

Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras

Mención de Honor



Diódoro Sánchez
2014

ECOE
EDICIONES

Rafael Pérez Carmona

Rafael Pérez Carmona

Ingeniero civil de la Universidad La Gran Colombia. Catedrático en la Pontificia Universidad Javeriana, La Gran Colombia y Piloto de Colombia; laboró en la Universidad Católica de Colombia por cuarenta años; de los cuales estuvo como decano de la Facultad de Ingeniería Civil 18 años. Por más de 22 años prestó sus servicios en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá; fue asesor de la Agencia de Asistencia Técnica de Alemania GTZ y de la Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS.

Premios: Nacional de Ingeniería Diódoro Sánchez (1986 – 1989); Mención de Honor 2014. Sociedad Colombiana de Ingenieros por las obras El Agua, Desagües y alcantarillados, La Rana de Oro, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 1986. Mención AIDIS-ABES de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Río de Janeiro, Brasil, 1988. Orden al Mérito “Julio Garavito” en grado Gran Oficial otorgada por el Gobierno Nacional en ceremonia de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, 1997.

Autor de: *Auxiliar para diseño y construcción de alcantarillados* (Bogotá, 1978). *Diseño de redes hidráulicas y sanitarias para edificios* (Bogotá, 1982). *El agua* (Bogotá, 1985, 1987). *Desagües* (Bogotá, 1987). *Instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas en edificaciones* (Bogotá, 1992 y 1997). *Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas en edificaciones* (Bogotá, 2001, 2002). *Agua, desagües y gas para edificaciones* (Bogotá, 2005). *Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones* (Bogotá, 2010). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras* (Bogotá, 2014).

**Diseño y construcción de
alcantarillados sanitario, pluvial
y drenaje en carreteras**

RAFAEL PÉREZ CARMONA

Contenido

Prólogo	XIX
Introducción.....	XXI
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.....	3
Sistemas de alcantarillados	3
1. Alcantarillado sanitario	3
Clasificación de los conductos.....	5
2. Alcantarillado pluvial.....	6
Unidades	7
Precipitaciones pluviales o intensidad.....	7
Frecuencia de las precipitaciones	7
3. Alcantarillado combinado	7
Definiciones.....	9
Convenciones	20
CAPÍTULO 2. NORMAS GENERALES	25
Hidráulica de los conductos	26
Expresión de Manning.....	26
Expresión de caudal.....	26
Número de Froude.....	28
Clasificación del movimiento según la variación de la profundidad.....	28
Clasificación del movimiento según el número de Froude	29
Coeficiente de rugosidad de Manning.....	29
Efecto de las proyecciones de las paredes internas en el flujo	30
Investigaciones recientes sobre el valor numérico de “n”.....	31
Selección del valor numérico de “n”	32
Conclusiones.....	32
Sección de un canal con rugosidad compuesta.....	34
Velocidades mínimas a tubo lleno	35
Velocidades máximas	36
Relaciones hidráulicas de los conductos.....	37
Cambios de dirección en conductos cerrados.....	40
Clasificación	41
Cambios de dirección en canales	41
Transiciones.....	41
Unión de colectores	42
Pérdidas en régimen subcrítico.....	42
Régimen supercrítico.....	46
Condiciones de flujo crítico.....	55
Unión de canales abiertos.....	56
Caídas o cambios de pendientes.....	56
Pozos de inspección.....	56
Cámara de caída	57
Perfiles	58

CAPÍTULO 3. ALCANTARILLADO SANITARIO	60
Primer método.....	60
Caudal medio de aguas negras	60
Aguas domésticas	60
Densidad	61
Aguas industriales	61
Aguas comerciales.....	61
Aguas institucionales.....	61
Caudal medio de aguas negras	62
Caudal máximo horario.....	62
Infiltración – Q_i	63
Conexiones erradas - Q_e	63
Caudal Máximo Total - QMT.....	63
Caudal de diseño - Q_d	63
Normas de diseño	64
Áreas de drenaje.....	65
Perfiles	65
Procedimiento para los proyectos	66
Estimación de caudales.....	66
CAPÍTULO 4. ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS	163
Criterios.....	163
Caudales de diseño.....	163
Frecuencia.....	163
Precipitación y escorrentía	163
Tiempo de concentración.....	164
Profundidad de los conductos.....	165
Canales abiertos.....	165
Sumideros	165
Capacidad de los sumideros	166
Sumideros transversales	166
Sumideros laterales.....	168
Diseño de conexiones	169
Caso Bogotá.....	171
Sumideros en batea.....	172
Metodología para estimación de caudales.....	173
Escorrentía.....	174
Intensidad	174
Ecuación de intensidad - duración - frecuencia.....	174
Área de drenaje	179
Recomendaciones de diseño.....	179
Dimensionamiento de la sección	190
Drenaje superficial.....	190
Ejemplos cálculo pluvial	190
Ejemplo N° 1. Sistema pluvial Urbanización Villa Galdys	195
Ejemplo N° 2. Alcantarillado pluvial Urbanización Villa Lalá	204

