

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DEL CORREGIMIENTO DE
NUEVO COLON - CESAR**

**MÓNICA MARCELA RIVERA VELASCO
AIDA MARGARITA FABRA TORRES**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR-CESAR**

2019

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DEL CORREGIMIENTO NUEVO
COLON - CESAR**

**MÓNICA MARCELA RIVERA VELASCO
AIDA MARGARITA FABRA TORRES**

**Trabajo de grado como requisito para optar el título
de Ingeniera Ambiental y Sanitaria.**

Director

HERNANDO OÑATE BARRAZA

Ingeniero Sanitario

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR-CESAR**

2019

CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
2	JUSTIFICACIÓN	3
3	OBJETIVOS	4
3.1	OBJETIVO GENERAL	4
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4	MARCO REFERENCIAL	5
4.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
4.2	MARCO TEÓRICO	7
4.2.1	SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	7
4.2.2	TIPOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO:.....	7
4.2.3	CLASIFICACIÓN DE LAS TUBERIAS.....	8
4.2.4	DISPOSICIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO	8
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR ELEMENTOS DE DISEÑO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004.....	9
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR ELEMENTOS DE DISEÑO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004.....	10
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR ELEMENTOS DE DISEÑO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004.....	10
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR ELEMENTOS DE DISEÑO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004.....	11
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR ELEMENTOS DE DISEÑO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004.....	11
4.2.5	OTROS ELEMENTOS DEL ALCANTARILLADO	12
4.2.6	UNION DE COLECTORES.....	12
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR ELEMENTOS DE DISEÑO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004.....	13
4.2.7	NORMAS GENERALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADOS.....	13
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR ELEMENTOS DE DISEÑO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, 2004.....	14
4.3	MARCO CONCEPTUAL	21
4.4	MARCO CONTEXTUAL	22

4.4.1	LOCALIZACIÓN	22
	FUENTE: ADAPTADO A PARTIR DE SIG CORPOCESAR, 2018.	24
4.5	MARCO LEGAL	27
5	MARCO METODOLÓGICO	28
5.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
5.2	POBLACIÓN	28
5.3	MUESTRA.....	28
5.4	DESARROLLO METODOLÓGICO	28
5.4.1	ETAPA I: ESTIMACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLÓN.....	28
5.4.2	ETAPA II: DETERMINAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES CON MAYOR VIABILIDAD, DE ACUERDO A LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.	29
5.4.3	ETAPA III: EVALUAR LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL TRAZADO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLON.....	29
5.5	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	30
5.5.1	ESTIMACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLÓN	30
5.5.2	DETERMINAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES CON MAYOR VIABILIDAD, DE ACUERDO A LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.....	39
5.5.3	EVALUAR LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL TRAZADO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLON.....	39
6	CONCLUSIONES	71
7	RECOMENDACIONES.....	72
8	BIBLIOGRAFÍA	73
9	ANEXOS	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas	17
Tabla 2: Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas.....	17
Tabla 3: Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.....	20
Tabla 4: Superficie de las divisiones territoriales	23
Tabla 5: Número de viviendas rurales con servicios de acueducto	26
Tabla 6: Método de proyección Aritmético	30
Tabla 7: Método de proyección Geométrico.....	31
Tabla 8: Resumen de proyección de población de Nuevo Colon por el método Aritmético y Geométrico	32
Tabla 9: Datos de población.....	33
Tabla 10: Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.....	34
Tabla 11: Coeficiente de retorno.....	34
Tabla 12: Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas.....	35
Tabla 13: Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.....	36
Tabla 14: Máximo factor de mayoración de acuerdo con la población servida	38
Tabla 15: Profundidad mínima de instalación de tuberías de alcantarillado	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de un alcantarillado perpendicular sin interceptor.....	9
Figura 2: Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor.....	10
Figura 3: Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero.....	10
Figura 4: Esquema de un alcantarillado en abanico	11
Figura 5: Esquema de un alcantarillado en bayoneta	11
Figura 6: Posibles formas de unión en la cañuela del pozo de inspección	13
Figura 7: Convenciones del trazado de tuberías	14
Figura 8: Localización del corregimiento de Nuevo Colon, Pueblo Bello.....	24
Figura 9: Diseño por cota.....	43
Figura 10: Especificaciones de tipo de rasante	44
Figura 11: Diseño del alcantarillado sanitario 1	47
Figura 12: Diseño del alcantarillado sanitario 2	48
Figura 13: Diseño del alcantarillado sanitario 3	49
Figura 14: Perfil hidráulico.....	50
Figura 15: Diseño y revisión de cimentación de tuberías PVC	53

Figura 16: Cantidad de obra	61
Figura 17: Cantidad de obra por tramo.....	64
Figura 18: Cantidad de obra total	67
Figura 19: Cantidad de tubería.....	68

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Vista aérea del corregimiento de Nuevo Colon	75
Anexo 2: Disposición inadecuada de aguas residuales.....	79
Anexo 3: Inspección visual del área	80
Anexo 4: Vías del corregimiento de Nuevo Colon.....	83
Anexo 5: Plano de áreas tributarias	84
Anexo 6: Perfil I alcantarillado de Nuevo Colon	85
Anexo 7: Perfil II alcantarillado de Nuevo Colon	86
Anexo 8: Perfil III alcantarillado Nuevo Colon	87
Anexo 9: Perfil IV alcantarillado Nuevo Colon	88
Anexo 10: Perfil V alcantarillado Nuevo Colon.....	89
Anexo 11: Perfil VI alcantarillado Nuevo Colon	90
Anexo 12: Plano del corregimiento de Nuevo Colon	91
Anexo 13: Red de alcantarillado de Nuevo Colon	92

INTRODUCCIÓN

Alcantarillado es el conjunto de conductos subterráneos llamados alcantarillas, que transportan el agua residual o pluvial. (UNAM, 2011). Las aguas residuales generadas en el corregimiento de Nuevo Colon, no son evacuadas y posteriormente tratadas. Esto genera un problema de salubridad, ya que la inadecuada disposición de estas aguas, genera un sin número de problemas que van desde el aspecto estético, hasta llegar a afectar la salud.

El principal aporte académico y técnico de este trabajo de grado, es entregar el diseño de la red de alcantarillado sanitario del corregimiento de Nuevo Colon, con el objeto de evacuar de manera técnica y segura, las aguas residuales de dicha población.

El alcantarillado sanitario de Nuevo Colon, se proyectó a un periodo de diseño de 25 años y una población futura para el horizonte del proyecto de 598 habitantes. Se estimó una densidad de población de 6 hab/vivienda, obteniendo 39 viviendas/hectárea. Se estimó una dotación neta máxima de 130 L/HAB*DÍA.

El alcantarillado se diseñó para un caudal de 16,85 L/s al horizonte del proyecto y se verificaron parámetros como velocidad, pendiente, esfuerzo cortante y número de froude en cada tramo del diseño.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las aguas residuales a lo largo de la historia, han sido un problema extraordinario para el hombre en las distintas sociedades. El problema de las aguas residuales, va más allá de su producción, dado a que toda actividad humana genera residuos líquidos de manera directa o indirecta, el problema radica en la carencia de sistemas de recolección y posterior tratamiento de estas aguas residuales. En Colombia, el panorama con respecto a la producción, recolección y tratamiento de estas aguas, es aterrador. “Por eso sorprende que en Colombia el acueducto no llegue aún a todos los hogares. Según cifras del DANE, su cobertura es de 92,3 %, mientras la de alcantarillado es de 88,2 %, es decir, hay más de 3,6 millones de personas sin acceso al primero y otros 5,6 millones que no cuentan con el segundo. Y ni hablar de las zonas rurales, donde ninguno de los dos servicios supera el 75 % de cobertura”¹. Esta situación actual de cobertura en cuanto a sistemas de recolección de aguas residuales, pone en amenaza los recursos hídricos del país, la salud e integridad de quienes no tienen acceso al servicio de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales. Esta situación agudiza aún más la escasez de agua potable y atenta contra la conservación de los recursos hídricos del país, así como el aumento de la brecha en cuanto a la política de adaptación al cambio climático y la reducción de los impactos.

El corregimiento de Nuevo Colon, ubicado en el municipio de Pueblo Bello, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, tampoco con planta de tratamiento de aguas residuales. Es un corregimiento de población rural, que hace parte de más del 25% de no cobertura de alcantarillado a nivel nacional. Esta situación ha provocado, a lo largo del tiempo, focos de contaminación, deterioro de fuentes hídricas y afectaciones en la salud de sus habitantes. En este sentido, las acciones deben de ser contundentes para mitigar los impactos ambientales y sociales que provoca el hecho de que no exista un sistema de recolección de las aguas residuales en la población, siendo deber del estado, velar por la preservación de los recursos naturales, así como la salud e integridad de las personas.

¹ (Delgado, 2018)

No obstante, en los últimos dos cuatrienios, se realizaron importantes inversiones en el sector de agua potable y saneamiento básico (construcción, ampliación, optimización y rehabilitación) por un monto cercano a 8,1 billones, para la ejecución de más de dos mil (2000) proyectos en el país. Esto como parte del compromiso del país como miembro de la OCDE y en cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, fomentados por la ONU, con una meta ambiciosa de tener un 100% de cobertura nacional en saneamiento básico para el año 2030. En este sentido es necesario aunar esfuerzos en pro de mitigar los impactos negativos que genera la carencia de sistemas de recolección de aguas negras en cabeceras municipales y rurales del país, si se desea disminuir los índices de mortalidad por consumo de agua contaminada a nivel nacional y mundial, así como mejorar en términos de salubridad y disminuir los focos de contaminación en otros componentes ecosistémicos.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar la red de alcantarillado sanitario más económica y eficiente para el corregimiento de Nuevo Colón, según lo recomendado por el RAS?

2 JUSTIFICACIÓN

En el mundo contemporáneo, cada día se hace necesario avanzar en busca de la sostenibilidad ambiental, día a día se hace necesario crear nuevas alternativas de mitigación del cambio climático, con el fin de que los impactos sean mínimos; es el mismo instinto de adaptación del hombre, que lo obliga a crear alternativas para solucionar problemas de tipo ambiental y sanitario. Toda población, demanda recursos naturales y a su vez produce residuos que deben de ser tratados técnicamente con el fin de que estos no impacten significativamente en el ambiente.

En el caso de las aguas residuales, cuya generación es producto de alguna actividad doméstica o industrial y cuya materia prima es agua en estado natural o potable, al cumplir su ciclo de servicio, se considera residual. Estas aguas deben de tener un proceso de recolección mediante redes de alcantarillado que recolecten y posteriormente se evacuen hacia un sistema de tratamiento, para darle disposición final. Los alcantarillados sanitarios, juegan un papel bastante importante en términos de salud pública, ya que evitan focos de contaminación, proliferación de vectores y enfermedades; en términos ambientales, disminuyen los impactos negativos. De esta manera una red de alcantarillado nos brinda muchos beneficios no solo en componente ambiental, sino en el componente social, brindan una solución al manejo de las aguas residuales. Se ha comprobado que las poblaciones que cuentan con sistemas de alcantarillado, reflejan calidad de vida y registros bajos de mortalidad por contaminación hídrica.

Por otro lado, en aras de cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible promulgados por la ONU, se hace necesario que los habitantes dentro de una comunidad, tengan los servicios básicos, indispensables para cerrar la brecha de desigualdad. De esta manera se pretende crear una alternativa de diseño de un alcantarillado sanitario para el corregimiento de Nuevo Colon, con el fin de mitigar la problemática en cuanto a recolección y disposición de las aguas residuales generadas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de recolección de aguas servidas del corregimiento de Nuevo Colon-Cesar.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar las contribuciones de aguas residuales en el corregimiento de Nuevo Colon.
- Determinar la ruta de recolección de flujo con mayor viabilidad, de acuerdo a los criterios técnicos y económicos.
- Evaluar los parámetros hidráulicos en el trazado de la red de recolección de aguas servidas en el corregimiento de Nuevo Colon.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Bravo & Torrez, 2015), elaboraron la tesis titulada: **Diseño del alcantarillado sanitario de la ciudad de Nandaime-Granada**. Como diseño de alcantarillado sanitario de la ciudad de Nandaime se elaboró un alcantarillado por el “Método convencional” el cual consiste en un sistema por arrastre hidráulico, donde se debió proveer una dotación de agua suficiente para su correcto funcionamiento. Está constituido por redes colectoras que son construidas, generalmente, en la parte central de calles y avenidas e instaladas en pendiente, permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta la planta de tratamiento. Se tiene una población base del año 2014 que a partir de este dato se proyectó hacia el año 2015 que fue cuando se realizó el diseño, previamente la proyección de 25 años. Se cuenta con datos urbanísticos del sector urbano y rural, pero en este caso se trabaja con el sector urbano ya que es el sector que fue beneficiado por el alcantarillado.

(Córdoba, 2013), constituyó el trabajo de grado titulado: **Diseño de la red de alcantarillado del barrio centro poblado pasoancho situado en el municipio de Zipaquirá**. El sistema a diseñar para la población será uno convencional separado. El alcantarillado separado es un sistema que se encarga de independizar o de separar como el mismo nombre lo dice la evacuación de aguas residuales de las pluviales. El proyecto se enmarcó bajo la siguiente metodología: Recopilación de información sobre la población; Climatología; Topográfica de la zona; Descripción de los recursos hídricos; Recopilación de información para el estudio de la demanda; Obtención de las tasas de crecimiento; Proyección de la población; Obtención de las dotaciones futuras; Estimación de las pérdidas del sistema; Obtención de los coeficientes de mayoración; Obtención del caudal máximo diario; Obtención del caudal máximo horario; Obtención del caudal de diseño; Descripción y redimensionamiento de la alternativa; Realización de los diseños de las estructuras de conducción para la red de distribución; Realización de los diseños de las estructuras de recolección para el alcantarillado sanitario y pluvial; Planteamiento de conclusiones y Planteamiento de recomendaciones. El diseño de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial se desarrolló por el método convencional, contemplando las exigencias y parámetros trazados por el RAS-

2000. Se determinaron datos como desde el nivel de complejidad del sistema a diseñar, periodos de diseño y coeficientes para cada cálculo efectuado en el diseño de la red.

(Padilla, 2009), cuya tesis de grado titulada: **Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la Mesa-Cesar**. A partir de los parámetros planteados por el reglamento de agua potable y saneamiento básico (RAS), se determinaron datos como nivel de complejidad de la población, periodo de diseño y coeficientes propios de los cálculos realizados para el diseño de la red. El diseño de las redes de alcantarillado se realizó por medio del método convencional, el cual contempla todas las exigencias y especificaciones dadas en la normatividad vigente. La disposición final de los residuos evacuados por las redes de alcantarillado se podrá hacer a una laguna de oxidación cercana a la población.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. (Lopez , 2004).

4.2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO:

- Sistemas Convencionales.
- Sistemas No Convencionales.
- Sistemas In Situ.

4.2.2.1 Sistemas de alcantarillado convencional

Los sistemas de alcantarillado separados son la primera opción para el diseño y construcción de sistemas de recolección de aguas residuales y lluvias en el territorio nacional. Estos sistemas son los tradicionalmente utilizados para la recolección y el transporte de las aguas residuales y las aguas lluvias desde su generación hasta las plantas de tratamiento de las mismas o hasta los sitios de vertimiento. (RAS TÍTULO D, 2016).

Los sistemas de alcantarillados convencionales se clasifican así, según el tipo de agua que conduzcan:

4.2.2.1.1 Alcantarillado separado

Un sistema de alcantarillado separado es aquel en el cual se independiza la evacuación de las aguas residuales y lluvias. Se tiene entonces:

- **Alcantarillado sanitario**

Es el sistema de recolección diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.

- **Alcantarillado pluvial**

Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

4.2.2.1.2 Alcantarillado combinado

Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domesticas e industriales) y las aguas lluvias.

4.2.2.2 Sistemas de alcantarillado no convencional

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional de aguas residuales, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominiales y los alcantarillados sin arrastre de sólidos. (RAS TÍTULO D, 2016).

4.2.2.3 Sistemas de alcantarillado In situ

Por otra parte, existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como son 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. (Ramírez, 2016).

4.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS TUBERIAS

- **Laterales o iniciales:** Reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.
- **Secundarias:** Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.
- **Colector secundario:** Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.
- **Colector principal:** Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.
- **Emisario final:** conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua, como un río, un lago o el mar.

4.2.4 DISPOSICIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO

No existe una regla general para la disposición de la red del alcantarillado, ya que ésta se debe de ajustar a las condiciones físicas de cada población. (López, 2004). A continuación, se presenta algunos esquemas a usar.

4.2.4.1 Sistema perpendicular sin interceptor

Es un sistema adecuado para un alcantarillado pluvial, ya que sus aguas pueden verterse a una corriente superficial en cercanías de la población, sin que haya riesgos para la salud humana ni deterioro de la calidad del cuerpo receptor. (López, 2004).

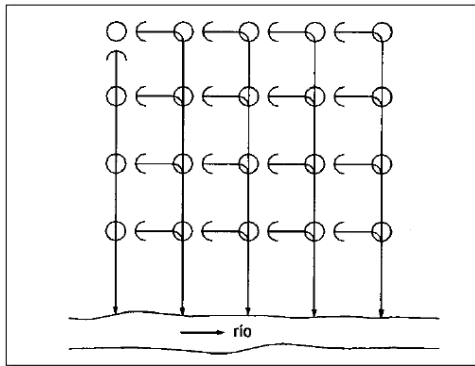


Figura 1: Esquema de un alcantarillado perpendicular sin interceptor

Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.4.2 Sistema perpendicular con interceptor

El sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor se utiliza para alcantarillados sanitarios. El interceptor recoge el caudal de aguas residuales de la red y lo transporta a una planta de tratamiento de aguas residuales, o vierte el caudal a la corriente superficial aguas debajo de la población para evitar riesgos a la salud humana. (López , 2004).

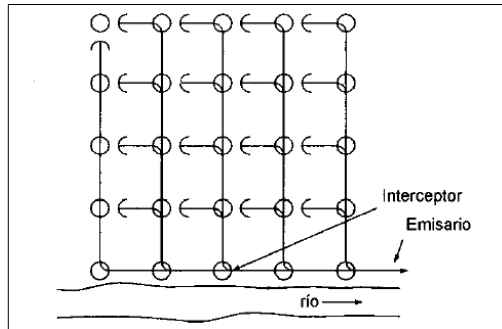


Figura 2: Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor

Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.4.3 Sistema perpendicular con interceptor y aliviadero

Este sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero, es adecuado para alcantarillados combinados, ya que el aliviadero permitirá reducir la carga hidráulica pico, producida en el caso de una precipitación, que llegaría a la planta de tratamiento de aguas residuales. El caudal excedente de la precipitación es vertido por medio del aliviadero a la corriente superficial en cercanía de la población sin riesgo para la salud humana, debido a la dilución del caudal de aguas residuales (el caudal de aguas residuales en un alcantarillado combinado es del orden del 3% del caudal total). (López, 2004).

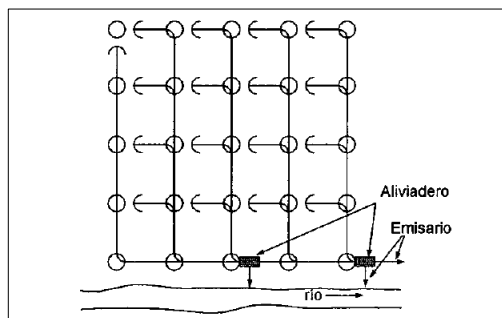


Figura 3: Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero

Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.4.4 Sistema en abanico

Dada unas condiciones topográficas especiales, puede adoptarse el esquema en abanico con interceptor, sin interceptor o con aliviadero, de acuerdo con el tipo de alcantarillado. (López, 2004).

