998	778	777	777
1999	787	786	786
2000	797	796	796
2001	806	805	805
2002	816	815	815
2003	825	825	825
2004	835	835	835
2005	845	845	845
2006	854	855	855
2007	864	866	866
2008	873	876	876
2009	883	887	887
2010	892	898	898
2011	902	909	909
2012	911	920	920
2013	921	931	931
2014	931	942	942
2015	940	954	954
2016	950	965	965
2017	959	977	977
2018	969	989	989
2019	978	1,001	1,001
2020	988	1,013	1,013

ESQUEMA 1: Crecimiento lineal, Geométrico y logarítmico para la población.



2.5 CAUDALES

El parámetro más importante para realizar los estudios pertinentes para el funcionamiento hidráulico del acueducto. En primer lugar se necesita realizar una comparación del caudal suministrado por el P.O.T (Plan de ordenamiento territorial) con el que demandaría la población actual y además el caudal que verdaderamente se consume por el análisis del volumen en el tanque de almacenamiento.

2.5.1 CAUDAL OBTENIDO DEL POT

Según el POT el caudal utilizado para el diseño de la red de distribución es de 3 LPS este caudal se pondrá en comparación con los caudales teóricos para población actual y futura y con el caudal obtenido de toma de datos en campo.

2.5.2 CAUDAL DE DISEÑO PARA POBLACION ACTUAL

Es necesario para la realización del estudio adecuado del acueducto y sus estructuras conocer un caudal de diseño dependiendo de la población para así poder estudiar su actual funcionamiento y poder comparar las características actuales con las requeridas.

Población: 876 Habitantes

Nivel de complejidad: Bajo por ser menor de 2500 habitantes. (RAS 2000 A.3.1)

Dotación neta: $150 \text{ l} * \text{hab} / \text{dia}$ Se procedió a tomar la dotación máxima para el nivel de complejidad bajo. (RAS 2000 B.2.4.1).

Pérdidas físicas: 35 %. Comprende las perdidas por aducción, necesidades de la planta de tratamiento perdidas en la conducción y en el sistema de acueducto. (RAS B.2.5)

Clima: Hace incrementar la dotación neta en un 10 % debido a que el clima alcanza un promedio de 20 grados centígrados lo cual lo ubica en un clima templado (RAS 2000 B.2.4.4.2)

Dotación Bruta: $d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%P} = \frac{165}{1 - 0.35} = 253.84$ (RAS 2000 B.2.6)

Caudal medio diario: $\frac{p * d_{bruta}}{86400} = \frac{876 * 253.84}{86400} = 2.57 \frac{\text{l}}{\text{sg.}}$ (RAS 2000 B.2.7.1)

Caudal máximo diario = K1 = 1.30 para nivel de complejidad bajo (RAS 2000 B.2.7.4)

$QMD = Qmd * k1 = 2.57 * 1.30 = 3.35$ (RAS 2000 B.2.7.2)

Caudal máximo horario: k2 = 1.60 para nivel de complejidad bajo (RAS 2000 B.2.7.5)

$QMH = QMD * K2 = 3.35 * 1.60 = 5.35$ (RAS 2000 B.2.7.3)



TABLA 12: Caudal de diseño para la población actual.

Población	876	Hab.
Nivel de complejidad	Bajo	
Periodo de diseño	20	Años
Dotación Neta	150	L-Hab/día
Perdidas Físicas	0.35	%
Clima	0.1	%
Ajuste por Temp.	15	
Dotación Bruta	253.85	L-Hab/día
Caudal md	2.57	L/s
K1	1.30	
Caudal MD	3.35	L/s
K2, red terciaria	1.60	
Caudal MH	5.35	L/s

2.5.3 CAUDAL DE DISEÑO PARA POBLACION FUTURA

Se hizo un estimativo de la población para el año 2020 para poder comparar el funcionamiento del acueducto a futuro. Los habitantes para este año según los métodos de crecimiento poblacional son de 1013 Habitantes. Por lo tanto los cálculos para caudales de diseño son:

TABLA 13: Caudal de diseño para población futura.

Población	1013	Hab
Nivel de complejidad	Bajo	
Periodo de diseño	20	Años.
Dotación Neta	150	L-Hab/día
Perdidas Físicas	0.35	%
Clima	0.1	%
Ajuste por Temp.	15	
Dotación Bruta	253.85	L-Hab/día
Caudal md	2.98	L/s
K1	1.30	
Caudal MD	3.87	L/s
K2, red terciaria	1.60	
Caudal MH	6.19	L/s

2.5.4 CAUDAL BASADO EN EL CONSUMO ACTUAL

A partir del análisis del tanque de almacenamiento, se tomo a distintas horas la altura del nivel del agua en el tanque para poder obtener el volumen de agua consumido por la población y así mismo también obtener el caudal.

TABLA 14: Datos tomados en campo alturas del nivel de agua en tanque de almacenamiento.

HORA	DATO	
06:45	24	inicia
07:30	70	
08:00	96	
08:30	108	
09:30	0	Q que entra
10:00	108-97	Q que entra
10:30	12	Q que entra
11:00	16	Q que entra
11:30	17	Q que entra
12:00	30	inicia
12:30	52	
01:00	82	
01:30	126	
02:30	116	Q que entra
03:00	103	Q que entra
03:30	88	Q que entra
04:00	65	Q que entra
04:30	48	inicia
05:00	59	
05:30	80	
06:00	97	
07:00	15	inicia
08:00	66	
09:00	111	
10:00	147	
11:00	168	
12:00	148	
01:00	130	
02:00	95	
03:00	40	
04:00	117	
05:00	45	

De estos caudales sacamos un caudal máximo horario.

TABLA 15: Caudal consumido en el municipio por hora.

HORA	Q(L/SG)consumido
6:00	7.03
7:00	5.96
8:00	2.75
9:00	5.34
10:00	9.01
11:00	9.24
12:00	6.88
13:00	10.08
14:00	6.49
15:00	10.61
16:00	2.52
17:00	4.81
18:00	3.90
19:00	5.84
20:00	5.16
21:00	4.13
22:00	2.41
23:00	2.29
0:00	2.06
1:00	4.01
2:00	6.30
3:00	8.82
4:00	8.25
5:00	5.16

El caudal máximo horario se presentó a las 3 de la tarde y fue de 10.61 LPS por lo tanto el caudal Máximo diario será:

$$QMD = \frac{QMH}{K_2} = \frac{10.61}{1.6} = 6.63 \text{ LPS}$$

Con estos datos ya se pueden realizar los análisis de diseño.

2.5.5 PERDIDAS DE CAUDAL

EL caudal máximo horario, hallado con los datos de campo, da una dotación de 312 l habitante día esto demuestra que debido a que existen casas todavía sin medidores se presentan pérdidas mayores a lo que afirma el POT (35%). se da por sentado que ese estudio no tiene validez ya que existen varios escapes de agua antes de llegar a la red por daños a la tubería haciendo que se presenten pérdidas considerables ya que la dotación es el doble de lo que debería ser para una población de proporciones actuales para el municipio.



Se observó falta de conciencia en el uso racional del agua, pues las pérdidas en los sectores de mayor presión privan a los usuarios de las partes altas donde la presión se baja e impide disfrutar de un buen servicio. Se recomienda el arreglo o cambio de esas tuberías para solucionar el problema.



Imagen 3: Perdidas antes de llegar a la red de distribución.

2.6 BOCATOMA LATERAL

La constituye una cámara rectangular hecha en concreto ciclópeo de 1.8 m x 2.0 m. El piso de esta cámara va sobre una capa impermeable tiene una placa superior en concreto reforzado, además tiene unos canales de toma de 60 cms. que permiten una adecuada captación en el río. Presenta escaleras de hierro para un adecuado mantenimiento de la estructura tiene una tapa de 40 cm. Una tubería de concreto de 4" para lavado y una tubería de 3" que conduce al desarenador. La bocatoma fue lateral por las siguientes razones: Menor posibilidad de obstrucción de la rejilla, la pendiente del río y el nivel del río.



Imagen 4: Bocatoma lateral.



Imagen 5: Canal de toma.

Diseño Hidráulico:

Primero se sacaran los valores propios de la bocatoma lateral y en base a esto se calcularan las características hidráulicas de la estructura.

2.6.1 Cámara de derivación.

1.8 X 2.5 m.

Cota Cresta del vertedero de excesos = 2058.75

Cota del fondo = 2056.5

Cota lamina de agua = 2058.5

Longitud efectiva del vertedero = 2.25 mts.

H = 0.10 m (medido y promediado en campo)

2.6.2 Rejillas (RAS 2000 B.4.4.7 Y B.4.4.10)

Diámetro de las rejillas = 1”

Angulo de inclinación = 90

Separación entre rejillas = 1 “

El vertedero lateral de la captación lo vamos a analizar como vertedero frontal de cresta delgada.

B = 1.79 factor de forma

W y b son las dimensiones de la varilla transversal y longitudinalmente.

W = 0.0254 m espesor de la barra

b = 0.0254 m longitud de la barra

Es decir esta rejilla atrapa partículas mayores a 1 “

$$h_v = \text{Carga de la velocidad } h_v = \frac{V^2}{2 * g} = \frac{0.6^2}{2 * 9.8} = 0.01836 \text{ m.}$$

h es perdida de carga en metros. Formula de kinhmmer.

$$h = B \left(\frac{W}{b} \right)^{\frac{4}{3}} * h_v * \text{sen} \theta = 1.79 * \left(\frac{0.0254}{0.0254} \right)^{\frac{4}{3}} * 0.01836 * \text{sen} 90 = 0.032 \text{ m}$$

Colocamos un factor de seguridad de 3

$$h = 0.032 * 3 = 0.096 \text{ m.}$$

S = sumergencia.

$$S = \frac{H - h}{h} = \frac{0.10 - 0.096}{0.096} = 0.0416 \text{ m.}$$

$$Q_1 = 1.84 * Le * H^{\frac{3}{2}} = 1.84 * 2.25 * 0.1^{1.5} = 0.13 \frac{m^3}{Sg.}$$

$$Q = Q_1 * (1 - S^{1.5})^{0.385} = 0.13 * (1 - 0.0416^{1.5})^{0.385} = 0.129 \frac{m^3}{Sg.} = 129 \text{ LPS.}$$

Se observa que el caudal captado es muy grande ya que para el diseño de la estructura a partir del caudal seria el caudal máximo diario *3 es decir

Para población actual:

$$Q_{\text{diseño}} = 3 * 33 = 10 \text{ LPS}$$

Para población futura:

$$Q_{\text{diseño}} = 3 * 3.87 = 11.6 \text{ LPS}$$

Para datos de consumo actual

$$Q_{\text{diseño}} = 3 * 6.63 = 19.9 \text{ LPS}$$

Vemos que la longitud efectiva del vertedero seria más corta por lo tanto la longitud efectiva del vertedero actual es más que suficiente para abastecer a la población actual, futura y para los datos de consumo.

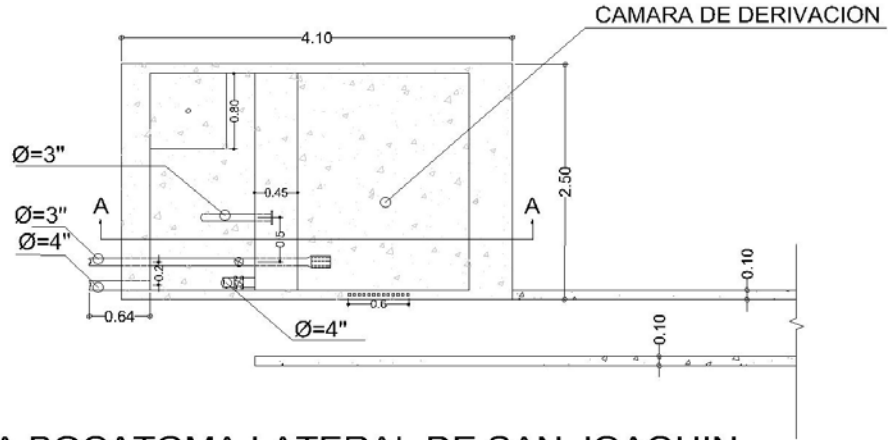
2.6.3 Tubería de excesos

Para desalojar el caudal de excesos de la toma lateral se coloco una tubería de 4” en concreto con un J=1%.

2.6.4 Línea de conducción Bocatoma – Desarenador.

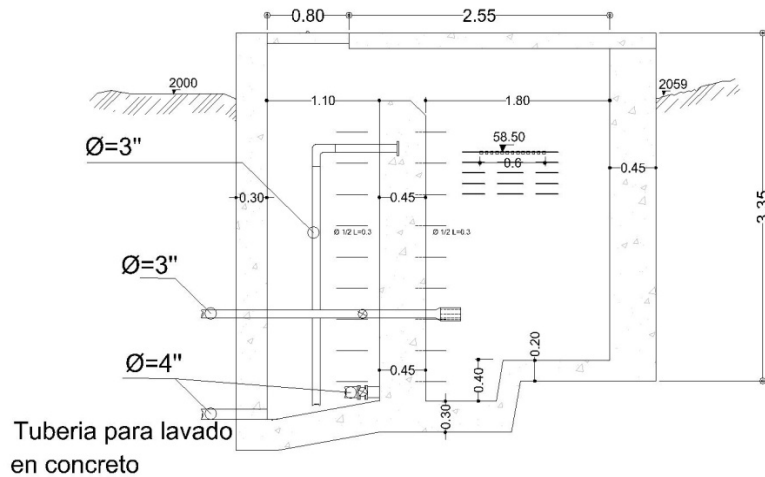
El desarenador tiene una capacidad de 6,63 LPS.

Diámetro de la tubería = 3"



PLANTA BOCATOMA LATERAL DE SAN JOAQUIN

Grafica 1: Bocatoma lateral municipio de San Joaquín vista en planta.



BOCATOMA LATERAL DE SAN JOAQUIN

Grafica 2: Bocatoma lateral municipio de San Joaquín vista en perfil.

2.7 DESARENADOR

Este desarenador es de tipo convencional, tiene una capacidad de 6.63 LPS. Este caudal ya incluye las pérdidas ya que las medidas de caudal fueron en base al consumo verdadero de la población.



Imagen 6: Desarenador del municipio.

$$Q_{\text{diseño}} = 6.63 \text{ LPS}$$

Relación L:B 4:1

$$L = 6.0 \text{ mts}$$

$$B = 1.5 \text{ mts.}$$

$$A_s = 9 \text{ m}^2$$

$$\text{Profundidad mínima} = H = 1.5 \text{ mts.}$$

V = Volumen del desarenador

A_s = Área superficial del tanque

V = Volumen del tanque

$$V = A_s * H$$

$$V = 9 * 1.5 = 13.5 \text{ m}^3$$

θ = Periodo de retención hidráulico

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{13.5}{0.006} = 2250 \text{ Sg.} = 0.63 \text{ Horas}$$

$$0.5 \leq \theta \leq 4 \text{ _Horas _ok}$$

Temperatura = 20 C (Definida para el municipio de San Joaquín)

$$\mu = (\text{Viscosidad cinemática}) = 0.01007$$

Diámetro de la partícula = 0.05 mm.

ρ_s = Densidad de la arena

$$\rho_{\text{Agua}} = 1.0$$

$$V_s = \frac{g}{18} \left(\frac{\rho_s - \rho}{\mu} \right) d^2 = \frac{981}{18} \left(\frac{2.65 - 1.0}{0.01007} \right) * 0.005^2 = 0.223 \frac{\text{cm}}{\text{sg}}$$

n = 1 Deflectores deficientes

Remoción = 75 %

t. = tiempo en llegar al fondo la partícula

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{150}{0.223} = 672.64 \text{ Sg.}$$

q. (Carga hidráulica superficial para el tanque)

$$q = \frac{Q}{A_s} = \frac{0.00663}{9} = 7.36 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{S}} = 7.36 \times 10^{-4} * 86400 = 63.64 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{dia}}$$

La carga hidráulica superficial es igual a la velocidad de sedimentación de la partícula crítica en condiciones teóricas V_o . Debe corresponder a la de un diámetro menor

$$V_o = q_o = 7.36 \times 10^{-4} * 100 = 0.073 \frac{\text{cm}}{\text{Sg.}}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{V_o * 18 * \mu}{g(\rho_s - \rho)}} = \sqrt{\frac{0.073 * 18 * 0.01007}{981 * 1.65}} = 2.85 \times 10^{-3} = 0.0028 \text{ cm} = 0.028 \text{ mm}$$

V_h (Velocidad horizontal)

$$V_h = \frac{Q}{W} = \frac{V_o * L}{H} = \frac{0.073 * 6.0}{1.5} = 0.292$$

$$V_h = 0.292 \frac{\text{cm}}{\text{Sg}}$$

$$V_{h \text{ max}} = 20 * V_s = 20 * 0.223 = 4.46 \frac{\text{cm}}{\text{Sg}}$$

V_r (Velocidad de suspensión máxima)

$$V_r = \sqrt{\frac{8k}{f} g(\rho_s - \rho) d} = \sqrt{\frac{8 * 0.04}{0.03} * 981 * 1.65 * 0.005} = 9.3 \frac{\text{cm}}{\text{sg.}}$$

2.7.1 Calculo de los elementos del desarenador

2.7.1.1 Vertedero de salida

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84 * B} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0.0066}{1.84 * 1.5} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.018 \text{ m} < 0.02 \text{ m}$$

Del vertedero original ok.

V_v = Velocidad sobre la cresta del vertedero de salida

$$V_v = \frac{Q}{B * H_v} = \frac{0.0066}{1.5 * 0.02} = 0.22 \frac{m}{sg.}$$

La velocidad sobre la cresta del vertedero debe ser en teoría mayor de 0.3 m/sg. Para poder aplicar en rigor la ecuación del alcance horizontal de la vena vertiente El valor 0.26 m/sg puede ser aproximado a 0.3 m/sg con lo cual se obtiene.

$$X_s = 0.36V_v^{\frac{2}{3}} + 0.6H_v^{\frac{4}{7}} = 0.36 * (0.2)^{\frac{2}{3}} + 0.6 * (0.02)^{\frac{4}{7}} = 0.19 \text{ m}$$

$$L_v = 0.35 \text{ m}$$

2.7.1.2 Pantalla de salida

$$\frac{H}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75 \text{ m}$$

Distancia del vertedero de salida

$$15 * H_v = 15 * 0.02 = 0.3 \text{ m}$$

2.7.1.3 Pantalla de entrada

Profundidad

$$\frac{H}{2} = 0.75 \text{ m}$$

Distancia a la cámara de aquietamiento

$$\frac{L}{4} = \frac{6.5}{4} = 1.63 \text{ m}$$

2.7.1.4 Almacenamiento de lodos

Profundidad máxima = 0.4 m

Distancia pto. De salida a la cámara de aquietamiento

$$\frac{L}{3} = \frac{6.5}{3} = 2.2 \text{ mts.}$$

Distancia punto de salida al vertedero de salida.

$$\frac{2L}{3} = \frac{2 * 6.5}{3} = 4.3 \text{ mts.}$$

Pendiente transversal

$$\frac{0.4}{B} = \frac{0.4}{1.5} = 0.26 \text{ mts}$$

Pendiente longitudinal (en L/3)

$$\frac{0.4}{2.16} = 18.51\%$$

$$\frac{0.4}{4.33} = 9.23\%$$



2.7.1.5 Cámara de aquietamiento

Profundidad

$$\frac{H}{3} = \frac{1.5}{3} = 0.5 \text{ m}$$

Ancho

$$\frac{B}{3} = \frac{1.5}{3} = 0.5 \text{ m}$$

Largo = 1.0 m. (adoptado)

Rebose de la cámara de aquietamiento

Línea conducción bocatoma desarenador.

$$Q = 6.63 \text{ LPS}$$

$$\phi = 3''$$

$$Q_{ll} = 0.312 * \frac{D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} = 0.312 * \frac{(0.0762)^{\frac{8}{3}} * (0.001)^{\frac{1}{2}}}{0.0013} = 7.92 \text{ LPS}$$

$$Q_{excesos} = 7.92 - 6.63 = 1.29 \text{ LPS} = 0.00129 \frac{m^3}{Sg.}$$

$$H_e = \left(\frac{0.00129}{1.84 * 1.0} \right)^{\frac{2}{3}} = 7.9 * 10^{-3} = 0.079 \text{ m}$$

$$V_e = \frac{Q_{excesos}}{H_e * L_e} = \frac{0.0013}{0.01 * 1.0} = 0.13 \frac{m}{Sg.}$$

$$X_s = 0.36 * (0.13)^{\frac{2}{3}} + 0.6(0.0079)^{\frac{4}{7}} = 0.13 \text{ m}$$

$$L_v = \frac{B - ancho}{2} = \frac{1.5 - 0.5}{2} = 0.5 \text{ m}$$

2.7.1.6 Diámetros de tuberías de Exceso y lavado

Lavado

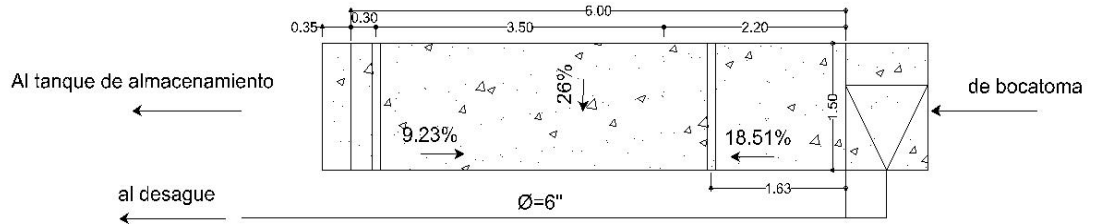
Tubería de concreto

$$\phi = 4''$$

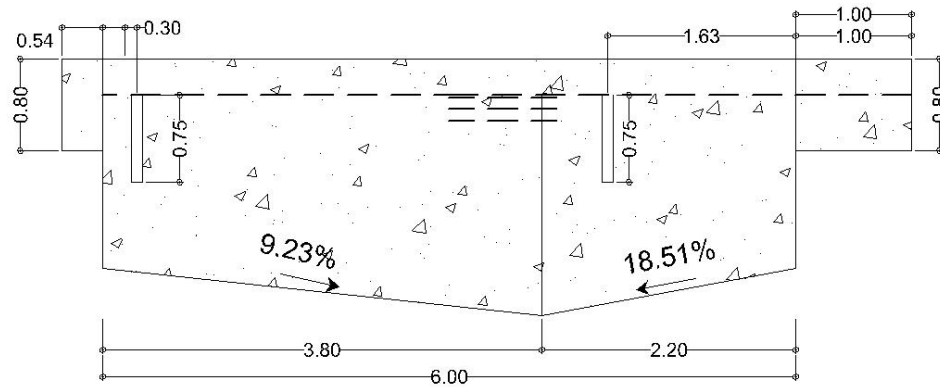
Tubería de Excesos

$$\phi = 3''$$

Tubería de P.V.C



Grafica 3: Desarenador vista en planta..



Grafica4 : Desarenador vista en perfil.

2.8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Construido en concreto reforzado con una capacidad de almacenamiento 100 M3. Se encuentra en buen estado. Requiere mantenimiento más frecuente (lavado). Se encuentra en la planta de tratamiento.



Imagen 7: Tanque de almacenamiento.

En primer lugar para describir el rediseño del tanque y conociendo su capacidad, en campo se realizaron las medidas de las dimensiones.

Largo = 7.5 m

Ancho = 5.5 m

Profundidad = 2.7 m

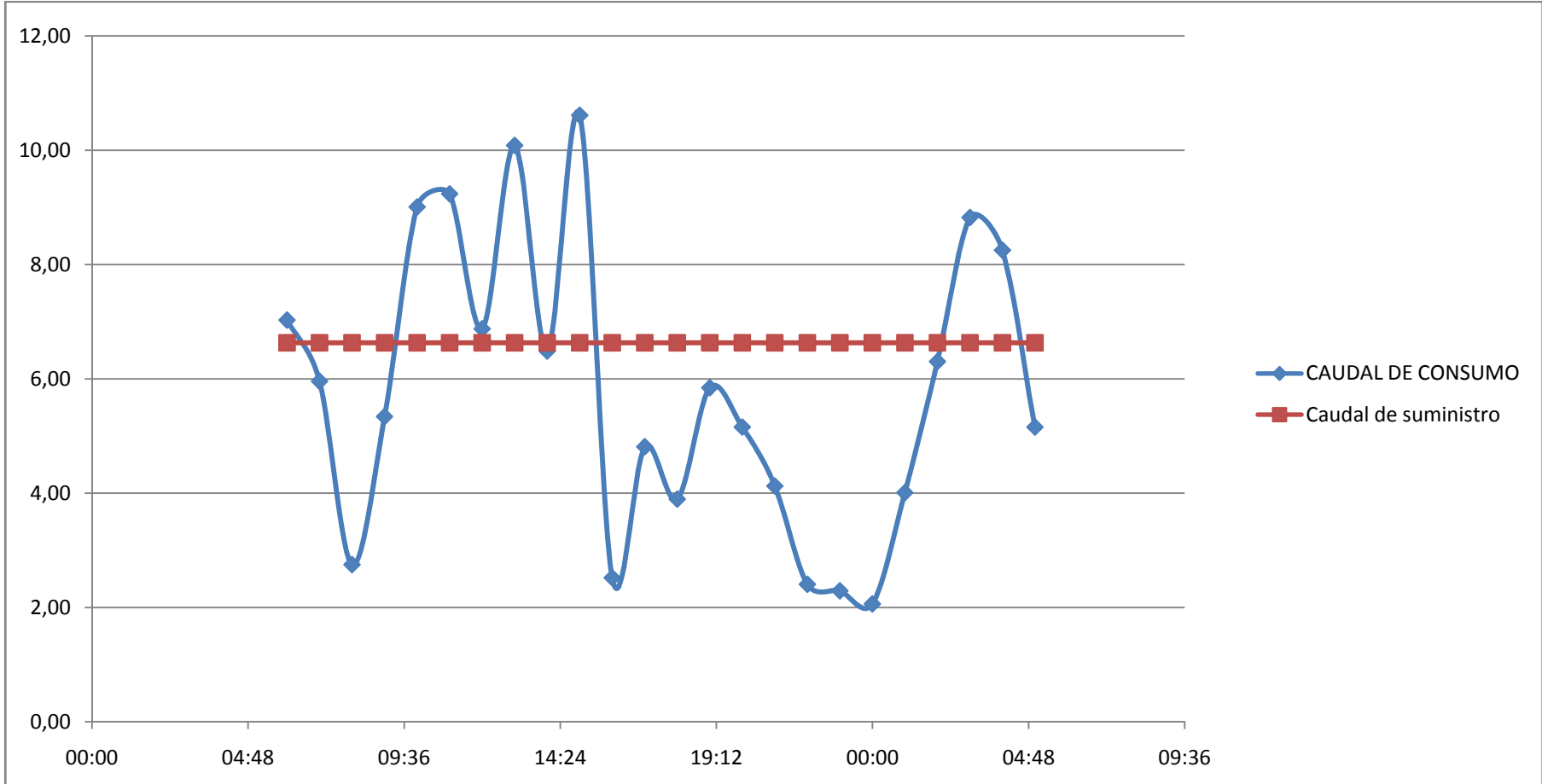
Para evaluar si la estructura es apta para el abastecimiento del municipio se ha optado por tomar datos en campo del consumo de la siguiente manera:

En primer lugar se llevo al tanque y se midieron alturas del nivel de agua a distintas horas durante todo el día. Con estas alturas se saco un caudal promedio durante la hora analizada para sacar el consumo en un día en el municipio y tener una muestra confiable para diseños hidráulicos en el municipio.

Se saco el caudal de consumo de la población por cada hora y el caudal suministrado por el tanque será el caudal máximo diario de 6.63 LPS.

TABLA 15: Caudal consumido en el municipio por hora.

