



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO INTERCULTURAL Y
PLURINACIONAL DEL MUNICIPIO DE CAYAMBE**



CONTRATO No. 06-EMAPAAC – EP – 2017

**CONSULTORÍA PARA LOS ESTUDIOS DEL PLAN MAESTRO DE
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (ALCANTARILLADO S-P) DE LA
CIUDAD URBANA DE CAYAMBE, CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA
DE PICHINCHA**

**FASE 3: DISEÑO DEFINITIVO PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE
Y ALCANTARILLADOS SANITARIO Y PLUVIAL**

RESUMEN EJECUTIVO

ADMINISTRADOR DE CONTRATO: ING. JORGE CUASCOTA



FECHA: AGOSTO – 2019

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA EMAPAAC:	5
2.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO:	5
2.1.	Objetivo General:	5
2.2.	Objetivos específicos:	5
3.	SITUACIÓN ACTUAL:	6
3.1.	SITUACIÓN ACTUAL SISTEMA DE AGUA POTABLE:	6
3.1.1.	Evaluación de redes de abastecimiento:	7
3.1.2.	Evaluación de Tratamiento de potabilización:	7
3.1.3.	Evaluación de Reservas de Agua Potable:	7
3.1.4.	Evaluación de Redes de Distribución de Agua Potable:	7
3.2.	SITUACIÓN ACTUAL ALCANTARILLADO COMBINADO:	9
3.2.1.	Descargas de Alcantarillado:	9
3.2.2.	Red de Alcantarillado:	12
3.2.2.1.	Evaluación del funcionamiento hidráulico	14
4.	PARÁMETROS DE DISEÑO DE AGUA POTABLE:	15
4.1.	Población de diseño:	15
4.1.1.	Población Actual	16
4.1.2.	Población Futura:	17
4.1.2.1.	Proyección poblacional futura con progresión aritmética:	17
4.2.	Demanda preliminar de agua potable:	19
4.2.1.	Dotación:	19
4.2.2.	Caudales de Diseño de agua potable:	20
4.2.2.1.	Consumo Medio Anual	20
4.2.2.2.	Consumo Máximo Diario	21
4.2.2.3.	Consumo Máximo Horario	21
4.2.2.4.	Dotación Contra Incendios	21
4.3.	Volúmenes de almacenamiento:	22
4.3.1.	Volumen de Regulación	22
4.3.2.	Volumen de Protección Contra Incendios	22
4.3.3.	Volumen de Emergencia	23
4.3.4.	Volumen Total	23
5.	DISEÑO DEFINITIVO:	25
5.1.	Diseño definitivo del sistema de agua potable:	25
5.1.1.	Primera Fase – Repotenciación de Fuentes de Abastecimiento:	25
5.1.1.1.	Repotenciación Sistema de Bombeo Tajamar:	25

5.1.1.2. Repotenciación Sistema Cariacus – Buga:	29
5.1.2. Segunda Fase – Incremento de Caudales de Agua Potable:	29
5.1.2.1. Abastecimiento de agua potable del sistema regional de Agua Potable Pesillo – Imbabura: 30	
5.1.2.2. Abastecimiento de agua potable Huayco – Machay:	30
5.1.3. Tercera Fase – Repotenciación Redes de distribución:	38
5.1.3.1. Red Cruz Loma 1	38
5.1.3.2. RED CRUZ LOMA 2	39
5.1.3.3. RED LOS PINOS	41
5.1.3.4. RED EL QUINGO	42
5.1.3.5. RED ÁLVAREZ CHIRIBOGA	42
5.2. Diseño definitivo del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial:	46
5.2.1. Etapa – 1 / Trasvase caudal de la Qda. El Tumbe hacia el río blanco:	46
5.2.1.1. Evaluación hidráulica Trasvase Pluvial - Qda. El Tumbe hacia Río Blanco:	48
5.2.1.2. Diseño de las obras del Trasvase de la Qda. El Tumbe hacia el Río Blanco:	50
5.2.2. Etapa 2 – Tratamientos de aguas residuales en descargas:	53
5.2.2.1. Sistema de tratamiento de aguas residuales:	53
5.2.2.1.1. Sistema de cribado:	55
5.2.2.1.2. Cárcamo de bombeo:	56
5.2.2.1.3. Homogenización:	56
5.2.2.1.4. Reactor biológico:	57
5.2.2.1.5. Sedimentador:	58
5.2.2.1.6. Desinfección por hipoclorito de sodio:	59
5.2.2.1.7. Lechos de secado:	60
5.2.2.1.8. Esquema del sistema de tratamiento:	60
5.2.3. Etapa 3 – Redimensionamiento de Alcantarillado Sanitario y Pluvial:	60
5.2.3.1. Sistema de alcantarillado Pluvial – Redes de drenaje:	60
5.2.3.1.1. Sector – 01:	61
5.2.3.1.2. Sector – 02:	63
5.2.3.1.3. Sector – 03 – 1:	65
5.2.3.1.4. Sector – 03 – 2:	67
5.2.3.1.5. Sector – 03 – 3:	68
5.2.3.1.6. Sector – 04:	70
5.2.3.1.7. Sector – 05 – 1:	71
5.2.3.1.8. Sector – 05 – 2:	72
5.2.3.1.9. Sector – 05 – 3:	73
5.2.3.2. Sistema de alcantarillado Sanitario – Redes de drenaje:	74

5.2.3.2.1.	Sector – 01:	75
5.2.3.2.2.	Sector – 02:	77
5.2.3.2.3.	Sector – 03 – 1:	78
5.2.3.2.4.	Sector – 03 – 2:	79
5.2.3.2.5.	Sector – 03 – 3:	80
5.2.3.2.6.	Sector – 04:	81
5.2.3.2.7.	Sector – 05 – 1:	82
5.2.3.2.8.	Sector – 05 – 2:	84
5.2.3.2.9.	Sector – 05 – 3:	85
6.	PRESUPUESTO:	86
7.	EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA:	88
7.1.	Evaluación económica – financiera sistema de agua potable:	88
7.1.1.1.	Flujos Financieros	88
7.1.1.2.	Indicadores Económicos	88
7.2.	Evaluación económica – financiera sistema de alcantarillado sanitario - pluvial:	89
7.2.1.1.	Evaluación Económica (Flujo)	89
7.2.1.1.1.	Indicadores Económicos	89
7.2.1.2.	Estudio de Sensibilidad	90
7.2.1.3.	VIABILIDAD FINANCIERA	91
7.2.2.	Flujo Financiero	91
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:	91
8.1.	Conclusiones – sistema de agua potable:	91
8.2.	Conclusiones – sistema de alcantarillado:	92
8.3.	Recomendaciones – Sistema de agua potable:	93
8.4.	Recomendaciones – Sistema de Alcantarillado:	93

RESUMEN EJECUTIVO DISEÑO DEFINITIVO PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO DE CAYAMBE

En este estudio se evalúa el estado de la red de distribución de agua potable existente en la ciudad de Cayambe, en función del cumplimiento de la normativa correspondiente, llevando el diseño a Definitivo el dimensionamiento de la infraestructura propuesta.

Una vez realizado el análisis previsto, se procederá al rediseño de la red que responde a las solicitudes requeridas al final de período de diseño del proyecto en el año 2050.

1. ANTECEDENTES: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA EMAPAAC:

El proyecto se ejecutará al noreste de la Provincia de Pichincha, en la ciudad urbana de Cayambe. Esta ciudad es la tercera más poblada de la provincia. Es conocida por ser una de las ciudades más importantes en la producción de flores a nivel mundial, siendo sus principales mercados Estados Unidos, Holanda, Italia, Alemania, Rusia, Canadá, Argentina, España, Francia, Suiza, Ucrania, Chile, China y Brasil.

A pesar del desarrollo económico que se ha generado en los últimos años, los servicios básicos de agua potable y alcantarillado actuales son deficientes, tanto en cantidad como en calidad, por lo que el Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe (GADIPMC), interesado en mejorar la calidad de vida de la población de la ciudad de Cayambe está tomando medidas para mejorar el sistema de agua potable y mejorar el acceso de la población al agua potable, en este sentido se desarrolla la Consultoría Para Los Estudios Del Plan Maestro De Agua Potable Y Saneamiento (Alcantarillado S-P) De La Ciudad Urbana De Cayambe, Cantón Cayambe, Provincia De Pichincha.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

2.1. Objetivo General:

El objeto de la consultoría es realizar la “Evaluación, Diagnóstico y los Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y Diseños Definitivos para la Implementación del Plan Maestro del Sistema Integral de Agua Potable y Saneamiento (Fuentes de Agua, Captación, inducción, conducción, tratamiento, almacenamiento, distribución, disposición final, comercialización, administración, operación y mantenimiento) del área urbana de la ciudad de Cayambe, del Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.

2.2. Objetivos específicos:

- Efectuar el diagnóstico técnico de la infraestructura existente mediante la obtención de catastros de redes de agua potable, alcantarillado y obras anexas (pozos de revisión, sumideros, válvulas de sectorización, etc.).
- Recopilar y analizar la información de estudios existentes, para su optimización y eficiencia.

- Determinar la eficiencia de los sistemas públicos de agua potable y saneamiento que se encuentran en funcionamiento y sus mecanismos de optimización.
- Obtener el balance hídrico en la sub-cuenca, diferenciando las zonas altas y medias, sin afectar los sistemas de riego estatal y particulares existentes en la parte media y baja, con información de estaciones hidrométricas, meteorológicas e información satelital mínimo de 20 años.
- Determinar los caudales disponibles en las fuentes y los potenciales requerimientos para el desarrollo del proyecto, con información de estaciones hidrométricas, meteorológicas e información satelital existente (carta topográfica del IGM).
- Efectuar un diagnóstico socio-económico, cultural y ambiental de manera que permita conocer la situación actual de la zona de influencia del proyecto.
- Analizar la información obtenida, plantear alternativas y generar el diseño definitivo mediante el análisis y evaluación técnica, económica, financiera, ambiental y social de las alternativas planteadas las que deberán ser socializadas y aprobadas por el GADIP-MC y la EMAPAAC-EP.
- Establecer los predios a ser afectados y/o intervenidos por el proyecto, para el establecimiento de las servidumbres concernientes a las obras, y/o declaratorias de utilidad pública con fines de expropiación, así como la determinación de los valores por indemnización.
- Proponer un Modelo de Gestión, para que el proyecto sea sostenible, sustentable, acorde con la realidad del GADIP-MC, la EMAPAAC-EP y el marco de las políticas de la Secretaría del Agua.
- Elaborar los Documentos Precontractuales de los estudios o proyectos de agua potable y saneamiento, conforme lo establece la Normativa Ecuatoriana vigente, los mismos que permitan iniciar los procesos de contratación para la construcción. Y para la posterior operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y saneamiento, de acuerdo con la planificación establecida por las Instituciones, la naturaleza y objeto de las obras y el presupuesto referencial en base al diseño definitivo de la alternativa seleccionada.

3. SITUACIÓN ACTUAL:

3.1. SITUACIÓN ACTUAL SISTEMA DE AGUA POTABLE:

La EMAPAAC tiene a su cargo el sistema de agua potable enmarcado en la jurisdicción de la zona de la parroquia urbana de Cayambe, caracterizado por la siguiente infraestructura:

- Fuentes de abastecimiento de agua cruda.
- Tratamiento de potabilización.
- Tanques de reserva de agua potable.
- Redes de distribución de agua potable.

3.1.1. Evaluación de redes de abastecimiento:

El abastecimiento de agua está ubicado en 5 fuentes que se detallan a continuación:

ITEM	FUENTE	DESCRIPCION	COORDENADA (m)			CAUDAL (l/s)		
			Long.	Latit.	Cota	Uso	Consec.	Aforo
1	Tajamar	Vertiente y sistema de bombeo	818 065	9 545	2 760	80	80	77.3
2	Cariacu - 1	Vertiente a gravedad	822 252	8 890	2 975		11.8	1.60
3	Cariacu - 2	Vertiente a gravedad	822 289	8 679	2 930	12	8.25	13.5
4	Buga	Vertiente a gravedad	824 168	7 980	3 103		11.05	2.8
5	Río Blanco	Captación superficial a gravedad	824 486	2 002	3 264	16	18	5.2
6	Pinanhurco	Captación superficial a gravedad	824 906	2 833	3 378	18	15	5.6

- La conducción de agua hacia los sistemas de tratamiento se detalla a continuación:

ITEM	FUENTE	DESTINO	CONDUCCIÓN				CAUDAL (l/s)	
			Uso	Consec.				
1	Tajamar	T. Álvarez Chiriboga	L = 5.20 Km	PVC-P	D = 315 mm	1.25 MPA	80.00	80.00
2	Cariacu - 1		L = 2.40 Km	PVC-P	D = 160 mm	1.25 MPA		11.80
3	Cariacu - 2	T. Álvarez Chiriboga T. Los Pinos	L = 2.35 Km	PVC-P	D = 200 mm D = 250 mm	1.25 MPA	12.00	8.25
4	Buga		L = 4.20 Km	PVC-P	D = 110 mm	1.25 MPA		11.05
5	Río Blanco	T. El Quingo	L = 6.80 Km	PVC-P	D = 160 mm D = 200 mm	1.25 MPA	16.00	18.00
6	Pinanhurco	T. Cruz Loma T. Álvarez Chiriboga	L = 8.00 Km	PVC-P	D = 160 mm	1.25 MPA	18.00	15.00

3.1.2. Evaluación de Tratamiento de potabilización:

El abastecimiento de agua potable cuenta con 2 sistemas de tratamiento que se describen a continuación:

ITEM	TRATAMIENTO	CAUDAL (l/s)
1	Planta Semicompacta - Cruz Loma	18
2	Planta Convencional - El Quingo	12

3.1.3. Evaluación de Reservas de Agua Potable:

Los Tanques de almacenamiento con un volumen nominal, que se detallan a continuación:

ITEM	RESERVA	Vútil (m3)	Vol. – 2019 (m3)
1	Álvarez Chiriboga	816.15	2248
2		816.15	
3		305.49	
4		172.2	
5		137.98	
6	Cruz Loma	190.06	190
7		31.68	
8	Los Pinos	193.1	193
9		54.96	
10	El Quingo	150.81	151
VOLUMEN TOTAL (m3)			2782

3.1.4. Evaluación de Redes de Distribución de Agua Potable:

Las áreas de servicio de las redes de distribución de agua potable se dividen en: Cruz Loma, Álvarez Chiriboga, Los Pinos y El Quingo, un esquema de la distribución y de las redes de distribución se presenta en el a continuación.

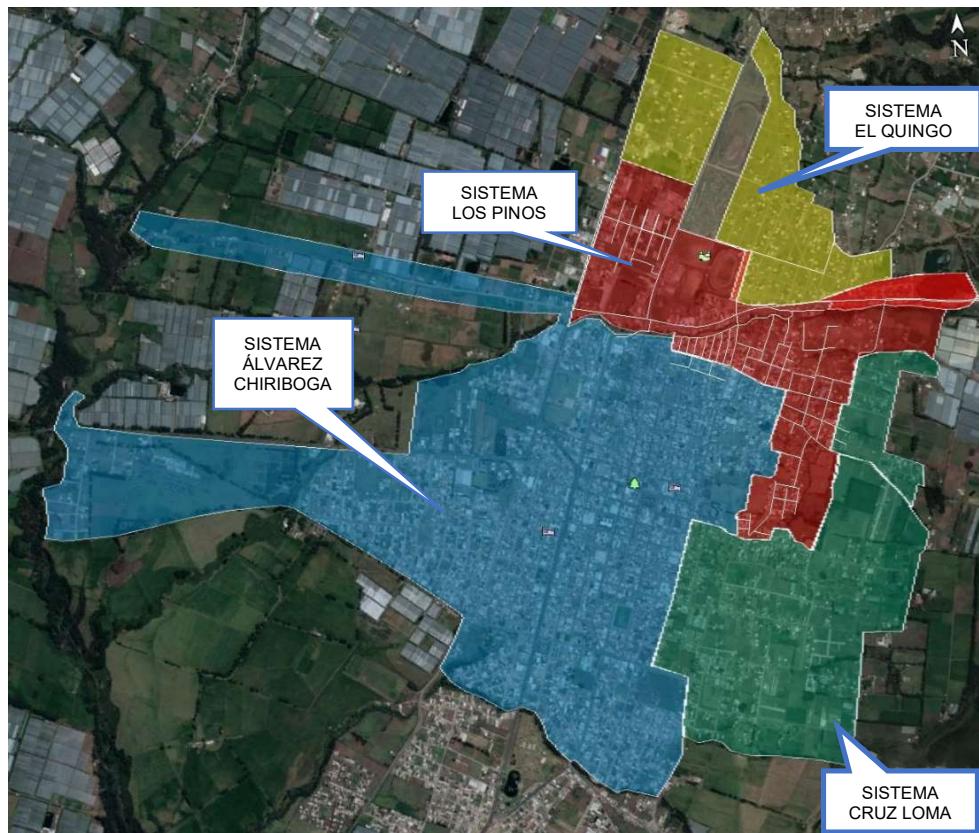


Ilustración 1: Redes de distribución de agua potable – Jurisdicción EMAPAAC-EP.

a. Redes Cruz Loma:

La principal causa de falla de la red son las presiones elevadas; por tanto, para su control se colocan válvulas reductoras de presión; sin embargo, al evaluar la red incluyendo el caudal de 5 litros para la protección contra incendios, se verificó que los diámetros de la tubería existente no permiten cumplir los requerimientos de presión normado. *Necesario rediseño.*

b. Red Los Pinos

El mayor problema en esta red son las presiones negativas, y no solo como resultado de que existan puntos de demanda cuya cota sea superior a la del tanque, sino que además, los diámetros existentes son pequeños en comparación a lo requerido y con ello la cantidad de pérdidas generadas en la conducción no permiten llegar con la presión adecuada a los puntos de interés. *Necesario rediseño.*

c. Red El Quingo

El tanque de reserva se encuentra por debajo de la cota de los primeros tramos de la red por lo que se producen valores de presiones bajas e incluso negativas. Hacia el final de la red, en la parte más alejada del tanque la diferencia de cotas es de 103 m, produciendo presiones de servicio de hasta 98 mca, en la red actual no se dispone de ninguna estructura o válvula que regule las presiones. *Necesario rediseño.*

d. Red Álvarez Chiriboga

El principal problema de la red está en las grandes pérdidas de carga que se generan en las tuberías de diámetro demasiado pequeño y que se deriva en presiones negativas provocando falta de servicio en varias zonas de la red. Los tanques de reserva Álvarez-Chiriboga 3 y 5 se encuentran por debajo de la cota de algunas zonas de servicio de la red, por lo que los tanques 1-2 y 4 deberán vaciarse primero para que los tanques 3 y 5 entren en funcionamiento. Se recomienda que los tanques 3 y 5 no sean utilizados para la red pues, su abastecimiento es prácticamente nulo al no encontrarse en una cota adecuada para el servicio. Además, son estructuras antiguas las cuales necesitan un mantenimiento completo.

Hacia el final de la red, la diferencia de cotas entre los tanques de reserva y el punto más alejado es de 120 m, produciendo presiones de servicio de hasta 75 mca, en la red actual no se dispone de ninguna estructura o válvula que regule las presiones. *Necesario rediseño.*

3.2. SITUACIÓN ACTUAL ALCANTARILLADO COMBINADO:

Del análisis realizado al sistema de alcantarillado pluvial y sanitario con el catastro de las redes de drenaje se ha verificado que el sistema de alcantarillo presenta varios inconvenientes:

- La infraestructura se encuentra bajo predios y construcciones dentro de la zona urbana de Cayambe.
- Los pozos catastrados se encuentran en varios casos en contra pendiente.
- Los pozos catastrados presentan saltos de nivel importantes sin una estructura de pozos que puedan disipar estas energías.
- Las secciones no presentan capacidad de transportar el caudal sanitario y pluvial, provocando afectaciones a la infra y supra estructura urbana de Cayambe.
- Las descargas no cuentan un tratamiento de aguas residuales domésticas que estén operativas y no cuentan con un saneamiento.
- Las plantas de tratamiento por falta de operación y mantenimiento, se encuentran colmatadas de lodos por lo que se ha procedido a realizar el by pass y realizar una descarga directa.

3.2.1. Descargas de Alcantarillado:

En el desarrollo del levantamiento catastral del alcantarillado realizado en la zona urbana del cantón Cayambe para la evaluación del sistema de drenaje que para el caso es combinado, se identificaron 8 descargas de caudales combinados que se realizan sin un tratamiento previo a su entrega a los cauces naturales.

Sin embargo, de contar con sistemas de tratamiento primarios se encuentran derivados y sus los esfuentes descargando en forma directa a los cauces naturales, debido a que no se realiza el mantenimiento de la infraestructura de saneamiento.

Cabe señalar que las descargas se encuentran funcionando correctamente y su infraestructura se encuentran en buenas condiciones de operación.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los datos de las descargas, así como un gráfico de la ubicación de estas (Google Earth)

DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	LATITUD (m)	CUERPO RECEPTOR	ZONA
Descarga - 01	817 042	10 003 786	Qda. Yasnan	Zonas – 01 y 02
Descarga - 02	816 294	10 004 615	Qda. Miraflores	Zona 03
Descarga - 03	815 040	10 004 479	Río Granobles	Zona 03
Descarga - 04	818 222	10 007 199	Río Granobles	Zona 04
Descarga - 05	815 593	10 005 984	Río Puluvi	Zona 04
Descarga - 06	817 402	10 003 557	Qda. Yasnan	Zona 02
Descarga - 07	817 571	10 003 264	AA.SS. Juan Montalvo	Zona 02
Descarga - 08	817 997	10 003 098	Qda. Yasnan	Zona 02

Se presenta una descripción de las descargas de alcantarillado identificadas.



Ilustración 2: Ubicación de descargas sanitarias existentes ciudad de Cayambe.

En resumen actualmente los sistemas de alcantarillado se encuentran descargando en forma libre y sin un tratamiento de depuración de aguas residuales.

3.2.2. Red de Alcantarillado:

La Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo de Cayambe EMAPAAC EP, no dispone de ninguna información catastral sobre los sistemas de alcantarillado que se encuentran en funcionamiento en la actualidad, por lo que el equipo consultor realizó el catastro de la información necesaria.

La gran mayoría de la ciudad urbana de Cayambe tiene en la actualidad un sistema de alcantarillado combinado, es decir un sistema único para la recolección tanto de aguas servidas como de aguas lluvias, los mismos que han sido construidos por el EX – IEOS en 1980 y conforme la ciudad ha ido creciendo se ha ido ampliando por parte de la municipalidad. Debido a las condiciones tanto climatológicas como de infraestructura que tiene en la actualidad la ciudad urbana de Cayambe, y a la vez a las mejoras ambientales que se debe implementar en los sistemas de recolección y evacuación, se recomienda realizar la separación de caudales sanitarios y pluviales.

Se ha realizado un análisis de la infraestructura de recolección y evacuación de aguas lluvias y sanitarias del sistema actual de la ciudad urbana de Cayambe, para lo cual se ha realizado el levantamiento catastral y la evaluación segmentado a la ciudad en cuatro sectores, como se detallan más adelante.

Se han registrado las coordenadas y cotas tanto en las tapas como en la entrada y salida de cada pozo catastrado, cerrando las poligonales con los puntos de control que se han levantado previamente. Conjuntamente, se ha registrado y recolectado la información en fichas catastrales.

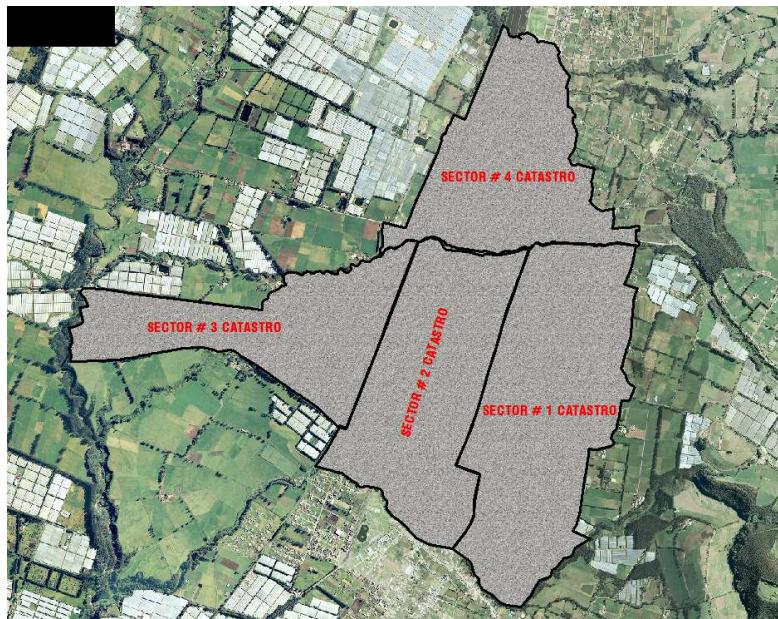


Ilustración 3: Esquema sectorización Jurisdicción EMAPAAC-EP, levantamiento de información.