Control de nivel freático	209
Cálculo entre drenes	210
Sifones	212
Vertedero lateral.....	217
Equivalencias hidráulicas	218
Profundidad a la entrada para tubos circulares de concreto con control a la entrada	228
Profundidad a la entrada para tubos circulares de metal corrugado con control a la entrada	234
Cambio de una sección circular a rectangular y viceversa	241
Accesorios para cámaras de caída	254
Fundición de colectores en sitio	263
CAPÍTULO 5. ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES Y LLUVIAS.....	266
Introducción	266
Capacidad de la estación	266
Aguas residuales sanitarias	266
Período de diseño	267
Proyección de crecimiento de población	267
Desarrollo del área.....	267
Agua disponible.....	268
Cantidad de aguas residuales.....	268
Caudales combinados	268
Diseño hidráulico de los cárcamos	269
Dimensiones para sumideros y canal de aproximación	271
Configuración y diseño	274
Ubicación.....	274
Tipos de estación.....	275
Diseño mecánico	276
Rejillas	276
Instalación.....	277
Manejo de los sólidos	277
Rejillas de limpieza manual.....	277
Canasta de rejillas.....	279
Rejillas de limpieza mecánica	280
Pérdidas de carga en rejillas	281
Controles.....	282
Operación de emergencia	284
Equipo de bombeo	284
Bombas centrífugas	285
Cavitación	286
Potencia	288
Selección de la bomba	290
Bombas de capacidad variable	290
Ventilación.....	292
Criterios generales de diseño	293

Altura dinámica total	294
Parámetros hidráulicos.....	295
Recomendaciones para la instalación	298
En la succión.....	298
Ejemplo. Estación de bombeo	309
Pérdidas de admisión y salida	311
CAPÍTULO 6. BOMBAS DE TORNILLO	317
Definiciones	317
Construcción.....	318
Instalación.....	318
Altura manométrica y estática	326
Descripción y operación	329
Operación	330
Cámara de separación.....	330
Caso de cerrar una compuerta	331
Canales desarenadores	332
Rejas metálicas	333
Pozos de distribución.....	333
Pozos húmedos	333
Pozo de electrodos.....	334
Graduación de los electrodos.....	334
Conmutación de las bombas	336
Puente grúa	338
Bombas de tornillo	339
Sala de motores.....	340
Canaletas Parshall.....	340
Compuerta de salida	340
Mantenimiento	341
Bombas de tornillo	341
Mantenimiento.....	341
Caja de engranajes.....	343
Control de olores.....	343
Suministro de agua	344
Lubricación de la bomba	344
Grúas.....	344
CAPÍTULO 7. SISTEMA DE DRENAJES PARA CARRETERAS	349
Consideraciones generales	349
Consideraciones sobre ubicación.....	349
Drenaje superficial.....	349
Obras de arte.....	351
Drenaje subterráneo.....	352
Deterioro de los pavimentos por humedad	355
Externo e interno	355
Condiciones geométricas y textura superficial del pavimento	356

Definición de la trayectoria del flujo del plano de diseño	357
Geometría del carril	361
Cunetas	361
Obras para el control de erosión en taludes	362
Caudal de diseño.....	362
En áreas urbanas	363
En áreas rurales.....	364
Área aferente de las cunetas	364
Diseño de cunetas	366
Descole de cunetas	391
Pocetas.....	391
Cálculo caudal de diseño	392
Diseño de cuneta.....	392
Criterios para drenaje de la calzada.....	392
Alcantarillas.....	394
Drenaje superficial.....	400
Caudal por nivel freático Q _{nf}	417
Drenes subtransversales.....	424
CAPÍTULO 8. ASENTAMIENTOS DE BAJOS INGRESOS.....	441
Introducción	441
Normas, enfoque técnico y tecnologías	441
Nuevas normas	441
Nuevos métodos y tecnologías	442
Estrategias para abastecimiento de agua y evacuación de desechos	442
Economía en los desagües	444
Saneamiento de bajo costo	446
Letrinas de lavado a chorro con sello hidráulico.....	448
Sistema de alcantarillado por medio de pequeños diámetros	448
Sistema simplificado	449
Alcantarillados domiciliarios.....	449
Evacuación de desechos	452
Inodoros de conversión de compuesto	452
Alcantarillado de traspatio.....	455
CAPÍTULO 9. SISTEMAS SÉPTICOS	461
Trampas para grasa	461
Pozo séptico.....	461
Cajas distribuidoras	464
Campos de oxidación	464
Pozo de absorción.....	464
Aplicabilidad.....	464
Subsuelo	464
Localización	465
Generalidades.....	466

