



CENTRO DE COMPETENCIAS
para la Gestión de Recursos Hídricos y Residuos



DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO PARA EL REPARTO LIBERTAD DE LA CIUDAD DE HOLGUÍN

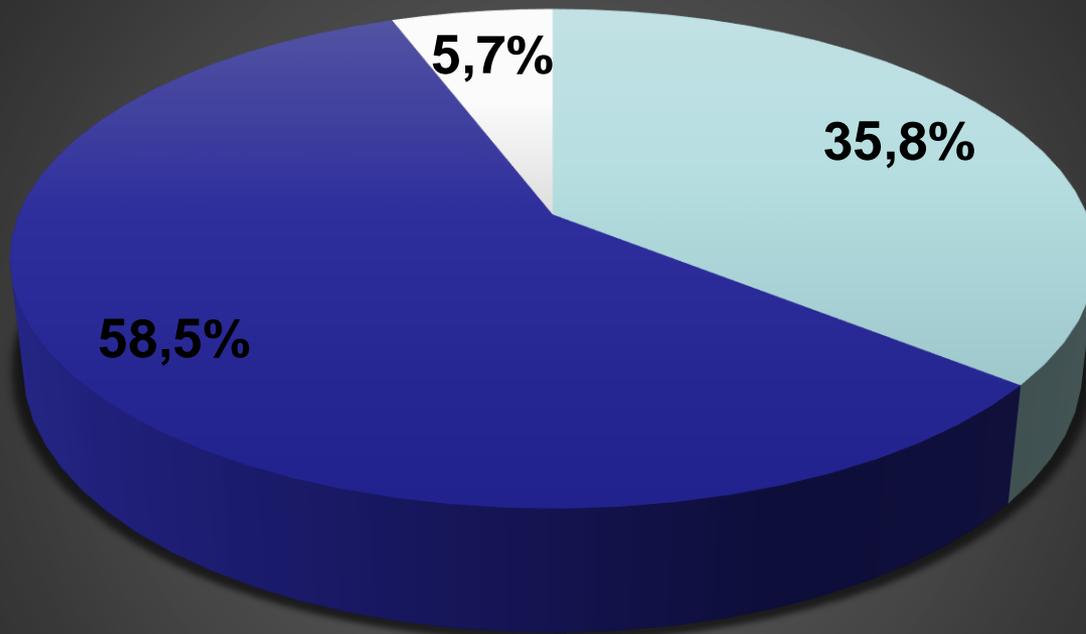
Autor: Ing. Aylín Vargas Leyva

Tutores: M.Sc. Raymundo Carlo Rodríguez Tejeda
Ing. Tania Suárez Rodríguez

HOLGUÍN, 2017



Cobertura de saneamiento en Cuba (2012)



Fuente: ONEI, 2013

- Servicio público de alcantarillado
- Fosas, tanques sépticos y letrinas
- Ningún tipo de saneamiento