De la totalidad de pozos catastrados en la ciudad, 1546 pozos, se ha encontrado que 229 están tapados, ya sea por el asfalto o adoquín, lo que representa 16% de información faltante, por lo que no se puede definir a ciencia cierta cuál es el funcionamiento actual del sistema de recolección de aguas servidas y aguas lluvias, sino de una forma parcial. Sin embargo, de la información levantada se observa que la mayor parte del sistema de alcantarillado de la ciudad no tiene la capacidad de evacuar la totalidad del caudal combinado que se genera en la actualidad. Además, en la gran mayoría de la ciudad se cuenta con tuberías de hormigón antiguas, que han cumplido ya con su vida útil.

Sector 1: abarca la parte Este de la ciudad, comprendido entre el río Blanco y la quebrada Yasnán, hasta la calle Olmedo, en este sector se han catastrado 415 pozos, de los cuales 58 están tapados y, por ende, no ha sido posible realizar el levantamiento de la información correspondiente, lo que representa el 14% de información faltante, lo cual imposibilita el completo armado de la red de drenaje. Además, se encuentra que de los 384 tramos de red de alcantarillado 82 están en contrapendiente, lo cual no permite un adecuado drenaje hacia las descargas. Se ha detectado además que todo este sector drena hacia el sector 2, en donde tiene su descarga final en la quebrada Yasnán, la cual se describe más adelante.

Sector 2: está comprendido entre las calles Olmedo y Víctor Cartagena entre el río Blanco y la quebrada Yasnán, este sector corresponde a la parte consolidada de la ciudad. Se han catastrado 487 pozos de los cuales 45 están tapados, lo que representa 9% de información faltante, lo que a su vez imposibilita el completo armado de la red de drenaje. Por otro lado, se ha detectado que, de los 597 tramos, 90 están en contrapendiente, lo que dificulta el adecuado drenaje en esta zona. Este sector drena hacia el sur de la ciudad hacia la quebrada Yasnán, posee dos puntos de descarga, el primero que representa aproximadamente el 70% del caudal de descarga de la ciudad y una segunda que recolecta una pequeña zona en el sur de la ciudad, más adelante se detallan las descargas actuales de la ciudad.

Sector 3: comprendido entre las calles Víctor Cartagena hasta el río Granobles, ubicado al oeste de la ciudad, se han levantado 261 pozos, de los cuales 47 no se pudo obtener información debido a que se encuentran tapados o perdidos, esto representa un 18% de información faltante; sin embargo, se presume que este número de pozos tapados es aún mayor ya que se encuentran tramos de más de 400 m de longitud en los que no se han visualizado pozos de revisión, lo que no posibilita el completo armado de la red de drenaje. Además, se verificó que, de los 291 tramos de alcantarillado analizados, 52 están en contrapendiente. Este sector posee dos puntos de descarga los cuales se describen más adelante.

Sector 4: abarca la cabecera, en la parte norte de la ciudad, desde el río Blanco hasta el río Puluví, en este sector se han levantado 383 pozos de los cuales se tiene que 79 están perdidos o tapados, con lo que se tendría el 21% de información faltante que imposibilita el completo armado de la red de drenaje. Además de los 295 tramos analizados en este sector, 40 están en contrapendiente, lo que dificulta el correcto drenaje hacia las descargas. En este sector se tiene dos puntos de descarga hacia el río Puluví los cuales no tienen tratamiento y se describen más adelante.

3.2.2.1. Evaluación del funcionamiento hidráulico

Se han evaluado los tramos de alcantarillado que conforman el sistema de evacuación de Cayambe, para comprobar el funcionamiento hidráulico de los mismos.

Para la evaluación hidráulica se ha planteado un escenario donde se utiliza la información sobre los parámetros de intensidad, duración y frecuencia de lluvias proporcionados por el INAMHI para un período de retorno de 5 años. Los resultados obtenidos muestran que la conformación actual de redes no tiene un correcto funcionamiento. En el análisis realizado se ha encontrado varios tramos que no cumplen con las normas de velocidades mínimas ($V_{min} = 0.45 \text{ m/s}$), cobertura mínima (1.20m), la capacidad hidráulica de los colectores es insuficiente para transportar los caudales que se obtuvieron con los parámetros seleccionados. Además, luego de las inspecciones realizadas y con ayuda de la información recopilada se sabe que en ciertas zonas se ha producido colapsos de tubería (centro de la ciudad, colector el Tumbe), por lo que se corrobora los resultados obtenidos en las modelaciones numéricas.

Con la información de las fichas catastrales levantadas y las conformaciones de las redes de drenaje, se generaron los planos de la red de alcantarillado existentes.

Descripción	S1	S2	S3	S4	Total
Pozos correspondientes al levantamiento topográfico	415	487	261	383	1546
Pozos Tapados/sin ficha	58	45	47	79	229
% Pozos sin información	14%	9%	18%	21%	15%

Cabe señalar que la actual configuración del alcantarillado combinado en el sector 2, cuenta como colector principal al embaulado denominado El Tumbe, que por su conformación y estructura presenta problemas como:

- El colector El Tumbe actualmente se encuentra ubicado bajo infraestructura residenciales en el centro de la ciudad de Cayambe, como se presenta en el siguiente esquema:



Ilustración 4: Embaulado Quebrada El Tumbe, Fuente: EMAPAAC EP

- La configuración del embaulado de la Qda. El Tumbe se la ha realizado de una manera no técnica variando la configuración en función del sector embaulado y de las consideraciones técnicas del propietario del sector que se encuentra cruzando el embaulado.



Ilustración 5: Sección de embaulado Quebrada El Tumbe – Calle Vargas, Fuente: EMAPAAC EP

4. PARÁMETROS DE DISEÑO DE AGUA POTABLE:

4.1. Población de diseño:

Para la determinación de la población en la zona de competencia de la EMAPAAC-EP se fundamentó en dos fuentes de información, la primera que considera los resultados de varios censos de población y vivienda, y un estudio de “Proyecciones Referenciales de Población a Nivel Cantonal – Parroquial”, realizados por el INEC. Para el análisis de la información se consideró el crecimiento de la parroquia urbana de Cayambe, tal como lo indican los Censos realizados por el INEC.

La información de los censos de población de 1990, 2001 y 2010 se presenta a continuación:

AÑO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
1990	11 713	12 370	24 083
2001	19 945	20 540	40 485
2010	24 989	25 840	50 829

Los índices de crecimiento poblacional (r) calculados para diferentes períodos en función de los datos de los censos del INEC, se presentan a continuación:

PERÍODO	r ARITMÉTICO (%)
1990-2001	5.68%
2001-2010	2.56%

De esta información el índice de crecimiento aritmético de la parroquia de Cayambe en 5.86% en el período de 1990 a 2001 y un crecimiento aritmético de 2.56% en el período de 2001 a 2010; así también se desprende que el índice de crecimiento aritmético de la parroquia de Cayambe en 4.84% en el período de 1990 a 2001 y un crecimiento

aritmético de 2.56% en el período de 2001 a 2010.

Del estudio “Proyecciones Referenciales de Población a Nivel Cantonal – Parroquial”, realizado por el INEC se desprende que la proyección de población es mediante una progresión aritmética considerando para el efecto una razón igual a 2.12% como se presenta a continuación:

AÑO	POBLACIÓN
2010	52633
2011	53740
2012	54853
2013	55968
2014	57086
2015	58203
2016	59321
2017	60438
2018	61555
2019	62670
2020	63783

4.1.1. Población Actual

El cantón Cayambe está conformado por ocho parroquias, tres urbanas (Cayambe, Juan Montalvo y Ayora) y cinco rurales (Ascázubi, Cangahua, Cusubamba, Olmedo y Otón).

Según el censo del 2010 realizado por el INEC, la población urbana de Cayambe estaba distribuida de la siguiente manera:

Parroquias	Población Censo 2010	
Cayambe	28.659 hab.	Población área del Proyecto
Ayora	2.825 hab.	
Juan Montalvo	7.085 hab.	
Total	39.028 hab.	

Para efecto del presente estudio del Plan Maestro del sistema de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial, se considera únicamente la población del área urbana de Cayambe, que según el censo del 2010 tenía una población de 28.659 habitantes, los cuales se encuentran dentro de la jurisdicción de la EMAPAAC-EP, para el efecto de la determinación de la población de incidencia del proyecto se realizó la cuantificación de la población utilizando la información generada en el Censo de Población y Vivienda de 2010 a nivel de sector censal (A nivel de manzana). A continuación, se presenta un esquema de los sectores censales.

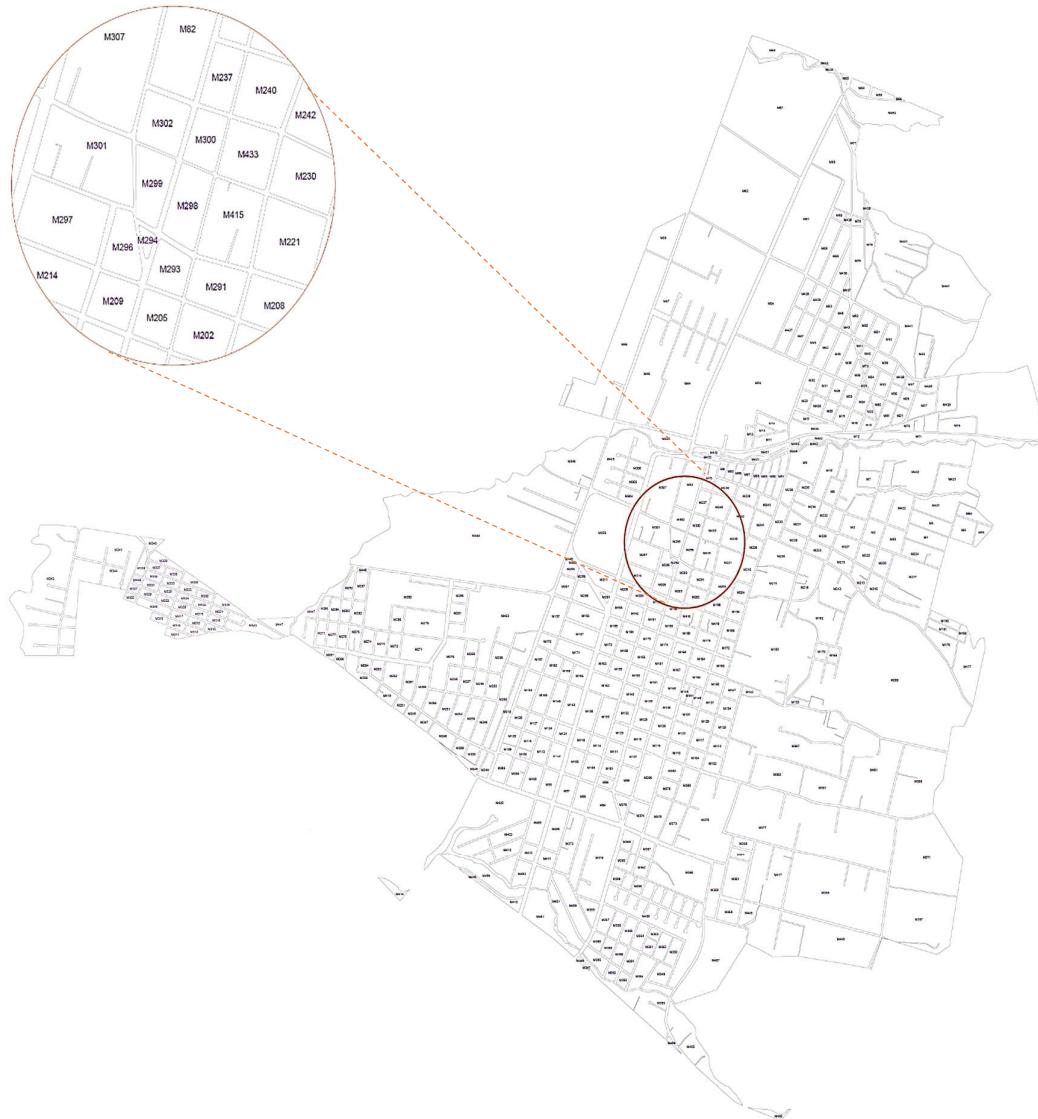


Ilustración 6: Sectores censales jurisdicción EPAMAAC-EP

4.1.2. Población Futura:

Para la determinación de la población futura se hicieron 2 análisis que a continuación se detallan.

4.1.2.1. Proyección poblacional futura con progresión aritmética:

Para la proyección de la población al año 2018 se consideró el crecimiento poblacional de cada sector censal (Manzana), contrastando con la fotografía satelital de GoogleEarth del año 2010 y el año 2018 considerando un incremento de población en las zonas de expansión que se han identificado en el área de la jurisdicción de la EMAPAAC-EP, para lo cual se utilizó la densidad poblacional similar al crecimiento

existente en las zonas aledañas, con lo que para el año 2018 se ha definido la población en 34842 habitantes.

A continuación, se presenta en área de jurisdicción de la EMAAPAC-EP:



Ilustración 7: Área de jurisdicción futura de EMAAAC EP.

De análisis realizado en el estudio “Proyecciones Referenciales de Población a Nivel Cantonal – Parroquial”, realizado por el INEC se desprende que la proyección de población es mediante una progresión aritmética considerando para el efecto una razón igual a 2.12%, por lo que la población para el final del período de diseño del proyecto al **año 2050** es de **58484 habitantes**, obteniéndose los siguientes datos de población a lo largo del tiempo hasta el horizonte de diseño al **año 2050**:

Método	Aritmético									
	2.12%									
Año	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Población	28659	34842	35568	36310	39993	43705	47386	51065	54797	58484

En el área de estudio se incluyó un sector de expansión futura ubicado al sur-este de la población de la parroquia de Cayambe que colinda con la parroquia Juan Montalvo con un área de **34.44 ha**, que se proyectó su población con la densidad a futuro del sector censal M407 de **48.87 hab./ha.**, llegando a tener una población futura de **1683 habitantes**, obteniéndose una **población futura total** para la jurisdicción de la **EMAPAAC-EP** en un valor de **60167 habitantes**.

4.2. Demanda preliminar de agua potable:

4.2.1. Dotación:

La dotación neta es la cantidad de agua realmente consumida por cada habitante, es decir sin incluir las pérdidas que se generan en los sistemas, a diferencia de la dotación bruta.

La dotación neta de agua potable para una ciudad se determina en base a los registros históricos de micro medición, es decir, los consumos totales de cada mes en m³, por cada usuario conectado a la red pública de agua potable que cuente con medidor, diferenciado por el tipo de consumo. En el caso de la ciudad de Cayambe se tiene diferenciado los consumos como comercial, doméstico, especial, industrial y público oficial, tal como se observa en la tabla a continuación.

Tipo de uso	# de usuarios con medidor
Comercial	4822
Doméstico	3485
Especial	187
Industrial	66
Público - Oficial	61
TOTAL	8621

Elaboración: MACROCONSULT Cía. Ltda.

De los registros históricos de consumo de agua potable que posee la EMAPAAC – EP, desde el año 2007 al 2017 así como la proyección de población desde el censo de Población y Vivienda de 2010 hasta el 2017, como se muestran en la siguiente tabla donde se asigna la unidad básica actual de consumo de agua potable para la ciudad urbana de Cayambe es de 181.60 l/hab día. De esta forma se estima que la unidad básica de consumo doméstico para el horizonte de diseño, el **año 2050** será de **200 l/hab-día**, considerando que la EMAPAAC-EP realice campañas de difusión para el ahorro en el consumo de agua para la ciudad urbana de Cayambe.

MES	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Enero	149 281	167 079	170 891	225 729	182 310	210 989	201 707	224 491	216 073	207 622	190 751
Febrero	174 683	177 498	186 131	154 951	180 459	185 553	215 346	205 559	228 648	187 674	180 763
Marzo	136 897	161 611	150 747	191 250	166 963	195 118	193 183	205 720	188 850	188 951	188 385
Abril	160 908	158 882	177 585	180 137	210 362	193 467	211 583	218 073	217 112	218 057	204 224
Mayo	151 860	165 528	179 788	169 002	185 852	182 705	195 494	221 330	210 876	188 854	200 283
Junio	156 192	171 692	187 109	189 360	174 727	209 942	230 768	216 051	214 044	211 550	196 892
Julio	162 559	155 879	194 364	181 473	192 716	198 040	205 221	208 190	198 683	201 427	209 974
Agosto	163 164	179 619	183 199	222 537	198 239	201 066	217 497	219 173	229 775	195 879	196 381
Septiembre	168 223	156 510	173 625	186 138	198 553	207 882	213 915	221 028	194 190	198 912	235 748
Octubre	167 633	168 116	180 152	192 256	175 277	196 740	201 638	204 303	202 645	189 907	207 104
Noviembre	158 353	163 419	189 705	215 229	195 687	200 336	222 586	230 520	205 121	183 401	190 806
Diciembre	173 132	187 543	153 717	199 484	157 299	185 845	189 033	204 605	200 783	196 971	208 492
Total	1 922 885	2 013 376	2 127 013	2 307 546	2 218 444	2 367 683	2 497 971	2 579 043	2 506 800	2 369 205	2 409 803
Promedio consumo mensual (m ³)	160 240	167 781	177 251	192 296	184 870	197 307	208 164	214 920	208 900	197 434	200 817
Población proyectada (hab.)	26 911	27 481	28 064	28 659	34 842	35 568	36 310	39 993	43 705	47 386	51 065
Consumo promedio/usuario (m ³ /hab.-mes)	5.95	6.11	6.32	6.71	5.31	5.55	5.73	5.37	4.78	4.17	3.93
Consumo diario prom (l/hab.-día)	198.48	203.51	210.53	223.66	176.87	184.91	191.10	179.13	159.33	138.88	131.09

Además, considerando los hábitos de consumo, usos de agua, la disponibilidad del recurso hídrico en las fuentes y las recomendaciones de la **norma CO 10.07 – 601**, para este estudio, teniendo en cuenta que la **población futura será mayor a 50 000 habitantes** y que el **clima es frío**, se sugiere una dotación igual a **200 l/hab/día**.

4.2.2. Caudales de Diseño de agua potable:

La determinación de los caudales requeridos se realizó considerando las diferentes variaciones de consumo para población urbana, las cuales se detallan a continuación:

4.2.2.1. Consumo Medio Anual

La población total futura para el área de la jurisdicción de la EMAPAAC-EP se divide en 4 sectores de distribución de agua potable de acuerdo al siguiente cuadro:

ITEM	RED	POBLAC. (hab.)	DOT. (l/hab/día)	Qdot. (l/s)	Qadic. (l/s)	Qmed. (l/s)
	DISTRIBUCION					
1	ALVAREZ	45 687		101.86	8.59	110.45
2	CRUZ LOMA	4 570		14.47	0	14.47
3	LOS PINOS	6 546		15.15	0	15.15
4	EL QUINGO	3 365		7.79	0	7.79
	TOTAL	60 168		139.28	8.59	147.86

Cabe señalar que el caudal medio del sector de distribución de agua potable de Álvarez Chiriboga se le debe adicionar el un caudal adicional de 8.59 (l/s), correspondiente a caudales de otros servicios dentro la zona consolidada de la ciudad de Cayambe:

- Sector Industrial con: 0.93 (l/s)
- Sector Institucional con: 2.27 (l/s)

- Sector Comercial con: 5.39 (l/s)

Por lo antes expuesto el **caudal de consumo medio anual diario** será de **147.86 (l/s)**

4.2.2.2. Consumo Máximo Diario

Para cada una de las redes de distribución se ha definido el caudal máximo diario:

ITEM	RED	POBLAC.	DOT.	Qmed.	Q _{MD}
	DISTRIBUCION	(hab.)	(l/hab/día)	(l/s)	(l/s)
1	ALVAREZ	45 687	200	110.45	154.63
2	CRUZ LOMA	4 570		14.47	20.26
3	LOS PINOS	6 546		15.15	21.21
4	EL QUINGO	3 365		7.79	10.91
TOTAL		60 168		147.86	207.00

4.2.2.3. Consumo Máximo Horario

Para cada una de las redes de distribución se ha definido el caudal máximo diario:

ITEM	RED	POBLAC.	DOT.	Qmed.	Q _{MH}
	DISTRIBUCION	(hab.)	(l/hab/día)	(l/s)	(l/s)
1	ALVAREZ	45 687	200	110.45	247.52
2	CRUZ LOMA	4 570		14.47	32.43
3	LOS PINOS	6 546		15.15	33.95
4	EL QUINGO	3 365		7.79	17.46
TOTAL		60 168		147.86	331.35

4.2.2.4. Dotación Contra Incendios

En concordancia con la Secretaría del Agua, codificada en el Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitaria, Norma CO 10.07-601, Sistemas de Agua Potable y Eliminación de Aguas Residuales, Urbanos a continuación se detalla los caudales de incendios de cada una de las redes de abastecimiento de agua potable:

ITEM	RED	POBLAC.	DOT. SCI.	CANTIDAD	Q _{SCI.}
	DISTRIBUCION	(hab.)	(l/s)	(u)	(l/s)
1	ALVAREZ	45 687	20.00	2	20.00
2	CRUZ LOMA	4 570		2	10.00
3	LOS PINOS	6 546		1	10.00
4	EL QUINGO	3 365		1	10.00
TOTAL		60 168	45.00	6	50.00

4.3.3 Línea de Conducción de Interconexión del Sistema Huayco Machay:

Para la interconexión del sistema de agua potable de Huayco Machay se requiere colocar luego de la planta de tratamiento una reserva principal de agua potable para que partiendo de esta se interconecte con las reservas bajas existentes y a construir de los sectores de distribución de agua potable de la jurisdicción de la EMAPAAC-EP.

ITEM	RED	POBLAC.	DOT.	Q _{MD}	Q _{HM-INTERC.}
	DISTRIBUCION	(hab.)	(l/hab/día)	(l/s)	(l/s)
1	ALVAREZ	45 687	200	154.63	170.09
2	CRUZ LOMA	4 570		20.26	22.28
3	LOS PINOS	6 546		21.21	23.33
4	EL QUINGO	3 365		10.91	12.00
TOTAL		60 168		207.00	227.70

4.3. Volúmenes de almacenamiento:

En la actualidad la ciudad de Cayambe y en específico la jurisdicción de la EMAPAAC-EP en las zonas de distribución de agua potable presentan las siguientes reservas, medidas en campo:

ITEM	RESERVA	Vútil (m3)	Vdisp. – 2019 (m3)
1	Álvarez Chiriboga	816.15	2248
2		816.15	
3		305.49	
4		172.2	
5		137.98	
6	Cruz Loma	190.06	190
7		31.68	
8	Los Pinos	193.1	193
9		54.96	
10	El Quingo	150.81	151
Volumen total (m3)		2782	

El volumen total de almacenamiento solicitado para el período de diseño al año 2050 es de 5837.00 m3, que deberán ser complementados a las reservas existentes de 2782.00 m3, por lo que se hace necesario la construcción de una reserva de alrededor de 3055.00 m3 adicionales hasta el final del período de diseño del presente proyecto, como se detalla a continuación.

