

ANEXO 1

En este apartado se presentaron los diseños 3D de las unidades del sistema de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Pacho, Cundinamarca, también se presentan otros documentos consultados, instrumento de recolección de información en la visita técnica realizada al municipio y fotografías tomadas en el sitio.

1.1 Dimensionamiento 3D de la planta.

1.1.1 Aliviadero

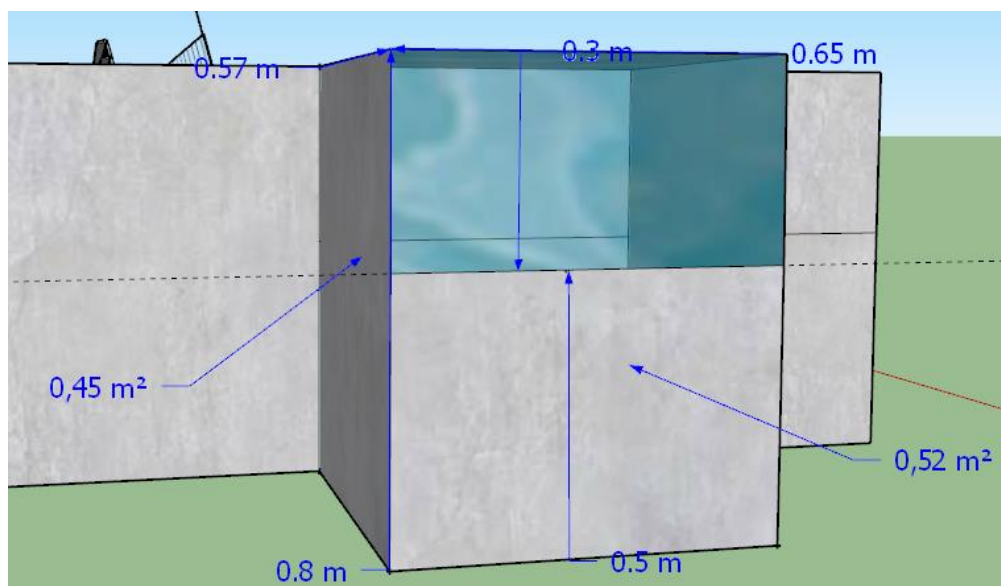


Figura 1. Dimensionamiento del Aliviadero
Fuente: elaboración propia, haciendo uso del software sketchup

1.1.2 Cribado grueso y fino

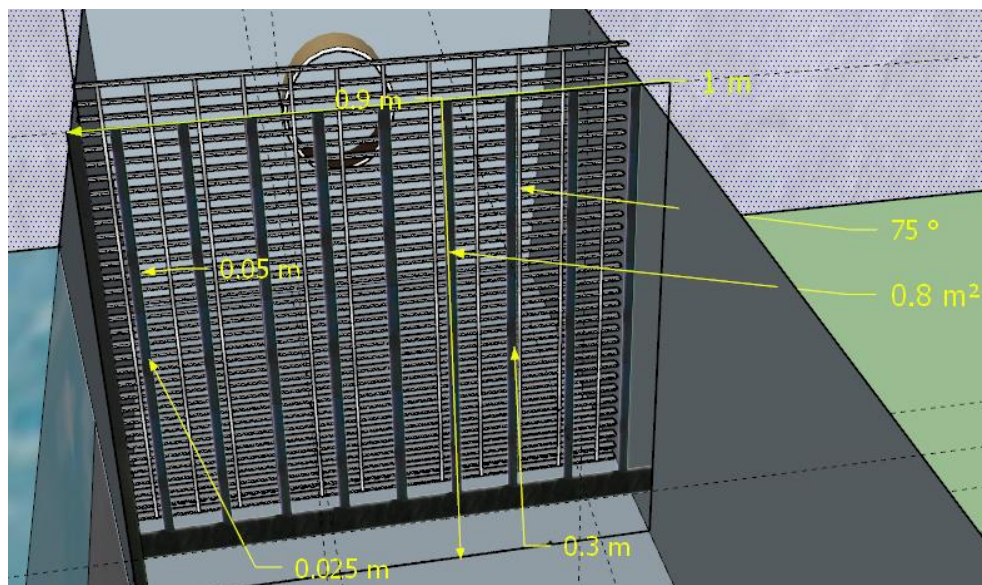


Figura 2. Dimensionamiento del cribado grueso y fino
Fuente: elaboración propia, haciendo uso del software sketchup