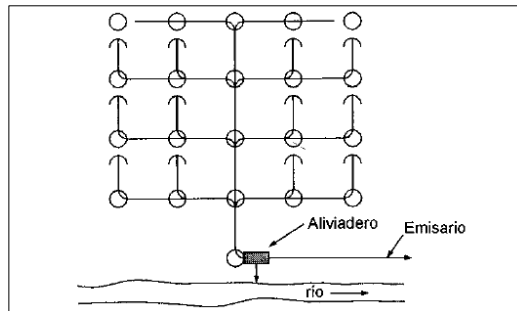


Figura 4: Esquema de un alcantarillado en abanico

Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.4.5 Sistema en bayoneta

El sistema de alcantarillado en bayoneta es apropiado para alcantarillados sanitarios en donde existan terrenos muy planos y velocidades muy bajas. (López, 2004).

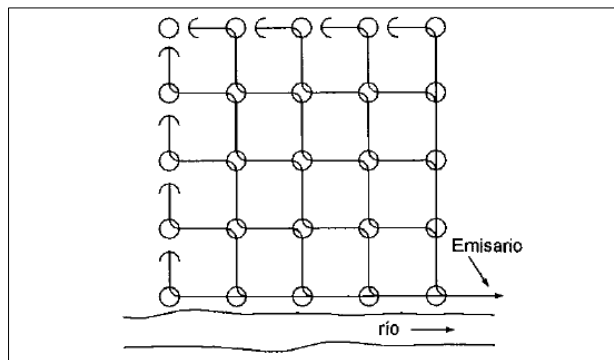


Figura 5: Esquema de un alcantarillado en bayoneta

Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.5 OTROS ELEMENTOS DEL ALCANTARILLADO

La red del alcantarillado, además de los colectores o tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema. (López, 2004). Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

- Pozos de inspección
- Cámaras de caída
- Aliviaderos frontales o laterales
- Sifones invertidos
- Sumideros y rejillas
- Conexiones domiciliarias

4.2.6 UNION DE COLECTORES

La unión de tramos de la red del alcantarillado se realiza mediante estructuras denominadas pozos de unión o inspección, que permiten el cambio de dirección en el alineamiento horizontal o vertical, el cambio de diámetro o sección, y las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general del sistema. (López, 2004).

La distancia máxima permitida entre pozos depende del tipo de maquinaria utilizada para el mantenimiento del alcantarillado. Si el mantenimiento es manual, la distancia máxima, se limita a 100 m o 120 m, mientras que, si el mantenimiento se realiza por medio mecánico o hidráulicas, la distancia máxima permitida es del orden de 200 m.

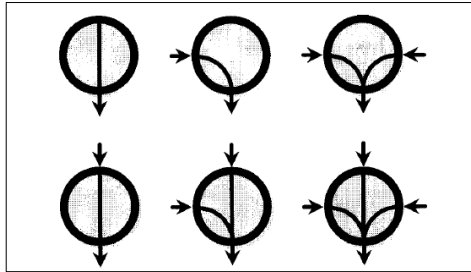


Figura 6: Posibles formas de unión en la cañuela del pozo de inspección

Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.7 NORMAS GENERALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADOS

Las normas que se describen a continuación se aplican a todo alcantarillado sanitario, pluvial o combinado, de tipo convencional.

4.2.7.1 Localización de tuberías

El trazado de la red de colectores debe seguir la disposición topográfica de las calles del municipio. En algunos casos se permite que puedan trazarse por los andenes, especialmente en los alcantarillados de pequeñas agrupaciones de vivienda (alcantarillados condominiales). (López, 2004).

- Se debe de dar prioridad a la protección del sistema de acueducto en razón del riesgo de contaminación del agua potable con el agua residual. Las tuberías del alcantarillado sanitario y del acueducto deberán estar localizadas en costados opuestos de la calzada.
- La cota clave de cualquier sistema de alcantarillado debe estar por debajo de la cota de batea de la tubería del acueducto, cumpliéndose con las distancias verticales y horizontales mínimas que en términos generales son de 0,3 m y de 1,0 m, respectivamente.
- La profundidad de las tuberías de la red del alcantarillado debe ser tal que permita el desagüe por gravedad de las conexiones domiciliarias. Se deben evaluar las interferencias con otras tuberías de servicios públicos que, en determinados casos, limitan la pendiente de la red de alcantarillado.

4.2.7.2 Levantamiento topográfico e interpretación de planos

La escala mínima del levantamiento topográfico para alcantarillados sanitarios es de 1:2.000 y las curvas de nivel cada metro, requiriéndose en poblaciones planas curvas de nivel cada 0,5 m o menos. En alcantarillados pluviales, la escala del levantamiento topográfico puede ser menor, dependiendo de la extensión del área de drenaje (por ejemplo, 1:5.000). (López, 2004). Para la elaboración de los planos correspondientes al diseño de la red del alcantarillado (planta y perfil), se emplean por lo general las siguientes convenciones:

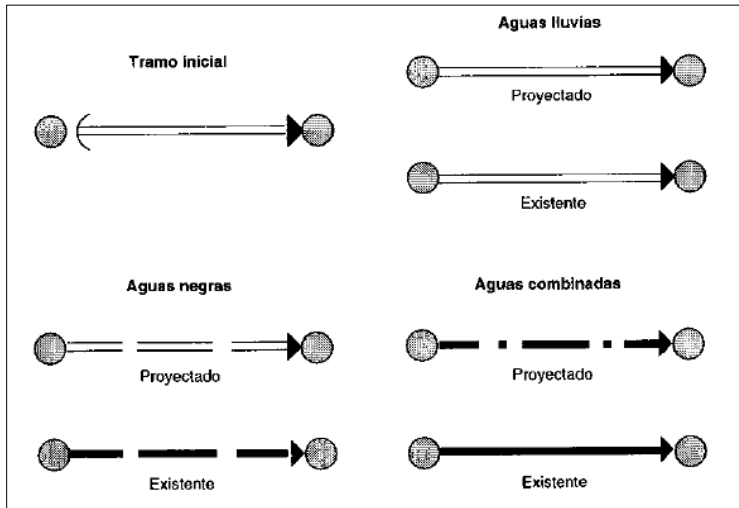


Figura 7: Convenciones del trazado de tuberías

Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.7.3 Periodo de diseño

El periodo de diseño de las redes de tuberías de los alcantarillados sanitarios y pluviales oscila entre 15 y 25 años, dependiendo del tamaño de la población y su capacidad económica. Algunas estructuras del sistema pueden tener periodos de diseño mayores, como por ejemplo los colectores principales y emisarios finales, que deben diseñarse para un periodo mínimo de 25 años y los canales de aguas lluvias, que pueden diseñarse hasta para periodos de cien años. (López, 2004).

4.2.7.4 Contribuciones 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. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016). Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos o patrones de consumo, mediciones periódicas y evaluaciones regulares. Para su estimación en el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

4.2.7.4.1 Caudal de aguas residuales domésticas (QD)

Con el fin de llevar a cabo el cálculo del caudal de diseño de aguas residuales domésticas para cada uno de los tramos que conforman la red de alcantarillados de aguas residuales, la demanda de agua potable es vital para calcular dicho caudal de diseño, a través de un coeficiente de retorno. La demanda de agua potable se puede calcular siguiendo una de las tres siguientes metodologías: la proyección de la demanda de agua potable en el sector objeto del diseño; la proyección de los suscriptores en el área objeto del diseño y; en último caso, la proyección de la población en el área objeto del diseño teniendo en cuenta las densidades de saturación. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

En caso de que se cuente con la proyección de la demanda de agua potable, dentro de las estadísticas de la persona prestadora del servicio público de acueducto del municipio, el caudal de diseño de aguas residuales domésticas se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$QD = CR \times DNETA \times A$$

Donde:

QD= Caudal de aguas residuales domesticas (L/s)

CR= Coeficiente de retorno (adimensional)

DNETA= Demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s. ha)

A= Área tributaria de drenaje

En caso de que la proyección de la demanda de agua potable se haya hecho haciendo uso de la proyección de los suscriptores del servicio en el área objeto del proyecto del sistema de alcantarillado, el caudal de diseño de aguas residuales domésticas se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$QD = \frac{CR \times Ps \times DNETA}{30}$$

Donde:

QD= Caudal de aguas residuales domesticas (L/s)

CR= Coeficiente de retorno (adimensional)

Ps= Número de suscriptores proyectados al período de diseño (suscriptores)

DNETA= Demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s. ha)

Como última opción, en caso de que no existan proyecciones de demanda de agua o proyecciones de suscriptores, el cálculo de caudal de diseño de aguas residuales domésticas se hace utilizando la proyección de población en la zona objeto del diseño. En caso de que se opte por esta última metodología, se debe utilizar la ecuación:

$$QD = \frac{CR \times P \times DNETA}{86400}$$

Donde:

QD= Caudal de aguas residuales domesticas (L/s)

CR= Coeficiente de retorno (adimensional)

P= Número de habitantes proyectados al período de diseño (hab)

DNETA= Demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s. ha)

Tabla 1: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,80
Medio alto y Alto	0,85

Fuente: RAS,2016

4.2.7.4.2 Caudal de aguas residuales industriales (QI)

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, los procesos de pretratamiento y tratamiento. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por las industrias, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesadas en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. En consecuencia, los aportes de aguas residuales industriales QI deben ser determinados para cada caso en particular, con base en información de censos, encuestas y consumos industriales, estimativos de ampliaciones y consumos futuros, a lo cual se suma la información de lo establecido en la Resolución 0075 de 2011, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o la norma que la modifique o sustituya. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

Tabla 2: Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas

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

Fuente: RAS, 2016

4.2.7.4.3 Caudal de aguas residuales comerciales (QC)

En caso de que en la zona objeto del diseño de la red de alcantarillado de aguas residuales existan zonas netamente comerciales, el caudal de aguas residuales comerciales debe

justificarse a través de un estudio detallado, ya sea de los consumos actuales, de los suscriptores comerciales, a lo cual se suma la información de lo establecido en la Resolución 0075 de 2011, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o la norma que la modifique o sustituya; ó con base en los consumos diarios por persona, número de personas en áreas comerciales y en coeficientes de retorno mayores que los de consumos domésticos, para aquellos casos en que no exista información comercial de consumos históricos. En caso de que en el área objeto del proyecto existan zonas mixtas, comerciales y residenciales, los caudales comerciales deben estimarse teniendo en cuenta la concentración comercial relativa a la concentración residencial, utilizando una contribución de caudal comercial correspondiente a 0,5 L/s por ha comercial. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector comercio, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

4.2.7.4.4 Caudal de aguas residuales institucionales (Q_{IN})

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 escuelas, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. En el capítulo B.2 del Título B del RAS: "*Sistemas de Acueducto*", se establece su estimación. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector institucional, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. En consecuencia, los aportes de aguas residuales institucionales Q_{IN} deben determinarse para cada caso en particular, con base en información de consumos de entidades similares registrados en la localidad. Sin embargo, para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse en 0,5 L/s por ha institucional. El Q_{IN} debe ser estimado para las condiciones iniciales, Q_{IN_i}, y finales, Q_{IN_f}, de operación del sistema, de acuerdo con los planes de desarrollo previstos. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

4.2.7.4.5 Caudal de aguas residuales por conexiones erradas (QCE)

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado de aguas residuales, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, Q_{CE} . Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. La información existente en la localidad sobre conexiones erradas debe utilizarse en la estimación de los aportes correspondientes. Pueden considerarse otros métodos de estimación de conexiones erradas, tales como porcentajes del caudal medio diario de aguas residuales, con justificación por parte del diseñador. Si los aportes por conexiones erradas son notoriamente altos, para sistemas con niveles de complejidad medio alto y alto, debe desarrollarse un proyecto de recolección y evacuación de aguas lluvias a mediano plazo (separado o combinado) y, por lo tanto, el diseño del sistema de aguas residuales debe ser consistente con tal previsión. Para sistemas con niveles de complejidad bajo y medio es necesario establecer la conveniencia de un sistema de aguas lluvias y tomar por lo menos las medidas de control para reducir el aporte de conexiones erradas. El caudal de aguas residuales debido a las conexiones erradas debe calcularse para las condiciones iniciales de operación, es decir para el momento de entrada en operación de la red de alcantarillado de aguas residuales objeto del diseño, y para las condiciones finales, correspondientes al final del período de diseño, teniendo en cuenta todo lo establecido en el plan de ordenamiento territorial del municipio. El aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0,2 L/s por ha en el caso de que en el municipio exista un sistema de alcantarillado de aguas lluvias.

4.2.7.4.6 Caudales por infiltración

Es inevitable la infiltración de aguas subterráneas a las redes de sistemas de alcantarillado de aguas residuales, principalmente freáticas, a través de fisuras en las tuberías, en juntas hechas deficientemente, en la unión de tuberías con cámaras de inspección y demás estructuras, y en estos elementos cuando no son completamente impermeables. Su estimación debe hacerse en lo posible a partir de aforos en el sistema en horas cuando el aporte de agua residual 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 clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de cámaras de inspección y demás estructuras y, su calidad constructiva. El diseñador debe minimizar los aportes por infiltración.

Tabla 3: Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L/s.ha)	Infiltración media (L/s.ha)	Infiltración baja (L/s.ha)
Bajo y Medio	0,3	0,2	0,1
Medio Alto y Alto	0,3	0,2	0,1

Fuente: RAS, 2016

En el caso de ampliaciones de sistemas de alcantarillado de aguas residuales existentes, la infiltración para los tramos que conforman el sistema existente puede ser mayor que lo establecido en la anterior tabla, debido a la edad de las tuberías. En estos casos, debido a que los diámetros de las tuberías ya se conocen, los caudales de infiltración se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$QINF = Ci \times d \times L$$

Donde:

QINF= Caudal por infiltración (L/día)

Ci= Coeficiente de infiltración (L/día/mm/km). 2,5 si la tubería tiene una edad inferior a los 10 años, 5,0 si la tubería tiene una edad inferior a los 25 años y 10,0 si la tubería tiene una edad mayor a 25 años.

d= Diámetro real interno de la tubería (mm)

L= Longitud de la tubería (km)

4.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Alcantarillado:** Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Aguas residuales:** Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Área tributaria:** Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Cañuela:** Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Coefficiente de rugosidad:** Parámetro que representa el efecto friccional del contorno del conducto sobre el flujo y en general depende del tipo de material del conducto. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Colector principal:** Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Conexiones erradas:** Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Cota batea:** Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Cota clave:** Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Emisario final:** Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Estructura de conexión o estructura-pozo:** Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos. (RAS TÍTULO D, 2016).

- **Tramos iniciales:** Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado. (RAS TÍTULO D, 2016).

4.4 MARCO CONTEXTUAL

4.4.1 LOCALIZACIÓN

La posición astronómica del Municipio se da entre las coordenadas geográficas 10° 27' latitud norte y 73° 30' longitud oeste de Greenwich, zona de baja latitud, y se encuentra localizado al Norte del departamento del Cesar y limitando al norte con Valledupar y departamento del Magdalena; al sur con el Municipio de Valledupar; al este con el Municipio de Valledupar y al oeste con el Municipio de El Copey y el departamento del Magdalena. LA cabecera Municipal se encuentra a 1200 m de altura sobre el nivel del mar.

Sus límites son:

Norte: Valledupar y Dpto. del Magdalena

Sur: Valledupar

Este: Valledupar

Oeste: Copey y Departamento del Magdalena.

El Municipio de PUEBLO BELLO tiene una superficie de 733,68 Kms². Representando el 3.2% del total de departamento del Cesar.

división político administrativa

4.4.1.1 Área urbana

El sector urbano del municipio de Pueblo Bello, está establecido por el perímetro del inventario predial de catastro del Instituto geográfico Agustín Codazzi. El área desarrollada urbana tiene una extensión territorial de 157.87 hectáreas, equivalente al 0.22 % del total del territorio municipal. Existen 11 barrios (ver Tabla No PB-2-01. Barrios Urbanos.), Distribuidos en 104 manzanas, los cuales no cuentan con los servicios completos de acueducto y alcantarillado.

4.4.1.2 Área rural

El área rural del municipio se encuentra compuesta por seis (6) corregimientos; tres (3) localizados dentro del área de reserva forestal, dos (2) son resguardo indígena Arhuaco y uno (1) en área de colonización campesina.

El corregimiento de Nuevo Colón, registra mayor número de población concentrada en su área urbana y Nabusimake y La Caja en su área rural debido a la presencia de población indígena arhuaca.

La estructura urbana de los corregimientos es muy variada y depende de las topografías de los suelos y los fenómenos hidrográficos por lo que podemos caracterizarlas de la siguiente forma:

Tabla 4: Superficie de las divisiones territoriales

No.	CORREGIMIENTOS	AREA (KM2)	%
1	Minas de Iracal	106.268	14.48
2	Palmarito	72.863	9.93
3	La Honda	69.826	9.52
4	La Caja	148.129	20.19
5	Nuevo Colon	47.236	6.44
6	Nabusimake	204.744	27.91
7	Cabecera Municipal	84.618	11.53
	TOTAL	733.684	100

Fuente: Trabajo de campo equipo EOT, 2017



Figura 8: Localización del corregimiento de Nuevo Colón, Pueblo Bello

Fuente: Adaptado a partir de SIG Corpocesar, 2018.

4.4.1.3 Geología y suelos

Una falla importante controla el curso del Río Ariguani desde Pueblo Bello hasta la confluencia del Río Costa Rica, en su trayecto de unos 10 Km. El río es en este sector, muy rectilíneo y si bien se observa una meandrificación, ésta es muy incipiente. La falla continúa hacia el oeste, separada del río y se sigue bien hasta cerca del sitio de presa al sur de la cuchilla Caracristi con dirección N 80° E próxima a la vertical por ser muy rectilínea. En el sector entre la desembocadura del Río Costa Rica y el sitio de la presa hay dos fallas más, paralelas a la falla en mención. La fractura del Ariguani tiene una dirección E-W.

Una falla más o menos importante de dirección NW-SE afecta el área del embalse. Unos 5 lineamientos se distinguen y ellos controlan, en parte, el curso de algunas quebradas.

Finalmente, se señalan algunos lineamientos de dirección NE-SW de los cuales se destacan: El de las cabeceras de la quebrada Las Flores, el Río Costa Rica cerca de confluencia al Ariguani y el que se presenta sobre la margen del Ariguani, cerca del sitio de presa que controla el curso del río mencionado en un trayecto de unos 2,5 km.

4.4.1.4 Clima

Por contar con territorio en diferentes Altitudes posee climas variados que van desde el Ecuatorial o cálido, Subandino o templado, Andino o frío, hasta el de Páramo en la cima de la Sierra Nevada de Santa Marta. La temperatura oscila entre los 18° Y 22°C.

Temperatura

El Municipio de PUEBLO BELLO tiene una temperatura que oscila entre 16°C y 22°C, siendo su promedio anual de 20.9° centígrados, con muy poca variación durante el año, el mes más caluroso corresponde a Marzo con 21.4° centígrados y el menos caluroso Diciembre con una temperatura promedio de 20° centígrados.

