

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<u>Documento</u>	<u>Código</u>	<u>Fecha</u>	<u>Revisión</u>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	<u>Dependencia</u>	<u>Aprobado</u>		<u>Pág.</u>
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(109)

RESUMEN - TESIS DE GRADO

AUTORES	<b>JHON EDER JAIME NAVARRO</b>		
FACULTAD	<b>DE INGENIERIA</b>		
PLAN DE ESTUDIOS	<b>INGENIERIA CIVIL</b>		
DIRECTOR	<b>CIRO ALFONSO PEÑARANDA CARRASCAL</b>		
TÍTULO DE LA TESIS	<b>PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, MEDIANTE LA PARTICIPACION COMO AUXILIAR DE INGENIERIA CIVIL EN LA ETAPA DE PLANEACION DE LOS PROYECTOS “DON SIMON” Y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, A CARGO DE LA EMPRESA GUALMADEJO S.A.S</b>		
<u>RESUMEN</u> (70 palabras aproximadamente)			
<p><b>EN EL PRESENTE INFORME SE PRESENTA EL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LOS PROYECTOS ALTOS DE LA PRIMAVERA Y DON SIMÓN, DEFINIENDO PRIMERO EL TRAZADO DE LOS TRAMOS, LOS DISEÑOS SE REALIZAN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LAS TABLAS PRESENTES EN EL LIBRO DE AUTOR RICARDO ALFREDO LÓPEZ CUALLA Y CUMPLIENDO CON LOS REQUERIMIENTOS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS-2000</b></p>			
<u>CARACTERÍSTICAS</u>			
<b>PÁGINAS. 109</b>	<b>PLANOS</b>	<b>ILUSTRACIONES. 15</b>	<b>CD-ROM. 1</b>



**PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLUVIAL, MEDIANTE LA PARTICIPACION COMO AUXILIAR DE  
INGENIERIA CIVIL EN LA ETAPA DE PLANEACION DE LOS PROYECTOS  
“DON SIMON” Y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, A CARGO DE LA EMPRESA  
GUALMADEJO S.A.S**

**JHON EDER JAIME NAVARRO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
OCAÑA  
2015**

**PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
PLUVIAL, MEDIANTE LA PARTICIPACION COMO AUXILIAR DE  
INGENIERIA CIVIL EN LA ETAPA DE PLANEACION DE LOS PROYECTOS  
“DON SIMON” Y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, A CARGO DE LA EMPRESA  
GUALMADEJO S.A.S**

**JHON EDER JAIME NAVARRO**

**Informe final de pasantías presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director  
CIRO ALFONSO PEÑARANDA CARRASCAL  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA CIVIL  
OCAÑA  
2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa bienes e inversiones gualmadejo por permitirme hacer parte de sus proyectos y colaborar un poco en el estudio de los dos proyectos que son de su propiedad.

A todas las personas que me estuvieron ahí para brindarme el apoyo y las fuerzas para realizar mi trabajo de grado.

A los jurados por colaborarme en la revisión del informe para que de esta manera se garantice una buena realización de la pasantía.

Al ingeniero Ciro Alfonso Peñaranda Carrascal por toda su colaboración y por dedicar un tiempo para que mi tesis se llevara a cabo.

## **DEDICATORIA**

Primero dar gracia a Dios por darme fuerzas para continuar mis estudios a pesar de los obstáculos que se pudieron presentar y por permitirme hacer realidad mi sueño de estudiar INGENIERIA CIVIL.

A mi madre por ser una pieza fundamental en el transcurso de la carrera por ser esa persona de la cual recibí todo el apoyo tanto económico como moral por estar siempre allí dándome consejos para salir adelante, este triunfo se lo dedico a ella.

A mis hermanos, tíos sobrinos en fin a mi familia por también brindarme desinteresadamente su apoyo para salir adelante y poder construir un mejor futuro.

También agradecer a mi novia por acompañarme en los momentos de estudio y por estar allí tan generosamente brindándome apoyo y fuerzas para continuar con mi meta y no perder el horizonte.

## CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	15
<u>1. PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADOSANITARIO Y PLUVIAL, MEDIANTE LA PARTICIPACION COMO AUXILIAR DE INGENIERIA CIVIL EN LA ETAPA DE PLANEACION DE LOS PROYECTOS “DON SIMON” Y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, A CARGO DE LA EMPRESA GUALMADEJO S.A.S</u>	16
1.1 <u>DESCRIPCIÓN BREVE DE LA EMPRESA</u>	16
1.1.1 Misión	16
1.1.2 Visión	16
1.1.3 Objetivos de la empresa	17
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional	17
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyectos al que fue asignado	18
1.2 <u>DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA</u>	22
1.2.1 Planteamiento del problema	25
1.3 <u>OBJETIVOS DE LA PASANTÍA</u>	25
1.3.1 Objetivo General	25
1.3.2 Objetivos específicos	25
1.4. <u>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR</u>	26
2. <u>ENFOQUE REFERENCIAL</u>	28
2.1. <u>ENFOQUE CONCEPTUAL</u>	28
2.1.1. Alcantarillado	28
2.1.2. Transporte de las aguas residuales	28
2.1.3. Componentes de una red de alcantarillado sanitario	29
2.1.4. Componentes de una red de alcantarillado pluvial	30
2.1.5. Parámetros de diseño	31
2.1.6. Población	31
2.1.7. Domesticas (QD)	31
2.2. <u>ENFOQUE LEGAL</u>	37
2.2.1. Normas que orientan el ordenamiento territorial	38
3. <u>INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO</u>	41
3.1. <u>PRESENTACION DE RESULTADOS</u>	41
3.1.1. Levantamiento Topográfico	41
3.1.2. Definir el trazado de las redes de recolección	44
3.1.3. Altos de la primavera	45
3.1.4. Calculo del presupuesto	68
3.1.5. Alcantarillado simplificado	74
4. <u>DIAGNOSTICO FINAL</u>	79

5. <a href="#"><u>CONCLUSIONES</u></a>	80
6. <a href="#"><u>RECOMENDACIONES</u></a>	82
7. <a href="#"><u>BIBLIOGRAFÍA</u></a>	83
<a href="#"><u>ANEXOS</u></a>	84

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz DOFA	23
Tabla 2. Nivel de complejidad	31
Tabla 3. Dotación neta	31
Tabla 4. Coeficiente de retorno de aguas servidas	33
Tabla 5. Contribución industrial	33
Tabla 6. Aportes máximos conexiones erradas	34
Tabla 7. Contribución comercial	34
Tabla 8. contribucion institucional	34
Tabla 9. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección	35
Tabla 10. Relación hidráulica para conductos circulares	52
Tabla 11. Velocidad máxima permisible	53
Tabla 12. Coeficiente de escorrentía típico	56
Tabla 13. Frecuencia de diseño en tuberías del alcantarillado pluvial	58

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama de la empresa Gualmadejo SAS	18
Figura 2. Logo de Alto de la Primavera	18
Figura 3. Ubicación global de Altos de la Primavera	19
Figura 4. Casa Tipo 1	19
Figura 5. Logo de Don Simón	20
Figura 6. Ubicación Don simón	20
Figura 7. Cabaña Tipo 1	21
Figura 8. Cabaña Tipo 2	21
Figura 9. Cabaña Tipo 3	21
Figura 10. Zona Social	21
Figura 11. Calzada tipo de los proyectos.	63
Figura 12. Análisis de carril.	63
Figura 13. Sistema simplificado	75
Figura 14. Alcantarillado condominial	77
Figura 15. Alcantarillados in situ	78

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Cuadro de áreas y número de habitantes de Altos de la primavera	26
Cuadro 2. Datos del proyecto	45
Cuadro 3. Áreas de cada cabaña	45
Cuadro 4. Cotas de los pozos	64
Cuadro 5. Áreas de cada cabaña	65

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Objetivos de la empresa hacia el futuro alto de la primavera	85
Anexo B. Levantamiento topográficos. Altos de la Primavera	87
Anexo C. Ubicación de pozos y la red de alcantarillado	89
Anexo D. Resultados del diseño de la red de alcantarillado sanitario	91
Anexo E. Resultados de la red de alcantarillado pluvial	97
Anexo F. Objetivo de la empresa “Don Simón”	99
Anexo G. Levantamiento topográfico Don Simón	101
Anexo H. Ubicación de pozos y la red de alcantarillado	103
Anexo I. Resultados del diseño de la red de alcantarillado sanitario	105
Anexo J. Resultados de la red de alcantarillado pluvial	107
Anexo K. Desarrollo de los sistemas de alcantarillado	109

## **RESUMEN**

En el presente informe se presenta el diseño de la red de Alcantarillado Sanitario y Pluvial de los proyectos Altos de la Primavera y Don Simón, Definiendo primero el trazado de los tramos, los diseños se realizan mediante la utilización de las tablas presentes en el libro de autor Ricardo Alfredo López Cualla y cumpliendo con los requerimientos exigidos por el REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS-2000. De igual manera se presenta la síntesis de los resultados obtenidos en los planos generales de los proyectos, Además se presenta en el informe escrito los procedimientos llevados a cabo para la obtención de resultados y verificación de cumplimiento de los parámetros utilizados en el diseño, la presentación de sistemas no convencionales de alcantarillados como ayuda a la completa información de los diferentes tipos de alcantarillados que la empresa empezaría a evaluar y escogería el que mejor se ajuste a su presupuesto y necesidad.

Se presenta el presupuesto de la red de alcantarillado sanitario de los proyectos Altos de la Primavera y Don Simón para tener un estimativo de los gastos que se requieren para dicha obra en la etapa de planeación para saber con exactitud con cuántos recursos deben contar para el proceso de ejecución de los trabajos.

## INTRODUCCION

El presente proyecto tiene como finalidad fundamental el diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial de los proyectos a cargo de la empresa bienes e inversiones Gualmadejo SAS “Altos de la primavera” y “Don Simón”.

El diseño se desarrolla a partir de un análisis geográfico, económico y social del de los dos (2) proyectos en estudio que permiten solventar la necesidad que se les puede presentaren un futuro no muy lejano. El sistema a diseñar lo conforman una serie de tuberías y obras complementarias como pozos y sumideros, que sirven para hacer la correcta evacuación de las aguas residuales y las aguas que por escorrentía superficial producidas por la lluvia y a su vez son depositadas en el área de influencia del proyecto.

Con la realización de estas obras se busca reducir las posibles enfermedades que se producen con el vertimiento directo de estas aguas; en las vías públicas ya que son aguas negras que llevan un alto grado de carga contaminante que la hacen nociva para la salud de los seres vivos es por esta razón que no se puede estar en contacto con ellas.

Para el desarrollo integral de este proyecto se hizo necesario conocer y aplicar la normativa vigente en cuanto al transporte y disposición de aguas residuales y aguas que por escorrentía superficial son depositadas en el área del proyecto; para determinar los parámetros y especificaciones que regirán el diseño y construcción de las redes que conforman

# **1. PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, MEDIANTE LA PARTICIPACION COMO AUXILIAR DE INGENIERIA CIVIL EN LA ETAPA DE PLANEACION DE LOS PROYECTOS “DON SIMON” Y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, A CARGO DE LA EMPRESA GUALMADEJO S.A.S.**

## **1.1 DESCRIPCIÓN BREVE DE LA EMPRESA**

La Empresa Gualmadejo S.A.S, fue constituida el 20 de noviembre de 2012, bajo escritura pública No. 00002840 del libro IX y Matricula No. 24215.

En materia legal, somos una Persona Jurídica, constituida formalmente ante las entidades establecidas en el país y creada bajo la figura de una Sociedad Anónima Simplificada (S.A.S ), adquiriendo y cumpliendo los deberes comerciales, ambientales y tributarios que la ley nos impone, por tal hecho brindaremos progreso, empleo y bienestar al país.

Nos rigen dos principios fundamentales que para nosotros son de vital importancia y los tenemos como pilares dentro de nuestra empresa. Uno de ellos es la comunidad, y no la comunidad como empresa, queremos y seguiremos aportando al sí en todos en cada uno de los frentes que nos llegasen a necesitar, impulsando a mejorar la calidad de vida de todos los Colombianos.

El segundo no menos importante que el primero, el TEMA AMBIENTAL, ya que como empresa, tenemos que contribuir con la conservación y preservación del medio ambiente, por esta razón nuestros proyectos se encuentran elaborados por una simetría única entre lo natural y la urbanizable.

**1.1.1 Misión.** Ofrecer al público las mejores opciones de inversión para la adquisición de bienes muebles e inmuebles y garantizando la entrega de nuestros proyectos y servicios con los estándares más rigurosos de calidad.

Les brindamos a nuestros clientes las diferentes opciones para el desarrollo de proyectos, tales como; la construcción de casa, apartamentos, fincas, condominios campestres, torres de apartamentos, urbanizaciones residenciales, adecuación de terrenos para la construcción, el mantenimiento y remodelación de instalaciones, diseños de planos, alquiler de maquinaria y asesorías para la construcción y compra de terrenos.

De esta forma ponemos a disposición de nuestros inversionistas, un amplio paquete de servicios donde encontrara todo lo necesario para el desarrollo de los proyectos.

**1.1.2 Visión.** Ser el socio estratégico de nuestros clientes y proyectar a nuestra empresa como líder del mercado inmobiliario a nivel nacional para el 2014, convirtiéndonos en una de las principales opciones de inversión, para la adquisición y mantenimiento de bienes muebles e inmuebles.

Contaremos con las certificaciones ICONTEC, que nos acreditan como una empresa innovadora, moderna y cumplidora de las normas de calidad, generándoles a nuestros clientes más tranquilidad en sus inversiones.

Contaremos con varias sedes a nivel nacional, para facilitarles a nuestros inversionistas un servicio más oportuno.

### **1.1.3 Objetivos de la empresa.** Fortalecer el área de construcción de la compañía.

Proveer los suministros requeridos para nuestras obras a través del almacén.

Suministrar la escrituración de los proyectos en ejecución, de forma individual a nuestros clientes con sus respectivos anexos, tales como: Certificado de libertad y tradición, escritura pública.

Contar con modelos individuales para las casas y cabañas de cada uno de los proyectos.

Dar a conocer al público, el proyecto: PARQUE TEMÁTICO BARNATUSCOS con sus principales actividades: Recorrido a caballo, sendero ecológico, zonas de campin, cancha de microfútbol, piscina, cable vuelo y su espectacular restaurante o zona social para eventos.

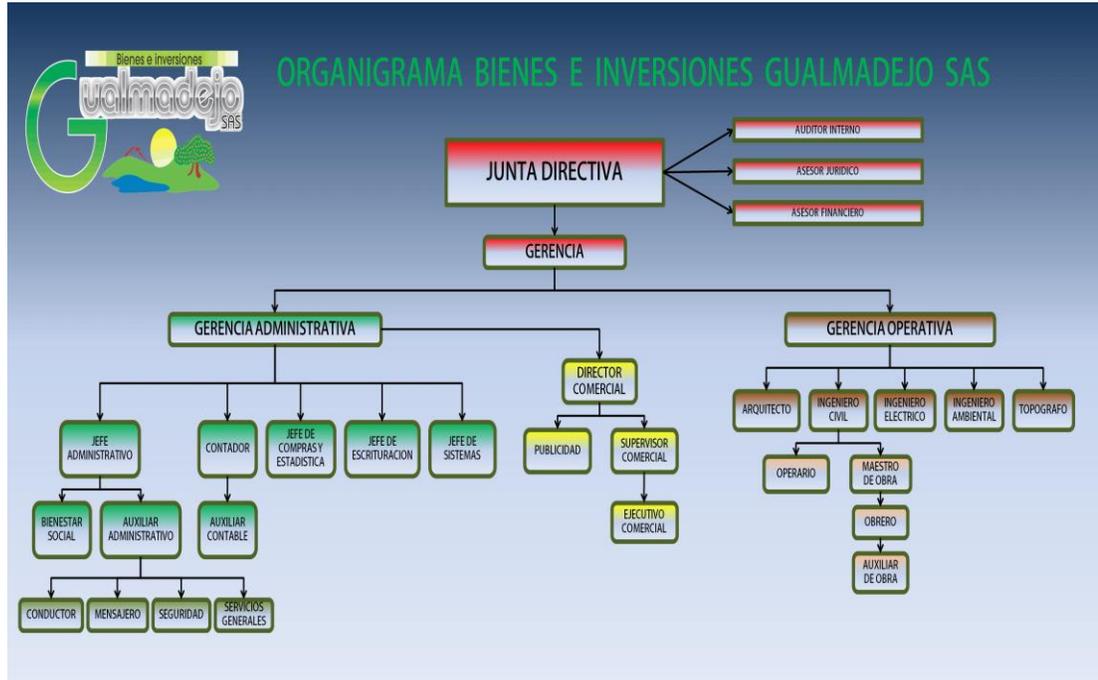
Fortalecer el área comercial, por medio de reuniones periódicas, capacitaciones y establecer el esquema de bonos por cumplimiento.

**1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.** La junta directiva que tiene a cargo tres asesores, que son un auditor interno, un asesor financiero y un asesor jurídico. De la junta se desprende el gerente que se desglosa en: Gerencia administrativa y gerencia operativa. La gerencia administrativa tiene a cargo el jefe administrativo que se encarga del bienestar social y el auxilio administrativo; este último se encarga del conductor, el mensajero, de la seguridad, y los servicios generales. De la gerencia también se derivan: El auxiliar contable, el jefe de compras y estadísticas, el jefe de escrituración y el jefe de sistemas.

De la gerencia igualmente procede el director comercial, del que a su vez se desglosan las líneas de: Publicidad y supervisión comercial y de este último se derive el asesor comercial.

En la gerencia operativa se encuentra los arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros eléctricos, ingenieros ambientales, y el topógrafo. En la rama de la ingeniería civil se desprenden dos ramas el operario y el maestro de obra este último se encarga de los obreros y el auxiliar de obra.

Figura 1. Organigrama de la empresa Gualmadejo SAS



Fuente: Archivo de la empresa Gualmadejo.

**1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyectos al que fue asignado.** La dependencia asignada es la relacionada con los proyectos de vivienda “ALTOS DE LA PRIMAVERA” y DON SIMÓN. Durante el periodo de pasantía se harán aportes con base en los conocimientos ingenieriles, en cuanto a la asistencia y seguimiento de los mismos.

Figura 2. Logo de Alto de la Primavera.



Fuente: Archivo de la empresa Gualmadejo.

Figura 3. Ubicación global de Altos de la Primavera.



Fuente: Archivo de la empresa Gualmadejo.

Figura 4. Casa Tipo 1.



Fuente. Registro fotográfico de Gualmadejo

La urbanización de vivienda Altos de la Primavera, ofrece a la comunidad Ocañera lotes de terreno con un área de 84 m<sup>2</sup>, construibles al alcance de todos, y de esta forma satisfacer esta necesidad de vivienda propia.

La empresa cuenta con las siguientes modalidades de disposición del terreno:

Lotes Etapa Uno-539 Unidades de 84 m<sup>2</sup> (7mts\*12mts).

Locales Comerciales Grandes-32 Unidades de 93.5m<sup>2</sup> (8.50mts\*11mts).

Locales Comerciales Pequeños-28 unidades de 85.5m<sup>2</sup> (9mts\*9.5mts).

Parqueaderos comunes.

Área social y recreativa.

## PROYECTO DON SIMÓN

Figura 5. Logo de Don Simón.



Fuente: Archivo de la empresa Gualmadejo.

Figura 6. Ubicación Don simón.



Fuente. Registro fotográfico de Gualmadejo

**Fig 7. Cabaña Tipo 1.**



**Fig 8. Cabaña Tipo 2.**



Fuente. Registro fotográfico de Gualmadejo Fuente. Registro fotográfico de Gualmadejo

**Fig. 9. Cabaña Tipo 3.**



**Fig.10. Zona Social.**



Fuente. Registro fotográfico de Gualmadejo Fuente. Registro fotográfico de Gualmadejo

A tan solo 200 metros del área urbana de la hermosa ciudad de Ocaña, se construye el proyecto CONDOMINIO CAMPESTRE DON SIMÓN. Proyecto que se gesta con una idea urbanística, de integración de zona urbana con amplios espacios verdes.