1.1.3 Trampa de grasas

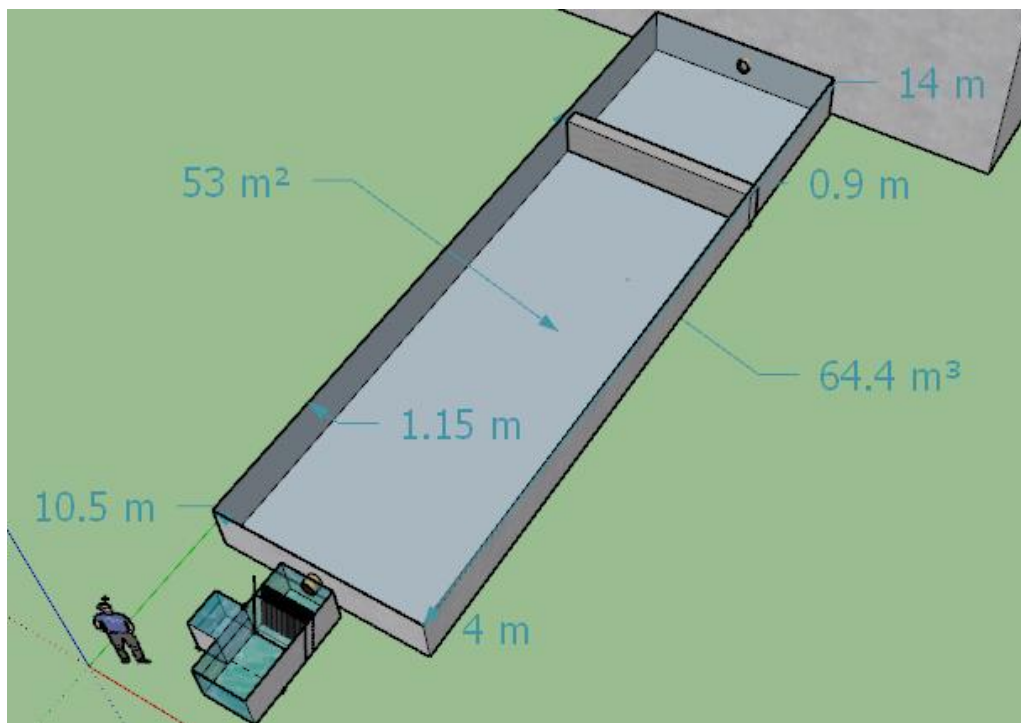


Figura 3. Dimensionamiento de la trampa de grasas
Fuente: elaboración propia, haciendo uso del software sketchup

1.1.4 Sedimentador primario

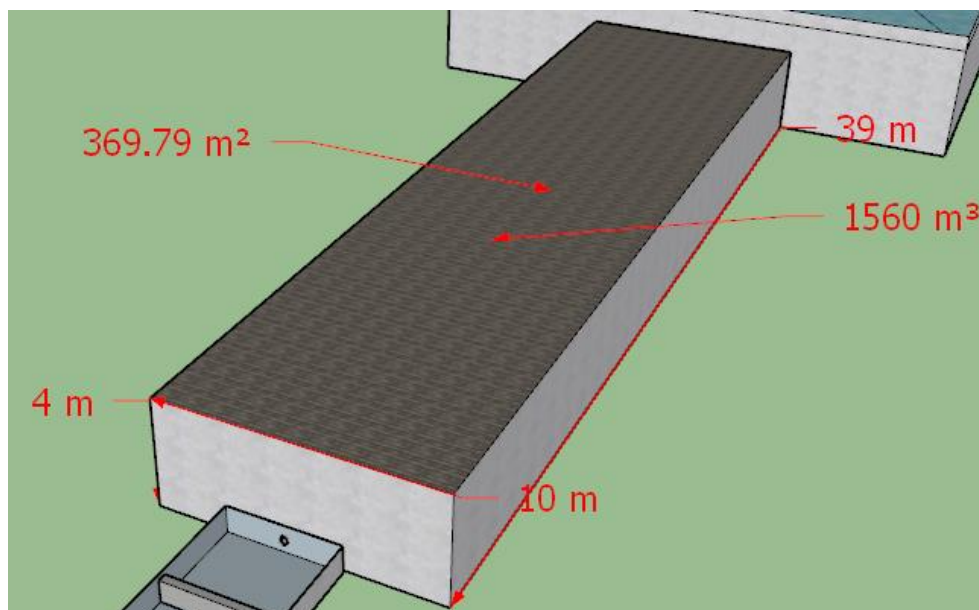


Figura 4. Dimensionamiento Sedimentador Primario
Fuente: elaboración propia, haciendo uso del software sketchup

1.1.5 RAFA

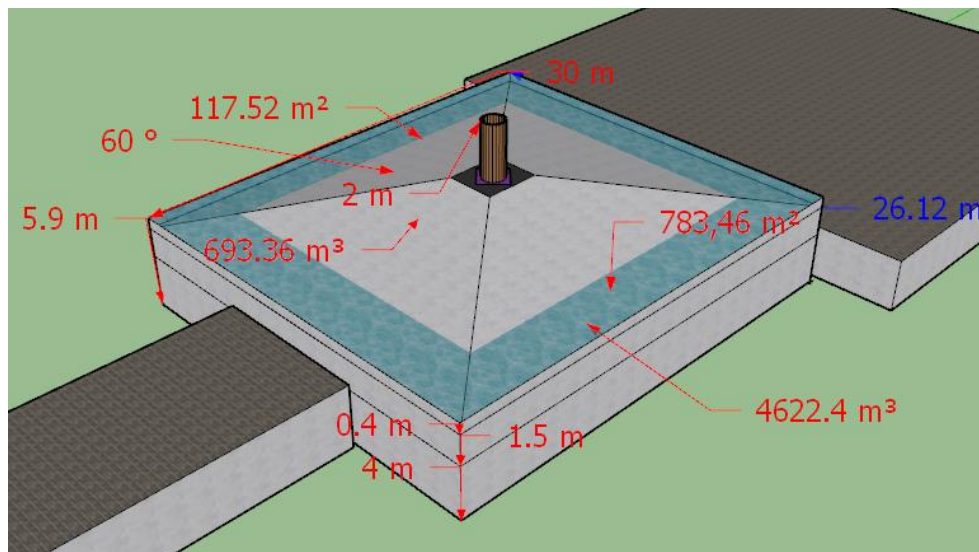


Figura 5. Dimensionamiento RAFA
Fuente: elaboración propia, haciendo uso del software sketchup