4.4.1.5 Servicios públicos en los corregimientos

Las tres Cabeceras corregimentales campesinas, o sea, Las Minas de Iracal, Palmarito y Nuevo Colón, poseen servicios de acueducto con una cobertura de 146 viviendas conectadas a la red para un 80% del total de las viviendas del área corregimental. Estos acueductos corregimentales trabajan por gravedad y el suministro es continuo, se abastecen de las quebradas y ríos que pasan aledañas a las cabeceras corregimentales, el agua en ninguno de los corregimientos se le hace tratamiento de potabilización.

En el sector corregimental en las cabeceras no existe sistema de recolección de desechos sólidos ni sistemas convencionales de alcantarillado. El sistema se alimenta por una Línea de interconexión de 34.5 Kv que se conecta al sistema de Valledupar en el corregimiento de Valencia de Jesús y cruza al municipio desde el suroriente al Suroccidente.

El sistema cuenta con dos centrales eléctricas localizados una sobre la vía en la entrada del corregimiento de Minas de Iracal y la otra en la cabecera municipal las cuales no están en funcionamiento.

El sistema se alimenta de la línea de alta tensión a 13.200 Voltios sobre la vía a Valledupar en la finca el sanjon continua casi en forma paralela a la vía el sanjon Pueblo Bello, hasta llegar a la cabecera municipal donde se desprende un ramal para el corregimiento de Palmarito y otro hacia el Alguacil, en toda su extensión se interconecta el corregimiento de Minas de Iracal y las 9 veredas que poseen este servicio.

Tabla 5: Número de viviendas rurales con servicios de acueducto

No	Corregimiento	Viviendas totales	Viviendas con servicios	%
1	Minas de Iracal	66	66	100
2	Palmarito	41	5	12.2
3	Nuevo Colon	75	75	100
4	Nabusimake			
	Total	182	146	80

Fuente: Alcaldía municipal de Pueblo Bello, 2018

4.5 MARCO LEGAL

- **Constitución política de Colombia de 1991:** Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- **Ley 09 de 1979:** Código Sanitario Nacional
- **Ley 99 de 1993:** Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 901 de 1997:** Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.
- **Decreto 1594 de 1984:** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- **Decreto 1076 de 2015:** Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- **Resolución 0631 de 2015:** por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- **RAS Título D 2016:** Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. (Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias).
- **Resolución 0330 de 2017:** por la cual se adopta en Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

5 MARCO METODOLÓGICO

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se utiliza para abordar el diseño del alcantarillado del corregimiento de Nuevo Colon, es de tipo exploratoria, ya que ofrecen un primer acercamiento al problema que se pretende estudiar, conocer y dar solución.

5.2 POBLACIÓN

Nuestra población por analizar es la población actual 404 habitantes y la estimación al horizonte del proyecto 598 habitantes del corregimiento de Nuevo Colon.

5.3 MUESTRA

Nuestra muestra representativa, es la población del corregimiento de Nuevo Colon del municipio de Pueblo Bello, Cesar.

5.4 DESARROLLO METODOLÓGICO

5.4.1 ETAPA I: ESTIMACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLÓN

Se recolecto información primaria tal como: número de viviendas, población actual del corregimiento, área total del proyecto, aspectos socioculturales, identificación de fuentes receptoras y levantamiento topográfico.

1. Se realizará la recolección de información primaria, mediante un censo aplicado a los habitantes del corregimiento de Nuevo Colon, empleando una encuesta personal, de tipo *analítico*. Las preguntas serán abiertas y buscarán obtener información de: número total de viviendas, población actual e identificación de aspectos socioculturales.
2. Se procesará la información recolectada con la aplicación de encuestas. Se pretenderá determinar densidad de población, número total de habitantes y nivel socioeconómico de la población.
3. Se identificará zonas o predios, cuyos aportes sean de carácter industrial, institucional, comercial, aportes por conexiones erradas y los aportes por infiltración.
4. Se determinará el Caudal de diseño de la red de recolección de aguas servidas del Corregimiento de Nuevo Colon.

Comentado [JE001]: Se redacta en pasado. Ya no es anteproyecto.

5. Se definirá el nivel de complejidad del sistema con los datos obtenidos como información primaria.
- 5.4.2 **ETAPA II: DETERMINAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES CON MAYOR VIABILIDAD, DE ACUERDO A LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.**
 1. Obtenida la topografía del terreno, se procederá a realizar el trazado de la disposición de la red de alcantarillado.
 2. Se calcularán las áreas de aporte a cada colector, para determinar el área total de aporte al sistema.
 3. Se elaborará el plano de la disposición de la red de alcantarillado en AutoCAD de acuerdo a los criterios técnicos y económicos.
- 5.4.3 **ETAPA III: EVALUAR LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL TRAZADO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLON**
 1. Se definirá pendiente topográfica para cada colector, diámetro, velocidad y esfuerzo cortante y otras relaciones hidráulicas.
 2. Se comparará los valores de los parámetros hidráulicos obtenidos, con los establecidos según el RAS TÍTULO D 2016 y/o resolución 0330 de 2017.

5.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

5.5.1 ESTIMACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLÓN

5.5.1.1 Métodos de proyección de población

Tabla 6: Método de proyección Aritmético

METODO DE PROYECCION ARITMETICO		Corregimiento: Nuevo Colon		
Datos:				
Rata decreciente (hab/año)		AÑO	Proyec. Poblac (hab)	Poblac. Total (Hab)
P_{uc-2011}	330	2013	330	330
K₋₂₀₁₉	19	2014	349	349
k₋₂₀₂₄	14	2015	368	368
k₋₂₀₂₉	9	2016	387	387
K₋₂₀₃₄	4	2017	406	406
K₋₂₀₃₉	4	2018	425	425
		2019	444	444
		2020	458	458
		2021	472	472
		2022	486	486
		2023	500	500
		2024	514	514
		2025	523	523
		2026	532	532
		2027	541	541
		2028	550	550
		2029	559	559
		2030	563	563
		2031	567	567
		2032	571	571
		2033	575	575
		2034	579	579
		2035	588	588
		2036	597	597
		2037	606	606
		2038	615	615
		2039	624	624
		2040	633	633
		2041	642	642

2042	651	651
2043	660	660
2044	669	669

Fuente: Autores, 2019

Tabla 7: Método de proyección Geométrico

METODO GEOMETRICO		
Corregimiento: Nuevo Colon		
Datos:		
Rata decreciente (1,65-1,40%)		
P_{uc-2011}		330
r₋₂₀₁₉		1,65%
r₋₂₀₂₄		1,60%
r₋₂₀₂₉		1,55%
r₋₂₀₃₄		1,50%
r₋₂₀₃₉		1,40%
AÑO	Proyec. Poblac (hab)	Poblac. Total (Hab)
2013	330	330
2014	335	335
2015	341	341
2016	347	347
2017	352	352
2018	358	358
2019	364	364
2020	370	370
2021	376	376
2022	382	382
2023	388	388
2024	394	394
2025	400	400
2026	406	406
2027	413	413
2028	419	419
2029	426	426
2030	432	432
2031	438	438
2032	445	445
2033	452	452
2034	459	459
2035	465	465
2036	471	471
2037	478	478
2038	485	485
2039	492	492
2040	498	498
2041	505	505
2042	512	512
2043	520	520

2044	527	527
------	-----	-----

Fuente: Autores, 2019

Tabla 8: Resumen de proyección de población de Nuevo Colon por el método Aritmético y Geométrico

RESUMEN PROYECCION POBLACION				
Corregimiento: Nuevo Colon				
AÑO	Metodo Aritmetico	Metodo Geometrico	Promedio (hab)	Poblac. proyecto (hab)
2013	330	330	330	330
2014	349	335	342	342
2015	368	341	354	354
2016	387	347	367	367
2017	406	352	379	379
2018	425	358	392	392
2019	444	364	404	404
2020	458	370	414	414
2021	472	376	424	424
2022	486	382	434	434
2023	500	388	444	444
2024	514	394	454	454
2025	523	400	462	462
2026	532	406	469	469
2027	541	413	477	477
2028	550	419	485	485
2029	559	426	492	492
2030	563	432	498	498
2031	567	438	503	503
2032	571	445	508	508
2033	575	452	513	513
2034	579	459	513	513
2035	588	465	526	526
2036	597	471	534	534
2037	606	478	539	539
2038	615	485	546	546
2039	624	492	552	552
2040	633	498	566	566
2041	642	505	574	574
2042	651	512	582	582
2043	660	520	590	590
2044	669	527	598	598

Fuente: Autores, 2019

5.5.1.2 Densidad de población

$$\text{Densidad de población} = \frac{\#hab}{viv} \times \frac{viv}{Ha}$$

$$\text{Densidad de población} = 6 \frac{hab}{viv} \times 6,5 \frac{viv}{Ha} = 39 \text{ hab/Ha}$$

Tabla 9: Datos de población

Datos de población	
# hab / viv	6 hab / viv
Dviv (viv/ha)	7 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	39,00 hab / Ha
d per cápita	130,00 (l/hab/día)

Fuente: Autores, 2019

5.5.1.3 Periodo de diseño

Como parte del desarrollo de los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o aguas lluvias, y antes de generar alternativas de solución, es necesario establecer el período de planeamiento teniendo en cuenta que éste comienza desde el año inicial de operación. Para la definición del período de planeamiento o período de diseño se deben tener en cuenta: la capacidad del sistema para atender la demanda futura, la densidad poblacional actual y la de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos empleados, la calidad de la construcción, así como también la operación y el mantenimiento del mismo. A su vez, el período de planeamiento está influido por la demanda del servicio, la programación de las inversiones, las ampliaciones del sistema, las tasas de crecimiento de la población y, el crecimiento económico del municipio o localidad. Como mínimo, los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias deben proyectarse para 30 años en el caso de sistemas con nivel de complejidad alto y para 25 años en los demás sistemas. Para los tramos principales del sistema, los interceptores y los tramos finales, se debe evaluar la alternativa de implementación por etapas hasta cubrir el período de diseño establecido para los sistemas de todos los niveles de complejidad. (RAS TÍTULO D, 2016).

5.5.1.4 Dotación neta máxima

Tabla 10: Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
>2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: Resolución 0330 del 2017

El corregimiento de Nuevo Colon, se encuentra a una altura de 1200 m.s.n.m, lo quiere decir que según la resolución 0330 de 2017, se asigna una **dotación neta máxima de 130** (L/HAB*DÍA).

5.5.1.5 Coeficiente de retorno

Tabla 11: Coeficiente de retorno

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,80
Medio alto y alto	0,85

Fuente: RAS título D, 2016

5.5.1.6 Caudal de diseño de la red de alcantarillado

5.5.1.6.1 Caudal de aguas residuales domésticas

$$QD = \frac{CR \times P \times D_{neta}}{86400}$$

QD= Caudal de aguas residuales domésticas (L/s)

CR= Coeficiente de
retorno (adimensional)

P= Número de habitantes proyectados al periodo de diseño (hab)

Dneta= Demanda neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab/día)

$$QD = \frac{0,85 \times 598hab \times 130 \frac{L}{hab * día}}{86400}$$

$$QD = 0,76 L/seg$$

5.5.1.6.2 Caudal de aguas residuales industriales

Tabla 12: Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas

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

Fuente: Ras título D, 2016

En la cabecera municipal de Nuevo Colon, no existe actualmente ningún tipo de industrias, por lo tanto, no se tiene aportes por este tipo de agua residuales.

5.5.1.6.3 Caudal de aguas residuales comerciales

En caso de que en el área objeto del proyecto existan zonas mixtas, comerciales y residenciales, los caudales comerciales deben estimarse teniendo en cuenta la concentración comercial relativa a la concentración residencial, utilizando una contribución de caudal comercial correspondiente a 0,5 L/s por ha comercial. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector comercio, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. (RAS TÍTULO D, 2016).

En la cabecera municipal de Nuevo Colon, no existe actualmente ningún tipo de establecimientos comerciales, por lo tanto, no se tiene aportes por este tipo de agua residual.

5.5.1.6.4 Caudal de aguas residuales institucional

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 escuelas, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. En el capítulo B.2 del Título B del RAS: “Sistemas de Acueducto”, se establece su estimación. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector institucional, las cuales no necesariamente provienen del acueducto;

pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. En consecuencia, los aportes de aguas residuales institucionales QIN deben determinarse para cada caso en particular, con base en información de consumos de entidades similares registrados en la localidad. Sin embargo, para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse en 0,5 L/s por ha institucional. El QIN debe ser estimado para las condiciones iniciales, QINi, y finales, QINf, de operación del sistema, de acuerdo con los planes de desarrollo previstos. (RAS TÍTULO D, 2016).

$$Q_{ins} = \text{Aporte de aguas residuales} \times \text{Área de aporte}$$

$$Q_{ins} = 0,5 \frac{L}{s * Ha} \times 0,52 Ha$$

$$Q_{ins} = 0,26 \frac{L}{Seg}$$

5.5.1.6.5 Caudal por infiltración

Tabla 13: Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

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

Fuente: Ras título D, 2016

$$Q_{inf} = \text{Aporte infiltración} \times \text{Área total}$$

$$Q_{inf} = 0,2 \frac{L}{s*ha} \times 36,08 ha$$

$$Q_{inf} = 7,22 \frac{L}{seg}$$

5.5.1.6.6 Caudal medio diario Qmd

$$Q_{md} = QD + Q_{com} + Q_{ins} + Q_{ind}$$

$$Q_{md} = (0,76 + 0 + 0,26 + 0) L/seg$$

$$Q_{md} = 1,02 L/seg$$

5.5.1.6.7 Caudal por conexiones erradas

El aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0,2 L/s por ha en el caso de que en el municipio exista un sistema de alcantarillado de aguas lluvias. (RAS TÍTULO D, 2016).

$$Q_{ce} = \text{Aporte máximo} \times \text{Área total}$$

$$Q_{ce} = 0,2 \frac{L}{s * Ha} \times 36,08 Ha = 7,21 L/seg$$

5.5.1.6.8 Factor de mayoración

En el factor de mayoración para calcular el caudal máximo horario, utilizando como base el caudal medio diario, se tienen en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso de agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de tuberías puede contribuir cada vez más a amortiguar los picos de caudal. El factor de mayoración debe calcularse, hasta donde sea posible, haciendo uso de mediciones de campo, en donde se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población y la medición de los caudales en las horas de mayor consumo. Sin embargo, si esto no es factible, el diseñador puede utilizar la ecuación empírica de Flores en la cual se puede calcular F como función del número de habitantes, este último dado en miles de habitantes. (RAS TÍTULO D, 2016).

El factor de mayoración, se calcula así:

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}}$$

$$F = \frac{3,5}{\left(\frac{598}{1000}\right)^{0,1}} = 3,68$$

Como la población servida es menor a 20.000 habitantes, entonces el factor de mayoración es 3,0.

Tabla 14: Máximo factor de mayoración de acuerdo con la población servida

Población servida en número de habitantes	Factor de mayoración máximo
<20.000	3,00
20.000-50.000	2,50
50.001-750.000	2,25
>750.000	2,00

Fuente: Ras título D, 2016

5.5.1.6.9 CAUDAL MÁXIMO HORARIO QMHf

$$QMHf = F \times QD + Qcom + Qins + Qind$$

$$QMHf = 3 \times 0,76 \frac{L}{s} + 0 + 0,26 \frac{L}{s} + 0 = 2,54 \frac{L}{seg}$$

5.5.1.6.10 Caudal de diseño QDisf

$$QDisf = QMHf + Qinf + Qce$$

$$QDisf = 2,42 \frac{L}{s} + 7,22 \frac{L}{s} + 7,21 \frac{L}{s} = 16,85 \frac{L}{s}$$

5.5.2 DETERMINAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES CON MAYOR VIABILIDAD, DE ACUERDO A LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.

Ver **Anexo 12:** Plano del corregimiento de Nuevo Colon, en el cual se determinan la ruta de recolección de las aguas residuales y áreas de aporte.

5.5.3 EVALUAR LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL TRAZADO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL CORREGIMIENTO DE NUEVO COLON

5.5.3.1 Diámetro interno mínimo

Para las redes de recolección y evacuación de las aguas residuales, la sección más utilizada para las tuberías y tramos, es la sección circular, especialmente en los tramos iniciales. El diámetro interno mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado de aguas residuales convencional es de 170 mm, con el fin de evitar las posibles obstrucciones que ocurran en los tramos, causadas por objetos relativamente grandes que puedan entrar al sistema. Para el caso de alcantarillados en municipios con sistemas con niveles de complejidad medio y bajo, el diámetro interno mínimo es de 145 mm. Sin embargo, cuando se requiera evacuar las aguas residuales de un conjunto de más de 10 viviendas se recomienda que el diámetro interno mínimo sea de 170 mm para dichos niveles. (RAS TÍTULO D, 2016).

5.5.3.2 Velocidad mínima

La velocidad mínima real permitida para una tubería de diámetro menor a 450 mm en los sistemas de aguas residuales es de 0,45 m/s, probando dicha velocidad para las condiciones encontradas al inicio de operación del sistema para el caudal máximo horario inicial, de acuerdo con:

$$V_{min} = \frac{QM_H}{A}$$

5.5.3.3 Velocidad máxima

En el diseño de las redes de alcantarillado de aguas residuales se debe establecer siempre un valor máximo de velocidad permisible. Estos valores máximos deben quedar plenamente

justificados en los diseños, teniendo en cuenta las características de los materiales que conforman las tuberías, las características abrasivas de los materiales arrastrados por las aguas residuales y la turbulencia del flujo. En general, se recomienda que la velocidad máxima sea de 5 m/s. Si el diseñador decide adoptar un mayor valor, dicho valor debe justificarse técnicamente y debe contar con la aprobación previa por la persona prestadora del servicio público de alcantarillado. (RAS TÍTULO D, 2016).

5.5.3.4 Pendiente mínima

El valor de la pendiente mínima de cada tubería debe corresponder con aquel que permita tener condiciones de autolimpieza y que minimice la producción de gas sulfuro de hidrógeno. (RAS TÍTULO D, 2016).

5.5.3.5 Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima admisible, establecida en el diseño, debe ser aquel para el cual se obtenga la velocidad máxima real establecida.

5.5.3.6 Profundidad mínima a la cota clave de las tuberías

Los tramos de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de estas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del tramo debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar. (RAS TÍTULO D, 2016).

Tabla 15: Profundidad mínima de instalación de tuberías de alcantarillado

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: Ras título D, 2016

5.5.3.7 Profundidad máxima a cota clave

El diseñador debe establecer la profundidad máxima a la cota clave de las tuberías teniendo en cuenta el tipo de suelo, los equipos y métodos de excavación y los métodos de entibado disponibles. Una vez establecida la cota clave, teniendo en cuenta las condiciones particulares de diseño, se debe tener en cuenta el comportamiento mecánico de las tuberías, de las uniones y de los materiales con los cuales están fabricadas. En el diseño se deben garantizar los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y los requerimientos estructurales de los materiales de la tubería durante y después de la construcción, para lo cual se deben tener en cuenta las especificaciones dadas en los capítulos G.2 y G.3 del Título G del RAS: “Aspectos Complementarios”. (RAS TÍTULO D, 2016).

5.5.3.8 Hidráulica de diseño

5.5.3.8.1 Caudal medio diario

calcula el caudal real a partir de las áreas acumuladas y las contribuciones unitarias de las áreas acumuladas Industrial, institucional y de vivienda.