ITEM	RESERVA	Vútil (m3)	Vdisp.-2019 (m3)	Vresv.-2050 (m3)	Vnec.-2050 (m3)
1	Álvarez Chiriboga	816.15	2248	4242	1994
2		816.15			
3		305.49			
4		172.2			
5		137.98			
6	Cruz Loma	190.06	190	632	442
7		31.68			
8	Los Pinos	193.1	193	619	426
9		54.96			
10	El Quingo	150.81	151	344	193
Volumen total (m3)		2782		5837	3055

4.3.1. Volumen de Regulación

A continuación, se presenta el volumen de reserva diario de agua potable de cada uno de los sectores de distribución de agua potable:

ITEM	RED	POBLAC.	Qmed.	Valmc.
	DISTRIBUCION	(hab.)	(l/s)	(m3)
1	ALVAREZ	44 003	110.45	2863
2	CRUZ LOMA	6 253	14.47	375
3	LOS PINOS	6 546	15.15	393
4	EL QUINGO	3 365	7.79	202
	TOTAL	60 167	147.86	3833

4.3.2. Volumen de Protección Contra Incendios

A continuación, se presenta el volumen de reserva para la protección contra incendios de cada uno de los sectores de distribución de agua potable:

ITEM	RED	POBLAC.	V _{INCENDIOS}
	DISTRIBUCION	(hab.)	(m3)
1	ALVAREZ	44 003	663
2	CRUZ LOMA	6 253	163
3	LOS PINOS	6 546	128
4	EL QUINGO	3 365	92
	TOTAL	60 167	1046

4.3.3. Volumen de Emergencia

A continuación, se presenta el volumen de reserva para emergencias de cada uno de los sectores de distribución de agua potable:

ITEM	RED	POBLAC.	Valmc.	Vemerg.
	DISTRIBUCION	(hab.)	(m3)	(m3)
1	ALVAREZ	44 003	2863	716
2	CRUZ LOMA	6 253	375	94
3	LOS PINOS	6 546	393	98
4	EL QUINGO	3 365	202	50
	TOTAL	60 167	3833	958

4.3.4. Volumen Total

A continuación, se presenta el volumen de reserva total de cada uno de los sectores de distribución de agua potable:

ITEM	RED	Qmed.	Valmc.	Vemerg.	Vincd.	Vreserv.
	DISTRIBUCION	(l/s)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)
1	ALVAREZ	110.45	2863	716	663	4242
2	CRUZ LOMA	14.47	375	94	163	632
3	LOS PINOS	15.15	393	98	128	619
4	EL QUINGO	7.79	202	50	92	344
	TOTAL	147.86	3833	958	1046	5837

Las reservas de agua potable se han planteado colocar en las posiciones que permitan garantizar la carga y la cobertura de los sectores de acuerdo al siguiente detalle:

- Se construirá una reserva principal del sistema de abastecimiento de agua potable de Huayco – Machay que permita cubrir el abastecimiento de la reserva necesaria al horizonte de diseño del plan maestro al año 2050, con lo que se requiere cubrir un volumen de reserva de 5 837.00 m³
- La reserva de agua potable de los sectores de Álvarez Chiriboga y Cruz Loma se ubicará en donde en la actualidad están las reservas de Cruz Loma para garantizar presión a las redes de distribución de los dos circuitos de ambas redes.
- Para los sectores de Los Pinos y El Quingo si existe espacio suficiente para la implantación de las nuevas reservas de agua potable.

A continuación, se presenta un esquema de la ubicación de la reserva principal de agua potable de Huayco – Machay, así como la conducción a las reservas de agua existentes de los sectores de distribución de agua potable se presenta a continuación.



ITEM	RESERVA	Vútil (m ³)	Vdisp. 2019 (m ³)	Vnec. 2050 (m ³)	Vdéficit 2050 (m ³)	Vasum. 2050 (m ³)
1	Álvarez Chiriboga	816.15	2248	4242	2435	2442
2		816.15				
3		305.49				
4		172.2				
5		137.98				
6	Cruz Loma	190.06	190	632		
7		31.68				
8	Los Pinos	193.1	193	619	426	509
9		54.96				
10	El Quingo	150.81	151	344	193	201
VOLUMEN TOTAL (m³)		2782	5837	2988	3152	

5. DISEÑO DEFINITIVO:

5.1. Diseño definitivo del sistema de agua potable:

En el diseño definitivo del sistema de agua potable se ha planteado 3 fases:

- Primera Fase de obras emergentes en el que se plantea la repotenciación de las obras de captaciones para satisfacer la necesidad de agua potable en el sistema.
- Segunda Fase de obras a mediano plazo en el que se plantea el incrementos y cambio de fuentes de abastecimiento de agua potable del sistema Huayco – Machay y Pesillo – Imbabura.
- Tercera Fase de obras a largo plazo en el que se plantea la repotenciación de las reservas de agua potable y redes de distribución de agua potable.

5.1.1. Primera Fase – Repotenciación de Fuentes de Abastecimiento:

5.1.1.1. Repotenciación Sistema de Bombeo Tajamar:

a. Diseño Hidráulico:

La repotenciación considera la ampliación del sistema de bombeo Tajamar con el incremento del caudal de aprovechamiento de 20.00 l/s adicionales, llegando a una capacidad de 100.00 l/s de descarga a las instalaciones de tanques de reserva en el sector de Álvarez Chiriboga, caudal que se encuentra concesionado.

Este incremento de caudal se lo obtiene con la incorporación de una bomba adicional con un punto de funcionamiento definido en un caudal de 33.40 l/s a una presión de descarga de 130.00 m.c.a. regulando la descarga con una válvula reguladora de caudal de 6", para lo cual se desarrolló el modelamiento de 3 sistemas de bombeo (Bomba de marca Goulds, Grundfos y Shandong Shuanlun), de acuerdo al siguiente detalle:

Bomba Goulds 3196 MTX / 3X4-10: Bomba de centrifuga de eje horizontal que presenta las siguientes características:

Caudal de bombeo:	33.40 (l/s)
Altura de bombeo:	130.00 (m.c.a.)
Motor:	Motor_Marathon_Electric_365TSTD7904
Potencia Nominal:	100.00 (HP)
Potencia Funcionamiento:	80.00 (HP)
Amperaje:	274/137 (Amps.)
Voltaje:	200/400 (Volt.)
Velocidad:	3600 (rpm)

Teniendo un sistema de bombeo conformado por las siguientes bombas:

BOMBA	MOTOR	POTENCIA (HP)	BOMBAS
B1	MOTOR BALDOR ECP4412T-4	125	GOULDS
B2	MOTOR BALDOR ECP4412T-4	125	GOULDS
B3	MOTOR BALDOR ECP4412T-4	125	GOULDS
B4	MOTOR BALDOR ECP4412T-4	125	GOULDS
B5	MOTOR MARATHON ELECTRIC 365TSTD7904	100	GOULDS
B6	MOTOR MARATHON ELECTRIC 365TSTD7904	100	GOULDS

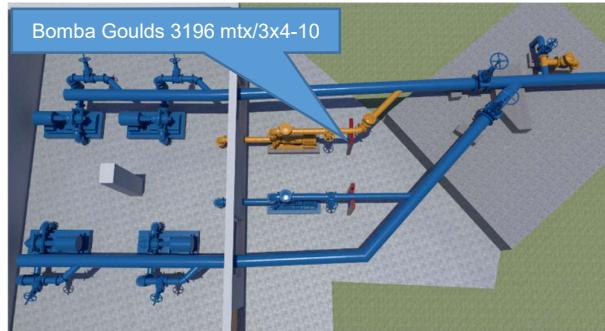


Ilustración 8: Sistema de bombeo Tajamar con incorporación de bomba Goulds 3196 MTX / 3x4-10

b. Operación normal del sistema de bombeo:

El funcionamiento del sistema de bombeo será con 3 bombas, con un backup del 100% de acuerdo a la siguiente operación:

BOMBA	TIPO DE BOMBA	OPERACIÓN 1	OPERACIÓN 2
B1	GOULDS	3 x 4 - 10	ON
B2	GOULDS	3 x 4 - 10	ON
B3	GOULDS	3 x 4 - 10	OFF
B4	GOULDS	3 x 4 - 10	OFF
B5	GOULDS	3196-MTX	ON
B6	GOULDS	3196-MTX	OFF

Las tres alternativas de incremento de una bomba para el sistema de bombeo tienen la capacidad de realizar la descarga del sistema de bombeo en un rango de 100.00 (l/s) hasta descargar en la reserva de Álvarez Chiriboga, garantizando la descarga con la colocación de una válvula de control de flujo a la salida de la nueva bomba.

c. Operación en transitorios hidráulicos del sistema de bombeo:

Colocar un tanque de compensación bidireccional ubicado en el punto más alto de la conducción y reemplazando el tanque rompe presión existente. A continuación, se presenta un esquema de la ubicación del tanque de compensación bidireccional.

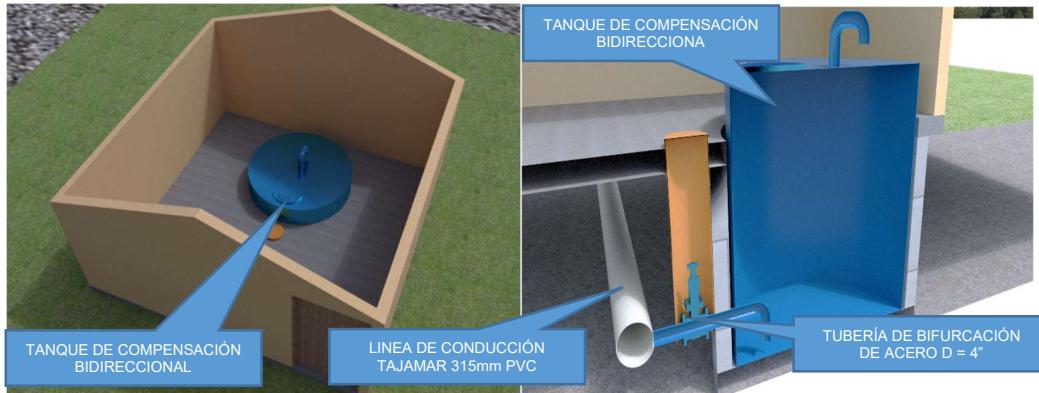


Ilustración 9: Curva de funcionamiento de bomba Goulds 3196 MTX / 3x4-10

Un esquema del sistema de bombeo Tajamar se presenta a continuación.



Ilustración 10: Ubicación del sistema de bombeo Tajamar con la variante de control de transitorios hidráulicos con tanque de compensación bidireccional.

d. Diseño Repotenciación Eléctrica:

Con el afán de brindar buen servicio de agua potable a los usuarios de los alrededores en el Cantón Cayambe, se encuentra desarrollando un nuevo proyecto de Sistema de Bombeo en donde se implementarán nuevos equipos para optimizar el funcionamiento de bombeo ya que anteriormente este proyecto se ha desarrollado e implementado inadecuadamente.

Actualmente su sistema de bombeo tiene daños en los equipos eléctricos y su posible causa sería la falta de mantenimiento y un sistema eléctrico deficiente.

Ubicación

El Sistema de Bombeo Tajamar, se encuentra ubicado junto a la Panamericana vía a Ibarra a 5 km de la ciudad de Cayambe con coordenadas 818065.00E y 9545.00N, en el sector de Santa Clara, Parroquia de Ayora del Cantón Cayambe.



Ilustración 11: Ubicación del proyecto eléctrico – Sistema de bombeo Tajamar.

Objetivo

La finalidad del presente proyecto es realizar los estudios de los diseños eléctricos finales del Sistema de Bombeo de Agua Potable ubicado en Cayambe. Se puede observar una red trifásica subterránea de Medio Voltaje de 22,8 kV para alimentar a dos transformadores de 350 kVA y 5 kVA para abastecer a las cargas industriales y residenciales respectivamente que se consideraron dentro del Sistema de Bombeo.

Alcance

El alcance de este proyecto es el de realizar nuevos estudios eléctricos para satisfacer necesidades de mejoramiento del sistema de bombeo de agua potable de Tajamar, también se considerará criterios teóricos y técnicos para el correcto funcionamiento del sistema a implementar, demostrado en los planos anexados.

Descripción del proyecto

El presente proyecto eléctrico dispone de diferentes etapas descritas en los siguientes puntos.

- Red de Medio Voltaje.
- Cálculo de la Demanda Máxima Unitaria.

- Cámara de Transformación tipo PADMAOUNTED.
- Seccionamiento y Protecciones.
- Ductos y Pozos de revisión de medio y bajo voltaje.
- Acometidas Eléctricas bajo voltaje.
- Sistema Eléctrico de Iluminación y Fuerza Interna.
- Sistema de Puesta a Tierra y Pararrayos.

5.1.1.2. Repotenciación Sistema Cariacus – Buga:

Para la repotenciación del sistema de abastecimiento de agua Cariacus – Buga se plantea lo siguiente:

- 1 válvula sostenedora de presión en la línea de abastecimiento de Buga antes del empate con la línea de las fuentes e Cariacus.
- 1 válvula sostenedora de presión en la línea de abastecimiento del sistema de Cariacus - Buga antes de la llegada al tanque de agua de Álvarez Chiriboga, para garantizar un caudal de abastecimiento de llegada al tanque de 18.00 l/s (9.29 l/s son de la captación de Buga y 8.72 l/s de las captaciones de Cariacus)

A continuación, se presenta un esquema de la modelación realizada y la ubicación de las válvulas sostenedoras de presión para la optimización de sistema.

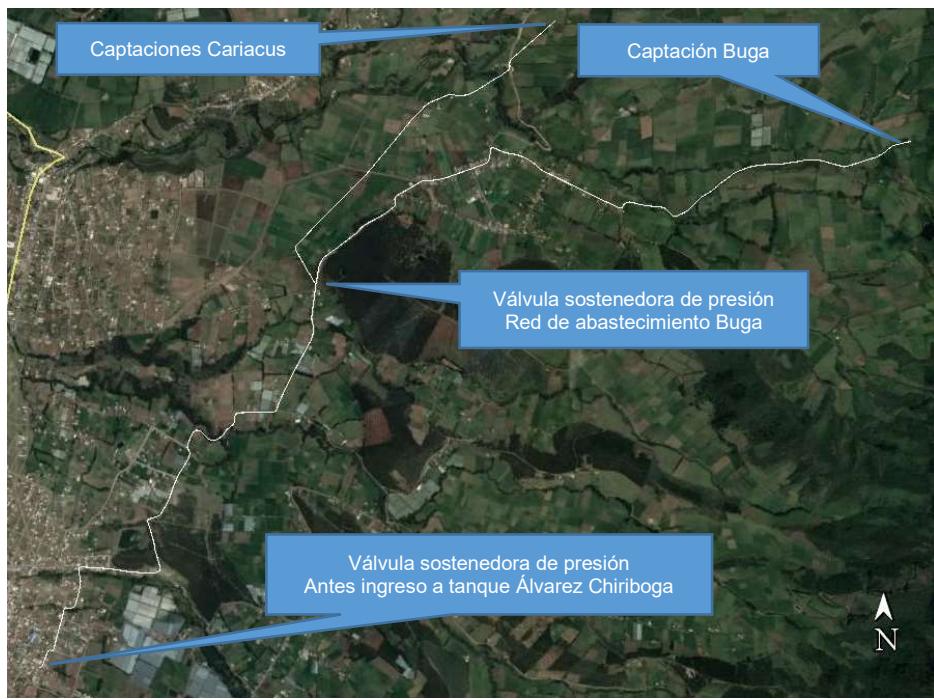


Ilustración 12: Esquema de red del sistema Cariacus – Buga / Optimización – 1

5.1.2. Segunda Fase – Incremento de Caudales de Agua Potable:

Para el diseño definitivo se ha considerado el incremento de caudales de abastecimiento de agua potable a futuro, los que provienen de la construcción de los proyectos: Regional de Agua Potable Pesillo – Imbabura y Agua Potable Huayco Machay que

permitirán el funcionamiento normal del sistema de agua potable de Cayambe hasta el período de diseño al año 2050, de acuerdo a la siguiente programación:

Etapa 1: Repotenciación de los sistemas de abastecimiento existentes (Tajamar y Cariacus – Buga)

Etapa 2: Repotenciación de los sistemas de abastecimiento existentes (Tajamar y Cariacus – Buga) y el incremento del caudal proveniente del sistema regional Pesillo – Imbabura.

Etapa 3: Incremento de los caudales de agua potable de los sistemas Pesillo – Imbabura y Huyaco Machay, pasando a stand by los sistemas existentes de Tajamar y Cariacus – Buga.

Redes Distribución	Q _d emanda (l/s)	Fuente Abastecimiento	Repotenciación	Repotenciación + Pesillo	Pesillo + Huyco Machay
Álvarez Chiriboga	110.45	Cariacus 1-2 y Buga	18.00	18.00	
Cruz Loma	14.47	Tajamar	100.00	100.00	
Los Pinos	15.15	Pinanhuco	5.00	5.00	
El Quingo	7.79	Río Blanco	12.00	5.00	
Demanda Total	147.86	Pesillo - Imbabura		45.00	45.00
		Huyaco Machay			102.86
		Oferta Total	135.00	173.00	147.86

5.1.2.1. Abastecimiento de agua potable del sistema regional de Agua Potable Pesillo – Imbabura:

El proyecto de agua potable regional Pesillo – Imbabura tiene la concepción de llegar con el caudal de 45.00 l/s de abastecimiento de agua potable a las instalaciones de la reserva de agua potable de Los Pinos, para lo cual dentro de los análisis realizados se ha planteado la construcción de 2 tanques de reserva de 510.00 m³.

En el recorrido del abastecimiento de Pesillo – Imbabura se plantea distribuir el caudal a las redes de distribución de El Quingo y Álvarez Chiriboga, ingresando los caudales necesarios a las reservas de cada red de distribución, de acuerdo al siguiente análisis:

Redes Distribución	Q _d emanda (l/s)	Fuente Abastecimiento	Repotenciación + Pesillo
Álvarez Chiriboga	110.45	Cariacus 1-2 y Buga	18.00
Cruz Loma	14.47	Tajamar	100.00
Los Pinos	15.15	Pinanhuco	5.00
El Quingo	7.79	Río Blanco	5.00
Demanda Total	147.86	Pesillo - Imbabura	45.00
		Huyaco Machay	
		Oferta Total	173.00

5.1.2.2. Abastecimiento de agua potable Huayco – Machay:

El proyecto de abastecimiento de agua potable de Huyaco Machay podrá cubrir el 100% de la demanda del sistema de agua potable de Cayambe, pero con el aporte del caudal de Pesillo – Imbabura, se requerirá un abastecimiento proporcional de acuerdo al siguiente análisis:

Redes Distribución	Q _{demandada} (l/s)	Fuente Abastecimiento	Pesillo + Huyco Machay
Álvarez Chiriboga	110.45	Cariacus 1-2 y Buga	
Cruz Loma	14.47	Tajamar	
Los Pinos	15.15	Pinanhuco	
El Quingo	7.79	Río Blanco	
		Pesillo - Imbabura	45.00
Demandada Total	147.86	Huyaco Machay	102.86
		Oferta Total	147.86

Por falta del caudal proveniente del sistema de agua potable de Pesillo Imbabura el sistema de agua potable Huyaco Machay puede abastecer del caudal necesario demandado por la ciudad de Cayambe, para lo cual se ha dimensionado la construcción del proyecto que contempla los siguientes componentes:

- Fuentes de abastecimiento.
- Conducción de agua cruda.
- Planta de Tratamiento de agua potable.
- Reserva principal de agua potable.
- Red de distribución de agua potable a reservas de sectores de abastecimiento de agua potable.

a. Fuentes de abastecimiento:

Las fuentes de abastecimiento de agua cruda se encuentran ubicadas en las estribaciones del Nevado Cayambe, en las vertientes de drenaje que se dirigen al oriente de dos fuentes quebradas Kinde Machay y Huyaco Machay que se ubican en las cotas 4 167.00 y 4 223.00 msnm respectivamente, se presenta a continuación un esquema de la ubicación de las fuentes de abastecimiento.

b. Conducción de agua cruda:

La conducción de agua cruda desde las fuentes de abastecimiento Kinde Machay y Huyaco Machay hasta la planta de tratamiento de agua potable se compone de desarenadores, cajas de válvula, tanques rompe presión, y, en general una conducción de 27.24 km configurada en tubería de hierro dúctil y de PVC-P de varios diámetros y presiones.

El caudal de la línea de conducción es de 270.00 l/s, que vence un desnivel de 1 098.00 m desde las fuentes de abastecimiento de agua cruda en la cota de 4 223.00 msnm hasta la llega a la planta de tratamiento de agua potable en la cota 3 125.00 msnm.

c. Planta de tratamiento de agua potable:

La conducción de abastecimiento termina en una planta de tratamiento de agua potable de tipo convencional ubicada en la cota 3 125.00 msnm al sur occidente de la ciudad de Cayambe, lo que le permite el abastecimiento de agua potable a todas las reservas existentes de las redes de abastecimiento de la ciudad de Cayambe (Tanques de reserva de Cruz Loma, Álvarez Chiriboga, Los Pinos y El Quingo)

La planta de tratamiento de agua potable se ha dimensionado para un caudal máximo de funcionamiento de 300.00 l/s, previendo el requerimiento de agua potable del sistema de agua potable de Cayambe al final del periodo de diseño al año de 2050 con un caudal

de 288.00 l/s, información obtenida del informe del diseño definitivo del sistema de abastecimiento de agua potable de Huayco – Machay.

A continuación, se presenta un esquema del sistema de abastecimiento de agua potable de Huayco – Machay.

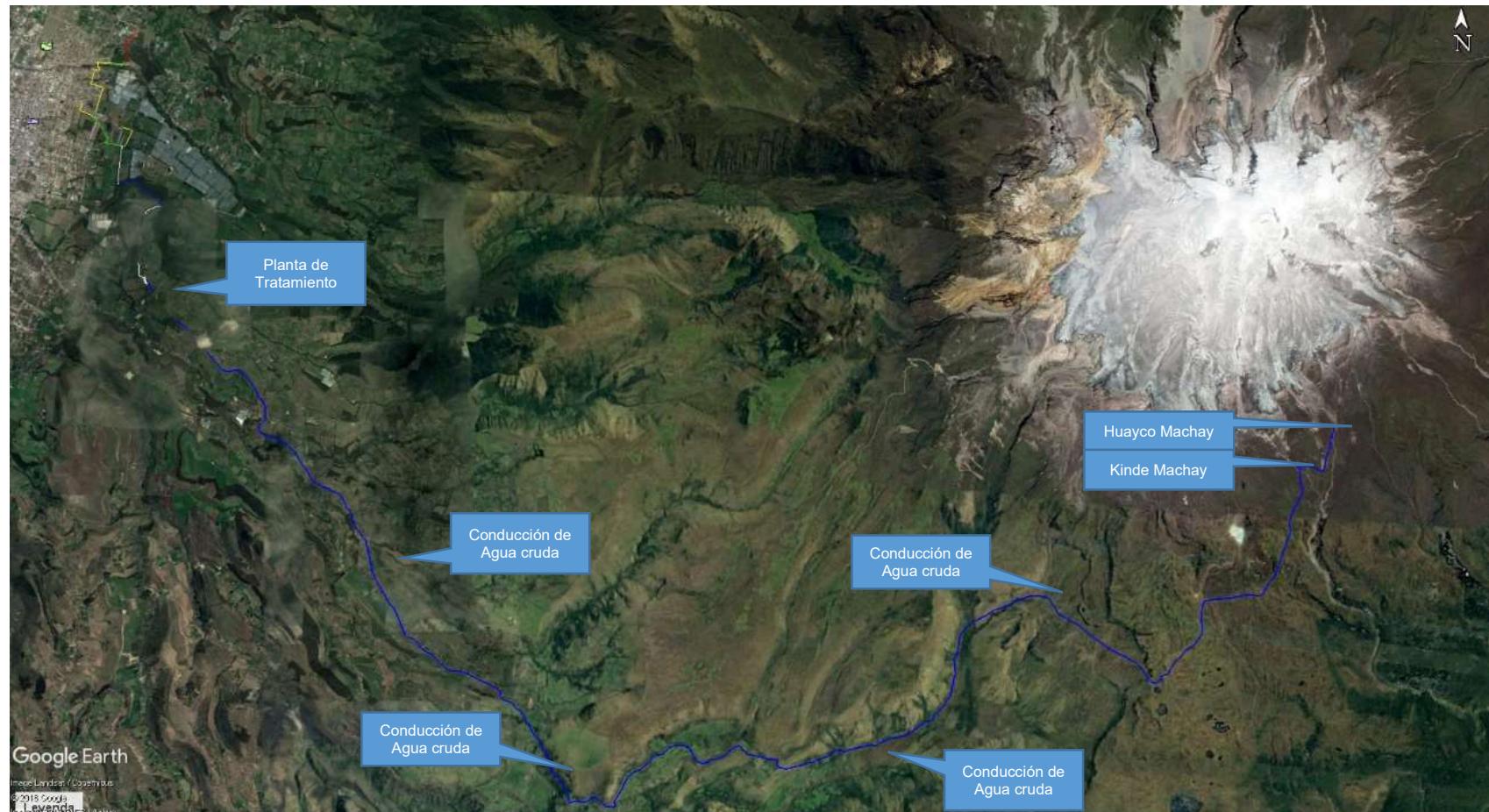


Ilustración 13: Esquema del proyecto de agua potable Huayco - Machay

d. Reserva principal de agua potable:

La reserva principal del sistema de abastecimiento de agua potable de Huayco – Machay fue dimensionada para cubrir el abastecimiento de la reserva necesaria al horizonte de diseño del plan maestro al año 2050, con lo que se requiere cubrir un volumen de reserva de 5 837.00 m³

Para el efecto de cubrir el volumen de reserva de agua potable en la planta de tratamiento de Huayco - Machay se ha dimensionado una reserva de 5 000.00 m³, que permita abastecer el 85.6% de la reserva necesaria al final del periodo de diseño al año 2050.

Un esquema de la ubicación de la reserva principal de agua potable de Huayco – Machay, así como la conducción a las reservas de agua existentes de los sectores de distribución de agua potable se presenta a continuación.