EL CONDOMINIO CAMPESTRE DON SIMÓN, le ofrece la oportunidad de adquirir lotes de más 1000 m<sup>2</sup>, donde podrá construir una hermosa y cómoda cabaña campestre(tres modelos de cabañas), en la cual podrá disfrutar del magnífico entorno natural que la rodea y

su tranquilidad, teniendo acceso exclusivo a las amplias zonas comunes que le ofrece el condominio.

**1.2. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA.** Esta matriz permite ver las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades que tiene o puede tener la institución en su entorno. Es importante desarrollarla para tener orientación en el momento de plasmar sus objetivos y planes de acción, para que sean los más cercanos a la realidad de la entidad. Ayuda a determinar qué tan capacitada esta organización para desempeñarse en el medio, esta matriz conduce al desarrollo de cuatro tipos de estrategias FO, DO, FA, DA.

**Estrategia FO.** Corresponde al uso de fortalezas internas de la empresa con el objetivo de aprovechar las oportunidades externas.

**Estrategia DO.** Mejora las debilidades internas, validándose de las oportunidades externas.

**Estrategia FA.** Utiliza las fortalezas de la empresa para minimizar o evitar el impacto de las amenazas externas.

**Estrategia DA.** Derrotar debilidades internas y eludir amenazas tomando estrategias defensivas.

Los pasos para construir una matriz DOFA son:

Hacer una lista de fortalezas internas claves.

Hacer una lista de debilidades internas decisivas.

Hacer una lista de las oportunidades externas importantes.

Hacer una lista de amenazas externas claves.

Comparar las fortalezas internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias.

Cruzar las debilidades internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias.

Comparar las fortalezas internas con las amenazas externas y registrar estrategias.

Comparar debilidades internas con las amenazas externas y registrar estrategias.

Planteamiento de las estrategias organizacionales de la empresa; matriz **DOFA**.

Tabla 1. Matriz DOFA.

	<b>Fortalezas(F)</b>	<b>Debilidades(D)</b>
	1. Esmerada atención al cliente.	1. Falta de publicación y promoción.
	2. Prestación de servicios básicos.	2. Ubicación de la empresa.
	3. Existe sentido de pertenencia con la empresa.	3. Falta de capacitaciones más frecuentes.
	4. Existe personal capacitado para desempeñar las funciones.	4. No existe un buzón de sugerencias.
	5. Hay eficacia y eficiencia en la labor realizada.	5. Ausencia de planes y estrategias que direccionen el logro de los objetivos.
		6. Inadecuado nivel de precios.
<b>Oportunidades(O)</b>	La esmerada atención al cliente permite aprovechar el crecimiento urbano en la ciudad de Ocaña (F1+05).	La ubicación de la empresa y la no existencia de un buzón de mensajes se deben aprovechar, ya que no existe mucha competencia comercial. (D2, D4+01).
<b>1. Escasa competencia comercial para la empresa.</b>		
<b>2. Existencia de mercado virgen.</b>		
<b>3. Adquisición de terrenos rurales.</b>		
<b>4. Abarcar proyectos fuera del área de influencia territorial.</b>		
<b>5. Crecimiento urbano.</b>	Con la prestación de un servicio básico la empresa puede aprovechar el crecimiento urbano en la ciudad Ocaña (F3+05).	Con la carencia de la publicación y promoción no se podrán aprovechar el crecimiento urbano.(D1+05).
	Con el adecuado nivel de precios se podrán penetrar en la existencia de un mercado virgen en la ciudad de Ocaña (F2+02).	

Tabla 1. (Continuación)

Amenazas(A)	El sentido de pertenencia y la eficacia en al labor realizada por los empleados, se debe aprovechar para lograr reconocimiento comercial (F4, F6+03).	La falta de capacitaciones, perjudica el escaso reconocimiento de la empresa, por lo tanto se debe implementar programas de capacitaciones para los empleados. (D1+03).
1. Alteración del orden público en la zona		
2. Competencia desleal de otra empresa.		
3. Escaso reconocimiento comercial de la empresa.		
4. Inclusión de proyectos en el PBOT.	La presentación de los servicios básicos y el contar con personal capacitado, puede ayudar a contrarrestar la competencia desleal. (F3,F5+02).	
5. Altos costos de materiales para la construcción.		
6. Escaso material de arrastre de cuencas hídricas.		

Fuente. Pasante del proyecto

**Análisis de la matriz DOFA.** De acuerdo a la interpretación de la matriz DOFA, se considera que el grupo de estrategias más viables es la DO y DA, ya que se requiere a la mayor brevedad posible corregir las debilidades presentadas para lograr una mejor posición ante las amenazas visualizadas. Por lo tanto se hace necesario implementar las estrategias propuestas.

### Diagnostico

**Bienes e inversiones Gualmadejo S.A.S.** Es una Empresa que incursiona en el campo empresarial el 20 de Noviembre de 2012, constituida con escritura No. 00002840 del libro IX y Matricula No. 24215. En materia legal, es una persona jurídica, establecida formalmente ante las entidades instauradas en el País y creada bajo la figura de una Sociedad de Acciones Simplificadas, S.A.S adquiriendo y cumpliendo los deberes comerciales, ambientales y tributarios que la ley impone, por tal hecho se brinda progreso, empleo y bienestar al entorno próximo.

Así mismo está regida por dos principios fundamentales que son de vital importancia para su actividad empresarial y los tiene como pilares al interior de la misma. Uno de ellos es la

comunidad y no la comunidad que circunda la empresa. Se busca seguir aportando al Municipio en todos y cada uno de los frentes si llegasen a necesitar, impulsando la mejora de la calidad de vida de todos los Ocañeros.

Y el segundo no menos importante que el primero, es el tema ambiental, ya que como empresa, se debe contribuir con la conservación y preservación del medio ambiente; por esta razón nuestros proyectos se encuentran elaborados con una simetría única entre lo natural y la urbanizable.

Somos una empresa innovadora, moderna y dinámica, cuya actividad económica gira en torno a la gestión integral inmobiliaria, que busca la Promoción, Venta, Inversión y Construcción de Condominios Campestres, Urbanizaciones, Locales Comerciales, Torres de Apartamentos y a mediano plazo, Nuestro Parque Ecológico, Los Barbatucos.

**1.2.1. Planteamiento del problema.** La empresa BIENES E INVERSIONES GUALMADEJO SAS, es una organización que no cuenta con un diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial para los proyectos “DON SIMON” Y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, la compañía ha dejado apartado el diseño de la evacuación de aguas sobre el área de influencia de los estudios mencionados anteriormente; razón por la cual se hace muy necesario plantear una propuesta de diseño de sistemas de drenaje con el objetivo de que en un futuro tengan una planeación más ordenada y se genere una mejor rentabilidad a la hora de ejecución de las obras sin crear malestar en los propietarios de los inmuebles de dichos proyectos (DON SIMON Y ALTOS DE LA PRIMAVERA), Además en las zonas aledañas donde se encuentran los proyectos circulan cuencas hídricas las cuales se deben proteger de modo que se mitiguen al máximo los impactos ambientales irreversibles.

Por otra parte es necesario realizar el diseño de la red de alcantarillado pluvial para aquellas aguas lluvias que por escorrentía circundan por las vías de acceso hacia las viviendas y las cuales puedan afectar la estructura del pavimento y generar posibles socavaciones que deterioren el tubo madre que transporta las aguas residuales y así causarle malestares a los moradores o propietarios de las viviendas.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA PASANTÍA**

**1.3.1 Objetivo General.** Proponer el Diseño la red de alcantarillado sanitario y pluvial, mediante la participación como auxiliar de ingeniería civil en la etapa de planeación de los proyectos “DON SIMON” Y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, a cargo de la empresa GUALMADEJO S.A.S.

**1.3.2 Objetivos específicos.** Realizar el levantamiento topográfico de las urbanizaciones en estudio.

Definir el trazado de las redes de recolección necesarias para el transporte de las aguas servidas y aguas lluvia con sus puntos de evacuación final.

Elaborar el diseño de la red de alcantarillado pluvial y sanitario para los proyectos “DON SIMON” y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”. Cumpliendo con los requerimientos de diseño de alcantarillado sanitario y pluvial exigidos por el REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO “RAS-2000” Título D.

Calcular el costo de la red de alcantarillado sanitario para los proyectos “DON SIMON” y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”, presentar sistemas de alcantarillados no convencionales como ayuda al manejo de las aguas servidas domésticas.

#### **1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR.**

Cuadro 1. Descripción de las actividades

<b>Objetivo general</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos específicos</b>
Proponer el diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial mediante la participación como auxiliar de ingeniería civil en la etapa de planeación de los proyectos "DON SIMON" y "ALTOS DE LA PRIMAVERA", a cargo de la empresa GUALMADEJO S.A.S.	Realizar el levantamiento topográfico de las urbanizaciones en estudio.	Efectuar las mediciones de los terrenos para así conocer las cotas en el proyecto para luego proyectarlas a la red de alcantarillado sanitario y pluvial.
	Definir el trazado de las redes de recolección necesarias para el transporte de las aguas servidas y aguas lluvias y sus puntos de evacuación final.	Dar a conocer el trazado y el sentido de evacuación de aguas servidas, la disposición de pozos, y los tres tipos de colectores existentes.
	Elaborar el diseño de la red de alcantarillado pluvial y sanitario para los proyectos “DON SIMON” y “ALTOS DE LA PRIMAVERA”. Cumpliendo con los requerimientos de diseño de alcantarillado sanitario y pluvial exigidos por el REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO “RAS-2000” Título D.	Calcular diámetros de colectores; pendientes; longitudes; cotas de tubería y pozos de inspección; dimensión de sumideros y demás obras de arte necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial. Dibujar sobre los planos los resultados obtenidos luego de los cálculos y por medio de las convenciones respectivas, las dimensiones y diferentes sistemas.

Cuadro 1. (Continuación)

	<p>Calcular el costo de la red de alcantarillado sanitario para los proyectos "DON SIMON" y "ALTOS DE LA PRIMAVERA", Presentar sistemas de alcantarillados no convencionales como ayuda al manejo de las aguas servidas domésticas.</p>	<p>Calculo de las cantidades de obra, los APUS y el costo total de la obra para cada uno de los dos proyectos y luego presentar las alternativas de diseño de alcantarillados convencionales.</p>
--	---	---

Fuente. Pasante del proyecto

## 2. ENFOQUE REFERENCIAL.

### 2.1. ENFOQUE CONCEPTUAL.

**2.1.1. Alcantarillado.** Se denomina al sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación de aguas residuales. Esta agua puede ser albañales (Alcantarillado sanitario), o aguas lluvias (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se disponen o tratan.

Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Normalmente están constituidas por canales de sección circular, oval o compuesta, enterrados la mayoría de las veces bajo las vías públicas.<sup>1</sup>

**2.1.2. Transporte de las aguas residuales.** Las aguas residuales son aquellas que son producidas por los hogares, instituciones, locales comerciales e industriales, las cuales viajan a través del sistema de redes de alcantarillado.

Las aguas residuales son transportadas desde su punto de origen hasta las instalaciones depuradoras a través de tuberías, generalmente clasificadas según el tipo de agua residual que circule por ellas. Los sistemas que transportan tanto agua de lluvia como aguas residuales domésticas se llaman combinados. Generalmente funcionan en las zonas viejas de las áreas urbanas. Al ir creciendo las ciudades e imponerse el tratamiento de las aguas residuales, las de origen doméstico fueron separadas de las de los desagües de lluvia por medio de una red separada de tuberías. Esto resulta más eficaz porque excluye al gran volumen de líquido que representa el agua de escorrentía. Permite mayor flexibilidad en el trabajo de la planta de depuradora y evita la contaminación originada por escape o desbordamiento que se produce cuando el conducto no es lo bastante grande para transportar el flujo combinado. Para reducir costes, algunas ciudades, por ejemplo Chicago, han hallado otra solución, al problema del desbordamiento; en lugar de construir una red separada, se han construido, sobre todo bajo tierra, grandes depósitos para almacenar el exceso de flujo, después bombeado al sistema cuando deja de estar saturado.

Las instalaciones domésticas suelen conectarse mediante tuberías de arcilla, hierro fundido o PVC de entre 8 y 10 cm de diámetro. El tendido de alcantarillado, con tuberías maestras de mayor diámetro, puede estar situado a lo largo de la calle a unos 1.8 m o más de profundidad. Los tubos más pequeños suelen ser de arcilla, hormigón o cemento, y los mayores de cemento reforzado con o sin revestimiento. A diferencia de lo que ocurre en el tendido de suministro de agua, las aguas residuales circulan por el alcantarillado más por efecto de gravedad que por el de la presión.

---

<sup>1</sup> <http://www.ecured.cu/index.php/alcantarillado>.

Es necesario que la tubería esta inclinada para permitir un flujo de una velocidad de al menos 0.46m/s, ya que a velocidades más bajas la materia solida tienda a depositarse. Los desagües principales para el agua de lluvia son similares a los del alcantarillado, las tuberías de las estaciones de bombeo, el agua circula a presión.

Las canalizaciones urbanas acostumbran a desaguar en interceptadores, que pueden unirse para formar una línea de enlace que termina en la planta depuradora de aguas residuales. Los interceptadores y los tendidos de enlace, contruidos por lo general de ladrillo o cemento reforzado, miden en ocasiones hasta 6m de anchura.<sup>2</sup>

**2.1.3. Componentes de una red de alcantarillado sanitario.** Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias.

Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas del terciario y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.

Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

Pozos de inspección: son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

Conexiones domiciliarias: son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.

Estaciones de bombeo: como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales solidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4-6m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.

Líneas de impulsión: Tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

Estación de tratamiento de las aguas usadas o estación depuradora de aguas residuales (EDAR): Existen varios tipos de estaciones de tratamiento, que por la calidad del agua a la salida de la misma se clasifican en: estaciones de tratamiento primario, secundario o terciario.

Vertido final de las aguas tratadas: el vertido final del agua tratada puede ser:

---

<sup>2</sup> [http://html.rincondelvago.com/aguas-residuales\\_2.html](http://html.rincondelvago.com/aguas-residuales_2.html)

Llevada a un río o arroyo;  
Vertida al mar en proximidad de la costa;  
Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa;

Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.<sup>3</sup>

#### **2.1.4. Componentes de una red de alcantarillado pluvial.**

**Cunetas:** Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes.

**Bocas de tormentas (Imbornales):** Son estructuras verticales que permiten la entrada del agua de lluvia a los colectores, reteniendo parte importante del material sólido transportado.

**Colectores secundarios:** Son las tuberías que recogen las aguas de lluvia desde las bocas de tormenta (imbornales o tragantes) y las conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, bajo las vías públicas.

**Colectores principales:** Son tuberías de gran diámetro, conductos de sección rectangular o canales abiertos, situados generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

**Pozos de inspección:** Son cámaras verticales que permiten el acceso a los colectores, para facilitar su mantenimiento.

**Áreas de expansión:** Estas estructuras se utilizan raramente, en casos críticos, donde es necesario laminar las ondas de avenidas.

**Disposición final de las aguas de lluvia:** Son estructuras destinadas a evitar la erosión en los puntos en que las aguas de lluvia recogidas se vierten en:

Cauces naturales de ríos.

Arroyos.

Mares.

**Disposición final de las aguas tratadas.** La disposición final del agua tratada puede ser:

Llevada a un río o arroyo.

Vertida al mar en proximidad de la costa.

Vertida al mar mediante un emisario submarino, a varias cientos de metros de la costa.

Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados.

---

<sup>3</sup> <http://www.conlima.es/componentesdelalcantarillado.php>

**2.1.5. Parámetros de diseño.** Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Es función de la DSPD a través de la Junta Técnica Asesora del reglamento establecer los mecanismos, procedimiento y metodologías para la revisión, actualización y aceptación de los parámetros y valores para el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.

Tabla 2. Nivel de complejidad.

Nivel de Complejidad	Población zona urbana
<b>Bajo</b>	< 2500
<b>Medio</b>	2501 a 12500
<b>Medio Alto</b>	12501 a 60000
<b>Alto</b>	> 60000

Fuente. Pasante del proyecto

**2.1.6. Población.** Debe estimarse la población actual y futura del proyecto, con base en información oficial censal y censos disponibles de suscriptores del acueducto y otros servicios, en particular energía, de la localidad o de localidades similares. Los estimativos de población deben basarse en el literal B.2.2 del Título B. Las proyecciones de población para proyectos de recolección y evacuación de aguas residuales deben considerar las densidades de saturación de acuerdo con los planes de ordenamiento territorial de la localidad, a través de zonificaciones del uso de la tierra.

Tabla 3. Dotación neta

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima clima frío o templado l/hab*día	Dotación neta máxima clima cálido l/hab*día
<b>Bajo</b>	90	100
<b>Medio</b>	115	125
<b>Medio Alto</b>	125	135
<b>Alto</b>	140	150

Fuente. Pasante del proyecto

**2.1.7. Contribución de aguas residuales.** El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares. Para su estimación deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

**Domesticas (Q<sub>D</sub>).** El aporte doméstico (Q<sub>D</sub>) está dado por la expresión

$$QD = \frac{C * D * Ard * R}{86400} \quad o \quad QD = \frac{C * P * R}{86400} \quad (D. 3.1)$$

Q<sub>D</sub> debe ser estimado para las condiciones iniciales, Q<sub>Di</sub>, y finales, de operación del sistema. La segunda alternativa de la ecuación anterior es recomendable para nivel de complejidad del sistema bajo.

Estimación del consumo medio por habitante:

Corresponde a la dotación neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades. La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema, del clima de la localidad y del tamaño de la población. Su estimación debe hacerse con base en el literal B.2.4 del título b del ras-2000.

Estimación de D

Los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales deben diseñarse para la máxima densidad de población futura o densidad de saturación, la cual depende de la estratificación socioeconómica, el uso de la tierra y ordenamiento urbano. Para la población y densidad inicial debe establecerse el comportamiento hidráulico del sistema.

Estimación de P.

La población servida puede ser estimada como el producto de la densidad de población (D) y el área residencial bruta acumulada de drenaje sanitario. Esta área debe incluir las zonas recreacionales. Esta forma de estimación es válida donde este definida la densidad de población. Alternativamente, P puede ser estimada a partir del producto del número de viviendas planificadas en el área de drenaje y el número medio de habitantes por vivienda. Debe revisarse que la densidad bruta del proyecto no exceda la disponibilidad del servicio de alcantarillado receptor existente. Si este es utilizado para el proyecto.

Estimación de R

El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de agua residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Cuando esta información resulte inexistente o muy pobre, pueden utilizarse como guía los rangos de valores de R, justificando apropiadamente el valor finalmente adoptado.

Tabla 4. Coeficiente de retorno de aguas servidas

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

Fuente. Pasante del proyecto

**Industriales ( $Q_i$ ).** El consumo de agua industrial varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria, y los aportes de aguas residuales varían con el grado de recirculación de aguas y los procesos de tratamiento. En consecuencia, los aportes de aguas residuales industriales  $Q_i$  deben ser determinados para cada caso en particular, con base en información de censos, encuestas y consumos industriales y estimativos de ampliaciones y consumos futuros. Para cualquier nivel de complejidad del sistema, es necesario elaborar análisis específicos de aportes industriales de aguas residuales, en particular para zonas netamente industriales e industrias medianas y grandes, ubicadas en zonas residenciales y comerciales. En cada caso, debe considerarse la naturaleza de los residuos sólidos industriales, y su aceptación al sistema de alcantarillado estará condicionada por la legislación vigente con respecto a vertimientos industriales. Es necesario hacer consideraciones de velocidad mínima con base en el tipo de desechos para evita obstrucciones, Sin embargo, para industrias pequeñas localizadas en zonas residenciales o comerciales pueden utilizarse los valores mostrados de caudal por hectárea de área bruta de industria.

$Q_i$  debe ser estimado para las condiciones iniciales  $Q_{i1}$  y finales,  $Q_{if}$ , de operación del sistema, de acuerdo con los planes de desarrollo industrial previstos.