5.5.3.8.2 Factor de mayoración (F):

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 mayoración 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 la de Harmon en la cual se estima F en función del número de habitantes. El rango de este valor está entre 1.4 y 4

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})}$$

5.5.3.8.3 Caudal máximo horario (QMH)

Se estima a partir del caudal medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F.

5.5.3.8.4 Caudales por conexiones erradas e infiltración (QCE y QINF)

son calculadas a partir de las áreas tributarias y las contribuciones definidas anteriormente.

5.5.3.8.5 Caudal de diseño (q)

Se estima como la suma de $Q_{MH}+Q_{CE}+Q_{INF}$. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5 l/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

Longitud: ingrese la longitud horizontal del tramo de centro a centro de pozo.

Pendiente: ingrese la pendiente del tramo en porcentaje (%).

5.5.3.8.6 Diámetro Nominal

ingrese el diámetro nominal de tuberías para alcantarillado PAVCO, por defecto se toma el diámetro mínimo que, según RAS 2000, es de 200 mm S8, este diámetro debe ser modificado por el diseñador cuando $q/Q > 0.85$, aumentando al diámetro comercial siguiente. Se debe tener en cuenta que para ingresar diámetros de la línea NOVAFORT debe hacerse en milímetros (mm) especificando el tipo de tubería (serie 8 o serie 4) y los de la línea NOVALOC debe hacerse en pulgadas (pulg), porque de lo contrario la hoja estará tomando valores erróneos.

5.5.3.8.7 Diámetro Interior

Es el diámetro interior del diámetro nominal elegido.

n: el valor del coeficiente de Manning de acuerdo al diámetro nominal elegido. Para tuberías NOVAFORT es de 0.009 y NOVALOC de 0.010.

Los valores de V, Q, q/Q , v, Y, y/d , F, τ se calculan de la misma forma que se mostró para el alcantarillado pluvial. En el caso de incumplirse alguno de estos valores la celda se pondrá de color amarillo y le indicará que debe modificar el diámetro o la pendiente. Los valores límites son:

La velocidad mínima es de 0.45m/s y la velocidad máxima es de 5 m/s, aunque el RAS 2000 (B.3.2.8) permite que valores mayores sean justificados. Nuestras tuberías trabajan a velocidades hasta de 10 m/s.

La relación q/Q debe ser menor ó igual a 0.85

La relación Y/d deber ser menor o igual al 85%

El esfuerzo cortante debe ser mayor igual de 0.15Kg/m^2

5.5.3.9 Perfil hidráulico

Para el diseño inicialmente se debe seleccionar con qué tipo de cota se desea hacer los cálculos, con cota clave o cota batea.

Figura 9: Diseño por cota



Fuente: Autores, 2019

Selección del tipo de diseño. Dependiendo de la selección anterior, ingresa las cotas clave o batea y el programa calcula la otra.

5.5.3.9.1 Cota clave o batea:

Es la cota clave o batea de la tubería cuando sale (superior) y llega (inferior) a la cámara o pozo. Se ingresa la cota batea o clave de los tramos iniciales y la hoja calcula los demás con base en los diámetros, longitudes y pendientes de la hoja de alcantarillado ya sea sanitario ó pluvial. Cuando hay dos tramos consecutivos, la cota batea de salida de uno es la cota batea de llegada del anterior menos una caída en la cámara o pozo. Dicha caída se calcula conservando la energía entre los dos tramos. La hoja de cálculo esta formulada para que tome la cota batea del tramo inmediatamente anterior y sea con este tramo con el que se haga la conservación de energía; para los casos en los que a un pozo lleguen más de un tramo, se debe MODIFICAR la fórmula para que se tome la cota batea del tramo más bajo y con mayor caída por conservación de energía.

5.5.3.9.2 Cota rasante

Es la cota del terreno.

5.5.3.9.3 Tipo de rasante

Debe introducir este dato, como un número entero entre 1 y 4, al seleccionar la casilla se despliega un cuadro con las opciones (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 10: Especificaciones de tipo de rasante

Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m	
	Super	Infer
1	0.90	1.06
1	1.05	1.16
1	1.20	1.36
1	1.35	1.51
1	1.50	1.66
1	1.65	1.81
1	1.80	1.96
1	1.95	2.11
1	2.10	2.26
1	2.25	2.41
1	2.40	2.56
1	2.55	2.71
1	2.70	2.86
1	2.85	3.01
1	3.00	3.16
1	3.15	3.31
1	3.30	3.46
1	3.45	3.61
1	3.60	3.76
1	3.75	3.91
1	3.90	4.06
1	4.05	4.21
1	4.20	4.36
1	4.35	4.51
1	4.50	4.66
1	4.65	4.81
1	4.80	4.96
1	4.95	5.11
1	5.10	5.26
1	5.25	5.41
1	5.40	5.56
1	5.55	5.71
1	5.70	5.86
1	5.85	6.01
1	6.00	6.16
1	6.15	6.31
1	6.30	6.46
1	6.45	6.61
1	6.60	6.76
1	6.75	6.91
1	6.90	7.06
1	7.05	7.21
1	7.20	7.36
1	7.35	7.51
1	7.50	7.66
1	7.65	7.81
1	7.80	7.96
1	7.95	8.11
1	8.10	8.26
1	8.25	8.41
1	8.40	8.56
1	8.55	8.71
1	8.70	8.86
1	8.85	9.01
1	9.00	9.16
1	9.15	9.31
1	9.30	9.46
1	9.45	9.61
1	9.60	9.76
1	9.75	9.91
1	9.90	10.06
1	10.05	10.21
1	10.20	10.36
1	10.35	10.51
1	10.50	10.66
1	10.65	10.81
1	10.80	10.96
1	10.95	11.11
1	11.10	11.26
1	11.25	11.41
1	11.40	11.56
1	11.55	11.71
1	11.70	11.86
1	11.85	12.01
1	12.00	12.16
1	12.15	12.31
1	12.30	12.46
1	12.45	12.61
1	12.60	12.76
1	12.75	12.91
1	12.90	13.06
1	13.05	13.21
1	13.20	13.36
1	13.35	13.51
1	13.50	13.66
1	13.65	13.81
1	13.80	13.96
1	13.95	14.11
1	14.10	14.26
1	14.25	14.41
1	14.40	14.56
1	14.55	14.71
1	14.70	14.86
1	14.85	15.01
1	15.00	15.16
1	15.15	15.31
1	15.30	15.46
1	15.45	15.61
1	15.60	15.76
1	15.75	15.91
1	15.90	16.06
1	16.05	16.21
1	16.20	16.36
1	16.35	16.51
1	16.50	16.66
1	16.65	16.81
1	16.80	16.96
1	16.95	17.11
1	17.10	17.26
1	17.25	17.41
1	17.40	17.56
1	17.55	17.71
1	17.70	17.86
1	17.85	18.01
1	18.00	18.16
1	18.15	18.31
1	18.30	18.46
1	18.45	18.61
1	18.60	18.76
1	18.75	18.91
1	18.90	19.06
1	19.05	19.21
1	19.20	19.36
1	19.35	19.51
1	19.50	19.66
1	19.65	19.81
1	19.80	19.96
1	19.95	20.11
1	20.10	20.26
1	20.25	20.41
1	20.40	20.56
1	20.55	20.71
1	20.70	20.86
1	20.85	21.01
1	21.00	21.16
1	21.15	21.31
1	21.30	21.46
1	21.45	21.61
1	21.60	21.76
1	21.75	21.91
1	21.90	22.06
1	22.05	22.21
1	22.20	22.36
1	22.35	22.51
1	22.50	22.66
1	22.65	22.81
1	22.80	22.96
1	22.95	23.11
1	23.10	23.26
1	23.25	23.41
1	23.40	23.56
1	23.55	23.71
1	23.70	23.86
1	23.85	24.01
1	24.00	24.16
1	24.15	24.31
1	24.30	24.46
1	24.45	24.61
1	24.60	24.76
1	24.75	24.91
1	24.90	25.06
1	25.05	25.21
1	25.20	25.36
1	25.35	25.51
1	25.50	25.66
1	25.65	25.81
1	25.80	25.96
1	25.95	26.11
1	26.10	26.26
1	26.25	26.41
1	26.40	26.56
1	26.55	26.71
1	26.70	26.86
1	26.85	27.01
1	27.00	27.16
1	27.15	27.31
1	27.30	27.46
1	27.45	27.61
1	27.60	27.76
1	27.75	27.91
1	27.90	28.06
1	28.05	28.21
1	28.20	28.36
1	28.35	28.51
1	28.50	28.66
1	28.65	28.81
1	28.80	28.96
1	28.95	29.11
1	29.10	29.26
1	29.25	29.41
1	29.40	29.56
1	29.55	29.71
1	29.70	29.86
1	29.85	30.01
1	30.00	30.16
1	30.15	30.31
1	30.30	30.46
1	30.45	30.61
1	30.60	30.76
1	30.75	30.91
1	30.90	31.06
1	31.05	31.21
1	31.20	31.36
1	31.35	31.51
1	31.50	31.66
1	31.65	31.81
1	31.80	31.96
1	31.95	32.11
1	32.10	32.26
1	32.25	32.41
1	32.40	32.56
1	32.55	32.71
1	32.70	32.86
1	32.85	33.01
1	33.00	33.16
1	33.15	33.31
1	33.30	33.46
1	33.45	33.61
1	33.60	33.76
1	33.75	33.91
1	33.90	34.06
1	34.05	34.21
1	34.20	34.36
1	34.35	34.51
1	34.50	34.66
1	34.65	34.81
1	34.80	34.96
1	34.95	35.11
1	35.10	35.26
1	35.25	35.41
1	35.40	35.56
1	35.55	35.71
1	35.70	35.86
1	35.85	36.01
1	36.00	36.16
1	36.15	36.31
1	36.30	36.46
1	36.45	36.61
1	36.60	36.76
1	36.75	36.91
1	36.90	37.06
1	37.05	37.21
1	37.20	37.36
1	37.35	37.51
1	37.50	37.66
1	37.65	37.81
1	37.80	37.96
1	37.95	38.11
1	38.10	38.26
1	38.25	38.41
1	38.40	38.56
1	38.55	38.71
1	38.70	38.86
1	38.85	39.01
1	39.00	39.16
1	39.15	39.31
1	39.30	39.46
1	39.45	39.61
1	39.60	39.76
1	39.75	39.91
1	39.90	40.06
1	40.05	40.21
1	40.20	40.36
1	40.35	40.51
1	40.50	40.66
1	40.65	40.81
1	40.80	40.96
1	40.95	41.11
1	41.10	41.26
1	41.25	41.41
1	41.40	41.56
1	41.55	41.71
1	41.70	41.86
1	41.85	42.01
1	42.00	42.16
1	42.15	42.31
1	42.30	42.46
1	42.45	42.61
1	42.60	42.76
1	42.75	42.91
1	42.90	43.06
1	43.05	43.21
1	43.20	43.36
1	43.35	43.51
1	43.50	43.66
1	43.65	43.81
1	43.80	43.96
1	43.95	44.11
1	44.10	44.26
1	44.25	44.41
1	44.40	44.56
1	44.55	44.71
1	44.70	44.86
1	44.85	45.01
1	45.00	45.16
1	45.15	45.31
1	45.30	45.46
1	45.45	45.61
1	45.60	45.76
1	45.75	45.91
1	45.90	46.06
1	46.05	46.21
1	46.20	46.36
1	46.35	46.51
1	46.50	46.66
1	46.65	46.81
1	46.80	46.96
1	46.95	47.11
1	47.10	47.26
1	47.25	47.41
1	47.40	47.56
1	47.55	47.71
1	47.70	47.86
1	47.85	48.01
1	48.00	48.16
1	48.15	48.31
1	48.30	48.46
1	48.45	48.61
1	48.60	48.76
1	48.75	48.91
1	48.90	49.06
1	49.05	49.21
1	49.20	49.36
1	49.35	49.51
1	49.50	49.66
1	49.65	49.81
1	49.80	49.96
1	49.95	50.11
1	50.10	50.26
1	50.25	50.41
1	50.40	50.56
1	50.55	50.71
1	50.70	50.86
1	50.85	51.01
1	51.00	51.16
1	51.15	51.31
1	51.30	51.46
1	51.45	51.61
1	51.60	51.76
1	51.75	51.91
1	51.90	52.06
1	52.05	52.21
1	52.20	52.36
1	52.35	52.51
1	52.50	52.66
1	52.65	52.81
1	52.80	52.96
1	52.95	53.11
1	53.10	53.26
1	53.25	53.41
1	53.40	53.56
1	53.55	53.71
1	53.70	53.86
1	53.85	54.01
1	54.00	54.16
1	54.15	54.31
1	54.30	54.46
1	54.45	54.61
1	54.60	54.76
1	54.75	54.91
1	54.90	55.06
1	55.05	55.21
1	55.20	55.36
1	55.35	55.51
1	55.50	55.66
1	55.65	55.81
1	55.80	55.96
1	55.95	56.11
1	56.10	56.26
1	56.25	56.41
1	56.40	56.56
1	56.55	56.71
1	56.70	56.86
1	56.85	57.01
1	57.00	57.16
1	57.15	57.31
1	57.30	57.46
1	57.45	57.61
1	57.60	57.76
1	57.75	57.91
1	57.90	58.06
1	58.05	58.21
1	58.20	58.36
1	58.35	58.51
1	58.50	58.66
1	58.65	58.81
1	58.80	58.96
1	58.95	59.11
1	59.10	59.26
1	59.25	59.41
1	59.40	59.56
1	59.55	59.71
1	59.70	59.86
1	59.85	60.01
1	60.00	60.16
1	60.15	60.31
1	60.30	60.46
1	60.45	60.61
1	60.60	60.76
1	60.75	60.91
1	60.90	61.06
1	61.05	61.21
1	61.20	61.36
1	61.35	61.51
1	61.50	61.66
1	61.65	61.81
1	61.80	61.96
1	61.9	

5.5.3.9.8 Alineamiento

Es la pendiente del terreno en %, calculada como

$$\frac{cotaRasanteSup - CotaRasanteInf}{Distancia} * 100$$

5.5.3.9.9 Pérdidas de energía

Las pérdidas en el colector principal por efectos de la unión con otros ó por cambios de dirección. Para esto se calcula una cota clave sugerida. La metodología se describe a continuación (Tomado de Pérez Rafael, 1988):

5.5.3.9.10 Pérdida de energía por cambio de dirección del colector principal (HC)

Según la relación rc/ϕ , donde rc es el radio de curvatura y ϕ el diámetro.

5.5.3.9.11 Caída en la batea de la estructura (Hp)

Es la diferencia de las cotas de energía del colector de salida y el colector principal que llega.

5.5.3.9.12 Pérdida de energía por intersección (He)

5.5.3.9.13 Diferencias de energías (HE)

Diferencia entre las energías específicas del colector salida y del colector principal que llega a la estructura pozo.

$$H_p = H_C - H_e$$

$$H_e = H_E + 0.2 (H_{V_2} + H_{V_1})$$

Régimen supercrítico

Dependiendo del caudal y el diámetro de la tubería de salida puede o no sumergirse la entrada de esta, y dependiendo de la situación el comportamiento hidráulico y por ende el cálculo es diferente. Cuando la entrada no se sumerge se puede usar la ecuación:

$$\frac{H_w}{\phi} = K \left(\frac{H_c}{\phi} + \frac{H_e}{\phi} \right)$$

Válida para valores de

$$\frac{Q_d}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} < 0.62$$

Donde,

He= Energía específica para las condiciones de flujo critico

$$H_c = Y_c + \frac{V_c^2}{2g}$$

He= Incremento de la cabeza debido a las pérdidas y que empíricamente se ha encontrado igual a:

$$\frac{He}{\phi} = 0.589 \left(\frac{Qd}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} \right)^{2.67}$$

K= Coeficiente que depende de la relación entre el diámetro del pozo y el diámetro de la tubería.

$$K = 1.2 \text{ para } \frac{\text{DiámetroPozo}}{\text{DiámetroTubería}} > 2.0 \quad \text{y} \quad K = 1.5 \text{ para } \frac{\text{DiámetroPozo}}{\text{DiámetroTubería}} < 1.3$$

Cuando la entrada se sumerge la ecuación ajustada al fenómeno es:

$$\frac{H_w}{\phi} = K \left[0.70 + 1.91 \left(\frac{Qd}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} \right)^2 \right] \text{ Cuando } \frac{Qd}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} > 0.62$$

En caso de resultar He negativo, no se tendrá en cuenta para el cálculo de la caída de la batea de la estructura porque equivaldría a una elevación de la misma del colector de salida con respecto al colector de entrada. Las cotas de energía de los colectores afluentes, serán iguales o mayores a la cota de energía del colector de salida del pozo, una vez restadas las pérdidas.