1.1.6 FAFA

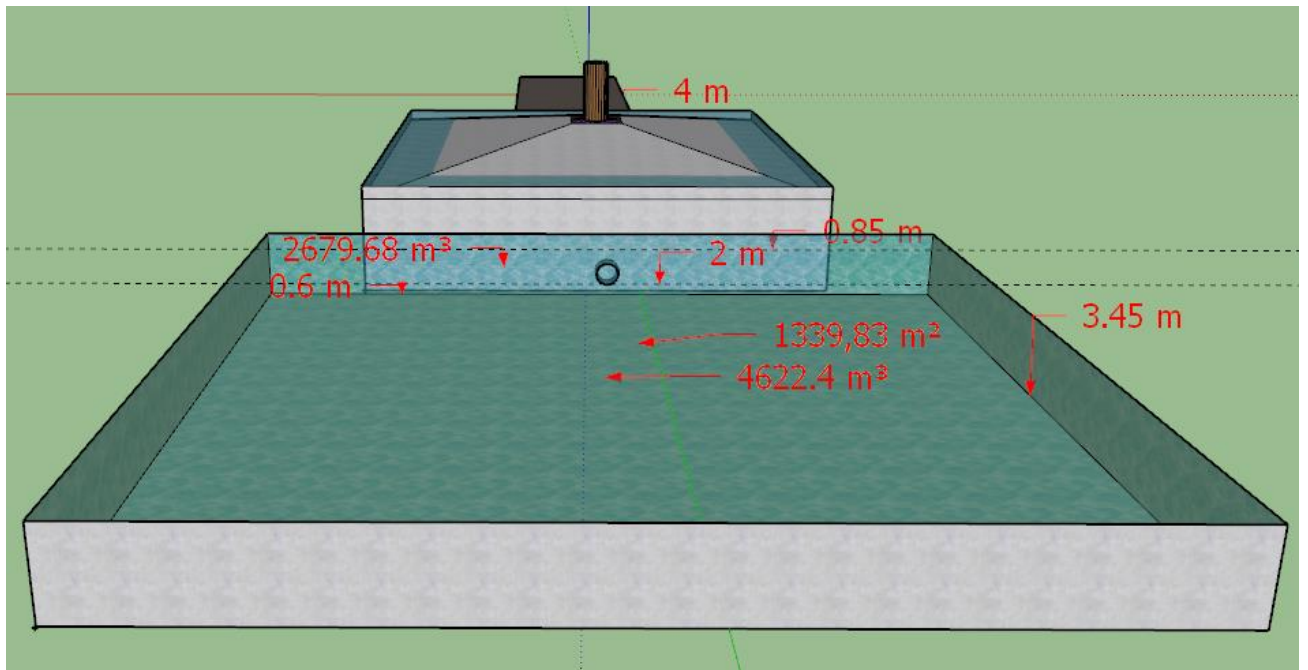


Figura 6. Dimensionamiento FAFA

Fuente: elaboración propia, haciendo uso del software sketchup

ANEXO 2

2.1 Otros documentos consultados.

A continuación, se mostraron documentos los cuales presentan temas y conceptos aplicables al desarrollo del proyecto.

Dentro de los primeros 4 documentos corresponden a los trabajos de grado de Barrera (2016), García (2015), Andrade (2015) y Guzmán (2016) tienen similitudes acerca de la implementación o diseños de procesos de tratamientos de agua en municipios en el territorio Colombiano, más específicamente en Cundinamarca.

Estos artículos tienen en particular que son estudios técnicos con investigación a fondo del tema tratado, proponiendo estándares de calidad para el saneamiento (Gómez, 2016), otros proponen un sistema elaborado para el tratamiento del agua (Casierra, 2016), o hacer uso de elementos naturales para el mismo fin aminorando costos y maximizando eficiencia en el mismo tratamiento (Arcila, 2016).

Autor	Título	Ubicación en la web	Estrategia de Búsqueda
Laura Marcela Barrera Reyes	Estudio de factibilidad para la optimización de la planta de tratamiento de agua potable del Acueducto San Antonio de Apulo, Cundinamarca	Colección de trabajos de grado Ingeniería Ambiental. Disponible en: https://bosq.ent.sirsi.net/client/es_ES/default/search/detailnomodal/ent:\$002f\$002fSD_ILS\$002f0\$002fSD_ILS:565864/one	Biblioteca Juan Roa Vázquez bajo palabras: Water + Treatment
Catalina Londoño García	Propuesta de diseño de una planta de potabilización para la zona veredal del municipio de Apulo, Cundinamarca - Colombia	Colección de trabajos de grado Ingeniería Ambiental. Disponible en: https://bosq.ent.sirsi.net/client/es_ES/default/search/detailnomodal/ent:\$002f\$002fSD_ILS\$002f0\$002fSD_ILS:565864/one	Biblioteca Juan Roa Vázquez bajo palabras: Water + Treatment