Tiempo de retención	466
Volumen	466
Limpieza	469
Localización	469
Materiales	469
Criterios de construcción	470
Mantenimiento.....	470
Guía de diseño.....	472
Análisis cualitativo	472
Análisis cualitativos.....	473
Previsiones.....	477
Materiales	478
Construcción.....	478
Operación y mantenimiento	478
Lechos filtrantes de arena	479
Guía de diseño	479
Ancho del lecho filtrante	479
Calidad del efluente	481
Aislamiento respecto al nivel freático	481
Filtros anaeróbicos	482
Diseño.....	483
Calidad del efluente	483
Conformación del lecho filtrante	483
Operación y mantenimiento.....	484
CAPÍTULO 10. ANEXOS.....	485
Procedimientos matemáticos	487
Cambio de dirección en conductos cerrados	487
Transiciones.....	488
Unión de colectores	489
Uso de las tablas de equivalencias hidráulicas	493
Drenaje de la corona	496
Cunetas	498
Manejo de las tablas	500
Alcantarillas.....	501
Drenaje subsuperficial	502
Uso de las tablas para el cálculo de caudal de infiltración y caudal por nivel freático	503
Canales abiertos	505
Forma geométrica.....	505
Sumideros	536
Cálculo de sumideros.....	536
Sumideros en Pendiente	537
Parámetros de diseño	537
Cálculo de Caudal de los Sumideros	537
Cálculo Sumideros en Batea.....	539

Diligenciamiento cuadro de cálculo. Diseño de sumideros	539
Sumidero en Pendiente	539
Diseño sumidero en batea.....	543
1. Construcción de alcantarillados	554
2. Obras de drenaje	559
3. Construcción ruta Rapibus Gatínó, Ottawa	564
4. Construcción de vías sin estructuras adecuadas para el manejo de agua o sin ellas.....	568
5. Destrucción de las vías por ausencia de estructuras para el manejo del agua o mantenimiento inadecuado en otros casos.....	573
6. Obras de rehabilitación y estructuras con deficiente mantenimiento	577
7. Lozas de Transmilenio en Bogotá D.C.	579

Listado de tablas

Capítulo 2

Tabla 2.1 Valores de D en la Vecindad del Régimen Crítico $F=Vr/(gD)^{0.5} = 0.319 Vr/D^{0.5}$	27
Tabla 2.2 Valores del coeficiente de "n" usados en nuestro medio para colectores	34
Tabla 2.3 Velocidades mínimas a tubo lleno en m/s.....	36
Tabla 2.4 Velocidades máximas en m/s.....	36
Tabla 2.5 Relaciones hidráulicas	39
Tabla 2.6 Elementos geométricos de las secciones de los canales.....	44
Tabla 2.7 Pérdidas por cambio de dirección en los colectores.....	45
Tabla 2.8 Cálculo de HW en m. Entrada del colector de salida no sumergida	49
Tabla 2.9 Cálculo de HW en m. Entrada del colector de salida sumergida	51

Capítulo 3

Tabla 3.1 Relación de caudal medio a caudal máximo.....	62
Tabla 3.2 Coeficiente unitario para densidad hasta 400 h/ha	67
Tabla 3.3 Coeficiente unitario para densidad entre 401 y 750 h/ha	68
Tabla 3.4 Coeficiente unitario para densidad entre 751 y 3000 h/ha	69
Tabla 3.5 Cálculo del sistema sanitario	75
Tabla 3.6 Sistema de Aguas Residuales (Cuadro N° 2 simplificado)	78
Tabla 3.7 Coeficiente de Harmon $F = 1 + 14/4 + p 0.5$ por miles de personas.....	72
Tabla 3.8 Sistema de Aguas Residuales (Cuadro N° 3 régimen supercrítico)	84
Tabla 3.9 Sistema de Aguas Residuales (Cuadro N° 4 régimen subcrítico)	90
Tabla 3.10 Sistema de Aguas Residuales (Cuadro N° 5 régimen super - subcrítico).....	91
Tabla 3.11 Ecuación de Manning (8"-16") $n = 0.009$	92
Tabla 3.12 Ecuación de Manning (18"-30") $n = 0.009$	94
Tabla 3.13 Ecuación de Manning (8"-16") $n = 0.010$	96
Tabla 3.14 Ecuación de Manning (18"-30") $n = 0.010$	98
Tabla 3.15 Ecuación de Manning (8"-16") $n = 0.012$	100
Tabla 3.16 Ecuación de Manning (18"-30") $n = 0.012$	102
Tabla 3.17 Ecuación de Manning (8"-16") $n = 0.013$	104
Tabla 3.18 Ecuación de Manning (18"-30") $n = 0.013$	106
Tabla 3.19 Ecuación de Manning (8"-16") $n = 0.014$	108
Tabla 3.20 Ecuación de Manning (18"-30") $n = 0.014$	110
Tabla 3.21 Ecuación de Manning (8"-16") $n = 0.016$	112
Tabla 3.22 Ecuación de Manning (18"-30") $n = 0.016$	114
Tabla 3.23 Ecuación de Manning (1.1 m -4 m) $n = 0.010$	116
Tabla 3.24 Ecuación de Manning (1.1 m -4 m) $n = 0.011$	122