$Q_{MD}$  debe ser estimado para las condiciones iniciales,  $Q_{MDI}$ , y finales,  $Q_{MDF}$ , de operación del sistema. En los casos donde las contribuciones industriales, comerciales e institucionales sean marginales con respecto a las domesticas, puede ser estimadas como un porcentaje de los aportes domésticos.

Tabla 5. Contribución industrial.

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s- ha ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio alto	0,8
Alto	1,0-1,5

Fuente. Pasante del proyecto

**Conexiones erradas ( $Q_{ce}$ ).** Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejado y patios,  $Q_{CE}$ .

Tabla 6. Aportes máximos conexiones erradas.

**Aportes máximos por conexiones erradas con sistema pluvial**

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s-ha)
Bajo y medio	0,2
Medio alto y alto	0,1

**Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial**

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s-ha)
Bajo y medio	2
Medio alto y alto *	2

Fuente. Pasante del proyecto

**Comerciales ( $Q_c$ ).** Para zonas netamente comerciales, el caudal de aguas residuales  $Q_c$  debe estar justificado con un estudio detallado, basado en consumos diarios por persona, densidades de población en estas áreas y coeficientes de retorno mayores que los de consumo doméstico. Para zonas mixtas comerciales y residenciales puede ponderarse los caudales medios con base en la concentración comercial relativa a la residencial, utilizando como base los valores de la tabla 3.

Tabla 7. Contribución comercial.

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

Fuente. Pasante del proyecto

**Institucionales ( $Q_{ins}$ ).** El consumo de agua de las diferentes instituciones varía de acuerdo con el tipo y tamaño de las mismas, dentro de las cuales pueden mencionarse, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. Se establece su estimación. EN consecuencia, los aportes de aguas residuales institucionales  $Q_{INS}$  deben determinarse para cada caso en particular, con base en información de consumos registrados en la localidad de entidades similares. Sin embargo, para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de agua residuales pueden estimarse a partir de los valores por unidad de área institucional, presentados en la tabla 4.

Tabla 8. contribucion institucional.

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

Fuente. Pasante del proyecto

**Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{md}$ ).** El caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{md}$ ) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{md} = Q_D + Q_{ins} + Q_c + Q_{ind} \quad (D.3.2)$$

**Infiltración (Q<sub>inf</sub>).** Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en estos cuando no son completamente impermeables. Su estimación debe hacerse en lo posible a partir de aforos en el sistema, en horas cuando el consumo de agua es mínimo. Y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas claves de los colectores, las dimensiones, estado y tipo de colectores, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de pozos de inspección y demás estructuras, y su calidad constructiva. El diseñador debe minimizar los aportes por infiltración. A lo largo de la vida útil de las redes, el aporte de aguas de infiltración también puede estar asociado con el nivel de amenaza sísmica de la localidad. Se requiere que el diseñador justifique los valores adoptados teniendo en cuenta los factores señalados.

Tabla 9. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección.

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

Fuente. Pasante del proyecto

### **Caudal máximo horario (Q<sub>MH</sub>).**

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoracion, F.

$$Q_{MH} = F * Q_{md} \quad (D.3.3.)$$

**Factor de mayoracion (F).** El factor de mayoracion para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. la variación del factor de mayoracion debe ser estimada a partir de mediciones de campo. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como las de Harmon y Babbit, válidas para poblaciones de 1000 a 1000000 habitantes, y la de flores, en las cuales se estima F en función del número de habitantes.

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})} \quad \text{HARMON} \quad (D. 3.4)$$

$$F = \frac{5}{p^{0.2}} \quad \text{Babbit} \quad (D. 3.5)$$

$$F = \frac{3.5}{p^{0.1}} \quad \text{Flores} \quad (D. 3.6)$$

El factor de mayoración también puede ser dado en términos del caudal medio diario como en las fórmulas de los Ángeles o la de Tchobanoglus.

$$F = \frac{3.53}{QMD^{0.0914}} \quad \text{Lonangeles} \quad (D. 3.7)$$

$$F = \frac{3.70}{QMD^{0.0733}} \quad \text{Tchobanoglus} \quad (D. 3.8)$$

En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1.4.

El factor F debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de población y caudal.

**Caudal de diseño.** El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo,  $Q_{MH}$ , los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$QDT = QMH + QINF + QCE \quad (D. 3.9)$$

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior.

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.5 L/S, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

Además de los valores anteriores, que corresponden a los valores finales previstos, deben estimarse los valores iniciales de caudal de operación de cada tramo para propósitos de verificación del comportamiento hidráulico del sistema en sus etapas iniciales de servicio, tal como se describe en el literal D.3.2.7.

**Retención de sólidos.** En los sistemas no convencionales de alcantarillados sanitarios sin arrastre de sólidos, el agua residual es descargada un tanque interceptor de sólidos donde estos se retienen y degradan, produciendo un fluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad al sistema de colectores. En general, sirven para uso doméstico en

pequeñas comunidades o poblados y su funcionamiento depende de la operación adecuada de los tanques interceptores, de la evacuación periódica de los lodos y del control al uso indebido de los colectores.<sup>4</sup>

## **2.2. ENFOQUE LEGAL.**

Decretos y leyes sobre vertimientos.

LEY 09 DE 1979. Código Sanitario Nacional.

Decreto 2857 de 1981. Manejo de Cuencas Hidrográficas.

Decreto ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente.

Decreto 1594 de 1984. Se reglamenta parcialmente la ley 09 de 0979 y el decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos de agua y residuos sólidos.

Decreto 2340 del 19 de septiembre de 1984. Se modifica el artículo 251 del decreto 1594/84 Imposición de medidas y sanciones.

Decreto 901 de 1997. Tasas retributivas: instrumento económico que permite a las autoridades ambientales competentes cobrar a las personas naturales o jurídicas, de derecho público o privado, por la utilización directa o indirecta del recurso como receptor de vertimientos.

Decretos y leyes, Ordenamiento territorial y calidad de Agua Potable.

Ley 388 1997 (julio 18). Cita determinados aspectos con los cuales permitan a cualquier municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

Decreto 1594 de 1984. Establece normas de vertimiento y tramites ambientales aplicables en todo el territorio nacional y que deben ser cumplidas por cualquier usuario, entendiéndose por este a toda persona natural o jurídica de derecho público o privado que utilice el agua y cuya cantidad causeo pueda causar deterioro directo o indirecto de un cuerpo de agua. Es importante establecer inicialmente l definición de vertimiento líquido a un cuerpo de agua o a un alcantarillado. Producto de actividades industriales, agropecuarias, mineras y domésticas.

---

<sup>4</sup>[http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/6.\\_sistemas\\_de\\_recoleccion\\_de\\_aguas.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/6._sistemas_de_recoleccion_de_aguas.pdf)

Decreto 475 de 1998 (marzo 10). El presente decreto estima normas en cuanto al agua consumible independientemente de donde venga teniendo en cuenta factores, físicos, químicos y microbiológicos de la calidad del agua potable ceñidos bajo parámetros, al igual que vigilar la calidad del agua potable y adoptar las medidas de emergencia dependiendo de las situaciones que se presenten.

**2.2.1. Normas que orientan el ordenamiento territorial.** La constitución Nacional de 1991, las leyes, decretos, Ordenanzas, acuerdos, resoluciones y demás normas que regulan el manejo de los ecosistemas, medio ambiente, usos de suelo, recursos naturales y otras disposiciones, serán el marco legal que existe en el país sobre los cuales se deberá propender en lo sucesivo para su racionalización y equilibrado manejo de los recursos territoriales.

Estos serán entonces las normas legales, por medio del cual la acción del gobierno Municipal apoyara e implementara la ejecución del mismo en el tiempo y el espacio.

Constitución Nacional: 1, 2, 7, 8, 11, 43, 49, 58, 63, 65, 68, 78, 79, 80, 81, 82, 86, 88, 95, 101, 102, 103, 105, 246, 313, 317, 330, 331, 332, 333, 339, 340, 360, 361 y 366.

Ley 99 de 1993: Crea el ministerio del medio ambiente y en sus artículos 31, numeral 5, 23, 29, 31 y 68, establece los lineamientos del ordenamiento territorial.

La ley 152 de 1994: Mediante el cual se establecen la ley Orgánica del plan de desarrollo, en el capítulo I artículo 3, numeral h, capítulo II, artículo 5 y capítulos x, artículo 41, describen el marco general para el desarrollo y ordenamiento territorial.

Decreto 1449 de 1997: Reglamenta el C.N.R.N. Conservación y protección del suelo y predios rurales.

Ley 373 de 1997: Uso eficiente y ahorro de agua.

Ley 430 de 1998: Normas prohibitivas en manejo ambiental, referentes a desechos peligrosos.

Decreto 501 de 1995: De la inscripción en el registro minero de los títulos para explotación minerales.

Decreto 948 de 1995: sobre prevención y control de la contaminación atmosférica y calidad del aire.

Decreto 2107 de 1995, Decreto 1228 de 1997 y decreto 1697 de 1997: Modifican parcialmente el decreto 948 de 1995.

Resolución 005 de 1996: Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles.

Decreto 1791 de 1996: Establece régimen de aprovechamiento forestal.

Decreto 900 de 1997: Del certificado de incentivo forestal para conservación.

Decreto 1541 de 1978: De las aguas no marítimas.

Decreto 1594 de 1984: Referentes a los usos del agua y residuos líquidos.

Ley 9ª. de 1989: Ley de reforma urbana.

Ley 388 de 1997: Ley de desarrollo territorial.

Decreto 879 de 1998: Reglamenta el ordenamiento del territorio municipal. Y los planes de Ordenamiento territorial.

Ley 507 de julio 28 de 1999. Por el cual se modifica la ley 388 de 1997 prorrogándose el plazo para que los municipios formulen y adopten los EOT hasta el 31 de Dic. De 1999.

Decreto 1504 de 1998: del manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial.

Decreto 1507 de 1998.

Reglamenta las disposiciones referentes a planes parciales y actuación urbanística.

Ley 84 de 1989.

Decreto 2257 de 1986.

Min salud. Disposición sanitaria y de zoonosis.

Resolución 8321 de 1983.

Ley 140 de 1994.

Reglamenta la publicación exterior visual.

Decreto 622 de 1997.

Decreto 919 de 1989.

Ley 9ªde 1979.

Código sanitario Nacional.

Decreto 1449 de 1977.

De protección a los nacimientos de aguas.

Ley 142 de 1994.

Trata sobre los servicios públicos domiciliarios,

Decreto 605 de 1996.

Reglamenta la ley 142/94 Residuos sólidos.

Decreto 475 de 1998.

Decreto 1843 de 1991.

Del uso y manejo de los plaguicidas.

Decreto 1753 de 1994.

Sobre licencias ambientales.

Decreto 2183 de 1996.

Modifica parcialmente el Dec.1753/94 sobre licencias ambientales.

Ley 101 de 1993.

Ley general de desarrollo agropecuario y minero.

Ley 79 de 1986.

Ley 136 de 1994.

Código de régimen municipal.

Decreto 2857 de 1981.

Ley 46 de 1988.

Prevención de desastres.

Ley 89 de 1990.<sup>56</sup>

---

<sup>5</sup> <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/deter/7.htm>

### **3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO.**

#### **3.1. PRESENTACION DE RESULTADOS**

**3.1.1. Levantamiento topográfico.** Debido a razones de funcionamiento de la empresa, a esta se le hacía de vital importancia contar con una caracterización de los lotes que pertenecen a la misma por tal motivo ya contaba con los levantamientos topográficos de los dos proyectos; La compañía para llevar a feliz término los diseños de la red de alcantarillado sanitario y pluvial nos suministró los planos de las curvas de nivel de los proyectos Altos de la Primavera y Don Simón; las cuales sirvieron de guía para realizar y optimizar los diseños.

Al principio de la pasantía se planteó la realización de estos levantamientos pero debido a que ya se contaba con los mismos los que se hizo fue una verificación de dichas mediciones para darle cumplimiento al primer objetivo de la pasantía y así poder comprobar que la información suministrada por parte de la entidad era de confiabilidad. La corroboración de la información que fue facilitado se realizó mediante el equipo GPS (**sistema de posicionamiento global**), y se tomaron una serie de puntos a lo largo de los proyectos y que abarcara la mayor parte del mismo.

#### **Altos de la Primavera**

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTURA</b>
1	1079737	1406485	1221
2	1079809	1406468	1222
3	1079739	1406456	1219.3
4	1079971	1406435	1191
5	1080021	1406288	1180
6	1080044	1406217	1218
7	1080060	1406204	1185
8	1079971	1406158	1189
9	1080017	1406069	1217
10	1080106	1406115	1213.5
11	1080112	1406082	1178
12	1080086	1406060	1214
13	1080061	1406038	1170.8
14	1079957	1406028	1163.5
15	1079934	1406004	1220.8
16	1079771	1405914	1193
17	1079712	1405883	1209.8
18	1079660	1405846	1213
19	1079632	1405867	1209.5

20	1079613	1405894	1183
21	1079511	1405918	1217.6
22	1079493	1405915	1195
23	1079475	1405888	1179
24	1079476	1405834	1212.4
25	1079464	1405817	1185
26	1079424	1405831	1171
27	1079415	1405846	1203
28	1079405	1405856	1169
29	1079387	1405888	1177
30	1079384	1405901	1222
31	1079399	1405933	1219
32	1079413	1405942	1216
33	1079411	1405951	1217
34	1079407	1405973	1214
35	1079400	1406012	1218
36	1079412	1406043	1213.5
37	1079439	1406090	1218
38	1079475	1406119	1213
39	1079499	1406131	1212
40	1079521	1406145	1220.8
41	1079518	1406173	1210.5
42	1079515	1406231	1217
43	1079514	1406259	1219.4
44	1079524	1406294	1211
45	1079537	1406303	1212.4
46	1079554	1406311	1205
47	2079560	1406341	1203.8
48	1079581	1406333	1217.6
49	1079611	1406283	1210.5
50	1079647	1406338	1203.4
51	1079684	1406354	1200
52	1079691	1406413	1203.6
53	1079696	1406429	1201
54	1079727	1406443	1204
55	1079737	1406470	1199

## DON SIMON

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>ALTURA</b>
1	1081216	1401348.38	1235
2	1081215.13	1401335.88	1240
3	1081207.42	1401317.58	1244
4	1081202.84	1401304.62	1247
5	1081199.95	1401291.21	1248
6	1081197.52	1401277.67	1252
7	1081195.09	1401264.14	1253
8	1081189.85	1401251.86	1254
9	1081181.41	1401241	1257
10	1081172.97	1401230.15	1258
11	1081165.22	1401218.84	1260
12	1081156.74	1401208.25	1262
13	1081146.57	1401199.01	1264
14	1081136.39	1401189.76	1266
15	1081125.14	1401182	1267
16	1081113.2	1401175.17	1268
17	1081101.26	1401168.35	1270
18	1081089.32	1401161.53	1280
19	1081079.05	1401152.92	1282
20	1081089.79	1401145.54	1284
21	1081097.64	1401134.25	1286
22	1081105.71	1401123.12	1288
23	1081113.77	1401111.98	1290
24	1081121.59	1401101.05	1292
25	1081126.79	1401092.5	1294
26	1081131.97	1401083.95	1275
27	1080914.35	1401196	1276
28	1080894.45	1401157.19	1277
29	1080864.59	1401094.27	1287
30	1080864	1401082.32	1288
31	1080874.25	1401072.53	1289
32	1080887.03	1401059.08	1292
33	1080896.45	1401049.07	1294
34	1080908.12	1401007.61	1301
35	1080890.74	1400986.29	1302

36	1080897.81	1400834.34	1296
37	1080891.92	1400926.32	1297
38	1080973.42	1400984.19	1290
39	1080996.84	1400949.96	1281
40	1081002.35	1400941.59	1279
41	1081007.81	1400933.2	1277
42	1081013.26	1400924.82	1276
43	1080975	1400860.69	1280
44	1080927.31	1400703.9	1290
45	1080945.81	1400713.24	1289
46	1080943.57	1400724.59	1288
47	1080951.34	1400735.94	1287
48	1080959.1	1400747.29	1286
49	1080983.3	1400805.97	1274
50	1080984.63	1400792.28	1277

**3.1.2. Definir el trazado de las redes de recolección necesarias.** Las redes de recolección tienen como objetivo principal la evacuación de las aguas residuales (domesticas, Industriales, Institucionales, comerciales), dichas redes pueden ser de orden primario, secundario y terciario, debido a las aguas que son transportadas en ella la red primaria sigue una secuencia consecutiva hasta el punto de disposición final, la secundaria es la que descarga sus aguas en una red primaria, y la red terciaria es la que descarga sus aguas en una red secundaria, la red se conoce normalmente como colector.

En el presente informe se hace una distribución de las redes ya que es más factible la forma que se presentan los colectores en cuanto al funcionamiento y evacuación de las aguas residuales.

En el anexo C se presenta de una manera más objetiva lo que anteriormente se plantea en cuanto al proyecto Altos de la primavera de igual manera en el anexo H se fundamenta lo descrito en cuanto al proyecto Don Simón a cargo de la empresa bienes e inversiones Gualmadejo SAS.

En la red de alcantarillado sanitario de Altos de la Primavera se presentan 91 pozos que están siguiendo una secuencia lógica desde aguas arriba hacia aguas abajo lo cual es característico de sistemas de alcantarillados convencionales respecto al alcantarillado pluvial este varia y es dependiendo del lugar o de si hay o no colector, la unión entre estos pozos consecutivos se hace mediante colectores que al realizar el diseño se sabe el diámetro de los mismos.

En la red de alcantarillado sanitario de Don Simón se observan 32 pozos los cuales hacen parte al igual que el de Altos de la primavera de un alcantarillado convencional y de igual manera la unión entre pozos se hace mediante la utilización de colectores que en el caso de

alcantarillado pluvial existen unos tramos que no lleva colector sino que la calle es capaz de transportarla aguas abajo.

### 3.1.3. Altos de la primavera

Cuadro 2. Datos del proyecto.

Datos iniciales del proyecto	
Viviendas	7mx14m
Zona comercial 1	8.50mx11m
Zona comercial 2	9.57mx9m
Temperatura promedio	22°C
Precipitación anual	1500mm
Tipo de clima	Templado

Fuente. Pasante del proyecto

Cuadro 3. Cuadro de áreas y número de habitantes de Altos de la primavera.

