DISEÑO DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL SALVAMENTO MINERO DE SEGURIDAD
AGENCIA NACIONAL DE MINERIA
SEDE UBATE.

IDEAS Y SOLUCIONES AMBIENTALES
ISOLAM S.A.S

ISOLAM S.A.S
IDEAS & SOLUCIONES AMBIENTALES

2022

CONTENIDO

1. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS DOMESTICAS. 3
1.1 Sección 1. Consideraciones técnicas generales 2
1.1.1 Diseño y modelación hidráulica de redes de alcantarillado 2
1.1.2 Localización de redes de alcantarillado 2
1.1.3 Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados. 4
1.2 Sección 2. Redes de alcantarillado convencional 4
1.2.1 Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados sanitarios 5
1.2.2 Criterios de autolimpieza en los alcantarillados sanitarios 5
1.2.3 Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios 5
1.2.4 Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios. 5
1.3 Sección 4. Redes de alcantarillado de aguas domésticas. 5
1.3.1 Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados de aguas domésticas. 5
1.3.2 Criterios de auto limpieza en los alcantarillados de aguas domésticas. 6
1.3.3 Velocidad máxima en los alcantarillados de aguas domésticas. 6
1.3.4 Relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería en los alcantarillados de aguas domésticas. 6
2. LOCALIZACIÓN 6
3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO 6
4. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA DE DESCARGA 7
5. RECOMENDACIONES 12

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Períodos de retorno para estudios de cota de aguas máximas para cruces de cauces de agua 4
Tabla 2. Profundidades a las cotas claves del colector 4
Tabla 3. Cálculo de perfil hidráulico. 8
Tabla 4. Cobertura sobre cota clave 8
Tabla 5. Valores topograficos 9
Tabla 6. DESCARGA perfil 1. 11
Tabla 7. Resultados hidráulicos. 12

LISTA DE IMÁGENES.

Imagen 1. Salida del agua en tramapa de grasas MH-1 10

1. SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS DOMESTICAS.

En el capítulo 4 de la resolución 799 de 2021 se presentan los lineamientos mínimos para el diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de los sistemas de recolección y evacuación de aguas domésticas.

1.1 Sección 1. Consideraciones técnicas generales

En la sección 1 se determinan las consideraciones técnicas generales de las redes de alcantarillado.

1.1.1 Diseño y modelación hidráulica de redes de alcantarillado

Se debe realizar el diseño de la red de alcantarillado mediante el empleo de la formulación matemática que defina los diámetros, pendientes y los parámetros mínimos hidráulicos de los conductos del sistema, el cual deberá ser verificado mediante el empleo de una modelación hidráulica de las redes de alcantarillado, mediante el uso de un programa que permita simular entre otros los sistema existente, el cual debe estar basados en ecuaciones de resistencia fluida, que permita obtener resultados de tal forma que el modelo matemático represente en gran medida el modelo físico o prototipo de la red de alcantarillado. El programa de análisis hidráulico debe tener la capacidad de simular condiciones de flujo uniforme, así como condiciones de flujo no permanente mediante la solución de las ecuaciones de Saint – Venant, con sus correspondientes condiciones de frontera.

Adicionalmente, el programa de análisis debe permitir simular el efecto de las pérdidas menores de energía ocasionadas por la presencia de estructuras de conexión y/o inspección. Cuando se presenten pérdidas de energía negativas o iguales a cero, se debe dejar una caída mínima de **2 cm** entre cotas claves de las tuberías.

En todo caso, se deben sustentar los parámetros que se utilicen en el diseño y en la modelación, y en los cálculos usar el diámetro interno real.

1.1.2 Localización de redes de alcantarillado

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Para sistemas nuevos, las redes de alcantarillado de agua domestica deben localizarse cerca del eje de la calzada, mientras que las redes de alcantarillado sanitario deben

ubicarse hacia uno de los costados, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada, respetando la distancia libre con respecto a otras redes.

2. Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de **0,5 m** de la acera y 1,5 m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto, y del sardinel y el paramento, según corresponda.

3. Las tuberías de alcantarillado no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto, y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto.

4. Los cruces de redes deben analizarse de manera individual, para establecer la necesidad de diseños especiales, en particular en aquellos casos donde sea imposible cumplir la distancia mínima vertical definida.