Tabla 3.25 Ecuación de Manning (1.1 m -4 m) $n = 0.012$	128
Tabla 3.26 Ecuación de Manning (1.1 m -4 m) $n = 0.013$	116
Tabla 3.27 Ecuación de Manning (1.1 m -4 m) $n = 0.014$	140
Tabla 3.28 Ecuación de Manning (1.1 m -4 m) $n = 0.015$	146
Tabla 3.29 Ecuación de Manning (1.1 m -4 m) $n = 0.016$	152
Tabla 3.30 Desarrollo de la expresión de Manning (Coeficiente n).....	158

Capítulo 4

Tabla 4.1 Cálculo de tuberías para conexión de sumideros.....	170
Tabla 4.2 Ecuación de Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF).....	175
Tabla 4.3 Intensidades interpoladas - tiempo de retorno 3 años.....	176
Tabla 4.4 Intensidades interpoladas - tiempo de retorno 5 años.....	176
Tabla 4.5 Intensidades interpoladas - tiempo de retorno 10 años.....	177
Tabla 4.6 Intensidades interpoladas - tiempo de retorno 25 años.....	177
Tabla 4.7 Intensidades interpoladas - tiempo de retorno 50 años.....	178
Tabla 4.8 Intensidades interpoladas - tiempo de retorno 100 años.....	178
Tabla 4.9 Fuerzas tractivas en Kg/m ²	180
Tabla 4.10 Sistema pluvial. Cuadro N° 1 Simplificado.....	192
Tabla 4.11 Sistema pluvial. Cuadro N° 2 Régimen supercrítico.....	194
Tabla 4.12 Sistema pluvial. Cuadro N° 3 Régimen subcrítico.....	203
Tabla 4.13 Sistema pluvial. Cuadro N° 4 General.....	208
Tabla 4.14 Longitud y factor "d" para drenes en m.....	211
Tabla 4.15 Cálculo de pérdidas en m (Hf).....	217
Tabla 4.16 Control de la profundidad en HW , B y D en m. a la entrada para cajones con control de entrada. Q en m ³ /s.	221
Tabla 4.17 Profundidad a la entrada Hw para tubos circulares de concreto con control a la entrada en cm.	229
Tabla 4.18 Profundidad a la entrada Hw para tubos circulares de metal corrugado con control a la entrada en cm.	235
Tabla 4.19 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.3) (n = 0.013).....	244
Tabla 4.20 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.4) (n = 0.013).....	245
Tabla 4.21 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.5) (n = 0.013).....	246
Tabla 4.22 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.3) (n = 0.014).....	247
Tabla 4.23 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.4) (n = 0.014).....	248
Tabla 4.24 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.5) (n = 0.014).....	249
Tabla 4.25 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.3) (n = 0.016).....	250
Tabla 4.26 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.4) (n = 0.016).....	251
Tabla 4.27 Expresión de Talbot. Equivalencia de secciones (s = 0.5) (n = 0.016).....	252
Tabla 4.28 Diseño diámetro de las alcantarillas.....	253

Capítulo 5

Tabla 5.1 Sumergencia requerida sobre una tubería o entrada de campana.....	270
Tabla 5.2 Recomendaciones para canal de aproximación.....	272
Tabla 5.3 Características de las rejillas de barras.....	280
Tabla 5.4 Pérdidas de carga h en rejillas para $\beta = 2.42$	282
Tabla 5.5 Características de las bombas tipo centrífugas.....	287
Tabla 5.6 Pérdidas equivalentes de algunos accesorios.....	294
Tabla 5.7 Pérdida en accesorios según el diámetro.....	298
Tabla 5.8 Pérdida en accesorios, método de las longitudes equivalentes.....	299
Tabla 5.9 Presión atmosférica de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar.....	313

Capítulo 6

Tabla 6.1 Caudal de las bombas de tornillo y altura de acuerdo al ángulo de inclinación.....	320
Tabla 6.2 Variación del caudal y rendimiento respecto al nivel del agua a la entrada del tornillo.....	322
Tabla 6.3 Relaciones de capacidad - diámetro - ángulo de operación y velocidad.....	324
Tabla 6.4 Valores de potencias típicas en Kw con relación a la capacidad y altura.....	328
Tabla 6.5 Especificaciones.....	329