		02fSD ILS\$002f0\$0 02fSD ILS:551712/ one	
Lina María Andrade Velásquez	Pre-diseño de la planta potabilizadora de agua para el municipio de Pasca, Cundinamarca	Colección de trabajos de grado Ingeniería Ambiental. Disponible en: https://bosq.ent.sirsi.net/client/es_ES/default/search/detailnomodal/ent:\$002f\$002fSD ILS\$002f0\$002fSD ILS:569528/one	Biblioteca Juan Roa Vásquez bajo palabras: Water + Treatment
María Daniela Guzmán	Evaluación del desempeño de la planta de potabilización de agua (PTAP) del municipio de Icononzo Tolima y análisis de alternativas para mejorar la calidad del agua potable	Colección de trabajos de grado Ingeniería Ambiental. Disponible en: https://bosq.ent.sirsi.net/client/es_ES/default/search/detailnomodal/ent:\$002f\$002fSD ILS\$002f0\$002fSD ILS:570022/one	Biblioteca Juan Roa Vásquez bajo palabras: Water + Quality
Hildebrando Ramírez Arcila	AGENTES NATURALES COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA	Colección revistas Universidad Nueva Granada Facultad de Ciencias Básicas Vol 11 Num 2 (2015). Disponible en: https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/1303/1359	Google académico bajo palabras: Tratamiento + Agua

Henry Casierra Martínez	Desinfección de agua residual doméstica mediante un sistema de tratamiento acoplado con fines de reúso	Colección Tecnología y ciencias del agua. Disponible en: http://ref.scielo.org/ct5bfz	Scielo bajo palabras: Tratamiento + Agua
Anna Gómez Gutiérrez	La calidad sanitaria del agua de consumo	Gaceta sanitaria Volumen 30 p 63-68. Disponible en: https://www.science-direct.com/science/article/pii/S0213911116300589	ScienceDirect bajo palabras: Calidad + Agua
Patricia López Lozada	Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo	Colección de la revista científica y tecnológica EIA. Revista EIA, ISSN-e 1794-1237, N°. 18, 2012, págs. 115-129 . Disponible en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5688315	Google Académico. Palabras clave: Tratamiento + Residual + Desarrollo
Lina Bernal Martínez	TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL MUNICIPAL POR UN SISTEMA FISICOQUÍMICO Y OXIDACIÓN QUÍMICA EN FLUJO CONTINUO	Sistema de Información Científica Redalyc Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Disponible en http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627682007	Biblioteca Juan Roa Vásquez. Búsqueda de “Tratamiento de agua”
David Choque-	Capacidad	Colección de la	Biblioteca Juan Roa

Quispe	floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua	biblioteca científica electrónica Scielo. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200008	Vásquez. Palabras claves: tratamiento + agua.
Ricardo Rojas	Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales	Búsqueda de Google Académico. Disponible en https://s3.amazonaws.com/academia.edu/documents/41228623/2002_Sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1534787943&Signature=pPFeWCqNEsSfpDIWWj0b5y9tYZM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSistema_de_tratamiento_de_aguas_residual.pdf	Google académico. Búsqueda de “Tratamiento de agua residual en países en desarrollo”
Lauraceli Romero-Ortiz	USO DE HIDRÓFITAS Y UN SISTEMA ANAEROBIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE	Colección de la biblioteca científica electrónica Scielo. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid	Google académico. Palabras claves: Tratamiento + agua

	RASTRO	=S1405-27682011000100010	
J. E. Sánchez Ramírez	Software de ingeniería especializado en el diseño y simulación de plantas de tratamiento de agua residual: revisión	Colección de revistas científicas Dialnet. Ingeniería y Región, ISSN 1657-6985, N°. 13, 2015, págs. 57-71. Disponible en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5432286	Google académico. Palabras claves: Tratamiento + agua
Arturo González H.	TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO Y DESINFECCIÓN DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO.	Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental BVSDE. Disponible en www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/mexicon/R-0060.pdf	Google académico. Palabras claves: Tratamiento + desinfección
Francisco Ramírez	Desinfección del agua con Cloro y Cloraminas	Biblioteca en línea Técnica Industrial. Disponible en www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/20/42/a42.pdf	Google académico. Palabras claves: Tratamiento + desinfección

Tabla 1. Ruta de Ubicación de artículos revisados
Fuente. Elaboración propia

Inglés (autor y título)	Español (autor y título)
-------------------------	--------------------------