Figura 11: Diseño del alcantarillado sanitario 1

Tramo		Área Tributaria										Diseño Hidráulico																				
Inicio	De	A	Comercial y/o Institucional			Industrial			Vivienda			Área Acumulada	Población	Q Medio Diario	Caudal					Long	Pend	Velocidad Nominal	Diam Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y/d	F	Fuerza Tractiva
			Área Propia	Otras	Área Acum.	Área Propia	Otras	Área Acum.	Área Propia	Otras	Área Acum.	Total	hab	l/s	F	Q _{MI}	Q _{OC}	Q _{OP}	q	m	%	mm, "	m	m/s	l/s	≤10	m/s	m	≤85%	τ 2-10 kg/m ²		
1	3B	2A						0.88			0.88	34	0.04	2.46	0.09	0.18	0.09	1.50	99.19	4.00	200-58	0.182	0.009	2.83	73.68	0.020	1.128	0.018	9.3%	3.25	0.46	
16	2A	6						0.65	0.88	1.53	1.53	60	0.06	2.35	0.14	0.31	0.15	1.50	99.63	4.30	200-58	0.182	0.009	2.84	76.40	0.020	1.156	0.018	9.7%	3.36	0.48	
17	6A	6						0.94		0.94	0.94	37	0.04	2.44	0.09	0.19	0.09	1.50	88.21	9.30	200-58	0.182	0.009	4.32	112.36	0.010	1.514	0.015	8.1%	4.83	0.88	
18	6	8						0.46	0.94	2.93	2.93	114	0.12	2.18	0.26	0.59	0.29	1.50	100.86	17.70	200-58	0.182	0.009	5.86	166.00	0.010	1.894	0.013	6.9%	6.53	1.44	
19	8A	8						1.00		1.00	1.00	39	0.04	2.43	0.10	0.20	0.10	1.50	89.04	0.75	200-58	0.182	0.009	1.23	31.91	0.050	0.628	0.027	14.8%	1.47	0.12	
20	8	13						0.46	1.00	4.39	4.39	171	0.18	2.09	0.37	0.88	0.44	1.68	100.66	0.60	200-58	0.182	0.009	1.10	28.54	0.060	0.600	0.030	16.5%	1.33	0.11	
22	13	13B						0.21		4.60	4.60	179	0.18	2.09	0.38	0.92	0.46	1.76	54.28	18.00	200-58	0.182	0.009	6.01	166.30	0.010	2.001	0.014	7.5%	6.65	1.57	
23	13B	14B						0.19	4.60	4.79	4.79	187	0.19	2.01	0.40	0.96	0.48	1.83	46.98	4.50	200-58	0.182	0.009	3.00	78.15	0.020	1.248	0.019	10.6%	3.48	0.55	
24	14C	14B						1.09		1.09	1.09	43	0.04	2.41	0.10	0.22	0.11	1.50	110.44	3.00	200-58	0.182	0.009	2.45	63.81	0.020	1.020	0.019	10.8%	2.84	0.37	
25	14B	15B						0.43	1.09	6.31	6.31	246	0.25	2.02	0.51	1.26	0.63	2.40	101.01	6.00	200-58	0.182	0.009	3.47	90.24	0.030	1.497	0.020	11.2%	4.04	0.77	
26	15C	15B						1.08		1.08	1.08	42	0.04	2.41	0.10	0.22	0.11	1.50	101.17	1.80	200-58	0.182	0.009	1.79	46.60	0.030	0.819	0.022	12.3%	2.11	0.22	
27	15B	16B						0.46	1.08	7.85	7.85	306	0.31	1.97	0.62	1.57	0.79	2.36	98.52	15.00	200-58	0.182	0.009	5.48	142.68	0.020	2.159	0.018	10.0%	6.30	1.73	
28	16C	16B						1.03		1.03	1.03	40	0.04	2.42	0.10	0.21	0.10	1.50	89.48	2.00	200-58	0.182	0.009	2.00	52.10	0.030	0.885	0.021	11.7%	2.34	0.27	
29	16B	17B						0.43	1.03	9.31	9.31	363	0.37	1.84	0.72	1.86	0.93	3.52	100.77	7.25	200-58	0.182	0.009	3.81	99.20	0.040	1.793	0.023	12.9%	4.51	1.06	
30	17C	17B						0.99		0.99	0.99	39	0.04	2.43	0.10	0.20	0.10	1.50	77.14	3.20	200-58	0.182	0.009	2.83	65.90	0.020	1.043	0.019	10.4%	2.93	0.38	
31	17B	18B						0.44	0.99	10.74	10.74	419	0.43	1.91	0.82	2.15	1.07	4.04	99.91	7.00	200-58	0.182	0.009	3.75	97.47	0.040	1.847	0.025	13.9%	4.47	1.10	

Fuente: Autores, 2019

Figura 12: Diseño del alcantarillado sanitario 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	
31		17B	18B							0.44	0.99	10.74	10.74	419	0.43	1.91	0.82	2.15	1.07	4.04	99.91	7.00	200-58	0.182	0.009	3.75	97.47	0.040	1.847	0.025	13.9%	4.47	1.10	
32	1	18C	18B							0.87		0.87	0.87	34	0.03	2.46	0.09	0.17	0.09	1.50	74.51	4.50	200-58	0.182	0.009	3.00	76.15	0.020	1.175	0.017	9.6%	3.44	0.50	
33		18B	19B							0.44	0.87	12.05	12.05	470	0.48	1.88	0.91	2.41	1.21	4.53	99.69	11.20	200-58	0.182	0.009	4.74	123.29	0.040	2.252	0.024	13.1%	5.62	1.67	
34	1	19C	19B							1.29		1.29	1.29	50	0.05	2.37	0.12	0.26	0.13	1.50	68.09	8.50	200-58	0.182	0.009	4.13	107.41	0.010	1.467	0.015	8.3%	4.63	0.82	
35		19B	19							1.46	1.29	14.80	14.80	577	0.59	1.85	1.10	2.96	1.48	5.54	104.20	3.50	200-58	0.182	0.009	2.65	66.92	0.080	1.569	0.035	19.2%	3.25	0.74	
36	1	3A	3							2.32		2.32	2.32	114	0.12	2.18	0.25	0.58	0.29	1.50	103.15	14.00	200-58	0.182	0.009	5.30	137.85	0.010	1.746	0.013	7.3%	5.85	1.20	
37																																		
38		3	1							0.52		3.44	3.44	134	0.14	2.14	0.30	0.69	0.34	1.50	99.20	4.50	200-58	0.182	0.009	3.00	76.15	0.020	1.175	0.017	9.6%	3.44	0.50	
39																																		
40		1	4							0.52		3.96	3.96	154	0.16	2.11	0.33	0.73	0.40	1.52	99.63	9.20	200-58	0.182	0.009	4.30	111.74	0.010	1.515	0.015	8.2%	4.81	0.88	
41	1	6	4							0.52		0.52	0.52	20	0.02	2.59	0.05	0.10	0.05	1.50	103.42	1.80	200-58	0.182	0.009	1.90	49.43	0.030	0.853	0.022	12.0%	2.23	0.25	
42		4	7							0.53	0.52	5.01	5.01	195	0.20	2.07	0.41	1.00	0.50	1.32	100.89	12.00	200-58	0.182	0.009	4.91	127.62	0.020	1.782	0.016	8.6%	5.53	1.20	
43																																		
44		7	10							0.53		5.54	5.54	216	0.22	2.04	0.45	1.11	0.55	2.12	100.78	10.50	200-58	0.182	0.009	4.59	119.38	0.020	1.752	0.017	9.2%	5.22	1.13	
45	1	13	10							0.48		0.48	0.48	19	0.02	2.61	0.05	0.10	0.05	1.50	104.04	3.80	200-58	0.182	0.009	2.76	71.82	0.020	1.107	0.018	10.0%	3.17	0.44	
46		10	10A							0.22	0.48	6.24	6.24	243	0.25	2.62	0.50	1.25	0.62	2.38	56.27	14.00	200-58	0.182	0.009	5.30	137.85	0.020	2.007	0.017	9.1%	6.02	1.48	
47	1	13B	10A							0.36		0.36	0.36	14	0.01	2.68	0.04	0.07	0.04	1.50	103.35	1.70	200-58	0.182	0.009	1.85	48.03	0.030	0.836	0.022	12.1%	2.17	0.24	
48		10A	14							0.18	0.36	6.78	6.78	264	0.27	2.69	0.54	1.36	0.68	2.58	44.82	9.30	200-58	0.182	0.009	4.32	112.35	0.020	1.782	0.019	10.5%	4.99	1.12	
49	1	14B	14D							0.17		0.17	0.17	7	0.01	2.69	0.02	0.03	0.02	1.50	51.76	7.00	200-58	0.182	0.009	3.75	97.47	0.020	1.371	0.016	8.7%	4.23	0.70	
50		14D	14							0.18	0.17	0.35	0.35	14	0.01	2.68	0.04	0.07	0.04	1.50	52.24	0.80	200-58	0.182	0.009	1.27	32.95	0.050	0.642	0.026	14.5%	1.52	0.13	
51		14	15							0.43	0.35	7.56	7.56	295	0.30	1.85	0.60	1.51	0.76	2.87	99.68	9.50	200-58	0.182	0.009	4.36	113.65	0.030	1.854	0.020	11.0%	5.07	1.20	
52	1	3	3C							1.26		1.26	1.26	49	0.05	2.37	0.12	0.25	0.13	1.50	101.81	1.30	200-58	0.182	0.009	1.61	42.01	0.040	0.761	0.024	12.9%	1.91	0.19	
53		3C	2							0.95	1.26	2.21	2.21	86	0.09	2.24	0.20	0.44	0.22	1.50	99.00	4.00	200-58	0.182	0.009	2.83	73.68	0.020	1.128	0.018	9.9%	3.25	0.46	
54	1	1	2							0.51		0.51	0.51	20	0.02	2.68	0.05	0.10	0.05	1.50	102.01	0.80	200-58	0.182	0.009	1.27	32.95	0.050	0.642	0.026	14.5%	1.52	0.13	
55		2	5							1.12	0.51	3.84	3.84	150	0.15	2.12	0.33	0.77	0.38	1.50	101.22	10.00	200-58	0.182	0.009	4.49	116.90	0.010	1.552	0.014	7.3%	5.00	0.93	
56	1	4	5							0.51		0.51	0.51	20	0.02	2.68	0.05	0.10	0.05	1.50	101.84	1.50	200-58	0.182	0.009	1.73	45.12	0.030	0.800	0.023	12.5%	2.05	0.21	
57		5	9							1.08	0.51	5.43	5.43	212	0.22	2.05	0.44	1.09	0.54	2.07	99.52	12.00	200-58	0.182	0.009	4.91	127.62	0.020	1.824	0.016	8.3%	5.55	1.24	
58	1	7	9							0.51		0.51	0.51	20	0.02	2.68	0.05	0.10	0.05	1.50	101.79	1.50	200-58	0.182	0.009	1.73	45.12	0.030	0.800	0.023	12.5%	2.05	0.21	
59		9	11							1.11	0.51	7.05	7.05	275	0.28	2.69	0.56	1.41	0.71	2.68	100.42	10.80	200-58	0.182	0.009	4.65	121.07	0.020	1.900	0.019	10.3%	5.37	1.28	
60	1	10	11							0.51		0.51	0.51	20	0.02	2.68	0.05	0.10	0.05	1.50	101.83	1.65	200-58	0.182	0.009	1.82	47.32	0.030	0.827	0.022	12.2%	2.14	0.23	
61		11	14A							0.95	0.51	8.51	8.51	332	0.34	1.96	0.67	1.70	0.85	3.22	101.10	13.50	200-58	0.182	0.009	5.20	135.36	0.020	2.171	0.019	10.8%	6.02	1.66	
62	1	14	14A							0.51		0.51	0.51	20	0.02	2.68	0.05	0.10	0.05	1.50	101.81	3.25	200-58	0.182	0.009	2.55	66.42	0.020	1.049	0.019	10.4%	2.95	0.39	
63		14A	15A							0.95	0.51	9.97	9.97	389	0.40	1.93	0.77	1.93	1.00	3.76	99.40	2.25	200-58	0.182	0.009	2.12	55.26	0.070	1.213	0.032	17.7%	2.59	0.44	
64		15A	15							0.51	3.97	10.48	10.48	409	0.42	1.92	0.80	2.10	1.05	3.95	101.46	4.20	200-58	0.182	0.009	2.90	75.50	0.050	1.533	0.028	15.5%	3.50	0.73	

Fuente: Autores, 2019

Figura 13: Diseño del alcantarillado sanitario 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	
65		15	16							0.53	10.48	18.57	18.57	724	0.74	181	1.35	3.71	1.86	6.32	100.95	8.50	200-S8	0.182	0.009	4.13	107.41	0.060	2.320	0.031	17.2%	5.02	1.63	
66	1	16B	16							0.52	0.52	0.52	20	0.02	233	0.05	0.10	0.05	1.50	104.13	1.50	200-S8	0.182	0.009	1.73	45.12	0.030	0.800	0.023	12.5%	2.05	0.21		
67		16	17							0.57	19.66	19.66	767	0.79	180	1.42	3.93	1.97	7.31	93.93	3.20	200-S8	0.182	0.009	4.30	111.74	0.070	2.425	0.032	17.3%	5.23	1.78		
68	1	17B	17							0.57	0.57	0.57	22	0.02	237	0.06	0.11	0.06	1.50	104.65	3.20	200-S8	0.182	0.009	2.53	65.90	0.020	1.043	0.019	10.4%	2.93	0.38		
69		17	18							0.53	0.57	20.76	20.76	810	0.83	173	1.49	4.15	2.08	7.72	93.97	8.80	200-S8	0.182	0.009	4.20	109.29	0.070	2.425	0.033	18.0%	5.13	1.76	
70	1	18B	18							0.52	0.52	0.52	20	0.02	233	0.05	0.10	0.05	1.50	104.23	5.00	200-S8	0.182	0.009	3.17	82.38	0.020	1.219	0.017	9.4%	3.61	0.54		
71		18	19							0.52	21.28	21.28	830	0.85	173	1.52	4.26	2.13	7.91	93.74	3.70	200-S8	0.182	0.009	4.41	114.74	0.070	2.528	0.032	17.8%	5.38	1.91		
72		19	20							0.52	36.08	36.08	1407	1.44	170	2.45	7.22	3.61	13.27	104.20	10.80	200-S8	0.182	0.009	4.65	121.07	0.110	3.057	0.041	22.4%	5.76	2.62		
73		20	20A							0.52	36.08	36.08	1407	1.44	170	2.45	7.22	3.61	13.27	100.00	7.00	200-S8	0.182	0.009	3.75	97.47	0.140	2.620	0.045	24.3%	4.66	1.86		
74		20A	20B							0.52	36.08	36.08	1407	1.44	170	2.45	7.22	3.61	13.27	100.00	6.30	200-S8	0.182	0.009	3.55	92.47	0.140	2.524	0.047	25.6%	4.43	1.72		
75		20B	20C							0.52	36.08	36.08	1407	1.44	170	2.45	7.22	3.61	13.27	93.94	3.00	200-S8	0.182	0.009	2.45	63.81	0.210	1.936	0.056	31.0%	3.06	0.96		
76																																		
77																																		
78																																		
79																																		
80																																		
81																																		
82																																		
83																																		
84																																		
85																																		
86																																		
87																																		
88																																		
89																																		
90																																		
91																																		
92																																		
93																																		
94																																		
95																																		
96																																		
97																																		
98																																		
99																																		
100																																		

Fuente: Autores, 2019

Figura 14: Perfil hidráulico

CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO - RAS 2017 - RESOL 0330																														
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE NUEVO COLON NUJIA: 1. Por favor utilice unicamente las casillas que se encuentran en color ROJO. 2. Por favor indique si diseña con la cota clave o de batea DISEÑO: MÓNICA RIVERA - AIDA FABRA Diseño por cota: Batea																														
Volver al menú																														
PERFIL HIDRAULICO																														
Inicio	Tramo	Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		V _{2g}	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO				Cota Clave sucedida						
			Super	Infer	Super	Infer		Super	Infer		Super	Infer				r/c/d	HC	0.2 D H _v	Hp	Yc	0.319Qd / q ^{2.5}	Hc	He		K	Hw	Super			
10	1	3B 2A	3.97	849.31	845.34	850.32	846.55		1.01	1.21		849.12	845.15	0.06	0.08	3.80	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			
11		2A 6	4.28	845.34	841.06	846.55	842.32		1.21	1.26		845.15	840.87	0.07	0.09	4.25	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			845.31
12	1	6A 6	8.20	849.27	841.07	850.28	842.32		1.01	1.25		849.08	840.88	0.12	0.13	9.02	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			841.02
13		6 8	17.85	841.06	823.20	842.32	824.34		1.26	1.14	1	840.87	823.01	0.18	0.20	17.83	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			841.03
14	1	8A 8	0.67	821.38	820.71	822.39	824.34		1.01	3.63		821.19	820.52	0.02	0.05	-2.19	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			823.16
15		8 13	0.60	820.71	820.11	824.34	821.62		3.63	1.51	1	820.52	819.92	0.02	0.05	2.70						0.03	0.038	0.05	0.00					820.69
16																														819.96
17		13 13B	9.77	820.11	810.34	821.62	811.44		1.51	1.10	1	819.92	810.15	0.20	0.22	18.75	3					0.04	0.040	0.05	0.00	12	0.06			
18		13B 14B	2.11	810.34	808.22	811.44	809.44		1.10	1.22		810.15	808.03	0.08	0.10	4.26	3					0.04	0.041	0.05	0.00	12	0.06			810.29
19	1	14C 14B	3.31	811.32	808.01	812.33	809.44		1.01	1.43		811.13	807.82	0.05	0.07	2.62	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			808.19
20		14B 15B	6.06	808.01	801.95	809.44	803.24		1.43	1.29	1	807.82	801.76	0.11	0.13	6.14	3					0.04	0.054	0.06	0.00	12	0.07			807.97
21	1	15C 15B	1.62	803.65	802.03	804.66	803.24		1.01	1.21		803.46	801.84	0.03	0.06	1.40	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			801.90
22		15B 16B	14.78	801.95	787.17	803.24	788.63		1.29	1.46	1	801.76	786.98	0.25	0.26	14.83	3					0.05	0.067	0.06	0.00	12	0.08			802.00
23	1	16C 16B	1.79	788.87	787.08	789.88	788.63		1.01	1.55		788.68	786.89	0.04	0.06	1.40	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			787.11
24		16B 17B	7.31	787.08	779.78	788.63	781.16		1.55	1.38	1	786.89	779.58	0.16	0.19	7.41	3					0.05	0.079	0.07	0.00	12	0.08			787.05
25	1	17C 17B	2.47	782.41	779.94	783.42	781.16		1.01	1.22		782.22	779.75	0.06	0.07	2.93	3					0.03	0.034	0.04	0.00	12	0.05			779.72
26		17B 18B	6.99	779.78	772.78	781.16	774.16		1.38	1.38	1	779.58	772.59	0.17	0.20	7.01	3					0.05	0.091	0.07	0.00	12	0.09			779.91

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
28	1	18C	18B	3,35	776,11	772,76	777,12	774,16		1,01	1,40		775,92	772,57	0,07	0,09	3,97	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	772,72
29		18B	19B	11,17	772,76	761,59	774,16	762,83		1,40	1,24	1	772,57	761,40	0,26	0,28	11,37	3				0,06	0,102	0,08	0,00	1,2	0,09	772,72
30	1	19C	19B	5,79	767,36	761,57	768,37	762,83		1,01	1,26		767,17	761,38	0,11	0,12	8,14	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	761,52
31		19B	19	3,65	761,57	757,93	762,83	759,13		1,26	1,20	1	761,38	757,74	0,13	0,16	3,95	3				0,06	0,125	0,09	0,00	1,2	0,11	761,54
32	1	3A	3	14,44	867,59	853,15	868,60	854,43		1,01	1,28		867,40	852,96	0,16	0,17	13,74					0,03	0,034	0,04	0,00			757,86
33																												
34		3	1	4,46	853,15	848,69	854,43	849,95		1,28	1,26	1	852,96	848,50	0,07	0,09	4,52	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
35																												848,65
36		1	4	9,17	849,69	839,52	849,95	840,70		1,26	1,18	1	849,50	839,33	0,12	0,13	9,28	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	
37	1	6	4	1,86	841,31	839,45	842,32	840,70		1,01	1,25	1	841,12	839,26	0,04	0,06	1,57	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	839,48
38		4	7	12,11	839,45	827,34	840,70	828,61		1,25	1,27	1	839,26	827,15	0,16	0,18	11,98					0,04	0,043	0,05	0,00			839,42
39																												827,18
40		7	10	10,58	827,34	816,76	828,61	817,97		1,27	1,21	1	827,15	816,57	0,16	0,17	10,56	3				0,04	0,048	0,05	0,00	1,2	0,06	
41	1	13	10	3,95	820,61	816,66	821,62	817,97		1,01	1,31	1	820,42	816,47	0,06	0,08	3,51	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	816,71
42		10	10A	7,88	816,66	808,78	817,97	810,12		1,31	1,34	1	816,47	808,59	0,21	0,22	13,95	3				0,04	0,054	0,06	0,00	1,2	0,07	816,62
43	1	13B	10A	1,76	810,43	808,67	811,44	810,12		1,01	1,45	1	810,24	808,48	0,04	0,06	1,28	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	808,73
44		10A	14	4,17	808,67	804,51	810,12	805,77		1,45	1,26	1	808,48	804,31	0,16	0,18	9,71	3				0,04	0,058	0,06	0,00	1,2	0,07	808,64
45	1	14B	14D	3,62	808,43	804,81	809,44	806,17		1,01	1,36	1	808,24	804,62	0,10	0,11	6,32	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	804,45
46		14D	14	0,42	804,81	804,39	806,17	805,77		1,36	1,38		804,62	804,20	0,02	0,05	0,77	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	804,77
47		14	15	9,37	804,39	796,02	806,77	796,22		1,38	1,20	1	804,20	794,82	0,18	0,20	9,68	3				0,05	0,065	0,06	0,00	1,2	0,07	804,36
48	1	3	3C	1,32	853,42	852,10	854,43	853,47		1,01	1,37	1	853,23	851,91	0,03	0,05	0,94	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	794,96
49		3C	2	3,96	852,07	848,11	853,47	849,41		1,40	1,30		851,88	847,92	0,06	0,08	4,10	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	852,07
50	1	1	2	0,82	849,94	848,12	849,95	849,41		1,01	1,29	1	849,75	847,93	0,02	0,05	0,83	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	848,07
51		2	5	10,12	848,11	837,99	849,41	839,43		1,30	1,44	1	847,92	837,79	0,12	0,14	9,86	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	848,10
52	1	4	5	1,53	839,69	838,16	840,70	839,43		1,01	1,27	1	839,50	837,97	0,03	0,06	1,25	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	837,95
53		5	9	11,94	837,99	826,04	839,43	827,39		1,44	1,35	1	837,79	825,85	0,17	0,19	12,10	3				0,04	0,047	0,05	0,00	1,2	0,06	838,13
54	1	7	9	1,53	827,60	826,07	828,61	827,39		1,01	1,32	1	827,41	825,88	0,03	0,06	1,20	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	826,00
55		9	11	10,85	826,04	815,20	827,39	816,59		1,35	1,39	1	825,85	815,01	0,18	0,20	10,75	3				0,04	0,060	0,06	0,00	1,2	0,07	826,04
56	1	10	11	1,68	816,96	815,28	817,97	816,59		1,01	1,31	1	816,77	815,09	0,03	0,06	1,36	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	815,15
57		11	14A	13,65	815,20	801,55	816,59	802,78		1,39	1,23	1	815,01	801,36	0,24	0,26	13,66	3				0,05	0,073	0,07	0,00	1,2	0,08	815,25
58	1	14	14A	3,31	804,76	801,45	805,77	802,78		1,01	1,33	1	804,57	801,26	0,06	0,07	2,94	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	801,49
59		14A	15A	2,21	801,45	799,24	802,78	800,43		1,33	1,19	1	801,26	799,05	0,07	0,11	2,39	3				0,05	0,085	0,07	0,00	1,2	0,09	801,42
60		15A	15	4,26	799,20	794,94	800,43	796,22		1,23	1,28		799,01	794,74	0,12	0,15	4,15	3				0,05	0,089	0,07	0,00	1,2	0,09	799,18
61		15	16	8,58	794,94	786,36	796,22	787,50		1,28	1,14	1	794,74	786,16	0,27	0,31	8,64	3				0,07	0,156	0,10	0,00	1,2	0,12	794,88