Capítulo 7

Tabla 7.1 Trayectoria de flujo L_R . (W 3.6, 3.8 y 4.0) 359

Tabla 7.2 Trayectoria de flujo L_R . (W 7.2, 10.8 y 12.0) 360

Tabla 7.3 Diseño de cunetas laterales (Relación 1:4) (n = 0.014) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 367

Tabla 7.4 Diseño de cunetas laterales (Relación 1:4) (n = 0.016) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 369

Tabla 7.5 Diseño de cunetas laterales (Relación 1:4) (n = 0.018) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 371

Tabla 7.6 Diseño de cunetas laterales (Relación 1:4,8) (n = 0.014) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 373

Tabla 7.7 Diseño de cunetas laterales (Relación 1:4,8) (n = 0.016) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 375

Tabla 7.8 Diseño de cunetas laterales (Relación 1:4,8) (n = 0.018) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 377

Tabla 7.9 Diseño de cunetas centrales (Relación 1:1,732) (n = 0.014) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 379

Tabla 7.10 Diseño de cunetas centrales (Relación 1:1,732) (n = 0.016) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 381

Tabla 7.11 Diseño de cunetas centrales (Relación 1:1,732) (n = 0.018) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 383

Tabla 7.12 Diseño de cunetas centrales (Relación 1:4,8) (n = 0.014) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 385

Tabla 7.13 Diseño de cunetas centrales (Relación 1:4,8) (n = 0.016) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 387

Tabla 7.14 Diseño de cunetas centrales (Relación 1:4,8) (n = 0.018) $Q(n/S)^{1/2} = A^{5/3} / P^{2/3}$ 389

Tabla 7.15 Coeficientes de infiltración ($Q_i = C_i \times l \times W \times L \times Fr$) 403

Tabla 7.16 Coeficientes de infiltración en l/h ($Q_i = C_i \times l \times W \times L \times Fr$) 408

Tabla 7.17 Caudales de infiltración ($Q_i = C_i \times l \times W \times L \times Fr$) L=8.0 412

Tabla 7.18 Velocidad en subdrenes en cm/s 423

Tabla 7.19 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 430

Tabla 7.20 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 431

Tabla 7.21 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 432

Tabla 7.22 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 433

Tabla 7.23 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 434

Tabla 7.24 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 435

Tabla 7.25 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 436

Tabla 7.26 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 437

Tabla 7.27 Velocidad en cm/s, caudal en cm^3/s 438

Capítulo 9

Tabla 9.1 Especificaciones para tanques 469

Tabla 9.2 Valores promedio para establecer la tasa de infiltración 473

Tabla 9.3 Dimensionamiento de las zanjas de infiltración l/hab/día para 150 litros 476

Tabla 9.4 Dimensionamiento de las zanjas de infiltración l/hab/día para 50 litros 477

Anexos

Tabla 10.1 Factores determinantes 508

Tabla 10.2 Factores determinantes. Valores de K_C en la fórmula $Q = K_C D_C^{5/2}$ 509

Tabla 10.3 Factores determinantes. Valores de K_C en la fórmula $Q = K_C b^{5/2}$ 512

Tabla 10.4 Canales abiertos con corriente uniforme. Valores de K en la fórmula $Q = K/n b^{8/3} S^{5/2}$ para canales trapeciales 515

Tabla 10.5 Canales abiertos con corriente uniforme. Valores de K en la fórmula $Q = K/n (D^{8/3} S^{5/2})$ para canales trapeciales 523

Tabla 10.6 Factores determinantes 531

Tabla 10.7 Cuadro de cálculo - Sumidero en pendiente 542

Tabla 10.8 Cuadro de cálculo - Sumideros en batea 545

Tabla 10.9 Sumideros en pendiente 546

Tabla 10.10 Eficiencia de la rejilla para sumideros en pendiente 547

Tabla 10.11 Cálculo de flujo captado por apertura lateral, para altura de apertura de 0,15m. 547

Tabla 10.12 Eficiencia por captación lateral sumidero en pendiente 548

Tabla 10.13 Caudal captado por la rejilla sumidero en batea 549

Tabla 10.14 Caudal captado por apertura en el andén. Sumidero en batea 550

Listado de figuras

Capítulo 1

Figura 1.1 Transformaciones biológicas en alcantarillas	4
Figura 1.2 Planta de aguas lluvias.....	9
Figura 1.3 Cámaras de caída. Tubería de 14 a 18 pulgadas. Bajante de 12 pulgadas.....	10
Figura 1.4 Canal.....	11
Figura 1.5 Conexión domiciliaria	11
Figura 1.6 Pozos de inspección en ladrillo o en bloques prefabricados en concreto.....	12
Figura 1.7 Cámara de caída para alturas menores de 1.8 m y diámetros mayores de 36"	13
Figura 1.8 Sumideros.....	13
Figura 1.9 Partes principales de una alcantarilla con poceta.....	15
Figura 1.10 Aguas lluvias. Áreas tributarias.....	16
Figura 1.11 Pozo de inspección en ladrillo o en bloques prefabricados de concreto	18
Figura 1.12 Canal de paredes verticales.....	19
Figura 1.13 Sumidero de reja horizontal con desarenador	20
Figura 1.14 Sistema de convenciones.....	21