WH Glaze. <i>The Chemistry of Water Treatment Processes Involving Ozone, Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation</i>	Hildebrando Ramírez Arcila. <i>AGENTES NATURALES COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA</i>
Jon P. Scott. <i>Integration of chemical and biological oxidation processes for water treatment: review and recommendations</i>	Patricia López Lozada. <i>Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo</i>
O Legrini. <i>Photochemical processes for water treatment</i>	Henry Casierra Martínez. <i>Desinfección de agua residual doméstica mediante un sistema de tratamiento acoplado con fines de reúso</i>
C Adams. <i>Removal of Antibiotics from Surface and Distilled Water in Conventional Water Treatment Processes</i>	Lina Bernal Martínez. <i>"TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL MUNICIPAL POR UN SISTEMA FISICOQUÍMICO Y OXIDACIÓN QUÍMICA EN FLUJO CONTINUO"</i>
Schulz, Christopher R. <i>Surface water treatment for communities in developing countries</i>	David Choque-Quispe. <i>Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua</i>
MA Montgomery. <i>Water and sanitation in developing countries: including health in the equation</i>	Lauraceli Romero-Ortiz. <i>USO DE HIDRÓFITAS Y UN SISTEMA ANAEROBIO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE RASTRO</i>
BENJAMIN F. ARNOLD. <i>TREATING WATER WITH CHLORINE AT POINT-OF-USE TO IMPROVE WATER QUALITY AND REDUCE CHILD DIARRHEA IN DEVELOPING COUNTRIES: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS</i>	Francisco Ramírez. <i>Desinfección del agua con Cloro y Cloraminas</i>

<i>Amelia KKivaisi. The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: a review</i>	<i>González, A. Tecnologías de tratamiento y desinfección de agua para uso y consumo humano.</i>
---	--

Tabla 2. Artículos consultados de inglés y español
Fuente. Elaboración propia

ANEXO 3

3.1 Instrumento de recolección de información – visita técnica.

Punto	Coordenadas			Área Aferente	Nombre ubicación	Fotografía	Descripción
	Latitud	Longitud	Error GPS				
Nombre del responsable: Hora: Fecha: Clima:							

Tabla 1. Instrumento de recolección de información
Fuente. Elaboración propia

PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA
DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL EN EL
MUNICIPIO DE PACHO, CUNDINAMARCA

Jaime Orlando Sánchez Mendieta
Santiago Bustos Colmenares

3.2 Instrumento de recolección de información diligenciado.

Punto	Coordenadas			Área Aferente	Nombre ubicación	Fotografía	Descripción
	Latitud	Longitud	Error GPS				
1 (Vert 10)	5.149322	-74.159007	3 m (error gps)	10.48 Ha	Pajonales		En la visita a este punto de vertimiento encontramos un pozo el cual resulta de la recolección de aguas a lo largo del sector de pajonales, este sector se caracteriza por ser domiciliario y de algunos cultivos. Este es el punto de vertimiento mas alejado del casco urbano
2 (Vert 2)	5.146864	-74.154856	3 m (error gps)	15.49 Ha	La ferrería		La visita a este punto permitió observar que la tubería que descarga al río se ve cubierta por el mismo cauce del río teniendo en cuenta la temporada de invierno en la que se realizó la visita. Este sector se caracteriza por recoger aguas residuales domiciliarias y hay presencia de algunos establecimientos comerciales como restaurantes y tiendas pequeñas
3 (Vert 3)	5.146468	-74.155402	3 m (error gps)	36.38 Ha	Los portales		La visita a este punto permitió observar que la tubería que descarga al río se ve cubierta por el mismo cauce del río teniendo en cuenta la temporada de invierno en la que se realizó la visita. Una de las principales características de este punto es que no fue posible la fotografía de la tubería debido a que no se tuvo acceso al predio privado, sin embargo se llegó a una aproximación bastante cerca para tomar las coordenadas y fotografía del cuerpo de agua receptor
4 (Vert 5)	5.137059	-74.157317	3 m (error gps)	73.48 Ha	Colegio Ana francisca Lara		En la visita a este punto se pudo evidenciar como el caudal de vertimientos se ve a simple vista a una altura considerable sobre el recurso hídrico, esta fotografía no se logro tomar de una distancia mas cercana debido a la cobertura vegetal espesa y al diámetro del río en esta época del año
5 (Vert 6)	5.137513	-74.157923	3 m (error gps)	35.99 Ha	La Palmita	Sin registro fotográfico	Este punto de vertimiento se ubica directamente al frente del punto anterior, no se logro tomar la fotografía teniendo en cuenta la espesa cobertura vegetal, sin embargo la ayuda del guía que acompaño la visita técnica fue de ayuda para la ubicación del punto
6 (Vert 1)	5.1236850	-74.1633830	3 m (error gps)	77.82 Ha	Esperanza		Este punto de vertimiento es el mas alto de los 6 puntos de vertimiento donde la espesa cobertura vegetal imposibilito el acercamiento a la tubería, sin embargo este punto recoge únicamente vertimientos domiciliarios en los barrios mas altos del municipio con algunas casetas como tiendas.
Nombre del responsable: Jaime Orlando Sánchez y Santiago Bustos Colmenares Hora: 11:00 am - 12:30 pm Fecha: 23/03/2019 Clima: Invernal con altas precipitaciones							

Tabla 2. Instrumento de recolección de información diligenciado
Fuente. Elaboración propia