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
62	1	16B	16	1,56	787,62	786,06	788,63	787,50		1,01	1,44	1	787,43	785,87	0,03	0,06	1,09	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	786,27	
63		16	17	9,19	786,06	776,67	787,50	778,20		1,44	1,33	1	785,87	776,67	0,30	0,33	9,31	3				0,07	0,165	0,10	0,00	1,2	0,12	786,03	
64	1	17B	17	3,35	790,15	776,80	781,16	778,20		1,01	1,40	1	779,96	776,61	0,06	0,07	2,83	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	776,77	
65		17	18	8,80	776,80	768,00	778,20	769,25		1,40	1,25	1	776,61	767,81	0,30	0,33	8,95	3				0,08	0,174	0,10	0,00	1,2	0,13	776,77	
66	1	18B	18	5,21	773,15	767,94	774,16	769,25		1,01	1,31	1	772,96	767,75	0,08	0,09	4,71	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05	767,91	
67		18	19	9,67	767,94	758,26	769,25	759,13		1,31	0,87	1	767,75	758,07	0,33	0,36	10,15	3				0,08	0,178	0,11	0,00	1,2	0,13	767,90	
68		19	20	11,25	758,11	746,85	759,13	747,66		1,02	0,81	1	757,91	746,66	0,48	0,52	11,01	3				0,10	0,300	0,14	0,00	1,2	0,18	758,17	
69		20	20A	7,00	746,85	739,85	747,66	740,34		0,81	0,49		746,66	739,66	0,35	0,40	7,32	3				0,10	0,300	0,14	0,00	1,2	0,18	746,72	
70		20A	20B	6,30	739,85	733,55	740,34	734,03		0,49	0,48		739,66	733,36	0,32	0,37	6,31	3				0,10	0,300	0,14	0,00	1,2	0,18	739,72	
71		20B	20C	3,00	733,55	730,55	734,03	730,27		0,48	-0,28		733,36	730,36	0,19	0,25	3,76					0,10	0,300	0,14	0,00			733,42	
72																												730,43	
73																													
74																													
75																													
76																													
77																													
78																													
79																													
80																													
81																													
82																													
83																													
84																													
85																													
86																													
87																													
88																													
89																													
90																													
91																													
92																													
93																													
94																													
95																													

Fuente: Autores, 2019

Figura 15: Diseño y revisión de cimentación de tuberías PVC

CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO - RAS 2017 - RESOL 0330

1																						
2	PROYECTO:		Tipo de Relleno a utilizar:										Tipo de carga de tráfico:			Material de cimentación:		Grado de Compactación:				
3			Material granular sin cohesión 1										1 Camión H20 1			Roca Partida 1		Suelto 1				
4	NOTA: POR FAVOR UTILICE UNICAMENTE LAS CASILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN COLOR ROJO.		Arena y suelo de cobertura ligeramente húmedo 2										2 Camiones H20 2			GW,GP,SW,SP 2		<85% 2				
5			Suelo de cobertura saturado 3										Autopista 3			GM,GC,SM,SC 3		85%-95% 3				
6			Arcilla saturada 4										Via férrea 4			ML,ML-CL,CL 4		>95% 4				
7	DISEÑO:		Arcilla ligeramente húmeda 5										Aeropuerto 5									
8			Arena húmeda 6										Peatonal 6									
9	Volver al menú		Arena común ligeramente húmeda 7																			
10			Arena seca 8																			
11																						
12	DISEÑO Y REVISION DE CIMENTACION DE TUBERIAS PVC																					
13																						
14	Tramo		Diam	D Exterior	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	Cl	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Critico kg/m ²	DL	K	Rigidez	E'	Deflexión %<7,5	Cimentación		
15	De	A	Nom mm,"	Bd m	Bc m	Rell. H m											P kg/m ²			kg/m ³	kg/m ³	kg/m ²
16																						
17						1,01	1616	1602		0,080	580	2.900	4.516									
18	3B	2A	200-S8	0,6	0,20	1,11	1775	1602	1	0,068	493	2.466	4.240	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3	
19						1,21	1933	1602		0,058	424	2.119	4.052									
20						1,21	1938	1602		0,058	422	2.110	4.048									
21	2A	6	200-S8	0,6	0,20	1,24	1981	1602	1	0,056	406	2.028	4.009	4.048	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3	
22						1,26	2024	1602		0,054	390	1.950	3.975									
<p>Menu Pluvial Sanitario perfil cimentación cant obra-datos cant obra-tramos cant obra-Total cant tubería Total Formulas PVC</p>																						

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
23						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
24	6A	6	200-S8	0,6	0,20	1,13	1811	2	1602	1	0,066	476	2.378	4.190	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
25						1,25	2007		1602		0,055	396	1.982	3.989								
26						1,26	2024		1602		0,054	390	1.950	3.975								
27	6	6	200-S8	0,6	0,20	1,20	1922	2	1602	1	0,059	428	2.141	4.063	4.179	1,00	0,10	57	2000	0,46	2	3
28						1,14	1820		1602		0,065	472	2.359	4.179								
29						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
30	6A	6	200-S8	0,6	0,20	2,32	3713	2	1602	1	0,017	125	623	4.337	6.070	1,00	0,10	57	2000	0,66	2	3
31						3,63	5810		1602		0,007	52	260	6.070								
32						3,63	5810		1602		0,007	52	260	6.070								
33	6	13	200-S8	0,6	0,20	2,57	4115	2	1602	1	0,014	102	511	4.626	6.070	1,00	0,10	57	2000	0,66	2	3
34						1,51	2420		1602		0,039	281	1.406	3.827								
35																						
36																					2	3
37																						
38						1,51	2420		1602		0,039	281	1.406	3.827								
39	13	13B	200-S8	0,6	0,20	1,31	2092	2	1602	1	0,051	368	1.838	3.930	4.256	1,00	0,10	57	2000	0,46	2	3
40						1,10	1764		1602		0,069	498	2.492	4.256								
41						1,10	1764		1602		0,069	498	2.492	4.256								
42	13B	14B	200-S8	0,6	0,20	1,16	1855	2	1602	1	0,063	456	2.280	4.135	4.256	1,00	0,10	57	2000	0,46	2	3
43						1,22	1947		1602		0,058	418	2.092	4.039								
44						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
45	14C	14B	200-S8	0,6	0,20	1,22	1955	2	1602	1	0,057	415	2.076	4.031	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
46						1,43	2294		1602		0,043	310	1.552	3.847								
47						1,43	2294		1602		0,043	310	1.552	3.847								
48	14B	15B	200-S8	0,6	0,20	1,36	2183	2	1602	1	0,047	340	1.701	3.884	3.943	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
49						1,29	2071		1602		0,052	374	1.872	3.943								

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
50						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
51	15C	15B	200-58	0,6	0,20	1,11	1776	2	1602	1	0,068	493	2.464	4.239	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
52						1,21	1935		1602		0,058	423	2.116	4.051								
53						1,29	2071		1602		0,052	374	1.872	3.943								
54	15B	16B	200-58	0,6	0,20	1,38	2206	2	1602	1	0,046	334	1.669	3.875	3.943	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
55						1,46	2340		1602		0,041	299	1.497	3.837								
56						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
57	16C	16B	200-58	0,6	0,20	1,28	2049	2	1602	1	0,053	382	1.909	3.958	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
58						1,55	2481		1602		0,037	269	1.343	3.824								
59						1,55	2481		1602		0,037	269	1.343	3.824								
60	16B	17B	200-58	0,6	0,20	1,47	2349	2	1602	1	0,041	297	1.486	3.835	3.870	1,00	0,10	57	2000	0,42	2	3
61						1,38	2218		1602		0,046	330	1.652	3.870								
62						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
63	17C	17B	200-58	0,6	0,20	1,11	1783	2	1602	1	0,067	489	2.445	4.228	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
64						1,22	1950		1602		0,057	417	2.086	4.036								
65						1,38	2218		1602		0,046	330	1.652	3.870								
66	17B	18B	200-58	0,6	0,20	1,38	2213	2	1602	1	0,046	332	1.659	3.872	3.874	1,00	0,10	57	2000	0,42	2	3
67						1,38	2208		1602		0,046	333	1.666	3.874								
68						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
69	18C	18B	200-58	0,6	0,20	1,21	1931	2	1602	1	0,059	425	2.123	4.054	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
70						1,40	2246		1602		0,044	323	1.615	3.861								
71						1,40	2246		1602		0,044	323	1.615	3.861								
72	18B	19B	200-58	0,6	0,20	1,32	2114	2	1602	1	0,050	361	1.804	3.917	4.008	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3
73						1,24	1982		1602		0,056	405	2.026	4.008								
74						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
75	19C	19B	200-58	0,6	0,20	1,13	1815	2	1602	1	0,065	474	2.371	4.185	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
76						1,26	2013		1602		0,054	394	1.970	3.983								
77						1,26	2013		1602		0,054	394	1.970	3.983								
78	19B	19	200-58	0,6	0,20	1,23	1971	2	1602	1	0,056	409	2.047	4.018	4.057	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3

Menu | Pluvial | Sanitario | perfil **cimentación** | cant obra-datos | cant obra-tramos | cant obra-Total | cant tubería Total | Formulas PVC | ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
79						1,20	1928		1602		0,053	426	2.129	4.057								
80						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
81	3A	3	200-S8	0,6	0,20	1,14	1833	2	1602	1	0,064	466	2.328	4.162	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
82						1,28	2051		1602		0,053	381	1.906	3.956								
83																						
84																						
85																						
86						1,28	2051		1602		0,053	381	1.906	3.956								
87	3	1	200-S8	0,6	0,20	1,27	2038	2	1602	1	0,053	386	1.928	3.965	3.975	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
88						1,26	2025		1602		0,054	390	1.950	3.975								
89								2		1												
90			200-S8	0,6	0,20													57			2	3
91																						
92						1,26	2025		1602		0,054	390	1.950	3.975								
93	1	4	200-S8	0,6	0,20	1,22	1958	2	1602	1	0,057	414	2.072	4.030	4.096	1,00	0,10	57	2000	0,45	2	3
94						1,18	1890		1602		0,061	441	2.205	4.096								
95						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
96	6	4	200-S8	0,6	0,20	1,13	1810	2	1602	1	0,066	476	2.382	4.192	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
97						1,25	2003		1602		0,055	398	1.988	3.991								
98						1,25	2003		1602		0,055	398	1.988	3.991								
99	4	7	200-S8	0,6	0,20	1,26	2017	2	1602	1	0,054	393	1.964	3.981	3.991	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
100						1,27	2030		1602		0,053	388	1.940	3.971								
101																						
102																						
103																						
104						1,27	2030		1602		0,053	388	1.940	3.971								
105	7	10	200-S8	0,6	0,20	1,24	1984	2	1602	1	0,056	405	2.023	4.007	4.048	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3
106						1,21	1937		1602		0,058	422	2.111	4.048								
107						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
107						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
108	13	10	200-S8	0,6	0,20	1,16	1860	2	1602	1	0,063	454	2.271	4.130	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
109						1,31	2103		1602		0,050	364	1.821	3.924								
110						1,31	2103		1602		0,050	364	1.821	3.924								
111	10	10A	200-S8	0,6	0,20	1,33	2125	2	1602	1	0,049	357	1.787	3.912	3.924	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
112						1,34	2147		1602		0,048	351	1.753	3.900								
113						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
114	13B	10A	200-S8	0,6	0,20	1,23	1966	2	1602	1	0,057	411	2.055	4.022	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
115						1,45	2316		1602		0,042	305	1.525	3.842								
116						1,45	2316		1602		0,042	305	1.525	3.842								
117	10A	14	200-S8	0,6	0,20	1,36	2171	2	1602	1	0,047	344	1.718	3.889	3.974	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
118						1,26	2025		1602		0,054	390	1.949	3.974								
119						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
120	14B	14D	200-S8	0,6	0,20	1,19	1899	2	1602	1	0,060	437	2.187	4.086	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
121						1,36	2182		1602		0,047	340	1.702	3.884								
122						1,36	2182		1602		0,047	340	1.702	3.884								
123	14D	14	200-S8	0,6	0,20	1,37	2197	2	1602	1	0,046	336	1.682	3.878	3.884	1,00	0,10	57	2000	0,42	2	3
124						1,38	2211		1602		0,046	332	1.662	3.873								
125						1,38	2211		1602		0,046	332	1.662	3.873								
126	14	15	200-S8	0,6	0,20	1,29	2070	2	1602	1	0,052	375	1.873	3.943	4.055	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3
127						1,20	1930		1602		0,059	425	2.125	4.055								
128						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
129	13	3C	200-S8	0,6	0,20	1,19	1908	2	1602	1	0,060	434	2.170	4.078	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
130						1,37	2199		1602		0,046	336	1.679	3.877								
131						1,40	2246		1602		0,044	323	1.614	3.860								
132	13C	2	200-S8	0,6	0,20	1,35	2166	2	1602	1	0,048	345	1.725	3.891	3.934	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
133						1,30	2086		1602		0,051	369	1.847	3.934								
134						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
135	1	2	200-S8	0,6	0,20	1,15	1838	2	1602	1	0,064	464	2.319	4.157	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3

Menu	Pluvial	Sanitario	perfil	cimentación	cant obra-datos	cant obra-tramos	cant obra-Total	cant tuberia Total	Formulas PVC	/ ... +	:	◀
------	---------	-----------	--------	--------------------	-----------------	------------------	-----------------	--------------------	--------------	---------	---	---

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
136						129	2059		1602		0,052	378	1892	3.951								
137						130	2086		1602		0,051	369	1847	3.934								
138	2	5	200-S8	0,6	0,20	137	2200	2	1602	1	0,046	335	1677	3.877	3.934	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
139						144	2314		1602		0,042	306	1529	3.842								
140						101	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
141	4	5	200-S8	0,6	0,20	114	1823	2	1602	1	0,065	470	2.352	4.175	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
142						127	2029		1602		0,054	388	1942	3.972								
143						144	2314		1602		0,042	306	1529	3.842								
144	5	9	200-S8	0,6	0,20	140	2236	2	1602	1	0,045	326	1628	3.864	3.895	1,00	0,10	57	2000	0,42	2	3
145						135	2157		1602		0,048	348	1738	3.895								
146						101	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
147	7	9	200-S8	0,6	0,20	116	1862	2	1602	1	0,062	453	2.265	4.127	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
148						132	2108		1602		0,050	363	1813	3.921								
149						135	2157		1602		0,048	348	1738	3.895								
150	9	11	200-S8	0,6	0,20	137	2194	2	1602	1	0,046	337	1686	3.879	3.895	1,00	0,10	57	2000	0,42	2	3
151						139	2230		1602		0,045	327	1636	3.866								
152						101	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
153	10	11	200-S8	0,6	0,20	116	1857	2	1602	1	0,063	455	2.276	4.133	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
154						131	2097		1602		0,050	366	1830	3.927								
155						139	2230		1602		0,045	327	1636	3.866								
156	11	14A	200-S8	0,6	0,20	131	2101	2	1602	1	0,050	365	1824	3.925	4.017	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3
157						123	1971		1602		0,056	409	2.046	4.017								
158						101	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
159	14	14A	200-S8	0,6	0,20	117	1872	2	1602	1	0,062	449	2.244	4.116	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
160						133	2127		1602		0,049	357	1783	3.910								
161						133	2127		1602		0,049	357	1783	3.910								
162	14A	15A	200-S8	0,6	0,20	126	2018	2	1602	1	0,054	392	1.961	3.980	4.076	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3
163						119	1909		1602		0,060	433	2.167	4.076								
164						123	1975		1602		0,056	408	2.040	4.014								

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
165	15A	15	200-S8	0,6	0,20	1,26	2016	2	1602	1	0,054	393	1.965	3.981	4.014	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3
166						1,28	2057		1602		0,052	379	1.895	3.952								
167						1,28	2057		1602		0,052	379	1.895	3.952								
168	15	16	200-S8	0,6	0,20	1,21	1946	2	1602	1	0,058	419	2.095	4.041	4.161	1,00	0,10	57	2000	0,45	2	3
169						1,14	1834		1602		0,064	465	2.327	4.161								
170						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
171	16B	16	200-S8	0,6	0,20	1,22	1962	2	1602	1	0,057	413	2.063	4.025	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
172						1,44	2308		1602		0,042	307	1.535	3.844								
173						1,44	2308		1602		0,042	307	1.535	3.844								
174	16	17	200-S8	0,6	0,20	1,39	2223	2	1602	1	0,045	329	1.645	3.868	3.905	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3
175						1,33	2138		1602		0,049	353	1.767	3.905								
176						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
177	17B	17	200-S8	0,6	0,20	1,20	1928	2	1602	1	0,059	426	2.129	4.057	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
178						1,40	2239		1602		0,045	325	1.623	3.863								
179						1,40	2239		1602		0,045	325	1.623	3.863								
180	17	18	200-S8	0,6	0,20	1,32	2117	2	1602	1	0,050	360	1.799	3.916	3.998	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3
181						1,25	1995		1602		0,055	401	2.003	3.998								
182						1,01	1616		1602		0,080	580	2.900	4.516								
183	18B	18	200-S8	0,6	0,20	1,16	1858	2	1602	1	0,063	455	2.274	4.132	4.516	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3
184						1,31	2099		1602		0,050	365	1.826	3.926								
185						1,31	2099		1602		0,050	365	1.826	3.926								
186	18	19	200-S8	0,6	0,20	1,09	1743	2	1602	1	0,070	509	2.545	4.288	5.702	1,00	0,10	57	2000	0,62	2	3
187						0,87	1386		1602		0,103	863	4.316	5.702								
188						1,02	1641		1602		0,078	565	2.826	4.467								
189	19	20	200-S8	0,6	0,20	0,92	1467	2	1602	1	0,094	785	3.927	5.395	6.118	1,00	0,10	57	2000	0,67	2	3
190						0,81	1294		1602		0,116	965	4.824	6.118								
191						0,81	1294		1602		0,116	965	4.824	6.118								
192	20	20A	200-S8	0,6	0,20	0,65	1038	2	1602	1	0,162	1.590	7.950	8.988	12.526	1,00	0,10	57	2000	1,36	2	3
193						0,49	782		1602		0,240	2.343	11.745	12.526								