Capítulo 2

Figura 2.1 Rugosidad de Manning	30
Figura 2.2 Rugosidad en tubería recta.....	30
Figura 2.3 Perfil.....	42
Figura 2.4 Elevación esperada del agua dentro del pozo	47
Figura 2.5 Cámara de caída.....	48
Figura 2.6 Cámara de caída 8" a 12" con bajante de 8"	57
Figura 2.7 Perfiles.....	58

Capítulo 3

Figura 3.1 Planta áreas de drenaje de aguas lluvias	65
Figura 3.2 Perfiles.....	66
Figura 3.3 Plano de urbanismo	71
Figura 3.4 Plano de áreas de drenaje, planta de aguas lluvias.....	71
Figura 3.5 Plano con áreas calculadas, planta de aguas negras.....	72
Figura 3.6 Planta de aguas negras.....	74
Figura 3.7 Régimen supercrítico Villa Alexandra	80

Capítulo 4

Figura 4.1 Secciones típicas de canales tipos A y B	164
Figura 4.2 Sumideros transversales.....	167
Figura 4.3 Sumideros transversales	167
Figura 4.4 Sumideros transversales	168
Figura 4.5 Sumidero de rejilla vertical.....	191
Figura 4.6 Planta de aguas lluvias y áreas de drenaje.....	196
Figura 4.7 Planta de aguas lluvias.....	204
Figura 4.8 Planta área de drenaje	205
Figura 4.9 Planta de aguas lluvias.....	209
Figura 4.10 Estructura de sifones	212
Figura 4.11 Vertedero.....	213
Figura 4.12 Cresta de vertedero.....	214
Figura 4.13 Cresta de vertedero.....	217
Figura 4.14 Cálculo en alturas de alcantarilla y lámina.....	219
Figura 4.15 Profundidad y control a la entrada para tubos circulares de concreto	228
Figura 4.16 Profundidad y control a la entrada para tubos circulares de metal corrugado	235

Figura 4.17 Diámetros variables de 8 a 30 pulgadas..... 254

Figura 4.18 Cámaras de caída. Tubería de 8" a 12". Bajante de 8" 256

Figura 4.19 Cámaras de caída. Tubería de 20" a 36". Bajante de 16" 257

Figura 4.20 Cámara de caída..... 258

Figura 4.21 Pozo de inspección prefabricados de concreto, cono de reducción de 80 mts..... 259

Figura 4.22 Pozo de inspección con bloques prefabricados en concreto
con cono de reducción de 80 mts..... 260

Figura 4.23 Pozo de inspección sin reducción para colectores desde
IMT. de diámetro en adelante 261

Figura 4.24 Detalle de cabezal y aletas 262

Figura 4.25 Conexiones domiciliarias en chimeneas y de lluvias no
previstas en colectores construidos 262

Capítulo 5

Figura 5.1 Sumidero múltiple 270

Figura 5.2 Arreglos de la succión en los fosos húmedos 271

Figura 5.3 Recomendaciones para canal de aproximación en bombas múltiples 273

Figura 5.4 Rejilla tipo canasta..... 278

Figura 5.5 Cámara de rejillas de barras de limpieza manual 279

Figura 5.6 Rejilla 281

Figura 5.7 Corte de estación de bombeo 289

Figura 5.8 Corte fosos húmedos 291

Figura 5.9 Corte de estaciones de bombeo 292

Figura 5.10 Entradas a sumidero estaciones de bombeo 294

Figura 5.11 Corte succión bomba 295

Capítulo 6

Figura 6.1 Corte tornillo de Arquímedes..... 318

Figura 6.2 Corte tornillo de Arquímedes..... 319

Figura 6.3 Corte tornillo de Arquímedes..... 323

Figura 6.4 Tornillo de Arquímedes y foso húmedo 327

Figura 6.5 Estación de bombeo de aguas negras - corte 329

Figura 6.6 Planta y corte estación de tornillo 331

Figura 6.7 Corte estación de bombeo 332

Figura 6.8 Secuencia de manejo de las bombas 334

Figura 6.9 Planta estación de bombeo 337

Figura 6.10 Corte estación de tornillo..... 339

Capítulo 7

Figura 7.1 Fuentes de agua que afectan al pavimento 353

Figura 7.2 Espesor de la película de agua, profundidad media de textura y flujo total..... 356