ANEXO 4

4.1 Cronograma de actividades según

Objetivo	Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Establecer la línea base en la que se evidencie el estado actual de la red de alcantarillado y los puntos de vertimientos directos a los cuerpos de agua.	Planteamiento del proyecto. Levantamiento de información actualizada y relevante para el proyecto del municipio																																						
	Adquisición de cartografía de la cobertura actual del alcantarillado para su análisis																																						
	Identificación de los puntos de vertimientos a partir del PSMV.																																						
	Visita técnica a puntos de vertimiento priorizados. Registro fotográfico, toma de coordenadas y observaciones. Entrevista con funcionarios de Aguas Pacho E.S.P. y Alcaldía Local																																						
	Procesamiento de datos en ArcGIS, generando un mapa de identificación de vertimientos priorizados en el casco urbano																																						
	Culminación del desarrollo de la línea base a partir de la información de segunda y primera mano recolectada y los resultados obtenidos																																						
	Socialización resultados con director de tesis																																						
Evaluar el impacto de los parámetros de calidad del agua criterio (DBO5, SST y OD) presentes en los vertimientos priorizados en la cabecera municipal a los cuerpos superficiales principales (río Rute y Batán) y determinar el tiempo de diseño de la Planta, así como la población proyectada.	Determinación de nivel de complejidad, tiempo de diseño y población proyectada a través de los métodos de proyección establecidos																																						
	Cálculo del agua residual generada por los sectores comercial, institucional, industrial y doméstico																																						
	Modelación matemática DBO y OD en los afluentes río Rute y Batán																																						
	Obtención y comparación de concentraciones de DBO5 y SST de vertimientos priorizados con Res 631/2015																																						
	Revisión estructural del documento y selección de formatos de presentación de marcos y resultados																																						
	Socialización resultados con director de tesis																																						
Definir y diseñar el sistema de tratamiento más adecuado para el contexto territorial, socioeconómico, técnico y ambiental	Análisis de la composición de aguas residuales en función de la DBO y SST																																						
	Revisión de las eficiencias de remoción por tecnología																																						
	Propuestas para el tratamiento de las aguas residuales																																						
	Evaluación de criterios para la ubicación propuesta de la PTAR																																						
	Matrices de selección de tecnologías de tratamiento																																						
	Diseño y dimensionamiento de equipos																																						
	Recomendaciones de mantenimiento y operación de equipos, conclusiones del documento																																						
	Culminación desarrollo de la monografía, presentación al director de tesis																																						
	Revisión estructural del documento y correcciones																																						