Datos de las manzanas						
No de vivienda	No Casas	No hab x vivienda o local	Area unitaria	Area de la manzana en m2	Area en Ha	No habitantes por manzana
<b>Manzana 1</b>	3	5	84	252	0.0252	15
<b>Manzana 2</b>	7	5	84	588	0.0588	35
<b>Manzana 3</b>	27	5	84	2268	0.2268	135
<b>Manzana 4</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 5</b>	8	5	84	672	0.0672	40
<b>Manzana 6</b>	16	5	84	1344	0.1344	80
<b>Manzana 7</b>	8	5	84	672	0.0672	40
<b>Manzana 8</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 9</b>	8	5	84	672	0.0672	40
<b>Manzana 10</b>	5	5	84	420	0.042	25
<b>Manzana 11</b>	3	5	84	252	0.0252	15
<b>Manzana 12</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 13</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 14</b>	8	5	84	672	0.0672	40
<b>Manzana 15</b>	16	5	84	1344	0.1344	80
<b>Manzana 16</b>	13	5	84	1092	0.1092	65

Cuadro 3. (Continuación)

<b>Manzana 17</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 18</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 19</b>	8	5	84	672	0.0672	40
<b>Manzana 20</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 21- Locales</b>	16	3	93.5	1496	0.1496	48
<b>Manzana 22</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 23</b>	8	5	84	672	0.0672	40
<b>Manzana 24</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 25</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 26</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 27</b>	8	5	84	672	0.0672	40
<b>Manzana 28</b>	7	5	84	588	0.0588	35
<b>Manzana 29</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 30</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 31</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 32</b>	3	5	84	252	0.0252	15
<b>Manzana 33</b>	10	5	84	840	0.084	50
<b>Manzana 34</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 35</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 36</b>	12	5	84	1008	0.1008	60
<b>Manzana 37</b>	16	5	84	1344	0.1344	80
<b>Manzana 38</b>	6	5	84	504	0.0504	30
<b>Manzana 39</b>	12	5	84	1008	0.1008	60
<b>Manzana 40</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 41</b>	5	5	84	420	0.042	25
<b>Manzana 42</b>	20	5	84	1680	0.168	100
<b>Manzana 43- locales</b>	14	3	86.13	1205.82	0.120582	42
<b>Manzana 44</b>	9	5	84	756	0.0756	45
<b>Manzana 45</b>	14	5	84	1176	0.1176	70
<b>Manzana 46- locales</b>	14	3	86.13	1205.82	0.120582	42
<b>Manzana 47</b>	14	5	84	1176	0.1176	70
<b>Manzana 48</b>	4	5	84	336	0.0336	20
<b>Manzana 49</b>	16	5	84	1344	0.1344	80

Cuadro 3. (Continuación)

<b>Manzana 50</b>	5	5	84	420	0.042	25
<b>Manzana 51</b>	18	5	84	1512	0.1512	90
<b>Manzana 52</b>	3	5	84	252	0.0252	15
<b>Manzana 53</b>	12	5	84	1008	0.1008	60
<b>Manzana 54</b>	12	5	84	1008	0.1008	60
<b>TOTALES</b>	728				6.136364	3472

Fuente. Pasante del proyecto

Densidad Actual.

$$D_{actual} = \frac{\text{Total de habitantes}}{\text{Area total}} = \frac{3472 \text{ habitantes}}{6.13636 \text{ Ha}} = 565.8077 \text{ Hab/Ha}$$

Nivel de Complejidad del sistema de alcantarillado de aguas residuales. (**Tabla 1.3**)

$$N_c = \text{medio}$$

Dotación neta del sistema (figura 1.1)

$$DN = \frac{115l}{\text{hab} * \text{dia}}$$

Tipo de material PVC.

### Desarrollo de las tablas.

#### Síntesis de tabla de alcantarillado sanitario.

**Columna [1 y 2].** Numeración del colector.

En esta columna se indica el número del pozo inicial y la final del tramo. Puede existir otra columna adicional en la que se señale la localización del colector con la nomenclatura de la población (carrera segunda entre calles segunda y tercera).

**Columna [3].** Longitud del Colector (m).

Se toma la longitud medida en el plano topográfico.

**Columna [4].** Cota de Rasante en el pozo inicial.

Obtenido del plano topográfico al eje del pozo (planos adjuntos con curvas de nivel).

**Columna [5].** Cota de Rasante en el pozo final.

Obtenido del plano topográfico al eje del pozo (planos adjuntos con curvas de nivel).

**Columna [6].** Pendiente del terreno (%).

El la diferencia de cotas en la rasante dividido entre la longitud del colector y luego multiplicado por 100 para que me dé un porcentaje de pendiente.

**Columna [7].** Área domiciliaria (Ha).

Es el área que es vertida en el colector dependiendo del tramo y el área aferente que transporta para tramos iniciales es la del tramo para demás tramos el área es acumulativa ya que va en descenso.

**Columna [8].** Área institucional (Ha).

Es el área que es generada por centros educativos y es depositada en el colector o tramo en estudio esta casilla es opcional ya que en algunas urbanizaciones no hay centros educativos.

**Columna [9].** Área industrial (Ha).

Es el área que es vertida en el colector proveniente de empresas industrias etc. y que son vertidas al tramo en estudio.

**Columna [10].** Área comercial (HA).

Esta área es proveniente de almacenes centros comerciales etc. y que es vertida al tramo en estudio.

**Columna [11].** Área total (Ha).

Es el área que se genera de la sumatoria de las áreas comercial, industrial, institucional y domiciliaria que provienen aguas arriba y que es acumulativa en cada tramo aguas abajo.

**Columna [12].** Población futura.

Es el estimativo de la población en un futuro que resulta del área total del tramo multiplicado por la densidad actual de la población y dividido entre 1000 como se ilustra en la siguiente ecuación.

$$Pf' = \frac{ATramo * Dactual}{1000}$$

**Columna [13].** Caudal doméstico (L/S).

Es el aporte estimado por un volumen en determinado tiempo y es calculado con la siguiente expresión:

$$QD = \frac{C * D * Ard * R}{86400} \quad O \quad QD = \frac{C * P * R}{86400} \quad (D. 3.1)$$

$Q_D$  debe ser estimado para las condiciones iniciales,  $Q_{Di}$ , y finales, de operación del sistema. La segunda alternativa de la ecuación anterior es recomendable para nivel de complejidad del sistema bajo.

**Columna [14].** Caudal institucional (L/S).

El consumo de agua de las diferentes instituciones varía de acuerdo con el tipo y tamaño de las mismas, dentro de las cuales pueden mencionarse, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_{Ins} = q_{Ins} * A_{Ins}$$

Dónde:  $q_{Ins}$ =esta tabulado en tablas en es RAS-2000.

$A_{Ins}$ =es el área institucional que es vertida al colector.

**Columna [15].** Caudal industrial (L/S).

El consumo de agua industrial varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria, y los aportes de aguas residuales varían con el grado de recirculación de aguas y los procesos de tratamiento se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Q_{Ind} = q_{Ind} * A_{Ins}$$

Dónde:  $q_{Industrial}$ = esta tabulado en tablas plasmadas en el RAS-2000 y depende del grado de complejidad del sistema.

$A_{Ind}$ =Es el área industrial que es vertida al colector.

**Columna [16].** Caudal comercial (L/S).

Para zonas netamente comerciales, el caudal de aguas residuales  $Q_C$  debe estar justificado con un estudio detallado, basado en consumos diarios por persona, densidades de población en estas áreas y coeficientes de retorno mayores que los de consumo doméstico. se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_C = q_c * A_c$$

Dónde:  $q_c$ =esta tabulado en tablas en el RAS-2000 y depende del grado de complejidad del sistema.

$A_c$ = es el área comercial que es vertida al colector en estudio.

**Columna [17].** Caudal medio diario (L/S).

El caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{md}$ ) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{md} = Q_D + Q_{ins} + Q_c + Q_{ind}$$

**Columna [18].** Factor de mayoracion promedio.

Es el promedio ponderado que resulta de la siguiente expresión:

$$F_{prom} = \frac{F_{Harmon} + F_{Babbit} + F_{Frores} + F_{Lonangeles} + F_{Tchobonouglos}}{5}$$

**Columna [19].** Caudal máximo horario (L/S).

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoracion, F.

$$Q_{MH} = F * Q_{md}$$

**Columna [20].** Caudal de conexiones erradas (L/S).

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejado y patios,  $Q_{CE}$ .

$$Q_{CE} = q_{CE} * A_{tramo}$$

Dónde:  $q_{CE}$ =esta tabulado en tablas depende del tipo de análisis si se hace con aguas lluvia o por separado.

$A_{tramo}$ =es el área del tramo en estudio.

**Columna [21].** Caudal de infiltración (L/S).

Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en estos cuando no son completamente impermeables. Su estimación debe hacerse en lo posible a partir de aforos en el sistema, en horas cuando el consumo de agua es mínimo.

$$Q_{Inf} = q_{Inf} * A_{tramo}$$

Dónde:  $q_{Inf}$ : esta tabulado y depende del grado de complejidad.

$A_{tramo}$ : es el área del tramo en estudio.

**Columna [22].** Caudal de diseño del tramo.

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo,  $Q_{MH}$ , los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

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

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior.

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.5 L/S, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

**Columna [23].** Comparación del caudal del diseño del tramo con el caudal mínimo para aguas residuales.

Según recomendaciones del RAS-2000 el caudal mínimo para un colector es de 1.5L/s es por esta razón que se debe cumplir la siguiente expresión.

$$Q_{DT} \geq Q_{MIN} = 1.5L/S$$

**Columna [24].** Pendiente del colector (%).

El valor anotado en esta columna se calcula inicialmente con 1.2m o 0.8m de profundidad a la cota clave. Este valor puede corregirse posteriormente, de acuerdo con las condiciones

obtenidas para el colector: borde libre, esfuerzo cortante y velocidad mínima (ver columnas [38] y [39] de profundidades definitivas a la cota clave)

**Columna [25].** Diámetro teórico de la tubería (m).

Se calcula de acuerdo con la ecuación de manning (ecuación 14.5):

$$D = 1.548 * \left( \frac{n * Q}{(Sw)^{\frac{1}{2}}} \right)^{3/8}$$

**Columna [26].** Diámetro calculado en pulgadas (“).

Se calcula dividiendo el diámetro de la columna [25] entre 0.0254m.

**Columna [27].** Diámetro interno real de la tubería (m).

Debe ser mayor o igual que el diámetro teórico calculado en la **Columna [25]**.

**Columna [28].** Cota clave de la tubería en el eje del pozo inicial.

Para tramos iniciales.

$$\text{Cota clave} = (\text{cota en la rasante}) - (\text{profundidad de la tubería})$$

Para los demás tramos.

$$\text{Cota clave} = \text{cota batea} + \text{Diametro interno}$$

**Columna [29].** Cota clave de la tubería en el eje del pozo final.

$$\text{Cota clave final} = (\text{Cota clave inicial}) - (\text{pendiente de la tubería} * \text{longitud})$$

**Columna [30].** Caudal a tubo lleno (L/S).

Es la capacidad máxima de la tubería, calculada para la sección de flujo máxima (con el diámetro interno real) según la ecuación 14.4.

$$Qo = 312 * \frac{\left( D^{\frac{8}{3}} * Sw^{\frac{1}{2}} \right)}{n}$$

**Columna [31].** Velocidad a tubo lleno (m/s).

Calculado por la ecuación de continuidad:

$$Vo = \frac{\frac{Qo}{1000} * 4}{\Pi * D^2}$$

**Columna [32].** Relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno.

Puede utilizarse para definir el borde libre requerido, en cuyo caso el valor máximo se define en la tabla 15.4.

$$\frac{QDT}{Qo}$$

Tabla 10. Relación hidráulica para conductos circulares.

**Tabla 8.2**  
Relaciones hidráulicas para conductos circulares ( $n_p/n$  variable)

$Q/Q_0$	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	$V/V_0$	0,000	0,292	0,362	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	$d/D$	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,196	0,210	0,220	0,232
	$R/R_0$	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	$H/D$	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	$V/V_0$	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	$d/D$	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
	$R/R_0$	0,586	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,748
	$H/D$	0,170	0,179	0,186	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	$V/V_0$	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	$d/D$	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	$R/R_0$	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,836	0,848	0,860	0,874	0,886
	$H/D$	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	$V/V_0$	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	$d/D$	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	$R/R_0$	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	$H/D$	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	$V/V_0$	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	$d/D$	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	$R/R_0$	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	$H/D$	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,436	0,443	0,450
0,5	$V/V_0$	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	$d/D$	0,563	0,570	0,576	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	$R/R_0$	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	$H/D$	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,526
0,6	$V/V_0$	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	$d/D$	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	$R/R_0$	0,136	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	$H/D$	0,534	0,542	0,550	0,559	0,568	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	$V/V_0$	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	$d/D$	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
	$R/R_0$	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	$H/D$	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725
0,8	$V/V_0$	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	$d/D$	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
	$R/R_0$	1,202	1,205	1,208	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	$H/D$	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	$V/V_0$	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,038	1,039	1,040
	$d/D$	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	$R/R_0$	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	$H/D$	0,915	0,940	0,966	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265

Fuente. Pasante del proyecto

**Columna [33].** Relación entre la velocidad real y velocidad a tubo lleno, encontrada en la tabla 8.2.

**Columna [34].** Relación entre la lámina de agua y diámetro interno de la tubería, encontrada en la tabla 8.2.

**Columna [35].** Relación entre el Radio hidráulico de la sección de flujo y radio hidráulico a tubo lleno, encontrada en la tabla 8.2.

**Columna [36].** Relación entre la profundidad hidráulica de la sección de flujo y diámetro interno de la tubería, encontrada en la tabla 8.2. La relación máxima es de 85%.

**Columna [37].** Velocidad real en la sección de flujo (m/s).

La velocidad real mínima recomendada es de 0.45 m/s.

$$V = \frac{V}{V_0} * V_0 = (33) * (31)$$

Tabla 11. Velocidad máxima permisible.

Tipo de material	V (m/s)
Ladrillo común	3,0
Ladrillo vitrificado y gres	5,0
Concreto	5,0
PVC	10,0

Tomado del RAS 2000

Fuente. Pasante del proyecto

**Columna [38].** Altura de velocidad (m).

$$\frac{V^2}{2 * g}$$

**Columna [39].** Radio hidráulico para la sección de flujo (m).

$$RH = \frac{RH}{Ro} * \frac{D}{4} = (35) * \frac{(27)}{4}$$

**Columna [40].** Esfuerzo cortante medio (N/m<sup>2</sup>).

El esfuerzo cortante mínimo para las condiciones iniciales de operación es de 1.5 N/m<sup>2</sup> (en el presente diseño no se calcula el caudal inicial). Es posible diseñar para velocidades reales menores de 0.45m/s, siempre y cuando el esfuerzo cortante sea superior a 1.2 N/m<sup>2</sup> y así garantizar la condición de tubería autolimpiante.

$$\tau = \gamma * RH * Sw$$

**Columna [41].** Altura de la lámina de agua (m).

$$d = \frac{d}{D} * D = (34) * (27)$$

**Columna [42].** Energía específica (m).

Suma de alturas de velocidad y lámina de agua.

$$E = d + \frac{V^2}{2 * g} = (41) + (38)$$

**Columna [43].** Profundidad hidráulica de la sección de flujo (m).

$$H = \frac{H}{D} * D = (36) * (27)$$

**Columna [44].** Numero de fraudé.

$$NF \leq 0.9 \sim \text{Regimen de flujo subcritico.}$$

$$NF \geq 1.1 \sim \text{Regimen de flujo supercritico.}$$

$$NF = \frac{V}{\sqrt{(g * H)}}$$

**Columna [45].** Pérdida de energía por transición (m).

Se calcula la pérdida de energía por la transición de acuerdo con la ecuación 14.33.

$$\Delta H_t = K * \left( \frac{V_2^2}{2 * g} - \frac{V_1^2}{2 * g} \right)$$

Donde  $K=0.1$  para aumento de la velocidad y  $k=0.2$  para disminución de la velocidad.

Para efectos de interpretación de la tabla, la pérdida de energía se anota en el tramo aguas arriba del pozo.

**Columna [46].** Relación del radio de curvatura al diámetro de la tubería de salida.

Determinada para evaluar la pérdida de energía en el pozo por cambio de dirección. Para diámetros menores de 24" y cambios de dirección a 90°.

$$\frac{\text{Radiopozo}}{\text{Diametro interno}}$$

**Columna [47].** Pérdida de energía por cambio de dirección (m).

Calculada según la expresión:

$$h = 0.2 * \frac{\left( \frac{V_2^2}{2 * g} \right) + \left( \frac{V_1^2}{2 * g} \right)}{2}$$

No todas las uniones tienen pérdidas por cambio de direcciones

**Columna [48].** Total de pérdidas en el pozo aguas abajo del tramo considerado (m).

$$(48) = (45) + (47)$$

**Columna [49].** Cota batea de la tubería en el eje del pozo inicial.

Para los tramos iniciales:

$$\text{Cota batea} = \text{Cota clave} - \text{Diametro interno}$$

Para los demás tramos:

$$\text{Cota batea} = \text{cota energía aguas arriba} - \text{energía específica}$$

**Columna [50].** Cota batea de la tubería en el eje del pozo final.

$$\text{Cota batea final} = (\text{Cota batea inicial}) - (\text{Pendiente} * \text{Longitud tramo})$$

**Columna [51].** Cota lámina de agua de la tubería en el eje del pozo inicial.

$$\text{Cota lamina de agua} = (\text{cota batea inicial} + \text{altura lamina de agua})$$

**Columna [52].** Cota lámina de agua de la tubería en el eje del pozo final.

$$\text{Cota lamina final} = (\text{Cota lamina inicial}) - (\text{Pendiente} * \text{longitud})$$

**Columna [53].** Cota de energía de la tubería en el eje del pozo inicial.

Para los tramos iniciales:

$$\text{Cota energia} = \text{cota batea} + \text{energia especifica}$$

Para los demás tramos:

$$\begin{aligned} \text{Cota de energia} \\ &= (\text{Cotaenergia aguas abajo en tramo anterior}) \\ &- (\text{perdidas de energia en el pozo}) \end{aligned}$$

**Columna [54].** Cota de energía de la tubería en el eje del pozo final.

$$\text{Cota energia final} = (\text{Cota energia inicial}) - (\text{pendiente} * \text{longitud})$$

**Columna [55] y [56].** Profundidad a la clave sobre el eje del pozo para tramos iniciales la profundidad se fija a 1.20 m mínimo.

Para los demás tramos:

$$\text{Profundidad} = \text{Cota Rasante} - \text{Cota clave}$$

**Síntesis de tabla de alcantarillado pluvial.**

**Columna [1] y [2].** Numeración del colector pozo inicial y pozo final.

**Columna [3].** Área parcial (Ha).

Corresponde al área de drenaje aguas arriba del colector.

Para tramos no iniciales:

$$A_i = \sum \text{Areas aguas arriba.}$$

**Columna [4].** Coeficiente de escorrentía parcial.

Es el coeficiente ponderado del área definida anteriormente.

$$C_{pond} = \frac{\sum A * C}{\sum A}$$

**Columna [5].** Incremento del área de drenaje (Ha).  
Corresponde al área aferente a cada colector.

**Columna [6].** Coeficiente de escorrentía del área de drenaje.  
Correspondiente al coeficiente de escorrentía del área aferente a cada colector Tabla 16.5.

Tabla 12. Coeficiente de escorrentía típico.

Tipo de superficie	Coeficiente
4: - Zonas comerciales	0,90
3: - Desarrollos residenciales con casas contiguas y predominio de zonas duras	0,75
3: - Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0,75
3: - Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0,55
3: - Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
3: - Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines	0,30
2: - Laderas desprovistas de vegetación	0,60
2: - Laderas protegidas con vegetación	0,30

Fuente. Pasante del proyecto

**Columna [7].** Sumatoria del producto: A\*C.  
Es el producto del área aferente y parcial con su correspondiente coeficiente de escorrentía.

$$[7] = [3] * [4] + [5] * [6]$$

**Columna [8].** Área total (Ha).  
Es el área total de drenaje del colector, calculada como la suma del área aferente y el área drenada aguas arriba.

$$[8] = [3] + [5]$$

**Columna [9].** Coeficiente de escorrentía promedio.  
Calculado como el coeficiente de escorrentía ponderado del área aferente y el área drenada aguas arriba.

$$C_{prom} = \frac{\sum A * C}{\sum A} = \frac{[7]}{[8]}$$

**Columna [10].** Tiempo total de concentración (minutos).

Tiempo de concentración del área de drenaje aguas arriba del colector. Para los tramos iniciales, corresponde al tiempo de concentración inicial más el tiempo de recorrido en el colector. Para los demás tramos, es igual al máximo valor entre la suma de los tiempos de concentración aguas arriba de los colectores concurrentes al pozo y su correspondiente tiempo de recorrido en el colector.

Para tramos iniciales:

$$[10] = \frac{0.707 * (1.1 - C_{prom}) * \left( (L)^{\frac{1}{2}} \right)}{\left( (s)^{\frac{1}{3}} \right)} + \left( \frac{D8}{(60 * a * \left( (s)^{\frac{1}{2}} \right))} \right)$$

Para los demás tramos:

$$[10] = \max. \{5 + 6\} \text{ Aguas arriba}$$

**Columna [11].** Tiempo supuesto de recorrido en el colector (minutos).

Es el tiempo de recorrido en el colector asumiendo una velocidad. Cuando el error entre velocidad asumida y la calculada posteriormente es mayor de 10% la Columna [11] es el tiempo obtenido con la última velocidad, calculada según el diseño hidráulico del colector.

$$[11] = \frac{[18]}{V}$$

**Columna [12].** Tiempo real de recorrido en el colector (minutos).

Es el tiempo calculado con la velocidad real (Columna [32]), obtenida del diseño hidráulico del colector.