Menu Pluvial Sanitario perfil **cimentación** cant obra-datos cant obra-tramos cant obra-Total cant tubería Total Formulas PVC / ... (+) :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
194						0,49	782				0,240	2.349	11.745	12.526								
195	20A	20B	200-S8	0,6	0,20	0,48	774	2	1602	1	0,243	2.380	11.900	12.674	12.824	1,00	0,10	57	2000	1,40	2	3
196						0,48	765		1602		0,246	2.412	12.059	12.824								
197						0,48	765		1602		0,246	2.412	12.059	12.824								
198	20B	20C	200-S8	0,6	0,20	0,10	155	2	1602	1	0,904	8.856	44.282	44.437	44.437	1,00	0,10	57	2000	4,84	2	3
199						-0,28			1602													
200																						
201																						
202																						
203																						
204																						
205																						
206																						
207																						
208																						
209																						
210																						
211																						
212																						
213																						
214																						
215																						
216																						
217																						
218																						
219																						
220																						
221																						
222																						

Fuente: Autores, 2019

CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO - RAS 2017 - RESOL 0330

PROYECTO: **DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE NUEVO COLON**

DISEÑO: **MÓNICA RIVERA - AIDA FABRA**

Volver al menú

CANTIDADES DE OBRA - DATOS

Tramo		Long m	Diam Nom mm,"	D Exterior Bc m	Bd m	Cota Terreno		Cota Clave		Recubrimiento		Diam Ext Cámara		Long real tubería m	Volumen tubería m ³	Altura relleno final m	Entibado			
De	A					Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf				Di+2e	Di+2e	Bd ₁ =Bd+0.2 m	Volumen Exc m ³
																	Continuo	Alternado		
14	3B	2A	99,19	200-S8	0,20	0,60	850,32	846,55	849,31	845,34	1,01	1,21	1,2	1,2	98,07	3,08	0,96			
15	2A	6	99,63	200-S8	0,20	0,60	846,55	842,32	845,34	841,06	1,21	1,26	1,2	1,2	98,52	3,10	1,09			
16	6A	6	88,21	200-S8	0,20	0,60	850,28	842,32	849,27	841,07	1,01	1,25	1,2	1,2	87,39	2,75	0,98			
17	6	8	100,86	200-S8	0,20	0,60	842,32	824,34	841,06	823,20	1,26	1,14	1,2	1,2	101,23	3,18	1,05			
18	8A	8	89,04	200-S8	0,20	0,60	822,39	824,34	821,38	820,71	1,01	3,63	1,2	1,2	87,84	2,76	2,17			
19	8	13	100,66	200-S8	0,20	0,60	824,34	821,62	820,71	820,11	3,63	1,51	1,2	1,2	99,46	3,12	2,42			
20																				
21	13	13B	54,28	200-S8	0,20	0,60	821,62	811,44	820,11	810,34	1,51	1,10	1,2	1,2	53,95	1,69	1,16			
22	13B	14B	46,98	200-S8	0,20	0,60	811,44	809,44	810,34	808,22	1,10	1,22	1,2	1,2	45,83	1,44	1,01			
23	14C	14B	110,44	200-S8	0,20	0,60	812,33	809,44	811,32	808,01	1,01	1,43	1,2	1,2	109,29	3,43	1,07			

Figura 16: Cantidad de obra

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
51	3	3C	101,81	200-S8	0,20	0,60	854,43	853,47	853,42	852,10	1,01	1,37	1,2	1,2	100,62	3,16	1,04				
52	3C	2	99,00	200-S8	0,20	0,60	853,47	849,41	852,07	848,11	1,40	1,30	1,2	1,2	97,88	3,07	1,20				
53	1	2	102,01	200-S8	0,20	0,60	849,95	849,41	848,94	848,12	1,01	1,29	1,2	1,2	100,81	3,17	1,00				
54	2	5	101,22	200-S8	0,20	0,60	849,41	839,43	848,11	837,99	1,30	1,44	1,2	1,2	100,52	3,16	1,22				
55	4	5	101,84	200-S8	0,20	0,60	840,70	839,43	839,69	838,16	1,01	1,27	1,2	1,2	100,65	3,16	0,99				
56	5	9	99,52	200-S8	0,20	0,60	839,43	827,39	837,99	826,04	1,44	1,35	1,2	1,2	99,03	3,11	1,25				
57	7	9	101,79	200-S8	0,20	0,60	828,61	827,39	827,60	826,07	1,01	1,32	1,2	1,2	100,60	3,16	1,01				
58	9	11	100,42	200-S8	0,20	0,60	827,39	816,59	826,04	815,20	1,35	1,39	1,2	1,2	99,80	3,14	1,22				
59	10	11	101,83	200-S8	0,20	0,60	817,97	816,59	816,96	815,28	1,01	1,31	1,2	1,2	100,64	3,16	1,01				
60	11	14A	101,10	200-S8	0,20	0,60	816,59	802,78	815,20	801,55	1,39	1,23	1,2	1,2	100,82	3,17	1,16				
61	14	14A	101,81	200-S8	0,20	0,60	805,77	802,78	804,76	801,45	1,01	1,33	1,2	1,2	100,66	3,16	1,02				
62	14A	15A	98,40	200-S8	0,20	0,60	802,78	800,43	801,45	799,24	1,33	1,19	1,2	1,2	97,22	3,05	1,11				
63	15A	15	101,46	200-S8	0,20	0,60	800,43	796,22	799,20	794,94	1,23	1,28	1,2	1,2	100,35	3,15	1,11				
64	15	16	100,95	200-S8	0,20	0,60	796,22	787,50	794,94	786,36	1,28	1,14	1,2	1,2	100,11	3,15	1,06				
65	16B	16	104,13	200-S8	0,20	0,60	788,63	787,50	787,62	786,06	1,01	1,44	1,2	1,2	102,94	3,23	1,07				
66	16	17	99,93	200-S8	0,20	0,60	787,50	778,20	786,06	776,87	1,44	1,33	1,2	1,2	99,15	3,11	1,24				
67	17B	17	104,65	200-S8	0,20	0,60	781,16	778,20	780,15	776,80	1,01	1,40	1,2	1,2	103,50	3,25	1,05				
68	17	18	99,97	200-S8	0,20	0,60	778,20	769,25	776,80	768,00	1,40	1,25	1,2	1,2	99,16	3,12	1,17				
69	18B	18	104,23	200-S8	0,20	0,60	774,16	769,25	773,15	767,94	1,01	1,31	1,2	1,2	103,16	3,24	1,01				
70	18	19	99,74	200-S8	0,20	0,60	769,25	759,13	767,94	758,26	1,31	0,87	1,2	1,2	99,01	3,11	0,94				
71	19	20	104,20	200-S8	0,20	0,60	759,13	747,66	758,11	746,85	1,02	0,81	1,2	1,2	103,61	3,25	0,77				
72	20	20A	100,00	200-S8	0,20	0,60	747,66	740,34	746,85	739,85	0,81	0,49	1,2	1,2	99,04	3,11	0,50				
73	20A	20B	100,00	200-S8	0,20	0,60	740,34	734,03	739,85	733,55	0,49	0,48	1,2	1,2	99,00	3,11	0,33				
74	20B	20C	99,94	200-S8	0,20	0,60	734,03	730,27	733,55	730,55	0,48	-0,28	1,2	1,2	98,78	3,10	-0,05				
75																					
76																					
77																					

Fuente: Autores, 2019

Figura 17: Cantidad de obra por tramo

Tramo		Tipo de rasante	Tipo de cimentación	Cámara				Excavación		Relleno													
De	A			Cilindro		Cantidad	Cámaras	Tubería	Tubería														
				Longitud	Area interna				Cimentación				Relleno inicial			Relleno final							
				e=0,15	m ²	1,20	1,50	2,00	m ³	m ³	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	St
14	3B	2A	2	1,21	4,56	1			2,58	85,78				13,17									
15	2A	6	2	1,41	5,31	1			2,93	93,79				13,23									
16	6A	6	2	1,21	4,56	1			2,58	77,64				11,74									
17	6	8	2	1,46	5,52	1			3,03	94,13				13,59									
18	8A	8	2	1,21	4,56	1			2,58	140,61				11,80									
19	8	13	2	3,83	14,43	1			7,20	174,18				13,36									
20			2																				
21	13	13B	2	1,71	6,45	1			3,46	53,61				7,25									
22	13B	14B	2	1,30	4,91	1			2,74	41,47				6,15									
23	14C	14B	2	1,21	4,56	1			2,58	102,99				14,68									

24	14B	15B	2	1,63	6,15	1	3,33	102,74	13,43
25	15C	15B	2	1,21	4,56	1	2,58	87,49	13,43
26	15B	16B	2	1,49	5,63	1	3,08	101,97	13,22
27	16C	16B	2	1,21	4,56	1	2,58	86,29	11,86
28	16B	17B	2	1,75	6,59	1	3,53	108,81	13,41
29	17C	17B	2	1,21	4,56	1	2,58	66,71	10,20
30	17B	18B	2	1,58	5,97	1	3,24	102,79	13,29
31	18C	18B	2	1,21	4,56	1	2,58	68,49	9,86
32	18B	19B	2	1,60	6,04	1	3,27	99,29	13,31
33	19C	19B	2	1,21	4,56	1	2,58	59,73	9,02
34	19B	19	2	1,46	5,49	1	3,02	97,71	13,84
35	3A	3	2	1,21	4,56	1	2,58	92,32	13,83
36									
37	3	1	2	1,48	5,58	1	3,06	95,47	13,17
38			2	0,20	0,75				
39	1	4	2	1,46	5,52	1	3,03	93,23	13,27
40	6	4	2	1,21	4,56			90,77	13,73
41	4	7	2	1,45	5,47	1	3,01	96,94	13,48
42									
43	7	10	2	1,47	5,53	1	3,03	95,43	13,45
44	13	10	2	1,21	4,56			93,29	13,82
45	10	10A	2	1,51	5,70	1	3,11	55,94	7,47
46	13B	10A	2	1,21	4,56			96,70	13,72
47	10A	14	2	1,65	6,21	1	3,35	44,82	5,88
48	14B	14D	2	1,21	4,56			46,70	6,81
49	14D	14	2	1,56	5,89	1	3,20	52,71	6,85
50	14	15	2	1,58	5,96	1	3,23	96,50	13,15
51	3	3C	2	1,21	4,56			93,02	13,51
52	3C	2	2	1,60	6,04	1	3,27	99,97	13,14

Figura 18: Cantidad de obra total

CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO - RAS 2017 - RESOL 0330															
PROYECTO DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE NUEYO COLON DISEÑO: MÓNICA RIVERA - AIDA FABRA <input type="button" value="Volver al menú"/>															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tipo de rasante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Pavimento</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Afirmado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Relleno</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Andén</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Zona Verde</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de rasante		1	Pavimento	2	Afirmado	3	Relleno	4	Andén	5	Zona Verde
Tipo de rasante															
1	Pavimento														
2	Afirmado														
3	Relleno														
4	Andén														
5	Zona Verde														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Material de cimentación y rell.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Roca Partida</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>GW,GP,SW,SP</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>GM,GC,SM,SC</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>ML,ML-CL,CL</td> </tr> </tbody> </table>		Material de cimentación y rell.		1	Roca Partida	2	GW,GP,SW,SP	3	GM,GC,SM,SC	4	ML,ML-CL,CL		
Material de cimentación y rell.															
1	Roca Partida														
2	GW,GP,SW,SP														
3	GM,GC,SM,SC														
4	ML,ML-CL,CL														
CANTIDADES DE OBRA - TOTALES															
Totales Cantidades de obra															
Actividad	Unidad	Cantidad													
Volumen de excavación tubería	m ³	5029,80													
Volumen de excavación estructuras	m ³	85,00													
Volumen relleno 4 o proveniente de excavación	m ³														
Volumen relleno 3	m ³														
Volumen relleno 2	m ³														
Volumen relleno 1	m ³														
Volumen relleno subbase	m ³														
Volumen relleno base	m ³														
Volumen relleno pavimento	m ³														
Volumen material retiro	m ³	5114,81													
Longitud cilindros	m	80,08													
Area interior cámaras	m ²	301,89													
No de Cámaras															
1,2	un	44,00													
1,5	un														
2,0	un														
Entibado															
Volumen de excavación	m ³														
Area entibado continuo	m ²														
Area entibado alternado	m ²														

Fuente: Autores, 2019

Figura 19: Cantidad de tubería

PAVCO **CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO - RAS 2017 - RESOL 0330** Mexichem
 SOLUCIONES INTEGRALES

PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE NUEVO COLON

DISEÑO: MÓNICA RIVERA - AIDA FABRA

[Volver al menú](#)

CANTIDADES DE TUBERÍA

CANTIDADES TRAMOS

De	A	Diam Nom mm,"	Long real	Material	Tubería	# Tubos
3B	2A	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,51 m
2A	6	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,96 m
6A	6	200-S8	88	PVC	NOVAFORT	14 tubos y 5,58 m
6	8	200-S8	102	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,78 m
8A	8	200-S8	88	PVC	NOVAFORT	15 tubos y 0,16 m
8	13	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,02 m
13	13B	200-S8	54	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 1,54 m

Actualizar Tabla

Tubería (Todas) -

CANTIDAD TOTAL

Suma de Long Material -

Diam Nom -

Menu Pluvial Sanitario perfil cimentación cant obra-datos cant obra-tramos cant obra-Total **cant tubería Total** For

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M	N	O	P	Q	R	S	T
23				13B	14B	200-S8	46	PVC	NOVAFDRT	7 tubos y 5,17 m								
24				14C	14B	200-S8	110	PVC	NOVAFDRT	18 tubos y 3,97 m								
25				14B	15B	200-S8	100	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 0,55 m								
26				15C	15B	200-S8	100	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 0,54 m								
27				15B	16B	200-S8	99	PVC	NOVAFDRT	16 tubos y 4,86 m								
28				16C	16B	200-S8	89	PVC	NOVAFDRT	15 tubos y 0,61 m								
29				16B	17B	200-S8	100	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 0,39 m								
30				17C	17B	200-S8	76	PVC	NOVAFDRT	13 tubos y 0,05 m								
31				17B	18B	200-S8	99	PVC	NOVAFDRT	16 tubos y 5,39 m								
32				18C	18B	200-S8	74	PVC	NOVAFDRT	12 tubos y 3,34 m								
33				18B	19B	200-S8	100	PVC	NOVAFDRT	16 tubos y 5,55 m								
34				19C	19B	200-S8	68	PVC	NOVAFDRT	11 tubos y 2,97 m								
35				19B	19	200-S8	104	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 3,62 m								
36				3A	3	200-S8	103	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 3,51 m								
37																		
38				3	1	200-S8	99	PVC	NOVAFDRT	16 tubos y 4,54 m								
39						200-S8		PVC	NOVAFDRT									
40				1	4	200-S8	99	PVC	NOVAFDRT	16 tubos y 5,29 m								
41				6	4	200-S8	103	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 2,79 m								
42				4	7	200-S8	101	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 0,97 m								
43																		
44				7	10	200-S8	101	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 0,69 m								
45				13	10	200-S8	103	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 3,47 m								
46				10	10A	200-S8	56	PVC	NOVAFDRT	9 tubos y 3,21 m								
47				13B	10A	200-S8	103	PVC	NOVAFDRT	17 tubos y 2,72 m								
48				10A	14	200-S8	44	PVC	NOVAFDRT	7 tubos y 3,16 m								
49				14B	14D	200-S8	51	PVC	NOVAFDRT	8 tubos y 4,15 m								
				Menu	Pluvial	Sanitario	perfil	cimentación	cant obra-datos	cant obra-tramos	cant obra-Total	cant tubería Total		Fo				

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M	N	O	P	Q	R	S	T
50				14D	14	200-S8	52	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 4,51 m								
51				14	15	200-S8	98	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,36 m								
52				3	3C	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,18 m								
53				3C	2	200-S8	98	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,32 m								
54				1	2	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,37 m								
55				2	5	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,08 m								
56				4	5	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,21 m								
57				5	9	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,47 m								
58				7	9	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,16 m								
59				9	11	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,36 m								
60				10	11	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,20 m								
61				11	14A	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,37 m								
62				14	14A	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,22 m								
63				14A	15A	200-S8	98	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 3,66 m								
64				15A	15	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,91 m								
65				15	16	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,67 m								
66				16B	16	200-S8	103	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,50 m								
67				16	17	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,59 m								
68				17B	17	200-S8	104	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 4,06 m								
69				17	18	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,59 m								
70				18B	18	200-S8	104	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,72 m								
71				18	19	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,44 m								
72				19	20	200-S8	104	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 4,16 m								
73				20	20A	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,48 m								
74				20A	20B	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,43 m								
75				20B	20C	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,22 m								
76																		

Menu |
 Pluvial |
 Sanitario |
 perfil |
 cimentación |
 cant obra-datos |
 cant obra-tramos |
 cant obra-Total |
 cant tubería Total |
 Fc

Fuente: Autores, 2019

6 CONCLUSIONES

Se diseñó la red de alcantarillado sanitario del corregimiento de Nuevo colon, jurisdicción del municipio de Pueblo Bello, Cesar.

Para el diseño del alcantarillado sanitario, se obtuvieron datos a partir de encuestas realizadas en el lugar, de donde se estimaron: población futura, densidad de población, caudales de aporte, caudal medio diario y caudal de diseño. Así mismo se calcularon los parámetros hidráulicos, a fin de comprar los valores calculados, con el Ras título D-2016 y la resolución 0330 de 2017.

Se diseñó un alcantarillado convencional, con todas las especificaciones técnicas exigidas según el Ras título D de 2016 y la resolución 0330 de 2017; de esta manera se propone un diseño de ingeniería óptimo, técnico y económico.

7 RECOMENDACIONES

Debido a la problemática evidenciada en la disposición inadecuada de las aguas residuales en la cabecera municipal del corregimiento de Nuevo Colon, se hace necesario ejecutar el diseño de la obra, para así mitigar los impactos ambientales y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Una vez ejecutada la obra, se recomienda realizar mantenimiento oportuno a las redes de alcantarillado, con el fin de minimizar problemas relacionados con la hidráulica en las tuberías.