544 zonas con alcantarillado

156 estaciones para el bombeo de residuales

10 plantas de tratamiento

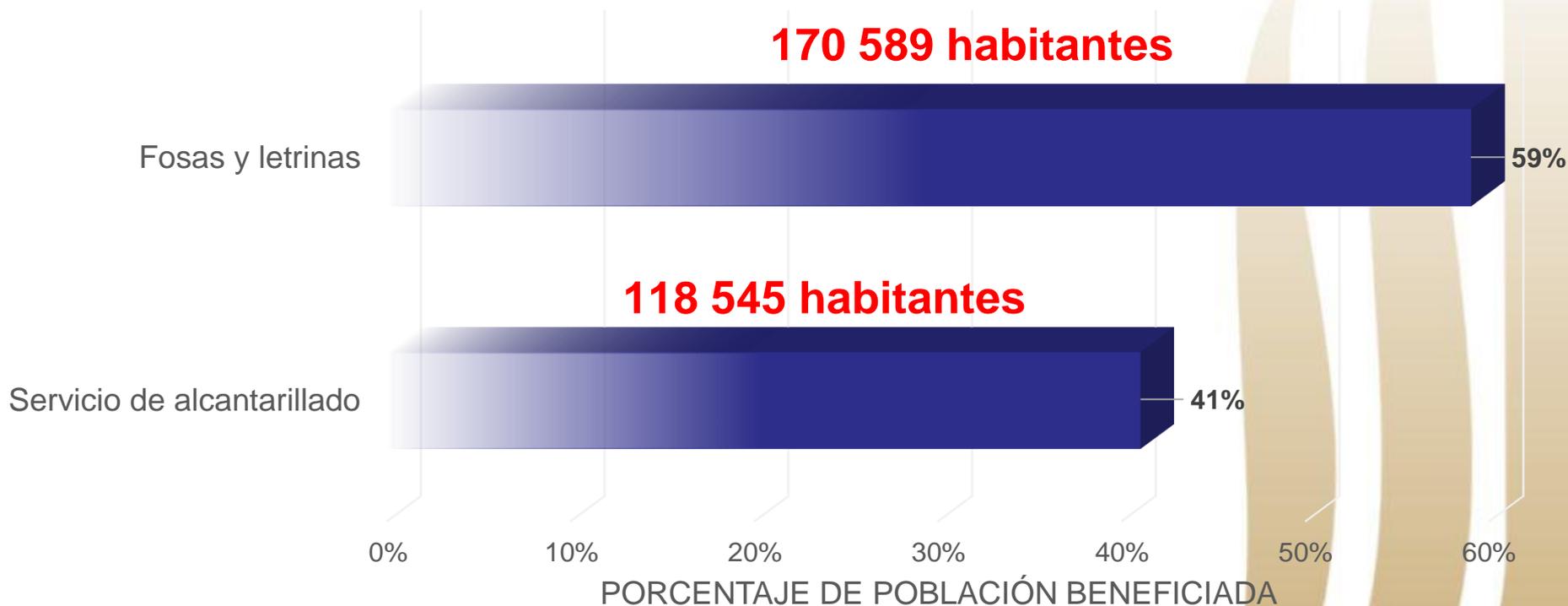
296 lagunas de estabilización

485 tanques sépticos

878 013 fosas

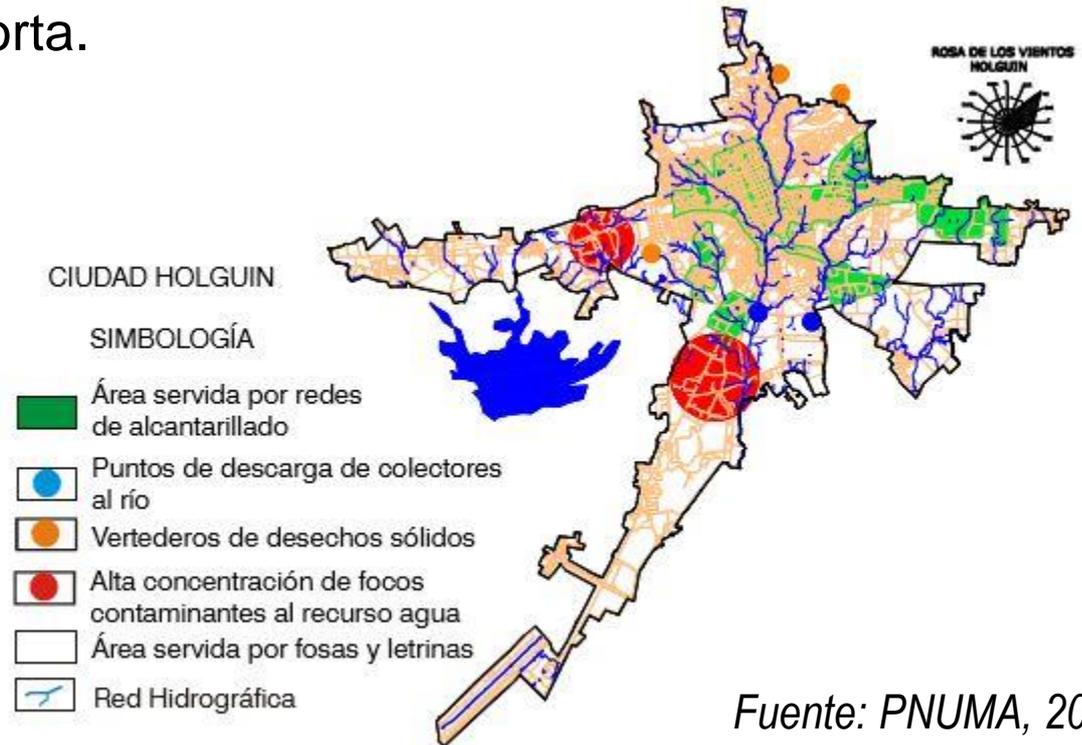
Fuente: Martínez, Figueredo, Cabrera, Tesoro, & Francisco, 2015

COBERTURA DE SANEAMIENTO EN LA CIUDAD DE HOLGUÍN



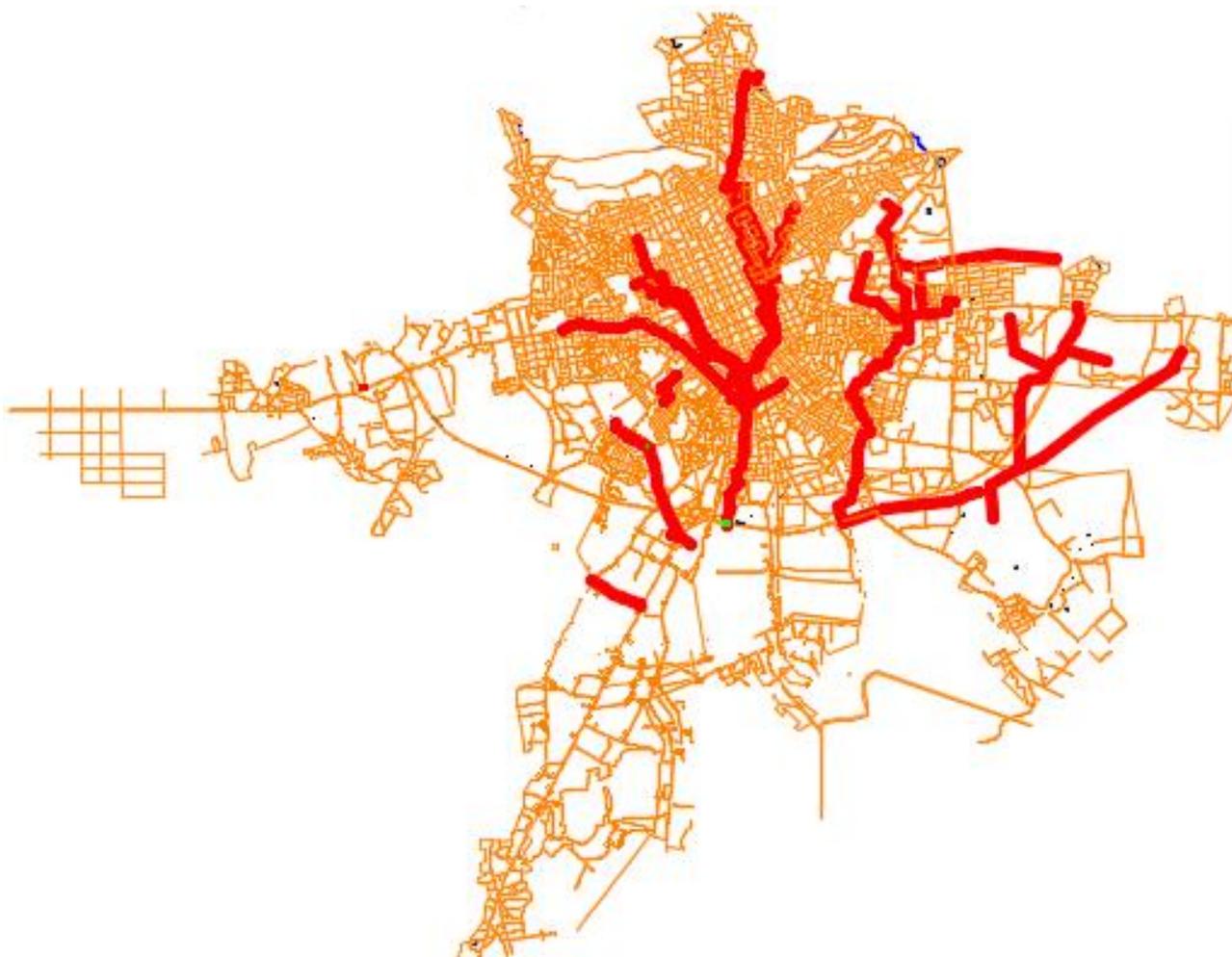
Fuente: Raudal, 2008

Consta de los colectores principales CP-1, CP-2, CP-3, CP-4, CP-4A, CP-5 y CP-5A sin sistema de tratamiento final (los últimos tributan al primero). Los residuales líquidos de origen hospitalario se depositan sin tratamiento previo. Los volúmenes generados se vierten directamente en puntos próximos a la Circunvalación en el río Holguín, el que tiene como destino final la cuenca del río Cauto (PNUMA, 2008), siendo nuestra ciudad la que mayor carga contaminante aporta.