HORA	Q(L/SG)consumido
6:00	7.03
7:00	5.96
8:00	2.75
9:00	5.34
10:00	9.01
11:00	9.24
12:00	6.88
13:00	10.08
14:00	6.49
15:00	10.61
16:00	2.52
17:00	4.81
18:00	3.90
19:00	5.84
20:00	5.16
21:00	4.13
22:00	2.41
23:00	2.29
0:00	2.06
1:00	4.01
2:00	6.30
3:00	8.82
4:00	8.25
5:00	5.16



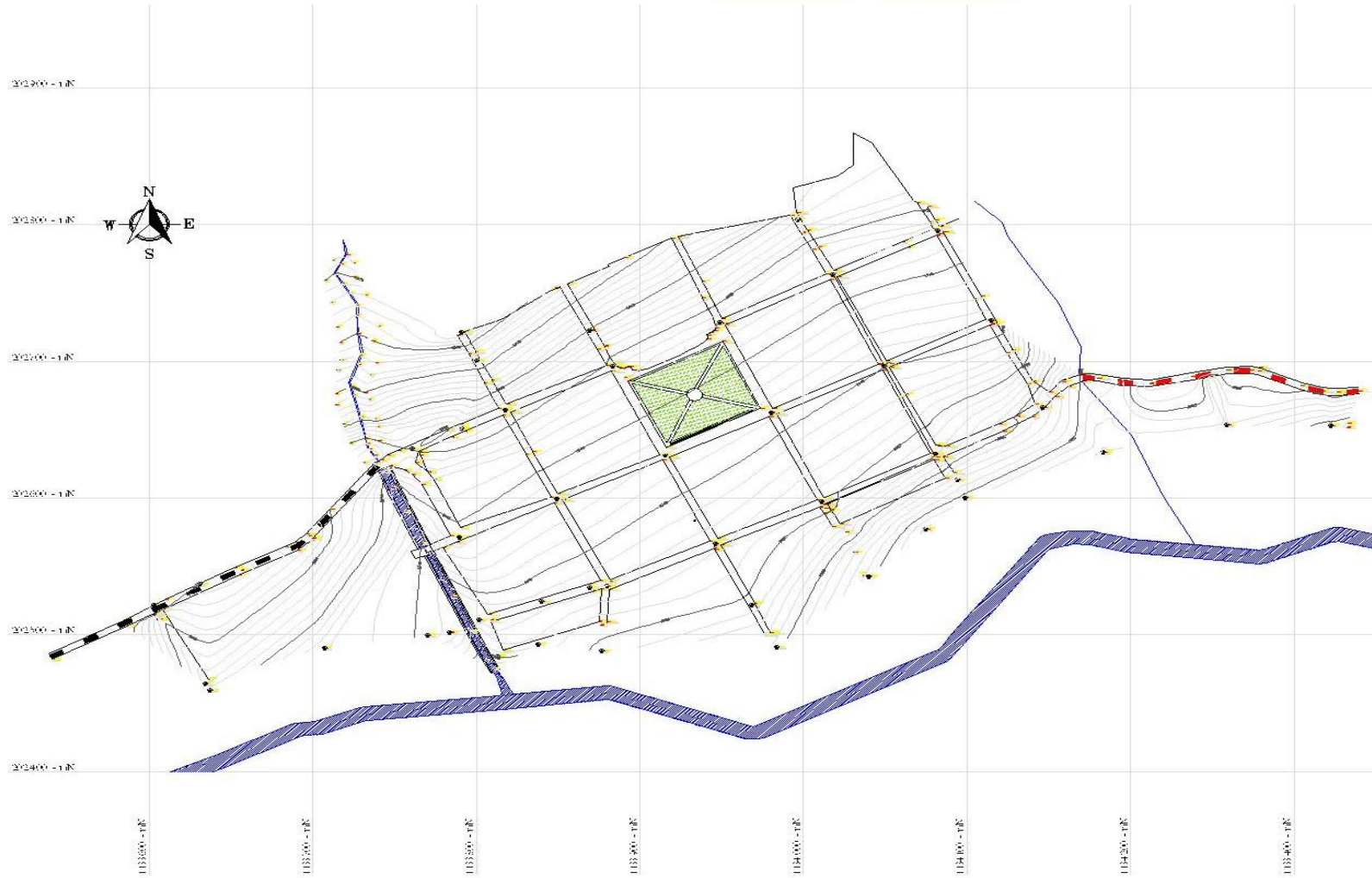
Esquema 2: Curva de distribución horaria del consumo de la población y suministro en el tanque .

TABLA 16: Volumen del tanque de almacenamiento municipio San Joaquín.

HORA (horas)	VOLUMEN CONSUMIDO (Litros)	Q consumido (L/Sg)	Q Suministrado (L/Sg)	VOLUMEN SUMINISTRADO (Litros)	VOLUMEN CONSUMIDO (V1) (m3)	VOLUMEN SUMINISTRADO (V2) (m3)	V1 Acumulado	V2 Acumulado	V1 Acum. -V2 Acum.	Valor mayor
6:00	25300	7.03	6.63	23868	25.30	23.87	25.30	23.87	1.43	1.43
7:00	21450	5.96	6.63	23868	21.45	23.87	46.75	47.74	-0.99	-19.60
8:00	9900	2.75	6.63	23868	9.90	23.87	56.65	71.60	-14.95	
9:00	19224	5.34	6.63	23868	19.22	23.87	75.87	95.47	-19.60	
10:00	32424	9.01	6.63	23868	32.42	23.87	108.30	119.34	-11.04	
11:00	33249	9.24	6.63	23868	33.25	23.87	141.55	143.21	-1.66	
12:00	24750	6.88	6.63	23868	24.75	23.87	166.30	167.08	-0.78	25.47
13:00	36300	10.08	6.63	23868	36.30	23.87	202.60	190.94	11.65	
14:00	23349	6.49	6.63	23868	23.35	23.87	225.95	214.81	11.13	
15:00	38199	10.61	6.63	23868	38.20	23.87	264.15	238.68	25.47	
16:00	9075	2.52	6.63	23868	9.08	23.87	273.22	262.55	10.67	
17:00	17325	4.81	6.63	23868	17.33	23.87	290.55	286.42	4.13	-80.75
18:00	14025	3.90	6.63	23868	14.03	23.87	304.57	310.28	-5.71	
19:00	21037.5	5.84	6.63	23868	21.04	23.87	325.61	334.15	-8.54	
20:00	18562.5	5.16	6.63	23868	18.56	23.87	344.17	358.02	-13.85	
21:00	14850	4.13	6.63	23868	14.85	23.87	359.02	381.89	-22.87	
22:00	8662.5	2.41	6.63	23868	8.66	23.87	367.68	405.76	-38.07	
23:00	8250	2.29	6.63	23868	8.25	23.87	375.93	429.62	-53.69	
0:00	7425	2.06	6.63	23868	7.43	23.87	383.36	453.49	-70.13	
1:00	14437.5	4.01	6.63	23868	14.44	23.87	397.80	477.36	-79.56	
2:00	22687.5	6.30	6.63	23868	22.69	23.87	420.48	501.23	-80.75	
3:00	31762.5	8.82	6.63	23868	31.76	23.87	452.25	525.10	-72.85	
4:00	29700	8.25	6.63	23868	29.70	23.87	481.95	548.96	-67.02	
5:00	18562.5	5.16	6.63	23868	18.56	23.87	500.51	572.83	-72.32	

2.9 TOPOGRAFIA DEL MUNICIPIO

Para el modelamiento del acueducto y para el rediseño de alcantarillado se tuvo que realizar la topografía del municipio. En primer lugar se tomaron varios puntos del municipio donde se pudieran sacar las curvas de nivel lo cual establecería las pendientes de las tuberías tanto de acueducto como de alcantarillado. Y gracias a programas de topografía topo CAD se logró sacar un mapa de curvas de nivel el cual sirvió de rectificación con los planos del POT y de planos de diseño del año de 1941 y 1959 y se procedió a trabajar con los datos topográficos actuales aunque los datos dados por los planos de diseño y del POT presentan poca variabilidad ya que la topografía se realizó amarrados al mismo BM de los planos del plan de ordenamiento territorial. (Ver anexo C carteras topográficas)



Grafica7: Topografía general del municipio de San Joaquín

2.10 VERIFICACION DEL DISEÑO DEL ACUEDUCTO

Para la verificación del diseño del acueducto se tiene que hablar de la toma de datos, en primer lugar para saber la cota de los nodos se procedió a consultarlo de la topografía realizada y fue tomada como confiable ya que variaba muy poco con las diferencias de nivel dados por planos de diseño del año de 1941 facilitados por planeación del municipio, además también se comparo esta información con la información suministrada por el POT.

Otros datos importantes tienen que ver con los diámetros y las longitudes de las tuberías del acueducto, estos datos se pudieron lograr gracias a los planos de diseño del acueducto estos fueron aprobados en el año de 1941, época en que fue construido. Se encontraron otros planos que datan de 1960 estos planos contenían unos diámetros y unas longitudes diferentes a las planteadas por los planos de 1941 pero esta incertidumbre se pudo solucionar gracias a que se logro contactar con el hijo del constructor del acueducto que además de haber vivido toda su vida en el municipio nos pudo confirmar que el diseño de 1960 jamás se construyo.

Para el dato de caudal se tomara el basado en el consumo actual, este caudal es el máximo horario que se presento durante la toma de datos. 10.61 LPS para distribuirlo en la red se procederá a suministrarlo en la red por unidad de longitud.

longitud total de tuberia	3003.7
Ql	0.00353231



TABLA 17: Distribución del caudal por unidad de longitud en el acueducto.

nodos	longitud	long. aferente	QPARCIAL
1	152	76	0.2685
2	226.6	113.3	0.4002
3	122.6	61.3	0.2165
4	184.5	92.25	0.3259
4'	17	8.5	0.0300
4''	21	10.5	0.0371
5	271	135.5	0.4786
6	291	145.5	0.5140
7	288	144	0.5087
8	253	126.5	0.4468
9	209	104.5	0.3691
10	92	46	0.1625
11	88	44	0.1554
11`	59	29.5	0.1042
12'	107	53.5	0.1890
12	99	49.5	0.1748
13	61	30.5	0.1077
14	171.5	85.75	0.3029
15	282.5	141.25	0.4989
16	289	144.5	0.5104
17	292	146	0.5157
18	298	149	0.5263
19	221	110.5	0.3903
20	221.5	110.75	0.3912
21	224.6	112.3	0.3967
22	278.6	139.3	0.4921
23	273	136.5	0.4822
24	275	137.5	0.4857
25	54	27	0.0954
26	54	27	0.0954
27	54	27	0.0954
28	155	77.5	0.2738
29	60	30	0.1060
30	72	36	0.1272
31	77	38.5	0.1360
32	75	37.5	0.1325
33	38	19	0.0671
	6007.4	3003.7	10.6100

Para el rediseño del acueducto se utilizó el programa EPANET 2.0.

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos y los niveles en los depósitos.

El programa hará los respectivos análisis basados en las formulas de Hazen-Wliam y utilizara un máximo de 40 iteraciones.

TABLA 18: Opciones hidráulicas del modelo.

Opciones Hidráulicas	
Propiedad	Valor
Unidades de Caudal	LPS
Fórmula de Pérdidas	H-W
Peso Específico Relat.	1
Viscosidad Relativa	1
Máximo Iteraciones	40
Precisión	0.001
Caso de No Equilibrio	Continuar
Curva Modulac. por Defecto	3
Factor de Demanda	1.0
Exponente Emisores	0.5
Informe de Estado	No

Al simular el acueducto para la hora en que se presento el máximo caudal con los diámetros existentes y la topografía establecida se encontraron los siguientes resultados para nudos y líneas de tubería de la red.



2.10.1 NUDOS DE LA RED.

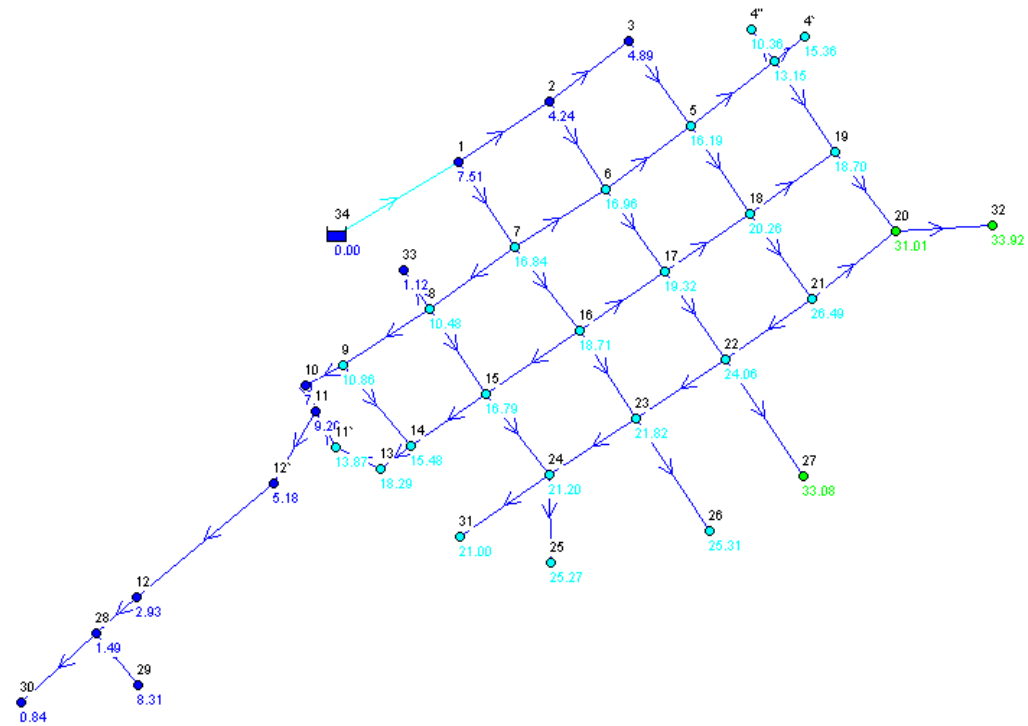
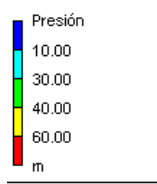
TABLA 19: Resultados para nudos en la red para las 3 pm hora crítica.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 2	1961.14	0.4002	0.40	1965.38	4.24
Nudo 3	1958.7	0.2165	0.22	1963.59	4.89
Nudo 4	1947.66	0.3259	0.33	1960.81	13.15
Nudo 5	1946.78	0.4786	0.48	1962.97	16.19
Nudo 6	1948	0.5140	0.51	1964.96	16.96
Nudo 7	1950.1	0.5087	0.51	1966.94	16.84
Nudo 8	1951.36	0.4468	0.45	1961.84	10.48
Nudo 9	1949.29	0.3691	0.37	1960.15	10.86
Nudo 10	1952	0.1625	0.16	1959.56	7.56
Nudo 12`	1953.41	0.1890	0.19	1958.59	5.18
Nudo 12	1954.39	0.1748	0.17	1957.32	2.93
Nudo 14	1944.27	0.3029	0.30	1959.75	15.48
Nudo 11	1950.15	0.1554	0.16	1959.41	9.26
Nudo 11`	1945.59	0.1042	0.10	1959.46	13.87
Nudo 13	1941.25	0.1077	0.11	1959.54	18.29
Nudo 15	1943.21	0.4989	0.50	1960.00	16.79
Nudo 16	1941.89	0.5104	0.51	1960.60	18.71
Nudo 17	1941.26	0.5157	0.52	1960.58	19.32
Nudo 18	1940	0.5263	0.53	1960.26	20.26
Nudo 19	1941.3	0.3903	0.39	1960.00	18.70



20: Resultados para nudos en la red para las 3 pm hora crítica.

Nudo 20	1928.45	0.3912	0.39	1959.46	31.01
Nudo 21	1933	0.3967	0.40	1959.49	26.49
Nudo 22	1935.42	0.4921	0.49	1959.48	24.06
Nudo 23	1937.61	0.4822	0.48	1959.43	21.82
Nudo 24	1938.1	0.4857	0.49	1959.30	21.20
Nudo 25	1934	0.0954	0.10	1959.27	25.27
Nudo 26	1934.1	0.0954	0.10	1959.41	25.31
Nudo 27	1926.37	0.0954	0.10	1959.45	33.08
Nudo 4`	1945.45	0.0300	0.03	1960.81	15.36
Nudo 1	1964.22	0.2685	0.27	1971.73	7.51
Nudo 33	1960.71	0.0671	0.07	1961.83	1.12
Nudo 4"	1950.45	0.0371	0.04	1960.81	10.36
Nudo 32	1925.48	0.1325	0.13	1959.40	33.92
Nudo 31	1938.23	0.1360	0.14	1959.23	21.00
Nudo 28	1955.6	0.2738	0.27	1957.09	1.49
Nudo 29	1948.75	0.1060	0.11	1957.06	8.31
Nudo 30	1956.2	0.1272	0.13	1957.04	0.84
Embalse 34	1978.5	Sin Valor	-10.61	1978.50	0.00



Grafica8: Presiones en los nodos.

Como se observa en el informe de presiones y tal como lo indica la RAS 2000 (Artículo 81) que dichas presiones deben ser mayores a 98.1 Kpa, 10 metros para un nivel de complejidad bajo se identifican problemas de presión en los nudos (1,2,3,33,10,11,12',12,28,29 y 30) esto coincide con el diagnostico del POT del municipio Áreas con presión normal 95%, de la carrera quinta hacia abajo ente calles 1 y 7 Áreas con presión baja: 5 % de la carrera quinta hacia arriba, entre calles 1 y 6

Según este estudio si se presentan presiones bajas para este caudal presentado a las 3 de la tarde, a las 10 de la mañana, a las 11 de la mañana, a la 1 de la tarde, a las 3 de la mañana, pero si simulamos el consumo para las demás horas se puede observar presiones normales en los nudos.

2.10.2 TUBERIAS DE LA RED.

Con los diámetros especificados por los planos de diseño se simulo el comportamiento del acueducto dando como resultado lo siguiente para las 3 de la tarde:

TABLA 21: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
Tubería 1-2	78	38.1	120	1.60	1.40	81.47	Abierta
Tubería 2-3	75.6	38.1	120	0.82	0.72	23.61	Abierta
Tubería 3-5	47	38.1	120	0.60	0.53	13.37	Abierta
Tubería 5-4	72	38.1	120	0.93	0.82	29.94	Abierta
Tubería 4-4'	17	38.1	120	0.03	0.03	0.05	Abierta
Tubería 5-6	77	50.8	120	-1.84	0.91	25.95	Abierta
Tubería 6-7	73	63.5	120	-3.38	1.07	27.07	Abierta
Tubería 7-8	73	50.8	120	3.14	1.55	69.86	Abierta
Tubería 8-9	70	50.8	120	1.77	0.87	24.12	Abierta
Tubería 9-10	68	50.8	120	1.02	0.50	8.65	Abierta
Tubería 10-11	24	50.8	120	0.85	0.42	6.27	Abierta
Tubería 11-12'	31	38.1	120	0.87	0.76	26.45	Abierta
Tubería 12'-12	76	38.1	120	0.68	0.60	16.81	Abierta
Tubería 11-11'	33	38.1	120	-0.17	0.15	1.33	Abierta



TABLA 22: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
Tubería 11-13	26	38.1	120	-0.28	0.24	3.19	Abierta
Tubería 13-14	35	38.1	120	-0.39	0.34	5.85	Abierta
Tubería 14-15	65.5	38.1	120	-0.31	0.27	3.84	Abierta
Tubería 15-16	74	38.1	120	-0.46	0.40	8.14	Abierta
Tubería 16-17	75	38.1	150	0.08	0.07	0.21	Abierta
Tubería 17-18	77	38.1	120	0.32	0.28	4.20	Abierta
Tubería 18-19	74	38.1	120	0.29	0.26	3.48	Abierta
Tubería 20-21	74	38.1	120	-0.08	0.07	0.35	Abierta
Tubería 21-22	78.6	38.1	120	0.05	0.05	0.15	Abierta
Tubería 22-23	74	38.1	120	0.12	0.10	0.62	Abierta
Tubería 23-24	73	38.1	120	0.21	0.18	1.83	Abierta
Tubería 2-6	73	38.1	120	0.38	0.33	5.68	Abierta
Tubería 6-17	68	38.1	120	1.41	1.24	64.42	Abierta
Tubería 17-22	72	38.1	120	0.65	0.57	15.37	Abierta

TABLA 23: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
Tubería 22-27	54	38.1	120	0.10	0.08	0.44	Abierta
Tubería 1-7	74	76.2	120	8.74	1.92	64.77	Abierta
Tubería 7-16	68	38.1	120	1.72	1.51	93.26	Abierta
Tubería 16-23	72	38.1	120	0.67	0.59	16.22	Abierta
Tubería 23-26	54	38.1	120	0.10	0.08	0.44	Abierta
Tubería 8-15	72	38.1	120	0.86	0.75	25.61	Abierta
Tubería 15-24	71	38.1	120	0.51	0.45	9.85	Abierta
Tubería 24-25	54	38.1	120	0.10	0.08	0.44	Abierta
Tubería 5-18	75	38.1	120	1.03	0.90	36.08	Abierta
Tubería 18-21	72	38.1	120	0.53	0.47	10.71	Abierta
Tubería 4-19	74.5	38.1	120	0.54	0.47	10.84	Abierta
Tubería 19-20	72.5	38.1	120	0.44	0.39	7.44	Abierta
Tubería 9-14	71	38.1	120	0.38	0.33	5.73	Abierta
Tubería 8-33	38	38.1	120	0.07	0.06	0.23	Abierta



TABLA 24: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica

Tubería 4-4"	21	38.1	120	0.04	0.03	0.08	Abierta
Tubería 20-32	75	38.1	120	0.13	0.12	0.81	Abierta
Tubería 24-31	77	38.1	120	0.14	0.12	0.85	Abierta
Tubería 12-28	23	38.1	120	0.51	0.44	9.72	Abierta
Tubería 28-29	60	38.1	120	0.11	0.09	0.53	Abierta
Tubería 28-30	72	38.1	120	0.13	0.11	0.75	Abierta
Tubería conduccion	73	76.2	120	10.61	2.33	92.69	Abierta

El parámetro a controlar será la velocidad del agua en las tuberías y se comparara esta con la dada como mínima en la RAS-2000(B.6.4.3.3 y B.6.4.3.4) velocidad mayor a 0.5 para evitar la acumulación de sedimentos en las tuberías y menor de 1.5.

LUIS ANDRES DIAZ SUAREZ
HERNAN DARIO MONSALVE



De aquí se observa que la gran mayoría de tuberías no cumplen el parámetro de velocidad a pesar de poseer el diámetro más pequeño permitido por la norma. Se anexa el modelo simulando las 24 horas de consumo y funcionamiento general de la red.

2.11 OPTIMIZACION DEL ACUEDUCTO

Para mejorar el acueducto según el programa y las iteraciones realizadas solo se necesita realizar un cambio de las siguientes tuberías para mejorar la presión en el sistema de acueducto.

- Tubería de conducción de 3" cambiar a 4"
- Tubería 1-2 de 1 ½" cambiar a tubería de 2"
- Tubería 1-7 de 3" cambiar a 4"
- Tubería 7-8 de 2" cambiar a 3"

Al realizar estos cambios en la red produciría un efecto positivo en cuanto a presiones. En cuanto a velocidades es común en municipios pequeños bajas velocidades que se presentan en las tuberías. Se propone la instalación de purgas en las tuberías para evitar la sedimentación aunque exista planta de tratamiento se necesita un estudio detallado de su funcionamiento ya que al ser una planta compacta no se puede asegurar su correcto funcionamiento en el tratamiento del agua que llega a la red.

Válvulas de purga

Las válvulas de purga Swagelok pueden usarse en dispositivos de instrumentación, tales como manifolds o válvulas con toma para manómetros, para ventear la presión de la conducción de señal a la atmósfera antes de retirar un instrumento o para facilitar la calibración de los dispositivos de control.

- Compactas para facilitar la instalación
- Conexiones finales SAE y NPT macho
- Orificio de 3,2 mm (0,125 pulg); coeficiente de caudal (C_v) de 0,25

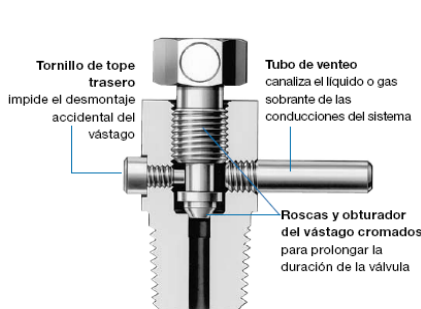


Imagen 8: Válvulas de purga para las tuberías.



2.11.1 NUDOS EN LA RED OPTIMIZADA

25: Resultados para nodos en la red para las 3 pm hora crítica acueducto optimizado.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 2	1961.14	0.4002	0.40	1975.02	13.88
Nudo 3	1958.7	0.2165	0.22	1973.27	14.57
Nudo 4	1947.66	0.3259	0.33	1970.85	23.19
Nudo 5	1946.78	0.4786	0.48	1972.66	25.88
Nudo 6	1948	0.5140	0.51	1974.26	26.26
Nudo 7	1950.1	0.5087	0.51	1975.69	25.59
Nudo 8	1951.36	0.4468	0.45	1974.65	23.29
Nudo 9	1949.29	0.3691	0.37	1972.21	22.92
Nudo 10	1952	0.1625	0.16	1971.42	19.42
Nudo 12`	1953.41	0.1890	0.19	1970.39	16.98
Nudo 12	1954.39	0.1748	0.17	1969.11	14.72
Nudo 14	1944.27	0.3029	0.30	1971.29	27.02
Nudo 11	1950.15	0.1554	0.16	1971.21	21.06
Nudo 11`	1945.59	0.1042	0.10	1971.21	25.62



TABLA 26: Resultados para nodos en la red para las 3 pm hora crítica acueducto optimizado.

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 13	1941.25	0.1077	0.11	1971.22	29.97
Nudo 15	1943.21	0.4989	0.50	1971.27	28.06
Nudo 16	1941.89	0.5104	0.51	1971.25	29.36
Nudo 17	1941.26	0.5157	0.52	1970.98	29.72
Nudo 18	1940	0.5263	0.53	1970.54	30.54
Nudo 19	1941.3	0.3903	0.39	1970.27	28.97
Nudo 20	1928.45	0.3912	0.39	1969.89	41.44
Nudo 21	1933	0.3967	0.40	1969.97	36.97
Nudo 22	1935.42	0.4921	0.49	1970.01	34.59
Nudo 23	1937.61	0.4822	0.48	1970.03	32.42
Nudo 24	1938.1	0.4857	0.49	1970.03	31.93
Nudo 25	1934	0.0954	0.10	1970.01	36.01
Nudo 26	1934.1	0.0954	0.10	1970.01	35.91
Nudo 27	1926.37	0.0954	0.10	1969.99	43.62

TABLA 27: Resultados para nodos en la red para las 3 pm hora crítica acueducto optimizado.

Nudo 32	1925.48	0.1325	0.13	1969.82	44.34
Nudo 31	1938.23	0.1360	0.14	1969.97	31.74
Nudo 28	1955.6	0.2738	0.27	1968.89	13.29
Nudo 29	1948.75	0.1060	0.11	1968.86	20.11
Nudo 30	1956.2	0.1272	0.13	1968.84	12.64
Embalse 34	1978.5	Sin Valor	-10.61	1978.50	0.00

2.11.2 TUBERIAS EN LA RED OPTIMIZADA

Ahora los datos de las tuberías observando especialmente el parámetro de velocidad.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km
Tubería 11-11'	33	38.1	120	0.00	0.00	0.00
Tubería 23-24	73	38.1	120	0.02	0.02	0.03
Tubería 4-4'	17	38.1	120	0.03	0.03	0.05
Tubería 4-4"	21	38.1	120	0.04	0.03	0.08
Tubería 8-33	38	38.1	120	0.07	0.06	0.23
Tubería 15-16	74	38.1	120	0.07	0.06	0.26
Tubería 14-15	65.5	38.1	120	0.08	0.07	0.32
Tubería 22-23	74	38.1	120	-0.08	0.07	0.35
Tubería 24-25	54	38.1	120	0.10	0.08	0.44
Tubería 22-27	54	38.1	120	0.10	0.08	0.44
Tubería 23-26	54	38.1	120	0.10	0.08	0.44
Tubería 21-22	78.6	38.1	120	-0.10	0.09	0.50
Tubería 11'-13	26	38.1	120	-0.10	0.09	0.51
Tubería 28-29	60	38.1	120	0.11	0.09	0.54

TABLA 28: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica acueducto optimizado.



TABLA 29: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica acueducto optimizado.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Estado
Tubería 28-29	60	38.1	120	0.11	0.09	Abierta
Tubería 28-30	72	38.1	120	0.13	0.11	Abierta
Tubería 20-32	75	38.1	120	0.13	0.12	Abierta
Tubería 24-31	77	38.1	120	0.14	0.12	Abierta
Tubería 20-21	74	38.1	120	-0.16	0.14	Abierta
Tubería 13-14	35	38.1	120	-0.21	0.18	Abierta
Tubería 16-17	75	38.1	120	0.30	0.26	Abierta
Tubería 18-19	74	38.1	120	0.30	0.26	Abierta
Tubería 19-20	72.5	38.1	120	0.36	0.32	Abierta
Tubería 17-18	77	38.1	120	0.38	0.33	Abierta
Tubería 4-19	74.5	38.1	120	0.45	0.40	Abierta
Tubería 18-21	72	38.1	120	0.45	0.40	Abierta
Tubería 12-28	23	38.1	120	0.51	0.44	Abierta
Tubería 2-6	73	38.1	120	0.52	0.46	Abierta

TABLA 30: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica acueducto optimizado.