5. Los cruces aéreos de cauces de agua deben proyectarse en puntos no susceptibles de socavación. Igualmente, deben ubicarse a **0,50 m** por encima de la cota de aguas máximas generada por el caudal máximo instantáneo anual, calculado para un período de retorno de 100 años. En todo caso, es indispensable cumplir los requerimientos que la autoridad ambiental competente determine.

Tabla 1. Períodos de retorno para estudios de cota de aguas máximas para cruces de cauces de agua

Longitud del cruce (L)	Período de retorno (años)
L < 10 m	25
10 m ≤ L ≤ 50 m	50
L > 50 m	100

Fuente. Res. 330 de 2017

6. Para los cruces subterráneos de cauces naturales se debe hacer un análisis de socavación para el caudal máximo instantáneo anual calculado para el período de retorno de la tabla 2 del presente documento y con la granulometría del lecho de la corriente en el punto de cruce; la tubería se instalará mínimo **0,50 m** por debajo de la cota de socavación máxima, con el fin de garantizar que no se presentará flotación del tubo. En todo caso, deberán cumplirse los requerimientos que la autoridad ambiental competente determine.

7. De ser necesaria la ubicación de tuberías en zonas de riesgo, se debe realizar un análisis en el cual se indique la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo a los que se encuentra expuesto el tramo de tubería, y las obras necesarias para la mitigación del mismo. En este evento, no se aceptarán conexiones domiciliarias en el tramo aludido.

8. Para cruces con infraestructura como vías férreas, líneas de media y alta tensión, vías nacionales, entre otras, la localización de las redes debe cumplir las exigencias previstas por las entidades correspondientes.

9. Los cauces naturales que crucen las zonas urbanas no deben entrar a los sistemas de alcantarillado de agua doméstica.

10. Cuando se haga uso de tecnologías sin zanja para la instalación de tramos nuevos en sistemas de alcantarillado, es obligatorio respetar todo lo anteriormente establecido.

PAR. 1º—En callejones donde se demuestre que no se puede cumplir con las distancias horizontales establecidas anteriormente, se deben ubicar las tuberías sobre el eje del callejón.
PAR. 2º—Cuando se construyan redes nuevas en vías con infraestructura existente y de no ser posible el cumplimiento de uno o varios de los anteriores requisitos, se deberán hacer las consideraciones y diseños especiales que deberán quedar documentados en las memorias correspondientes.

1.1.3 Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados.

La profundidad de instalación de los colectores debe estar sustentada por estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería, las uniones y el suelo. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección a cargas vivas, con relación a la rasante definitiva, se definen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Profundidades a las cotas claves del colector

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DEL COLECTOR (M)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Únicamente por cruces, puntos de descarga o depresiones del terreno que generen profundidades menores a las estipuladas, deberán presentarse las protecciones a la tubería de acuerdo con los requerimientos de cada fabricante.

1.2 Sección 2. Redes de alcantarillado convencional

En la sección 2, se estipula los lineamentos de las Redes de alcantarillado convencional de aguas residuales.

1.2.1 Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados sanitarios

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es **170 mm.** Para poblaciones menores de 2.500 habitantes el diámetro interno real permitido es **140 mm.**

1.2.2 Criterios de autolimpieza en los alcantarillados sanitarios

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de **1,0 Pa**. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño, en las condiciones iniciales y finales del período de diseño.

1.2.3 Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño.

PAR. —En condiciones hidráulicas especiales y complejas como es el caso de topografías con pendientes superiores al 30%, colectores de gran diámetro iguales o superiores a **600 mm** o caudales de flujo superiores a **500 l/s**, se permitirán velocidades de flujo superiores a **5 m/s**; sin embargo, la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material del ducto y/o de los accesorios a emplear y no deberá superar los **10 m/s.** Las tuberías con velocidad de flujo superior a **5 m/s** deben seleccionarse con revestimientos internos especiales que permitan soportar el fenómeno de abrasión a largo plazo. El diseño deberá prever las protecciones del sistema y plantear las soluciones de disipación de energía necesarias.

1.2.4 Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios.

1.3 Sección 4. Redes de alcantarillado de aguas domésticas.

En la sección 4, se observan los lineamientos para redes de alcantarillado de aguas domésticas.