Fuente: PNUMA, 2008

 Colectores existentes



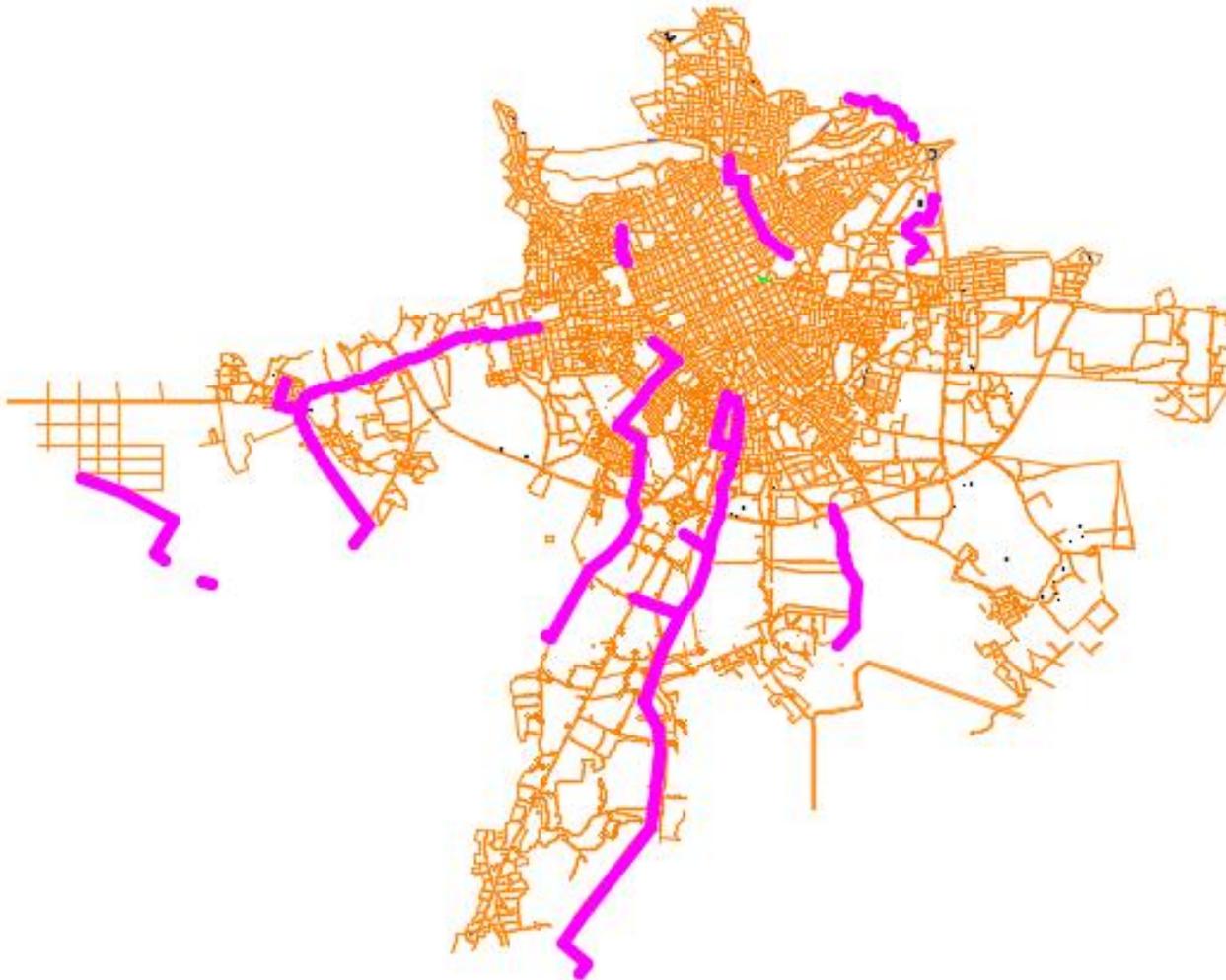
CP-5 y CP-5A están
construidos
completamente

Los demás están
ejecutados por debajo
del 50%

CP-4 no tiene ningún
tramo realizado

Tratamiento descentralizado

 Colectores propuestos





CIUDAD HOLGUÍN



Área: 0,28 km²
 : 5 620 hab
 Viviendas: 1 983

Vertimiento de forma constante de las aguas albañales generadas por la población circundante al río Jigüe



Provoca la contaminación de sus aguas, zonas de malos olores y focos de enfermedades

Contaminación
del río Jigüe en
el Reparto
Libertad



CONTRADICCIÓN FUNDAMENTAL

Creación de
parques
naturales en su
entorno



Problema de investigación

La no existencia de una red de alcantarillado adecuada

Objeto

Reparto Libertad

Campo de investigación

Redes de alcantarillado

Objetivo general

Elaborar una propuesta de diseño de una red de alcantarillado para el Reparto Libertad de la ciudad de Holguín que contribuya a la reducción de la contaminación de las aguas del río Jigüe.



Fuente: Comisión Nacional del Agua, 2009

Estructuras de captación

- Conexiones o descargas domiciliarias (entronques, acometidas)