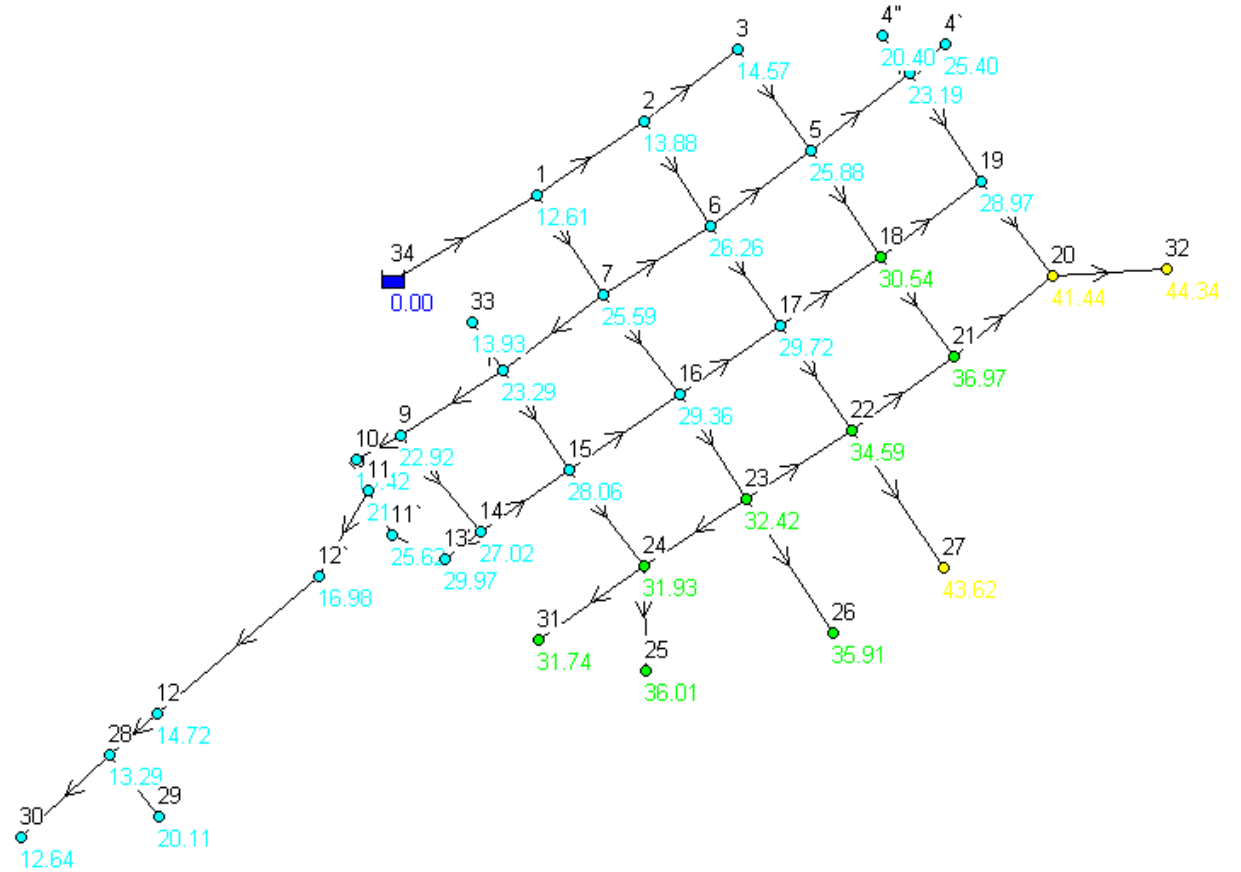
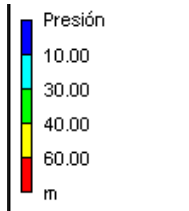
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Estado
Tubería 10-11	24	50.8	120	1.03	0.51	Abierta
Tubería 9-14	71	38.1	120	0.59	0.52	Abierta
Tubería 3-5	47	38.1	120	0.59	0.52	Abierta
Tubería 17-22	72	38.1	120	0.61	0.53	Abierta
Tubería 9-10	68	50.8	120	1.19	0.59	Abierta
Tubería 12'-12	76	38.1	120	0.68	0.60	Abierta
Tubería 16-23	72	38.1	120	0.68	0.60	Abierta
Tubería 15-24	71	38.1	120	0.70	0.61	Abierta
Tubería 2-3	75.6	38.1	120	0.81	0.71	Abierta
Tubería 5-4	72	38.1	120	0.85	0.74	Abierta
Tubería 11-12'	31	38.1	120	0.87	0.76	Abierta
Tubería 5-18	75	38.1	120	0.90	0.79	Abierta
Tubería 5-6	77	50.8	120	-1.63	0.81	Abierta
Tubería 7-8	73	76.2	120	3.85	0.84	Abierta



TABLA 31: Resultados para tuberías en la red para las 3 pm hora crítica acueducto optimizado.

Tubería 7-8	73	76.2	120	3.85	0.84	Abierta
Tubería 1-2	78	50.8	120	1.73	0.86	Abierta
Tubería 6-7	73	63.5	120	-2.83	0.89	Abierta
Tubería 8-15	72	38.1	120	1.19	1.04	Abierta
Tubería 6-17	68	38.1	120	1.21	1.06	Abierta
Tubería 1-7	74	101.6	120	8.61	1.06	Abierta
Tubería 8-9	70	50.8	120	2.15	1.06	Abierta
Tubería 7-16	68	38.1	120	1.42	1.24	Abierta
Tubería conduccion	73	101.6	120	10.61	1.31	Abierta

Existen 27 tuberías que tienen una velocidad baja a pesar de tener un diámetro mínimo en especial la tubería 11-11' esta tubería tiene por demás una velocidad demasiado baja la cual no es cero si no que tiene que tener más cifras decimales para percibirla y esto ocurrió a los cambios de diámetros para optimizar la presión se recomienda purgar esta tubería más seguido que las otras si se realizara la optimización del acueducto.



Grafica10: presiones en la red de acueducto optimizado.

3. ALCANTARILLADO

3.1 GENERALIDADES DEL ALCANTARILLADO

El casco urbano cuenta con una cobertura de redes de alcantarillado de los 95% conectadas solo en las zonas construidas, las viviendas faltantes se deben conectar al respectivo colector que se conectará al futuro interceptor final que conducirá las aguas servidas a un sistema de tratamiento. Los lotes dentro del perímetro urbano tienen la disponibilidad de cobertura sanitaria.

El sistema de alcantarillado presenta algunos sectores donde se rebosa, especialmente en invierno, debido a la falta de contar con un sistema separado de aguas lluvias, el sistema existente fue diseñado para un sistema sanitario convencional. Se debe diseñar y construir el colector de aguas lluvias, utilizando el sistema de rejillas, ya que las condiciones topográficas lo permiten y así descongestionar el alcantarillado sanitario

El vertimiento de las aguas residuales, a la quebrada Panamá se efectúa sin ningún tipo de tratamiento, contaminando la fuente hídrica y causando un impacto negativo por el aporte de sustancias tóxicas y microorganismos a los cuerpos de agua, deteriorando de esta forma la vida acuática.

Los desechos de las aguas residuales modifican la calidad de los cuerpos de agua receptores, por la incorporación de compuestos orgánicos que provocan la descomposición y demanda de oxígeno, o por la fertilización y la descarga de sales minerales. Además, muchos líquidos son portadores de organismos patógenos (de origen doméstico, hospitales, etc.) o de sustancias tóxicas.

En síntesis se presta el servicio de captación de aguas residuales en todo el casco urbano, pero los colectores se rebosan en época de lluvias y su impacto ambiental es alto.

Ficha Técnica del Sistema de Alcantarillado

Fuentes receptoras de las aguas servidas: Quebrada Panamá, la Rosita y los Chochos.

Redes: El sistema de alcantarillado fue construido en la década del 50, el material de la redes es en Gres y cemento en diámetros que van desde las 8" hasta las 12". Cuenta con 20 pozos de inspección. El sistema es sanitario, no cuenta con interceptor final, que reúna todas las aguas y las deposite o vierta a un solo sitio, las entregas finales a los cuerpos de agua son siete (7), que se hacen a través de emisarios, el primero a la altura del hospital y los restantes paralelos a las calles 4, 5, 6, y 7.

Frente a la terminación de la calle 5 en la orilla Norte de la quebrada Panamá se ubica un lote destinado a cocheras comunales, que también entrega sus residuos a la misma fuente, contaminando el agua y el ambiente, pues generalmente es un foco productor de moscas que invade constantemente el espacio residencial.

3.2 METODOLOGIA GENERAL PARA LA VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE ACUEDUCTO

Para la realización de la verificación del funcionamiento de la red de acueducto, se procedió en forma general a seguir la siguiente metodología de trabajo.

- ✚ Realización de una visita al casco urbano municipal, para identificar en forma general las condiciones generales del sistema de conducción de aguas, al igual que identificar variables determinantes de diseño, tales como accidentes geográficos, zonas de no intervención, límites geográficos, etc.
- ✚ Realización de un levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico del casco urbano, identificando las calles y el sistema de alcantarillado existente.
- ✚ Verificación del estado de las estructuras levantadas topográficamente, identificando de forma cualitativa el estado actual de las estructuras.
- ✚ Verificación del Plan de Expansión Urbano contemplado en el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio, a fin de identificar calles futuras y zonas de crecimiento urbano, y por consiguiente, las zonas máximas de alcance del sistema de alcantarillado.
- ✚ Realización de los planos de diseño del alcantarillado.

3.3 VERIFICACION DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO Y DIAGNOSTICO

3.3.1 CALCULO DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES

<i>Población Actual del municipio</i>		
<i>Población Actual=</i>	<i>860</i>	<i>hab.</i>

Contribuciones de Aguas Residuales

$Q_D = \text{Domésticas}$

$$Q_D = \frac{C \cdot P \cdot R}{86400}$$

C = Consumo medio diario por habitante (Dotación Neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades.)

P =
Población

R = coeficiente de retorno

$R = 0,80$

TABLA D.3.1

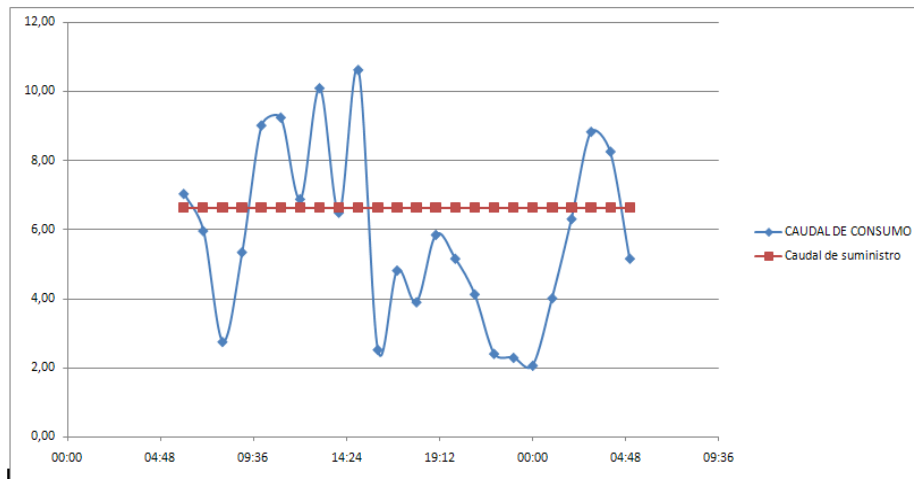
Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,7 - 0,8
Medio alto y alto *	0,8 - 0,85

Puede ser definido por la empresa prestadora del servicio

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la red de distribución de agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

Para obtener el consumo medio diario por habitante, se realizo una medición en el tanque de distribución el día de mayor consumo, que es un domingo día de mercado, se tomo en un tiempo de referencia para poder determinar en cuanto se disminuye el de nivel el tanque y de ahí obtener un caudal a ciertas horas del día, este trabajo se realizo en el transcurso de 12 horas del día, de allí se obtuvo esta grafica:



Esquema 2: Curva de distribución horaria del consumo de la población y suministro en el tanque...

De esta grafica se obtiene el caudal máximo horario, y con esto se logra obtener el aporte doméstico.

$$Q_{MH} = 10,61 \text{ L/s} \quad Q_{MH}, \text{ Caudal máximo horario.}$$

$$Q_{MH} = Q_{MD} * K_2$$

El parametro k2 se define según el nivel de complejidad.

TABLA B.2.6

Coefficiente de consumo máximo horario, k_2 , según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución.

Nivel de complejidad del sistema	Red menor de distribución	Red secundaria	Red matriz
Bajo	1.60	-	-
Medio	1.60	1.50	-
Medio alto	1.50	1.45	1.40
Alto	1.50	1.45	1.40

$$k_2 = 1,60$$

De aquí despejamos QMD:

$$Q_{MD} = 6,631 \text{ L/s} \quad Q_{MD}, \text{ Caudal máximo diario.}$$

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_1$$

El parametro k1 se define según el nivel de complejidad.

$$k_1 = 1,30$$

TABLA B.2.5
Coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de consumo máximo diario - k_1
Bajo	1.30
Medio	1.30
Medio alto	1.20
Alto	1.20

De aquí despejamos Q_{md} :

$$Q_{md} = 5,10 \text{ L/s}$$

Q_D , aporte doméstico.

$$Q_D = \frac{Q_{md}}{R}$$

Q_{md} , Caudal medio diario.

De aquí obtenemos Q_D :

$$Q_D = 6,38 \text{ L/s}$$

Qc= Comerciales

Para zonas mixtas comerciales y residenciales pueden ponderarse los caudales medios con base en la concentración comercial relativa a la residencial, utilizando como base los valores de la tabla D.3.3.

TABLA D.3.3
Contribución comercial

Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (L/s-ha com)
Cualquier	0,4 - 0,5

$$\text{Área comercial} = 2534 \text{ m}^2$$

$$\text{contribución comercial} = 0,5 \text{ L/s-ha com}$$

$$Q_C = 0,13 \text{ L/s}$$

QIN=Aporte Institucionales

Para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse a partir de los valores por unidad de área institucional, presentados en la tabla D.3.4.

TABLA D.3.4
Contribución institucional mínima en zonas residenciales

Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional (L s-ha inst)
Cualquier	0,4 - 0,5

Área Institucional= 14595,4 m²
Contribución comercial= 0,5 L/s-ha inst

QIN= 0,73 L/s

QMD= Caudal Medio Diario de Aguas Residuales

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

QD= 6,38 L/s
 QI= 0 L/s QI = INDUSTRIALES
 QC= 0,13 L/s
 QIN= 0,73 L/s

QMD= 7,24 L/s

QCE=Caudal de Conexiones Erradas

Para el nivel bajo de complejidad del sistema el aporte de conexiones erradas puede estimarse en 5 L/hab-día.

QCE= 0,05 L/s

QINF=Caudal de Infiltración

En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base en los valores de la tabla D.3.7.

TABLA D.3.7

Aportes por Infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / s · ha)	Infiltración media (L / s · ha)	Infiltración baja (L / s · ha)
Bajo y medio	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto *	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

*Puede ser definido por la empresa prestadora del servicio

Aporte por infiltración= 0,30 L/s-ha
 Área Total (municipio)= 91725,41 m²

QINF= 2,752 L/s

QMH=Caudal Máximo Horario

$$Q_{MH} = F \cdot Q_{MD}$$

F=Factor de Mayoración

Para el cálculo del factor de mayoración se utilizo dos ecuaciones que son las de Babbitt y Harmon.

Ecuación de Babbitt

$$F = \frac{5}{P^{0.2}} \quad F = 1,29$$

Ecuación de Harmon

Se utilizó el $F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.05})}$ mayor, $F = 1,42$.

QMH= 10,28 L/s

Caudal de Diseño

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEf}$$

- QMH= 10,28 L/s
- QINF= 2,752 L/s
- QCE= 0,05 L/s

QDT= 13,08 L/s

DATOS DE ENTRADA A LA TABLA

QDT= 1,121 L/s-ha	AREA TOTAL DEL MUNICIPIO 91725,41 m2 9,17 Ha
QINF= 0,84 L/s-km	LONGITUD TOTAL DE TUBERIA 3263,83 m 3,26 km
QCE= 0,456 L/s-ha	

TABLA 32: Verificación diseño de alcantarillado.

TRAMO	POZO		Area Tributaria (Ha)			Q Residual		Infiltración				Con Erradas		Q Diseño	Cota Clave		S		
	De	A	Par.	Par.	Total	L/s.ha	L/s	L(m)		L Tot.(km)	C(L/s-km)	L/s	L/s.ha	L/s	L/s	Pi	Pf	%	
	1		m2	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11			12		
TRAYECTORIA 1	1	1	2	3281,21	0,328	0,33	1,12	0,370	63,96	0,064	0,064	0,84	0,0538	0,46	0,152	0,5758	1954,47	1951,55	4,5654
	2	2	3	2864,72	0,286	0,62	1,12	0,694	67,90	0,068	0,132	0,84	0,1109	0,46	0,285	1,0899	1951,55	1948,80	4,0501
	3	3	4	974,98	0,097	0,72	1,12	0,806	31,22	0,031	0,163	0,84	0,1369	0,46	0,331	1,2739	1948,80	1947,97	2,6586
	4	5	4	1207,92	0,121	0,12	1,12	0,134	32,39	0,032	0,032	0,84	0,0269	0,46	0,055	0,2159	1951,47	1947,97	10,8058
	5	4	6	1466,56	0,147	0,99	1,12	1,109	69,32	0,069	0,264	0,84	0,2218	0,46	0,455	1,7858	1947,97	1943,04	7,1119
	6	6	7	2207,65	0,221	1,21	1,12	1,355	64,89	0,065	0,329	0,84	0,2764	0,46	0,557	2,1884	1943,04	1941,55	2,2962
	7	7	8	2898,52	0,290	1,50	1,12	1,680	69,89	0,07	0,399	0,84	0,3352	0,46	0,690	2,7052	1941,55	1937,23	6,1811
	8	8	9	3030,52	0,303	1,80	1,12	2,016	71,97	0,072	0,471	0,84	0,3956	0,46	0,828	3,2396	1937,22	1936,08	1,5840
	9	9	9'	1249,56	0,125	1,93	1,12	2,1616	48,85	0,049	0,520	0,84	0,4368	0,46	0,888	3,4864	1936,08	1933,86	4,5445
	10	9'	30	429,60	0,043	1,97	1,12	2,2064	33,20	0,033	0,5532	0,84	0,4647	0,46	0,906	3,5771	1933,86	1928,64	15,7229

TRAMO	POZO		Diametro		Dc		Q II	V II	Q/QII	θ		K	Y/Dc	
	De	A	m	Pul	Pul	m	m3/s	m/s						
	1		13	14	15	16	17	18	19					
TRAYECTORIA 1	1	1	2	0,0330	1,2992	8	0,2032	0,073184	2,2544	0,00787	48,1035	0,5759164	2,4552752	0,264773
	2	2	3	0,0429	1,6890	8	0,2032	0,068930	2,1234	0,01581	98,2170	1,0898891	4,9332097	0,298948
	3	3	4	0,0492	1,9370	8	0,2032	0,055847	1,7204	0,02281	142,2134	1,2738243	7,1164462	0,704275
	4	5	4	0,0195	0,7677	8	0,2032	0,112591	3,4684	0,00192	10,5309	0,2159368	0,5983818	0,237353
	5	4	6	0,0465	1,8307	8	0,2032	0,09134132	2,8138	0,01955085	122,6886	1,7857909	6,0998328	0,458426
	6	6	7	0,0620	2,4409	8	0,2032	0,05190143	1,5988	0,04216454	266,3019	2,1883347	13,1549449	0,320714
	7	7	8	0,0558	2,1969	8	0,2032	0,08515445	2,6232	0,03176816	198,6692	2,7051799	9,9115918	0,317128
	8	8	9	0,0770	3,0315	8	0,2032	0,04310742	1,3279	0,07515179	473,7092	3,2396263	23,4475500	0,664689
	9	9	9'	0,0650	2,5591	8	0,2032	0,07301591	2,2493	0,0477485	298,6273	3,4701909	14,8282690	0,456057
	10	9'	30	0,0520	2,0472	8	0,2032	0,13581282	4,1837	0,02633846	165,9010	3,5619829	8,1828699	0,351426

	TRAMO	POZO		V / VII	d / D	V	Chequeo	V2/2.g	d	E	H	Nf
		De	A									
		1										
TRAYECTORIA 1	1	1	2	1,01147	0,264773	2,28025797	BIEN	0,26512	0,05380187	0,31892	0,05380187	3,14
	2	2	3	1,00499	0,298948	2,13399577	BIEN	0,23220	0,06074623	0,29295	0,06074623	2,76
	3	3	4	1,00349	0,704275	1,7264042	BIEN	0,15197	0,14310868	0,29508	0,14310868	1,46
	4	5	4	1,05582	0,237353	3,66200609	BIEN	0,68378	0,04823013	0,73201	0,04823013	5,32
	5	4	6	1,00090	0,458426	2,81633242	BIEN	0,40443	0,09315216	0,49758	0,09315216	2,95
	6	6	7	0,99832	0,320714	1,59611402	BIEN	0,12990	0,06516908	0,19507	0,06516908	2,00
	7	7	8	1,00228	0,317128	2,6291809	BIEN	0,35247	0,06444041	0,41691	0,06444041	3,31
	8	8	9	0,99912	0,664689	1,32673145	BIEN	0,08975	0,1350648	0,22481	0,1350648	1,15
	9	9	9'	1,00039	0,456057	2,25017723	BIEN	0,25817	0,09267078	0,35084	0,09267078	2,36
	10	9'	30	0,99772	0,351426	4,17416116	BIEN	0,88842	0,07140976	0,95983	0,07140976	4,99

	TRAMO	POZO		Cota Razante		Cota Clave		Cota Batea		Cota Energia		Prof. a Clave	
		De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A
		1		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
TRAYECTORIA 1	1	1	2	1954,95	1952,45	1954,47	1951,55	1954,27	1951,35	1957,41	1954,49	0,48	0,90
	2	2	3	1952,45	1949,6	1951,55	1948,80	1951,35	1948,60	1954,11	1951,36	0,90	0,80
	3	3	4	1949,60	1950,04	1948,80	1947,97	1948,60	1947,77	1950,06	1949,23	0,80	2,07
	4	5	4	1952,07	1950,04	1951,47	1947,97	1951,27	1947,77	1956,59	1953,09	0,60	2,07
	5	4	6	1950,04	1944,60	1947,97	1943,04	1947,77	1942,84	1950,72	1945,79	2,07	1,56
	6	6	7	1944,60	1943,10	1943,04	1941,55	1942,84	1941,35	1944,84	1943,35	1,56	1,55
	7	7	8	1943,10	1937,98	1941,55	1937,23	1941,35	1937,03	1944,66	1940,34	1,55	0,75
	8	8	9	1937,98	1937,28	1937,22	1936,08	1937,02	1935,88	1938,17	1937,03	0,76	1,20
	9	9	9'	1937,28	1934,61	1936,08	1933,86	1935,88	1933,66	1938,24	1936,02	1,20	0,75
	10	9'	30	1934,61	1930,62	1933,86	1928,64	1933,66	1928,44	1938,65	1933,43	0,75	1,98

TRAMO	POZO		Area Tributaria (Ha)			Q Residual		Infiltración				Con Erradas		Q Diseño	Cota Clave		S	
	De	A	Par.	Par.	Total	L/s.ha	L/s	L(m)		L Tot.(km)	C(L/s-km)	L/s	L/s.ha	L/s	L/s	Pi	Pf	%
	1		m2	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11			12	
12	14	14'	601,96	0,060	0,06	1,12	0,0672	21,67	0,022	0,0217	0,84	0,0182	0,46	0,028	0,1134	1964,29	1958,44	26,9958
13	14'	12	1428,46	0,143	0,20	1,12	0,224	38,68	0,039	0,0604	0,84	0,0507	0,46	0,092	0,3667	1958,44	1948,69	25,2068
14	5	12	819,77	0,082	0,08	1,12	0,0896	28,93	0,029	0,029	0,84	0,0244	0,46	0,037	0,1510	1951,47	1950,86	2,1085
15	12	7	2506,61	0,251	0,53	1,12	0,5936	71,06	0,071	0,160	0,84	0,1344	0,46	0,244	0,9720	1948,90	1941,67	10,1745
16	7	13	2642,26	0,264	0,79	1,12	0,8848	72,15	0,072	0,232	0,84	0,1949	0,46	0,363	1,4427	1941,55	1940,70	1,1781
17	13	9	2610,04	0,261	1,05	1,12	1,176	70,66	0,071	0,303	0,84	0,2545	0,46	0,483	1,9135	1940,70	1936,12	6,4817
18	9	10	2839,15	0,284	1,33	1,12	1,4896	70,58	0,071	0,374	0,84	0,3142	0,46	0,612	2,4158	1936,10	1933,83	3,2162
19																		
20	16	15'	1268,04	0,127	0,13	1,12	0,1456	31,94	0,032	0,032	0,84	0,0269	0,46	0,060	0,2325	1960,82	1954,25	20,5698
21	15'	15	1036,61	0,104	0,23	1,12	0,2576	28,58	0,029	0,061	0,84	0,0512	0,46	0,106	0,4148	1954,25	1948,39	20,5038
22	12	15	2469,01	0,247	0,25	1,12	0,28	71,70	0,072	0,072	0,84	0,0605	0,46	0,115	0,4555	1950,66	1948,42	3,1241
23	15	13	1323,84	0,132	0,61	1,12	0,6832	71,17	0,071	0,204	0,84	0,1714	0,46	0,281	1,1356	1948,37	1940,75	10,7068
24	13	17	1300,58	0,130	0,74	1,12	0,8288	70,81	0,071	0,275	0,84	0,231	0,46	0,340	1,3998	1940,83	1939,83	1,4122
25	17	10	2712,96	0,271	1,01	1,12	1,1312	71,19	0,071	0,346	0,84	0,2906	0,46	0,465	1,8868	1939,81	1933,97	8,2034

TRAMO	POZO		Diametro		Dc		Q II	V II	q/QII	θ	K	Y/Dc	
	De	A	m	Pul	Pul	m	m3/s	m/s					
	1		13	14	15	16	17	18	19				
12	14	14'	0,0129	0,5079	8	0,2032	0,17796006	5,4821	0,00063722	3,4639	0,1133982	0,1988100	0,580229
13	14'	12	0,0202	0,7953	8	0,2032	0,17196233	5,2973	0,00213244	14,7488	0,3666351	0,6652047	0,269296
14	5	12	0,0231	0,9094	8	0,2032	0,0497349	1,5321	0,0030361	20,6806	0,1509973	0,9472454	0,804688
15	12	7	0,0346	1,3622	8	0,2032	0,1092524	3,3655	0,00889683	54,4843	0,9720538	2,7759645	0,756473
16	7	13	0,0601	2,3661	8	0,2032	0,03717625	1,1452	0,03880704	242,7895	1,4427285	12,1080352	0,714521
17	13	9	0,0485	1,9094	8	0,2032	0,08720049	2,6862	0,02194368	136,3986	1,9134638	6,8463001	0,195397
18	9	10	0,0604	2,3780	8	0,2032	0,06142511	1,8922	0,03932919	247,8735	2,4157965	12,2706895	0,577763
19					8	0,2032							
20	16	15'	0,0177	0,6969	8	0,2032	0,15534221	4,7854	0,0014967	9,4200	0,2324638	0,4668963	0,501194
21	15'	15	0,0220	0,8661	8	0,2032	0,1550928	4,7777	0,00267453	16,1314	0,4148127	0,8344782	0,605070
22	12	15	0,0325	1,2795	8	0,2032	0,06053923	1,8649	0,00752405	47,1986	0,4555037	2,3475216	0,481327
23	15	13	0,0363	1,4291	8	0,2032	0,11207385	3,4525	0,0101326	65,0545	1,1357014	3,1616549	0,278262
24	13	17	0,0574	2,2598	8	0,2032	0,04070264	1,2539	0,03439089	216,5921	1,3997677	10,7297106	0,455610
25	17	10	0,0462	1,8189	8	0,2032	0,09810054	3,0220	0,01923333	121,9165	1,8868105	6,0008322	0,649100

	TRAMO	POZO		V / VII	d / D	V	Chequeo	V2/2.g	d	E	H	Nf	
		De	A			m/s	V>0.6 m/seg	m	m	m	m		
		1		20	21	22		23	24	25	26	27	
TRAYECTORIA 2	12	14	14'	1,06007	0,580229	5,81140975	CAMBIE	1,72203	0,11790253	1,83993	0,11790253	5,40	
	13	14'	12	0,96264	0,269296	5,09939287	CAMBIE	1,32591	0,05472095	1,38063	0,05472095	6,96	
	14	5	12	0,96860	0,804688	1,48399206	BIEN	0,11229	0,1635126	0,27580	0,1635126	1,17	
	15	12	7	1,01075	0,756473	3,40167913	BIEN	0,59002	0,15371531	0,74374	0,15371531	2,77	
	16	7	13	1,00213	0,714521	1,14763928	BIEN	0,06716	0,14519067	0,21235	0,14519067	0,96	
	17	13	9	1,00472	0,195397	2,69887886	BIEN	0,37140	0,03970467	0,41110	0,03970467	4,32	
	18	9	10	0,99917	0,577763	1,89062947	BIEN	0,18226	0,11740144	0,29966	0,11740144	1,76	
	19												
	20	16	15'	0,99966	0,501194	4,78377296	BIEN	1,16686	0,10184262	1,26870	0,10184262	4,79	
	21	15'	15	1,01691	0,605070	4,85849091	BIEN	1,20360	0,12295022	1,32655	0,12295022	4,42	
	22	12	15	1,00105	0,481327	1,86685815	BIEN	0,17771	0,09780565	0,27552	0,09780565	1,91	
	23	15	13	0,99184	0,278262	3,4243276	BIEN	0,59790	0,05654284	0,65444	0,05654284	4,60	
	24	13	17	0,99946	0,455610	1,25322289	BIEN	0,08008	0,09257995	0,17266	0,09257995	1,32	
	25	17	10	0,99688	0,649100	3,01257136	BIEN	0,46276	0,13189712	0,59466	0,13189712	2,65	