1.3.1 Diámetro interno real mínimo en los alcantarillados de aguas domésticas.

El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado de aguas domesticas es 260 mm.

1.3.2 Criterios de auto limpieza en los alcantarillados de aguas domésticas.

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado de aguas domésticas. es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de **2,0 Pa.** Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño en las condiciones iniciales y finales del período de diseño.

1.3.3 Velocidad máxima en los alcantarillados de aguas domésticas.

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar **5,0 m/s,** determinada para el caudal de diseño.

PAR.—En condiciones hidráulicas especiales y complejas como es el caso de topografías con pendientes superiores al 30%, colectores de gran diámetro iguales o superiores a **600 mm** o caudales de flujo superiores a **500 l/s,** se permitirán velocidades de flujo superiores a **5 m/s**; sin embargo, la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material del ducto y/o de los accesorios a emplear y no deberá superar los **10 m/s**. Las tuberías con velocidad de flujo superior a **5 m/s** deben seleccionarse con revestimientos internos especiales que permitan soportar el fenómeno de abrasión a largo plazo. El diseño deberá prever las protecciones del sistema y plantear las soluciones de disipación de energía necesarias.

1.3.4 Relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería en los alcantarillados de aguas domésticas.

El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 93% del diámetro interno real de este, correspondiente a flujo lleno**.**

2. LOCALIZACIÓN

Se identifica la ubicación objeto de estudio, mediante estudio topográfico cuyas coordenadas son: X= 1028649,61 Y= 1076543,86 a una altura de 2577,72 m.s.n.m., en el municipio de Ubate Cundinamarca.

3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Se requiere la descarga de las aguas provenientes del sistema de alcantarillado de aguas residuales domésticas. Para un caudal total como se muestra a continuación.

POBLACIÓN PROYECTADA	100.00 hab
ÁREA TOTAL	0.22 Ha
ÁREAS AFERENTES	0.0113 Ha
DOTACIÓN NETA MÁXIMA	120.00 L/hab*dia
COEFICIENTE DE RETORNO	0.85
Q A.R. DOMESTICAS	0.12 L/s
Q INDUSTRIAL	0.00 L/s
Q INSTITUCIONAL	0.00 L/s
Q COMERCIAL	0.00 L/s
Q MEDIO DIARIO	0.12 L/s
Q MÁXIMO HORARIO	0.31 L/s
Q CONEXIONES ERRADAS	0.00022 L/s*Ha
Q DE INFILTRACIÓN	0.00113 L/s*Ha
Q DE DISEÑO	0.31 L/s
Q MÍNIMO A USAR SEGÚN RAS*	1.50 L/s

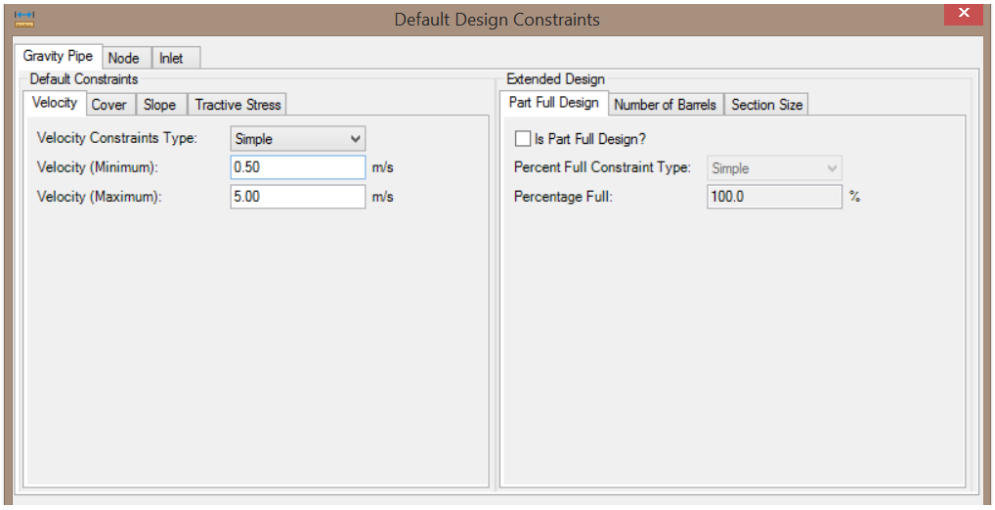
*Si el valor mínimo calculado es menor de 1,5 L/s se debe usar este último valor como valor mínimo de diseño mínimo, por lo tanto se tomara este valor como valor de diseño final para efectos de desarrollo del proyecto.

4. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LA TUBERÍA DE DESCARGA

CALCULO DEL PERFIL HIDRÁULICO

Se adelanto modelamiento del tramo de descarga mediante EPASWWM, con el fin de obtener un cálculo de diseño óptimo que cumpla con las restricciones hidráulicas correspondientes.

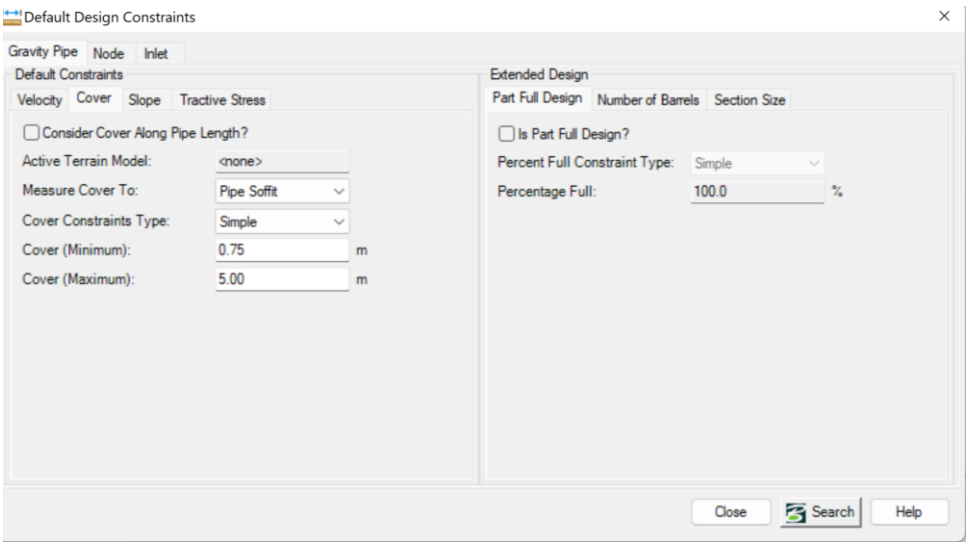
Tabla 3. Cálculo de perfil hidráulico.



Se observa que se toma como velocidad máxima 5m/s y como velocidad mínima 0,5m/s, primer valor tomado de la resolución 0330 de 2017, segundo valor estimado ya que ni el RAS ni la bibliografía especializada estiman un valor directo.

4.1 COBERTURA SOBRE COTA CLAVE

Tabla 4. Cobertura sobre cota clave



Los siguientes son los valores reales de proyección de diseño y la topología respectiva del mismo, los valores son tomados de la topografía levantada para el proyecto.