Obras de conducción

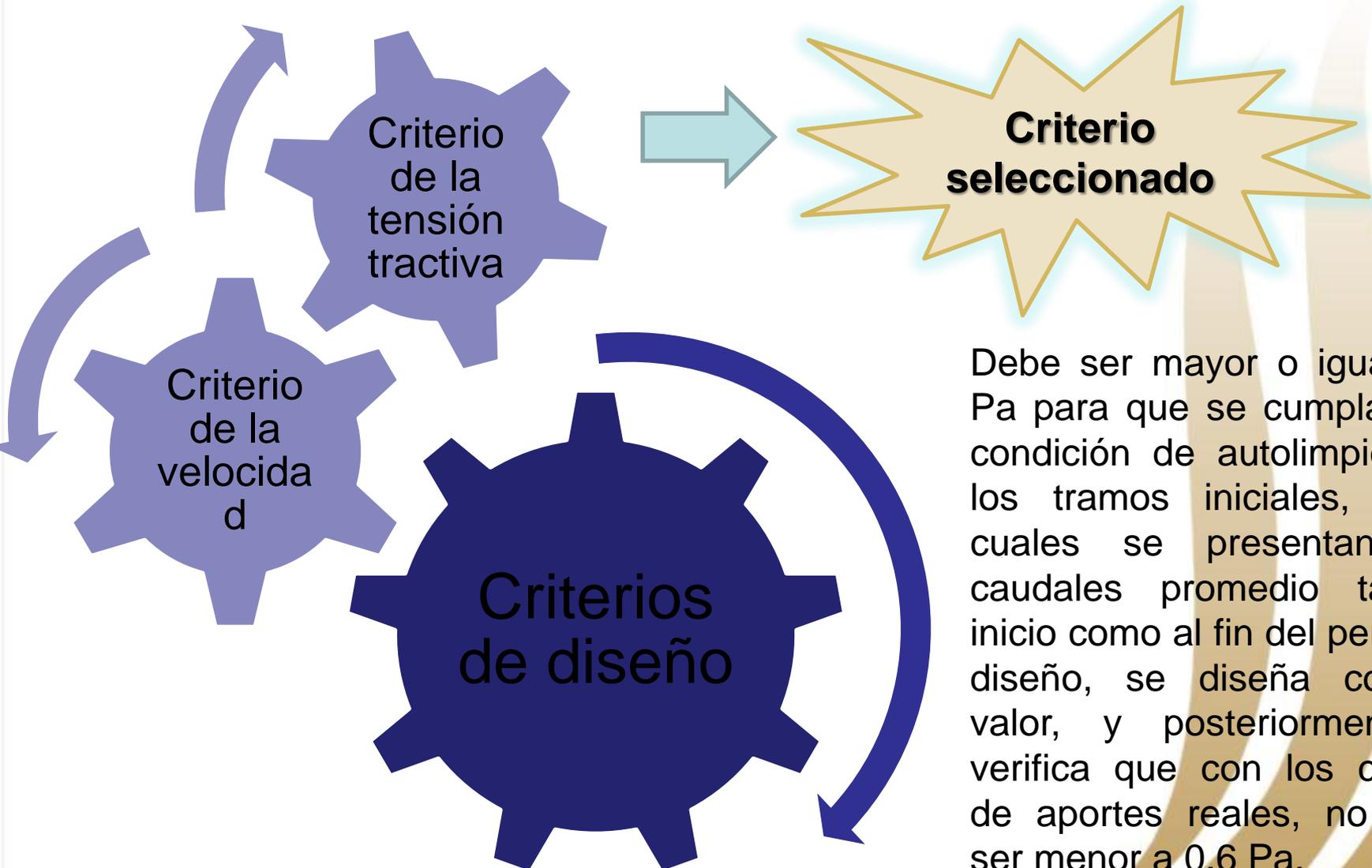
- Laterales, colectores secundarios, colectores principales, interceptores y emisarios

Estructuras de conexión y mantenimiento

- Pozos de visita

Obras complementarias

- Estaciones de bombeo y estructuras de cruce (sifones invertidos, cruces elevados y subterráneos, alcantarillas y puentes)



Debe ser mayor o igual a 1.0 Pa para que se cumpla con la condición de autolimpieza. En los tramos iniciales, en los cuales se presentan bajos caudales promedio tanto al inicio como al fin del período de diseño, se diseña con este valor, y posteriormente, se verifica que con los caudales de aportes reales, no deberá ser menor a 0.6 Pa.

Autores	Período de diseño (años)	Coeficiente de retorno	Velocidad (m/s)		Flujo mínimo (l/s)	Tirante de agua (m)		Coeficiente de rugosidad	Recubrimiento mínimo (m)	Profundidad máxima (m)
			mín.	máx.		mín.	máx.			
(Regulación de Proyección No. 1087, 1982)	30	0,8	0,6	3		0,3			1,2	
(RAS, 2000)		0,7 - 0,85	0,45	5	1,5		0,70D - 0,85D	0,010 - 0,015	1,2 (0,75)	5
(Franco, 2002)		0,7	0,3		1,5	0,15D - 0,2D		0,013	1	
(OPS/CEPIS, 2005)		0,80 - 0,85	0,3	5	1,5	0,2D	0,8D	0,013	1	5
(NCh1105, 2008)		0,7 - 1,0	0,6	3		0,3D	0,7D o 0,8D	0,013	1,6	
(EPM, 2009); (EPM, 2009a)		0,85	0,45	10	1,5		0,70D - 0,85D		1,2	
(Comisión Nacional del Agua, 2009)		0,75	0,3	5	1			0,009		3 - 4
(Colectivo de autores, 2013)	25	0,8	0,6	5		0,2D	0,8D	0,012		
(Porto, 2013)	30	0,8		6	1	0,2D	0,75D	0,012 - 0,013		5

Dotación (consumo de agua potable)

Tamaño de la población en miles de personas	Según el uso				
	Doméstico	Comercial y público	Industrias locales	Propio del sistema	Total
Menos de 2,0	130	20	3	2	155
2,0—10,0	145	55	7	3	210
10,0—25,0	165	62	8	5	240
25,0—50,0	175	77	8	5	265
50,0—100,0	185	90	9	6	290
100—250,0	195	95	20	10	320
250—500,0	205	105	25	10	345
Más — 500	210	110	30	10	360

Fuente: NC 973: 2013

- Colector de 200 mm por la margen derecha en la Avenida Capitán Urbino
- Drenaje pluvial con uso de alcantarillado
- Alcantarillado parcialmente construido por medios propios

Las instituciones responsables y vinculadas a la actividad de saneamiento en el territorio no tienen en su poder la documentación técnica del proyecto.

- 577 fosas y letrinas



Las redes existentes no se contemplaron en el nuevo diseño por las siguientes razones:

- No consideran las aguas residuales de la parte alta del reparto.
- No se cuenta con los datos técnicos del proyecto de la red principal, lo que no permite su modelación en el software. Las instituciones proyectista, inversionista y constructora no tienen el proyecto de esta.
- Las redes secundarias se construyeron por la comunidad con el material disponible en ese momento. La experiencia práctica ha demostrado que estas redes no cumplen con los parámetros técnicos.



Proyecto

- Nuevo
- Acueducto
- Alcantarillado Sanitario**
- Drenaje Pluvial
- Salir del programa

Archivos

- Abrir Ctrl+O
- Importar...**
 - AutoCAD DXF
 - Capas GIS
 - Epanet INP
 - Imagen de Mapa
- Mezclar archivos
- Guardar Ctrl+S
- Guardar Como

Trazado

- Insertar Nodo Ctrl+Ins
- Mover Nodo Ctrl+M
- Eliminar Nodos Suelos Ctrl+Del
- Inserta Tramo Shift+Ins
- Divide Tramo Ctrl+D
- Unir Tramos Ctrl+J
- Invertir dirección del tramo Ctrl+I
- Elimina Tramo Shift+Del

Diseño

- Datos Generales Ctrl+G**
- Tuberías Ctrl+P
- Áreas
- Sectores
- Gastos Ctrl+F
- Diseño F8
- Análisis Estacionario F9
- Estación de Bombeo