**Columna [13].** Error en la adopción de tiempos de recorrido (%).

Es la diferencia porcentual entre el tiempo de recorrido asumido y calculado. Esta diferencia no debe no debe ser mayor del 10%. En caso de ser mayor, Columna [11] se calcula nuevamente con la última velocidad obtenida.

**Columna [14].** Frecuencia de diseño (años).

Se adopta el criterio establecido en la tabla 16.2, 3n función del uso del suelo, el tamaño del área drenada y con el nivel de protección “recomendado”.

Tabla 13. Frecuencia de diseño en tuberías del alcantarillado pluvial.

Área de drenaje	Frecuencia de diseño (años)		
	Mínimo	Aceptable	Recomendado
Tuberías iniciales con área de drenaje inferior a 2 ha			
- Zona residencial	2	2	3
- Zona industrial o comercial	2	3	5
Tuberías con área de drenaje entre 2 y 10 ha, independientemente del uso	2	3	5
Tuberías con área de drenaje mayor de 10 ha	5	5	10

Fuente. Pasante del proyecto

**Columna [15].** Intensidad de diseño (mm/hr).

Es la intensidad de precipitación obtenida de las curvas IDF o como en este caso.

$$[15] = \frac{[16]}{2.78}$$

**Columna [16].** Intensidad de diseño (L/S\*Ha).

Es la intensidad que depende de la frecuencia de años para escoger la que se ajuste al sistema.

$$I(1) = -83.17 * \ln(Tc) + 431.56.$$

$$I(2) = -109.37 * \ln(Tc) + 567.77.$$

$$I(3) = -127.34 * \ln(Tc) + 660.08.$$

$$I(5) = -144.07 * \ln(Tc) + 757.56.$$

$$I(10) = -158.82 * \ln(Tc) + 859.40.$$

$$I(25) = -175.51 * \ln(Tc) + 972.11.$$

$$I(50) = -201.27 * \ln(Tc) + 1137.73.$$

**Columna [17].** Caudal de diseño (L/S).

Caudal de la escorrentía superficial, definido según el método racional.

$$[17] = [9] * [16] * [8]$$

**Columna [18].** Longitud del tramo (m).

Obtenida del plano topográfico.

**Columna [19].** Pendiente de diseño.

En los colectores iniciales se ha dejado 0.80m de profundidad ala clave en el pozo inicial y 1.20m como mínimo en los demás pozos. El criterio general, es mantener el alcantarillado lo más superficial posible, por lo que la pendiente, en una primera aproximación, se obtiene manteniendo la profundidad mínima a la clave de 1.20m. Dicha pendiente puede modificarse, dependiendo del cumplimiento de los parámetros de diseño como velocidad real mínima, esfuerzo cortante mínimo y unión de colectores en el pozo por línea de energía.

$$[19] = \frac{(Cota\ Rasante\ inicial - 0.80) - (Cota\ Rasante\ final - 1.20)}{longitud\ del\ tramo}$$

**Columna [20].** Diámetro teórico de la tubería (m).

Se calcula de acuerdo con la ecuación de manning (ecuación 14.5):

$$D = 1.548 * \left( \frac{n * Q}{(Sw)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

**Columna [21].** Diámetro calculado en pulgadas (“).

Se calcula dividiendo el diámetro de la columna [25] entre 0.0254m.

**Columna [22].** Diámetro comercial aproximado (“).

Este es el diámetro que se adquiere en la compra de tubería.

**Columna [23].** Diámetro interno en metros.

Se obtiene de tablas tabuladas.

**Columna [24].** Caudal a tubo lleno (L/S).

Es la capacidad máxima de la tubería, calculada para la sección de flujo máxima (con el diámetro interno real) según la ecuación 14.4.

$$Q_o = 312 * \frac{\left( D^{\frac{8}{3}} * Sw^{\frac{1}{2}} \right)}{n}$$

**Columna [25].** Velocidad a tubo lleno (m/s).

Calculado por la ecuación de continuidad:

$$V_o = \frac{\frac{Q_o}{1000} * 4}{\Pi * D^2}$$

**Columna [26].** Relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno.

Puede utilizarse para definir el borde libre requerido, en cuyo caso el valor máximo se define en la tabla 15.4.

$$\frac{QDT}{Q_o}$$

Luego se utiliza la tabla 10. para calcular las 4 relaciones matemáticas.

**Columna [27].** Relación hidráulica de caudales.

Para el 10% de la capacidad a tubo lleno, el coeficiente utilización de la sección (Q/Qo) es siempre de 0.1.

**Columna [28].** Relación entre la velocidad real y velocidad a tubo lleno, encontrada en la tabla 8.2.

**Columna [29].** Relación entre la lámina de agua y diámetro interno de la tubería, encontrada en la tabla 8.2.

**Columna [30].** Relación entre el Radio hidráulico de la sección de flujo y radio hidráulico a tubo lleno, encontrada en la tabla 8.2.

**Columna [31].** Relación entre la profundidad hidráulica de la sección de flujo y diámetro interno de la tubería, encontrada en la tabla 8.2. La relación máxima es de 85%.

**Columna [32].** Velocidad real en la sección de flujo (m/s).

La velocidad real mínima recomendada es de 0.45 m/s.

$$V = \frac{V}{V_0} * V_0$$

Velocidad máxima permisible. Se verifica que cumpla con la tabla 11.

**Columna [33].** Radio hidráulico para la sección de flujo (m).

$$RH = \frac{RH}{R_0} * \frac{D}{4}$$

**Columna [34].** Esfuerzo cortante medio (N/m<sup>2</sup>).

El esfuerzo cortante mínimo para las condiciones iniciales de operación es de 1.5 N/m<sup>2</sup> (en el presente diseño no se calcula el caudal inicial). Es posible diseñar para velocidades reales menores de 0.45m/s, siempre y cuando el esfuerzo cortante sea superior a 1.2 N/m<sup>2</sup> y así garantizar la condición de tubería autolimpiante.

$$\tau = \gamma * RH * S_w$$

**Columna [35].** Esfuerzo cortante para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

Para una relación de caudales de 0.1, la relación de radios hidráulicos(RH/R<sub>0</sub>)es constante e igual a 0.586.Por tanto, el esfuerzo cortante correspondiente es:

$$\tau = 1000 * \left(0.586 * \frac{D}{4}\right) * S_w$$

**Columna [36].** Altura de velocidad (m).

$$\frac{V^2}{2 * g}$$

**Columna [37].** Altura de la lámina de agua (m).

$$d = \frac{d}{D} * D$$

**Columna [38].** Energía específica (m).  
Suma de alturas de velocidad y lámina de agua.

$$E = d + \frac{V^2}{2 * g}$$

**Columna [39].** Profundidad hidráulica de la sección de flujo (m).

$$H = \frac{H}{D} * D$$

**Columna [40].** Numero de fraudé.

$NF \leq 0.9$  ~Regimen de flujo subcritico.

$NF \geq 1.1$  ~Regimen de flujo supercritico.

$$NF = \frac{V}{\sqrt{(g * H)}}$$

**Columna [41].** Perdida de energía por transición (m).

Se calcula la perdida de energía por la transición de acuerdo con la ecuación 14.33.

$$\Delta H_t = K * \left( \frac{V_2^2}{2 * g} - \frac{V_1^2}{2 * g} \right)$$

Donde  $K=0.1$  para aumento de la velocidad y  $k=0.2$  para disminución de la velocidad.

Para efectos de interpretación de la tabla, la perdida de energía se anota en el tramo aguas arriba del pozo.

**Columna [42].** Relación del radio de curvatura al diámetro de la tubería de salida.

Determinada para evaluar la perdida de energía en el pozo por cambio de dirección. Para diámetros menores de 24" y cambios de dirección a 90°.

$$\frac{\text{Radiopozo}}{\text{Diametro interno}}$$

**Columna [43].** Perdida de energía por cambio de dirección (m).

Calculada según la expresión:

$$h = 0.2 * \frac{\left( \frac{V_2^2}{2 * g} \right) + \left( \frac{V_1^2}{2 * g} \right)}{2}$$

No todas las uniones tienen perdidas por cambio de direcciones

**Columna [44].** Total de pérdidas en el pozo aguas abajo del tramo considerado (m).

$$(44) = (41) + (43)$$

**Columna [45].** Cota de rasante del pozo inicial del tramo.

**Columna [46].** Cota de rasante del pozo final del tramo.

**Columna [47].** Cota clave del pozo inicial del tramo.

Para tramos iniciales, esta cota corresponde a la cota de rasante menos la profundidad a la clave de 0.80m.

$$[47] = [45] - 0.8$$

Para los tramos aguas abajo, es igual a la cota de batea (determinada en una columna posterior) más el diámetro interno de la tubería:

$$[47] = [49] + [23]$$

**Columna [48].** Cota clave del pozo final del tramo.

Es igual a la cota clave inicial menos la caída en el tramo debida a la pendiente del colector, observando siempre el cumplimiento de la profundidad mínima a la cota clave.

$$[48] = [47] - ([19] * [18])$$

**Columna [49].** Cota batea del pozo inicial del tramo.

Para los tramos iniciales, es igual a la cota de clave menos el diámetro.

$$[49] = [47] - [23]$$

Para los tramos aguas abajo, se calcula como la cota de energía a la salida de pozo menos la energía específica en el colector saliente. Cabe recordar que la cota de batea saliente tiene que ser inferior a la cota de batea de todos los colectores entrantes. En caso contrario, se debe rediseñar el tramo entrante que no cumple con dicha condición o empatar por la cota batea (igualar la cota batea entrante con la saliente).

$$[49] = [47] - [38]$$

**Columna [50].** Cota de batea del pozo final del tramo.

Es igual a la cota de batea inicial menos la caída en el tramo debida a la pendiente del colector:

$$[50] = [49] - ([19] * [18])$$

**Columna [51].** Cota de lámina de agua del pozo inicial del tramo.

$$[51] = [49] + [37]$$

**Columna [52].** Cota de lámina de agua del pozo final del tramo.  
Es la correspondiente cota de batea más la altura de la lámina de agua en la tubería.

$$[52] = [50] + [37]$$

**Columna [53] y [54].** Cota de energía del pozo inicial del tramo.  
Para los tramos iniciales, es igual a la cota de batea correspondiente mas la energía específica del colector:

$$[53] = [43] + [38]$$

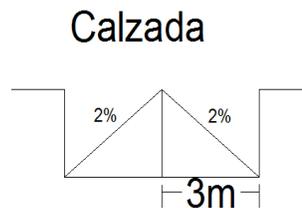
Para los tramos aguas abajo, es la cota de energía que gobierna el empate de los colectores en el pozo. Su cálculo en régimen subcrítico se realiza tomando entre los colectores entrantes al pozo el menor valor de la cota de energía, descontándole la pérdida de energía en el pozo, es decir, que se define el colector que gobierna la unión o empate en el pozo. Los demás tramos que llegan a una cota de energía superior pueden diseñarse nuevamente con el objeto de aprovechar la energía sobrante.

$$[53] = \text{minimo}\{[54] \text{ afluentes al pozo} - [44]\}$$

**Columna [55] y [56].** Profundidad a cota clave.  
Las profundidades a la clave se determinan restando la cota rasante y clave.

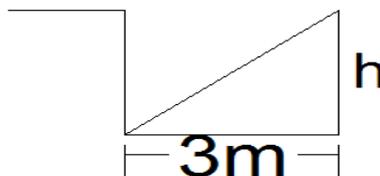
**Columna [57].** Caudal de la calle.

Figura 11. Calzada tipo de los proyectos.



Fuente. Pasante del proyecto

Figura 12. Análisis de carril.



Fuente. Pasante del proyecto

$$100 \rightarrow 2m \quad x = h = 0.06m$$

$$3m \rightarrow x$$

$$L = \sqrt{(3m)^2 + (0.06m)^2} \rightarrow L = 3.0006m$$

$$Ab = \frac{b * h}{2} = \frac{3m * 0.06m}{2} = 0.09m^2$$

$$Pm = L + h = 3.0006 + 0.06 = 3.0606m$$

$$RH = \frac{0.09m^2}{3.0606m} = 0.0294m$$

$$n \rightarrow \text{pavimentada} = 0.015 \quad n \rightarrow \text{tierra} = 0.03$$

$$Qc = \frac{1}{n} * RH^{\frac{2}{3}} * Sw^{\frac{1}{2}} * Ab * 2 \text{ carriles.}$$

**Columna [58].** Comparación entre el caudal de la calle y el caudal de diseño del tramo. Si se cumple la siguiente expresión no lleva colector.

$$Qc \geq Qdis$$

**Columna [59].** Lleva o no colector según la condición anterior.

**Don simón**

Cuadro 4. Cotas de los pozos.

No de pozo	cota	No de pozo	cota	No de pozo	cota	No de pozo	cota
1	1187	24	1217	47	1217	70	1178
2	1197	25	1211	48	1214	71	1181
3	1201	26	1214	49	1232	72	1192
4	1203	27	1212	50	1227	73	1183
5	1177	28	1218	51	1217.5	74	1189
6	1169	29	1191	52	1217	75	1190
7	1163.5	30	1185	53	1222	76	1181
8	1203.8	31	1182	54	1219.3	77	1186
9	1212.4	32	1218	55	1210	78	1184

Cuadro 4. (Continuación)

10	1185	33	1213	56	1220	79	1176
11	1171	34	1213.5	57	1225	80	1179
12	1203.6	35	1189	58	1222	81	1174
13	1217.6	36	1185	59	1221	82	1169
14	1195	37	1217	60	1202	83	1200
15	1179	38	1219	61	1215.5	84	1216
16	1170.8	39	1209.8	62	1226	85	1174
17	1203.4	40	1209.5	63	1201	A	1160
18	1205	41	1213	64	1199	B	1160
19	1210.5	42	1235	65	1209	C	1172
20	1220.8	43	1234	66	1217	D	1162
21	1193	44	1218.7	67	1188	E	1192
22	1183	45	1218	68	1199	PT	1100
23	1219.4	46	1221	69	1204		

Fuente. Pasante del proyecto

Cuadro 5. Áreas de cada cabaña.

<b>Numeración de los lotes</b>	<b>Habitantes por lote</b>	<b>área total del lote</b>	<b>Área en hectárea</b>
Cabaña 1	5	1083.89	0.108389
Cabaña 2	5	1029.68	0.102968
Cabaña 3	5	1082.61	0.108261
Cabaña 4	5	1065.65	0.106565
Cabaña 5	5	1092.72	0.109272
Cabaña 6	5	1034.72	0.103472
Cabaña 7	5	918.43	0.091843
Cabaña 8	5	1016.19	0.101619
Cabaña 9	5	916.95	0.091695
Cabaña 10	5	1192.45	0.119245
Cabaña 11	5	1054.29	0.105429
Cabaña 12	5	1110.33	0.111033
Cabaña 13	5	1133.26	0.113326
Cabaña 14	5	1143	0.114300

Cuadro 5. (Continuación)

Cabaña 15	5	1053.47	0.105347
Cabaña 16	5	1092.03	0.109203
Cabaña 17	5	1247.21	0.124721
Cabaña 18	5	1109.3	0.110930
Cabaña 19	5	1003.78	0.100378
Cabaña 20	5	1011.52	0.101152
Cabaña 21	5	1011.97	0.101197
Cabaña 22	5	1040.7	0.104070
Cabaña 23	5	1014.62	0.101462
Cabaña 24	5	1006.74	0.100674
Cabaña 25	5	1011.69	0.101169
Cabaña 26	5	1006.27	0.100627
Cabaña 27	5	1012.31	0.101231
Cabaña 28	5	1071.5	0.107150
Cabaña 29	5	1031.21	0.103121
Cabaña 30	5	1010	0.101000
Cabaña 31	5	1087.56	0.108756
Cabaña 32	5	1075.37	0.107537
Cabaña 33	5	1095.33	0.109533
Cabaña 34	5	1004.16	0.100416
Cabaña 35	5	1029.29	0.102929
Cabaña 36	5	1004.85	0.100485
Cabaña 37	5	1006.57	0.100657
Cabaña 38	5	1009.52	0.100952
Cabaña 39	5	1014.87	0.101487
Cabaña 40	5	1037.87	0.103787
Cabaña 41	5	1022.36	0.102236
Cabaña 42	5	1008.27	0.100827
Cabaña 43	5	1002.15	0.100215
Cabaña 44	5	1008.43	0.100843
Cabaña 45	5	1008.43	0.100843
Cabaña 46	5	1025.75	0.102575
Cabaña 47	5	1031.06	0.103106
Cabaña 48	5	1016.32	0.101632

Cuadro5. (Continuación)

Cabaña 49	5	1038.77	0.103877
Cabaña 50	5	1196.82	0.119682
Cabaña 51	5	1067.07	0.106707
Cabaña 52	5	1011.3	0.101130
Cabaña 53	5	1041.02	0.104102
Cabaña 54	5	1019.66	0.101966
Cabaña 55	5	1020.34	0.102034
Cabaña 56	5	1024.14	0.102414
Cabaña 57	5	1018.11	0.101811
Cabaña 58	5	1015.27	0.101527
Cabaña 59	5	1035.22	0.103522
Cabaña 60	5	1016.36	0.101636
Cabaña 61	5	1051.16	0.105116
Cabaña 62	5	1042.95	0.104295
Cabaña 63	5	645.9	0.064590
	315		6.534074

Fuente. Pasante del proyecto

Densidad Actual.

$$D_{actual} = \frac{\text{Total de habitantes}}{\text{Area total}} = \frac{63 \text{ Lotes} * 5 \text{ Habitantes}}{6.534074 \text{ Ha}} = 48.2088 \text{ Hab/Ha}$$

Nivel de Complejidad del sistema de alcantarillado de aguas residuales. (**Tabla 1.3**)

$$N_c = \text{Bajo.}$$

Dotación neta del sistema (figura 1.1)

$$DN = \frac{90 \text{ l}}{\text{hab} * \text{dia}}$$

Para el diseño del alcantarillado sanitario y pluvial del conjunto campestre Don simón es el mismo que para altos de la primavera es decir es igual a los literales 3.1.2.1. y 3.1.2.2. Para el desarrollo de las tablas anexas en el informe,

### 3.1.5. Calculo del presupuesto

#### Altos de la primavera.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR. UNITARIO	VR TOTAL
1				<b>PRELIMINAR</b>	
1.1.	Localización y replanteo	Ha	6.14	\$21,139.00	\$ 29,793.46
2	INSTALACION DE REDES SANITARIAS				
2.1	EXCAVACION MECANICA EN MATERIAL COMUN(INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL TUBERIA PVC DIAMETRO 8" INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO	M3	8805.76	\$ 23,037.00	\$202,858,293.12
2.2	DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA HASTA LA COTA CLAVE. POZO DE INSPECCION h=1.6M, D=1.2M,	ML	5841.66	\$ 60,086.00	\$ 351,001,982.76
2.3	INCLUYE TAPA DE HIERRO FORJADO E=0.20.	UN	208.13	\$326,780.00	\$ 68,012,721.40
2.4	RELLENO DE BRECHA,(RECEBO SELECCIONADO, COMPACTADO MANUAL EN CAPAS DE 10CM.	M3	9686.33	\$ 56,962.00	\$ 551,752,729.46
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>\$1,173,625,726.74</b>

## APU de localización y replanteo.

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

localizacion y replanteo					UNIDAD	
ITEM: 1,1					:	M2
<b>I. EQUIPO</b>						
	Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	MES	250,000	270.00	925.93	
					<b>Sub-Total</b>	925.93
<b>II. MATERIALES EN OBRA</b>						
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
					<b>Sub-Total</b>	0.00
<b>III. TRANSPORTES</b>						
	Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.
						<b>Sub-Total</b>
						0.00
<b>IV. MANO DE OBRA</b>						
	Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
		\$				
	TOPOGRAFO	1,450,000.00	185%	2,682,500.00	270.00	9,935.19
	CADENERO					
	1	\$ 850,000.00	185%	1,572,500.00	270.00	5,824.07
	CADENERO					
	2	\$ 650,000.00	185%	1,202,500.00	270.00	4,453.70
						<b>Sub-Total</b>
						20,212.96
<b>Total Costo Directo</b>						21,139.00