Ilustración 14: Ubicación de reservas principal y de distribución de redes de distribución.

ITEM	RESERVA	Vútil (m ³)	Vdisp. 2019 (m ³)	Vnec. 2050 (m ³)	Vdéficit 2050 (m ³)	Vasumido 2050 (m ³)
1	Álvarez Chiriboga	816.15	2248	4242	2435	2442
2		816.15				
3		305.49				
4		172.2				
5		137.98				
6	Cruz Loma	190.06	190	632	426	509
7		31.68				
8	Los Pinos	193.1	193	619	426	509
9		54.96				
10	El Quingo	150.81	151	344	193	201
VOLUMEN TOTAL (m ³)		2782	5837	2988	3152	

e. Red de interconexión de agua potable a reservas de sectores de distribución de agua potable:

La interconexión del caudal de agua potable del proyecto de Agua Potable Huayco Machay se lo realizará desde la planta de tratamiento hacia los tanques de reserva de agua potable existente que sirven a las redes de distribución de agua potable de Cayambe.

Los tanques a que llegará el caudal de agua potable de la planta de tratamiento de agua de Huayco Machay son:

- Tanques de reserva de Cruz Loma.
- Tanques de reserva de Álvarez Chiriboga.
- Tanques de reserva de Los Pinos.
- Tanques de reserva de El quingo.



Ilustración 15: Red de interconexión de agua potable desde planta de tratamiento Huayco Machay.

1. Evaluación hidráulica del sistema de interconexión de agua cruda desde la planta de tratamiento Huayco Machay:

Para la evaluación del sistema de interconexión de agua potable desde la planta de tratamiento de Huayco Machay hacia las reservas de agua potable existentes en Cayambe se ha procedido con la evaluación del caudal de abastecimiento a cada red de distribución de agua potable, de acuerdo al siguiente cuadro:

ITEM	RED DISTRIBUC.	RESERVA (m3)	POBLAC. (hab.)	DOT. (l/hab/día)	Qdot. (l/s)	Qadic. (l/s)	Qmed. (l/s)	Qmd (l/s)	QRESERVA (l/s)
1	ALVAREZ CHIRIBOGA	816.15	45 687	200	101.86	8.59	110.45	154.63	170.09
		816.15							
		305.49							
		172.20							
		137.98							
2	CRUZ LOMA	2382.68	4 570	14.47	0.00	14.47	20.26	22.28	
		190.06							
3	LOS PINOS	429.42	6 546	15.15	0.00	15.15	21.21	23.33	
		193.10							
4	EL QUINGO	195.12	3 365	7.79	0.00	7.79	10.91	12.00	
		150.81							
TOTAL		5789.15	60 168		139.28	8.59	147.86	207.00	227.70

La red de interconexión de los caudales de agua potable se realizó considerando:

- La topografía levantada para el efecto.
- Los caudales de conducción definidos como el caudal máximo horario con un incremento del 10%.
- El sistema de interconexión de agua potable desde la planta de tratamiento de Huayco Machay contempla la implementación de 3 tanques de reserva para cubrir el volumen de reserva requerido para el abastecimiento futuro al año 2050 de la población de la ciudad de Cayambe, de acuerdo al siguiente detalle:

ITEM	RESERVA	Vútil (m3)	Vdisp. 2019 (m3)	Vnec. 2050 (m3)	Vdéficit 2050 (m3)	Vasumido 2050 (m3)	Dreserva (m)	Hreserva (m)
1	Álvarez Chiriboga	816.15	2248	4242	2435	2442	26.00	4.60
2		816.15						
3		305.49						
4		172.2						
5		137.98						
6	Cruz Loma	190.06	190	632				
7		31.68						
8	Los Pinos	193.1	193	619	426	509	12.00	4.50
9		54.96						
10	El Quingo	150.81	151	344	193	201	7.55	4.50
V total (m3)			2782	5837	2988	3062		

- El déficit de 2988.00 m3 será cubierto por tres tanques en los sectores de Cruz Loma, Los Pinos y El Quingo con un volumen de 3100.00 m3, de acuerdo al detalle de la tabla anterior.
- Adicional se plantea tener una reserva de agua potable a la salida de la planta de tratamiento de un volumen de 5000.00 m3 que permita cubrir el 86.7% de la reserva diaria requerida por la población de Cayambe a futuro para el año 2050.

Un esquema de las conducciones de la modelación de la interconexión de los caudales de agua potable desde la planta de tratamiento de Huayco Machay se presenta en el siguiente esquema.

5.1.3. Tercera Fase – Repotenciación Redes de distribución:

5.1.3.1. Red Cruz Loma 1

a. Variación de los elementos que componen la red

- ✓ Para dar cumplimiento a los requerimientos de diseño, se modificaron los diámetros de ciertos tramos de tubería de la red y cumplir con los criterios de diseño.

DIÁMETRO ACTUAL MM	DIÁMETRO DISEÑO MM	LONGITUD M
50	63	1 309,16
50	75	1 338,68
63	75	234,8
TOTAL		2 882,64

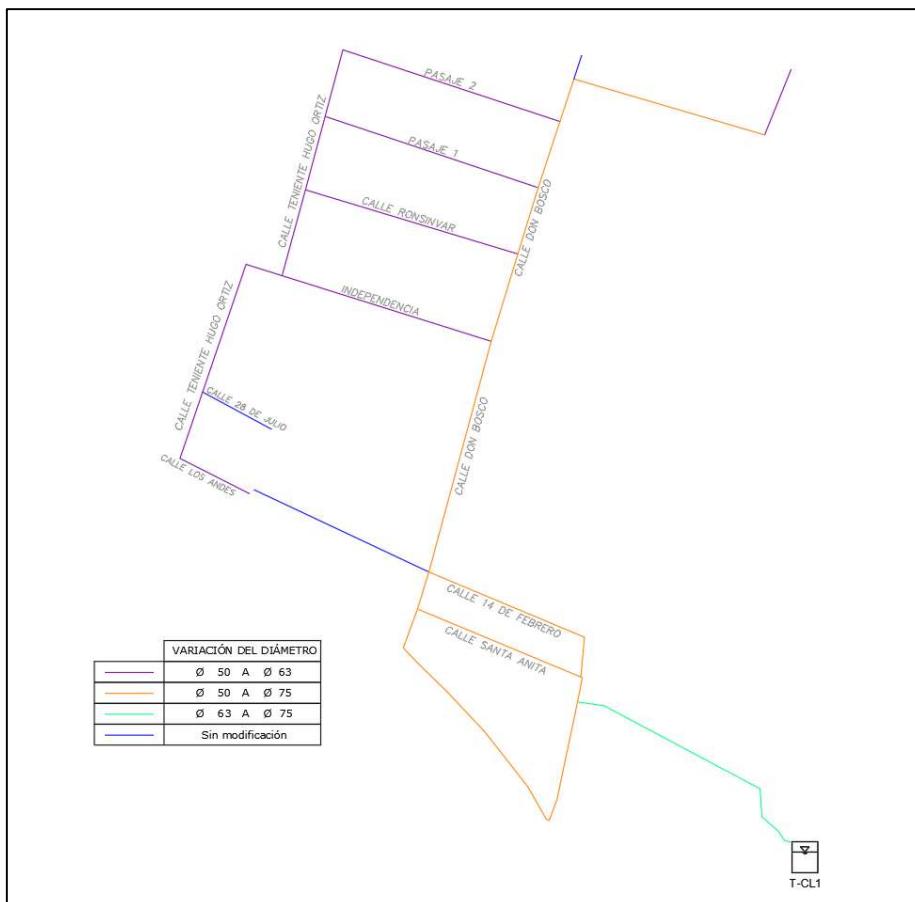


Ilustración 16: Identificación de diámetros que varían en relación a los existentes en la red Cruz Loma 1

Por lo expuesto, se presentan los diámetros finales que conforman la nueva red.

D _{NOMINAL} (mm)	Longitud (m)	D _{INTERIOR} (mm)	MATERIAL
50	255,45	46	PVC
63	1.309,16	58	PVC
75	1.573,48	69,2	PVC

5.1.3.2. RED CRUZ LOMA 2

a. Variación de los elementos que componen la red

Se define como diámetro nominal mínimo 63mm; por tanto, se cambia la tubería con diámetros inferiores al indicado.

- A la red existente se añade el trazado de un sector de proveniente de la red Álvarez Chiriboga; dado que la capacidad es suficiente para satisfacer la demanda requerida para el período de diseño y, sobre todo, permite la sectorización hidráulica.
- A esta red se añade el caudal requerido para la totalidad de la zona de expansión proyectada; por tanto, al no tener definida de la configuración de la red a futuro, se realiza un trazado en el cual será concentrado dicho caudal.

DIÁMETRO ACTUAL MM	DIÁMETRO DISEÑO MM	LONGITUD M
2 "	63	1196.79
	160	37.02
32	63	409.95
40	63	113.74
50	63	4436.77
	75	201.22
63	75	147.15
	90	110.55
	110	203.71
90	110	938.82
	160	435.99
TOTAL A CAMBIAR		8 231.71

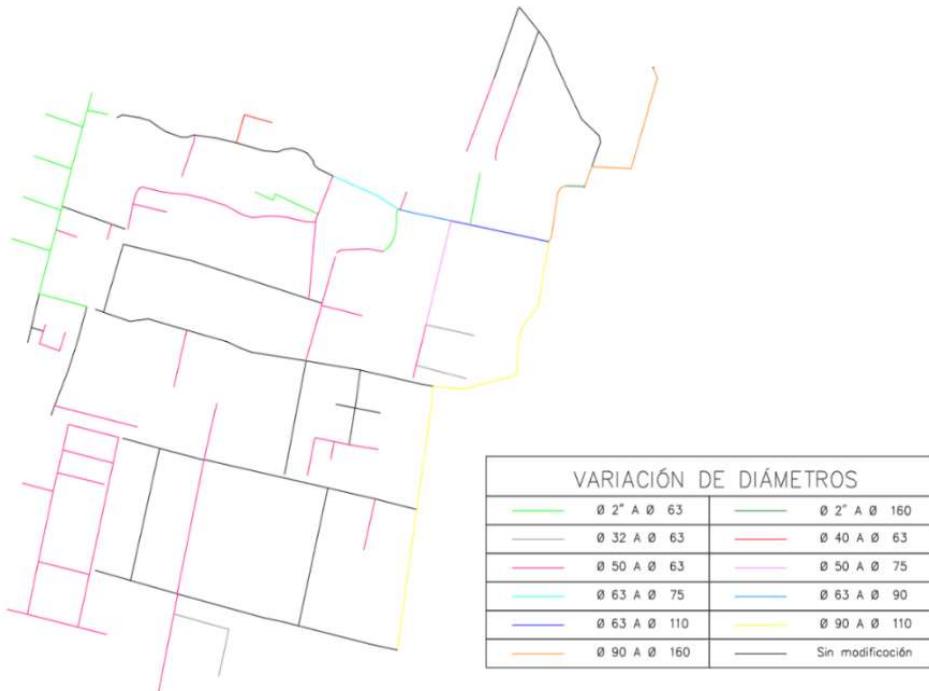


Ilustración 17: Identificación de diámetros que varían en relación a los existentes en la red Cruz Loma 2

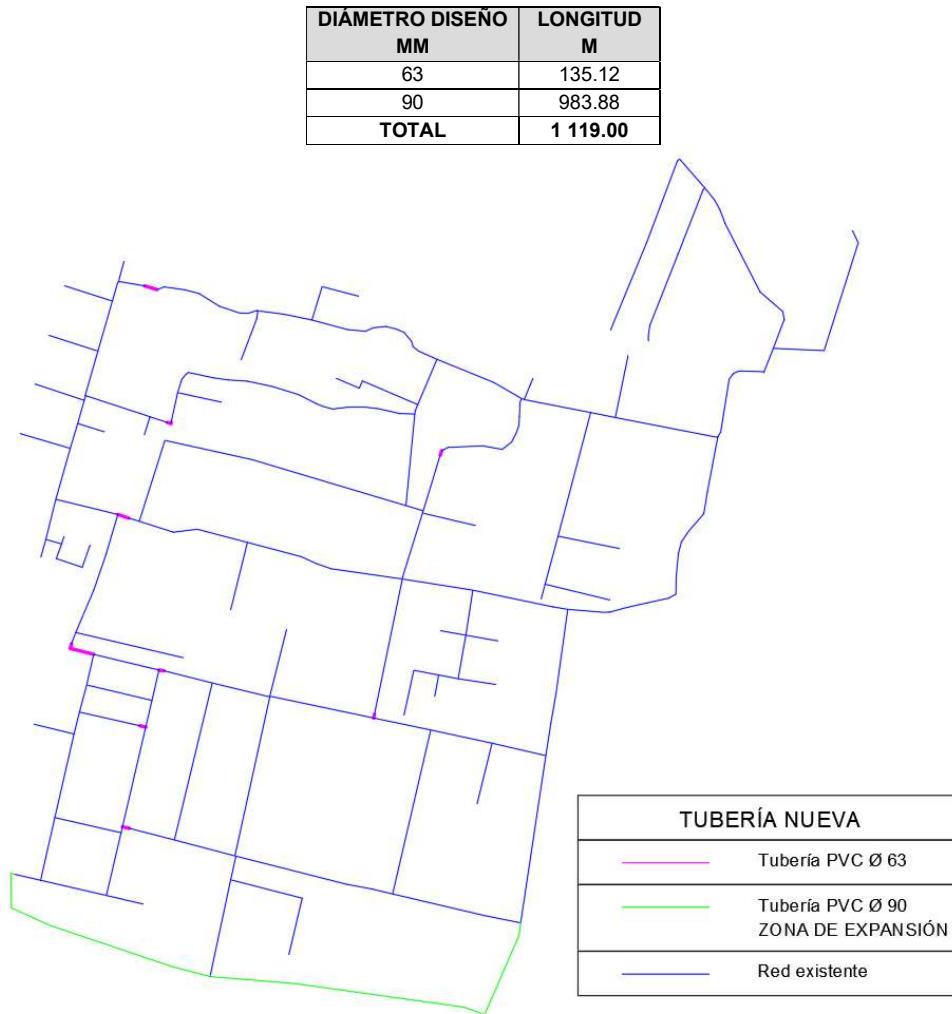


Ilustración 18: Identificación de nuevos componentes de la red Cruz Loma 2.

Como se evidencia, en este caso además de los diámetros mínimos; en zonas con gran demanda, para permitir el paso del caudal sin pérdidas demasiado altas es necesario incrementar el diámetro de tubería en ciertos tramos de la red.

Por lo expuesto, se presentan los diámetros finales que conforman la nueva red.

D _{NOMINAL} (mm)	LONGITUD SIN CAMBIO	LONGITUD TOTAL	MATERIAL
63	4381.55	10673.92	PVC
75	-	348.37	PVC
90	660.00	1752.13	PVC
110	-	1139.53	PVC
160	-	473.01	PVC

5.1.3.3. RED LOS PINOS

a. Variación de los elementos que componen la red

- 1) Se define como diámetro nominal mínimo 63mm; por tanto, se cambia la tubería con diámetros inferiores al indicado. Para este caso, además de los diámetros mínimos; para permitir el paso del caudal sin pérdidas demasiado altas, es necesario incrementar el diámetro de tubería en ciertos tramos de la red, que se detallan a continuación.

DIÁMETRO ACTUAL MM	DIÁMETRO DISEÑO MM	LONGITUD M
32	63	56.74
52	63	5 262.48
63	90	809.96
90	160	1 220.31
110	160	494.72
TOTAL		7 844.21



Ilustración 19: Identificación de diámetros que varían en relación a los existentes en la red Los Pinos

Por lo expuesto, se presentan los diámetros finales que conforman la nueva red.

D _{NOMINAL} (mm)	Longitud (m)	D _{INTERIOR} (mm)	MATERIAL
63	10697.29	58.0	PVC
75	371.41	69.2	PVC
90	1251.81	83.0	PVC
110	3633.58	101.6	PVC
160	1953.13	147.6	PVC

5.1.3.4. RED EL QUINGO

a. Variación de los elementos que componen la red

- Para este caso se cumple con el diámetro mínimo establecido (63mm) y, no es necesario el incremento de diámetros en la red existente. El cambio en la red corresponde a eliminar un tramo de la red, mismo que no aporta en la distribución.

DIÁMETRO MM	LONGITUD M
110	240.67
TOTAL	7 844.21

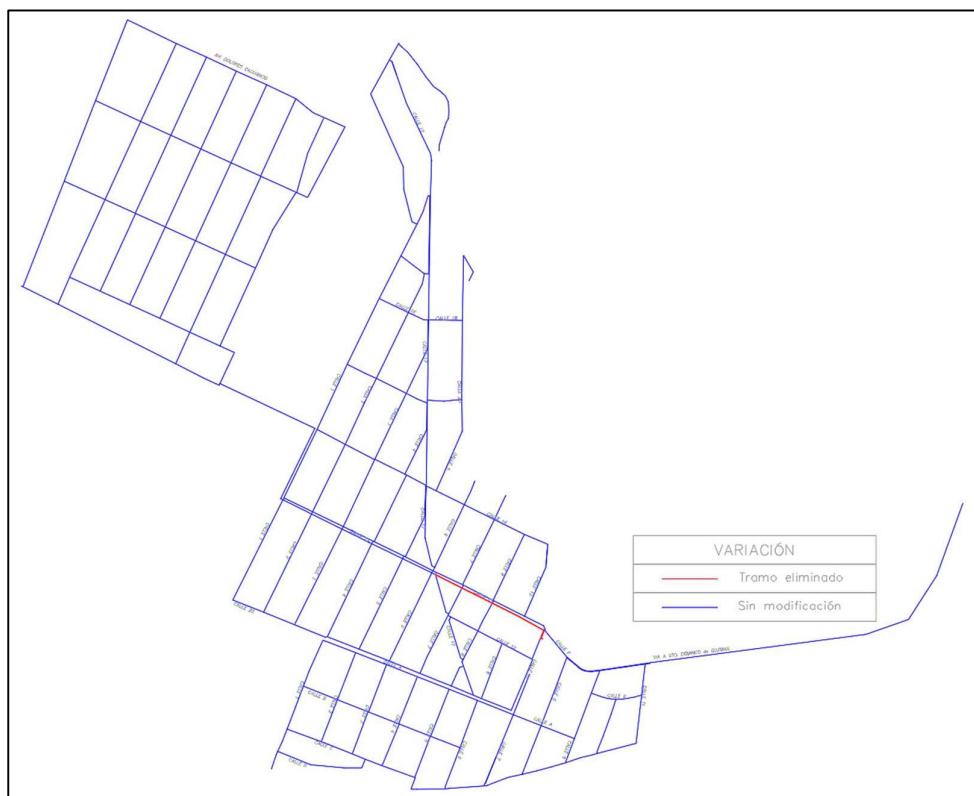


Ilustración 20: Identificación de tramo a descontinuar en la red El Quingo

5.1.3.5. RED ÁLVAREZ CHIRIBOGA

a. Variación de los elementos que componen la red

- Se define como diámetro nominal mínimo 63mm; por tanto, se cambia la tubería con diámetros inferiores al indicado.
 - Los tramos de tubería de hierro galvanizado serán sustituidos por el equivalente en tubería de PVC, homogenizando así, el material de la red.
 - Se elimina el trazado del sector que ha sido conectado a la red de Cruz Loma 2, indicado en el apartado respectivo.
 - Se añade el trazado de tubería desde la zona de tanques de Álvarez Chiriboga hasta el nuevo tanque en la zona de Cruz Loma, a fin de satisfacer la demanda requerida para el período de diseño.

DIÁMETRO ACTUAL MM	DIÁMETRO DISEÑO MM	LONGITUD M
1 1/2"	63	81.59
	63	12053.24
	75	1047.68
	90	495.52
	110	91.57
	160	8.89
	63	2358.22
	75	1051.35
	90	560.86
	110	1189.98
4"	160	750.82
	200	8.82
	250	2.00
	110	106.88
	160	762.99
	200	83.24
	32 mm	63
	40 mm	63
50 mm	63	5341.27
	75	249.70
	110	8.52
	75	700.41
63 mm	90	368.47
	110	59.70
	63	4049.09
	75	1719.47
90 mm	110	732.53
	200	1.97
	63	4328.85
	75	981.66
110 mm	90	1074.01
	160	460.33
	200	1.62
	90	69.75
	110	404.22
160 mm	200	423.08
	250	537.33
	315	927.72
	110	58.25
	250	202.70
200 mm	315	506.89
	355	546.20
TOTAL A CAMBIAR		44 604.57



Ilustración 21: Identificación de diámetros que varían en relación a los existentes en la Álvarez Chiriboga

DIÁMETRO DISEÑO MM	LONGITUD M
63	1407.36
75	264.82
90	13.96
110	1.81
200	5.37
355	1603.57
TOTAL	3 296.89



Ilustración 22: Identificación de nuevos componentes de la red Álvarez Chiriboga

Como se evidencia, en este caso además de los diámetros mínimos; para permitir el paso del caudal sin pérdidas demasiado altas, en zonas con gran demanda, es necesario incrementar el diámetro de tubería en ciertos tramos de la red. Por el contrario, se ha requerido un decremento en el diámetro en las zonas en las que la baja demanda da como resultado una baja velocidad, por lo que al disminuir el diámetro y, en consecuencia, incrementar la velocidad, es factible garantizar la autolimpieza de las tuberías.

Por lo expuesto, se presentan los diámetros finales que conforman la nueva red.

D _{NOMINAL} (mm)	LONGITUD SIN CAMBIO	LONGITUD TOTAL	MATERIAL
63	23109.87	52926.69	PVC
75	624.188	6639.27	PVC
90	1361.275	3943.8362	PVC
110	1839.858	4493.3190	PVC
160	187.37	2170.40	PVC
200	28.51	552.61	PVC
250	-	742.03	PVC

D _{NOMINAL} (mm)	LONGITUD SIN CAMBIO	LONGITUD TOTAL	MATERIAL
315	-	1434.61	PVC
355	-	2149.77	PVC

5.2. Diseño definitivo del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial:

En el desarrollo de la consultoría en la etapa de diseño definitivo se tiene tres etapas, dependiendo del tiempo de implementación de las infraestructuras:

- Etapa – 1, a corto plazo para mitigar los efectos del transitorios de crecidas en el colector El Tumbe.
- Etapa – 2, a mediano plazo para mitigar los efectos de la contaminación generada por las descargas directas de las aguas residuales a los cauces naturales.
- Etapa – 3, a largo plazo para resolver los problemas del trazado en planta y corte de las conducciones del alcantarillado combinado, procurando la separación de los caudales del alcantarillado pluvial y sanitario.

5.2.1. Etapa – 1 / Trasvase caudal de la Qda. El Tumbe hacia el río blanco:

En la evaluación del funcionamiento hidráulico del sistema de alcantarillado combinado existente se plantea los problemas que se han detectado por el embaulamiento realizado de forma no técnica por los dueños de predios en el sector del centro de la ciudad de Cayambe por donde cruzaba la Quebrada El Tumbe, razón por la cual en esta etapa se plantea el trasvase de las aguas lluvias de la quebrada El Tumbe antes del ingreso al colector del mismo nombre.

Para evitar los problemas a la infraestructura vial existente en el sector de la Quebrada El Tumbe, así como el ingreso de caudal pluvial al sistema de alcantarillado combinado de Cayambe se ha previsto la construcción de un túnel de trasvase desde la Quebrada El Tumbe hasta el río Blanco que permita la descarga del caudal generado en la cueva de drenaje de la Quebrada El Tumbe, recorriendo por la calle Robert Kennedy desde la calle San Pedro hasta llegar a descarga sobre el cauce del río Blanco como se presenta en el siguiente esquema.

Para la evaluación hidráulica del trasvase se ha realizado un estudio hidrológico de la Quebrada El Tumbe y del Río Blanco, obteniéndose el ecuador de caudales de modelación para diferentes períodos de retorno.