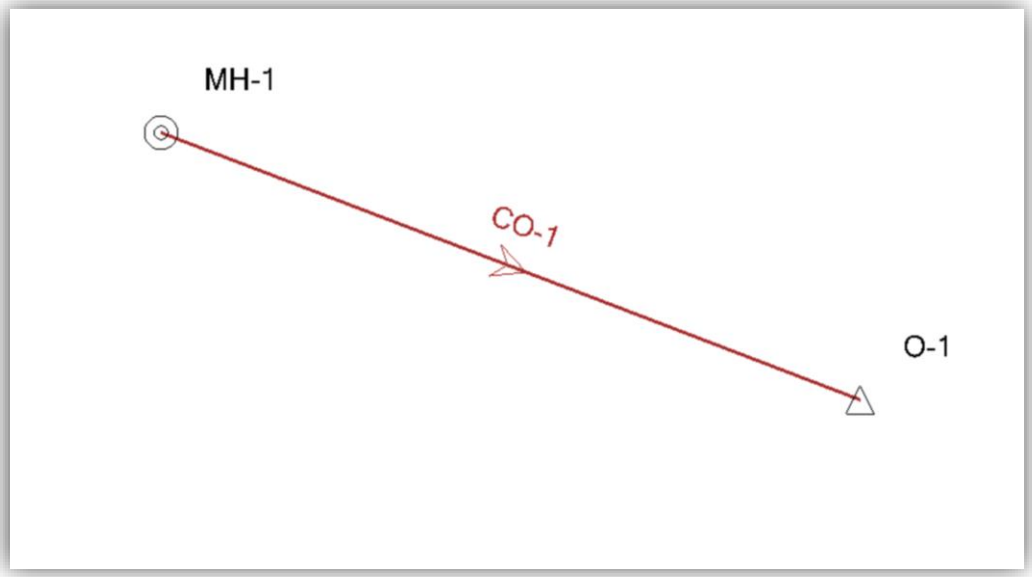
Tabla 5. Valores topograficos

Label	Start Node	Stop Node
CO-1	MH-1	O-1

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Flow (Total In) (L/s)
30	MH-1	2,577.81	2,577.81	2,577.22	1.5

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Flow (Total Out) (L/s)
33	O-1	2,577.68	2,576.81	1.45

Imagen 1. Salida del agua en tramapa de grasas MH-1



En la imagen el MH-1 corresponde al valor de salida del agua de la trampa de grasas, valor que esta restringido al valor de la lámina del agua medida en campo y el O-1 representa la altura de la tubería de alcantarillado publico instalada y a la cual corresponde realizar la conexión o acometida final.

Una vez realizado el montaje de modelo, se puede obtener un perfil dado para un caudal final de diseño de 1,5 L/s

Tabla 6. DESCARGA perfil 1.



El diámetro calculado según diseño es de entre 140 mm como valor mínimo recomendado por el RAS:

Tabla 7. Resultados hidráulicos.

Label	Start Node	Stop Node	Length (User Defined) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Diameter (mm)	Flow (Middle) (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth/Rise (%)	Tractive Stress (Calculated) (Pascals)
CO-1	MH-1	O-1	14.5	0.028	140	0.82	0.33	0.03	27.48	3	20,3	2.867

Conforme explicado en los capítulos anteriores y según la normatividad legal vigente resolución 799 de 2021, se identifica que la velocidad máxima es de 0,37 m/s y que la mínima es de 0,26 m/s, lo cual cumple con el RAS ya que la velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño.

Adicional se cumple con la relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería en los alcantarillados de aguas domésticas con un porcentaje máximo de 20,3%, lo cual cumple con el RAS ya que no supera el límite permisible máximo del 93%. Los diámetros mínimos obtenidos de los resultados hidráulicos son de 140 mm, lo cual se cumple con la norma 0330 Ras, donde se permite un diámetro para poblaciones menores de 2.500 habitantes de 140 mm. y adicional El diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado de aguas domesticas es 260 mm. Por ultimo la fuerza tractiva mínima esta siempre por encima de 1,0 Pa, y se obtiene un valor mínimo de 2,867 Pa.

5. RECOMENDACIONES

Ya que se presenta una proyección de incremento poblacional en el desarrollo de la actividades normales de las instalaciones, esta consultoría advierte sobre las necesidades de realizar el aumento de la capacidad del tanque séptico ya que en la actualidad se cuenta con una unidad de volumen de 2,59 m3, los cuales equivalen a un tiempo de retención efectivo de 6,14 horas, y la norma recomienda como valor minio de retención 12h.

Los valores recomendados a continuación son para el caudal de diseño real, aun cuando se recomienda ser realizada la proyección para 3 veces el caudal medio de diseño; se estima el valor sin el ajuste multiplicador ya que el valor calculado corresponde a caudales de población flotante y generalmente fluctuante, lo que generaría tiempos de retención muy altos en eventos de ocurrencia de personal mínimo, permitiéndose a que el agua tarde mucho en salir y se generen procesos de oxidación no esperados que pueden generar gases o malos olores.

VOLUMEN REAL	2.59 m3
Q DE DISEÑO	0.118 L/s
TIEMPO DE RETENCIÓN REAL	6.104 h
VOLUMEN DE RETENCIÓN PROYECTADA	5,10 m3

Valores de tanque recomendado

CAMARA 1	3.40 m3
CAMARA 2	1.70 m3
LARGO	2.40 m
ANCHO	0.76 m
PROFUNDIDAD	2.80 m

Lo anterior para una relación largo ancho de 3:1 según norma.