	TRAMO	POZO		Cota Razante		Cota Clave		Cota Batea		Cota Energia		Prof. a Clave	
		De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A
		1		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
TRAYECTORIA 2	12	14	14'	1968,66	1961,34	1964,29	1958,44	1964,09	1958,24	1969,49	1963,64	4,37	2,90
	13	14'	12	1961,34	1951,39	1958,44	1948,69	1958,24	1948,49	1965,20	1955,45	2,90	2,70
	14	5	12	1952,07	1951,39	1951,47	1950,86	1951,27	1950,66	1952,44	1951,83	0,60	0,53
	15	12	7	1951,39	1943,10	1948,90	1941,67	1948,70	1941,47	1951,47	1944,24	2,49	1,43
	16	7	13	1943,10	1941,91	1941,55	1940,70	1941,35	1940,50	1942,31	1941,46	1,55	1,21
	17	13	9	1941,91	1937,28	1940,70	1936,12	1940,50	1935,92	1944,82	1940,24	1,21	1,16
	18	9	10	1937,28	1935,34	1936,10	1933,83	1935,90	1933,63	1937,66	1935,39	1,18	1,51
	19												
	20	16	15'	1962,52	1954,79	1960,82	1954,25	1960,62	1954,05	1965,41	1958,84	1,70	0,54
	21	15'	15	1954,79	1949,16	1954,25	1948,39	1954,05	1948,19	1958,47	1952,61	0,54	0,77
	22	12	15	1951,39	1949,16	1950,66	1948,42	1950,46	1948,22	1952,37	1950,13	0,73	0,74
	23	15	13	1949,16	1941,91	1948,37	1940,75	1948,17	1940,55	1952,77	1945,15	0,79	1,16
	24	13	17	1941,91	1941,41	1940,83	1939,83	1940,63	1939,63	1941,95	1940,95	1,08	1,58
	25	17	10	1941,41	1935,34	1939,81	1933,97	1939,61	1933,77	1942,26	1936,42	1,60	1,37

TRAMO	POZO		Area Tributaria (Ha)			Q Residual		Infiltración					Con Erradas		Q Diseño	Cota Clave		S	
	De	A	Par.	Par.	Total	L/s.ha	L/s	L(m)		L Tot.(km)	C(L/s-km)	L/s	L/s.ha	L/s	L/s	Pi	Pf	%	
	1		m2	2	3	4	5	6		7	8	9		10	11			12	
TRAYECTORIA 2	27	10	11	2598,05	0,260	2,60	1,12	2,912	76,55	0,077	0,077	0,84	0,0647	0,46	1,196	4,1727	1933,81	1931,54	2,9654
	28																		
	29	22	22'	375,07	0,038	0,04	1,12	0,0448	14,01	0,014	0,014	0,84	0,0118	0,46	0,018	0,0746	1952,40	1949,97	17,3448
	30	22'	21	1172,15	0,117	0,16	1,12	0,1792	29,52	0,03	0,044	0,84	0,037	0,46	0,074	0,2902	1949,97	1945,69	14,4986
	31	20	18	2590,76	0,259	0,26	1,12	0,2912	62,5	0,063	0,063	0,84	0,0529	0,46	0,120	0,4641	1958,32	1947,38	17,5040
	32	18	21	2458,59	0,246	0,51	1,12	0,5712	75,76	0,076	0,139	0,84	0,1168	0,46	0,235	0,9230	1947,36	1945,53	2,4155
	33	23	21	2393,43	0,239	0,24	1,12	0,2688	71,2	0,071	0,071	0,84	0,0596	0,46	0,110	0,4384	1945,85	1944,80	1,4747
	34																		
	35	21	19	2775,82	0,278	1,19	1,12	1,3328	72,48	0,072	0,326	0,84	0,2738	0,46	0,547	2,1536	1944,83	1938,99	8,0574
	36	18	17	1395,61	0,140	0,14	1,12	0,1568	71,67	0,072	0,072	0,84	0,0605	0,46	0,064	0,2813	1947,57	1939,98	10,5902
	37	17	19	2798,47	0,280	0,42	1,12	0,4704	75,92	0,076	0,148	0,84	0,1243	0,46	0,193	0,7877	1940,00	1938,85	1,5148
	38	23	24	2257,78	0,226	0,23	1,12	0,2576	71,77	0,072	0,072	0,84	0,0605	0,46	0,106	0,4241	1945,63	1940,45	7,2175
	39	24	19	2664,07	0,266	0,50	1,12	0,56	72,25	0,072	0,144	0,84	0,121	0,46	0,230	0,9110	1940,25	1938,92	1,8408
	40																		
	41	19	11	2712,18	0,271	2,38	1,12	2,6656	70,59	0,071	0,689	0,84	0,5788	0,46	1,095	4,3394	1938,78	1929,43	13,2455
	42	11	11'	479,23	0,048	5,03	1,12	5,6336	21,63	0,022	0,788	0,84	0,6619	0,46	2,314	8,6095	1929,32	1924,54	22,0989
43	11'	25	208,50	0,021	5,05	1,12	5,656	112,7	0,113	0,901	0,84	0,7568	0,46	2,323	8,7358	1923,51	1922,66	0,7542	

TRAMO	POZO		Diametro		Dc		Q II	V II	Q/QII	θ	K	Y/Dc				
	De	A	m	Pul	Pul	m	m3/s	m/s								
	1		13	14	15	16	17	18	19							
TRAYECTORIA 2	27	10	11	0,0753	2,9646	8	▼	0,2032	0,05898154	1,8169	0,07074587	443,7655	4,1727457	22,0729520	0,694925	
	28					8	▼	0,2032								
	29	22	22'	0,0120	0,4724	8	▼	0,2032	0,14264584	4,3942	0,00052297	3,1339	0,0707860	0,1548256	0,498077	
	30	22'	21	0,0206	0,8110	8	▼	0,2032	0,13041798	4,0176	0,00222515	14,6429	0,2740042	0,6555025	0,246142	
	31	20	18	0,0237	0,9331	8	▼	0,2032	0,14329898	4,4144	0,00323868	21,3524	0,4640600	1,0103821	0,656986	
	32	18	21	0,0444	1,7480	8	▼	0,2032	0,05323264	1,6398	0,01733899	109,6116	0,9229649	5,4095583	0,585612	
	33	23	21	0,0369	1,4528	8	▼	0,2032	0,04159358	1,2813	0,01054009	66,0930	0,4383983	3,2884948	0,529871	
	34					8	▼	0,2032								
	35	21	19	0,0487	1,9173	8	▼	0,2032	0,09722365	2,9950	0,02215099	139,9729	2,1383811	6,8622698	0,178127	
	36	18	17	0,0216	0,8504	8	▼	0,2032	0,11146192	3,4336	0,00252373	15,7698	0,2812974	0,7873970	0,515457	
	37	17	19	0,0457	1,7992	8	▼	0,2032	0,04215529	1,2986	0,01868567	116,7333	0,7877077	5,8299870	0,622338	
	38	23	24	0,0270	1,0630	8	▼	0,2032	0,09201695	2,8346	0,00460893	28,5436	0,4241050	1,4380041	0,567113	
	39	24	19	0,0465	1,8307	8	▼	0,2032	0,04647054	1,4315	0,01960382	122,8159	0,9110015	6,1164007	0,426817	
	40					8	▼	0,2032								
	41	19	11	0,0577	2,2717	8	▼	0,2032	0,12465469	3,8400	0,03481137	217,2944	4,3232016	10,8206027	0,629629	
	42	11	11'	0,0678	2,6693	8	▼	0,2032	0,16101257	4,9600	0,05347098	335,9714	8,5933097	16,6515735	0,544694	
43	11'	25	0,1284	5,0551	10	▼	0,254	0,05393174	1,0633	0,16197883	1015,6014	8,7195273	50,4432569	0,289981		

	TRAMO	POZO		V / VII	d / D	V	Chequeo	V2/2.g	d	E	H	Nf	
		De	A										
		1											20
TRAYECTORIA 2	27	10	11	1,00108	0,694925	1,81886225	BIEN	0,16869	0,14120876	0,30990	0,14120876	1,55	
	28												
	29	22	22'	0,99836	0,498077	4,38699351	BIEN	0,98132	0,10120925	1,08253	0,10120925	4,40	
	30	22'	21	0,95976	0,246142	3,85593178	BIEN	0,75812	0,05001605	0,80814	0,05001605	5,50	
	31	20	18	0,98130	0,656986	4,33185072	BIEN	0,95681	0,13349956	1,09031	0,13349956	3,79	
	32	18	21	0,99795	0,585612	1,63643841	BIEN	0,13655	0,11899636	0,25555	0,11899636	1,51	
	33	23	21	1,00120	0,529871	1,28283756	BIEN	0,08391	0,10766979	0,19158	0,10766979	1,25	
	34												
	35	21	19	0,99530	0,178127	2,9809235	BIEN	0,45309	0,03619541	0,48929	0,03619541	5,00	
	36	18	17	1,00261	0,515457	3,4425617	BIEN	0,60428	0,10474086	0,70902	0,10474086	3,40	
	37	17	19	1,00271	0,622338	1,30211921	BIEN	0,08645	0,12645908	0,21291	0,12645908	1,17	
	38	23	24	1,00620	0,567113	2,85217452	BIEN	0,41479	0,11523736	0,53003	0,11523736	2,68	
	39	24	19	1,00157	0,426817	1,43374746	BIEN	0,10481	0,08672921	0,19154	0,08672921	1,55	
	40												
	41	19	11	1,00154	0,629629	3,8459136	BIEN	0,75418	0,12794061	0,88212	0,12794061	3,43	
42	11	11'	0,99965	0,544694	4,958264	BIEN	1,25354	0,11068182	1,36422	0,11068182	4,76		
43	11'	25	1,00050	0,289981	1,06383165	BIEN	0,05771	0,07365517	0,13137	0,07365517	1,25		

	TRAMO	POZO		V / VII	d / D	V	Chequeo	V2/2.g	d	E	H	Nf
		De	A									
		1										
				20	21	22	V>0.6 m/seg	23	24	25	26	27
TRAYECTORIA 7	57	0	Pred1	0.98016	0.272948	3.6014999	BIEN	0.66137	0.05546303	0.71683	0.05546303	4.88
	58	Pred1	Pred	0.99078	0.575646	4.64319139	BIEN	1.09929	0.11697127	1.21626	0.11697127	4.33
	59	Pred	8v'	0.98896	0.803043	2.26353165	BIEN	0.26125	0.16317834	0.42443	0.16317834	1.79
	60	8v'	8v	1.00458	0.641870	1.98936977	BIEN	0.20179	0.13042798	0.33222	0.13042798	1.76
	61	8v	8'v	1.00213	0.563449	2.07120228	BIEN	0.21874	0.11449284	0.33323	0.11449284	1.95
	62	8'v	27	0.99382	0.677033	2.47192849	BIEN	0.31157	0.13757311	0.44914	0.13757311	2.13
	63	27	27'	1.00258	0.390261	1.79662336	BIEN	0.16459	0.07930104	0.24389	0.07930104	2.04
	64	27'	28	0.99741	0.595920	2.31548732	BIEN	0.27338	0.12109094	0.39447	0.12109094	2.12
	65	28	30	1.00138	0.615304	2.00876828	BIEN	0.20575	0.12502977	0.33078	0.12502977	1.81
	66	30	31	1.00004	0.506894	2.90291611	BIEN	0.42968	0.10300086	0.53268	0.10300086	2.89
	67	31	31'	1.00056	0.642019	2.01682879	BIEN	0.20740	0.13045826	0.33786	0.13045826	1.78
	68	31'	25	1.00027	0.605369	1.30945346	BIEN	0.08743	0.12301098	0.21044	0.12301098	1.19
	69	25	25'	1.00017	0.398746	1.53736131	BIEN	0.12051	0.10128148	0.22179	0.10128148	1.54
	70	25'	34	1.00034	0.655315	2.12532236	BIEN	0.23032	0.16645001	0.39677	0.16645001	1.66
	71	34	35	1.00000	0.497863	1.4029	BIEN	0.10035	0.1264572	0.22681	0.1264572	1.26
72	35	36	1.00007	0.433241	1.04067284	BIEN	0.05522	0.11004321	0.16526	0.11004321	1.00	

	TRAMO	POZO		Cota Razante		Cota Clave		Cota Batea		Cota Energia		Prof. a Clave	
		De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A
		1		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
TRAYECTORIA 7	57	0	Pred1	1955.39	1947.47	1954.49	1946.67	1954.29	1946.47	1959.17	1951.35	0.90	0.80
	58	Pred1	Pred	1947.47	1945.50	1945.37	1944.50	1945.17	1944.30	1949.50	1948.63	2.10	1.00
	59	Pred	8v'	1945.50	1942.15	1944.50	1940.95	1944.30	1940.75	1946.09	1942.54	1.00	1.20
	60	8v'	8v	1942.15	1939.68	1940.79	1938.58	1940.59	1938.38	1942.35	1940.14	1.36	1.10
	61	8v	8'v	1939.68	1938.86	1938.58	1938.10	1938.38	1937.90	1940.33	1939.85	1.10	0.76
	62	8'v	27	1938.86	1936.58	1937.82	1935.99	1937.62	1935.79	1939.75	1937.92	1.04	0.59
	63	27	27'	1936.58	1936.65	1935.86	1935.14	1935.66	1934.94	1937.70	1936.98	0.72	1.51
	64	27'	28	1936.65	1934.58	1935.14	1933.28	1934.94	1933.08	1937.06	1935.20	1.51	1.30
	65	28	30	1934.58	1930.62	1933.03	1929.22	1932.83	1929.02	1934.64	1930.83	1.55	1.40
	66	30	31	1930.62	1925.63	1929.22	1923.50	1929.02	1923.30	1931.91	1926.19	1.40	2.13
	67	31	31'	1925.63	1922.74	1923.43	1921.68	1923.23	1921.48	1925.01	1923.26	2.20	1.06
	68	31'	25	1922.74	1924.53	1921.68	1921.19	1921.48	1920.99	1922.67	1922.18	1.06	3.34
	69	25	25'	1924.53	1923.55	1921.24	1920.15	1920.99	1919.90	1922.53	1921.44	3.29	3.40
	70	25'	34	1923.55	1921.84	1920.15	1919.53	1919.90	1919.28	1921.56	1920.94	3.40	2.31
	71	34	35	1921.84	1922.87	1919.46	1918.45	1919.21	1918.20	1920.47	1919.46	2.38	4.42
72	35	36	1922.87	1919.30	1918.45	1918.00	1918.20	1917.75	1919.20	1918.75	4.42	1.30	

	TRAMO	POZO		Cota Razante		Cota Clave		Cota Batea		Cota Energia		Prof. a Clave	
		De	A	De	A	De	A	De	A	De	A	De	A
		1		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
TRAYECTORIA 3	45	8'''	27	1938.81	1936.58	1938.20	1935.99	1938.00	1935.79	1940.90	1938.69	0.61	0.59
	46												
TRAYECTORIA 4	47	8'''	8''	1938.81	1938.45	1938.20	1937.85	1938.00	1937.65	1938.99	1938.64	0.61	0.60
	48	8''	8'	1938.45	1938.42	1937.85	1937.50	1937.65	1937.30	1938.65	1938.30	0.60	0.92
	49	8'	28	1938.42	1934.58	1937.50	1933.20	1937.30	1933.00	1941.22	1936.92	0.92	1.38
	50												
TRAYECTORIA 5	51	10	31	1935.34	1925.63	1934.07	1924.76	1933.87	1924.56	1938.64	1929.33	1.27	0.87
	52												
TRAYECTORIA 6	53	11	33	1933.08	1928.88	1931.76	1927.08	1931.56	1926.88	1933.79	1929.11	1.32	1.80
	54	33	25'	1928.88	1923.55	1927.03	1922.53	1926.83	1922.33	1930.58	1926.08	1.85	1.02

	TRAMO	POZO		Diametro		Dc		Q II	V II	Q/QII	θ	K	Y/Dc		
		De	A	m	Pul	Pul	m	m3/s	m/s						
		1		13	14	15	16	17	18	19					
TRAYECTORIA 3	45	8'''	27	0.0136	0.5354	8	▼	0.2032	0.09706122	2.9900	0.00073253	3.6932	0.0711011	0.2285521	0.636160
	46					8	▼	0.2032							
TRAYECTORIA 4	47	8'''	8''	0.0325	1.2795	8	▼	0.2032	0.03184431	0.9810	0.00751155	47.1690	0.2392006	2.3436083	0.488723
	48	8''	8'	0.0371	1.4606	8	▼	0.2032	0.03651719	1.1249	0.01072919	66.5588	0.3918037	3.3475398	0.644258
	49	8'	28	0.0294	1.1575	8	▼	0.2032	0.10507441	3.2368	0.00574545	35.1715	0.6037129	1.7926194	0.348904
	50					8	▼	0.2032							
TRAYECTORIA 5	51	10	31	0.0185	0.7283	8	▼	0.2032	0.13453837	4.1445	0.00166941	9.8317	0.2246073	0.5208736	0.398970
	52					8	▼	0.2032							
TRAYECTORIA 6	53	11	33	0.0276	1.0866	8	▼	0.2032	0.08680068	2.6739	0.00489512	29.3262	0.4248957	1.5272629	0.751010
	54	33	25'	0.0270	1.0630	8	▼	0.2032	0.11970745	3.6876	0.00459621	28.2123	0.5349947	1.3943856	0.484494

	TRAMO	POZO		K	Y/Dc	V / VII	d / D	V	Chequeo	V2/2.g	d	E	H	Nf
		De	A											
		1												
						20	21	22		23	24	25	26	27
TRAYECTORIA 3	45	8'''	27	0.2285521	0.636160	1.09249	0.636160	3.2665451	BIEN	0.54407	0.12926771	0.67334	0.12926771	2.90
	46													
TRAYECTORIA 4	47	8'''	8''	2.3436083	0.488723	1.00064	0.488723	0.98162784	BIEN	0.04913	0.09930851	0.14844	0.09930851	0.99
	48	8''	8'	3.3475398	0.644258	1.00553	0.644258	1.1311207	BIEN	0.06524	0.13091323	0.19615	0.13091323	1.00
	49	8'	28	1.7926194	0.348904	1.01089	0.348904	3.27204875	BIEN	0.54591	0.07089729	0.61681	0.07089729	3.92
	50													
TRAYECTORIA 5	51	10	31	0.5208736	0.398970	1.02666	0.398970	4.25499237	BIEN	0.92316	0.0810707	1.00423	0.0810707	4.77
	52													
TRAYECTORIA 6	53	11	33	1.5272629	0.751010	1.01964	0.751010	2.7264154	BIEN	0.37902	0.15260523	0.53163	0.15260523	2.23
	54	33	25'	1.3943856	0.484494	0.99853	0.484494	3.68217923	BIEN	0.69133	0.09844918	0.78978	0.09844918	3.75



	TRAMO	POZO		Area Tributaria (Ha)			Q Residual		Infiltración				Con Erradas		Q Diseño	Cota Clave		S	
		De	A	Par.	Par.	Total	L/s.ha	L/s	L(m)		L Tot.(km)	C(L/s-km)	L/s	L/s.ha	L/s	L/s	Pi	Pf	%
		1		m2	2	3	4	5	6		7	8	9		10	11			12
TRAYECTORIA 3	45	8'''	27	295.23	0.030	0.03	1.12	0.0336	27.52	0.028	0.028	0.84	0.0235	0.46	0.014	0.0711	1938.20	1935.99	8.0305
	46																		
TRAYECTORIA 4	47	8'''	8''	1261.45	0.126	0.13	1.12	0.1456	40.49	0.04	0.040	0.84	0.0336	0.46	0.060	0.2392	1938.20	1937.85	0.8644
	48	8''	8'	816.69	0.082	0.21	1.12	0.2352	30.79	0.031	0.071	0.84	0.0596	0.46	0.097	0.3918	1937.85	1937.50	1.1367
	49	8'	28	1088.65	0.109	0.32	1.12	0.3584	45.69	0.046	0.117	0.84	0.0983	0.46	0.147	0.6037	1937.50	1933.20	9.4112
	50																		
TRAYECTORIA 5	51	10	31	1100.14	0.110	0.11	1.12	0.1232	60.34	0.06	0.060	0.84	0.0504	0.46	0.051	0.2246	1934.07	1924.76	15.4292
	52																		
TRAYECTORIA 6	53	11	33	2343.56	0.234	0.23	1.12	0.2576	72.87	0.073	0.073	0.84	0.0613	0.46	0.106	0.4249	1931.76	1927.08	6.4224
	54	33	25'	549.27	0.055	0.29	1.12	0.3248	36.84	0.037	0.110	0.84	0.0924	0.46	0.133	0.5502	1927.03	1922.53	12.2150

3.4 DIAGNOSTICO DEL ALCANTARILLADO

Se realizo un análisis cualitativo de la red de alcantarillado teniendo cuenta parámetros de afectación como son la existencia de escaleras, el estado del solado, el material de las tuberías que llegan al pozo, el diámetro de las tuberías, el estado de los pozos es decir si estos están limpios, colmatados o muy colmatados, además también se reviso si la tapa del pozo era en concreto o metálica y por último la profundidad de los pozos.

Todo esto se incluyo en una base de datos a través de un SIG (Sistema de información geográfico) Ver anexos. El SIG contiene un mapa de localización de los diferentes pozos donde se muestran las imágenes de estos y se pudo concluir en la necesidad de algunas mejoras a los pozos.

- ✚ Revestir en una capa de mortero el solado de los pozos del alcantarillado.
- ✚ Cambiar tapas metálicas fracturadas.
- ✚ Colocar escaleras a los pozos de profundidades superiores a 1.5 metros para poder realizar un adecuado mantenimiento.
- ✚ Realizar limpieza periódica de los pozos.

Este SIG podrá ayudar al sector de planeación a ejecutar obras de mejoramiento de la red de aguas residuales e identificar donde se presentan problemas de colmatación y tomar las medidas necesarias.



Imagen 9: Tapas fracturadas del alcantarillado.



Imagen 10: Pozo colmatado del alcantarillado.

4 CONCLUSIONES

Un análisis hidráulico del sistema de acueducto y alcantarillado sirve como actualización de datos para el municipio ya que los diseños se realizaron hace mucho tiempo. Estos estudios ayudan a los mejoramientos de las redes.

Los caudales basados en la población son mucho menores al caudal consumido por esta ya que en gran parte del municipio no existen medidores por lo tanto no se controla eficientemente el consumo, además se presentan pérdidas en las tuberías antes de que el agua llegue a la red debido a que algunas de estas se encuentran rotas todo estos factores generan pérdidas de 5.3 LPS de caudal.

La bocatoma lateral del acueducto es más que suficiente para la demanda actual y futura del municipio ya que la longitud efectiva del vertedero es mucho mayor a la necesitada para los caudales mencionados.

El desarenador fue correctamente diseñado ya que en el análisis realizado se comprobó que los parámetros de diseño funcionan para la sedimentación de las partículas en suspensión por acción de la gravedad.

La estructura del tanque de almacenamiento es apta para el abastecimiento de la población ya que sus dimensiones son las suficientes para almacenar el volumen necesario para la variabilidad del consumo del municipio.

En las partes altas del municipio se presentan presiones bajas esto fue encontrado en campo y analíticamente gracias al modelamiento del acueducto en EPANET 2.0 también se observó problemas de velocidad en la mayoría de tuberías.

Para la solución del problema de las presiones se puede optar por cambio de diámetros de algunas tuberías lo que optimizaría el servicio en gran medida. En cuanto a velocidades es común en municipios pequeños bajas velocidades que se presentan en las tuberías. Se propone la instalación de purgas en las tuberías para evitar la sedimentación aunque exista planta de tratamiento se necesita un estudio detallado de su comportamiento y un análisis químico del agua, ya que al ser una planta compacta no se puede asegurar su correcto funcionamiento en el tratamiento del agua que llega a la red.

Debido al análisis hidráulico realizado para el alcantarillado se pudo afirmar que esta red está funcionando correctamente para el aporte sanitario.



5 BIBLIOGRAFIA

REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS-2000 Bogotá, Colombia.

LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 1995.

SILVA GARAVITO, Luis Felipe. Diseño de acueductos y alcantarillados. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 1979. 280 p.

CORCHO ROMERO, Freddy. Acueductos teoría y diseño. Medellín, Colombia: Universidad de Medellín. 2000



ANEXO A REGISTRO FOTOGRAFICO MUNICIPIO

Iglesia del Municipio



Calles del Municipio



Planta de tratamiento



Planta de tratamiento



ANEXO B CARTERAS TOPOGRAFICAS

DEL	P	ANGULO HORIZONT.				AZIMUT					Distancia		COTA	PROYECCIONES		COORDENADAS		DESCRIPCION
		Grd s.	Min .	Seg .	DECIMAL	DEC	DEC	Grd s.	Min .	Seg .	Dist - v	Dist - h		N - S	E - W	NORTE	ESTE	
D1		0	0	0			0					1955.49			1202517.27	1133604.36	DELTA 1	
	1	241	2	35	241.04306	241.043	241.04	241	2	35	2.639	72.71	1957.088	-35.2	-63.62	1202482.067	1133540.74	SUMIDERO
	2	241	22	15	241.37083	241.371	241.37	241	22	15	2.555	72.227	1957.004	-34.61	-63.4	1202482.663	1133540.964	ORILLO VÍA
	3	239	57	30	239.95833	239.958	239.96	239	57	30	1.358	21.322	1955.807	-10.67	-18.46	1202506.596	1133585.902	ESQUINA - VIA
	4	225	48	45	225.81253	225.813	225.81	225	48	45	0.104	2.397	1955.553	-1.671	-1.719	1202515.599	1133602.641	ESQUINA - VIA
	5	203	44	25	203.74028	203.740	203.74	203	44	25	0.111	2.408	1955.563	-2.204	-0.969	1202515.066	1133603.391	HIDRANTE
	6	150	20	50	150.34722	150.347	150.34	150	20	50	-7.976	60.86	1947.473	-52.89	30.11	1202464.38	1133634.47	CASA -POZO?
	7	147	30	10	147.50278	147.503	147.50	147	30	10	-8.076	58.742	1947.373	-49.54	31.56	1202467.726	1133635.92	URBANO
	8	152	56	35	152.94306	152.943	152.94	152	56	35	-5.351	6.06	1950.098	-5.397	2.7565	1202511.873	1133607.117	URBANO
	9	70	20	20	70.338889	70.3389	70.339	70	20	20	-0.007	3.929	1955.442	1.3219	3.6999	1202518.592	1133608.06	URBANO
	10	251	51	5	251.85139	251.851	251.85	251	51	5	0.302	21.292	1955.751	-6.632	-20.23	1202510.638	1133584.127	VÍA
	11	339	47	20	339.78889	339.789	339.79	339	47	20	-0.057	4.882	1955.392	4.5814	-1.687	1202521.851	1133602.673	POZO 1
	12	31	1	20	31.022222	31.0222	31.022	31	1	20	-0.162	10.3	1955.287	8.8268	5.3083	1202526.097	1133609.668	VÍA
	13	56	0	45	56.01255	56.0125	56.013	56	0	45	-0.943	57.298	1954.506	32.03	47.509	1202549.36	1133651.869	VÍA
	14	61	57	5	61.951389	61.9514	61.951	61	57	5	-0.958	57.056	1954.491	26.829	50.355	1202544.099	1133654.715	VÍA
	D2	59	43	50	59.730556	59.7306	59.731	59	43	50	-1.031	59.97	1954.418	30.229	51.794	1202547.499	1133656.154	DELTA 2
					0											1202547.499	1133656.154	
D2	D1	0	0	0	0											1202547.499	1133656.154	
	15	178	11	45	178.19583	178.1958	178.196	178	11	45	-1.73	31.918	1952.655	16.949	27.046	1202564.448	1133683.24	VÍA
	16	178	41	5	178.68472	178.6847	178.685	178	41	5	-2.038	39.087	1952.347	20.472	33.297	1202567.971	1133689.451	CURVA
	17	176	35	45	176.59583	176.5958	176.596	176	35	45	-2.454	47.815	1951.931	26.512	39.792	1202574.01	1133695.946	CURVA