Consultas

Variable	Formula
Longitud	
Pendiente	0.00
h/D	
Gasto	
Velocidad	
Tens.Tractiz	
Area	
Población	
Cota Terreno	
Nivel Agua	
Invertida	
Recubrim.	
Excavación	
Caída	
Diámetro	
Material	
Sección	

Formulas: > = <

0.00

Marcar resultados

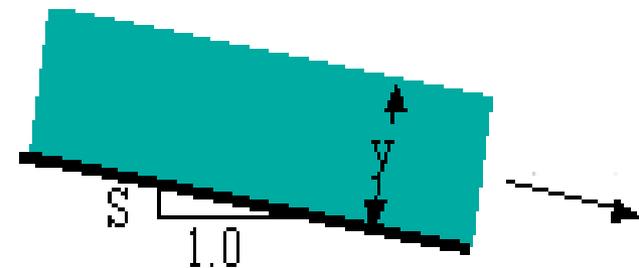
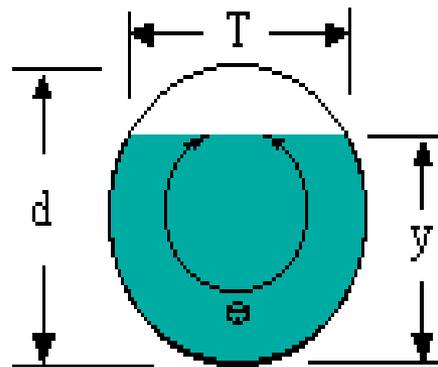
Marcar camino crítico

Desmarcar Todo

Resultados

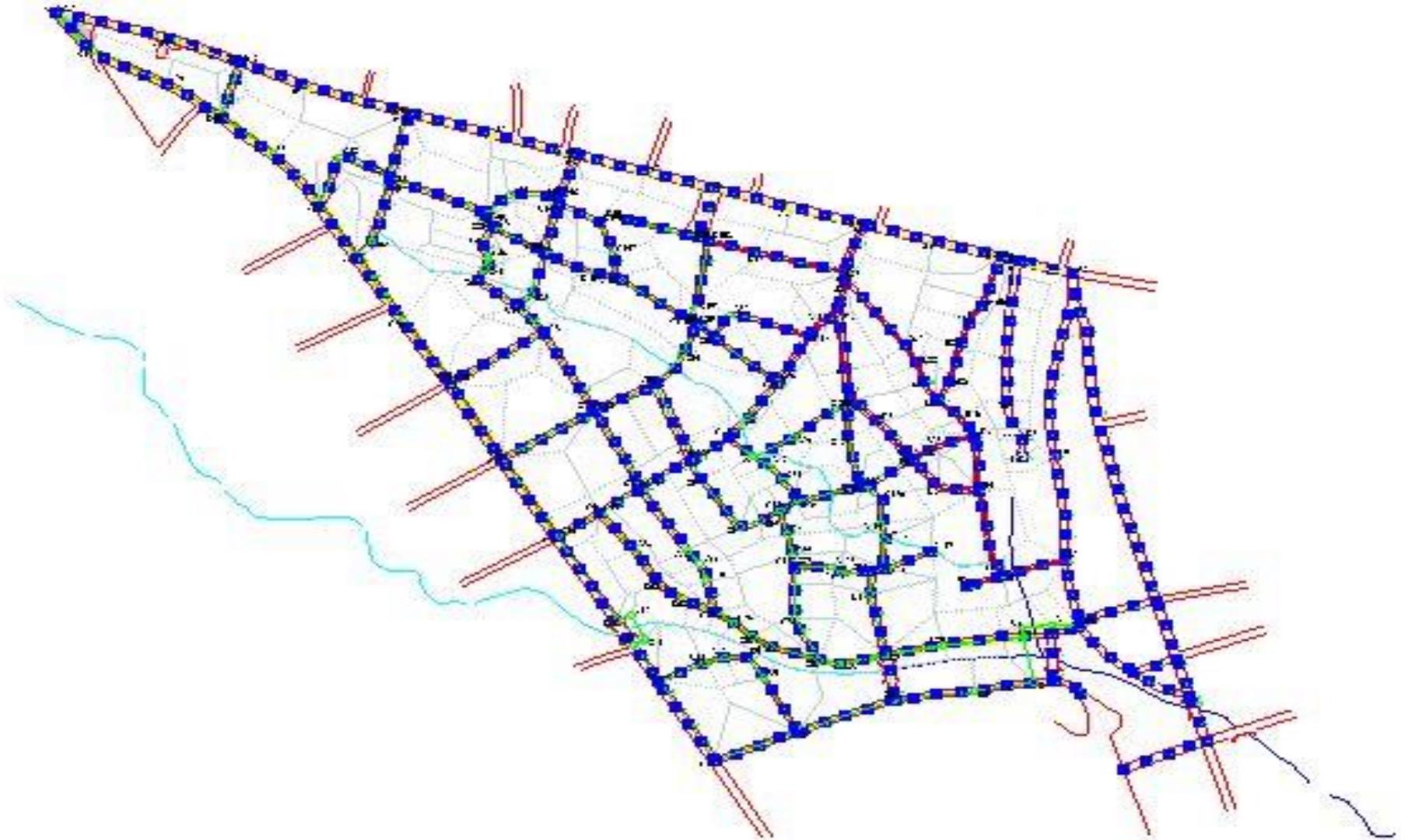
- Tablas de Resultados
- AutoCAD
- GIS
- EpaNet
- Clasificar nodos
- Reporte rápido Ctrl+R