**APU de excavación.**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

		<b>Excavacion mecanica en material comun (incluyendo cargue, transporte, y disposicion final</b>			<b>UNIDAD</b>	
<b>ITEM: 2,1</b>					<b>:</b>	<b>m3</b>
 <b>I. EQUIPO</b>						
	Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
	HERRAMIENTA MENOR (5% MO)		20,000	25.00	800.00	
					<b>Sub-Total</b>	
						800.00
 <b>II. MATERIALES EN OBRA</b>						
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
					<b>Sub-Total</b>	
						0.00
 <b>III. TRANSPORTES</b>						
	Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.
	VOLQUETA	0.0	6.0	0.1	112,000.00	17,920.00
						<b>Sub-Total</b>
						17,920.00
 <b>IV. MANO DE OBRA</b>						
	Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
	OBREROS (2)	\$ 35,000.00	185%	64,750.00	15.00	4,316.67
						<b>Sub-Total</b>
						4,316.67
<b>Total Costo Directo</b>						<b>23,037.00</b>

**APU de Tubería PVC.**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

TUBERIA PVC DIAMETRO 8". INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA.					UNIDAD	
ITEM: 2,2					:	mL
<b>I. EQUIPO</b>						
Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor- Unit.		
HERRAMIENTA MENOR (5% MO)		4,800	25.00	192.00		
				<b>Sub- Total</b>		192.00
<b>II. MATERIALES EN OBRA</b>						
Descripción	Unidad	Precio- Unit.	Cantidad	Valor- Unit.		
TUBERIA ALCANTARILLADO 8"		51,800	1.000	51,800.00		
				<b>Sub- Total</b>		51,800.00
<b>III. TRANSPORTES</b>						
Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor- Unit.	
					<b>Sub- Total</b>	
<b>IV. MANO DE OBRA</b>						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor- Unit.	
OBREROS (6)	\$ 87,500.00	185%	161,875.00	20.00	8,093.75	
					<b>Sub- Total</b>	8,093.75
<b>Total Costo Directo</b>						60,086.00

## APU de Pozo de inspección.

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

#### POZO DE INSPECCION H=1.60M D=1,20M INCLUYEE TAPA DE HIERRO FORJADO

ITEM: 2,3

UNIDAD : UND

#### I. EQUIPO

Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
HERRAMIENTA MENOR (5% MO)		35,000	10.00	3,500.00	
				<b>Sub-Total</b>	3,500.00

#### II. MATERIALES EN OBRA

Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
CONCRETO	M3	434,700	0.010	4,347	
LADRILLO PRECOCIDO	M2	980	1.030	976.50	
RECEBO MATERIAL	M3	30,247	1.300	39,321	
MARCO TAPA	Unidad	120,000	1.000	120,000	
TAPA	Unidad	150,000	1.000	150,000	
				<b>Sub-Total</b>	314,644.6

#### III. TRANSPORTES

Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				<b>Sub-Total</b>		

#### IV. MANO DE OBRA

Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
OBREROS (4)		\$ 70,000.00	185%	129,500.00	15.00	8,633.33
				<b>Sub-Total</b>		8,633.33

**Total Costo Directo** 326,780.00

**APU de Relleno de brecha.**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

<b>ITEM:</b> 2,4	<b>RELLENO DE BRECHA</b>				<b>UNIDAD</b> :	<b>m3</b>
<b>I. EQUIPO</b>						
	Descripción	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor- Unit.	
	placa vibratoria -rana	dd	55,000	10.00	5,500.00	
					<b>Sub-Total</b>	5,500.00
<b>II. MATERIALES EN OBRA</b>						
	Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor- Unit.	
	recebo base	M3	30,247	1.300	39,321	
					<b>Sub-Total</b>	39,321.1
<b>III. TRANSPORTES</b>						
	Material	Vol. Peso ó Cant.	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor- Unit.
						<b>Sub-Total</b>
<b>IV. MANO DE OBRA</b>						
	Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor- Unit.
	OBREROS (3)		\$ 52,500.00	185%	97,125.00	8.00
						<b>Sub-Total</b>
						12,140.63
					<b>Total Costo Directo</b>	56,962

**Don simón.**

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	VR. UNITARIO	VR TOTAL
1				<b>PRELIMINAR</b>	
1.1.	Localización y replanteo	Ha	6.53	\$ 21,139.00	\$ 138,037.67
2	INSTALACION DE REDES SANITARIAS				
2.1	EXCAVACION MECANICA EN MATERIAL COMUN(INCLUYE CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL TUBERIA PVC DIAMETRO 8" INCLUYE TRANSPORTE AL SITIO DE LA OBRA, CAMA Y RELLENO EN GRAVILLA HASTA LA COTA CLAVE.	M3	2068.85	\$ 23,037.00	\$ 47,660,097.45
2.2	POZO DE INSPECCION h=1.6M, D=1.2M, INCLUYE TAPA DE HIERRO FORJADO E=0.20.	ML	1640.33	\$ 60,086.00	\$ 98,560,868.38
2.3	RELLENO DE BRECHA,(RECEBO SELECCIONADO, COMPACTADO MANUAL EN CAPAS DE 10CM.	UN	68.09	\$ 326,780.00	\$ 22,250,450.20
2.4		M3	2095.73	\$ 56,962.00	\$ 119,376,972.26
				COSTO DIRECTO	\$ 287,848,388.29

**NOTA:** Los AP's utilizados en el cálculo del presupuesto para Don Simón son los mismos que se utilizaron en el cálculo del presupuesto de Altos de la Primavera.

**3.1.5. Sistemas de alcantarillados no convencionales.** Son sistemas alternativos de menos costo que el convencional basado en consideración de diseño adicionales y utilizando una mejor tecnología para para operación y mantenimiento, se dividen en:

**Alcantarillado simplificado:** Describe una red de alcantarillado que se construye usando tubería de diámetro dispuesta a una profundidad y en pendientes menores al alcantarillado convencional. El Alcantarillado Simplificado permite un diseño más flexible asociado con menores costos y un mayor número de viviendas conectadas.

Los pozos de registro son reemplazados por cámaras de inspección simples. Cada punto de descarga es conectado con un tanque interceptor para prevenir que entren en la red sólidos y basura. Asimismo, cada vivienda debe tener una trampa de grasas antes de la conexión con la red. Otra característica clave de diseño es que las alcantarillas están dispuestas dentro de los límites de la propiedad, no bajo la calle central. Como las alcantarillas son más comunales, a menudo se les llama alcantarillado comunal o condominal. Frecuentemente la comunidad se conecta por medio de una conexión legal al alcantarillado principal y el efluente combinado de la red comunal fluye a la línea principal.

Como el alcantarillado simplificado está dispuesto en o alrededor de la propiedad de los usuarios, se pueden alcanzar tasas mayores de conexión, y se pueden usar menos tubos, más cortos, también menos excavación ya que los tubos no estarán sujetos al tráfico pesado. Sin embargo, este tipo de Tecnología de Transporte requiere una cuidadosa negociación entre los participantes, ya que el diseño y el mantenimiento se deben coordinar de manera conjunta.

Todas las Aguas Grises deben conectarse al Alcantarillado Simplificado para asegurar una carga hidráulica adecuada. Las cámaras de inspección también funcionan para atenuar las descargas pico en el sistema. Por ejemplo, un alcantarillado de 100 mm de diámetro colocado en una pendiente de 1 m en 200 m (0.5%) tendrá una capacidad de servicio para alrededor de 200 viviendas de 5 personas (1,000 usuarios) con un flujo de agua de 80 L./persona/día.

Aunque el alcantarillado hermético es lo ideal, puede ser difícil lograrlo, por lo tanto los alcantarillados deben ser diseñados para recibir parte de flujo adicional que resulta de la infiltración de aguas pluviales.<sup>6</sup>

Figura 13. Sistema simplificado.



Fuente. Pasante del proyecto

---

<sup>6</sup> [http://akvopedia.org/wiki/Alcantarillados\\_Simplificados](http://akvopedia.org/wiki/Alcantarillados_Simplificados)

**Alcantarillado condominiales.** La principal innovación es lo que se convenció llamar con una cierta impropiedad, el alcantarillado condominial, la cual enfatiza apenas uno de sus aspectos más revolucionarios, que es la conexión domiciliaria condominial. Cada manzana es considerada como si fuera la proyección horizontal de un edificio. Como no hay edificio sin cobertura total de agua potable y alcantarillado (o solución individual para sus desechos líquidos), los habitantes de las manzanas también tendrían los mismos derechos.

Los llamados sistemas condominiales o en régimen de condominio son el resultado de una concepción de saneamiento que mezcla participación comunitaria con tecnologías apropiadas, para producir soluciones que combinen economía y eficiencia, buscando crear condiciones para la universalidad del acceso a los servicios de alcantarillado sanitario.

El mayor soporte de esta propuesta es la democratización de los servicios, concretizada a través de algunas ideas básicas, las cuales traen consigo el ingreso de nuevos recursos y energías al sistema.

Estas principales ideas son:

**La idea de adecuación a la realidad** - a una realidad económica de falta de recursos, de empleos y renta, a una realidad social de miseria, hambre y enfermedades, a una realidad física de inmensas riquezas profundamente diferenciadas a nivel de regiones.

**La participación comunitaria** - como derecho de orden político y como deber del ciudadano para con su comunidad, expresa en un pacto de colaboración continua con los servicios de construcción, operación y mantenimiento.

**El gradualismo** - del cual los países de la Región se apartaron para adherir "hecho cumplido", en que la decisión está restringida a algunos. La idea es que las decisiones tengan otro rumbo, la más pronta atención a todos, con una solución gradual, de estándares sucesivos, también graduales.

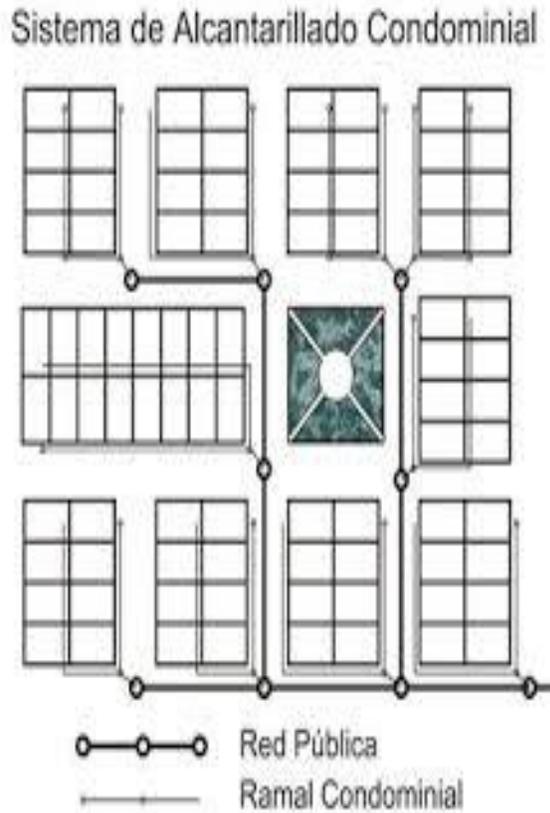
**La idea de que la implementación de los servicios sea un proceso continuo y permanente** - con los recursos disponibles en vez de ser aplicados intensivamente en pocas grandes ciudades, tendiendo a una aplicación desconcentrada en el mayor número posible de municipalidades.

**La idea de cambio y diferenciación del estándar** - considerando las profundas desigualdades de los países de la Región, el estándar básico, aquello que determina la inversión pública pasa a ser dictado por las mayorías y los que de ellos se apartan pasan a enfrentar la responsabilidad correspondiente.

**La idea de integración de los servicios** - una contraposición al aislamiento pleno que existe hoy. En el plan físico, integración con otros servicios urbanos; en el social, la integración de los varios extractos en un solo servicio; en el institucional, la articulación entre organismos a favor de las instituciones.

**La municipalización** - no que los servicios sean administrados por los Municipios, sino que los mismos sean de conocimiento de las autoridades municipales. El Municipio como instancia natural de intermediación entre el concesionario y la sociedad; como instrumento de movilización comunitaria; como incorporador de recursos locales (energías) que generalmente está al margen del proceso.<sup>7</sup>

Figura 14. Alcantarillado condominial.



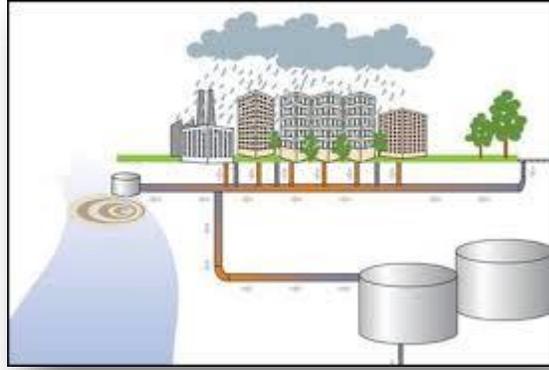
Fuente. Pasante del proyecto

**Sistemas in situ.** Existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego, los cuales son sistemas de muy bajo costo y pueden ser apropiados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. En el tiempo, estos sistemas deben considerarse como sistemas transitorios a sistemas no convencionales o convencionales de recolección, transporte y disposición, en la medida en que el uso de la tierra tienda a ser urbano.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm#5>.

<sup>8</sup> <http://es.scribd.com/doc/23068566/Alcantarillado-Definicion-y-Clasificacion#scri>

Figura 15. Alcantarillados in situ.



Fuente. Pasante del proyecto

#### **4. DIAGNOSTICO FINAL.**

La empresa bienes e inversiones gualmadejo SAS es una empresa innovadora que piensa en la satisfacción del cliente en la adquisición de un inmueble, es por esta razón que se hizo muy útil plantear una propuesta del diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial ya que estos proyectos por comenzar desde un terreno natural se hace muy util la planificación del sistema de evacuación de aguas residuales domésticas y que por escorrentía superficial de la lluvia son transportadas hacia un lugar aguas abajo.

Las zonas de los proyectos son las más altas que existen, es por esta razón que se debe mitigar de una vez los impactos que se puedan generar debido al vertimiento directo de estas aguas hacia las quebradas y pozos que existan a los alrededores.

Mediante este diseño se deja una buena conclusión y es que el sistema de alcantarillado es muy útil para que de esta manera no se generen posibles enfermedades ante los moradores de las viviendas que lo más probable es que se convierta en un malestar y dichos lotes no sean atractivos antes los posibles compradores.

## 5. CONCLUSIONES.

Mediante la utilización del parámetro descrito en el reglamento de agua potable y saneamiento básico (RAS), se puede tener unas bases para solventar las necesidades que se van presentando en el diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial.

El diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial de los proyectos “ALTOS DE LA PRIMAVERA” Y “DON SIMON”, se desarrolló por medio del método convencional, el cual contempla todas las exigencias y especificaciones descritas en la normativa vigente para este caso el RAS-2000.

El vertimiento de las aguas residuales se hará mediante una PTAR y en algunos casos se conectara a la tubería de aguas residuales de la ciudad con el fin de q estas aguas no contaminen las aguas superficiales y subterráneas como acuíferos.

Mediante la utilización de aliviaderos se hará un aprovechamiento de las aguas que por escorrentía superficial producidas por la lluvia se generen con el ánimo de reducir el volumen de agua con carga contaminante.

Debido a que la diferencia de nivel entre pozos continuos en el lote de altos de la primavera se hace un poco complejo cumplir con velocidades y con autolavado, para solventar estas necesidades de optimización se hace necesario profundizar más los pozos logrando una mayor pendiente.

Los diámetros de los colectores que se obtuvo para el diseño de la red de distribución de alcantarillado sanitario no supera las 4”. según el Ras-2000 el menor diámetro debe ser de 8” es por ello que se opta por cumplir con el reglamento diseñando así los dos alcantarillados con el diámetro mínimo y así lograr un mejor funcionamiento.

La construcción del Alcantarillado Sanitario y planta de tratamiento beneficiará a la población ya que les permitirá tener un método adecuado de disposición de sus aguas residuales, en el proyecto Altos de la primavera.

Al realizar el cálculo de las pérdidas y compararlas entre el alcantarillado sanitario y pluvial podemos concluir que cuanto mayor sea el caudal la pérdida de energía igualmente será mayor.

En el proyecto “Don simón” se presentan tramos con pendientes de tuberías altas pero que cumplen con el reglamento y garantizan una buena velocidad de los fluidos y garantizan el autolavado del colector.

Al hacer un ajuste de las diferentes cotas que existen en la red para los dos proyectos; específicamente en los pozos vemos como cada una de ellas sigue una continuidad de flujo de manera que lo optimiza evitando el estancamiento de dichas aguas residuales se realiza el

análisis con el objetivo de optimizar el diseño y reducir a cero las pérdidas de energía presentes en el sistema.

Al realizar el anterior proyecto se permitió complementar los procesos teóricos adquiridos y enfrentarlas a la realidad e ir desarrollando competencias para un futuro en el campo laboral y que fueron adquiridos en el transcurso de la carrera de ingeniería civil de la universidad francisco de paula Santander Ocaña, buscando un beneficio de extensión a la comunidad y las empresas de la provincia.

En Altos de la primavera cuando la cabeza de velocidad de dos tramos iniciales son muy similares las pérdidas totales son muy próximas a cero.

En el proyecto Don Simón por contar con pendientes un poco más pronunciadas se hace más fácil cumplir con autolavado y por tal razón es menor la corrección de la cota clave.

## 6. RECOMENDACIONES

Realizar periódicamente pruebas hidrostáticas para garantizar el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado.

Se recomienda la implementación de aliviaderos para que las aguas del alcantarillado pluvial sean vertidas en cuencas cercanas o sean aprovechadas como distritos de riego ante vecinos que cultiven las tierras.

Seguir explícitamente los planos entregados con los diseños respectivos para la construcción de las redes.

Para la construcción y desplante del sistema de alcantarillado se deben tener en cuenta las siguientes cotas:

Cota clave inicial y final.

Cota batea inicial y final.

Profundidad a clave inicial y final.

La conexión de la red de alcantarillado sanitario se va a hacer en el barrio astillero aproximadamente 150 m desde el punto de salida del emisario final en donde en el 2014 se construyó el nuevo alcantarillado de dicho barrio.

La conexión de altos de la primavera se va a hacer en las ferias aproximadamente 200 metros desde el proyecto para luego conectarlo con el plan maestro de alcantarillado.

## BIBLIOGRAFÍA

EMPRESA BIENES E INVERSIONES GUALMADEJO, [En línea]. PROYECTO ALTOS DE LA PRIMAVERA Y DON SIMÓN, Ocaña, Noviembre. 2012 [Citado 20 Septiembre., 2014.]. <http://gualmadejo.com/empresa/>

ENCICLOPEDIA GOOGLE:  
[http://cra.gov.co/apcafiles/37383832666265633962316339623934/6.\\_Sistemas\\_de\\_recoleccion\\_de\\_aguas.pdf](http://cra.gov.co/apcafiles/37383832666265633962316339623934/6._Sistemas_de_recoleccion_de_aguas.pdf)

APUNTES TOMADOS EN CLASES DE JHON EDER JAIME NAVARRO, Sistemas de alcantarillados convencionales, Dictado por el ingeniero Víctor Hugo Barbosa mediante el programa de formación de la universidad francisco de paula Santander Ocaña.

REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO “RAS-2000”. <http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/6. Sistemas de recoleccion de aguas.pdf>

[http://pupiales-narino.gov.co/apc-aa-files/34613733323762636639646166313433/PMAA\\_\\_ACANTARILLADO\\_SANITARIO.pdf](http://pupiales-narino.gov.co/apc-aa-files/34613733323762636639646166313433/PMAA__ACANTARILLADO_SANITARIO.pdf)

# **ANEXOS**

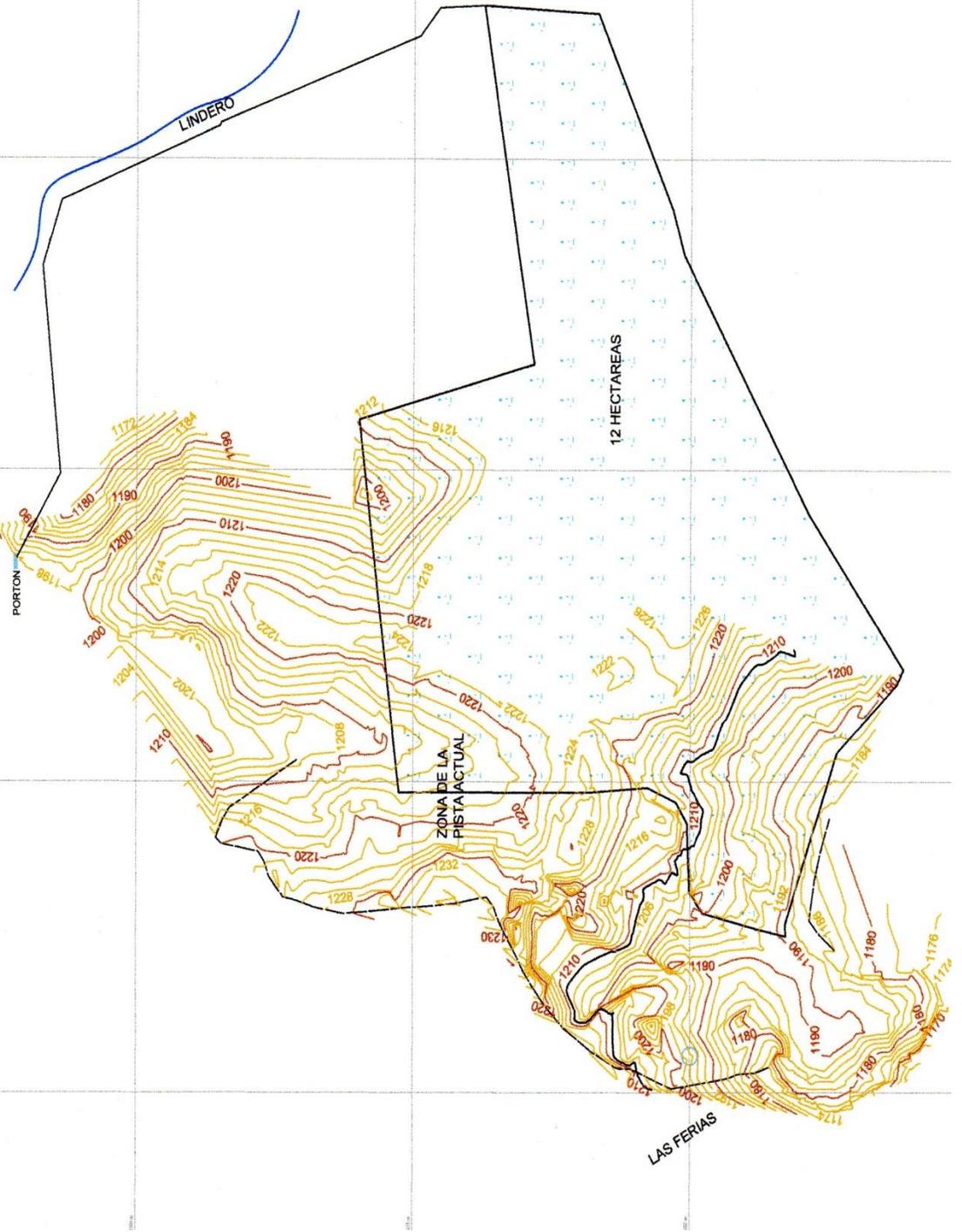
**Anexo A. OBJETIVO DE LA  
EMPRESA HACIA EL FUTURO  
ALTOS DE LA PRIMAVERA**

# OBJETIVOS DE LA EMPRESA HACIA EL FUTURO



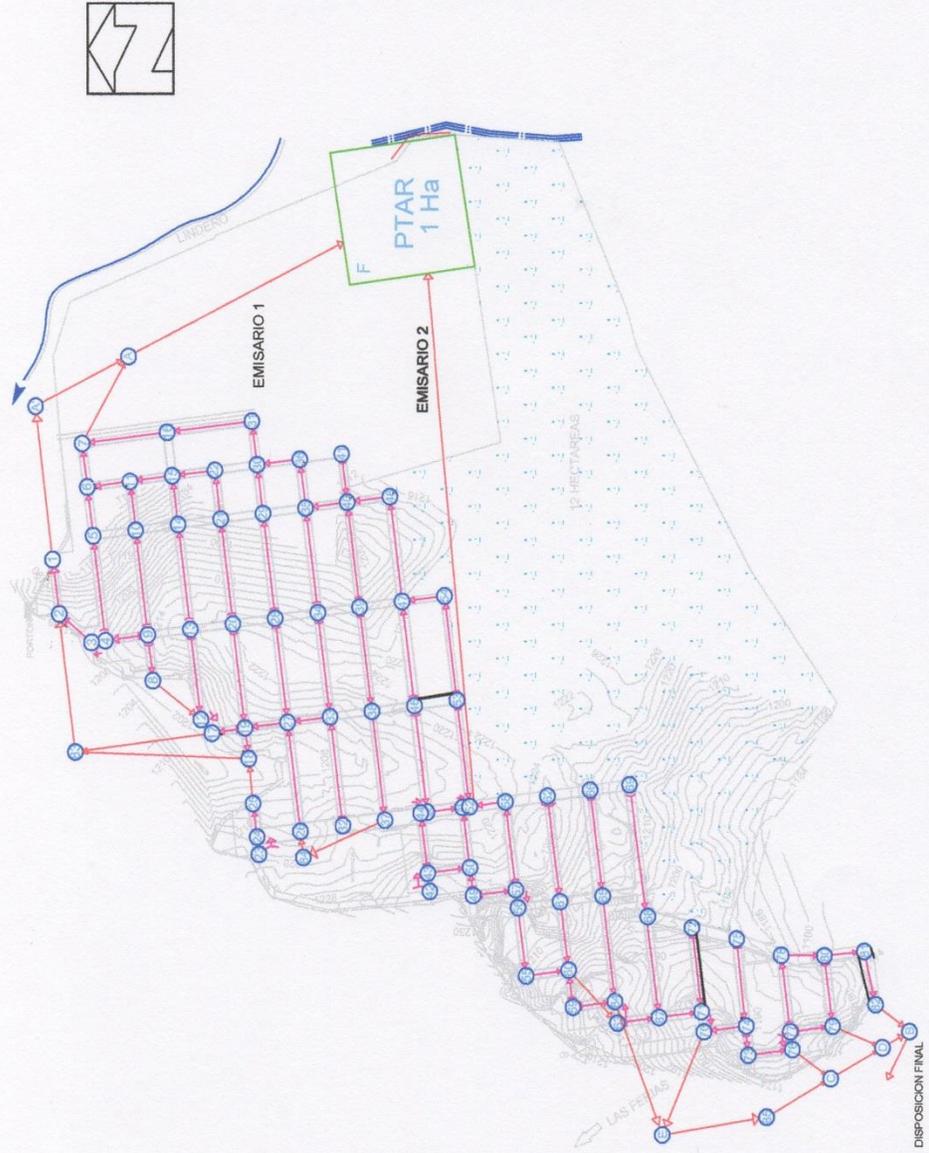
**Anexo B. LEVANTAMIENTO  
TOPOGRAFICO ALTOS DE LA  
PRIMAVERA**

# LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ALTOS DE LA PRIMAVERA

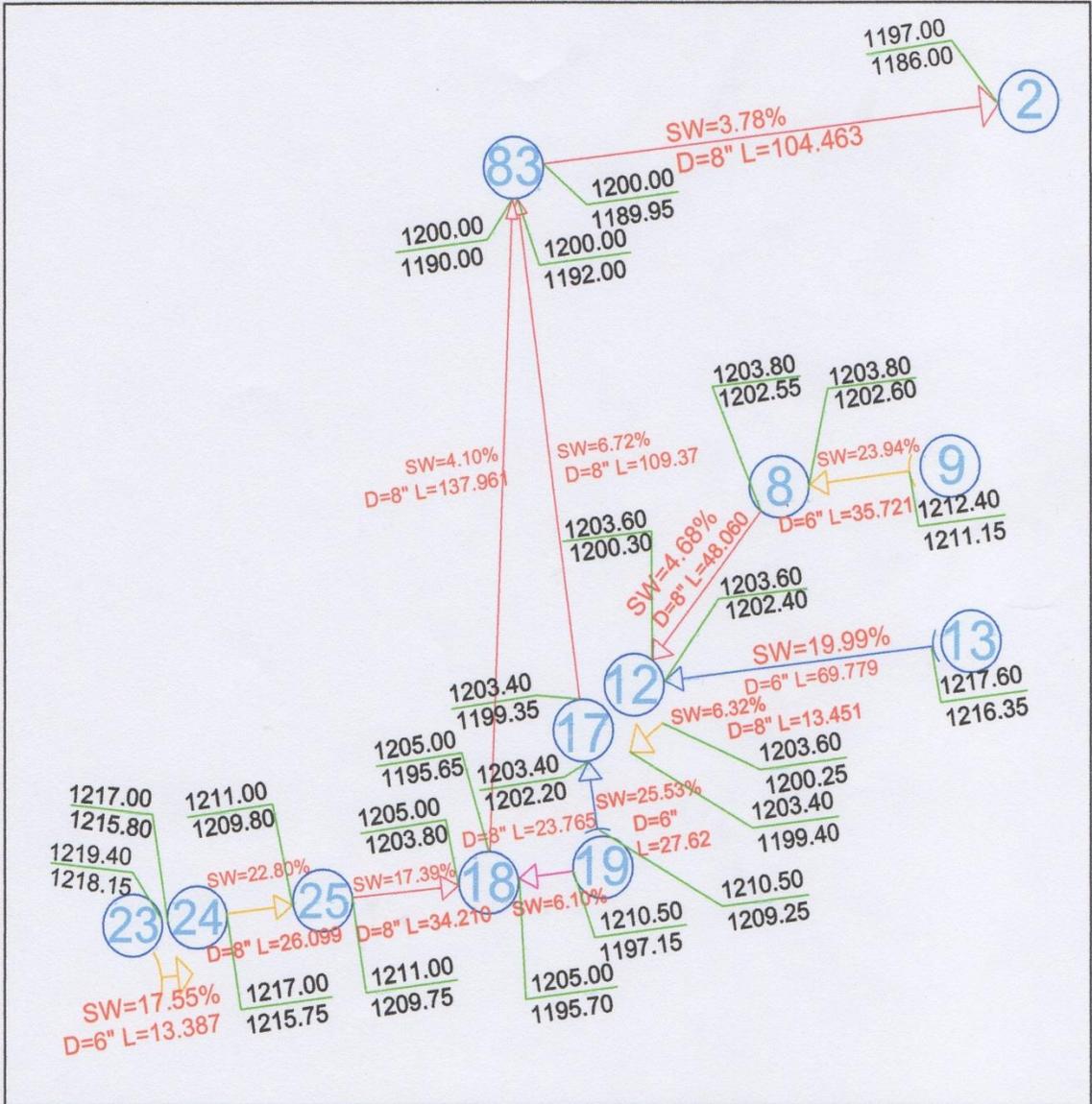


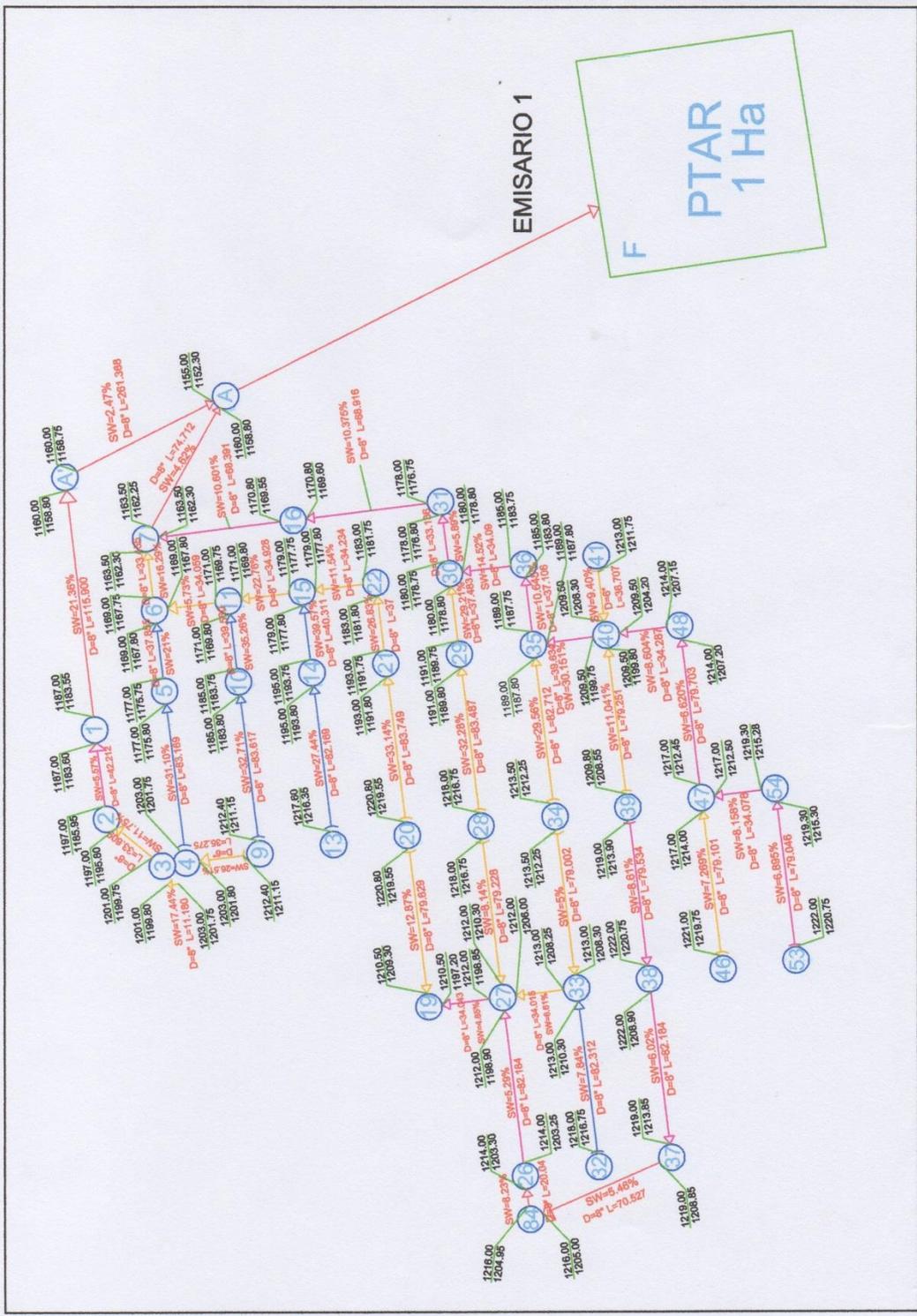
# Anexo C. UBICACIÓN DE POZOS Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

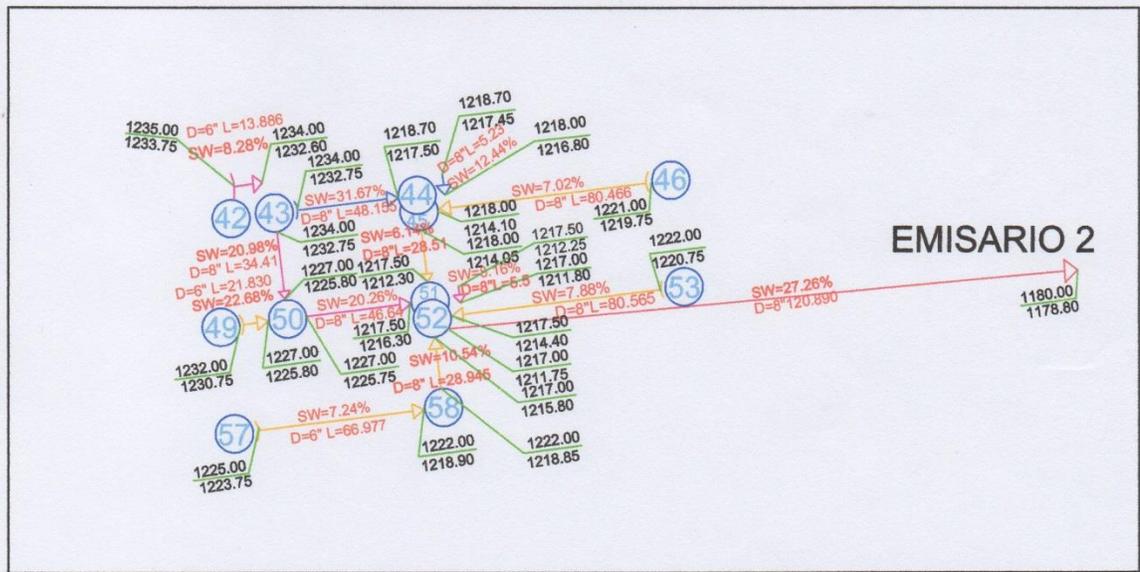
# UBICACIÓN DE POZOS Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