	18	187	46	0	187.7666 7	427.49 7	67.49 7	67	29	50	-1.762	37.476	1952.62 3	14.343	34.623	1202561.8 42	1133690.7 77	CURVA
	19	183	9	0	183.15	422.88 1	62.88 1	62	52	50	-2.322	48.352	1952.06 3	22.041	43.036	1202569.5 4	1133699.1 9	CURVA
	20	182	13	5	182.2180 6	421.94 9	61.94 9	61	56	55	-2.432	49.808	1951.95 3	23.423	43.957	1202570.9 22	1133700.1 11	CURVA
	21	7	33	20	7.555555 6	247.28 6	247.2 9	247	17	10	0.476	27.124	1954.95 4	-10.47	-25.02	1202537.0 26	1133631.1 34	POZO 2
	D3	179	5	30	179.0916 7	418.82 2	58.82 2	58	49	20	-2.416	48.845	1951.96 9	25.287	41.79	1202572.7 86	1133697.9 44	DELTA 3
					0													
D3	D2	0	0	0	0											1202572.7 86	1133697.9 44	
	D4	162	32	15	162.5375 0	401.36	41.36	41	21	35	-2.42	82.761	1949.51 3	62.118	54.687	1202634.9 04	1133752.6 31	DELTA 4
					0													
D4	D3	0	0	0	0											1202634.9 04	1133752.6 31	
	22	0	7	50	0.130555 6	221.49	221.4 9	221	29	25	0.184	22.379	1949.64 4	-16.76	-14.83	1202618.1 41	1133737.8 05	VÍA
	23	359	17	25	359.2902 8	580.65	220.6 5	220	39	0	0.104	18.474	1949.56 4	-14.02	-12.03	1202620.8 88	1133740.5 97	PUENTE
	24	344	57	40	344.9611 1	566.32 1	206.3 2	206	19	15	-0.17	12.42	1949.29	-11.13	-5.507	1202623.7 72	1133747.1 24	PUENTE
	25	306	2	5	306.0347 2	527.39 4	167.3 9	167	23	40	-0.91	14.447	1948.55	-14.1	3.1529	1202620.8 05	1133755.7 84	VÍA URBANA
	26	292	53	55	292.8986 1	514.25 8	154.2 6	154	15	30	-1.478	19.1	1947.98 2	-17.2	8.2954	1202617.7	1133760.9 27	VIA URBANA
	27	288	13	15	288.2208 3	509.58 1	149.5 8	149	34	50	-2.512	28.487	1946.94 8	-24.57	14.424	1202610.3 39	1133767.0 55	VIA URBANA
	28	291	35	5	291.5847 2	512.94 4	152.9 4	152	56	40	-3.807	69.701	1944.65 3	-62.07	31.704	1202572.8 31	1133784.3 35	VIA URBANA
	29	288	36	10	288.6027 8	509.96 3	149.9 6	149	57	45	-4.857	73.222	1944.60 3	-63.39	36.652	1202571.5 16	1133789.2 84	POZO 6
	30	298	10	50	298.1805 6	519.54	159.5 4	159	32	25	-5.75	76.023	1943.71	-71.23	26.574	1202563.6 77	1133779.2 05	URBANO
	31	291	4	30	291.075	512.43 5	152.4 3	152	26	5	-4.021	75.701	1944.43 9	-67.11	35.031	1202567.7 96	1133787.6 63	SUMIDERO 2
	32	284	51	55	284.8652 8	506.22 5	146.2 3	146	13	30	-4.711	67.756	1944.74 9	-56.32	37.668	1202578.5 84	1133790.2 99	SUMIDERO 3
	33	273	24	30	273.4083 3	494.76 8	134.7 7	134	46	5	-2.492	29.929	1946.96 8	-21.08	21.248	1202613.8 27	1133773.8 8	VIA URBANA
	34	269	45	20	269.7555 6	491.11 5	131.1 2	131	6	55	-1.91	23.649	1947.55	-15.55	17.817	1202619.3 53	1133770.4 48	VIA URBANA
	35	268	48	25	268.8069	490.16	130.1	130	10	0	-0.969	13.416	1948.49	-8.653	10.252	1202626.2	1133762.8	VIA URBANA

					4	7	7									51	83	
	36	231	11	15	231.1875	452.54	92.54									1202634.3	1133764.9	VIA URBANA
					242.2738	463.63	103.6	92	32	50	0.699	12.3	1950.15	-0.547	12.288	57	19	
	37	242	16	26	221.1763	442.53	82.53	103	38	1	0.261	13.404	1949.72	-3.159	13.026	45	58	HIDRANTE 2
					203.8722	425.23	65.23	82	32	10	0.576	8.039	1950.03	1.0443	7.9709	48	02	POZO 4
	38	221	10	35	203.8722	425.23	65.23	82	32	10	0.576	8.039	1950.03	1.0443	7.9709	48	02	POZO 4
	D5	203	52	20	0			65	13	55	2.572	40.847	1952.03	17.113	37.09	17	21	DETAL 5
					0													
	D5	D4	0	0	0											1202652.0	1133789.7	
					358.0638	603.29	243.3	243	17	45	-2.556	57.923	1949.41	-26.03	-51.74	87	76	PUENTE
	39	358	3	50	358.0805	603.31	243.3	243	18	45	-2.584	53.485	1949.38	-24.02	-47.79	95	34	PUENTE
					359.9305	605.16	245.1	245	9	45	-2.587	48.756	1949.38	-20.48	-44.25	37	75	VIA URBANA
	41	359	55	50	11.04166	256.27	256.2	256	16	25	-2.358	8.194	1949.61	-1.944	-7.96	72	61	VIA URBANA
					330.3222	575.55	215.5	215	33	15	-0.38	9.058	1951.58	-7.369	-5.267	48	54	VIA URBANA
	42	11	2	30	252.2402	497.47	137.4	137	28	20	0.097	1.303	1952.06	-0.96	0.8808	57	02	POZO 5
					177.9902	423.22	63.22	63	13	20	-0.602	30.218	1951.36	13.614	26.977	31	98	DETAL 6
	D6	177	59	25	0													
					0													
	D6	D5	0	0	0											1202665.6	1133816.6	
					89.21111	332.43	332.4	332	26	0	17.63	60.84	1968.91	53.933	-28.16	64	43	URBANO
	45	89	12	40	93.65972	336.88	336.8	336	52	55	17.33	61.11	1968.61	56.203	-23.99	34	05	URBANO
					91.72083	334.94	334.9	334	56	35	17.38	61.495	1968.66	55.708	-26.04	39	54	POZO 14 TAPADO
	46	93	39	35	91.38333	334.60	334.6	334	36	20	10.06	38.631	1961.33	34.898	-16.57	29	31	POZO 14'
					88.68333	331.90	331.9	331	54	20	11.40	45.406	1962.67	40.056	-21.38	87	15	URBANO NIVEL
	47	91	43	15	94.23194	337.45	337.4	337	27	15	11.55	45.133	1962.83	41.684	-17.31	15	93	URBANO NIVEL
					98.07222	341.29	341.2	341	17	40	6.489	22.174	1957.76	21.003	-7.111	34	87	URBANO NIVEL
	48	91	23	0	84.29722	327.51	327.5	327	31	10	6.437	22.111	1957.71	18.652	-11.87	83	24	URBANO NIVEL
					0													
	49	88	41	0														
	50	94	13	55														
	51	98	4	20														
	52	84	17	50														

	53	27	6	40	27.11111 1	270.33 3	270.3 3	270	20	0	0.243	3.081	1951.51 8	0.0179	-3.081	1202665.6 49	1133813.6 17	URBANO ESQUINA
	54	146	20	40	146.3444 4	389.56 7	29.56 7	29	34	0	0.18	3.893	1951.45 5	3.3861	1.9209	1202669.0 17	1133818.6 19	ESQUINA OJO
	55	257	49	45	257.8291 7	501.05 1	141.0 5	141	3	5	0.112	1.282	1951.38 7	-0.997	0.8059	1202664.6 34	1133817.5 04	POZO 12
	56	236	39	55	236.6652 8	479.88 8	119.8 9	119	53	15	-0.147	5.282	1951.12 8	-2.632	4.5795	1202662.9 99	1133821.2 78	URBANO ESQUINA
	57	301	2	0	301.0333 3	544.25 6	184.2 6	184	15	20	0.203	4.809	1951.47 8	-4.796	-0.357	1202660.8 35	1133816.3 41	URBANO ESQUINA
	58	3	16	0	3.266666 7	246.48 9	246.4 9	246	29	20	0.67	28.916	1951.94 5	-11.54	-26.52	1202654.0 96	1133790.1 83	NIVEL
	59	352	0	55	352.0152 8	595.23 8	235.2 4	235	14	15	0.665	29.164	1951.94 8	-16.63	-23.96	1202649.0 02	1133792.7 39	NIVEL
	60	274	31	55	274.5319 4	517.75 4	157.7 5	157	45	15	-4.921	36.237	1946.35 4	-33.54	13.719	1202632.0 91	1133830.4 17	NIVEL
	61	267	7	20	267.1222 2	510.34 4	150.3 4	150	20	40	-4.896	36.392	1946.37 9	-31.63	18.006	1202634.0 06	1133834.7 04	NIVEL
	62	272	45	50	272.7638 9	515.98 6	155.9 9	155	59	10	-8.076	71.041	1943.19 9	-64.89	28.911	1202600.7 39	1133845.6 09	URBANO ESQUINA
	63	268	57	30	268.9583 3	512.18 1	152.1 8	152	10	50	-8.141	70.701	1943.13 4	-62.53	32.995	1202603.1 01	1133849.6 93	SUMIDERO ESQUINA
	64	268	38	5	268.6347 2	511.85 7	151.8 6	151	51	25	-8.257	76.181	1943.01 8	-67.17	35.933	1202598.4 57	1133852.6 31	URBANO ESAQUINA
	65	272	40	5	272.6680 6	515.89 9	155.8 9	155	53	25	-8.14	75.778	1943.13 5	-69.17	30.954	1202596.4 63	1133847.6 52	ESQUINA OOO
	66	270	38	5	270.6347 2	513.85 7	153.8 6	153	51	25	-8.172	73.509	1943.10 3	-65.99	32.389	1202599.6 42	1133849.0 87	POZO 7
	D7	269	35	20	269.5888 9	512.81 1	152.8 1	152	48	40	13.18 5	142.06 6	1938.09	-126.4	64.914	1202539.2 63	1133881.6 12	DETAL 7
					0													
	D7	D6	0	0	0											1202539.2 63	1133881.6 12	
	67	299	51	30	299.8583 3	632.66 9	272.6 7	272	40	10	0.204	6.019	1938.24 8	0.2803	-6.012	1202539.5 43	1133875.5 99	URBANO
	68	229	55	50	229.9305 6	562.74 2	202.7 4	202	44	30	-0.06	3.888	1937.98 4	-3.586	-1.503	1202535.6 77	1133880.1 09	POZO 8
	69	209	20	0	209.3333 3	542.14 4	182.1 4	182	8	40	-0.161	5.878	1937.88 3	-5.874	-0.22	1202533.3 89	1133881.3 92	URBANO ESQUINA
	70	250	58	40	250.9777 8	583.78 9	223.7 9	223	47	20	-0.244	7.701	1937.8 8	-5.559	-5.329	1202533.7 03	1133876.2 83	URBANO ESQUINA
	71	275	28	30	275.475	608.28 6	248.2 9	248	17	10	0.378	13.482	1938.42 2	-4.988	-12.53	1202534.2 75	1133869.0 86	POZO 8'
	72	262	45	35	262.7597 2	595.57 1	235.5 7	235	34	15	0.344	13.37	1938.38 8	-7.559	-11.03	1202531.7 03	1133870.5 84	NIVEL

	73	287	28	25	287.4736 1	620.28 5	260.2 8	260	17	5	0.356	13.2	1938.4	-2.228	-13.01	1202537.0 35	1133868.6 01	NIVEL
	74	277	16	45	277.2791 7	610.09	250.0 9	250	5	25	0.41	44.258	1938.45 4	-15.07	-41.61	1202524.1 91	1133839.9 99	POZO 8"
	75	275	10	30	275.175	607.98 6	247.9 9	247	59	10	0.616	78.394	1938.66	-29.38	-72.68	1202509.8 78	1133808.9 33	URBANO ESQUINA
	76	279	19	20	279.3222 2	612.13 3	252.1 3	252	7	60	1.622	78.355	1938.66 6	-24.04	-74.58	1202515.2 23	1133807.0 36	URBANO ESQUINA
	77	277	32	18	277.5383 3	610.34 9	250.3 5	250	20	58	0.766	84.746	1938.81	-28.5	-79.81	1202510.7 64	1133801.8 01	POZO 8"
	D7'	216	54	55	216.9152 8	549.72 6	189.7 3	189	43	35	-2.66	32.495	1935.38 4	-32.03	-5.49	1202507.2 35	1133876.1 22	DELTA 7'
	D8	95	48	5	95.80138 9	428.61 3	68.61 3	68	36	45	-0.899	68.809	1937.14 5	25.093	64.07	1202564.3 55	1133945.6 82	DETAL 8
					0													
D7'	D7	0	0	0	0											1202507.2 35	1133876.1 22	
	78	330	47	0	330.7833 3	340.51	340.5 1	340	30	35	0.179	2.835	1935.51 3	2.6725	-0.946	1202509.9 07	1133875.1 76	URBANO ESQUINA
	79	51	47	40	51.79444 4	61.520 8	61.52 1	61	31	15	0.169	4.376	1935.50 3	2.0866	3.8465	1202509.3 21	1133879.9 68	URBANO ESQUINA
	80	240	12	25	240.2069 4	249.93 3	249.9 3	249	56	0	1.314	41.117	1936.64 8	-14.11	-38.62	1202493.1 27	1133837.5 01	POZO 27'
	81	240	18	35	240.3097 2	250.03 6	250.0 4	250	2	10	1.25	67.27	1936.58 4	-22.97	-63.23	1202484.2 67	1133812.8 94	POZO 27
	82	243	20	50	243.3472 2	253.07 4	253.0 7	253	4	25	1.546	62.613	1936.88	-18.23	-59.9	1202489.0 05	1133816.2 21	ESQUINA URBANO
	83	168	17	15	168.2875 4	178.01 1	178.0 1	178	0	50	-0.758	19.228	1934.57 6	-19.22	0.6664	1202488.0 18	1133876.7 88	POZO 28
					0													
D8	D7	0	0	0	0											1202564.3 55	1133945.6 82	
	84	305	35	35	305.5930 6	554.20 6	194.2 1	194	12	20	0.034	0.955	1937.14 3	-0.926	-0.234	1202563.4 3	1133945.4 48	ESQUINA URBANO
	85	77	37	30	77.625	326.23 8	326.2 4	326	14	15	0.243	4.921	1937.35 2	4.0911	-2.735	1202568.4 46	1133942.9 47	ESQUINA URBANO
	86	125	38	45	125.6458 3	374.25 8	14.25 8	14	15	30	0.294	6.458	1937.40 3	6.2591	1.5906	1202570.6 14	1133947.2 73	ESQUINA URBANO
	87	185	11	35	185.1930 6	433.80 6	73.80 6	73	48	20	0.089	4.279	1937.19 8	1.1934	4.1092	1202565.5 49	1133949.7 91	ESQUINA URBANO
	88	127	54	25	127.9069 4	376.51 9	16.51 9	16	31	10	0.166	2.44	1937.27 5	2.3393	0.6938	1202566.6 95	1133946.3 76	POZO 9
	89	272	16	25	272.2736 1	520.88 6	160.8 9	160	53	10	-0.047	2.093	1937.06 2	-1.978	0.6853	1202562.3 78	1133946.3 68	HIDRANTE
	90	263	13	15	263.2208	511.83	151.8	151	49	60	-2.497	48.293	1934.61	-42.57	22.796	1202521.7	1133968.4	POZO 9'

				3	3	3									81	78	
91	260	33	45	260.5625	509.175	149.18	149	10	30	-2.538	47.933	1934.571	-41.16	24.562	1202523.194	1133970.244	NIVEL
92	265	41	0	265.68333	514.296	154.3	154	17	45	-2.458	47.685	1934.651	-42.97	20.682	1202521.389	1133966.364	NIVEL
93	262	47	5	262.78472	511.397	151.4	151	23	50	-4.247	71.45	1931.862	-62.73	34.206	1202501.625	1133979.888	NIVEL FIN PAVIMENTO
94	266	9	55	266.16528	514.778	154.78	154	46	40	-4.158	71.052	1931.951	-64.28	30.277	1202500.077	1133975.96	NIVEL FIN PAVIMENTO
95	264	16	25	264.27361	512.886	152.89	152	53	10	-5.492	82.672	1930.617	-73.59	37.679	1202490.769	1133983.361	POZO MATRIZ
96	88	34	55	88.581944	337.194	337.19	337	11	40	4.723	71.451	1941.832	65.865	-27.69	1202630.221	1133917.987	ESQUINA URBANO
97	85	6	15	85.104167	333.717	333.72	333	43	0	4.732	71.144	1941.847	63.789	-31.5	1202628.144	1133914.179	ESQUINA URBANO
98	86	56	30	86.941667	335.554	335.55	335	33	15	4.799	73.679	1941.908	67.074	-30.49	1202631.429	1133915.191	POZO 13
99	84	58	15	84.970833	333.583	333.58	333	35	0	4.906	75.224	1942.015	67.369	-33.47	1202631.725	1133912.215	ESQUINA URBANO
100	89	13	5	89.218056	337.831	337.83	337	49	50	5.156	78.663	1942.265	72.848	-29.68	1202637.203	1133915.999	ESQUINA PARQUE
D8'	0	9	55	0.1652778	248.778	248.78	248	46	40	1.404	147.003	1938.555	-53.21	-137	1202511.142	1133808.648	DELTA 8'
D9	86	37	15	86.620833	335.233	335.23	335	14	0	11.945	146.258	1949.054	132.81	-61.27	1202697.161	1133884.411	DETAL 9
D9	D8	0	0	0											1202697.161	1133884.411	
101	174	48	5	174.80139	330.035	330.03	330	2	5	14.088	66.085	1963.132	57.251	-33.01	1202754.412	1133851.403	URBANO
102	179	8	30	179.14167	334.375	334.38	334	22	30	14.219	65.814	1963.263	59.341	-28.46	1202756.502	1133855.948	URBANO
103	174	42	5	174.70139	329.935	329.93	329	56	5	5.745	29.648	1954.789	25.659	-14.85	1202722.82	1133869.558	POZO 15'
104	181	30	20	181.50556	336.739	336.74	336	44	20	2.286	15.523	1951.333	14.261	-6.13	1202711.422	1133878.281	NIVEL
105	164	0	5	164.00139	319.235	319.23	319	14	5	2.528	16.009	1951.572	12.125	-10.45	1202709.286	1133873.958	NIVEL
106	189	26	35	189.44306	344.676	344.68	344	40	35	0.347	2.694	1949.391	2.5982	-0.712	1202699.759	1133883.699	ESQUINA URBANO
107	113	0	10	113.00278	268.236	268.24	268	14	10	0.365	4.379	1949.409	-0.135	-4.377	1202697.026	1133880.034	ESQUINA URBANO
108	49	45	45	49.7625	204.996	205	204	59	45	0.1	4.758	1949.144	-4.312	-2.011	1202692.848	1133882.401	ESQUINA JO ALTURA
109	81	4	25	81.07361	236.30	236.3	236	18	25	0.12	1.517	1949.16	-0.842	-1.262	1202696.3	1133883.1	POZO 15'

					1	7	1								4		19	49	
	D10	350	15	50	350.26389	505.497	145.5	145	29	50	-0.941	10.501	1948.103	-8.654	5.9483	1202688.507	1133890.36	DETAL 10	
					0														
D10	D9	0	0	0	0											1202688.507	1133890.36		
	110	343	34	10	343.56944	669.067	309.07	309	4	0	1.858	13.945	1950.001	8.7885	-10.83	1202697.295	1133879.532	BM	
	111	8	32	35	8.5430556	334.04	334.04	334	2	25	0.751	8.269	1948.894	7.4347	-3.62	1202695.942	1133886.74	ATRIO	
	112	26	37	40	26.627778	352.125	352.125	352	7	30	0.417	6.562	1948.56	6.5001	-0.899	1202695.007	1133889.46	ATRIO	
	113	45	18	55	45.315278	370.813	10.813	10	48	45	0.177	7.59	1948.32	7.4552	1.4239	1202695.962	1133891.783	ATRIO	
	114	61	3	45	61.0625	386.56	26.56	26	33	35	0.068	8.533	1948.211	7.6325	3.8154	1202696.139	1133894.175	ATRIO	
	115	88	5	5	88.084722	413.582	53.582	53	34	55	-0.064	8.381	1948.079	4.9756	6.7442	1202693.482	1133897.104	ATRIO	
	116	95	54	5	95.901389	421.399	61.399	61	23	55	-0.737	57.883	1947.406	27.709	50.82	1202716.216	1133941.179	ATRIO	
	117	101	12	20	101.20556	426.703	66.703	66	42	10	-1.241	65.757	1946.902	26.007	60.396	1202714.514	1133950.755	ESQUINA PARQUE	
	118	175	5	5	175.08472	500.582	140.58	140	34	55	-0.277	3.93	1947.866	-3.036	2.4954	1202685.471	1133892.855	ESQUINA PARQUE	
	D11	100	27	40	100.46111	425.958	65.958	65	57	30	-1.135	65.382	1947.008	26.637	59.71	1202715.144	1133950.07	DETAL 11	
					0														
D11	D10	0	0	0	0											1202715.144	1133950.07		
	119	47	24	45	47.4125	293.371	293.37	293	22	15	0.543	9.824	1947.534	3.897	-9.018	1202719.041	1133941.052	ATRIO	
	120	62	52	10	62.869444	308.828	308.828	308	49	40	0.673	9.218	1947.664	5.7795	-7.181	1202720.923	1133942.888	ATRIO	
	121	80	50	0	80.833333	326.792	326.792	326	47	30	0.746	8.636	1947.737	7.2256	-4.73	1202722.369	1133945.34	ATRIO	
	122	92	34	30	92.575	338.533	338.533	338	32	0	0.929	9.782	1947.92	9.1034	-3.58	1202724.247	1133946.49	ATRIO	
	123	97	16	55	97.281944	343.24	343.24	343	14	25	1.258	12.816	1948.249	12.272	-3.696	1202727.415	1133946.374	ATRIO	
	124	108	45	15	108.75417	354.713	354.713	354	42	45	1.258	13.307	1948.249	13.25	-1.226	1202728.394	1133948.843	POZO 18	
	125	123	52	10	123.86944	369.828	9.8278	9	49	40	0.923	11.767	1947.914	11.594	2.0085	1202726.738	1133952.078	ESQUINA URBANO	
	126	113	50	0	113.83333	359.792	359.792	359	47	30	1.4	16.427	1948.391	16.427	-0.06	1202731.57	1133950.01	ESQUINA URBANO	

	127	268	14	20	268.23889	514.197	154.2	154	11	50	-5.193	54.831	1941.798	-49.36	23.867	1202665.779	1133973.936	ESQUINA PARQUE
	128	94	48	45	94.8125	340.771	340.77	340	46	15	12.568	80.754	1959.532	76.249	-26.6	1202791.392	1133923.473	ESQUINA URBANO
	129	98	38	20	98.638889	344.597	344.6	344	35	50	6.246	44.964	1953.21	43.349	-11.94	1202758.493	1133938.127	NIVEL
	D1 2	118	59	55	118.99861	364.957	4.9569	4	57	25	1.071	12.66	1948.062	12.613	1.0939	1202727.756	1133951.164	DETAL 12
					0													
D12	D1 1	0	0	0	0											1202727.756	1133951.164	
	130	147	50	45	147.84583	332.803	332.8	332	48	10	11.606	69.922	1959.677	62.191	-31.96	1202789.948	1133919.205	ESQUINA URBANO
	131	140	29	25	140.49028	325.447	325.45	325	26	50	3.373	23.18	1951.444	19.091	-13.15	1202746.847	1133938.017	URBANO
	132	331	5	15	331.0875	516.044	156.04	156	2	40	-6.659	71.328	1941.412	-65.18	28.961	1202662.572	1133980.125	POZO 17
	133	330	17	30	330.29167	515.249	155.25	155	14	55	12.728	143.711	1935.343	-130.5	60.169	1202597.248	1134011.333	POZO 10
	D1 3	330	17	15	330.2875	515.244	155.24	155	14	40	12.805	146.027	1935.266	-132.6	61.148	1202595.149	1134012.312	DETAL 13
					0													
D13	D1 2	0	0	0	0											1202595.149	1134012.312	
	134	1	2	25	1.0402778	336.285	336.28	336	17	5	6.045	77.245	1941.346	70.722	-31.07	1202665.871	1133981.245	ESQUINA URBANO
	135	1	18	45	1.3125	336.557	336.56	336	33	25	5.766	72.31	1941.067	66.341	-28.77	1202661.49	1133983.544	ESQUINA URBANO
	136	357	35	30	357.59167	692.836	332.84	332	50	10	5.909	72.61	1941.21	64.601	-33.15	1202659.75	1133979.163	ESQUINA URBANO
	137	23	33	5	23.551389	358.796	358.8	358	47	45	0.004	4.914	1935.305	4.9129	-0.103	1202600.062	1134012.209	ESQUINA URBANO
	138	334	20	25	334.34028	669.585	309.58	309	35	5	0.122	5.28	1935.423	3.3645	-4.069	1202598.513	1134008.243	ESQUINA URBANO
	139	261	52	50	261.88056	597.125	237.13	237	7	30	0.065	2.9	1935.366	-1.574	-2.436	1202593.575	1134009.876	ESQUINA URBANO
	140	99	36	40	99.611111	434.856	74.856	74	51	20	-0.075	2.048	1935.226	0.535	1.9769	1202595.684	1134014.289	ESQUINA URBANO
	141	179	27	35	179.45972	514.704	154.7	154	42	15	-0.067	2.6	1935.234	-2.351	1.111	1202592.798	1134013.423	SUMIDERO 4
	142	157	16	50	157.28056	492.525	132.53	132	31	30	-0.163	5.823	1935.138	-3.936	4.2914	1202591.213	1134016.603	NINEL
	143	205	8	5	205.1347	540.37	180.3	180	22	45	0.036	5.868	1935.33	-5.868	-0.039	1202589.2	1134012.2	NIVEL

				2	9	8									81	73		
	144	169	42	25	169.7069 4	504.95 1	144.9 5	144	57	5	-2.714	17.376	1932.58 7	-14.23	9.9785	1202580.9 24	1134022.2 91	ESQUINA URBANO
	145	186	28	20	186.4722 2	521.71 7	161.7 2	161	43	0	-2.547	17.076	1932.75 4	-16.21	5.357	1202578.9 35	1134017.6 69	ESQUINA URBANO
	146	170	38	50	170.6472 2	505.89 2	145.8 9	145	53	30	-3.482	23.859	1931.81 9	-19.75	13.379	1202575.3 94	1134025.6 91	ESQUINA URBANO
	147	176	47	5	176.7847 2	512.02 9	152.0 3	152	1	45	-7.178	39.405	1928.12 3	-34.8	18.482	1202560.3 47	1134030.7 94	NIVEL
	148	177	1	0	177.0166 7	512.26 1	152.2 6	152	15	40	-9.668	59.225	1925.63 3	-52.42	27.566	1202542.7 3	1134039.8 78	POZO 31
	149	86	23	0	86.38333 3	421.62 8	61.62 8	61	37	40	-2.246	73.834	1933.05 5	35.086	64.965	1202630.2 34	1134077.2 77	POZO 11
	D1 3'	177	25	25	177.4236 1	512.66 8	152.6 7	152	40	5	-9.642	58.988	1925.65 9	-52.4	27.084	1202542.7 46	1134039.3 96	DELTA 13'
	D1 4	87	41	40	87.69444 4	422.93 9	62.93 9	62	56	20	-2.313	77.056	1932.98 8	35.056	68.62	1202630.2 05	1134080.9 32	DETAL 14
					0													
D13 '	D1 3	0	0	0	0											1202542.7 46	1134039.3 96	
	150	73	7	30	73.125 3	405.79 3	45.79 3	45	47	35	-3.009	49.486	1922.73 5	34.504	35.473	1202577.2 5	1134074.8 69	POZO 31'
	151	73	8	30	73.14166 7	405.81	45.81	45	48	35	-1.212	82.507	1924.53 2	57.511	59.16	1202600.2 57	1134098.5 56	POZO 25
					0													
D14	D1 3	0	0	0	0											1202630.2 05	1134080.9 32	
	152	259	26	20	259.4388 9	502.37 8	142.3 8	142	22	40	-6.165	21.263	1926.79 2	-16.84	12.98	1202613.3 63	1134093.9 12	POZO 11'
	153	277	12	40	277.2111 1	520.15	160.1 5	160	9	0	-4.142	16.3	1928.81 5	-15.33	5.5348	1202614.8 73	1134086.4 67	ESQUINA URBANO
	154	252	59	25	252.9902 8	495.92 9	135.9 3	135	55	45	-4.602	15.801	1928.35 5	-11.35	10.99	1202618.8 52	1134091.9 22	ESQUINA URBANO
	155	317	29	45	317.4958 3	560.43 5	200.4 3	200	26	5	-0.003	2.192	1932.95 4	-2.054	-0.765	1202628.1 51	1134080.1 67	ESQUINA URBANO
	156	250	0	10	250.0027 8	492.94 2	132.9 4	132	56	30	-0.149	3.878	1932.80 8	-2.642	2.8389	1202627.5 63	1134083.7 71	ESQUINA URBANO
	157	156	40	20	156.6722 2	399.61 1	39.61 1	39	36	40	-0.113	9.902	1932.84 4	7.6284	6.3133	1202637.8 33	1134087.2 45	ESQUINA URBANO
	158	138	35	55	138.5986 1	381.53 8	21.53 8	21	32	15	0.142	8.662	1933.09 9	8.0572	3.1799	1202638.2 62	1134084.1 12	ESQUINA URBANO
	159	116	43	50	116.7305 6	359.66 9	359.6 7	359	40	10	0.408	8.67	1933.36 5	8.6699	-0.05	1202638.8 75	1134080.8 82	ESQUINA URBANO
	160	67	7	0	67.11666 7	310.05 6	310.0 6	310	3	20	0.151	4.33	1933.10 8	2.7865	-3.314	1202632.9 91	1134077.6 18	ESQUINA URBANO