FORMULA DE MANNING



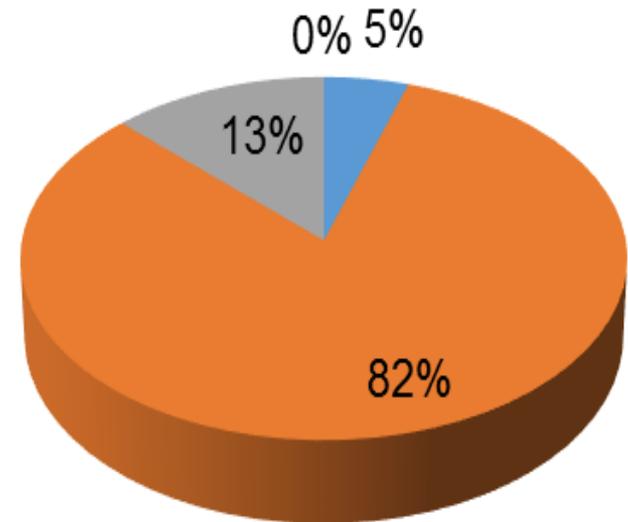
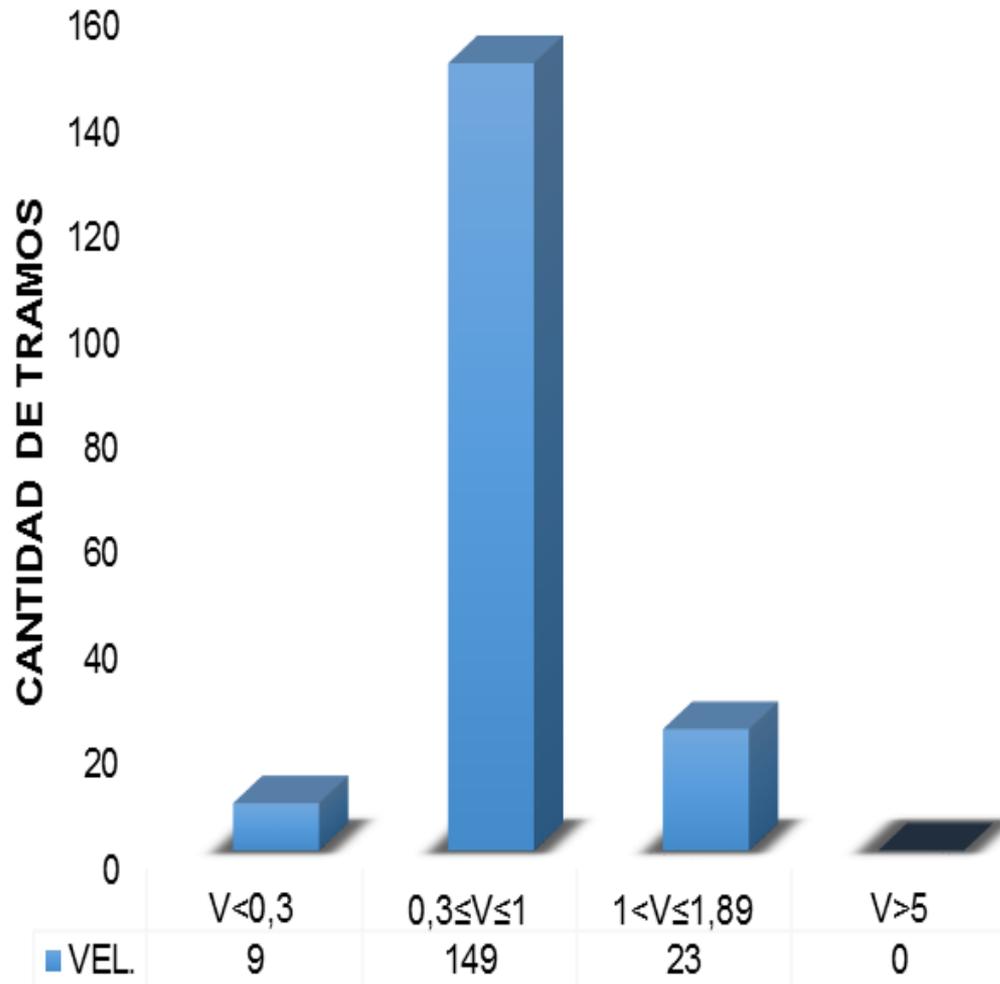
$$Q = VA \quad V = \frac{k}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad R = \frac{A}{P} \quad A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin(\theta))$$

$$P = \frac{\theta d}{2} \quad y = \frac{d}{2} \left[1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \right] \quad T = 2\sqrt{y(d-y)} \quad F = V \sqrt{\frac{T}{gA \cos(\tan^{-1} S)}}$$

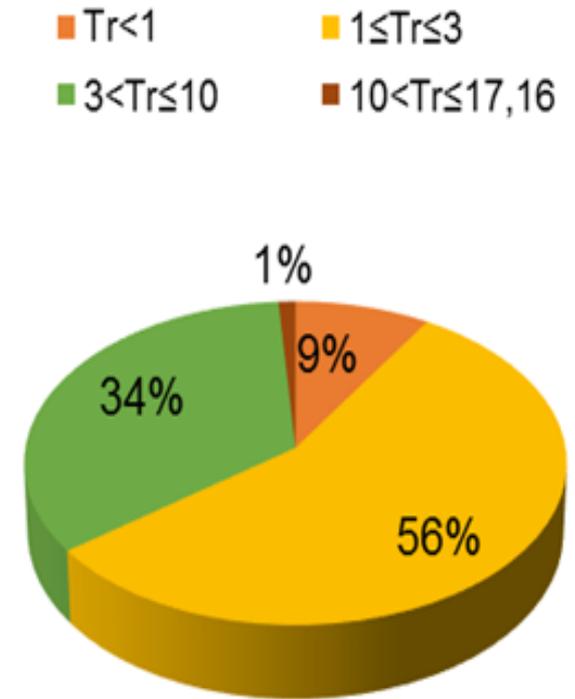
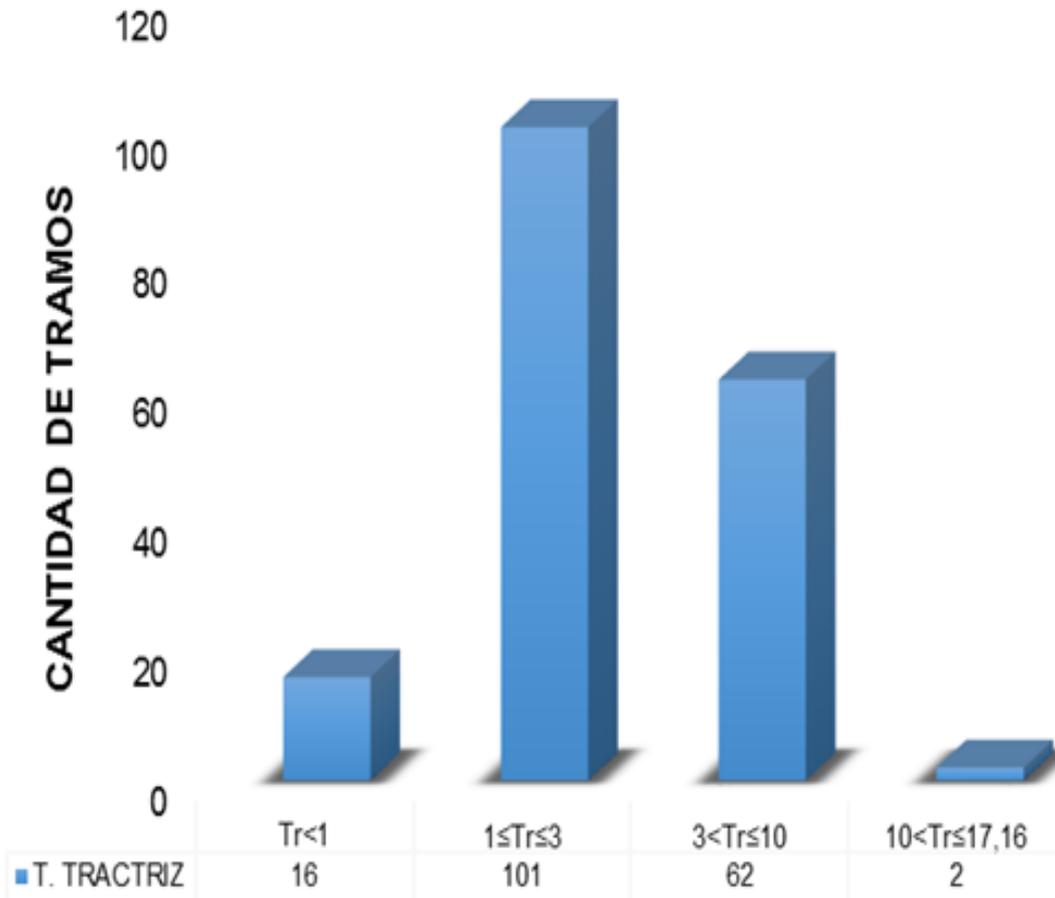