Se recomienda usar tuberías en PVC, para facilitar la instalación de las mismas y evitar contaminación de aguas subterráneas.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, J. C., & Torrez, F. D. (2015). *Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/1972/1/60621.PDF>
- Córdoba, C. F. (2013). DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO CENTRO POBLADO PASOANCHO SITUADO EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1118/2/Dise%C3%B1o_red_alcantarillado_barrio_Centro_Poblado_Pasoancho_Zipaquir%C3%A1.pdf
- Delgado, P. (2018). *Lo que falta en suministro de agua y alcantarillado en Colombia*. Bogotá: El Espectador.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (págs. 344-345). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Lopez, R. A. (2004). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (pág. 345). Escuela Colombiana de ingeniería .
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (pág. 346). Escuela Colombiana de ingeniería.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (pág. 358). Escuela Colombiana de ingeniería.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (pág. 344). Escuela Colombiana de ingeniería.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2016). *RAS 2016*.
- Padilla, M. A. (2009). DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL CORREGIMIENTO DE LA MESA-CESAR. Bogotá, Colombia.
- Ramirez, C. (2016). *Acueducto y alcantarillado*. Obtenido de <file:///C:/Users/HECTOR%20PAVA/Downloads/Guia%20Tecnica%20Acueducto.pdf>
- RAS. (2000). *Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias*. Bogotá.

RAS. (2000). *Sistemas de Recolección y Evacuación de aguas residuales domésticas y aguas
lluvias.* Obtenido de
http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.pdf

9 ANEXOS

Anexo 1: Vista aérea del corregimiento de Nuevo Colon









Anexo 2: Disposición inadecuada de aguas residuales



Anexo 3: Inspección visual del área



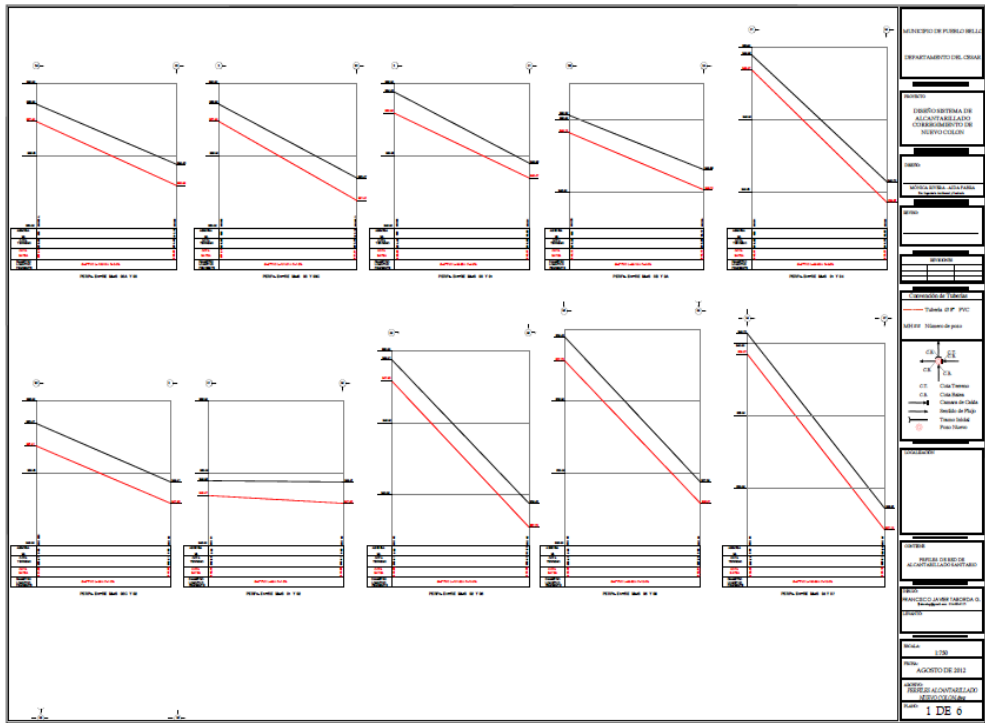




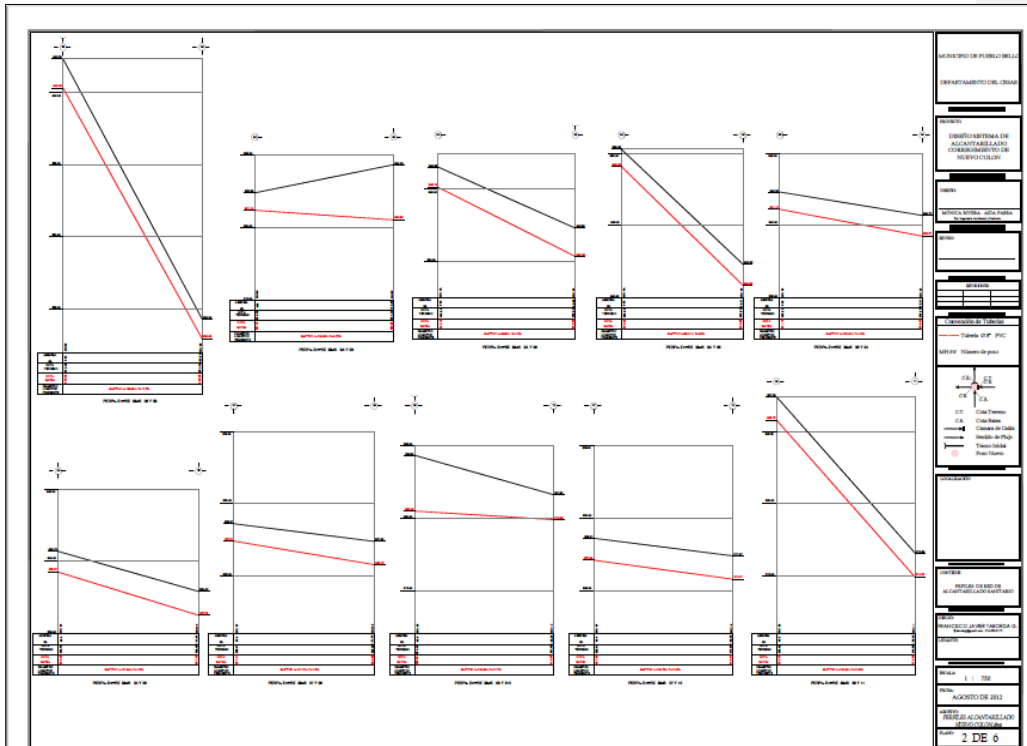
Anexo 4: Vías del corregimiento de Nuevo Colon



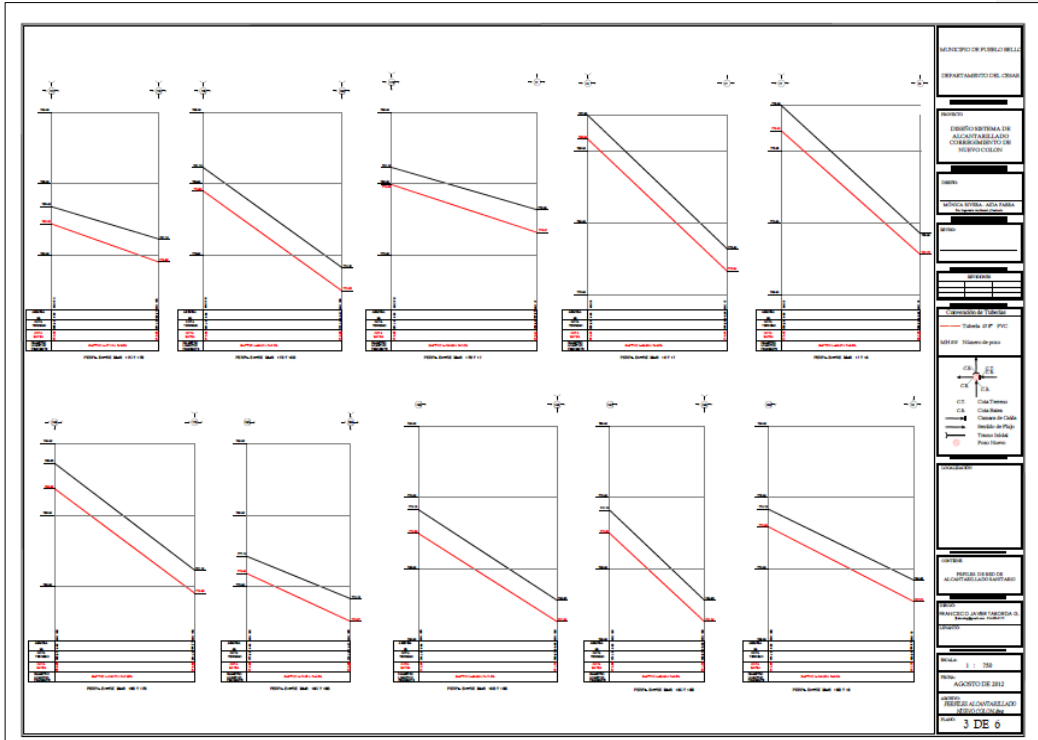
Anexo 6: Perfil I alcantarillado de Nuevo Colon



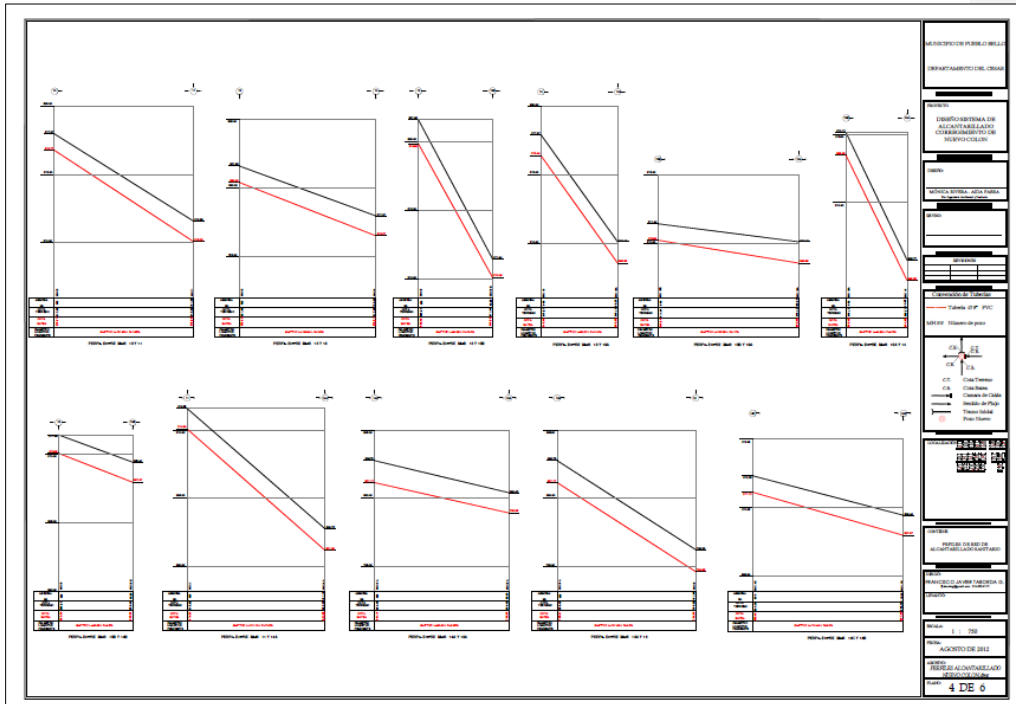
Anexo 7: Perfil II alcantarillado de Nuevo Colon



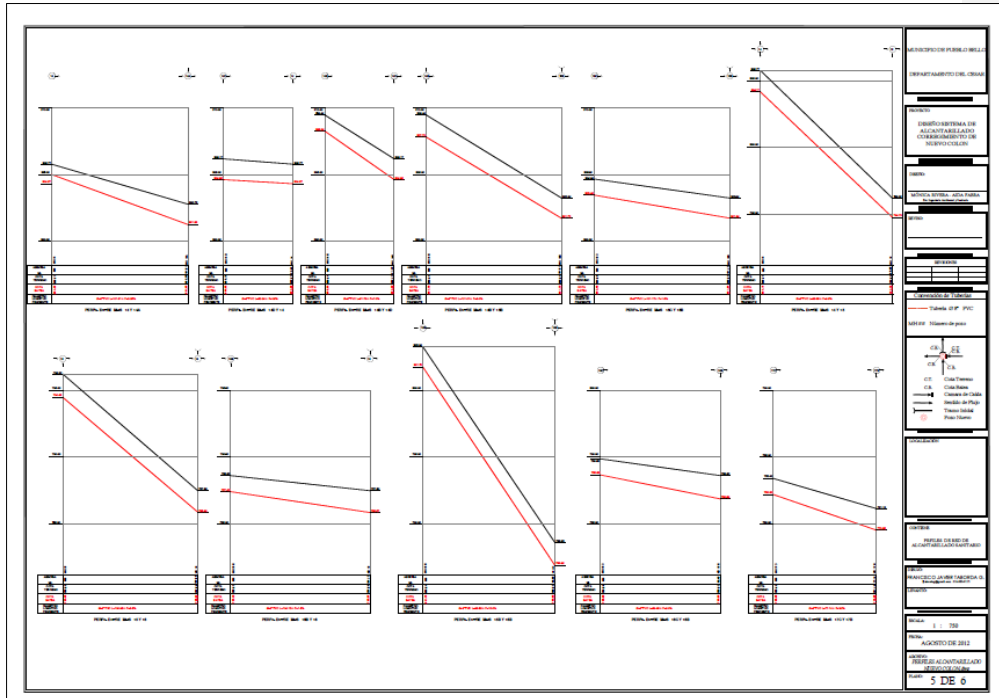
Anexo 8: Perfil III alcantarillado Nuevo Colon



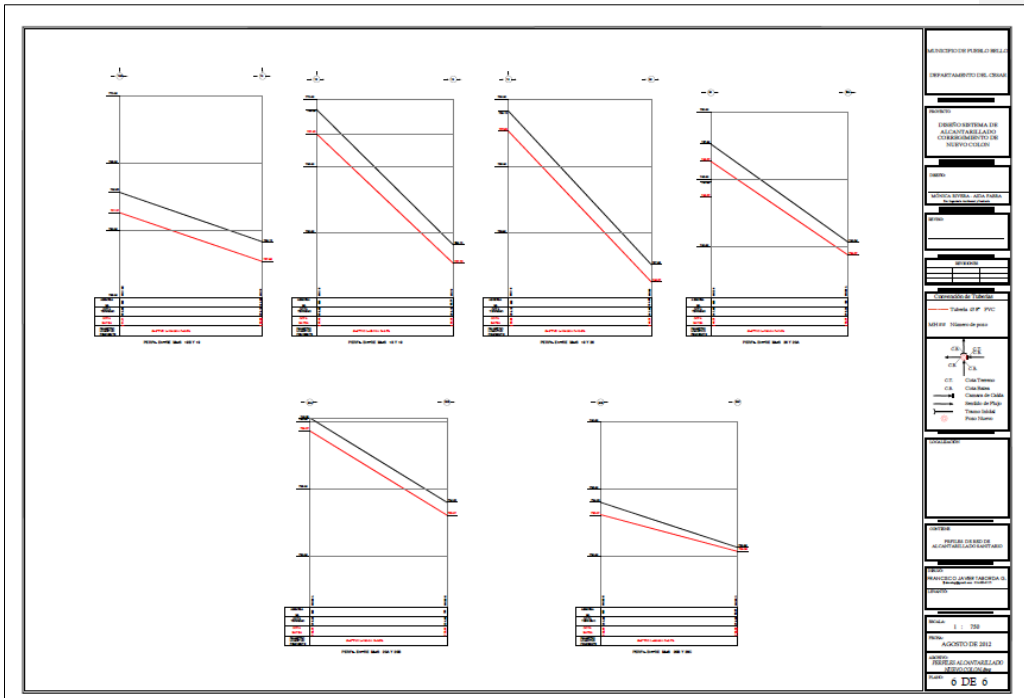
Anexo 9: Perfil IV alcantarillado Nuevo Colon



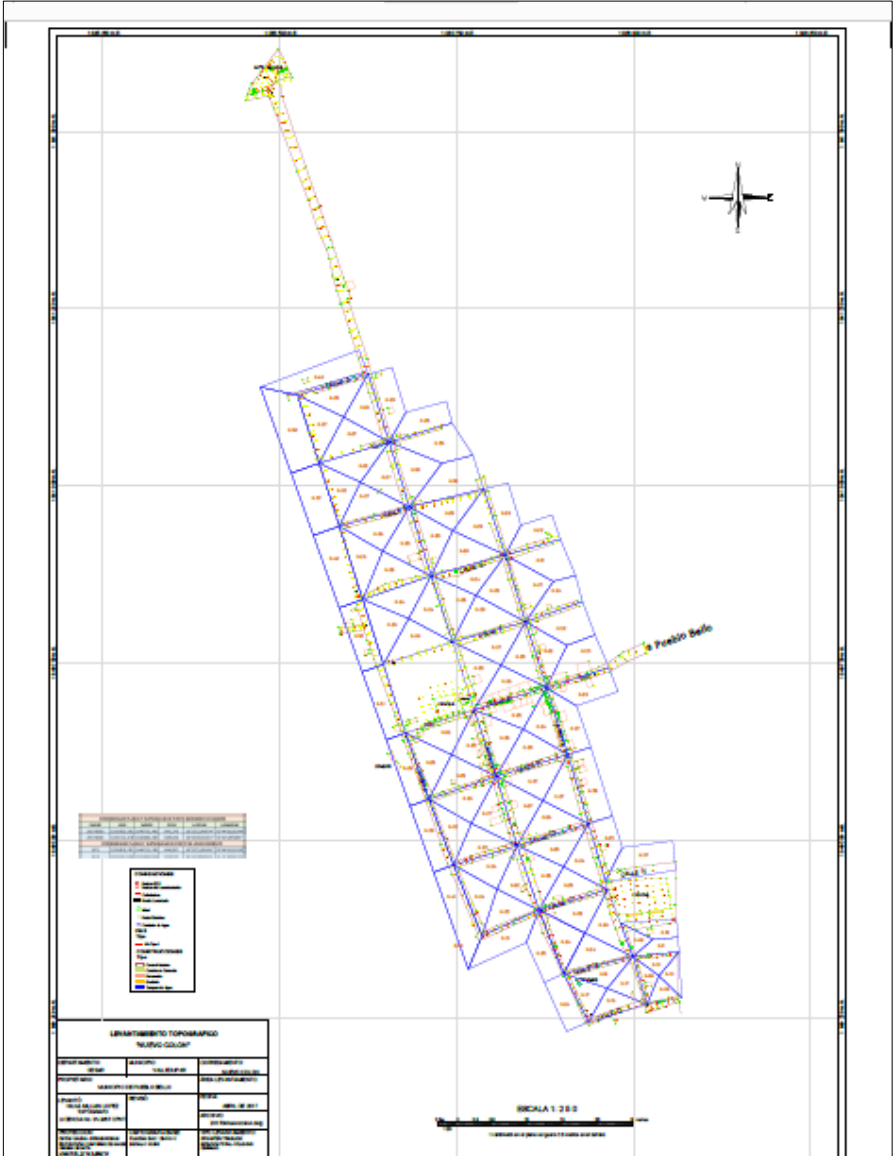
Anexo 10: Perfil V alcantarillado Nuevo Colon



Anexo 11: Perfil VI alcantarillado Nuevo Colon



Anexo 12: Plano del corregimiento de Nuevo Colon



Anexo 13: Red de alcantarillado de Nuevo Colon