Figura 7.3 Trayectoria de flujo de la escorrentía 357

Figura 7.4 Trayectoria de flujo de la escorrentía 358

Figura 7.5 Trayectoria de flujo de la escorrentía 358

Figura 7.6 Corte del carril con la trayectoria de recorrido..... 361

Figura 7.7 Corte transversal de una vía..... 362

Figura 7.8 Corte transversal de una vía..... 364

Figura 7.9 Canal perimetral..... 365

Figura 7.10 Cunetas laterales..... 365

Figura 7.11 Cunetas con bordillo y bajante 391

Figura 7.12 Componentes de una alcantarilla..... 395

Figura 7.13 Corte de una ladera 396

Figura 7.14 Corte drenaje subsuelo 418

Figura 7.15 Tubería de descarga conectada a drenaje de aguas lluvias..... 418

Figura 7.16 Drenaje superficial de las carreteras..... 418

Figura 7.17 Corte transversal de drenaje subterráneo.....	419
Figura 7.18 Esquema de drenaje longitudinal	420
Figura 7.19 Sistemas de dren en zanja.....	421
Figura 7.20 Disposición de drenes transversales en forma de espina de pez (vista en planta)..	425
Figura 7.21 Corte drenajes transversales	427
Figura 7.22 Tuberías de descarga situadas en ambos extremos del dren lateral.....	428
Figura 7.23 Descarga de subdrenes a cajas de inspección	429

Capítulo 8

Figura 8.1 Mejoramiento gradual de los sistemas de evacuación de desechos.....	443
Figura 8.2 Corte de pozo séptico.....	444
Figura 8.3 Conexiones domiciliarias.....	445
Figura 8.4 Isométrico de alcantarillado simplificado.....	446
Figura 8.5 Sistema de alcantarillado sin arrastre de sólidos. ASAS	447
Figura 8.6 Letrinas de lavado a chorro con sello hidráulico	448
Figura 8.7 Pozo de inspección simplificado.....	450
Figura 8.8 Sistema de limpieza de alcantarillado	451
Figura 8.9 Inodoro de conversión compuesto de doble bóveda usado en Vietnam	453
Figura 8.10 Grupo de viviendas con sistema séptico	454
Figura 8.11 Los pozos sépticos y las cajas de inspección.....	456
Figura 8.12 Tanque séptico con filtro anaeróbico y pozo prefabricado.....	456
Figura 8.13 Corte pozo séptico.....	457

Capítulo 9

Figura 9.1 Trampas para grasa	462
Figura 9.2 Tanque séptico	463
Figura 9.3 Pozo séptico	463
Figura 9.4 Construcción de un tanque séptico con tubos de cemento y caja de distribución ..	465
Figura 9.5 Casas distribuidoras de aguas residuales	466
Figura 9.6 Pozo de absorción	467
Figura 9.7 Campo de infiltración	468
Figura 9.8 Campo de infiltración	471
Figura 9.9 Detalle tubería perforada	475
Figura 9.10 Campo de infiltración	480
Figura 9.11 Corte pozo séptico.....	482

Anexos

Figura 10.1 Empate por energía.....	489
Figura 10.2 Empate por energía.....	492
Figura 10.3 Profundidad a la entrada para cajones con control a la entrada	493
Figura 10.4 Profundidad a la entrada para tubos circulares de concreto, con control a la entrada	493
Figura 10.5 Profundidad a la entrada para tubos circulares de metal corrugado,0 con control a la entrada.....	494
Figura 10.6 Planta áreas de drenaje para sumideros	536

Introducción

La aparición de las primeras comunidades estables, lleva consigo la necesidad de deshacerse, tanto de las excretas como de los residuos producto de la alimentación. Desde hace algunas décadas, se ha venido analizando y tratando de resolver los problemas causados con la disposición de los residuos líquidos procedentes de las actividades domésticas, agrícolas e industriales. Los cuerpos receptores tales como ríos, lagos y el mar, en formas altamente densificadas y desarrolladas, han sido incapaces por sí mismos, para absorber y neutralizar la carga polucionante, fruto del vertimiento de tales residuos.

De tal forma, las fuentes hídricas han venido perdiendo sus condiciones naturales de apariencia física y su capacidad de sustentar la vida acuática adecuada, que responde al equilibrio ecológico que de ellas se espera para preservar nuestros cuerpos de agua.

Dada esta circunstancia, la sociedad pierde la oportunidad de aprovechar estas fuentes para usos como, el abastecimiento de agua, vías de transporte y en algunas ocasiones, como fuentes de energía.