Indicadores	U/M	Variantes	
		alemana	cubana
Cantidad de subsistemas	u	3	4
Cantidad de tramos	u	122	181
Longitud total	m	4 783,7	7 488,92
Longitud de tramos de Ø200 mm	m	4 549,97	7 211,06
Longitud de tramos de Ø250 mm	m	57,05	44,13
Longitud de tramos de Ø315 mm	m	176,67	233,73
Colchón de arena	m ³	334,86	524,22
Relleno compactado	m ³	4 339,72	7 156,77
Relleno manual	m ³	1 531	2 394,56
Excavación	m ³	6 365,09	10 322,48

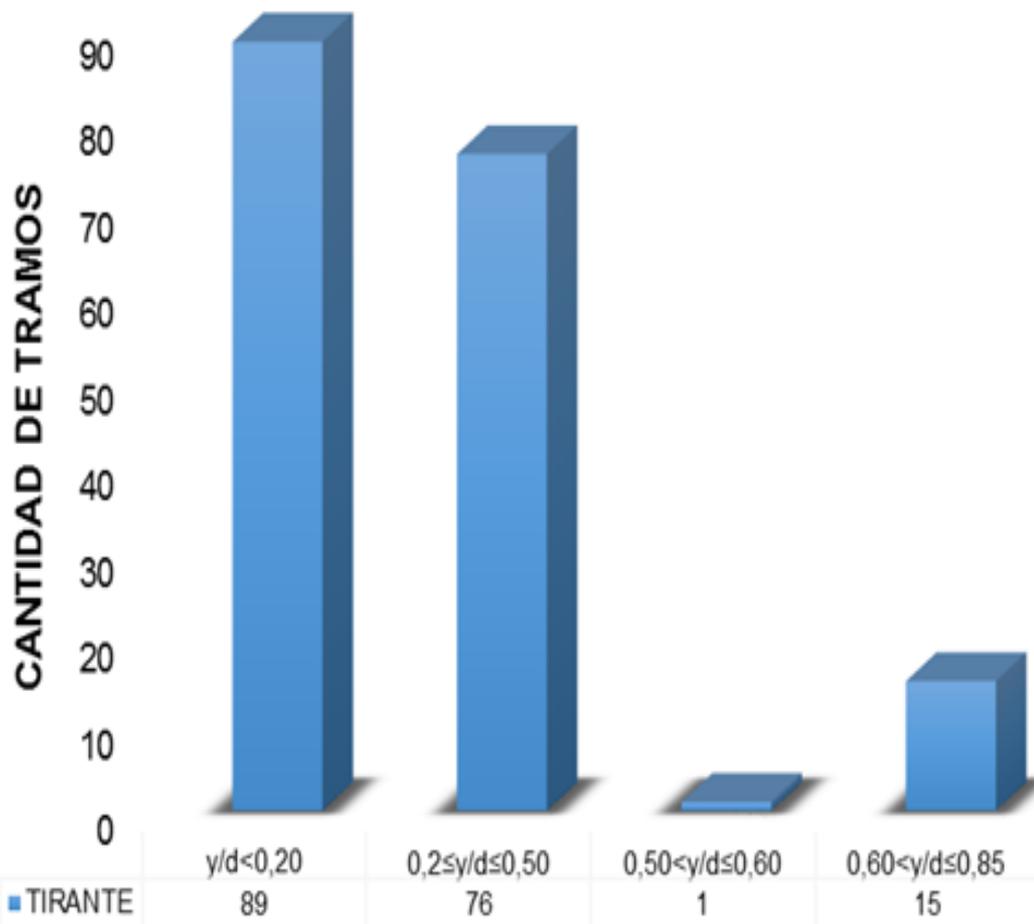
VELOCIDAD (m/s)



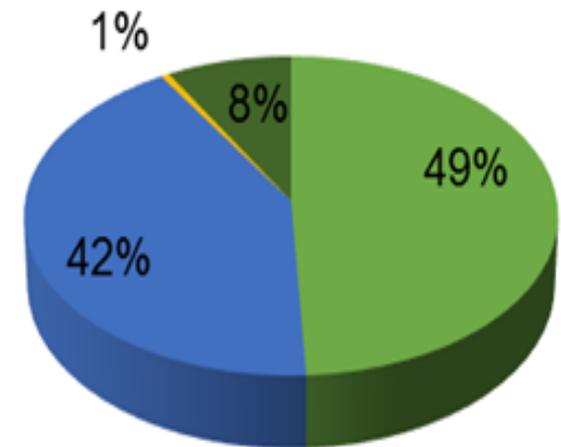
TENSIÓN TRACTIVA (Pa)