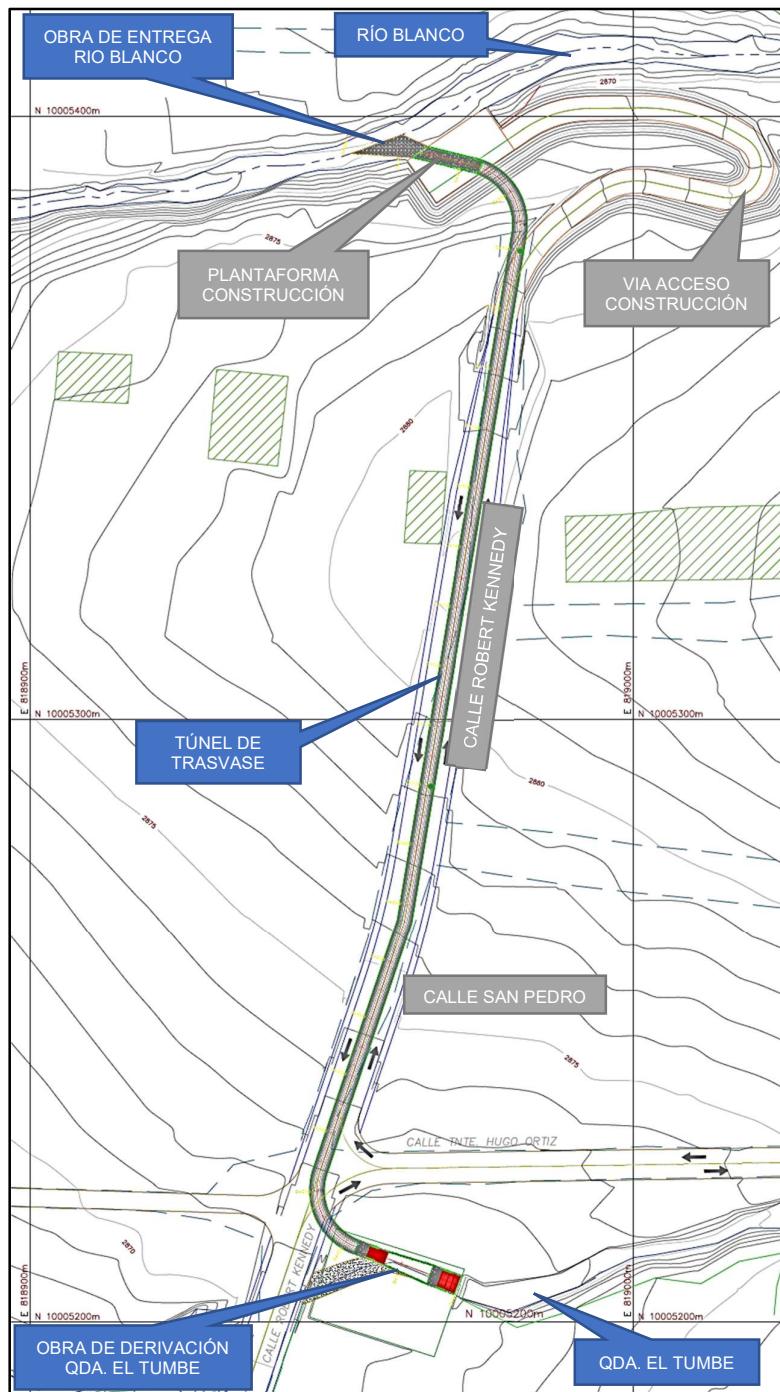


Ilustración 23: Esquema de trasvase de Qda. El Tumbe hacia el Río Blanco

PERÍODO DE RETORNO (años)	CAUDALES MÁXIMOS (m ³ /s)	
	RÍO BLANCO EN DESCARGA	QDA. TUMBE EN TRASVASE
2	0.8	0.9
5	7	2.2
10	11	2.7
25	26	4.7
50	37	5.8
100	48	7.1

5.2.1.1. Evaluación hidráulica Trasvase Pluvial - Qda. El Tumbe hacia Río Blanco:

Para realizar el dimensionamiento de las obras de infraestructura necesarias para la construcción del trasvase pluvial se ha realizado el modelamiento hidráulico en el programa HEC-RAS para un período de retorno de 100 años, considerando para el efecto:

- Un tramo de aproximadamente 70.00 m del cauce de la Quebrada El Tumbe antes del ingreso al túnel de trasvase.
- Túnel de trasvase de aproximadamente 210.00 m de longitud, considerando para el efecto una sección tipo Baúl de 2.00 m de base y 3.00 m de altura, con una pendiente de circulación de 0.50% que permite la descarga libre hacia el Río Blanco.
- Un tramo de aproximadamente 100.00 m agua abajo y 250.00 m aguas arriba del cauce del río Blanco en la entrega del túnel de trasvase.
- Caudales para un período de retorno de 100 años.

El estudio hidrológico para la determinación de los caudales de diseño se presenta en el Anexo 29: ESTUDIO_HIDROLOGICO.

A continuación, se presenta un esquema en planta y tridimensional del modelamiento hidráulico del trasvase pluvial de la Qda. El Tumbe hacia el Río Blanco.

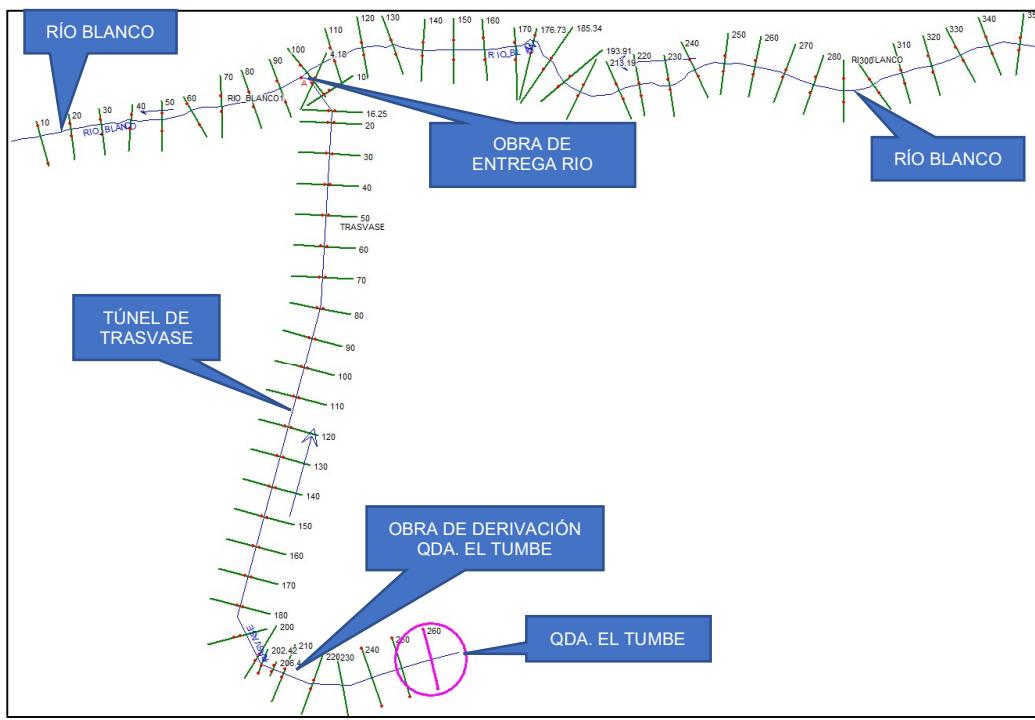


Ilustración 24: Esquema de modelación hidráulica Trasvase - Qda. El Tumbe hacia el Río Blanco

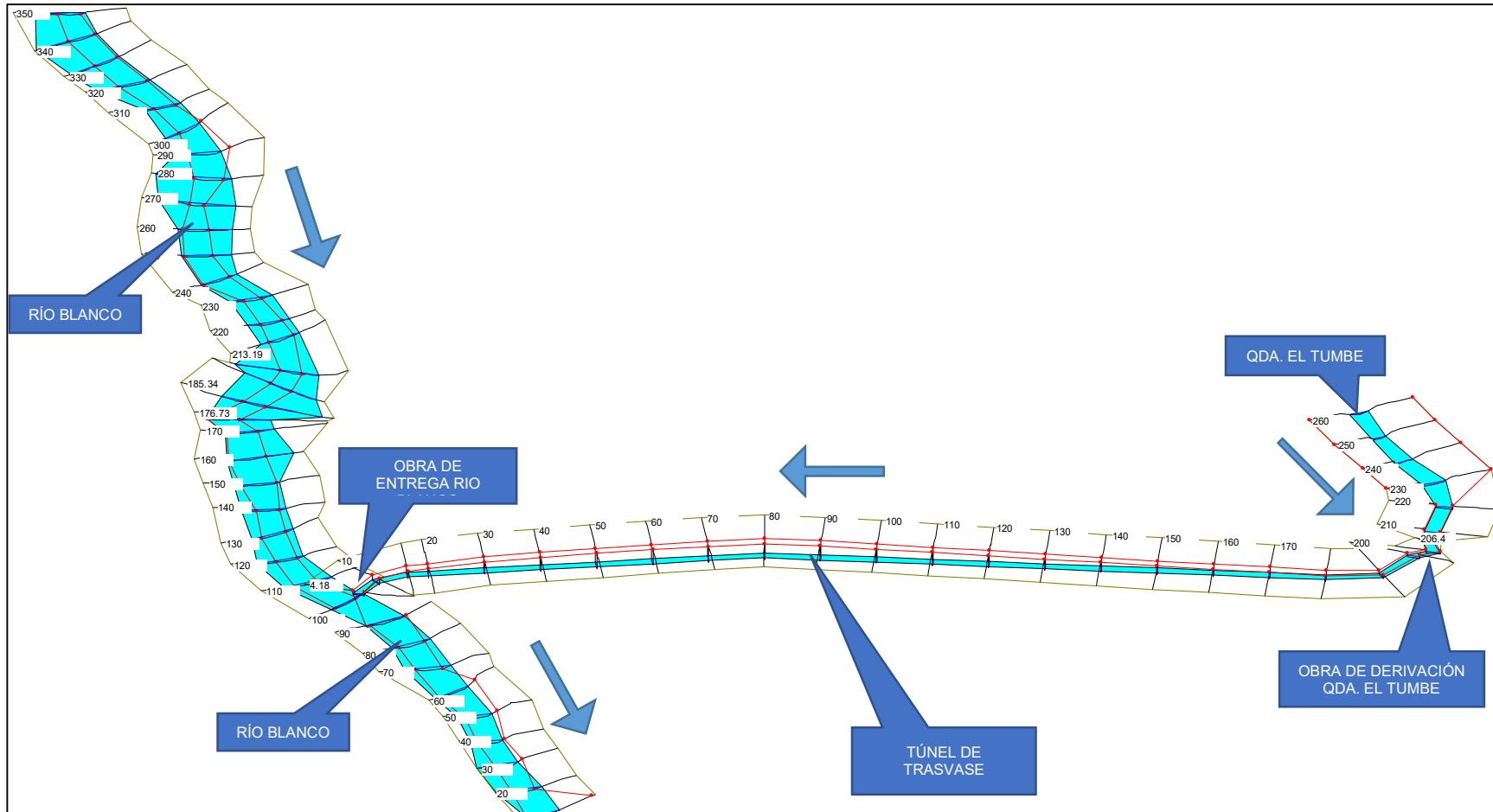


Ilustración 25: Esquema Tridimensional de modelación hidráulica Trasvase - Qda. El Tumbe hacia el Río Blanco para un $T_r = 100$ años

La sección transversal del túnel de desvío nos permite definir el porcentaje de utilización de la sección transversal en un 38% del calado total, como se presenta en el esquema a continuación.

5.2.1.2. Diseño de las obras del Trasvase de la Qda. El Tumbe hacia el Río Blanco:

El dimensionamiento del túnel de trasvase de la Quebrada El Tumbe hacia el Río Blanco ha considerado las siguientes áreas:

- Estructura de desvío e ingreso a túnel de trasvase de la Qda. El Tumbe.
- Túnel de Trasvase.
- Estructura de descarga de Túnel de descarga a Río Blanco.

a) Estructura de desvío e ingreso a túnel de trasvase de la Qda. El Tumbe:

La estructura de desvío de ingreso al túnel de trasvase de la Qda. El Tumbe está conformada por las siguientes partes:

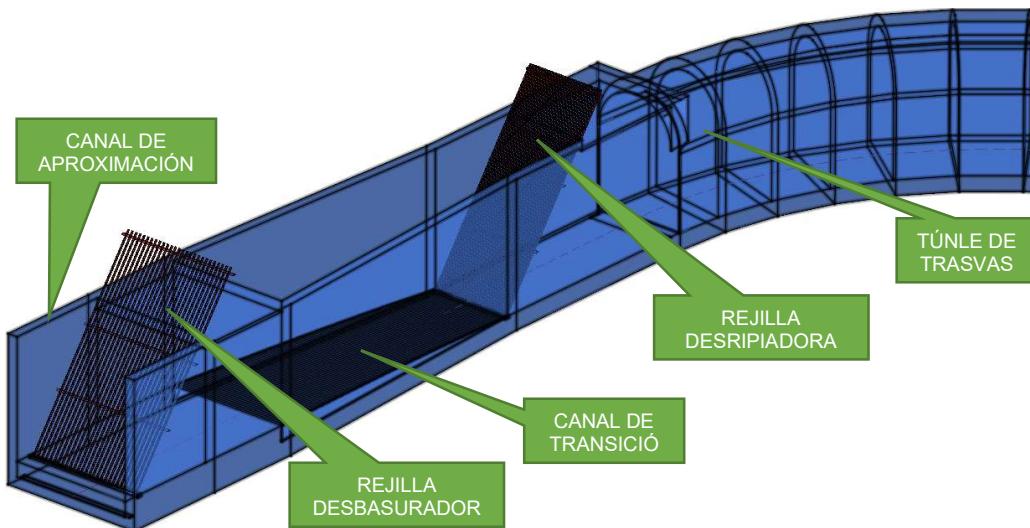


Ilustración 26: Esquema tridimensional de obra de desvío e ingreso a túnel

- **Canal de aproximación**, conformado en hormigón armado en una longitud de 2.60 m, con una pendiente de desarrollo de 0.50% en una sección hidráulica tipo rectangular de 3.00x2.90 m, y que permite el encausamiento de la Qda. El Tumbe.
- **Rejilla desbasuradora**, conformada en acero con un espaciamiento de 0.10 m que permite la retención del material flotante que se transporte en el cauce de la Qda. El Tumbe, y mediante la incorporación de un accionamiento mecánico el retiro del mismo hacia el patio de maniobras ubicado en la margen derecha de la quebrada.
- **Canal de transición**, conformado en hormigón armado en una longitud de 7.80 m que permite el empate de las geometrías del canal de aproximación (Sección

rectangular de 3.00x2.90 m) con la del ingreso del túnel de trasvase (Sección rectangular de 2.00x3.00 m) manteniendo el nivel de agua constante con la variación de la profundidad del canal.

- **Rejilla desripiadora**, conformada en acero con un espaciamiento de 0.025 m que evitará el ingreso de partículas superiores al tamaño del espaciamiento de manera de evitar el asolvamiento de material de transporte de fondo para los caudales con período de retorno de 2 años y disminuir el mantenimiento del túnel de trasvase (Ver ítem 2.2. Evaluación del transporte de sedimentos en el Túnel del Trasvase Pluvial - Qda. El Tumbe hacia Río Blanco)

b) Túnel de Trasvase:

- Conformado en hormigón armado en una longitud de 191.50 m, con una pendiente de desarrollo de 0.50%, en una sección hidráulica tipo rectangular de 2.00x3.00 m en una longitud inicial de 3.10 m y con una sección tipo baúl de 2.00 x 3.00 m en una longitud de 188.40 m, y que permite el trasvase de la Qda. El Tumbe hacia el río Blanco.
- La sección del túnel de trasvase se ha definido como la sección mínima de excavación para una infraestructura desarrollada a mano, definido por una sección tipo baúl 1.5 : 1.0 de dimensiones internas de 2.00 m x 3.00 m, de acuerdo al siguiente esquema.

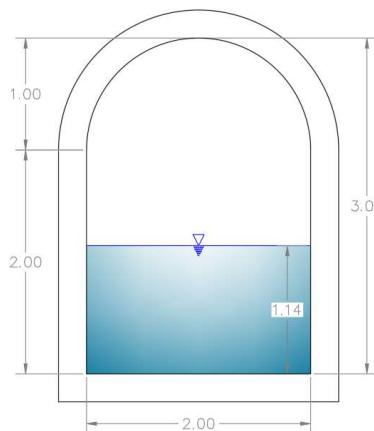


Ilustración 27: Esquema en Corte de la sección del Túnel de Trasvase

- En el recorrido del túnel de trasvase se ha previsto 2 pozos de visita para operación y mantenimiento del sistema de trasvase, ubicados en el recorrido del túnel y que permiten tener una altura de pozo menor a 12.00 m.

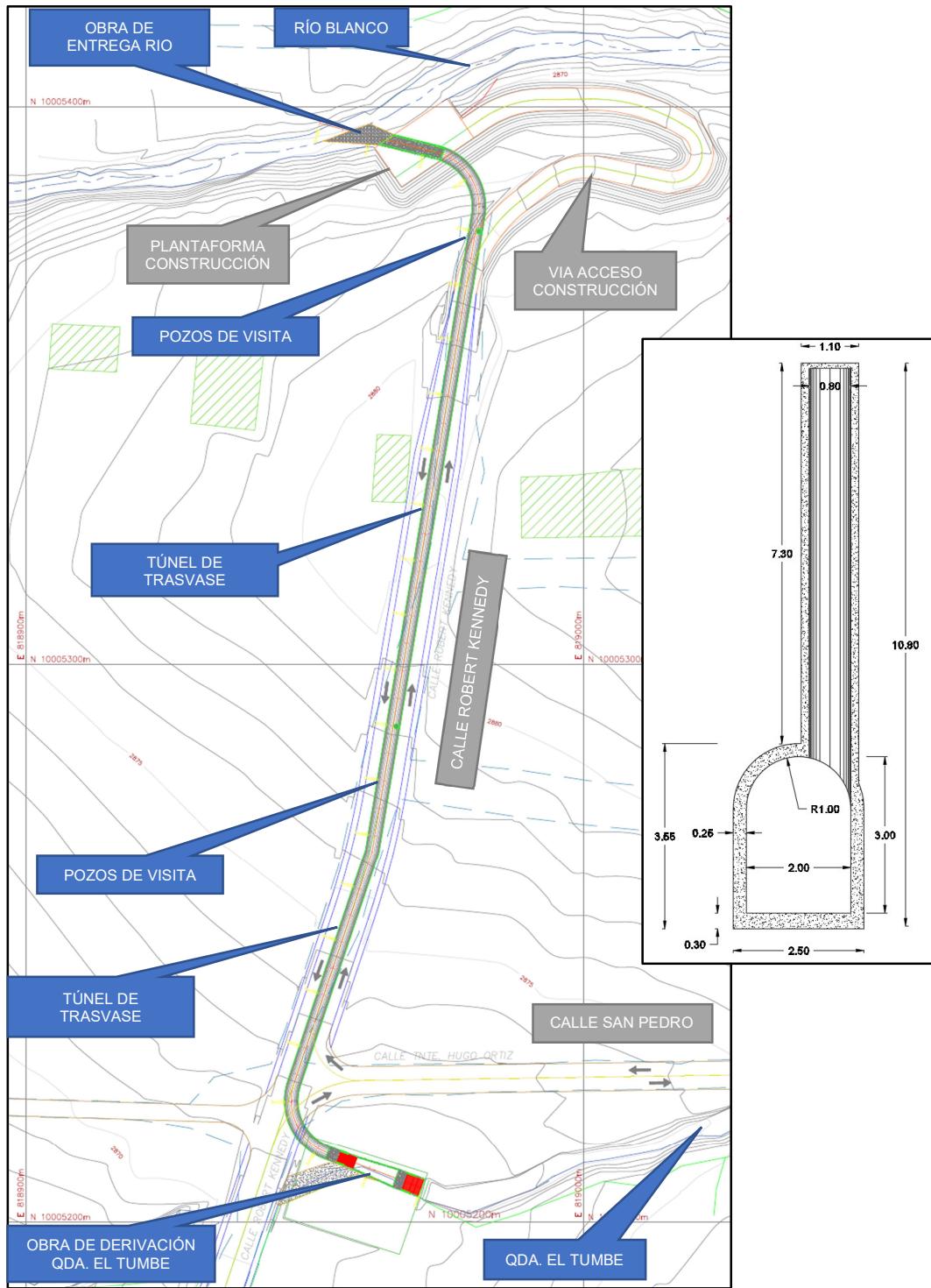


Ilustración 28: Esquema de ubicación de pozos de visita en túnel

c) Estructura de descarga del túnel de trasvase al Río:

Para la estructura de descarga del túnel de trasvase de la Qda. El Tumbe está conformada por las siguientes partes:

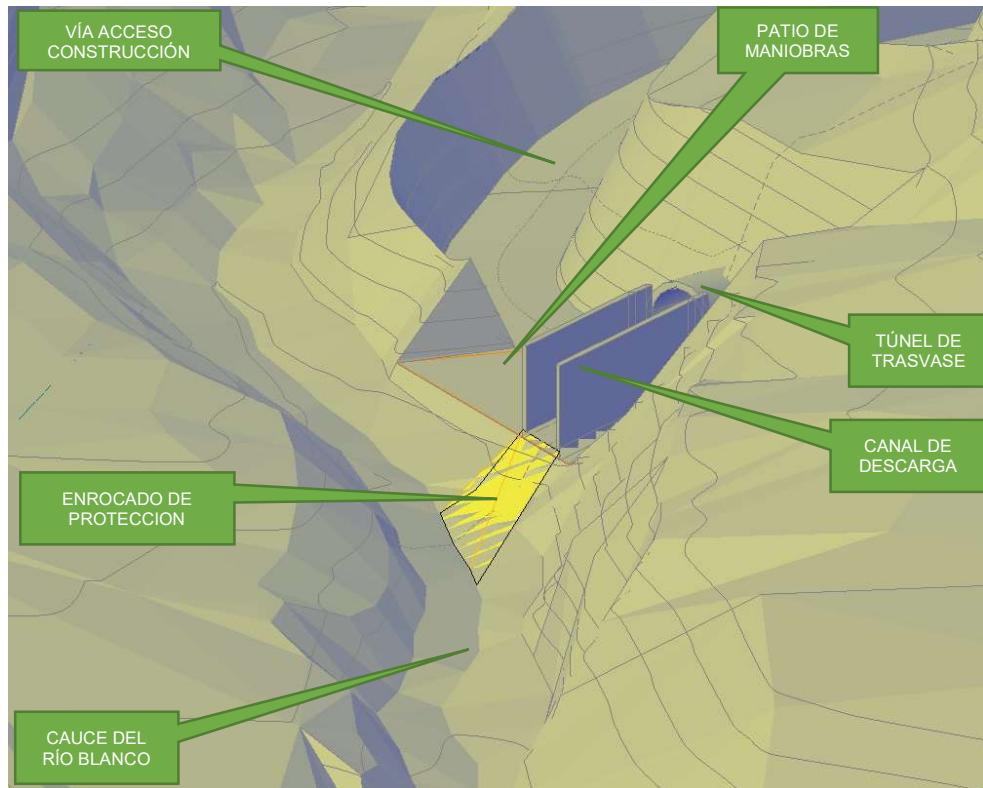


Ilustración 29: Esquema tridimensional de obra de descarga en río Blanco

- **El diseño de una vía de acceso y patio de maniobras**, que servirá para la construcción desde aguas abajo hacia agua arriba de túnel de trasvase (Ver Anexo 34: DISEÑO_VIA_ACCESO)
- **Canal de descarga de trasvase de Qda. El Tumbe**, que es la continuación del túnel de trasvase a cielo abierto por lo que no requiere de cubierta.
- **Enrocado de protección en el cauce del río Blanco**, definido como un relleno de material tipo roca de 0.20 m de diámetro medio y un peso específico de 2.00 Ton/m³ (Ver Anexo 35: DIMENSIONAMIENTO_ENROCADO_RIO_BLANCO)

5.2.2. Etapa 2 – Tratamientos de aguas residuales en descargas:

5.2.2.1. Sistema de tratamiento de aguas residuales:

Las plantas de tratamiento que se han considerado para cada una de las 9 descargas se han dimensionado en función del caudal y habitantes de cada uno de los sectores de drenaje del alcantarillado sanitario, para lo cual se han tomado plantas paquetes con sistemas de lodos activados. Los datos utilizados para el diseño se describen a continuación.

En el siguiente esquema se presenta la ubicación de las plantas de tratamiento de cada uno de los sectores del alcantarillado sanitario.

SECTOR	POBACIÓN (hab.)	Q _{sanit.} (l/s)
1	33 500	62.04
2	12 797	23.70
3-1	6 493	12.02
3-2	1 766	3.27
3-3	2 762	5.11
4	143	0.26
5-1	1 631	3.02
5-2	5 609	10.39
5-3	1 683	3.12



ESTUDIOS DE DISEÑO DEFINITIVO

Se propone implementar un sistema de tratamiento de AIREACIÓN EXTENDIDA Y LODOS ACTIVADOS, con el cual ha obtenido procesos de tratamiento exitosos, consigiéndose de agua dentro de normativa. El proceso se detalla en el diagrama de bloques mostrado a continuación.