Tabla 1. Cronograma desarrollado

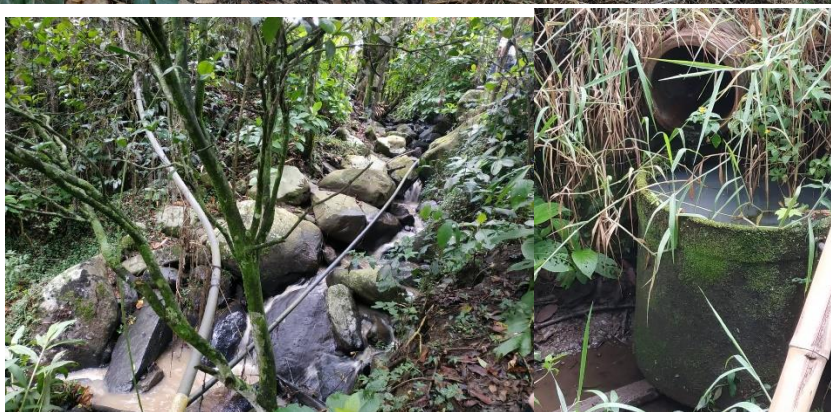
Fuente. Elaboración propia

ANEXO 5

5.1 Fotografías visita técnica.



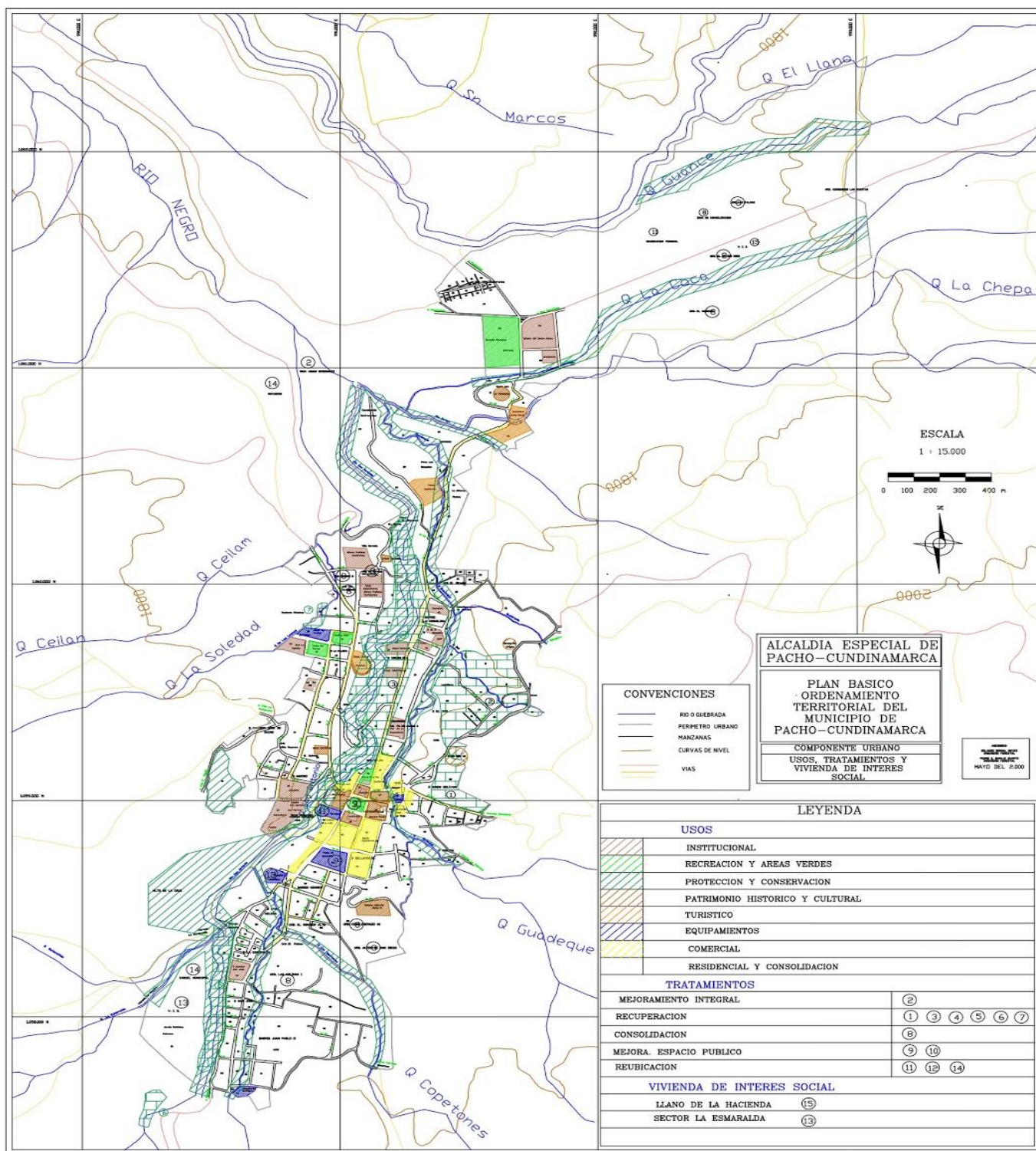
Fuente. Elaboración propia



Fuente. Elaboración propia

ANEXO 6

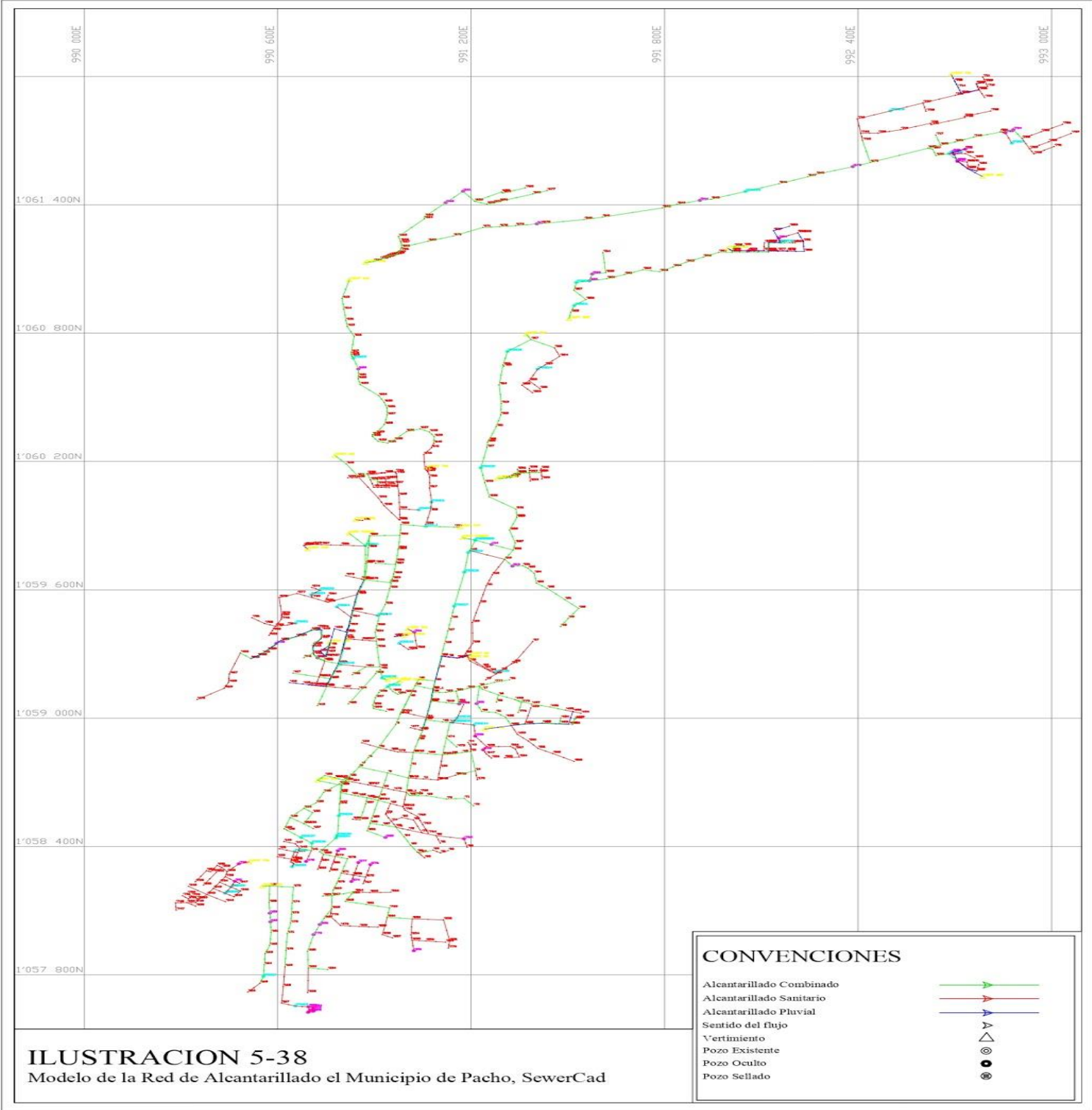
6.1 Plano usos del suelo en Pacho Cundinamarca.