	161	114	16	20	114.2722 2	357.21 1	357.2 1	357	12	40	0.119	1.882	1933.07 6	1.8798	-0.092	1202632.0 84	1134080.8 4	POZO 11
	162	94	54	45	94.9125	337.85 1	337.8 5	337	51	5	5.07	49.687	1938.02 7	46.021	-18.73	1202676.2 25	1134062.2	NIVEL
	163	89	25	50	89.43055 6	332.36 9	332.3 7	332	22	10	5.09	49.454	1938.04 7	43.814	-22.94	1202674.0 19	1134057.9 97	NIVEL
	164	93	49	50	93.83055 6	336.76 9	336.7 7	336	46	10	6.96	71.316	1939.91 7	65.534	-28.13	1202695.7 39	1134052.8 03	ESQUINA URBANO
	165	89	47	35	89.79305 6	332.73 2	332.7 3	332	43	55	6.998	71.172	1939.95 5	63.263	-32.61	1202693.4 68	1134048.3 24	ESQUINA URBANO
	166	91	36	5	91.60138 9	334.54 4	334.5 4	334	32	25	7.07	73.523	1940.02 7	66.383	-31.61	1202696.5 88	1134049.3 26	POZO 19
	167	93	33	10	93.55277 8	336.49 2	336.4 9	336	29	30	7.056	76.268	1940.01 3	69.938	-30.42	1202700.1 43	1134050.5 1	ESQUINA URBANO
	168	89	52	25	89.87361 1	332.81 3	332.8 1	332	48	45	7.122	76.221	1940.07 9	67.8	-34.83	1202698.0 04	1134046.1 06	ESQUINA URBANO
	169	91	33	30	91.55833 3	334.49 7	334.5 3	334	29	50	13.81	147.2	1946.76 7	132.86	-63.38	1202763.0 62	1134017.5 54	POZO 21
	D1 5	91	56	45	91.94583 3	334.88 5	334.8 8	334	53	5	13.85 4	148.23 2	1946.81 1	134.22	-62.92	1202764.4 22	1134018.0 16	DELTA 15
					0													
	D15 4	0	0	0	0											1202764.4 22	1134018.0 16	
	170	178	49	15	178.8208 3	333.70 6	333.7 1	333	42	20	6.779	49.558	1953.53 8	44.43	-21.95	1202808.8 52	1133996.0 63	ESQUINA URBANO
	171	176	9	45	176.1625	331.04 7	331.0 5	331	2	50	6.14	44.94	1952.89 9	39.323	-21.75	1202803.7 46	1133996.2 61	POZO 21
	172	179	33	40	179.5611 1	334.44 6	334.4 5	334	26	45	4.656	35.402	1951.41 5	31.939	-15.27	1202796.3 61	1134002.7 45	NIVEL
	173	172	25	50	172.4305 6	327.31 5	327.3 2	327	18	55	4.762	35.605	1951.52 1	29.967	-19.23	1202794.3 89	1133998.7 89	NIVEL
	174	180	34	55	180.5819 4	335.46 7	335.4 7	335	28	0	2.078	21.308	1948.83 7	19.384	-8.848	1202783.8 06	1134009.1 69	NIVEL
	175	169	26	55	169.4486 1	324.33 3	324.3 3	324	20	0	2.11	21.565	1948.86 9	17.52	-12.57	1202781.9 42	1134005.4 42	NIVEL
	176	212	26	0	212.4333 3	367.31 8	7.318 1	7	19	5	0.158	2.186	1946.91 7	2.1682	0.2784	1202766.5 9	1134018.2 95	ESQUINA URBANO
	177	112	25	20	112.4222 2	267.30 7	267.3 1	267	18	25	0.137	3.921	1946.89 6	-0.184	-3.917	1202764.2 38	1134014.1	ESQUINA URBANO
	178	43	2	5	43.03472 2	197.91 9	197.9 2	197	55	10	-0.017	4.506	1946.74 2	-4.287	-1.386	1202760.1 35	1134016.6 3	ESQUINA URBANO
	179	333	33	45	333.5625	488.44 7	128.4 5	128	26	50	-0.097	3.619	1946.66 2	-2.25	2.8343	1202762.1 72	1134020.8 51	ESQUINA URBANO
	180	269	32	20	269.5388 9	424.42 4	64.42 4	64	25	25	0.039	71.376	1946.79 8	30.814	64.382	1202795.2 36	1134082.3 98	POZO 23

	181	267	20	35	267.34306	422.228	62.228	62	13	40	0.094	69.756	1946.853	32.503	61.721	1202796.925	1134079.737	ESQUINA URBANO
	182	267	32	40	267.54444	422.429	62.429	62	25	45	-0.005	74.005	1946.754	34.253	65.601	1202798.675	1134083.617	ESQUINA URBANO
	183	271	4	20	271.07222	425.957	65.957	65	57	25	-0.027	74.176	1946.732	30.221	67.74	1202794.643	1134085.757	ESQUINA URBANO
	184	271	20	40	271.34444	426.229	66.229	66	13	45	0.025	69.341	1946.784	27.95	63.458	1202792.372	1134081.475	ESQUINA URBANO
	185	271	21	15	271.35417	426.239	66.239	66	14	20	-0.017	75.189	1946.742	30.295	68.815	1202794.718	1134086.832	HIDRANTE
	D16	271	9	55	271.16528	426.05	66.05	66	3	0	-0.007	71.356	1946.752	28.966	65.212	1202793.388	1134083.229	DELTA 16
					0													
D16	D15	0	0	0	0											1202793.388	1134083.229	
	186	357	23	35	357.39306	603.443	243.44	243	26	35	0.278	22.397	1946.956	-10.01	-20.03	1202783.375	1134063.195	NIVEL
	187	9	12	50	9.2138889	255.264	255.26	255	15	50	0.353	22.967	1947.031	-5.842	-22.21	1202787.546	1134061.017	NIVEL
	188	82	47	40	82.794444	328.844	328.84	328	50	40	4.057	26.582	1950.735	22.748	-13.75	1202816.136	1134069.476	ESQUINA URBANO
	189	94	23	0	94.383333	340.433	340.43	340	26	0	3.462	21.04	1950.14	19.825	-7.046	1202813.213	1134076.182	ESQUINA URBANO
	190	101	10	10	101.16944	347.219	347.21	347	13	10	2.747	10.514	1949.425	10.254	-2.326	1202803.642	1134080.903	NIVEL
	191	80	17	5	80.284722	326.335	326.33	326	20	5	2.536	10.272	1949.214	8.5493	-5.694	1202801.938	1134077.534	NIVEL
	192	264	51	5	264.85139	510.901	150.9	150	54	5	-3.528	52.323	1943.15	-45.72	25.445	1202747.669	1134108.674	NIVEL
	193	269	50	0	269.83333	515.883	155.88	155	53	0	-3.614	52.26	1943.064	-47.7	21.353	1202745.69	1134104.582	NIVEL
	194	269	27	15	269.45417	515.504	155.5	155	30	15	-5.432	69.094	1941.246	-62.87	28.648	1202730.513	1134111.877	ESQUINA URBANO
	195	269	13	35	269.22639	515.276	155.28	155	16	35	-5.503	73.743	1941.175	-66.98	30.842	1202726.405	1134114.071	ESQUINA URBANO
	196	265	42	10	265.70278	511.753	151.75	151	45	10	-5.517	73.852	1941.161	-65.06	34.952	1202728.331	1134118.181	NIVEL
	197	267	30	45	267.51253	513.563	153.56	153	33	45	-5.485	70.942	1941.193	-63.52	31.585	1202729.865	1134114.813	POZO 24
	D17	268	15	25	268.25694	514.307	154.30	154	18	25	-5.499	73.233	1941.179	-65.99	31.75	1202727.396	1134114.979	DELTA 17
					0													
D17	D16	0	0	0	0											1202727.396	1134114.979	
	198	170	59	5	170.9847	505.29	145.2	145	17	30	-2.785	22.972	1938.35	-18.88	13.08	1202708.5	1134128.0	NIVEL

					2	2	9								12	59		
	199	181	51	45	181.8625	516.169	156.17	156	10	10	-2.82	22.944	1938.317	-20.99	9.2701	1202706.408	1134124.249	NIVEL
	D18	172	30	50	172.51389	506.821	146.82	146	49	15	-2.813	22.948	1938.324	-19.21	12.558	1202708.189	1134127.537	DELTA 18
					0													
D18	D17	0	0	0	0											1202708.189	1134127.537	
	200	184	8	30	184.14167	510.963	150.96	150	57	45	-6.234	25.841	1932.079	-22.59	12.543	1202685.596	1134140.08	NIVEL
	201	192	44	10	192.73611	519.557	159.56	159	33	25	-6.149	26.182	1932.164	-24.53	9.1448	1202683.656	1134136.682	NIVEL
	D19	191	27	20	191.45556	518.276	158.28	158	16	35	-9.35	46.042	1928.963	-42.77	17.042	1202665.417	1134144.579	DELTA 19
					0													
D19	D18	0	0	0	0											1202665.417	1134144.579	
	202	151	9	40	151.16111	489.438	129.44	129	26	15	-7.19	50.332	1921.836	-31.97	38.872	1202633.444	1134183.451	POZO 34
	203	255	46	30	255.775	594.051	234.05	234	3	5	1.737	28.23	1930.763	-16.57	-22.85	1202648.845	1134121.725	VIA URBANO
	204	267	24	10	267.40278	605.679	245.68	245	40	45	1.669	27.622	1930.695	-11.38	-25.17	1202654.041	1134119.408	VIA URBANO
	205	270	47	25	270.79028	609.067	249.07	249	4	0	0.811	15.089	1929.837	-5.391	-14.09	1202660.026	1134130.486	VIA URBANO
	206	242	54	20	242.90556	581.182	221.18	221	10	55	0.462	7.639	1929.488	-5.749	-5.03	1202659.668	1134139.549	VIA URBANO
	207	338	25	15	338.42083	676.697	316.73	316	41	50	-0.056	4.649	1928.977	3.3833	-3.189	1202668.8	1134141.39	VIA URBANO
	208	47	2	40	47.04444	385.321	25.321	25	19	15	-1.289	13.245	1927.737	11.973	5.6647	1202677.39	1134150.243	VIA URBANO
	209	55	43	55	55.73194	394.008	34.008	34	0	30	-2.785	25.122	1926.241	20.825	14.051	1202686.242	1134158.63	VIA URBANO
	210	94	13	10	94.21944	432.496	72.496	72	29	45	-0.148	2.177	1928.878	0.6548	2.0762	1202666.072	1134146.655	POZO 33
	D20	56	44	15	56.7375	395.014	35.014	35	0	50	-2.604	23.504	1926.422	19.25	13.486	1202684.667	1134158.065	DELTA 20
					0													
D20	D19	0	0	0	0											1202684.667	1134158.065	
	211	346	23	45	346.39583	561.41	201.41	201	24	35	1.326	11.454	1927.796	-10.66	-4.181	1202674.004	1134153.84	VIA URBANO
	212	279	36	25	279.60694	494.621	134.62	134	37	15	-0.25	4.698	1926.22	-3.3	3.3439	1202681.367	1134161.409	VIA URBANO
	213	231	6	10	231.1027	446.11	86.11	86	7	0	-1.734	13.084	1924.73	0.8861	13.054	1202685.5	1134171.1	QUEBRADA

				8	7	7						6			53	19		
	214	208	42	40	208.7111 1	423.72 5	63.72 5	63	43	30	-1.617	13.346	1924.85 3	5.908	11.967	1202690.5 75	1134170.0 32	QUEBRADA
	215	226	55	30	226.925 9	441.93 9	81.93 9	81	56	20	-1.548	22.122	1924.92 2	3.1022	21.903	1202687.7 69	1134179.9 68	EJE VÍA DESTAPASA
	216	234	32	20	234.5388 9	449.55 3	89.55 3	89	33	10	-2.581	37.068	1923.88 9	0.2893	37.067	1202684.9 57	1134195.1 32	EJE VÍA DESTAPASA
	D2 1	232	10	10	232.1694 4	447.18 3	87.18 3	87	11	0	-5.276	89.631	1921.19 4	4.4045	89.523	1202689.0 72	1134247.5 87	DELTA 21
					0													
D21	D2 0	0	0	0	0											1202689.0 72	1134247.5 87	
	217	354	35	55	354.5986 1	621.78 2	261.7 8	261	46	55	1.561	36.204	1927.95 8	-5.175	-35.83	1202683.8 97	1134211.7 55	EJE VÍA DESTAPASA
	218	2	11	5	2.184722 2	269.36 8	269.3 7	269	22	5	0.509	9.963	1926.90 6	-0.11	-9.962	1202688.9 62	1134237.6 25	EJE VÍA DESTAPASA
	219	161	52	0	161.8666 7	429.05	69.05	69	3	0	-0.263	12.188	1926.13 4	4.3579	11.382	1202693.4 3	1134258.9 7	EJE VÍA DESTAPASA
	220	255	6	45	255.1125 6	522.29 6	162.3	162	17	45	-3.524	37.724	1922.87 3	-35.94	11.472	1202653.1 34	1134259.0 59	POZO 35
	D2 2	171	13	10	171.2194 4	438.40 3	78.40 3	78	24	10	-0.544	31.866	1925.85 3	6.406	31.215	1202695.4 78	1134278.8 03	DELTA 22
					0													
D22	D2 1	0	0	0	0											1202695.4 78	1134278.8 03	
	221	353	29	40	353.4944 4	611.89 7	251.9	251	53	50	0.011	5.625	1925.89 2	-1.748	-5.347	1202693.7 3	1134273.4 56	EJE VÍA DESTAPASA
	222	287	34	40	287.5777 8	545.98 1	185.9 8	185	58	50	-0.072	2.867	1925.80 9	-2.851	-0.299	1202692.6 26	1134278.5 04	EJE VÍA DESTAPASA
	223	225	9	45	225.1625 5	483.56					-0.134	10.789	1925.74 7			1202695.4 78	1134278.8 03	EJE VÍA DESTAPASA
	224	219	36	50	219.6138 9	478.01 7	118.0 2	118	1	0	-0.263	28.744	1925.61 8	-13.5	25.376	1202681.9 76	1134304.1 78	EJE VÍA DESTAPASA
	225	216	6	50	216.1138 9	474.51 7	114.5 2	114	31	0	-0.308	41.578	1925.57 3	-17.25	37.829	1202678.2 25	1134316.6 32	EJE VÍA DESTAPASA
	D2 3	215	55	25	215.9236 1	474.32 6	114.3 3	114	19	35	-0.37	49.755	1925.51 1	-20.5	45.337	1202674.9 82	1134324.1 4	DELTA 23
					0													
D23	D2 2	0	0	0	0											1202674.9 82	1134324.1 4	
	226	105	25	15	105.4208 3	399.74 7	39.74 7	39	44	50	0.188	3.382	1925.62 9	2.6003	2.1625	1202677.5 82	1134326.3 03	EJE VÍA DESTAPASA
	227	143	10	25	143.1736 1	437.5	77.5	77	30	0	-0.012	15.757	1925.42 9	3.4104	15.383	1202678.3 92	1134339.5 24	EJE VÍA DESTAPASA
	228	249	47	10	249.7861	544.11	184.1	184	6	45	-6.137	21.917	1919.30	-21.86	-1.572	1202653.1	1134322.5	POZO 36



					1	3	1									21	69	
	229	222	57	35	222.9597 2	517.28 6	157.2 9	157	17	10	-6.465	21.745	1918.97 6	-20.06	8.3964	1202654.9 23	1134332.5 37	PTAR ESQUINA
	230	226	38	25	226.6402 8	520.96 7	160.9 7	160	58	0	-6.521	24.615	1918.92	-23.27	8.0274	1202651.7 13	1134332.1 68	PTAR ESQUINA
					0													
D8'	D8	0	0	0	0											1202511.1 42	1133808.6 48	
	231	189	42	10	189.7027 8	258.48 1	258.4 8	258	28	50	3.533	103.72 4	1942.14 8	-20.71	-101.6	1202490.4 29	1133707.0 14	EJE VÍA DESTAPASA
	232	184	44	50	184.7472 2	253.52 5	253.5 3	253	31	30	1.06	40.035	1939.67 5	-11.35	-38.39	1202499.7 89	1133770.2 57	EJE VÍA DESTAPASA
	233	180	59	50	180.9972 2	249.77 5	249.7 8	249	46	30	0.247	26.488	1938.86 2	-9.157	-24.85	1202501.9 85	1133783.7 94	POZO 36

ANEXO C MANUAL PARA MANEJO DEL MODELO DEL ACUEDUCTO DE SAN JOAQUIN.

INTRODUCCION

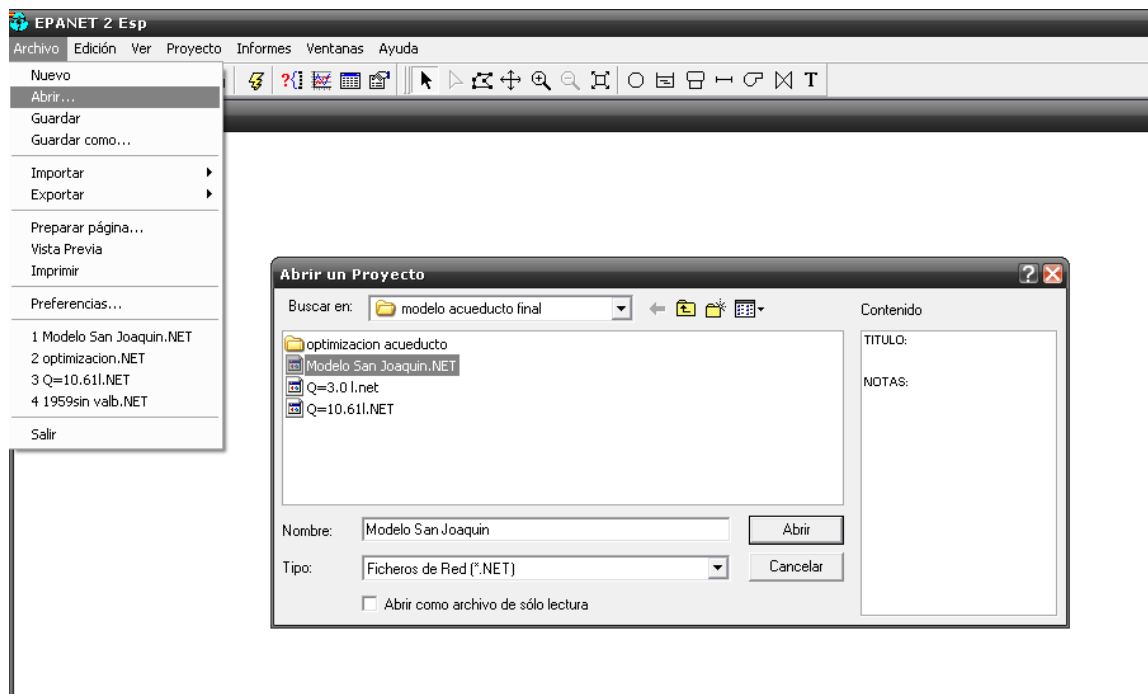
En la actualidad la facilidad que ofrecen los programas de cálculo hacen posible la modelación de mas variables lo que hacen diseños más exactos y efectivos.

Antiguamente se diseñaba con procesos iterativos para el análisis de una red de distribución estos presentaban cálculos largo y tediosos que no facilitaban en nada la consecución de un proyecto viable y una simulación exacta del comportamiento de esta red.

Es por esto que gracias al software EPANET 2.0, podremos comparar la red existente con simulaciones validas y más variables de diseño, que se podrán cambiar para forjar una red mejorada con todos los factores establecidos lo que podrá generar distintas soluciones en cuanto a ampliación y rediseño.

INICIO

Para comenzar el programa se va al icono de EPANET 2.0 y se carga el archivo Modelo San Joaquin.Net este archivo contiene el modelo con la simulación del caudal consumido por la población en la actualidad de acuerdo a la toma de datos.

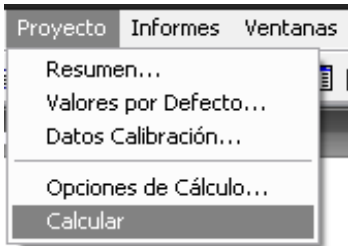


CORRER LA SIMULACION

Como los datos de entrada ya están establecidos además de todos los parámetros como para tuberías y nodos solo se tiene que correr el programa. Una de las formas es cliqueando el vínculo calcular.



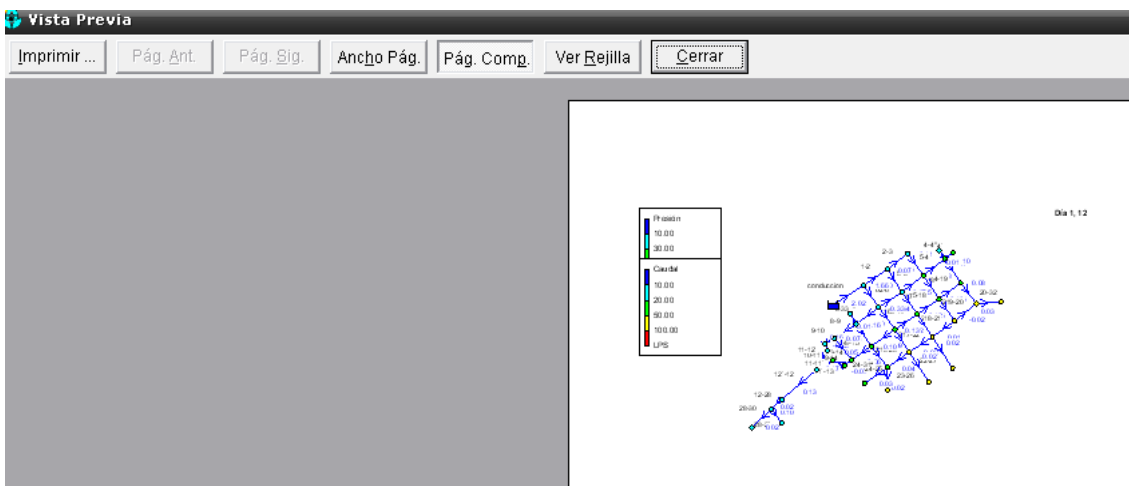
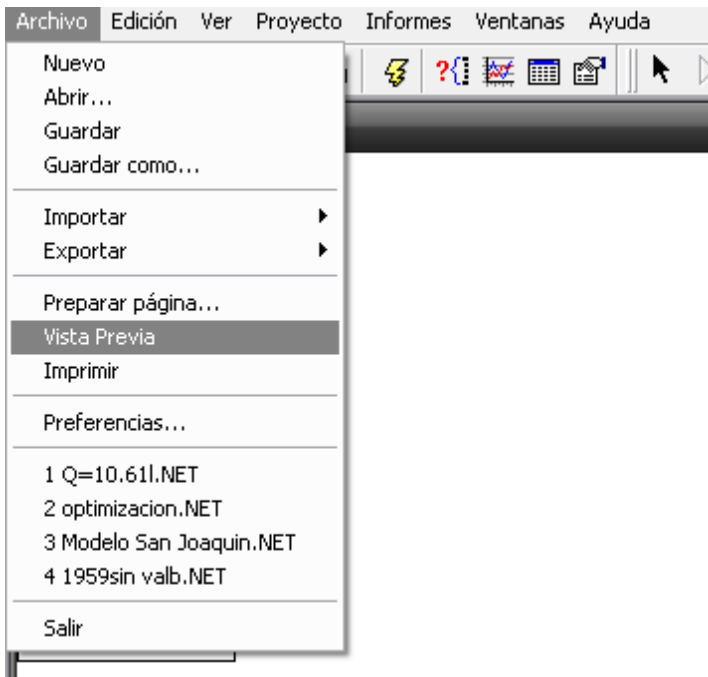
Otra forma de correr la simulación es por medio del menú desplegable: Proyecto – Calcular.



Esto hará que el programa empiece a calcular el comportamiento hidráulico de la red del municipio y se puedan ver los resultados tanto por tablas o por gráficos.

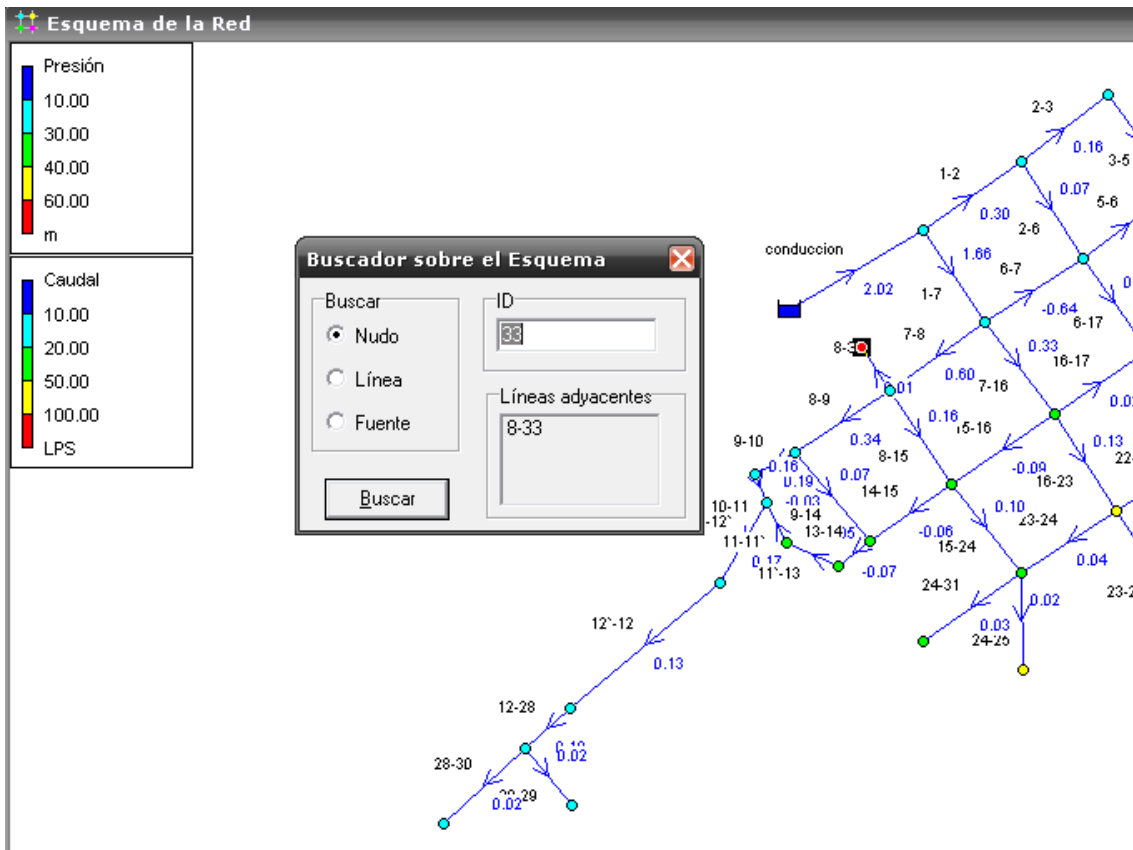
VISTA PREVIA

Si se quiere imprimir el grafico para cuestiones de presentar informes del estado del acueducto, solo basta con ir a Archivo y después a vista previa para observar la posición del mapa en una hoja y poder imprimir la información.



BUSCAR

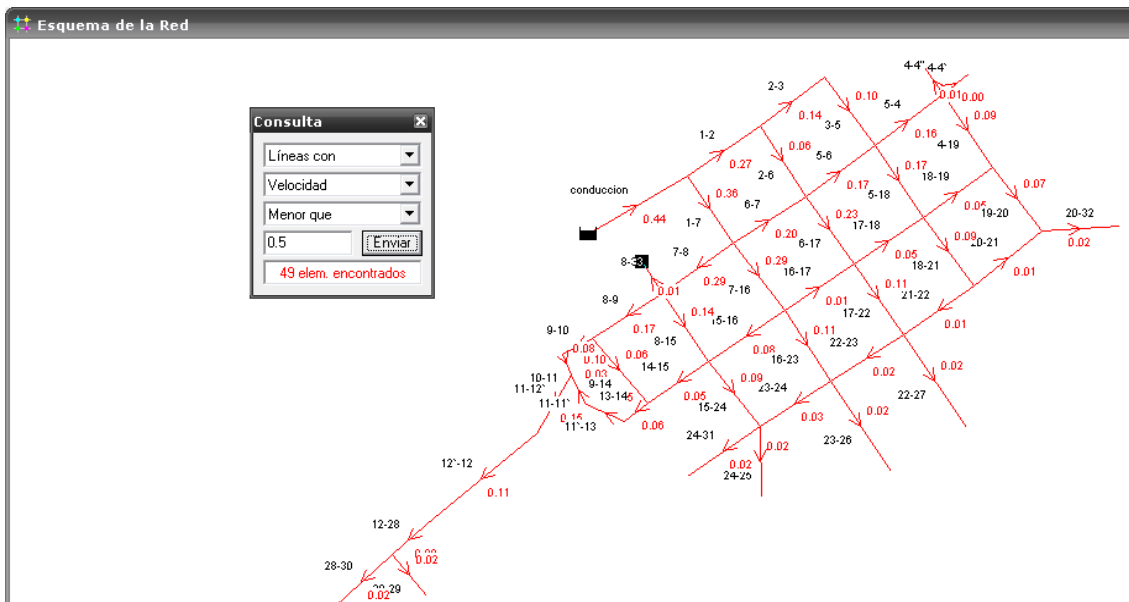
Dentro de la exploración del modelo tendremos que consultar algún elemento con el fin de facilitar el entendimiento del modelo, para este fin procedemos a Ver y en ese menú desplegable elegir Buscar con esto podrá elegir que nudo, línea o fuente encontrar dentro del mapa del acueducto.