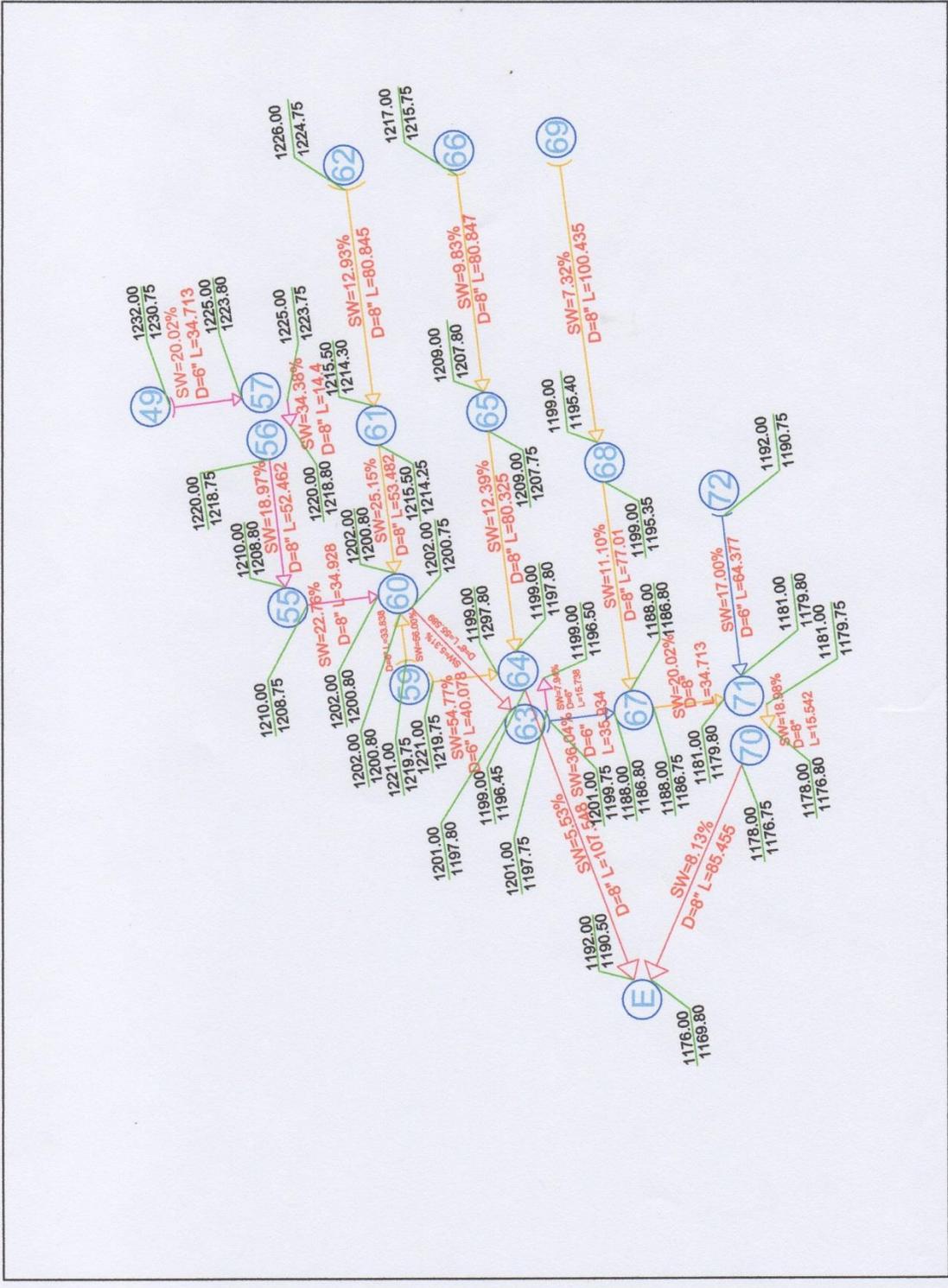


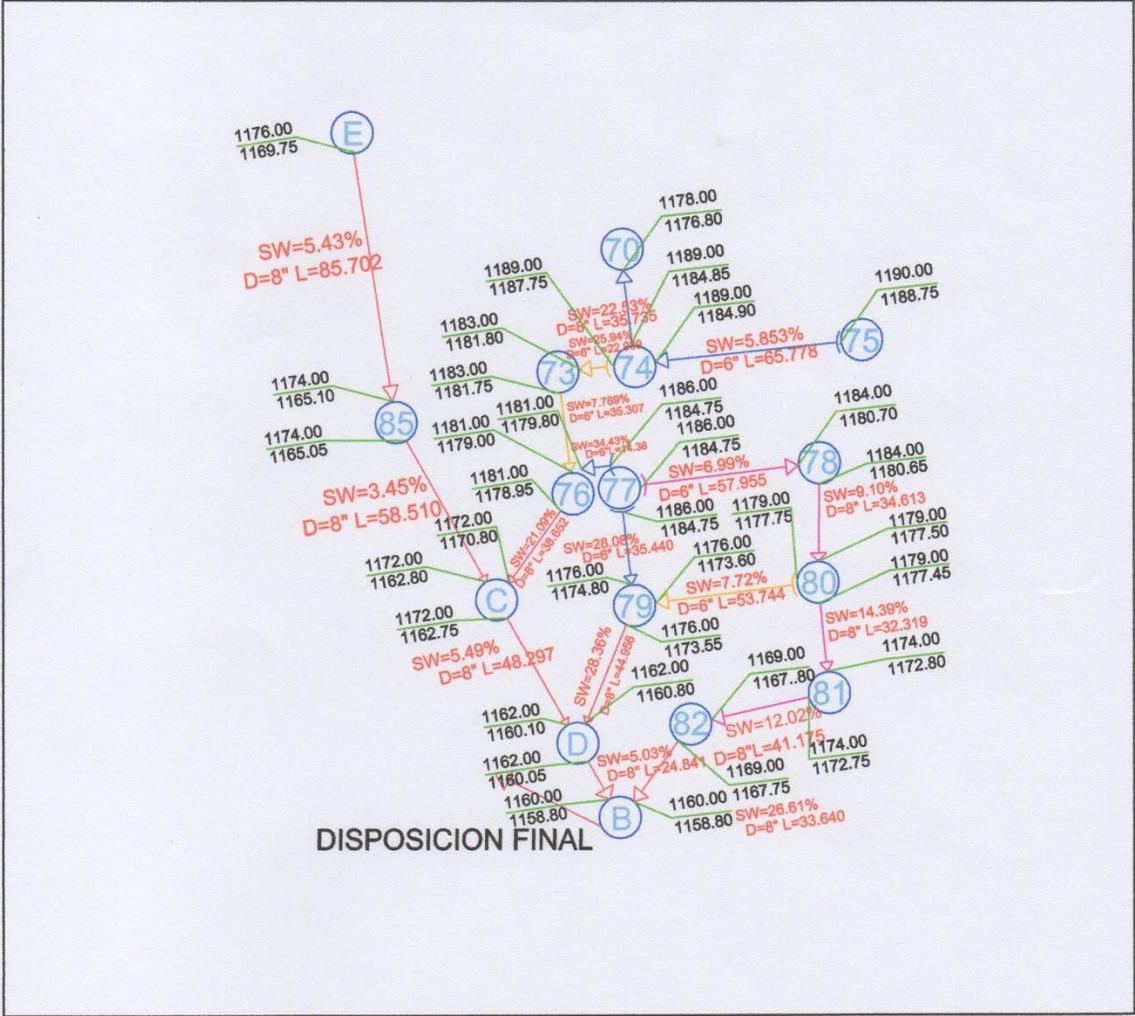
**Anexo D. RESULTADOS DEL  
DISEÑO DE LA RED DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALTOS DE LA PRIMAVERA.**





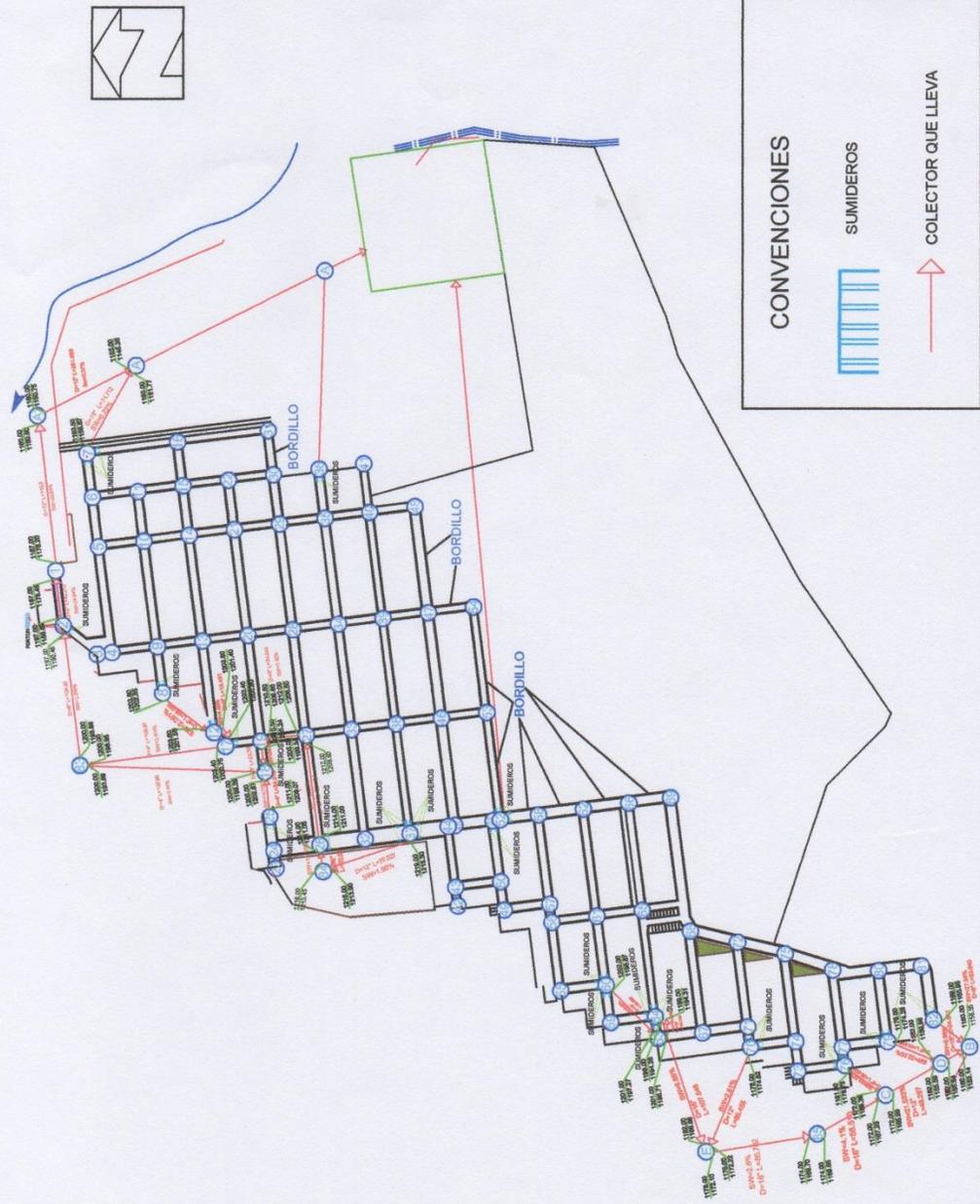






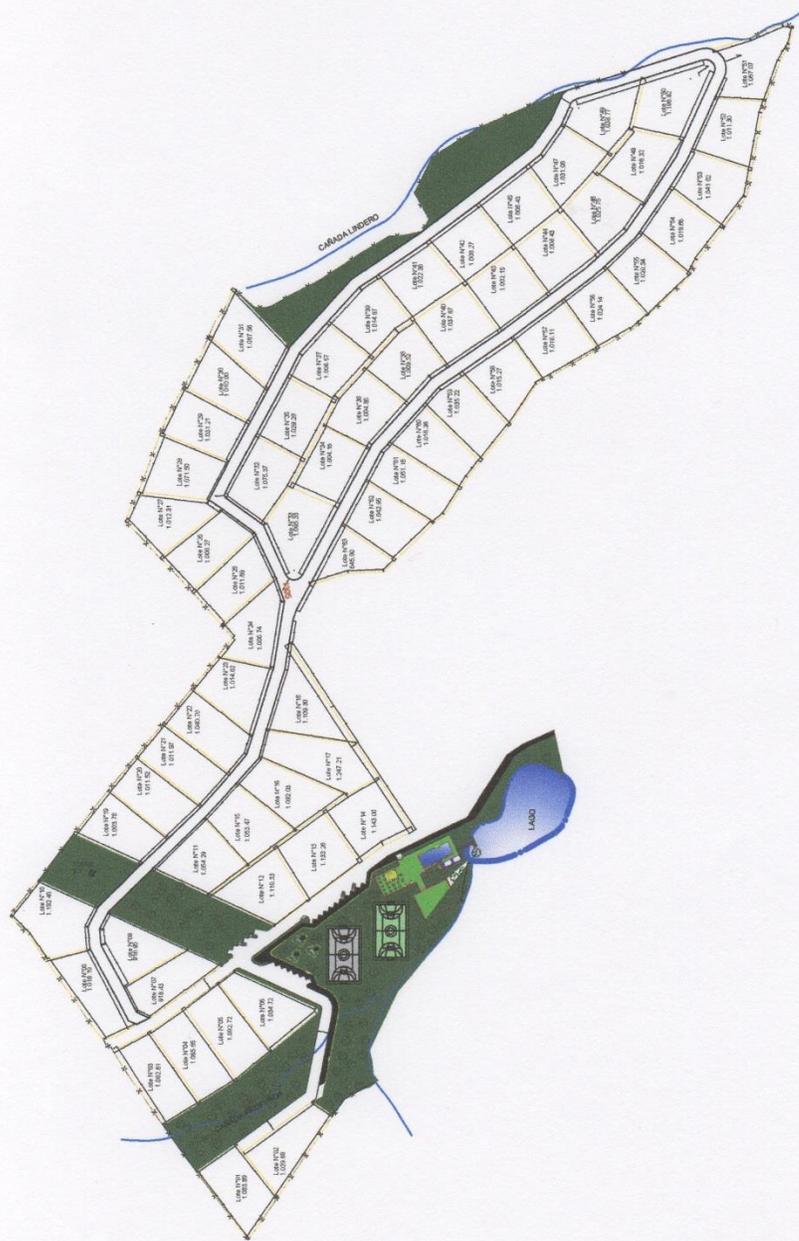
**Anexo E. RESULTADOS DEL  
DISEÑO DE LA RED DE  
ALCANTARILLADO PLUVIAL  
ALTOS DE LA PRIMAVERA.**

# RESULTADOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS



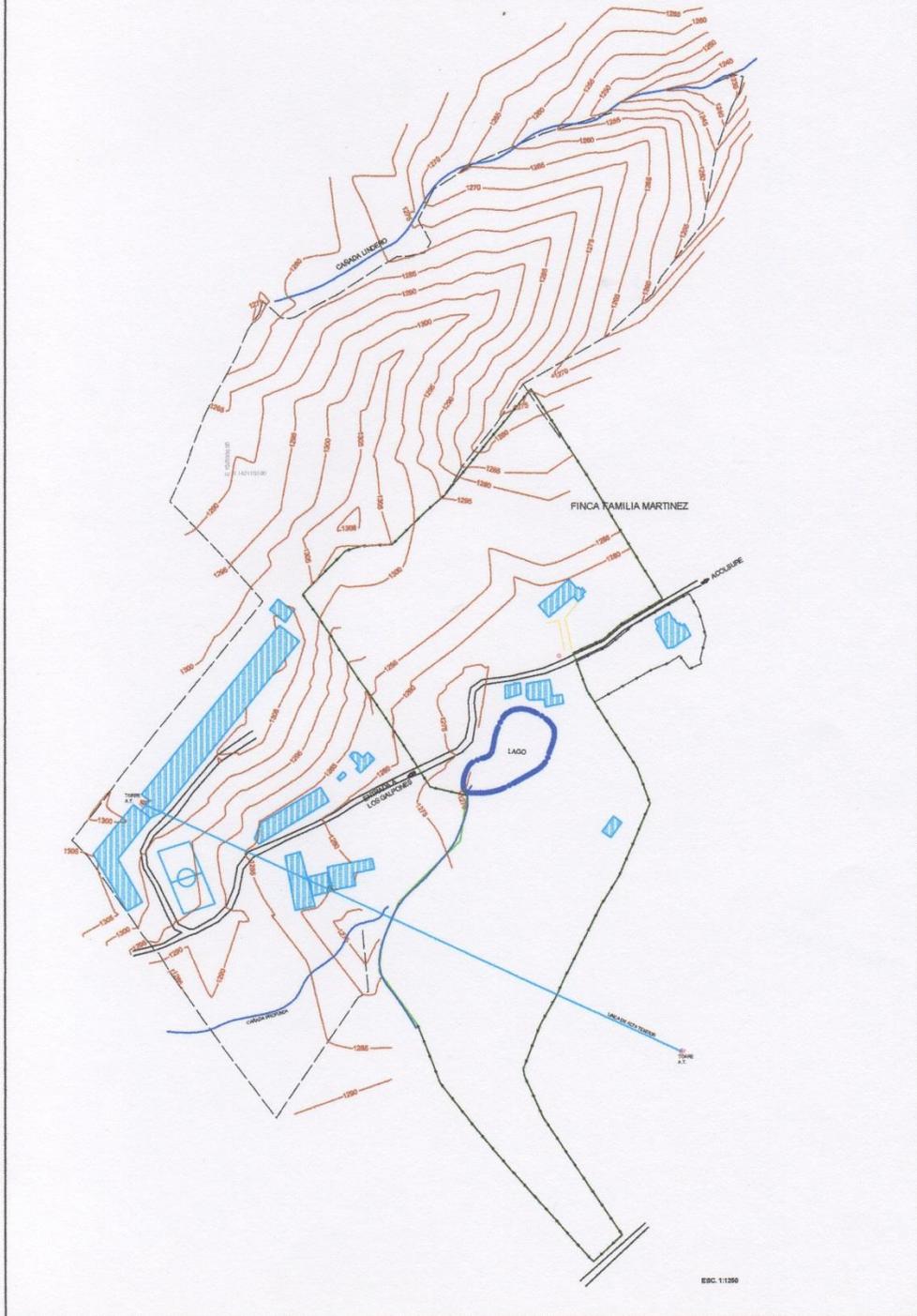
**Anexo F.OBJETIVO DE LA  
EMPRESA HACIA EL FUTURO  
DON SIMON.**

# OBJETIVO DE LA EMPRESA HACIA EL FUTURO



**Anexo G. LEVANTAMIENTO  
TOPOGRAFICO DON SIMON**

# LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DON SIMON



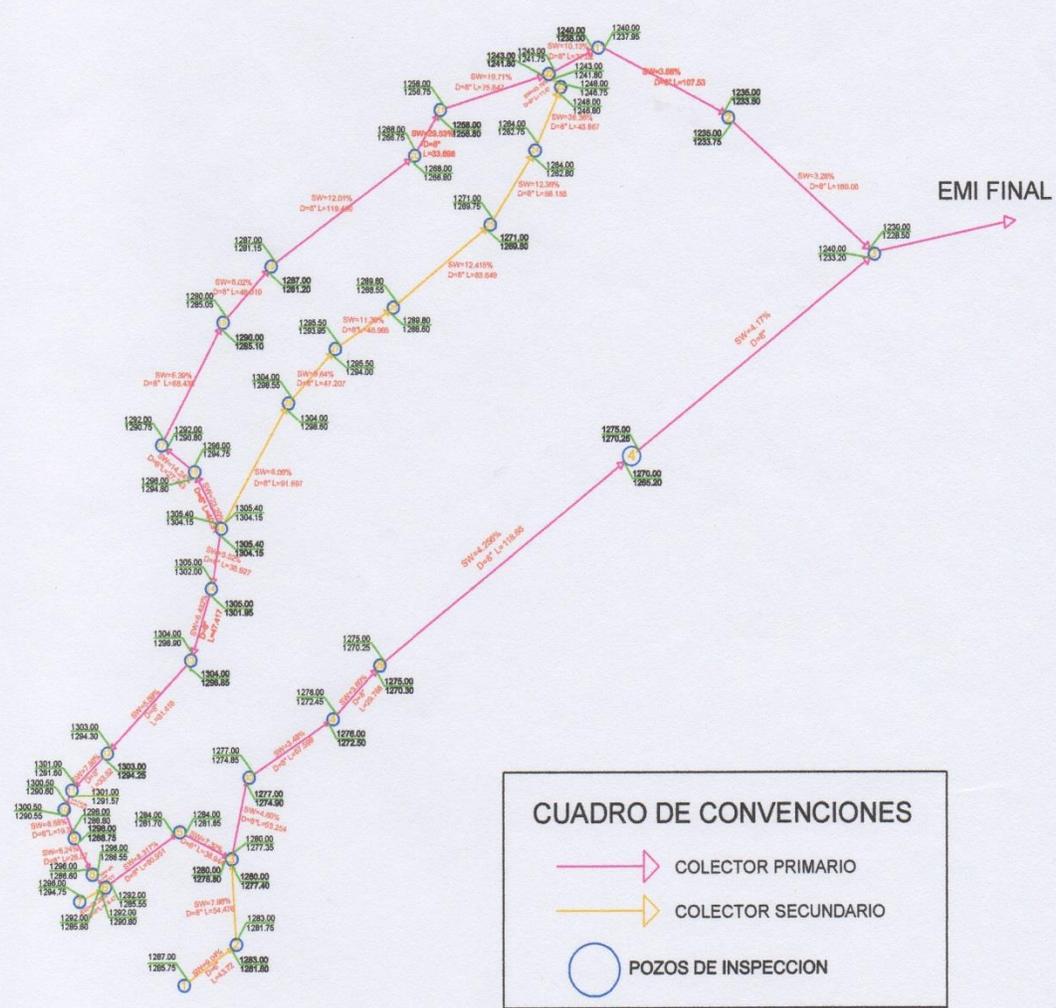
**Anexo H. UBICACIÓN DE POZOS Y  
LA RED DE ALCANTARILLADO  
DON SIMON**

# UBICACION DE POZOS Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO



**Anexo I. RESULTADOS DE LA RED  
DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO DON SIMON**

# RESULTADOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO



### CUADRO DE CONVENCIONES

- COLECTOR PRIMARIO
- COLECTOR SECUNDARIO
- POZOS DE INSPECCION

**Anexo J. RESULTADOS DE LA RED  
DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
DON SIMON**

# RESULTADOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS

DEPOSITADO EN UNA QUEBRADA MEDIANTE UN ALVIADERO.



## Anexo K. Desarrollo de los sistemas de alcantarillado

Ver archivo adjunto