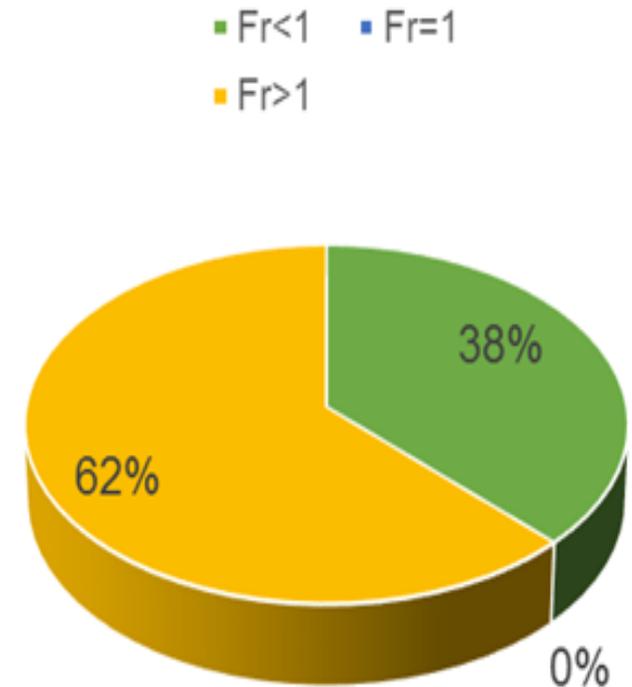
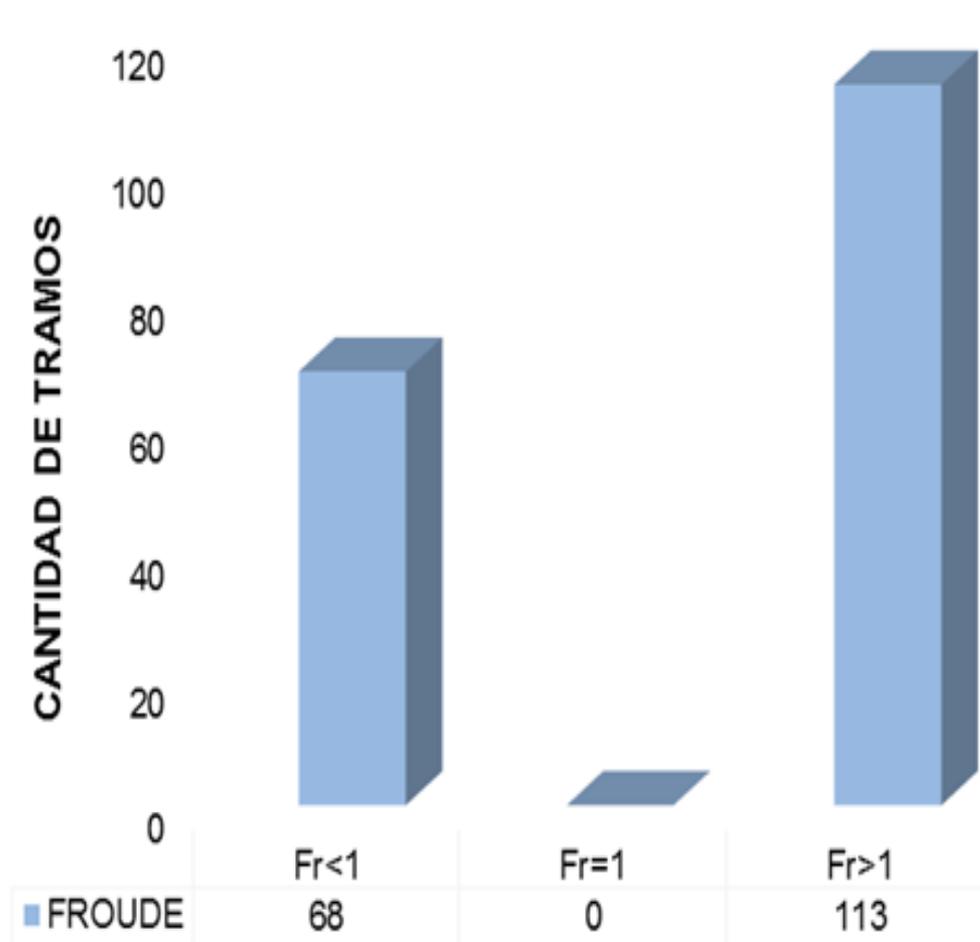
TIRANTE HIDRÁULICO (m)



■ $y/d < 0,20$ ■ $0,2 \leq y/d \leq 0,50$
■ $0,50 < y/d \leq 0,60$ ■ $0,60 < y/d \leq 0,85$



NÚMERO DE FROUDE



El salto hidráulico es la solución del conflicto que surge en un tramo de canal cuando el flujo aguas arriba es supercrítico y aguas abajo es subcrítico. El conflicto solo se soluciona si en alguna parte del canal el flujo pasa de un régimen a otro.



$y_{2\text{máx}} \leq 0.82d$ Condición de no ahogo (Valle Cuellar, 1994)

Fuente: León, 2000

$y_c = \sqrt[1.93]{NF_1} * y_1$ Straub (1978)

$y_2 = \frac{y_c^2}{y_1}$ si $NF_1 < 1.7$

$y_2 = \frac{y_c^{1.8}}{y_1^{0.73}}$ si $NF_1 \geq 1.7$

donde:

NF_1 : número de Froude del canal de entrada

y_1 : tirante del canal de entrada

y_2 : conjugada del salto hidráulico

Los resultados revelaron que ningún tramo de tubería se ahoga, por lo que el salto hidráulico no se convierte en un problema.

1. La implementación de métodos de la investigación científica permitió caracterizar teórica y metodológicamente los rasgos que han caracterizado la evolución de las redes de alcantarillado en el mundo y en Cuba, así como las categorías que resultaron imprescindibles para el proceso y determinación de los procedimientos metodológicos para el diseño de redes de alcantarillado.
2. El diagnóstico del estado actual de las redes de alcantarillado del reparto Libertad permitió valorar si se contemplaban en la modelación de la nueva propuesta.
3. La propuesta de diseño del alcantarillado del reparto Libertad de la ciudad de Holguín, con un costo de inversión de \$3.820.665,40 permitirá una vez implementado, la disminución de la contaminación del río Jigüe y la construcción de un parque temático.

1. El Departamento de Construcciones de la Universidad de Holguín deberá continuar las investigaciones realizadas incorporando el levantamiento topográfico de detalle de la zona, las otras redes existentes, el diseño estructural de los registros, así como la incorporación de sifones invertidos que permitan obtener un diseño más completo de la red de alcantarillado propuesta.
2. La Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos deberá evaluar los parámetros técnicos del punto de vertido de aguas residuales existente en la calle 11 del reparto Libertad de la ciudad de Holguín, para su permanencia o la construcción de un sistema de tratamiento primario.
3. Socializar los resultados de la investigación a través de cursos, talleres y conversatorios, así como publicaciones en eventos científicos.



CENTRO DE COMPETENCIAS
para la Gestión de Recursos Hídricos y Residuos



DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO PARA EL REPARTO LIBERTAD DE LA CIUDAD DE HOLGUÍN

Autor: Ing. Aylín Vargas Leyva

Tutores: M.Sc. Raymundo Carlo Rodríguez Tejeda
Ing. Tania Suárez Rodríguez

HOLGUÍN, 2017