Este caso por ejemplo de dio buscar al nudo 33, el buscador sobre el esquema señala el nudo respectivo y además muestra las líneas adyacentes a este nudo.

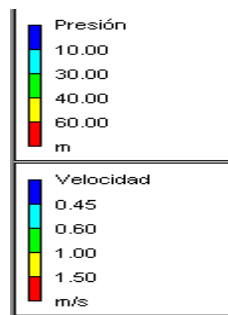
CONSULTAR

Quando ya se quiere consultar elementos sometidos a alguna condición como por ejemplo aquellas líneas que tangen una velocidad menor que 0.5 m/sg. Dentro de una hora establecida solo se tiene que ir a ver y darle consultar y elegir la anterior condición en la hora 0 dándonos como resultado 49 tuberías con esta condición.

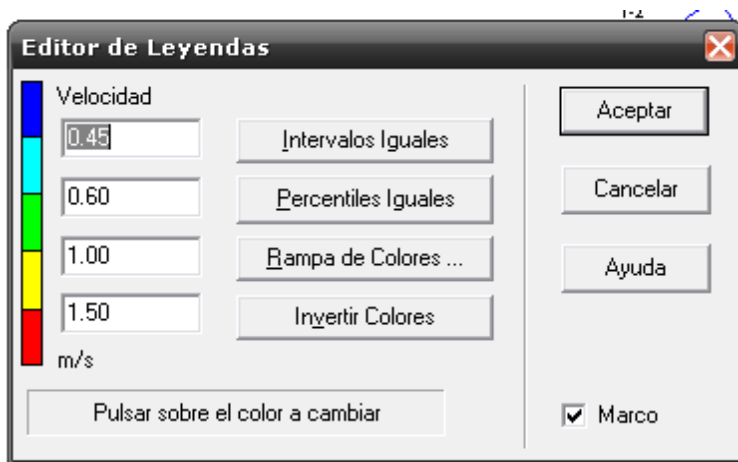
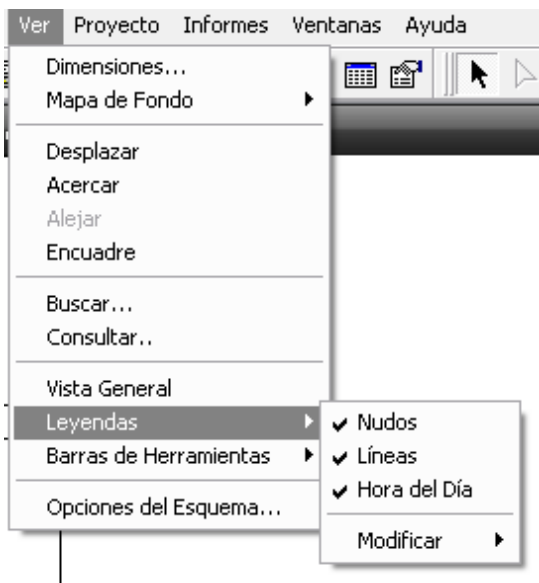


LEYENDAS

Son aquellas etiquetas que aparecen en el mapa donde se refleja en forma de franjas los valores determinados para los nudos en cuanto a presión, cota, demanda base, altura y calidad. Y para las tuberías en cuanto a coeficientes, calidad, caudal, velocidad, pérdidas, factor de fricción y velocidad de reacción.

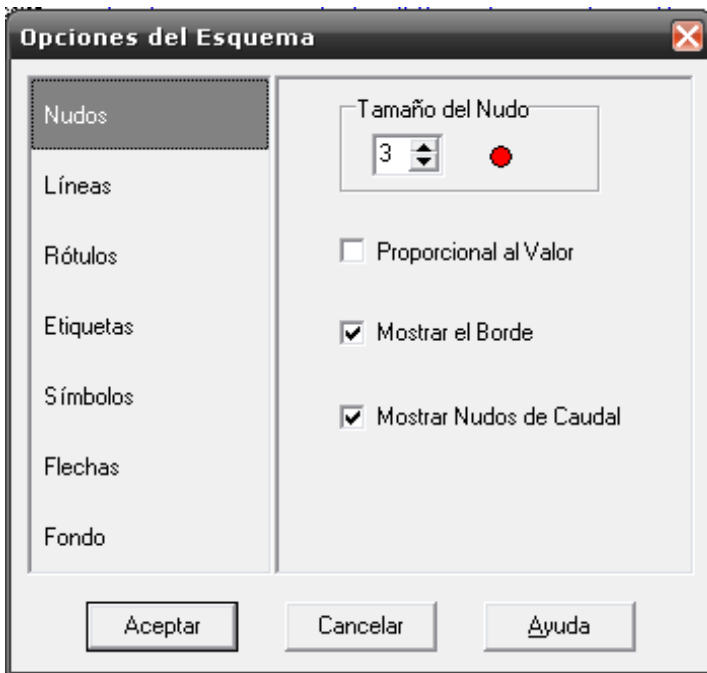


Estas leyendas se pueden aparecer o desaparecer dentro del gráfico seleccionando Ver_Leyendas y eligiendo si se quieren hacer visibles o no. También se puede modificar los valores de los parámetros de los nudos o las tuberías de la red con el fin de observar mejor los cambios que ocurran en esta.



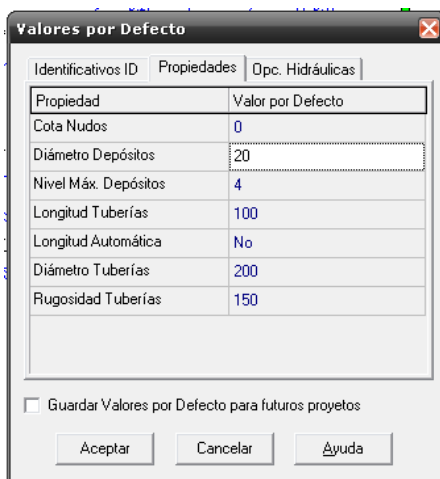
OPCIONES DEL ESQUEMA

En opciones del esquema se pueden realizar acciones tales como cambiar el tamaño del nudo, mostrar los valores de nudos y de las líneas, mostrar flechas que indiquen direcciones del caudal, Escalar el gráfico, Mostrar símbolos y cambiar el color del fondo.

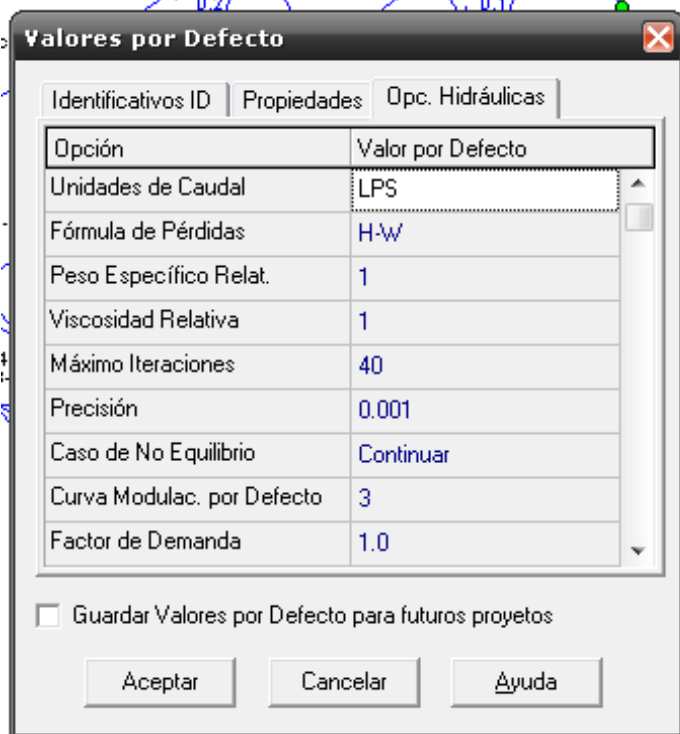


VALORES POR DEFECTO

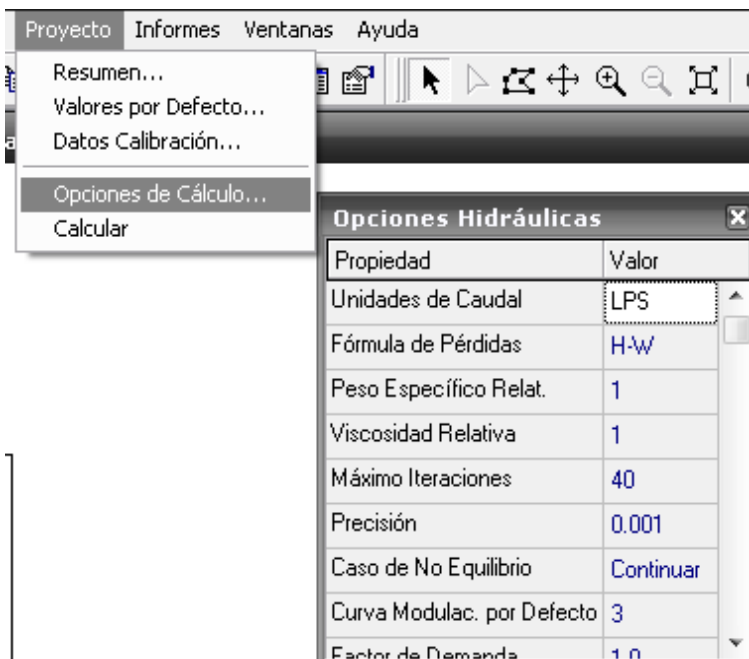
A este menu se ingresa por Proyectos_Valores por defecto aquí se permite antes de montar el modelo del acueducto que el programa asigne valores a los nudos o a las tuberías antes de ser creadas, esto facilita el trabajo cuando hay valores iguales para todos los elementos por ejemplo la rugosidad en todas las tuberías del proyecto son del valor de 120.



También en opciones hidráulicas se puede asignar las unidades del caudal, la fórmula de pérdidas en nuestro caso son las de Hasen-Williams, también asignar la viscosidad relativa, el número máximo de iteraciones etc.



También se puede llegar a opciones hidráulicas por Proyecto_Opciones de Calculo

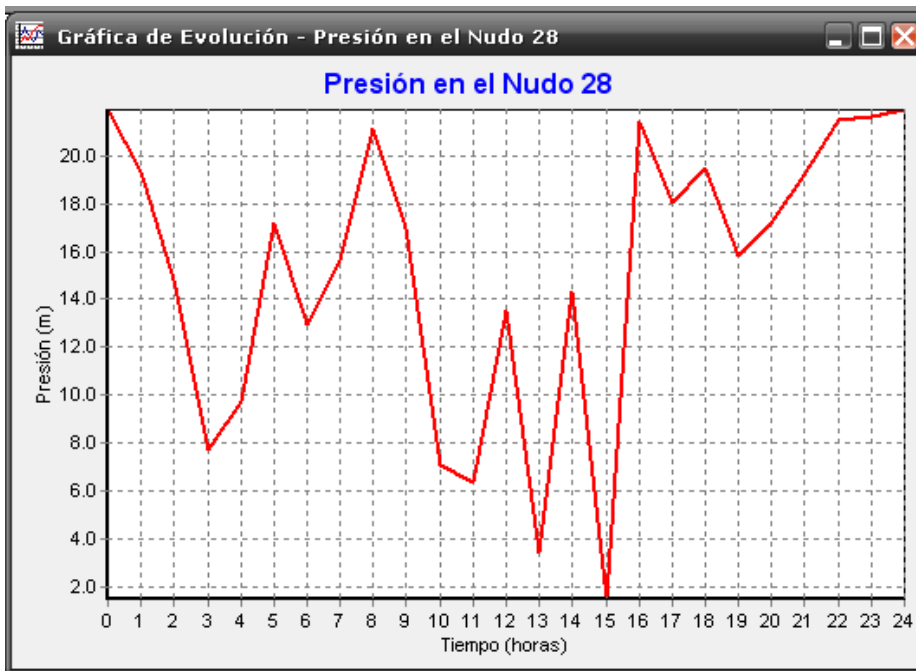
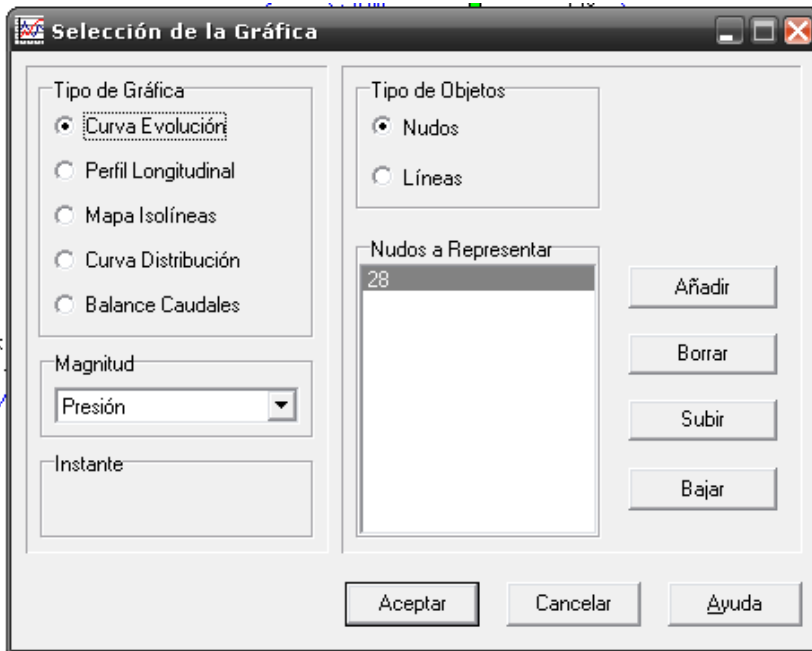


INFORMES GRAFICOS

En estos se pueden generar curvas de evolucion, perfiles longitudinales, mapas de isolineas, Curvas de distribucion, y balance de caudales tanto para nudos como para tuberias.

Curvas de evolucion

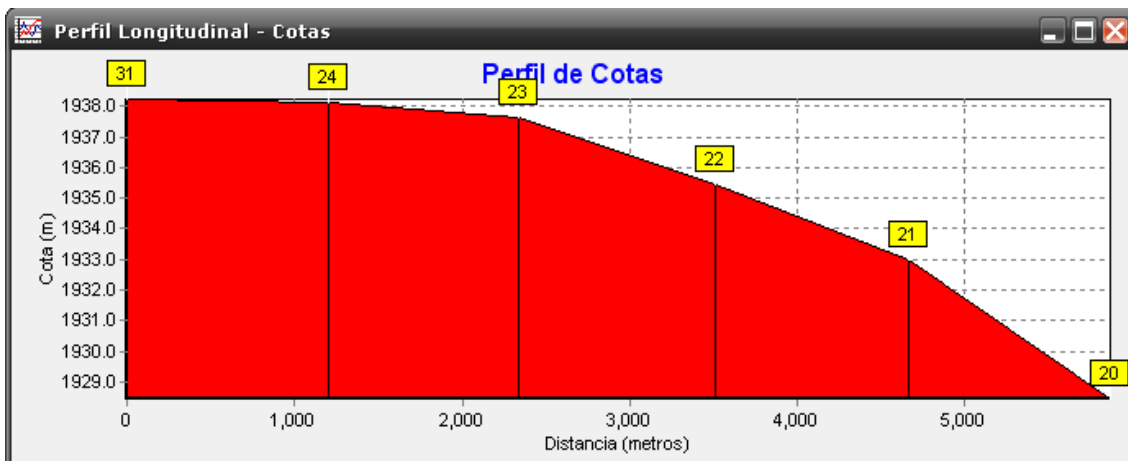
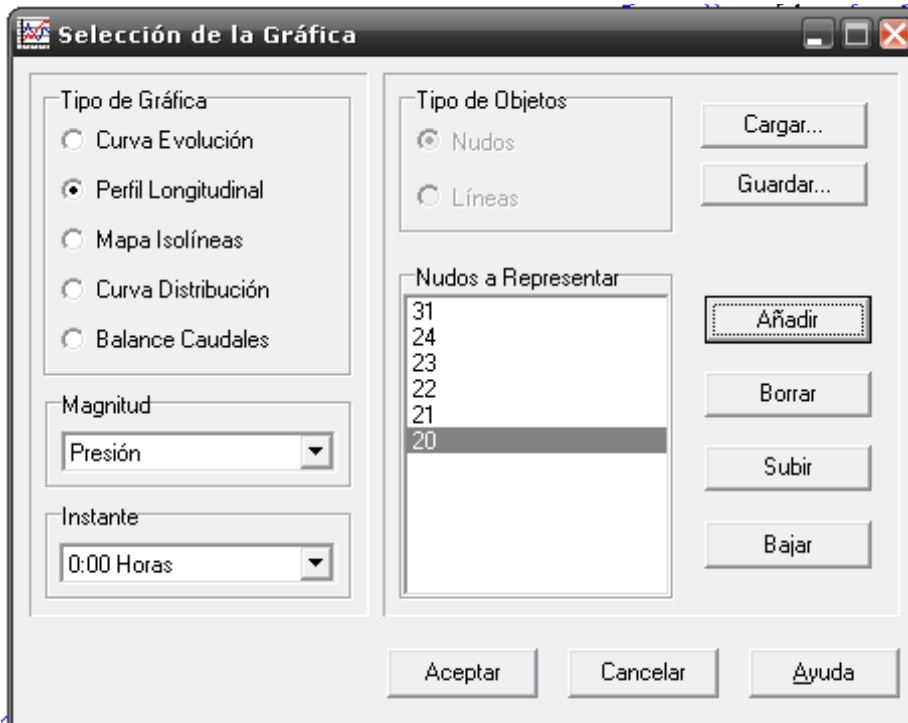
Con las curvas de evolucion se puede graficar la variacion de presion en un nudo con respecto al tiempo asi como la velocidad en una tuberia.



Perfiles longitudinales

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

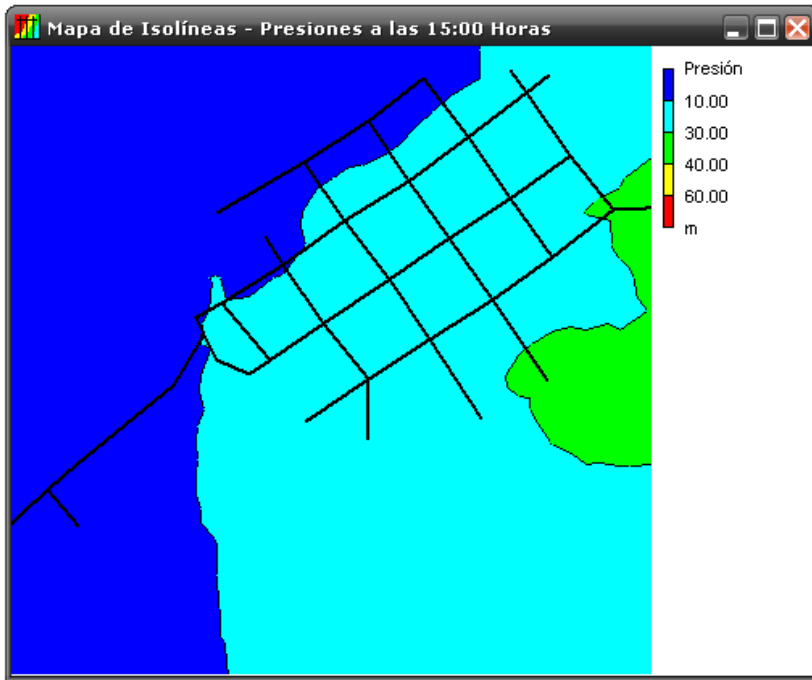
Estos perfiles es para representar por ejemplo en un nudo un perfil de cotas de una calle o carrera del municipio y saber como es su topografía brindando una gran facilidad para conocer las características del terreno.



Mapa de isolíneas

Este permite ver en planta el comportamiento de cualquier parametro de un nudo o una tubería por ejemplo podemos saber como varían las presiones en todo el municipio a las 3 de la tarde la hora de mayor consumo.

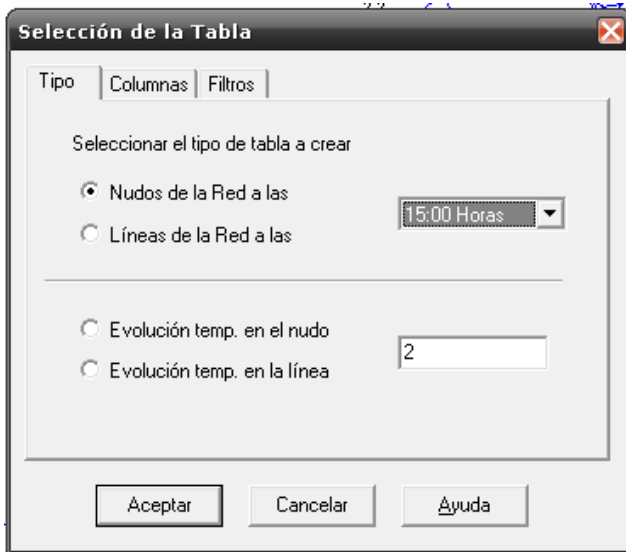
Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander



INFORMES POR TABLAS

Epanet 2.0 permite mostrar los resultados a través de tablas estos resultados se pueden sacar ya sea por nudos o tuberías. Se puede acceder por medio de Informes_Tablas

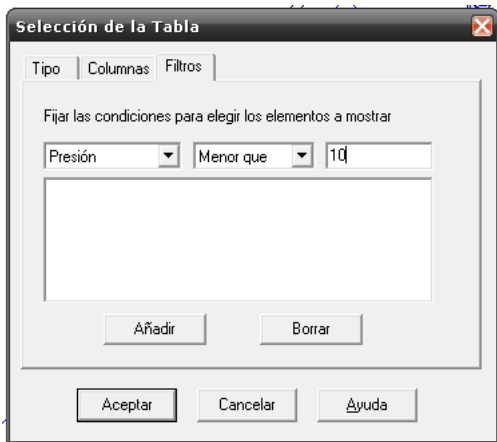




En columnas se pueden seleccionar los campos que aparecerán en la tabla de resultados.



En filtros se puede seleccionar una condición para un campo establecido y que solo muestre los resultados que cumplen con la condición establecida.

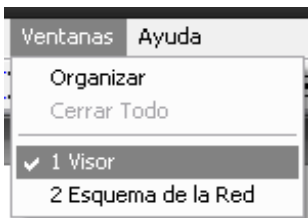


VISOR

Este permite observar los resultados en el modelo y cambiarlos a su acomodo por ejemplo si se quiere mirar en el grafico los caudales para las tuberías y las presiones para los nodos. También puedo elegir el instante donde se quieren los resultados todo esto se hace en la parte de Esquema en el visor.



En la parte de Datos puedo observar los nudos, las tuberías, los embalses etc. que se encuentran en el modelo. En caso de que no apareciese se puede seleccionar Ventana Visor para que se permita mostrar la herramienta.



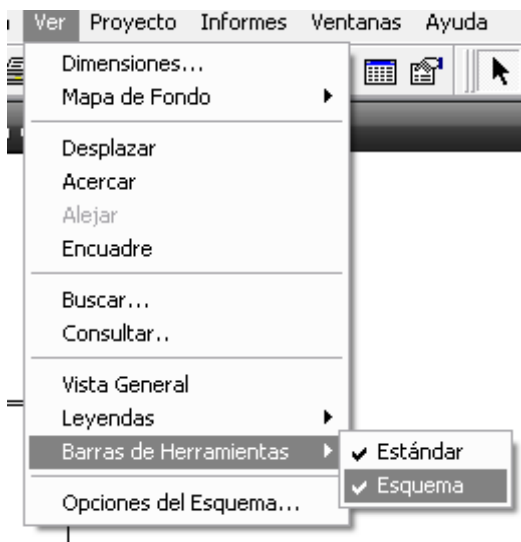
La opción de Ventana también sirve para aparecer el gráfico del modelo.

AÑADIR EMBALSE A LA RED

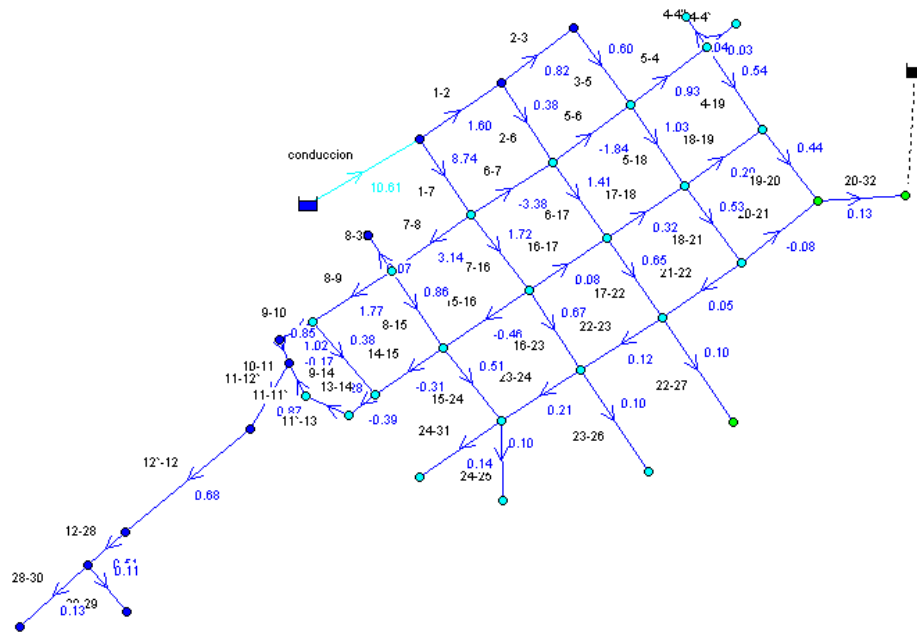
Si por ejemplo se quisiese añadir un embalse al modelo para comprobar su funcionamiento solo basta con seleccionar el icono de embalse en las herramientas de esquema.



Estas herramientas se pueden aparecer en Ver Barra de herramientas Esquema



Después se coloca en el lugar elegido y se añade una tubería que lo conecte con un nudo establecido. A este tanque se le debe colocar la cota correspondiente dando doble click en el elemento.



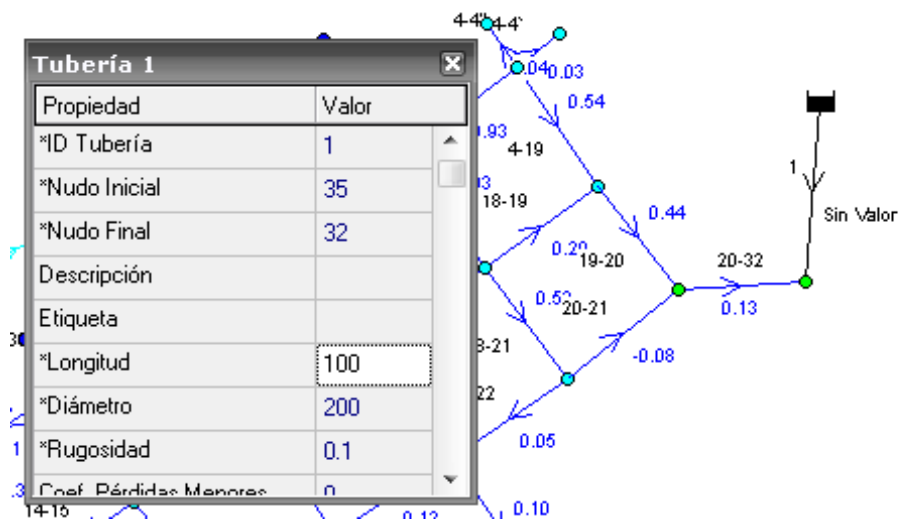
Embalse 35	
Propiedad	Valor
*ID Embalse	35
Coordenada X	10526.76
Coordenada Y	8946.49
Descripción	
Etiqueta	
*Altura Total	1978
Curva Modulac. de la Altura	
Calidad Inicial	
Intensidad de la Fuente	

La tubería se añade eligiendo el icono de tubería



Y luego se colocan los parámetros como Diámetro, Rugosidad y longitud.