ANEXO A: PLANO USOS DEL SUELO POT PACHO

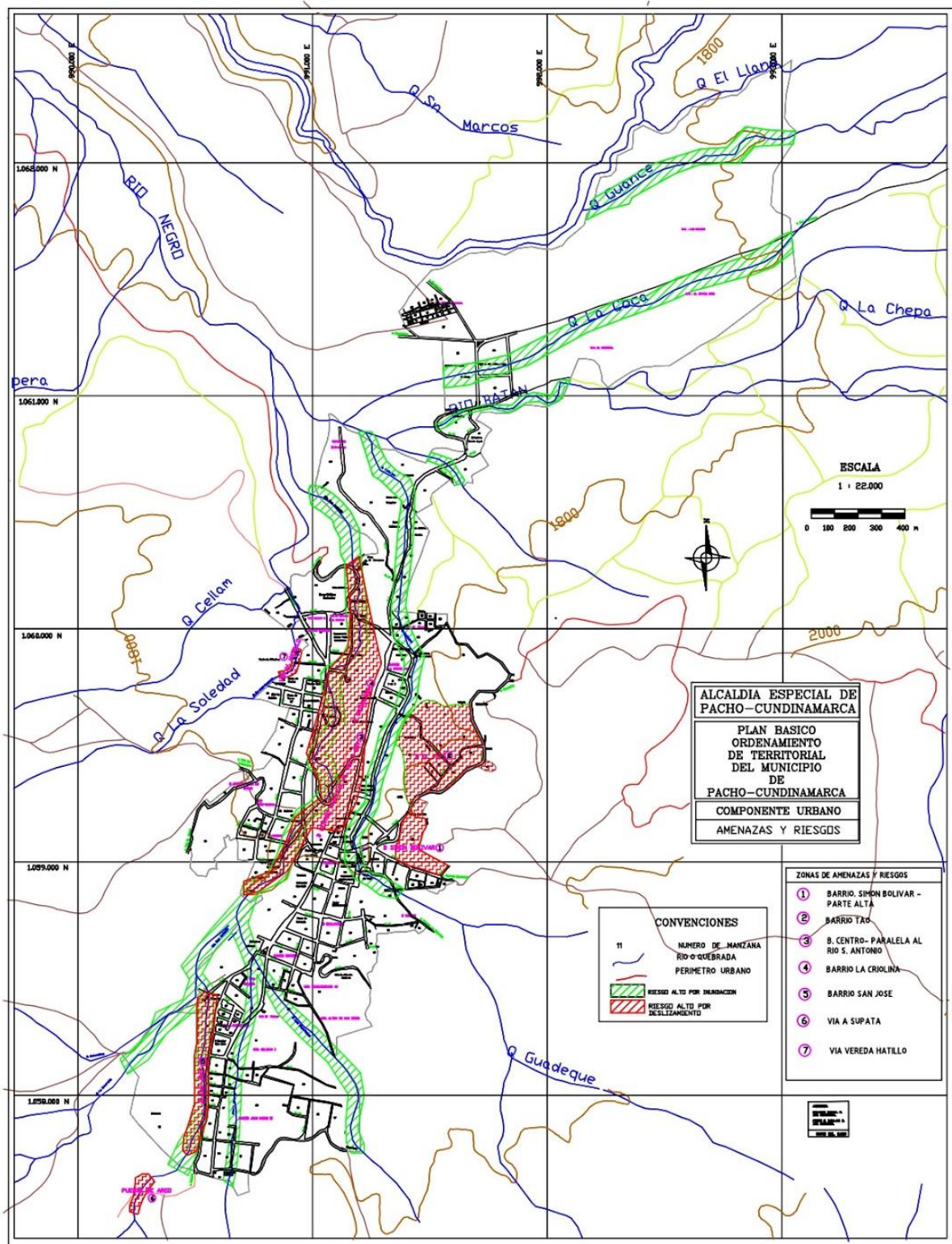
Fuente. PBOT, 2000

6.2 Planos constitución de alcantarillado en Pacho Cundinamarca.



Fuente. PBOT, 2000

6.3 Plano de zonas de amenaza y riesgo por deslizamiento o inundaciones.



Fuente. PBOT, 2000