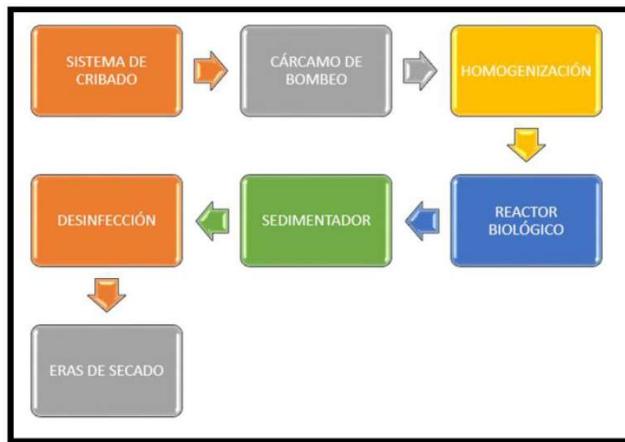


Ilustración 30: Esquema de sistema de depuración de aguas residuales

El sistema de tratamiento consta de los siguientes módulos de tratamiento.

1. Sistema de cribado
2. Cárcamo de bombeo
3. Homogenización
4. Reactor biológico
5. Sedimentación
6. Sistema de desinfección
7. Eras de secado

5.2.2.1.1. Sistema de cribado:



Ilustración 31: Sistema de cribado de aguas residuales

- Contiene además un sistema de izaje de carga con un tecle



Ilustración 32: Sistema de izaje de cribas de aguas residuales

5.2.2.1.2. Cárcamo de bombeo:



Ilustración 33: Cárcamo de bombeo de aguas residuales

5.2.2.1.3. Homogenización:



Ilustración 34: Tanque de homogenización

- Bomba de impulsión



Ilustración 35: Sistema de bombeo de impulsión de aguas residuales

- **Aireadores**

Para garantizar el mezclado.



Ilustración 36: Sistema de aeración en tanque de homogenización

5.2.2.1.4. Reactor biológico:



Ilustración 37: Reactor Biológico

- **Equipos a instalarse**



Ilustración 38: Sistema BBR – Soporte de población bacteriana.

- Blowers Regenerativos



Ilustración 39: Sistema de blower (Bombas de aire)

- Difusores de burbuja DE 9 ”



Ilustración 40: Sistema de difusores

5.2.2.1.5. Sedimentador:



Ilustración 41: Tanque sedimentador

- **Equipamiento:**

- Bombeo para la recirculación de lodos:



Ilustración 42: Sistema de bombeo de recirculación

5.2.2.1.6. Desinfección por hipoclorito de sodio:



Ilustración 43: Sistema de desinfección con hipoclorito de sodio



Ilustración 44: Bomba de dosificación de hipoclorito de sodio

5.2.2.1.7. Lechos de secado:



Ilustración 45: Lechos de secado

5.2.2.1.8. Esquema del sistema de tratamiento:

Para el diseño final se ha definido la construcción de las PTAR's en material de PRFV, a continuación, se presenta un esquema de los procesos del tratamiento de aguas residuales.

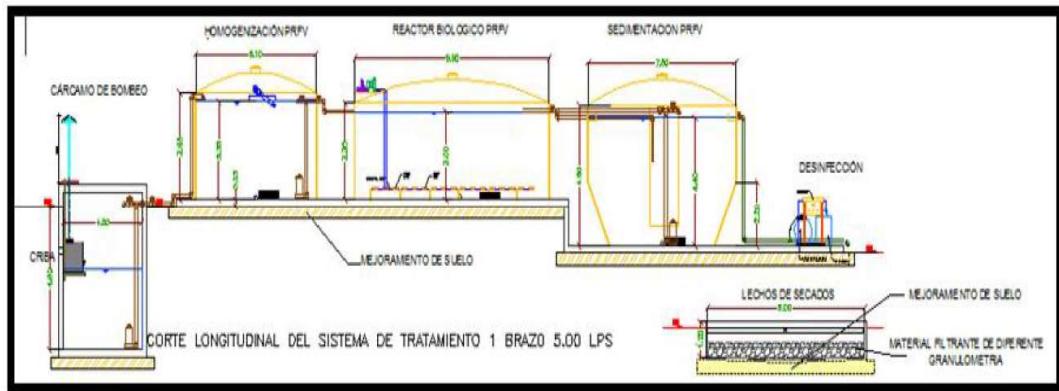


Ilustración 46: Esquema de los procesos de la PTAR's

5.2.3. Etapa 3 – Redimensionamiento de Alcantarillado Sanitario y Pluvial:

Para el redimensionamiento de la red de alcantarillado combinado del Cayambe se ha planteado desarrollar alcantarillados separados: pluvial y sanitario, considerando para el efecto el mantener la infraestructura instalada.

5.2.3.1. Sistema de alcantarillado Pluvial – Redes de drenaje:

El rediseño del sistema de alcantarillado pluvial considera el establecer los sectores de drenaje definidos por la topografía y la hidrografía de la ciudad de Cayambe, así como evitar la utilización del colector El Tumbe por lo problemas generados a lo largo del tiempo y por la configuración no técnica con la que se encuentra instalada esta infraestructura.

La red de drenaje pluvial se ha configurado en 9 sectores de descarga de alcantarillado pluvial, a continuación, se presenta un esquema de la división de los sectores y los sitios de descarga de cada uno.

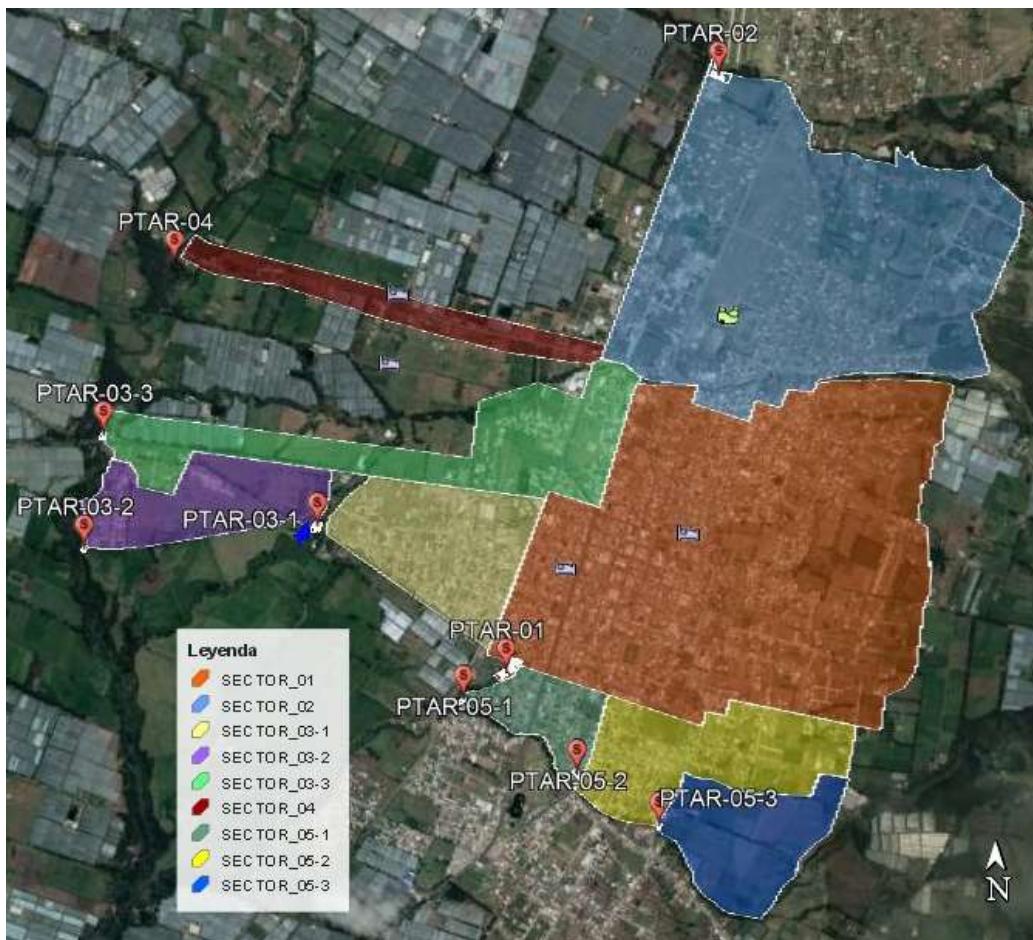


Ilustración 47: Esquema sectorización de alcantarillado pluvial

5.2.3.1.1. Sector – 01:

Sector que comprende la mayor parte del centro de la ciudad de Cayambe, que es la zona más consolidada delimitada por:

- Al norte por el río Blanco.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la calle Natalia Jarrín y Av. Víctor Cartagena.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la Av. Córdova Galarza y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada El Tumbe. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 01.

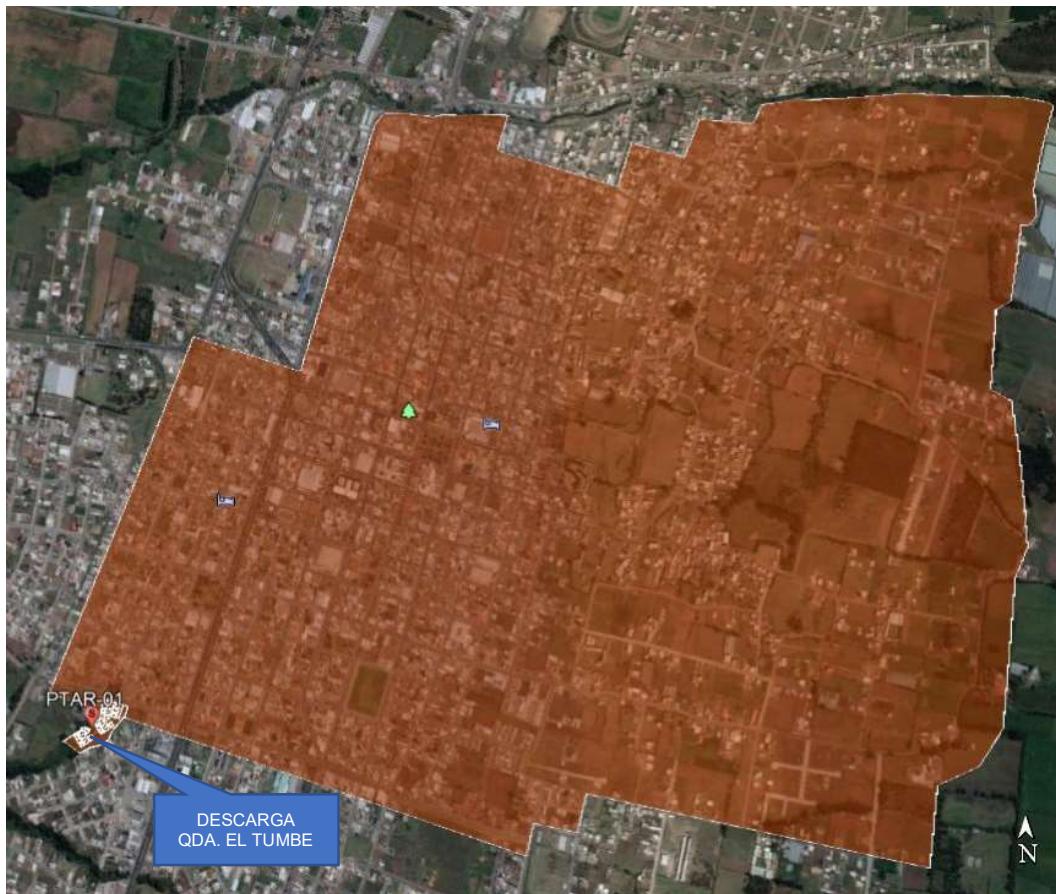


Ilustración 48: Esquema sector – 01 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)											
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	4.51-5.50	5.51-6.50	6.51-7.50	7.51-8.50	8.51-9.50	9.51-10.50	10.51-11.50	11.51-12.50
P1-1	281	0	222	28	20	6	5	0	0	0	0	0	0
P1-2	227	144	45	27	7	2	2	0	0	0	0	0	0
P1-3	104	26	14	5	6	10	7	7	10	9	6	2	2
P1-4	41	3	8	10	10	0	2	4	1	1	1	1	0
P2-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2-2	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3-1	13	1	2	6	0	1	1	1	0	1	0	0	0
P3-2	10	0	2	1	2	0	2	3	0	0	0	0	0
P3-3	5	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	693	187	293	77	48	20	19	15	11	11	7	3	2

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	16.201,73
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	5.107,31
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	1.445,74
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	4.229,16
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	4.841,16
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	3.710,55
	m	TUBERÍA PVC DN 760 mm	1.971,95
	m	TUBERÍA PVC DN 875 mm	3.027,63
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	3.197,04
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	1.588,47
	m	TUBERÍA PVC DN 1150 mm	1.772,65
	m	TUBERÍA PVC DN 1245 mm	1.501,12
	m	TUBERÍA PVC DN 1345 mm	193,53
	m	TUBERÍA PVC DN 1500 mm	525,17
	m	TUBERÍA PVC DN 1600 mm	276,38
	m	TUBERÍA PVC DN 1700 mm	262,07
	m	TUBERÍA PVC DN 1800 mm	364,23
	m	TUBERÍA PVC DN 1900 mm	911,07
LONGITUD DE TUBERÍA HORMIGÓN	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:1,9 m. (Dimensión interna)	86,24
	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:2,0 m. (Dimensión interna)	238,85
	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:2,2 m. (Dimensión interna)	345,27
	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:2,7 m. (Dimensión interna)	188,00
TOTAL:			51.985,33

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	79,49
	m	TUBERÍA PVC DN 1245 mm	128,52
	m	TUBERÍA PVC DN 1345 mm	199,12
LONGITUD DE TUBERÍA HORMIGÓN	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:2,5 m. (Dimensión Interna)	73,39
	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:2,6 m. (Dimensión Interna)	69,32
	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:2,9 m. (Dimensión Interna)	346,41
	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B:3,3 m. (Dimensión Interna)	244,49
TOTAL:			1.140,74

La descarga se mantendrá en la descarga configurada con una rápida escalonada y que se encuentra en funcionamiento sobre la quebrada El Tumbe.

5.2.3.1.2. Sector – 02:

Sector que comprende la parte norte de la ciudad de Cayambe, que es la zona que a futuro se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por el río Puluví.
- Al sur por el río Blanco.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la carretera E-35, salida a Otavalo.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de sur a norte, configurando el receptor principal a la altura de la carretera E35 y por la calle que va bordeando el río Puluví, realizando la descarga del sistema sobre el río Puluví. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 02.

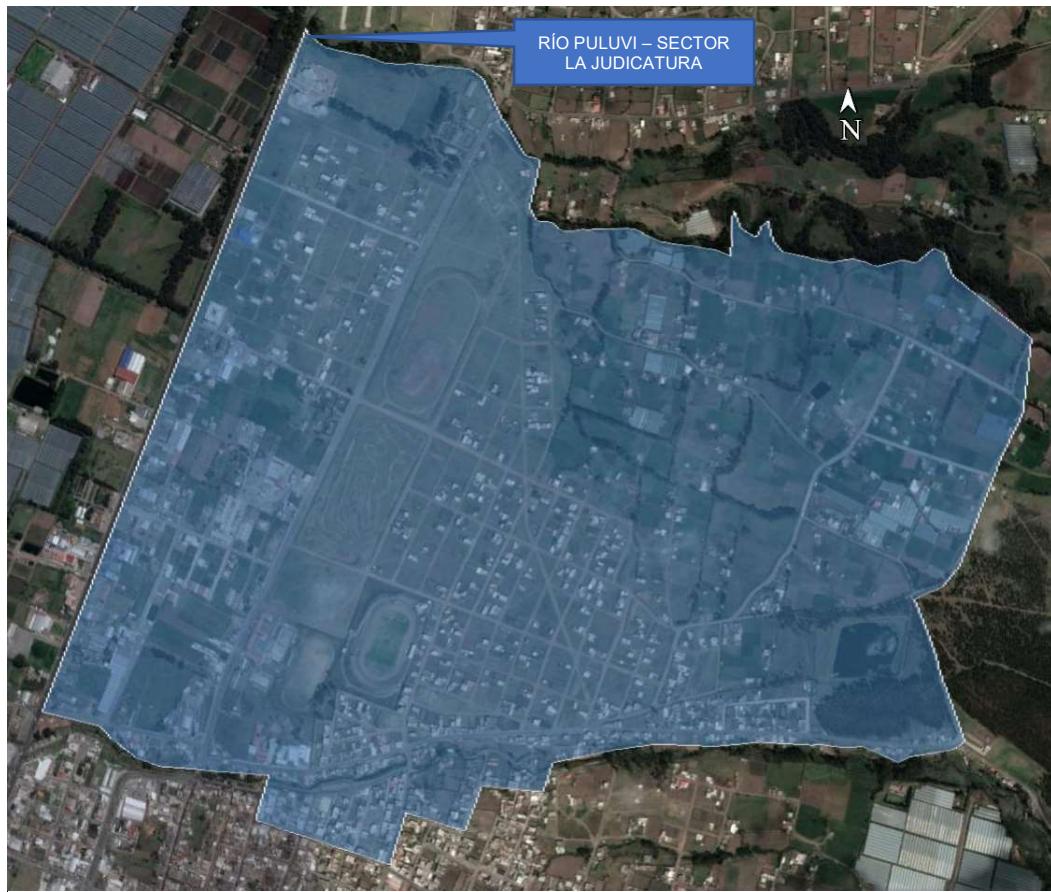


Ilustración 49: Esquema sector – 02 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTRA DE POZO (m)									
		0.0-1.2	1.2-2.5	2.51-3.50	3.51-4.50	4.51-5.50	5.51-6.50	6.51-7.50	7.51-8.50	8.51-9.50	9.51-10.50
P1-1	305	1	249	24	14	8	3	4	0	1	1
P1-2	224	181	26	16	1	0	0	0	0	0	0
P1-3	94	51	30	12	1	0	0	0	0	0	0
P1-4	15	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0
P2-1	5	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0
P2-2	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3-1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
P3-2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
P3-3	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
TOTAL	661	259	309	54	19	11	3	4	0	1	1

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	10.661,53

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	4.006,56
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	2.929,02
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	1.587,36
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	3.699,84
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	1.357,73
	m	TUBERÍA PVC DN 760 mm	2.016,15
	m	TUBERÍA PVC DN 875 mm	1.202,88
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	651,12
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	1.453,62
	m	TUBERÍA PVC DN 1150 mm	364,57
	m	TUBERÍA PVC DN 1245 mm	648,95
	m	TUBERÍA PVC DN 1345 mm	445,11
	m	TUBERÍA PVC DN 1500 mm	444,25
	m	TUBERÍA PVC DN 1600 mm	260,81
	m	TUBERÍA PVC DN 1700 mm	334,56
	m	TUBERÍA PVC DN 1800 mm	382,02
	m	TUBERÍA PVC DN 1900 mm	767,57
TOTAL:			33.213,67

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA HORMIGÓN	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. B: 2.30 m (Dimensión Interna)	192,29

La descarga se la conformará en el río Puluví en el sector de la parte posterior del complejo de la Judicatura de Cayambe.

5.2.3.1.3. Sector – 03 – 1:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona residencial consolidada, y está delimitada por:

- Al norte por el río Puluví.
- Al sur por el río Blanco.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la carretera E-35, salida a Otavalo.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de sur a norte, configurando el receptor principal a la altura de la calle Argentina y la Av. Primavera, realizando la descarga del sistema sobre la quebrada Miraflores. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 1.



Ilustración 50: Esquema sector – 03-1 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTRA DE POZO (m)		
		0.0-1.2	1.2-2.5	2.51-3.50
P1-1	37	0	36	1
P1-2	88	85	3	0
P1-3	15	14	1	0
TOTAL	140	99	40	1

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	3.177,35
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	720,90
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	867,20
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	350,77
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	1.798,37
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	1.542,33
	m	TUBERÍA PVC DN 760 mm	450,65
	m	TUBERÍA PVC DN 875 mm	564,73
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	339,01
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	153,44
TOTAL:			9.964,74

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	m	TUBERÍA PVC DN 875 mm	59,15

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	61,84
	m	TUBERÍA PVC DN 1150 mm	130,25
	m	TUBERÍA PVC DN 1345 mm	135,83
	m	TUBERÍA PVC DN 1500 mm	152,48
	m	TUBERÍA PVC DN 1600 mm	173,27
	m	TUBERÍA PVC DN 1800 mm	220,48
TOTAL:			933,30

La descarga se la conformará en la quebrada Miraflores en el parte posterior del final de la calle Las Gardenias.

A continuación, se presenta un esquema de la red de drenaje de aguas lluvias del Sector-03-1.

5.2.3.1.4. Sector – 03 – 2:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona residencial aún no consolidada, pero con perspectivas de consolidación a futuro con la ampliación de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la vía E288 Gayllabamba - Tabacundo.
- Al sur por terrenos particulares.
- Al este por terrenos particulares.
- Al oeste por el río Granobles.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la calle posterior del conjunto habitacional y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 2.



Ilustración 51: Esquema sector – 03-2 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTRA DE POZO (m)		
		0.0-1.2	1.2-2.5	2.51-3.50
P1-1	36	0	29	7
P1-2	51	45	5	1
P1-3	28	16	5	7
P1-4	5	5	0	0
TOTAL	120	66	39	15

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	2.591,83
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	305,23
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	343,28
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	476,36
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	821,58
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	484,82
	m	TUBERÍA PVC DN 760 mm	104,12
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	120,54
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	121,38
	m	TUBERÍA PVC DN 1150 mm	38,70
TOTAL:			5.407,85

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	296,80
	m	TUBERÍA PVC DN 1150 mm	163,38
	m	TUBERÍA PVC DN 1245 mm	149,84
	m	TUBERÍA PVC DN 1345 mm	501,87
TOTAL:			1.111,89

La descarga se la conformará en el río Granobles en la calle posterior del conjunto habitacional.

5.2.3.1.5. Sector – 03 – 3:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona de expansión futura no consolidada que a futuro con la ampliación de la infraestructura sanitaria se podría conformar como residencial, y está delimitada por:

- Al norte por el río Blanco
- Al sur por la vía E288 Gayllabamba - Tabacundo.
- Al este por la Av. Natalia Jarrín.
- Al oeste por los sectores 03 – 1 y 03 – 2.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la calle posterior del conjunto habitacional y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 3.



Ilustración 52: Esquema sector – 03-3 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTRA DE POZO (m)					
		0.00-1.20	1.20-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	5.51-6.50	6.51-7.50
P1-1	62	0	59	3	0	0	0
P1-2	33	25	7	1	0	0	0
P1-3	38	36	2	0	0	0	0
P1-4	11	6	2	0	1	1	1
TOTAL	144	67	70	4	1	1	1

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	1.793,93
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	603,36
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	1.059,66
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	320,21
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	629,19
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	307,10
	m	TUBERÍA PVC DN 760 mm	139,29
	m	TUBERÍA PVC DN 875 mm	475,57
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	312,45
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	318,81
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 1150 mm	193,37
	m	TUBERÍA PVC DN 1245 mm	79,51
TOTAL:			6.232,44

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	54,24
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	120,55
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	257,80
	m	TUBERÍA PVC DN 1150 mm	311,48
	m	TUBERÍA PVC DN 1700 mm	48,75
	m	TUBERÍA PVC DN 1800 mm	1.435,93
	m	TUBERÍA PVC DN 1900 mm	368,21
LONGITUD DE TUBERÍA HORMIGÓN	m	LÍNEA DE TUBERÍA H.A. 2000 mm (Dimensión interna)	130,91
TOTAL:			2.727,86

La descarga se la conformará en el río Granobles en la vía Guayllabamba - Tabacundo.

5.2.3.1.6. Sector – 04:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje sobre la calle Mariana de Jesús, que es la zona que a futuro se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la zona de florícolas.
- Al sur por terrenos particulares.
- Al este por la vía E35.
- Al oeste por el río Granobles.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal sobre la calle Mariana de Jesús y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 04.



Ilustración 53: Esquema sector – 04 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTRA DE POZO (m)	
		0.00-1.20	1.21-2.50
P1-1	33	30	3
TOTAL	33	30	3

- Longitud de tuberías en la red:

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	64.81
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	73.25
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	72.76
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	629.59
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	649.86
	m	TUBERÍA PVC DN 760 mm	501.69
	m	TUBERÍA PVC DN 875 mm	203.25
TOTAL:			2 195.22

La descarga se la conformará en el río Granobles en la parte posterior de la cancha de fútbol al final de la calle Mariana de Jesús al llegar al puente sobre el río Granobles.

5.2.3.1.7. Sector – 05 – 1:

Sector que comprende la parte sur - oriental de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje que por el nivel del terreno alcanza a llegar al colector de la Av. Córdova Galarza, es una zona poco consolidada se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la Av. Córdova Galarza.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la Av. Natalia Jarrín.
- Al oeste por la quebrada El Tumbe.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal el borde de la quebrada Yasnan y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada Yasnan. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 1.