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander



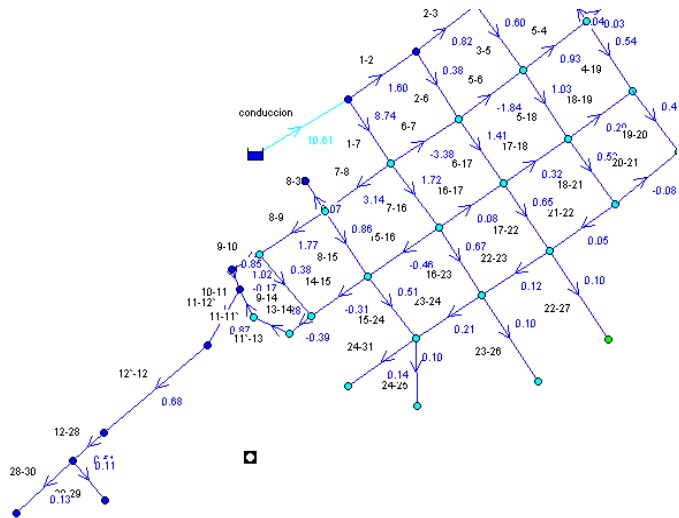
Luego se puede ir a Proyecto Calcular o aplicar el botón correspondiente para que corra la simulación.



AMPLIACION DE LA RED

Si por ejemplo el municipio quiere añadir otras tuberías a la red y se quiere saber cómo funcionarían estas tuberías con un diámetro establecido por el diseñador en primer lugar se procede a añadir un nudo

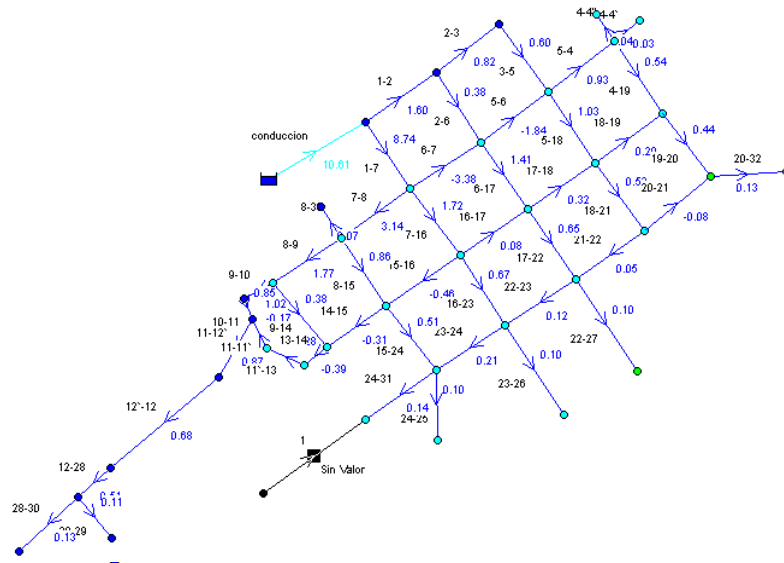




Luego se le dan las características al nudo como la cota y la demanda base.

Propiedad	Valor
*ID Nudo de Caudal	35
Coordenada X	3135.45
Coordenada Y	2993.31
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	0
Demanda Base	0
Curva Modul. Demanda	
Tipo de Demanda	1

Después se añade la tubería y se le agregan los parámetros de Longitud, diámetro y rugosidad.



Propiedad	Valor
*ID Tubería	1
*Nudo Inicial	35
*Nudo Final	31
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	100
*Diámetro	200
*Rugosidad	0.1
Coef. Pérdidas Menores	0

Luego se da calcular para que corra la simulación.

ANEXO I CALCULOS HIDROLOGICOS

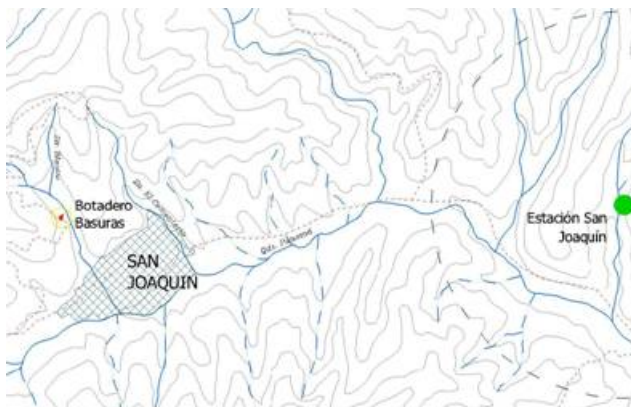
La información hidrológica y meteorología de estaciones del IDEAM, (INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES) en el municipio de San Joaquín - Santander.

Intensidad de la lluvia. La intensidad de la lluvia se determina por medio de la obtención de las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia, I D F, y su cálculo en forma general se presenta a continuación.

- **Proceso de obtención de las curvas I-D-F.** En el municipio de San Joaquín (Santander) actualmente se encuentra cubierto por una red de estaciones pertenecientes a la red meteorológica nacional (IDEAM), que permite determinar los datos de precipitación como la del presente estudio. Para obtener las curvas se hace necesario seguir los siguientes pasos:

- PASO I

Se procedió a identificar y localizar la estación o estaciones que cubren el área de estudio. Como se puede inferir del gráfico (adjunto), el Botadero de basuras de San Joaquín se encuentra localizado dentro del área de influencia de la estación pluviométrica San Joaquín¹. Por este motivo y porque de acuerdo a la homogeneidad del paisaje (relieve y cobertura) que circunda a la estación y el casco urbano, se decide tomar los datos de la estación San Joaquín como únicos para obtener las curvas IDF.



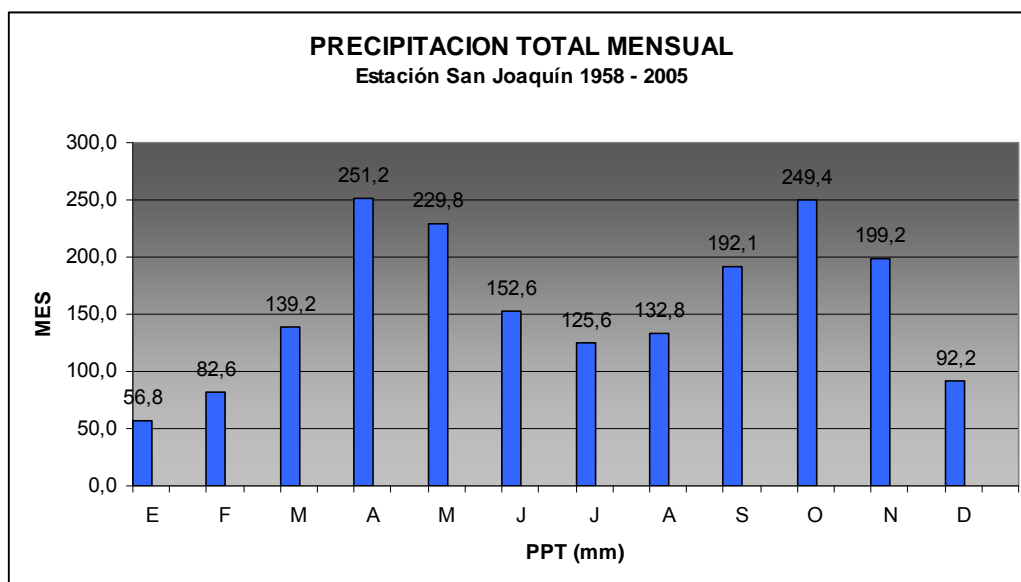
Ubicación estación metereológica de San Joaquín.

1

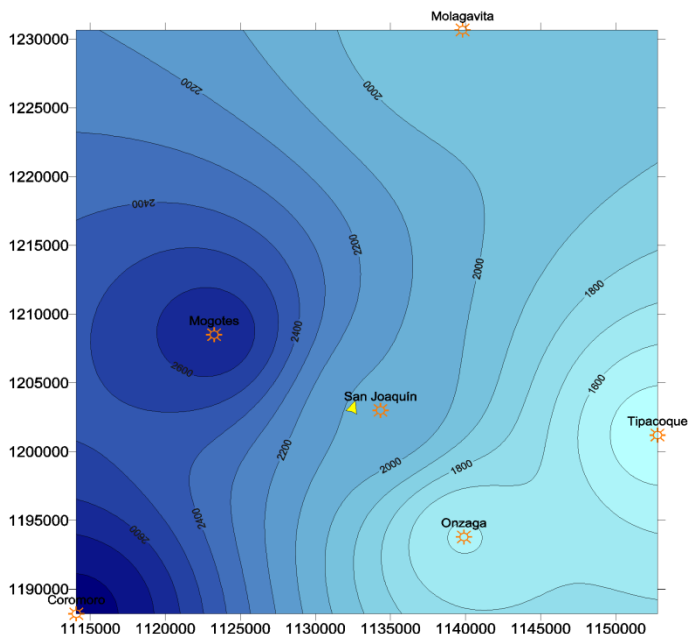
La estación San Joaquín, identificada con el código 2403020, pertenece actualmente al IDEAM, se encuentra localizada en las coordenadas geográficas 6° 26'N de latitud y 72° 51'W de longitud y a una altitud de 2000msnm. Solo cuenta con información pluviométrica (valores totales mensuales de precipitación, número de días de precipitación en el mes y valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas. Con esta información se procedió establecer las características generales de precipitación de la estación.

El área de estudio presenta un régimen de precipitación de tipo bimodal con 4 periodos, (dos secos y dos húmedos). El año hidrológico inicia en el mes de enero y termina en el mes de diciembre; presenta sus máximos de precipitación en los meses de abril y octubre, mientras que los mínimos o más secos, en los meses de enero y julio. La precipitación en el área de estudio oscila entre los 2050 y 2100 mm anuales.

Precipitación total mensual estación San Joaquín 1958 - 2005



De acuerdo a los registros en los últimos 49 años, la máxima precipitación en 24 horas se presentó en el mes de julio de 1964 con un valor de 224mm (ver cuadros). Por la información obtenida se puede inferir que el régimen de las lluvias no es de tipo torrencial, puesto que más de la mitad del año llueve en esta área y las lluvias tienden a ser prolongadas.



Ubicación de estaciones e isoyetas para la zona de estudio

Datos mínimos, medios y máximos de precipitación total mensual, precipitación máxima en 24 horas y N° de días/mes con precipitación.

TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MINIMOS	0,0	1,0	7,6	34,0	81,0	44,5	20,7	38,0	19,0	92,4	36,0	8,1	0,0
MEDIOS	56,8	82,6	139,2	251,2	229,8	152,6	125,6	132,8	192,1	249,4	199,2	92,2	1903,4
MAXIMOS	432,0	271,0	318,0	650,0	479,0	641,0	623,0	360,0	554,0	612,5	340,0	407,0	650,0

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS(mm/dia)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MINIMOS	0,0	1,0	2,5	4,0	9,0	10,0	5,3	9,0	6,0	13,0	7,8	3,0	0,0
MEDIOS	19,2	24,9	32,8	42,5	39,5	28,0	27,7	24,1	32,9	37,3	39,1	22,8	30,9
MAXIMOS	71,0	70,0	98,0	87,0	76,0	70,0	224,0	54,3	72,2	74,2	96,5	50,0	224,0

N° DIAS MENSUALES CON PRECIPITACION (dia)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MINIMOS	0,0	1,0	2,0	7,0	11,0	6,0	6,0	7,0	7,0	11,0	6,0	1,0	0,0
MEDIOS	7,0	9,0	13,0	19,0	21,0	16,0	15,0	16,0	18,0	22,0	18,0	10,0	182,0
MAXIMOS	31,0	26,0	24,0	29,0	31,0	27,0	29,0	29,0	27,0	30,0	29,0	30,0	31,0

Fuente: IDEAM, 2007

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

- PASO II

Una vez determinadas las características generales de la estación se procedió a completar la serie de datos, para poder entrar a generar las series de datos en los diferentes tiempos de concentración (5, 10, 15, 20, 30, 45 y 60 minutos), en tasas de retorno de (2, 5, 10, 25, 30 y 50 años).

Es importante aclarar que al no tener datos pluviográficos de la estación ni de sus vecinas inmediatas, se establecieron las siguientes consideraciones al respecto:

- A los datos obtenidos del IDEAM (meteorológico de máxima precipitación mensual en 24 horas) se les considera como los generados en una precipitación entre 10 y 60 minutos, siendo la máxima precipitación la caída en los primeros 10 minutos (ver PASO 1).
- Se compararon los datos de la estación con los de otras similares y se determinaron relaciones geoestadísticas con las mismas.

- PASO III

Finalmente, se procede a aplicar el método de Gumbel Tipo I para la estación El Tope. El procedimiento consiste en determinar las precipitaciones para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 30 y 50 años con una duración de una hora. En el Anexo Paso III se presentan dichos datos.

Calculados los datos se aplica el método de solución de ecuaciones lineales con tres incógnitas, utilizando una nube de puntos (los generados por Gumbel).

Estimación de las curvas I.F.D.

ESTIMACION DE LAS CURVAS DE INTENSIDAD FRECUENCIA Y DURACION												
PARA EL MUNICIPIO DE SIMACOTA BASADOS EN LA ESTACION DE CHIMA DATOS OBTENIDOS												
DE LAS PROBABILIDADES DE LLUVIAS PARA 5,10,15,20,30,45,60 MIN PARA TIEMPOS DE 1 A 50 AÑOS												
ORDEN	TC	P. RET	INTENS	X ₂	X ₁	Y	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	
				Log(TC)	Log(P)	Log(I)						
1	5	2	132,55	0,70	0,30	2,12	0,64	1,48	0,09	0,49	0,21	
2	5	3	154,86	0,70	0,48	2,19	1,04	1,53	0,23	0,49	0,33	
3	5	4	168,70	0,70	0,60	2,23	1,34	1,56	0,36	0,49	0,42	
4	5	5	178,73	0,70	0,70	2,25	1,57	1,57	0,49	0,49	0,49	
54	10	6	169,76	1,00	0,78	2,23	1,74	2,23	0,61	1,00	0,78	
55	10	7	176,49	1,00	0,85	2,25	1,90	2,25	0,71	1,00	0,85	
56	10	8	182,23	1,00	0,90	2,26	2,04	2,26	0,82	1,00	0,90	
57	10	9	187,25	1,00	0,95	2,27	2,17	2,27	0,91	1,00	0,95	
58	10	10	191,67	1,00	1,00	2,28	2,28	2,28	1,00	1,00	1,00	
108	15	11	180,85	1,18	1,04	2,26	2,35	2,65	1,08	1,38	1,22	
109	15	12	184,40	1,18	1,08	2,27	2,45	2,66	1,16	1,38	1,27	
110	15	13	187,71	1,18	1,11	2,27	2,53	2,67	1,24	1,38	1,31	
111	15	14	190,74	1,18	1,15	2,28	2,61	2,68	1,31	1,38	1,35	
112	15	15	193,55	1,18	1,18	2,29	2,69	2,69	1,38	1,38	1,38	
162	20	16	184,64	1,30	1,20	2,27	2,73	2,95	1,45	1,69	1,57	

ESTIMACION DE LAS CURVAS DE INTENSIDAD FRECUENCIA Y DURACION												
PARA EL MUNICIPIO DE SIMACOTA BASADOS EN LA ESTACION DE CHIMA DATOS OBTENIDOS												
DE LAS PROBABILIDADES DE LLUVIAS PARA 5,10,15,20,30,45,60 MIN PARA TIEMPOS DE 1 A 50 AÑOS												
163	20	17	186,98	1,30	1,23	2,27	2,80	2,96	1,51	1,69	1,60	
164	20	18	189,15	1,30	1,26	2,28	2,86	2,96	1,58	1,69	1,63	
165	20	19	191,23	1,30	1,28	2,28	2,92	2,97	1,64	1,69	1,66	
166	20	20	193,16	1,30	1,30	2,29	2,97	2,97	1,69	1,69	1,69	
216	30	21	162,04	1,48	1,32	2,21	2,92	3,26	1,75	2,18	1,95	
217	30	22	163,52	1,48	1,34	2,21	2,97	3,27	1,80	2,18	1,98	
218	30	23	164,91	1,48	1,36	2,22	3,02	3,28	1,85	2,18	2,01	
219	30	24	166,25	1,48	1,38	2,22	3,07	3,28	1,90	2,18	2,04	
220	30	25	167,55	1,48	1,40	2,22	3,11	3,29	1,95	2,18	2,06	
270	45	26	141,79	1,65	1,41	2,15	3,04	3,56	2,00	2,73	2,34	
271	45	27	142,79	1,65	1,43	2,15	3,08	3,56	2,05	2,73	2,37	
272	45	28	143,74	1,65	1,45	2,16	3,12	3,57	2,09	2,73	2,39	
273	45	29	144,69	1,65	1,46	2,16	3,16	3,57	2,14	2,73	2,42	
274	45	30	145,57	1,65	1,48	2,16	3,20	3,58	2,18	2,73	2,44	
331	60	31	125,05	1,78	1,49	2,10	3,13	3,73	2,22	3,16	2,65	
332	60	32	125,76	1,78	1,51	2,10	3,16	3,73	2,27	3,16	2,68	
348	60	48	134,75	1,78	1,68	2,13	3,58	3,79	2,83	3,16	2,99	
349	60	49	135,20	1,78	1,69	2,13	3,60	3,79	2,86	3,16	3,01	
350	60	50	135,65	1,78	1,70	2,13	3,62	3,79	2,89	3,16	3,02	

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

ESTIMACION DE LAS CURVAS DE INTENSIDAD FRECUENCIA Y DURACION												
PARA EL MUNICIPIO DE SIMACOTA BASADOS EN LA ESTACION DE CHIMA DATOS OBTENIDOS												
DE LAS PROBABILIDADES DE LLUVIAS PARA 5,10,15,20,30,45,60 MIN PARA TIEMPOS DE 1 A 50 AÑOS												
ORDEN	TC	P. RET	INTEN	X ₂	X ₁	Y	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	
				Log(d)	Log(T)	Log(I)						

En la siguiente cuadro se presenta el resumen de la solución de las tres incógnitas k, m y n.

$$I = \frac{KT^m}{D^n}$$

Planteamiento del sistema de ecuaciones simultáneas con tres incógnitas para solución de las curvas I.F.D

PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE ECUACIONES SIMULTANEAS CON TRES INCOGNITAS												
PARA LA SOLUCION DE LAS CURVAS I - D - F												
		1	y =	N a₀	a₁x₁			a₂x₂				
			768,1191	343,0000	451,3815			445,1442				
		2	S(x₁,y) =	a₀Sx₁	a₁Sx₁²			a₂S(x₂x₁)				

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

		1019,5778	451,3815	633,2766	585,8014		
	3	S(x₂y) =	a₀Sx₂	a₁S(x₂x₁)	a₂Sx₂²		
		984,6791	445,1442	585,8014	619,4212		
	a₀ =	2,3253		K =	211,4875		
	a₁ =	0,2228		M =	0,2228		
	a₂ =	-0,2921		N =	0,2921		

$$I = \frac{211.4875T^{0.2228}}{D^{0.2921}}$$

Establecida la ecuación de intensidad para un tiempo y frecuencia dada, se procede a calcular los datos para intervalos de tiempo hasta llegar a los 240 minutos que es el tiempo que se considera como suficiente para estimar máximas concentraciones en pequeñas cuencas. En la siguiente tabla se presentan los datos de Intensidad para diferentes tiempos de concentración y periodos de retorno en litros por segundo.

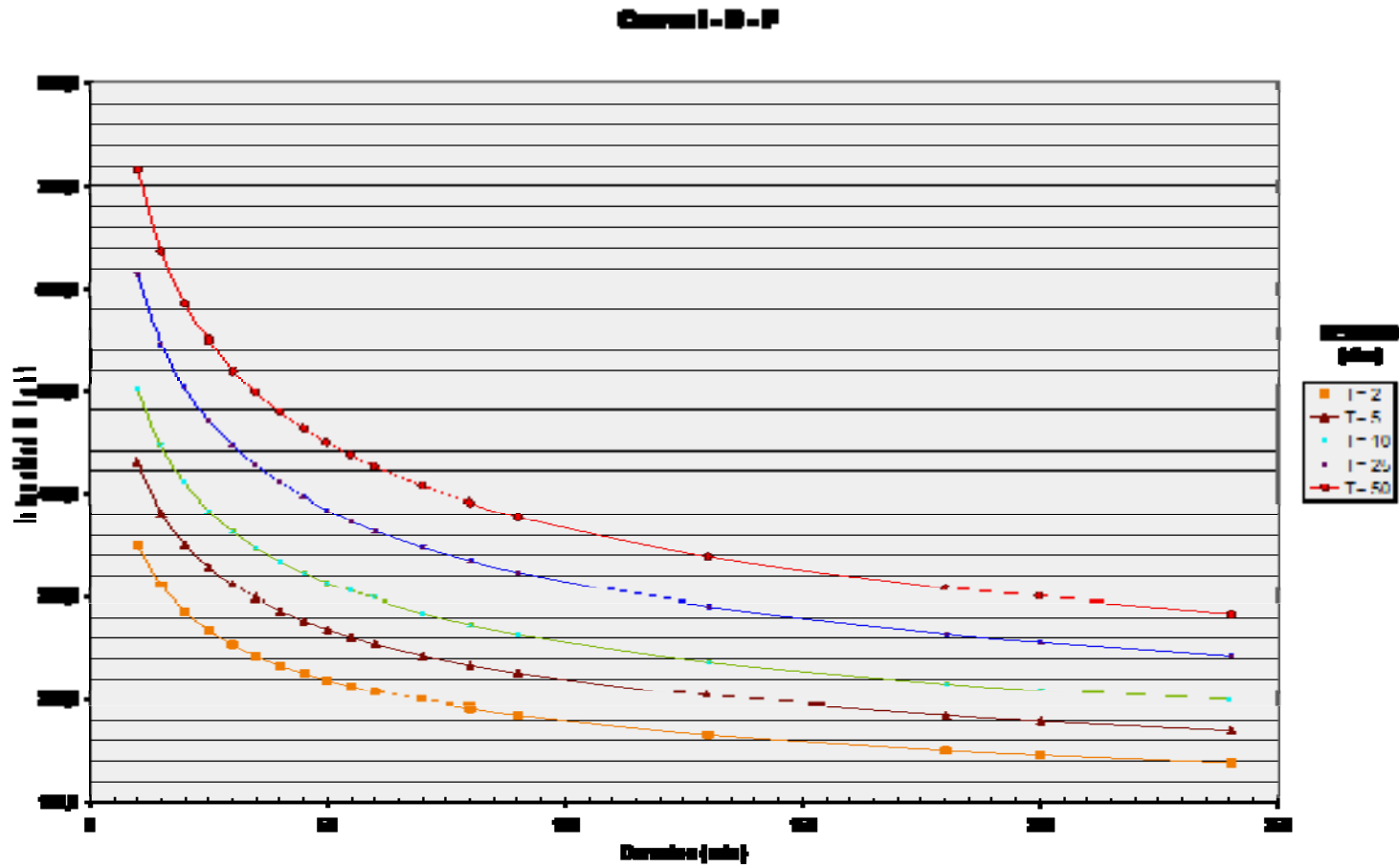
Duración y periodos de retorno

DURACIÓN	PERIODOS DE RETORNO					
	2	5	10	25	30	50
5	428,3	525,6	613,3	751,9	783,3	877,8
10	350,0	429,2	500,8	614,2	639,7	716,9
15	310,8	381,1	445,0	545,6	568,3	636,7
20	285,8	350,6	409,2	501,7	522,5	585,6

30	253,9	311,4	363,3	445,6	464,2	520,0
45	225,6	276,7	322,8	395,8	412,2	461,9
60	207,2	254,4	296,7	363,9	379,2	424,7
90	184,2	225,8	263,6	323,3	336,7	377,2
120	169,4	207,8	242,5	297,2	309,7	346,9
180	150,6	184,4	215,3	264,2	275,0	308,1
240	138,3	169,7	198,1	242,8	252,8	283,3

Trabajo de Grado Análisis hidráulico de la Red de Distribución de Agua potable y Alcantarillado del Municipio de San Joaquín, Santander

Curvas de Intensidad Frecuencia y Duración



En la siguiente tabla se presentan las ecuaciones utilizadas para calcular la intensidad para diferentes tiempos de concentración.

Cálculo de las curvas I.F.D

CURVAS INTENSIDAD - FRECUENCIA - DURACION					
$I = K T^n$					
Curva	1	2	3	4	5
Frecuencia (años)	2	5	10	25	50
Area (ha)	2	10	10000	100000	1000000
K	685,5570	840,8021	981,1944	1203,3868	1404,3215
n	-0,2921	-0,2921	-0,2921	-0,2921	-0,2921
t mínimo	10	10	10	10	10
$I = K T^n$ L/s Ha	349,93	429,17	500,83	614,25	716,81

TABLA DE CALCULOS PARA CURVAS					
T =	2	5	10	25	50
t = min	INTENSIDAD (L / s ha)				
10	349,9	429,2	500,8	614,2	716,8
15	310,9	381,2	444,9	545,7	636,8
20	285,8	350,5	409,0	501,7	585,4
25	267,8	328,4	383,2	470,0	548,5
30	253,9	311,4	363,4	445,7	520,1
35	242,7	297,7	347,4	426,0	497,2
40	233,4	286,3	334,1	409,7	478,2
45	225,5	276,6	322,8	395,9	462,0
50	218,7	268,2	313,0	383,9	448,0
55	212,7	260,9	304,4	373,3	435,7
60	207,4	254,3	296,8	364,0	424,8
70	198,2	243,1	283,7	348,0	406,1
80	190,6	233,8	272,9	334,6	390,5
90	184,2	225,9	263,6	323,3	377,3
130	165,4	202,9	236,8	290,4	338,9
160	150,4	184,5	215,3	264,1	308,2
200	145,9	178,9	208,8	256,1	298,8
240	138,3	169,6	198,0	242,8	283,3

Paso II Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de concentración.

TR	TC						
	5	10	15	20	30	45	60
2	132,6	115,5	103,2	96,9	80,6	67,6	58,3
3	154,9	137,5	124,1	116,7	97,0	81,4	70,0
4	168,7	151,4	137,6	129,3	107,5	90,2	77,5
5	178,7	161,6	147,5	138,7	115,3	96,8	83,1
6	186,6	169,8	155,4	146,2	121,5	102,0	87,5
7	193,1	176,5	162,0	152,4	126,7	106,3	91,2
8	198,6	182,2	167,6	157,7	131,1	110,1	94,3
9	203,4	187,3	172,6	162,4	134,9	113,3	97,1
10	207,7	191,7	176,9	166,5	138,4	116,2	99,5
11	211,4	195,7	180,8	170,2	141,4	118,8	101,7
12	214,8	199,3	184,4	173,6	144,2	121,1	103,7
13	218,0	202,6	187,7	176,7	146,8	123,3	105,5
14	220,9	205,7	190,7	179,5	149,2	125,3	107,2
15	223,5	208,5	193,5	182,2	151,4	127,2	108,8
16	226,0	211,1	196,1	184,6	153,4	128,9	110,2
17	228,3	213,6	198,6	187,0	155,4	130,5	111,6
18	230,5	215,9	200,9	189,1	157,2	132,0	112,9
19	232,5	218,1	203,1	191,2	158,9	133,5	114,1
20	234,5	220,2	205,2	193,2	160,5	134,8	115,3
21	236,3	222,2	207,1	195,0	162,0	136,1	116,4
22	238,1	224,1	209,0	196,8	163,5	137,4	117,4
23	239,7	225,8	210,8	198,5	164,9	138,5	118,4
24	241,3	227,5	212,5	200,1	166,3	139,7	119,3
25	242,8	229,2	214,1	201,7	167,5	140,8	120,3
26	244,3	230,8	215,7	203,1	168,8	141,8	121,1
27	245,7	232,3	217,2	204,6	170,0	142,8	122,0
28	247,0	233,7	218,7	205,9	171,1	143,7	122,8
29	248,3	235,2	220,1	207,3	172,2	144,7	123,6
30	249,6	236,5	221,4	208,5	173,3	145,6	124,3
31	250,8	237,8	222,7	209,8	174,3	146,5	125,1
32	252,0	239,1	224,0	211,0	175,3	147,3	125,8
33	253,1	240,3	225,2	212,1	176,2	148,1	126,4
34	254,1	241,5	226,4	213,2	177,2	148,9	127,1
35	255,2	242,7	227,6	214,3	178,1	149,6	127,8
36	256,2	243,8	228,7	215,4	178,9	150,4	128,4
37	257,3	244,9	229,8	216,5	179,8	151,1	129,0
38	258,2	245,9	230,9	217,4	180,7	151,8	129,6
39	259,2	247,0	231,9	218,4	181,5	152,5	130,2
40	260,1	248,0	232,9	219,4	182,2	153,2	130,7
41	261,0	249,0	233,9	220,3	183,0	153,8	131,3
42	261,9	249,9	234,8	221,2	183,8	154,4	131,8
43	262,7	250,8	235,8	222,1	184,5	155,1	132,3
44	263,6	251,8	236,7	223,0	185,2	155,7	132,8
45	264,4	252,6	237,6	223,8	185,9	156,3	133,3
46	265,2	253,5	238,4	224,6	186,6	156,8	133,8
47	265,9	254,4	239,3	225,4	187,3	157,4	134,3
48	266,7	255,2	240,1	226,2	187,9	157,9	134,8
49	267,4	256,0	241,0	227,0	188,6	158,5	135,2
50	268,2	256,8	241,8	227,8	189,2	159,0	135,7