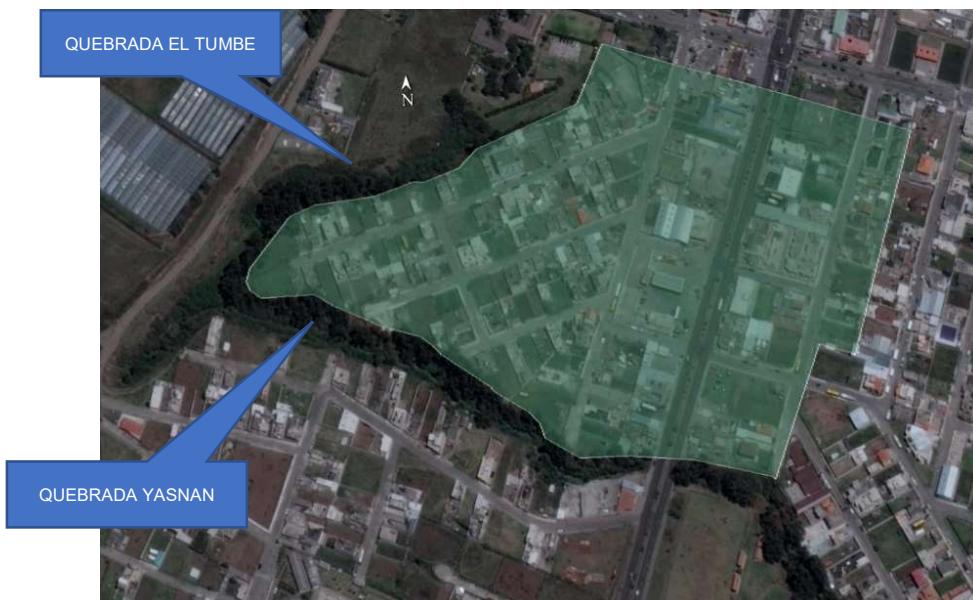


Ilustración 54: Esquema sector – 05 - 1 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTRA DE POZO (m)			
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	4.51-5.50
P1-1	30	0	23	5	2
P1-2	11	7	4	0	0
P1-3	10	8	2	0	0
TOTAL	51	15	29	5	2

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	1.005,06

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	407,47
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	226,80
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	310,81
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	268,50
TOTAL:			2.218,64

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	83,13
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	202,03
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	74,63
TOTAL:			359,79

La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan en el empate de la quebrada El Tumbe con la quebrada Yasnan, al final de la calle Seymour.

A continuación, se presenta un esquema de la red de drenaje de aguas lluvias del Sector-05-1.

5.2.3.1.8. Sector – 05 – 2:

Sector que comprende la parte sur de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje que por el nivel del terreno alcanza a llegar al colector de la Av. Córdova Galarza, es una zona consolidada y descarga hacia la Quebrada Yasnan, está delimitada por:

- Al norte por la Av. Córdova Galarza.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la Calle Azuay.
- Al oeste por la Av. Natalia Jarrín.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal por la calle paralela al borde de la quebrada Yasnan y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada del mismo nombre. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 2.

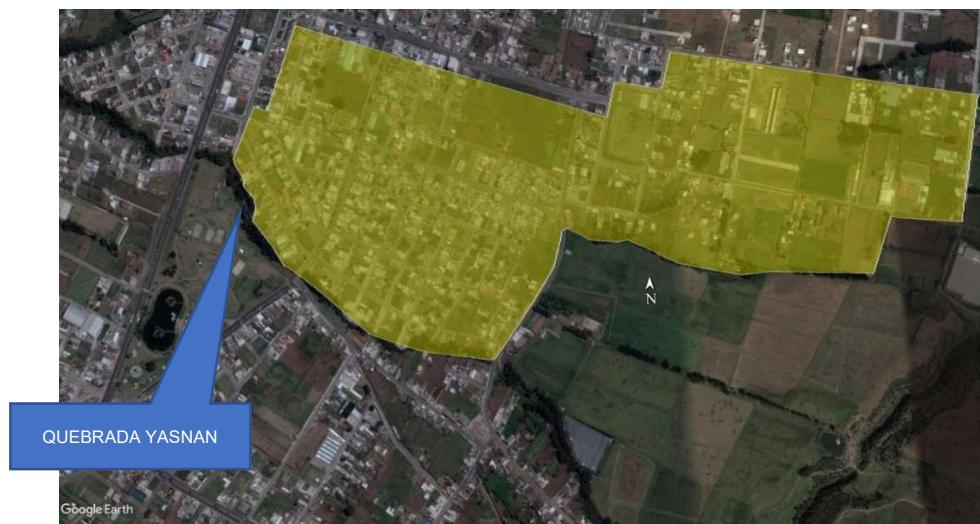


Ilustración 55: Esquema sector – 05 - 2 de alcantarillado pluvial

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTRA DE POZO (m)					
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	4.51-5.50	6.51-7.50
P1-1	76	0	65	11	0	0	0
P1-2	37	25	9	2	1	0	0
P1-3	19	6	7	2	1	3	0
P1-4	14	0	3	2	4	4	1
P2-1	9	9	0	0	0	0	0
P2-2	6	6	0	0	0	0	0
P3-1	2	0	1	1	0	0	0
P3-3	1	0	1	0	0	0	0
TOTAL	164	46	86	18	6	7	1

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	3.064,43
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	1.615,38
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	826,05
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	404,65
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	867,20
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	583,83
	m	TUBERÍA PVC DN 760 mm	229,93
	m	TUBERÍA PVC DN 875 mm	450,26
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	13,38
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	122,95
	m	TUBERÍA PVC DN 1245 mm	58,08
TOTAL:			8.236,12

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	3.064,43
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	40,69
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	139,31
	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	172,06
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	82,47
	m	TUBERÍA PVC DN 975 mm	183,51
	m	TUBERÍA PVC DN 1035 mm	85,16
	m	TUBERÍA PVC DN 1245 mm	23,73
	m	TUBERÍA PVC DN 1345 mm	50,41
	m	TUBERÍA PVC DN 1500 mm	78,44
	m	TUBERÍA PVC DN 1600 mm	564,80
LONGITUD DE TUBERÍA HORMIGÓN	m	TUBERÍA PVC DN 1700 mm	193,19
	m	TUBERÍA PVC DN 1800 mm	241,87
TOTAL:			4.953,05

La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan a la altura de la Av. Rocafuerte en el paso de la Quebrada Yasnan.

5.2.3.1.9. Sector – 05 – 3:

Sector que comprende la parte sur de la ciudad de Cayambe conformada por una zona futura de expansión urbana es una zona no consolidada y la descarga se la realizará hacia la Quebrada Yasnan, está delimitada por:

- Al norte por el sector – 05 – 02.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la zona de servicio de agua potable.
- Al oeste por la calle Gran Colombia.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial de acuerdo a la topografía es de este a oeste y de norte a sur, y por no contar con un diseño urbanístico se deberá configurar el receptor principal por la calle paralela al borde de la quebrada Yasnan, realizando la descarga del sistema sobre la quebrada del mismo nombre. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 3.



Ilustración 56: Esquema sector – 05 - 2 de alcantarillado pluvial

La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan a la altura de la calle Gran Colombia en el paso de la Quebrada Yasnan.

5.2.3.2. Sistema de alcantarillado Sanitario – Redes de drenaje:

La red de drenaje sanitaria se ha configurado en 9 sectores de descarga de alcantarillado sanitario paralelos a las redes de alcantarillado pluvial, a continuación, se presenta un esquema de la aviación de los sectores y los sitios de descarga de cada uno.

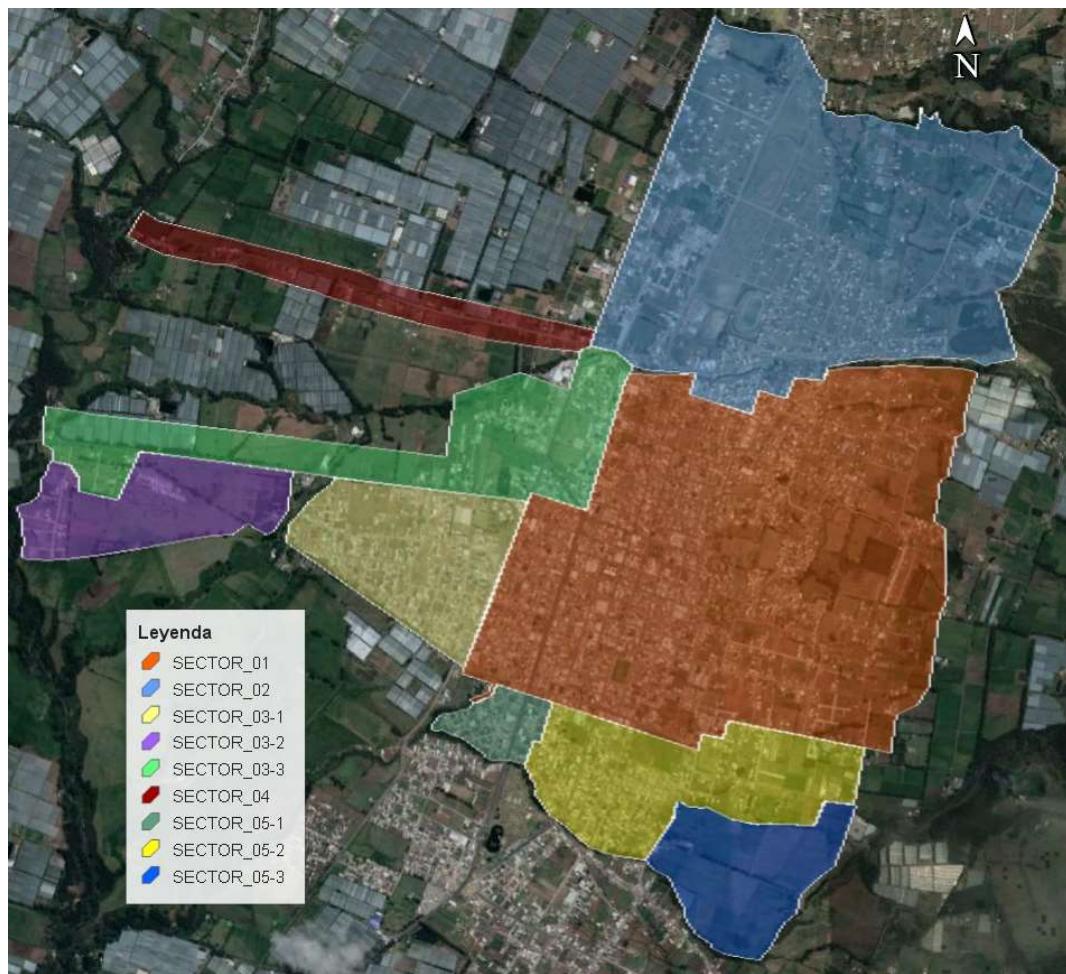


Ilustración 57: Esquema sectorización de alcantarillado sanitario

5.2.3.2.1. Sector – 01:

Sector que comprende la mayor parte del centro de la ciudad de Cayambe, que es la zona más consolidada delimitada por:

- Al norte por el río Blanco.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la calle Natalia Jarrín y Av. Víctor Cartagena.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la Av. Córdova Galarza y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada El Tumbe. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 01.

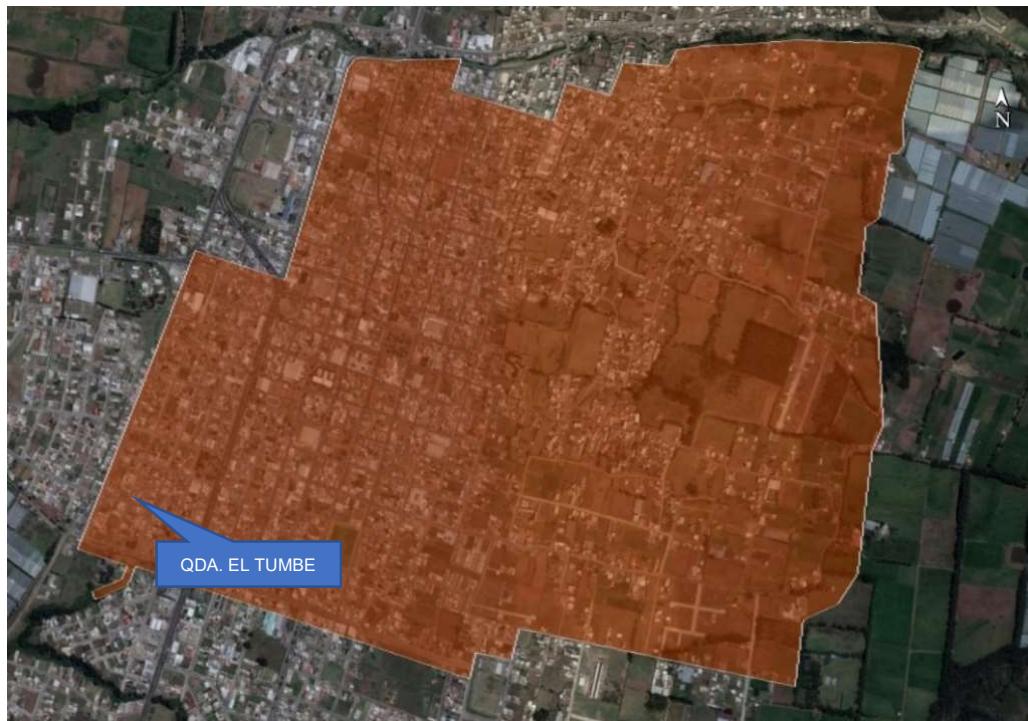


Ilustración 58: Esquema sector – 01 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)			
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50
P1-1	777	0	763	12	2
P1-2	6	4	0	2	0
TOTAL	783	4	763	14	2

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	37.842,14
	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	1.614,28
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	60,69
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	1.531,79
	m	TUBERÍA PVC DN 440 mm	426,91
TOTAL:			41.475,82

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	58.975,94
	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	1.352,70
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	426,85
TOTAL:			60.755,48

La descarga se mantendrá en la descarga configurada con una rápida escalonada y que se encuentra en funcionamiento sobre la quebrada El Tumbe.

5.2.3.2.2. Sector – 02:

Sector que comprende la parte norte de la ciudad de Cayambe, que es la zona que a futuro se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por el río Puluví.
- Al sur por el río Blanco.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la carretera E-35, salida a Otavalo.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de sur a norte, configurando el receptor principal a la altura de la carretera E35 y por la calle que va bordeando el río Puluví, realizando la descarga del sistema sobre el río Puluví. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 02.

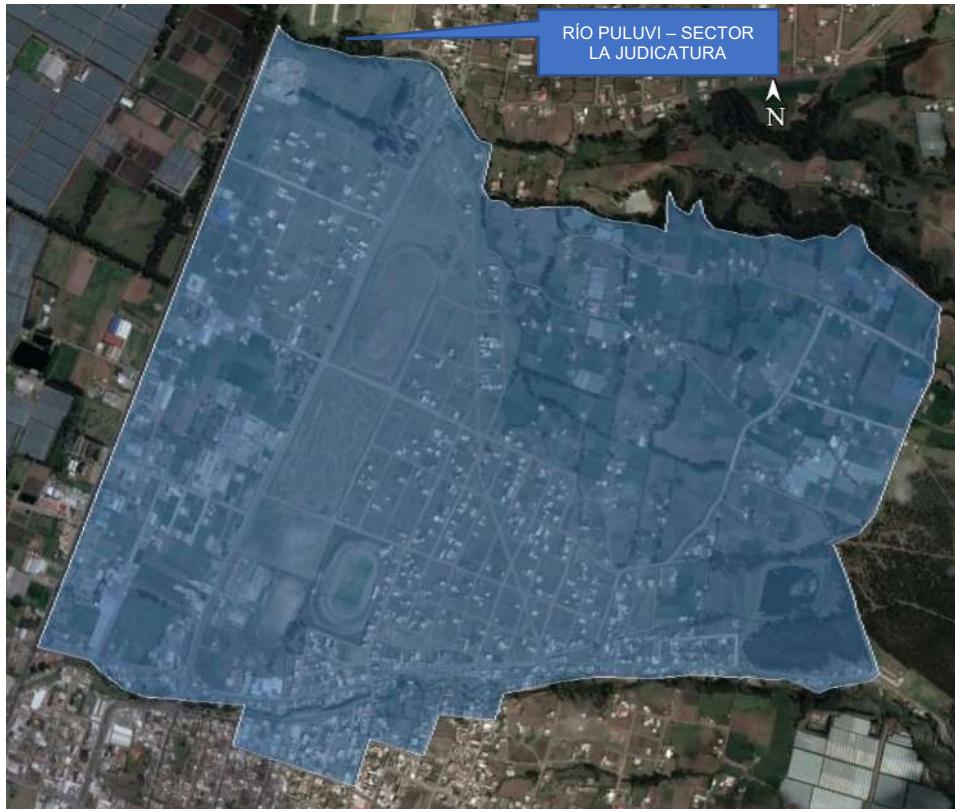


Ilustración 59: Esquema sector – 02 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)							
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	4.51-5.50	5.51-6.50	6.51-7.50	7.51-8.50
P1-1	814	5	720	50	17	11	7	1	3
P1-2	4	4	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	818	9	720	50	17	11	7	1	3

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	30.822,70
	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	1.671,77
	m	TUBERÍA PVC DN 335 mm	604,81
	m	TUBERÍA PVC DN 400 mm	114,34
		TOTAL:	33.213,63

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 540 mm	344,46
	m	TUBERÍA PVC DN 650 mm	65,34
			TOTAL: 409,80

La descarga se la conformará en el río Puluví en el sector de la parte posterior del complejo de la Judicatura de Cayambe.

5.2.3.2.3. Sector – 03 – 1:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona residencial consolidada, y está delimitada por:

- Al norte por el río Puluví.
- Al sur por el río Blanco.
- Al este por la altura de cota de servicio del agua potable.
- Al oeste por la carretera E-35, salida a Otavalo.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de sur a norte, configurando el receptor principal a la altura de la calle Argentina y la Av. Primavera, realizando la descarga del sistema sobre la quebrada Miraflores. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 1.



Ilustración 60: Esquema sector – 03-1 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)		
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50
P1-1	218	0	194	24
TOTAL	218	0	194	24

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	9.964,74

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	446,71
	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	486,59
TOTAL:			933,30

La descarga se la conformará en la quebrada Miraflores en el parte posterior del final de la calle Las Gardenias.

A continuación, se presenta un esquema de la red de drenaje sanitario del Sector 03-1.

5.2.3.2.4. Sector – 03 – 2:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona residencial aún no consolidada, pero con perspectivas de consolidación a futuro con la ampliación de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la vía E288 Gayllabamba - Tabacundo.
- Al sur por terrenos particulares.
- Al este por terrenos particulares.
- Al oeste por el río Granobles.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la calle posterior del conjunto habitacional y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 2.



Ilustración 61: Esquema sector – 03-2 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)					
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	4.51-5.50	5.51-6.50
P1-1	114	0	87	12	3	7	5
TOTAL	114	0	87	12	3	7	5

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	5.407,85

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	1.111,89

La descarga se la conformará en el río Granobles en la calle posterior del conjunto habitacional.

5.2.3.2.5. Sector – 03 – 3:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe, que es una zona de expansión futura no consolidada que a futuro con la ampliación de la infraestructura sanitaria se podría conformar como residencial, y está delimitada por:

- Al norte por el río Blanco
- Al sur por la vía E288 Guayllabamba - Tabacundo.
- Al este por la Av. Natalia Jarrín.
- Al oeste por los sectores 03 – 1 y 03 – 2.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal a la altura de la calle posterior del conjunto

habitacional y realizando la descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 03 – 3.



Ilustración 62: Esquema sector – 03-3 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)				
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	4.51-5.50
P1-1	166	0	151	9	5	1
TOTAL	166	0	151	9	5	1

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	6.232,44

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	2.727,86

La descarga se la conformará en el río Granobles en la vía Guayllabamba - Tabacundo.

A continuación, se presenta un esquema de la red de drenaje sanitario del Sector 03-3.

5.2.3.2.6. Sector – 04:

Sector que comprende la parte oeste de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje sobre la calle Mariana de Jesús, que es la zona que a futuro se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la zona de florícolas.
- Al sur por terrenos particulares.
- Al este por la vía E35.
- Al oeste por el río Granobles.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal sobre la calle Mariana de Jesús y realizando la

descarga del sistema sobre el río Granobles. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 04.

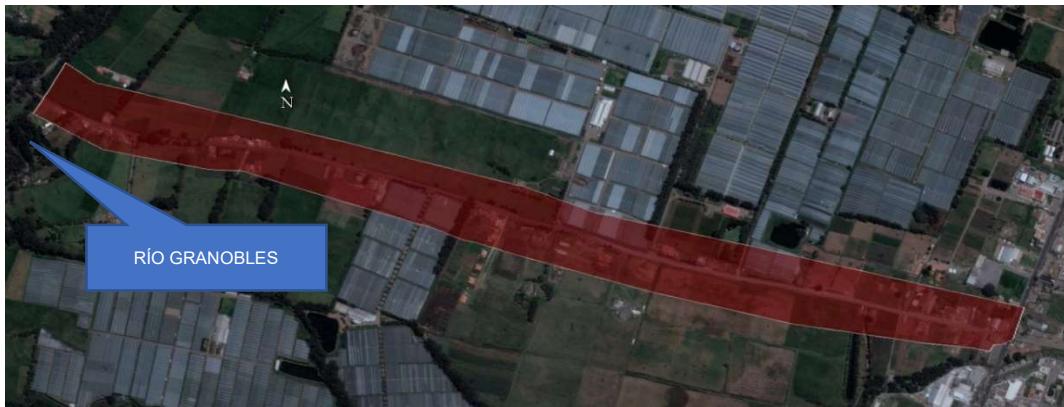


Ilustración 63: Esquema sector – 04 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)	
		0.00-1.20	1.21-2.50
P1-1	33	0	33
TOTAL	33	0	33

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	2.195,22

La descarga se la conformará en el río Granobles en la parte posterior de la cancha de fútbol al final de la calle Mariana de Jesús al llegar al puente sobre el río Granobles.

5.2.3.2.7. Sector – 05 – 1:

Sector que comprende la parte sur - oriental de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje que por el nivel del terreno alcanza a llegar al colector de la Av. Córdova Galarza, es una zona poco consolidada se podrá consolidar con el desarrollo de la infraestructura sanitaria, y está delimitada por:

- Al norte por la Av. Córdova Galarza.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la Av. Natalia Jarrín.
- Al oeste por la quebrada El Tumbe.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal el borde de la quebrada Yasnan y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada Yasnan. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 1.



Ilustración 64: Esquema sector – 05 - 1 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado pluvial se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)			
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50
P1-1	72	0	61	10	1
TOTAL	72	0	61	10	1

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	2.575,89

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	359,79

La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan en el empate de la quebrada El Tumbe con la quebrada Yasnan, al final de la calle Seymour.

A continuación, se presenta un esquema de la red de drenaje sanitario del Sector 05-1.

5.2.3.2.8. Sector – 05 – 2:

Sector que comprende la parte sur de la ciudad de Cayambe específicamente el drenaje que por el nivel del terreno alcanza a llegar al colector de la Av. Córdova Galarza, es una zona consolidada y descarga hacia la Quebrada Yasnan, está delimitada por:

- Al norte por la Av. Córdova Galarza.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la Calle Azuay.
- Al oeste por la Av. Natalia Jarrín.

El drenaje del sistema del alcantarillado pluvial es de este a oeste y de norte a sur, configurando el receptor principal por la calle paralela al borde de la quebrada Yasnan y realizando la descarga del sistema sobre la quebrada del mismo nombre. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 2.

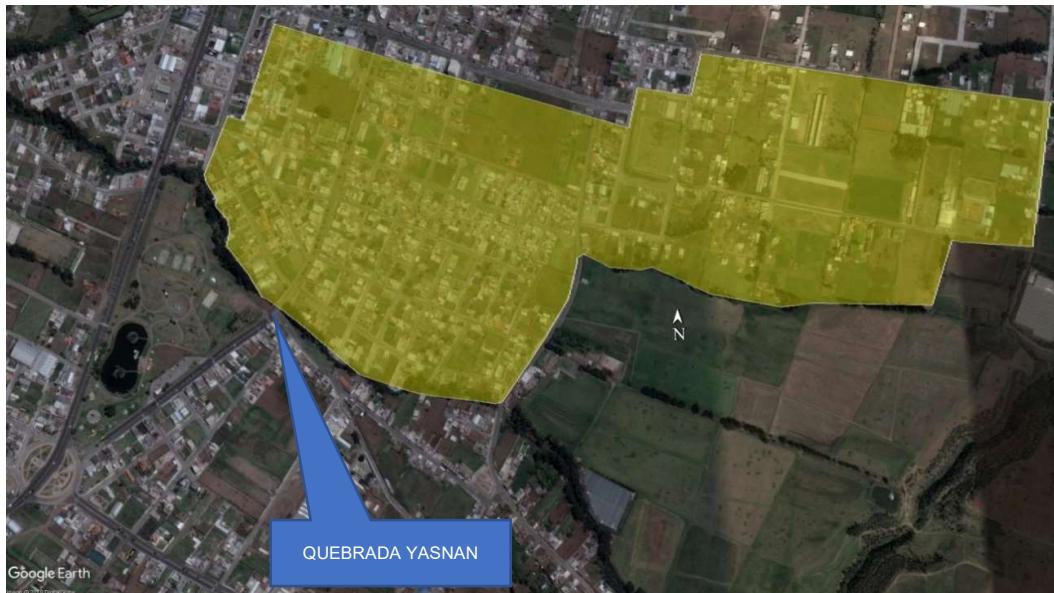


Ilustración 65: Esquema sector – 05 - 2 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado sanitario se encuentra conformado por:

- Número de pozos:

POZOS	TOTAL	ALTURA DE POZO (m)				
		0.00-1.20	1.21-2.50	2.51-3.50	3.51-4.50	4.51-5.50
P1-1	177	0	155	12	8	2
P1-2	1	1	0	0	0	0
P2-2	1	1	0	0	0	0
TOTAL	179	2	155	12	8	2

- Longitud de tuberías en la red.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	8.196,67

- Longitud de tuberías en el colector.

RUBRO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
LONGITUD DE TUBERÍA PVC	m	TUBERÍA PVC DN 220 mm	1.918,09
	m	TUBERÍA PVC DN 280 mm	39,45
TOTAL:			1.957,54

La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan a la altura de la Av. Rocafuerte en el paso de la Quebrada Yasnan.

5.2.3.2.9. Sector – 05 – 3:

Sector que comprende la parte sur de la ciudad de Cayambe conformada por una zona futura de expansión urbana es una zona no consolidada y la descarga se la realizará hacia la Quebrada Yasnan, está delimitada por:

- Al norte por el sector – 05 – 02.
- Al sur por la quebrada Yasnan.
- Al este por la zona de servicio de agua potable.
- Al oeste por la calle Gran Colombia.

El drenaje del sistema del alcantarillado sanitario de acuerdo a la topografía es de este a oeste y de norte a sur, y por no contar con un diseño urbanístico se deberá configurar el receptor principal por la calle paralela al borde de la quebrada Yasnan, realizando la descarga del sistema sobre la quebrada del mismo nombre. A continuación, se presenta un esquema del Sector – 05 – 3.



Ilustración 66: Esquema sector – 05 - 2 de alcantarillado sanitario

La red de drenaje del alcantarillado sanitario no se ha realizado porque aún no existe una planificación urbanística consolidada. Sin embargo, se ha determinado el caudal de diseño aproximado de descarga, si se da una futura construcción de la planta de

tratamiento en el sector. La descarga se la conformará en la quebrada Yasnan a la altura de la calle Gran Colombia en el paso de la Quebrada Yasnan.

6. PRESUPUESTO:

En el Anexo 41: PRESUPUESTOS_DISEÑO_DEFINITIVO, se presenta el presupuesto referencial de las obras de Diseño Definitivo para el Plan Maestro de agua potable y alcantarillado sanitario – pluvial de la ciudad de Cayambe en la jurisdicción de la EMAAAC-EP.

PROYECTO: AGUA POTABLE	5 856 832.02
RED DE INTERCONEXIÓN: HUAYCO MACHAY	1 248 179.72
OBRAS PRELIMINARES	2 203.30
MOVIMIENTO DE TIERRA	54 780.84
CONDUCCIÓN	746 314.64
OBRA CIVIL	33 261.01
TANQUE: HUAYCO MACHAY (5000 m3)	381 351.78
PASO ELEVADO L=18.50m y L= 25.30	13 548.84
ANCLAJES	16 719.31
RED DE INTERCONEXIÓN: CRUZ LOMA 1	1 069 674.90
OBRAS PRELIMINARES	79 206.36
MOVIMIENTO DE TIERRA	164 260.89
CONDUCCIÓN	580 014.44
TANQUE: CRUZ LOMA (2440 m3)	246 193.21
RED DE INTERCONEXIÓN: CRUZ LOMA 2	344 660.96
OBRAS PRELIMINARES	76 320.31
MOVIMIENTO DE TIERRA	136 397.21
CONDUCCIÓN	131 943.44
RED DE INTERCONEXIÓN: ALVAREZ CHIRIBOGA	2 389 723.21
OBRAS PRELIMINARES	477 229.74
MOVIMIENTO DE TIERRA	877 117.03
CONDUCCIÓN	1 035 376.44
RED DE INTERCONEXIÓN: LOS PINOS	526 557.18
OBRAS PRELIMINARES	77 252.47
MOVIMIENTO DE TIERRA	140 113.54
CONDUCCIÓN	150 400.55
TANQUES (2): LOS PINOS (510 m3)	158 790.62
RED DE INTERCONEXIÓN: EL QUINGO	95 021.40
CONDUCCIÓN	39 243.86
TANQUE: EL QUINGO (200 m3)	55 777.54
REPOTENCIACION SISTEMA DE BOMBEO TAJAMAR	177 031.00
OBRA CIVIL E HIDRÁULICA	62 105.27
PROYECTO ELÉCTRICO SISTEMA DE BOMBEO: FUERZA	100 028.48
PROYECTO ELÉCTRICO SISTEMA DE BOMBEO: BAJA TENSIÓN	14 897.25
REPOTENCIACION SISTEMA CARIACUS BUGA	5 983.65
PROYECTO: ALCANTARILLADO PLUVIAL	44 345 016.51
TRASVASE QUEBRADA EL TUMBE	481 914.92
VÍAS DE ACCESO	114 159.41
SECCION DE ENTRADA Y SALIDA	82 008.00
TUNEL	281 526.51
POZOS	4 221.00
SECTOR 01 - AALL	20 362 272.32
OBRAS PRELIMINARES	17 106.13
CONDUCCIONES	15 879 467.03
POZOS	4 465 699.16
SECTOR 02 - AALL	9 987 439.07

OBRAS PRELIMINARES	10 710.26
CONDUCCIONES	7 971 564.58
POZOS	1 967 647.45
SECTOR 03-01 - AALL	2 610 894.53
OBRAS PRELIMINARES	3 516.87
CONDUCCIONES	2 236 716.82
POZOS	370 660.84
SECTOR 03-02 - AALL	1 697 541.01
OBRAS PRELIMINARES	2 111.30
CONDUCCIONES	1 378 383.02
POZOS	317 046.69
SECTOR 03-03 - AALL	4 136 284.76
OBRAS PRELIMINARES	2 923.52
CONDUCCIONES	3 675 307.98
POZOS	458 053.26
SECTOR 04 - AALL	393 989.39
OBRAS PRELIMINARES	663.24
CONDUCCIONES	363 939.49
POZOS	29 386.66
SECTOR 05-01 - AALL	744 221.33
OBRAS PRELIMINARES	1 142.46
CONDUCCIONES	625 490.69
POZOS	117 588.18
SECTOR 05-02 - AALL	3 930 459.18
OBRAS PRELIMINARES	3 025.37
CONDUCCIONES	3 155 776.57
POZOS	771 657.24
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	20 278 288.42
SECTOR 01 - AASS	7 156 957.42
OBRAS PRELIMINARES	14 282.97
CONDUCCIONES	2 348 521.31
POZOS	937 536.85
PLANTA DE TRATAMIENTO	3 856 616.29
SECTOR 02 - AASS	5 410 182.50
OBRAS PRELIMINARES	11 295.87
CONDUCCIONES	1 632 409.81
POZOS	858 274.23
PLANTA DE TRATAMIENTO	2 908 202.59
SECTOR 03-01 - AASS	1 962 830.24
OBRAS PRELIMINARES	3 789.19
CONDUCCIONES	529 176.06
POZOS	230 677.53
PLANTA DE TRATAMIENTO	1 199 187.46
SECTOR 03-02 - AASS	1 127 304.83
OBRAS PRELIMINARES	2 119.87
CONDUCCIONES	369 976.66
POZOS	145 906.00
PLANTA DE TRATAMIENTO	609 302.30
SECTOR 03-03 - AASS	1 477 108.84
OBRAS PRELIMINARES	3 050.71
CONDUCCIONES	427 745.84
POZOS	186 909.85
PLANTA DE TRATAMIENTO	859 402.44
SECTOR 04 - AASS	335 167.51
OBRAS PRELIMINARES	681.74
CONDUCCIONES	68 656.38
POZOS	32 754.15

PLANTA DE TRATAMIENTO	233 075.24
SECTOR 05-01 - AASS	463 899.28
OBRAS PRELIMINARES	1 353.28
CONDUCCIONES	184 160.76
POZOS	81 149.72
PLANTA DE TRATAMIENTO	197 235.52
SECTOR 05-02 - AASS	1 780 443.35
OBRAS PRELIMINARES	2 898.56
CONDUCCIONES	399 605.02
POZOS	209 633.55
PLANTA DE TRATAMIENTO	1 168 306.22
SECTOR 05-03 - AASS	564 394.45
PLANTA DE TRATAMIENTO	564 394.45
PRESUPUESTO TOTAL - PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE YALCANTARILLADO SANITARI - PLUVIAL	70 480 136.95

7. EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA:

7.1. Evaluación económica – financiera sistema de agua potable:

7.1.1.1. Flujos Financieros

Realizado la evaluación financiera, se obtuvo los siguientes resultados, utilizando los indicadores convencionales de tasa interna de retorno (TIR) y valor actual neto (VAN):

VAN: USD \$ 4'033.893

TIR: 8,17% anual

B/C: 1,23

Revisado los resultados obtenidos en el flujo de caja, permiten definir al proyecto como rentable desde el punto de vista FINANCIERO.

7.1.1.2. Indicadores Económicos

Realizado la evaluación económica, se obtuvo los siguientes resultados, utilizando los indicadores convencionales de tasa interna de retorno económica (TIRE), valor actual neto económico (VANE) y Beneficio / Costo B/C:

PERÍODO	AÑOS	COSTOS DE INVERSIÓN (a)	COSTOS O&M (b)	COSTOS TOTALES (c)	BENEFICIOS TOTALES (d)	FLUJO NETO (e= d - c)
0	2020	5.116.891		5.116.891		(5.116.891)
1	2021		307.355	307.355	602.043	294.689
2	2022		242.088	242.088	644.753	402.665
3	2023		252.266	252.266	690.138	437.872
4	2024		262.912	262.912	738.469	475.557
5	2025		274.049	274.049	789.809	515.760
6	2026		285.700	285.700	844.893	559.193
7	2027		297.892	297.892	903.032	605.140
8	2028		310.652	310.652	965.467	654.815
9	2029		324.008	324.008	1.031.240	707.231
10	2030		337.991	337.991	1.101.579	763.588
11	2031		352.632	352.632	1.175.740	823.107
12	2032		367.965	367.965	1.255.423	887.459
13	2033		384.024	384.024	1.339.407	955.383
14	2034		400.847	400.847	1.428.987	1.028.140

PERIODO	AÑOS	COSTOS DE INVERSIÓN (a)	COSTOS O&M (b)	COSTOS TOTALES (c)	BENEFICIOS TOTALES (d)	FLUJO NETO (e= d - c)
15	2035		418.473	418.473	1.524.338	1.105.865
16	2036		436.943	436.943	1.625.549	1.188.607
17	2037		456.300	456.300	1.733.001	1.276.701
18	2038		476.591	476.591	1.847.394	1.370.803
19	2039		497.863	497.863	1.968.190	1.470.327
20	2040		520.167	520.167	2.098.705	1.578.539
21	2041		543.557	543.557	2.242.999	1.699.442
22	2042		568.090	568.090	2.397.879	1.829.789
23	2043		593.825	593.825	2.560.215	1.966.390
24	2044		620.825	620.825	2.732.790	2.111.965
25	2045		649.156	649.156	2.916.798	2.267.642
26	2046		672.491	672.491	3.111.770	2.439.279
27	2047		697.046	697.046	3.320.218	2.623.172
28	2048		722.888	722.888	3.541.307	2.818.419
29	2049		750.089	750.089	3.774.038	3.023.950
30	2050		778.724	778.724	4.023.731	3.245.007
VANE (12%)				7.843.291	8.844.317	1.001.026
TIRE						13,64
B/C						1,13

Fuente: presupuesto
Elaboración: MACROCONSULT, Cía. Ltda.

VANE: de USD \$ 1'001.026

TIRE: del 13,64% anual

B/C: 1,13

Por lo tanto, los resultados obtenidos permiten definir al proyecto como rentable desde el punto de vista económico.

7.2. Evaluación económica – financiera sistema de alcantarillado sanitario - pluvial:

7.2.1.1. Evaluación Económica (Flujo)

Las tablas de evaluación económica muestran la proyección de los costos y beneficios para los próximos treinta (30) años, en los que se analiza los distintos valores esperados, en donde se destaca el análisis de beneficios, sobre todo lo que respecta a la salud.

Para la evaluación económica del proyecto se ha considerado una tasa de descuento mínima del 12% requerido para que el VAN del proyecto sea cero y, en esta opción se observa que el proyecto es rentable.

7.2.1.1.1. Indicadores Económicos

Realizado la evaluación económica, se obtuvo los siguientes resultados, utilizando los indicadores convencionales de tasa interna de retorno económica (TIRE), valor actual neto económico (VANE) y Beneficio / Costo B/C:

PERIODO	AÑOS	COSTOS DE INVERSIÓN (a)	COSTOS O&M (b)	COSTOS TOTALES (c)	BENEFICIOS TOTALES (d)	FLUJO NETO (e= d - c)
0	2020	2.240.275		2.240.275		(2.240.275)

PERIODO	AÑOS	COSTOS DE INVERSIÓN (a)	COSTOS O&M (b)	COSTOS TOTALES (c)	BENEFICIOS TOTALES (d)	FLUJO NETO (e= d - c)
1	2021	2.240.275	293.786	2.534.061	1.904.006	(630.056)
2	2022	2.240.275	226.980	2.467.255	1.972.700	(494.555)
3	2023	2.240.275	235.518	2.475.793	2.049.222	(426.571)
4	2024	2.240.275	244.416	2.484.691	2.135.820	(348.871)
5	2025	2.240.275	253.690	2.493.965	2.234.564	(259.401)
6	2026	2.240.275	263.359	2.503.634	2.349.956	(153.678)
7	2027	2.240.275	273.442	2.513.717	2.483.181	(30.536)
8	2028	2.240.275	283.958	2.524.233	2.641.638	117.405
9	2029	2.240.275	294.929	2.535.204	2.827.720	292.517
10	2030	2.240.275	306.375	2.546.650	3.051.117	504.467
11	2031	2.240.275	318.321	2.558.596	3.317.680	759.083
12	2032	2.240.275	330.791	2.571.066	3.642.101	1.071.035
13	2033	2.240.275	343.810	2.584.085	4.033.258	1.449.172
14	2034	2.240.275	357.405	2.597.680	4.510.330	1.912.649
15	2035	2.240.275	371.605	2.611.880	4.582.177	1.970.297
16	2036	2.240.275	386.440	2.626.715	4.653.734	2.027.019
17	2037	2.240.275	401.941	2.642.216	4.725.098	2.082.882
18	2038	2.240.275	418.141	2.658.416	4.797.139	2.138.723
19	2039	2.240.275	435.076	2.675.351	4.867.439	2.192.088
20	2040	2.240.275	452.782	2.693.057	4.943.058	2.250.000
21	2041	2.240.275	471.299	2.711.574	5.031.344	2.319.769
22	2042	2.240.275	490.668	2.730.943	5.122.628	2.391.685
23	2043	2.240.275	510.931	2.751.206	5.208.980	2.457.774
24	2044	2.240.275	532.134	2.772.409	5.295.332	2.522.923
25	2045	2.240.275	554.327	2.794.602	5.382.748	2.588.146
26	2046	2.240.275	577.558	2.817.833	5.469.100	2.651.267
27	2047	2.240.275	601.883	2.842.158	5.557.580	2.715.421
28	2048	2.240.275	627.358	2.867.633	5.645.382	2.777.750
29	2049	2.240.275	654.041	2.894.316	5.729.897	2.835.581
30	2050	2.240.275	681.997	2.922.272	5.818.087	2.895.814
VAN (12%)				22.764.294	23.592.536	828.242
TIR						13,28
B/C						1,04

VANE: de USD \$ 828.242

TIRE: del 13,28% anual

B/C: 1,04

Fuente: Valuación Económica

Elaboración: MACROCONSULT, Cía. Ltda.

Por lo tanto, los resultados obtenidos permiten definir al proyecto como rentable desde el punto de vista económico.

7.2.1.2. Estudio de Sensibilidad

La sensibilidad de los indicadores de rentabilidad económica ante variaciones porcentuales de ± 10 y 25 de los beneficios, costos económicos e inversión presentan valores que todavía permiten recomendar la ejecución del proyecto como se puede ver a continuación.

	INVERSIÓN	CO&M	BENEFICIOS
-25%	25,20	14,27	3,82

-10%	17,00	13,67	9,63
+10%	10,31	12,90	17,08
+25%	6,65	12,32	23,18

Fuente: Estudio de sensibilidad

Elaboración: MACROCONSULT, Cía. Ltda.

Del análisis de sensibilidad del TIRE, se observa que si los costos de INVERSIÓN, se incrementan en un 25% la TIR no se mantiene en el punto de rentabilidad económica; en tanto que, si los beneficios disminuyen en un 10% y 25% el proyecto no es rentable.

	INVERSION	CO&M	BENEFICIOS
-25%	5'899.768	1'447.790	(5'069.892)
-10%	2'856.852	1'076.061	(1'531.012)
+10%	(1'200.368)	580.423	3'262.271
+25%	(4'243.284)	208.694	6'726.376

Fuente: Estudio de sensibilidad

Elaboración: MACROCONSULT, Cía. Ltda.

7.2.1.3. VIABILIDAD FINANCIERA

7.2.2. Flujo Financiero

Realizado la evaluación financiera, se obtuvo los siguientes resultados, utilizando los indicadores convencionales de tasa interna de retorno (TIR) y valor actual neto (VAN):

VAN: USD \$ 4'843.543
TIR: del 6,88% anual
B/C: 1,13

Revisado los resultados obtenidos en el flujo de caja, permiten definir al proyecto como rentable desde el punto de vista FINANCIERO.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

8.1. Conclusiones – sistema de agua potable:

- Las Fuentes de abastecimiento de agua cruda existentes se encuentran en malas condiciones de funcionamiento y su infraestructura deteriorada, que deberá en el corto plazo ser repotenciada para el correcto funcionamiento del sistema de agua potable de la ciudad de Cayambe.
- Al mediano plazo al ingreso de las fuentes de abastecimiento de agua potable de Pesillo – Imbabura (45.00 l/s) y Huyaco Machay (102.20 l/s), se deberá poner en stand by las fuentes de abastecimiento de Cariacus – Buga y Tajamar, dejando deshabilitadas las fuentes de Pinanhuco y Río Blanco por la variabilidad de sus procesos de tratamiento en la época lluviosa.
- En el caso de existir el desabastecimiento de agua potable del sistema Pesillo – Imbabura el 100% del caudal podría ser abastecido por el sistema de Huayco Machay; pero en el caso contrario si existe desabastecimiento del sistema de Huyaco Machay, el sistema de Pesillo – Imbabura requerirá la incorporación de

las fuentes de agua cruda de Cariacus – Buga y Tajamar, con los que se lograría cubrir el 100 % del caudal requerido por el sistema de agua potable de Cayambe.

- Se ha verificado que los sistemas de abastecimiento de agua potable para el año 2050 fin del período de diseño tienen un déficit de volumen de reserva de 2 988.00 m³ que corresponde al 51.20 % del volumen de reserva total, que se deberá ir incorporando a lo largo del tiempo hasta el final del período de diseño, de acuerdo al análisis de tanques a ser implementados para cada red de abastecimiento.
- A la salida de la planta de tratamiento de Huyaco Machay se ha planteado la construcción de un tanque de reserva de 5 000.00 m³, que cubriría el 85.60 % del volumen de reserva necesario del sistema de agua potable de Cayambe, con lo que se conseguiría un tiempo de 6 – 8 horas de abastecimiento adicionales a las redes de distribución en los cuales se puede realizar las reparaciones en las conducción de agua cruda desde las fuentes de Huyaco Machay o en la planta de tratamiento.
- En el caso de presentarse reparaciones en la red de interconexión de agua potable de Huayco Machay se contaría con un tiempo de 6 – 8 horas de abastecimiento de agua desde las reservas de cada red de distribución lo que permitiría la reparación de las líneas de conducción.
- Se ha identificado y procedido a realizar el seccionamiento hidráulico procurando sectores hidráulicos que puedan ser seccionados y permita realizar la reparación de las conducciones de distribución por separado sin vaciar toda las líneas de la red de distribución.

8.2. Conclusiones – sistema de alcantarillado:

- El sistema de alcantarillado que actualmente está funcionando en la ciudad de Cayambe es combinado y con una vida de más de 30 años que ya ha cumplido su vida útil.
- En el sector centro de la ciudad de Cayambe se ha embaulado de una manera no técnica la quebrada El Tumbe conformando el colector principal del drenaje del sector central de la ciudad de Cayambe y en la actualidad presenta muchos inconvenientes ya que se ha transformado en un cuello de botella por la variabilidad que presenta en la sección hidráulica en contracciones bruscas en su recorrido.
- Las descargas sanitarias principales se ubican en la Quebrada El Tumbe y en el Río Puluví en las zonas sur (Sector 1) y norte (Sector 4) de la ciudad de Cayambe respectivamente no presentan un tratamiento y se descargan directamente a los cauces naturales.
- Las descargas que presentan un tratamiento antes de las descargas por la falta de mantenimiento han colapsado por que se han realizado bypass a estos tratamientos y se encuentran descargando directamente a los cauces naturales como la quebrada Yasnan, quebrada Miraflores y río Granobles.
- En la configuración del alcantarillado del levantamiento catastral presenta inconvenientes de contra pendientes, salida de más de una tubería de un mismo pozo y contracción de diámetros de alcantarillado que requieren un cambio de la configuración del sistema de alcantarillado.

8.3. Recomendaciones – Sistema de agua potable:

- Para un aprovechamiento del recurso hídrico desde las fuentes de abastecimiento de agua potable se recomienda realizar el estudio de automatización y control a distancia (SCADA) de todos los componentes del sistema de agua potable de Cayambe (Captaciones, sistemas de bombeo, vertientes, conducciones, tanques de reserva, redes de interconexión, redes de distribución, micromedición, macromedición, presiones de trabajo, etc.), que permitan la toma de decisiones y la operación a distancia minimizando perdidas y aumentando la eficiencia del sistema.
- Para el abastecimiento de agua potable a las redes de distribución que van a la ciudad de Cayambe se diseñó una red que permita desde una reserva principal de 5000.00 m³ ubicada en el sector de la planta de tratamiento de Huayco – Machay distribuir a las reservas de agua potable de los sectores de Cruz Loma, Álvarez Chiriboga, Los Pinos y El Quingo, teniendo un control local en cada uno de estos puntos. Para un mejor y eficiente funcionamiento del sistema se deberá incluir un sistema de control a distancia (SCADA)
- Para minimizar las pérdidas de agua no contabilizada y perdidas negras se deberá realizar un catastro de usuarios y medidores de manera de definir la necesidad de reemplazo de la micromedición que se encuentre defectuosos, dañados por el usuario, midiendo por debajo del valor real, que cumplieron su vida útil o que existan bypass de las instalaciones de la acometida de agua potable que permitan mejorar la eficiencia de la recaudación de la facturación de agua potable.

8.4. Recomendaciones – Sistema de Alcantarillado:

- entrega a los cauces naturales, procurando descargar bajo los parámetros permitidos por la normativa ambiental vigente.
- El alcantarillado pluvial descargará directamente a los cauces naturales y el alcantarillado sanitario previo al tratamiento se evacuará en la misma estructura de descarga.
- El sistema de tratamiento considerado para el tratamiento de las aguas residuales domésticas se ha concebido con un sistema de lodos activados en plantas compactas que permita aprovechar los espacios físicos reducidos disponibles en la actualidad.
- Para mitigar la amenaza del ingreso de caudales pluviales en el sistema de alcantarillado existente se recomienda la construcción del trasvase de la Quebrada El Tumbe hacia el Río Blanco.

Responsable:

M.SC. ING. LUIS RÍOS CANDO
Especialista en Sistemas de Agua Potable
REG. 1001-2016-1751209