En la mayoría de las naciones, los programas de control de contaminación se han iniciado restringiendo la descarga de determinados compuestos químicos y parámetros, se han identificado algunos productos químicos tóxicos en las aguas residuales, por lo que ha sido necesario fijar límites de vertido.

Es por esto que las aguas residuales, antes de ser vertidas en los cuerpos de agua, deben recibir un tratamiento adecuado según su composición, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, hasta evitar que polucionen los cuerpos de agua.

Suministrar agua potable en cantidad y calidad, cuando y donde haga falta, no es solo una cuestión de prevención de enfermedades, como tampoco lo es la evacuación de desechos y de aguas residuales, ambas actividades se complementan y ambas son necesarias para alcanzar nobles objetivos; la buena salud y el bienestar general. Si se quiere obtener el máximo beneficio para la

salud con el abastecimiento de agua potable, habrá que romper la cadena de transmisión de las enfermedades y esto se logra prestando mayor atención al saneamiento ambiental.

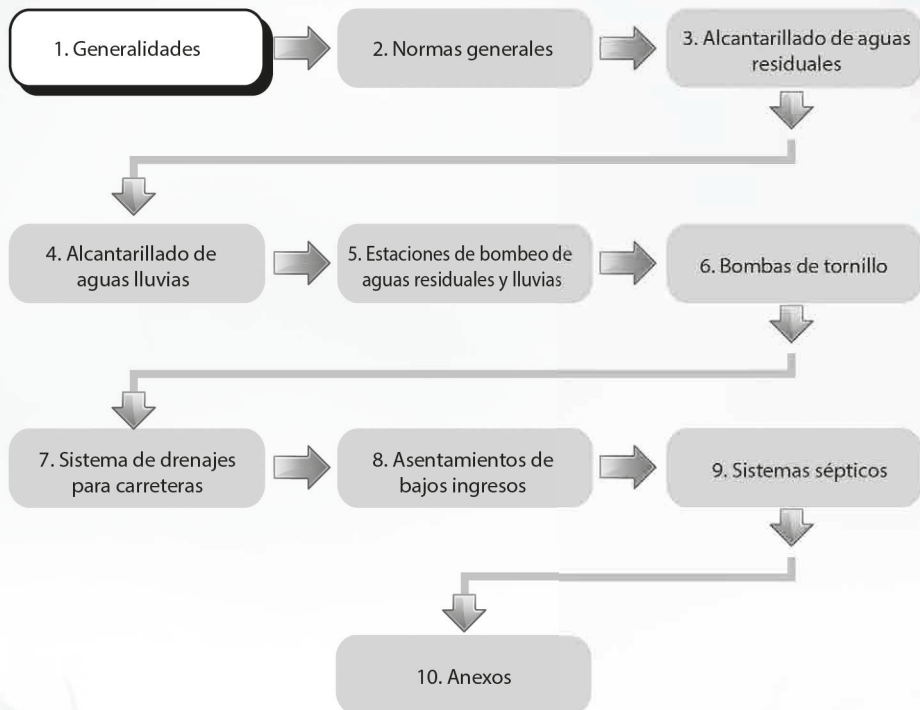
Los niños y las mujeres son quienes más sufren con la situación actual. es necesario fomentar las tecnologías locales apropiadas en abastecimiento de agua potable y saneamiento ambiental, así como desarrollar estrategias de educación sanitaria encaminadas a incluir en la población una idea más clara de su misión, en especial, con respecto a la planificación, operación, mantenimiento y rehabilitación de los sistemas y sus instalaciones.

En la mayoría de los países en desarrollo, las enfermedades de origen hídrico, están estrechamente relacionadas con un entorno pobre, por ejemplo, hay paludismo donde hay aguas estancadas; las enfermedades respiratorias están relacionadas con un medio insalubre. Es conveniente unir esfuerzos entre los profesionales de la salud y del medio ambiente.

Trabajar juntos y hacer frente a los problemas debe ser un objetivo. El agua, el saneamiento ambiental y la eliminación de los desechos para mejorar y conservar la salud y proporcionar a las personas un entorno agradable para la vida, que no tenga efecto nocivo sobre la salud, debe ser su meta.

A los gobernantes, autoridades sanitarias, profesores, consultores y estudiantes; presento este texto, donde encontrarán con suficiente ilustración y ejemplos claros, sistemas de alcantarillados para todos los niveles, desde el más sofisticado hasta el empleo de técnicas apropiadas para la construcción de alcantarillados a bajo costo. Lo que reclamamos es un ambiente agradable y propicio para el desenvolvimiento del ser humano. El saneamiento del ambiente crea un medio agradable y exento de riesgos para la salud pública.

El autor.



Generalidades



Todo lugar o población que cuente con un sistema de suministro de agua, de cualquiera que fuese su procedencia, requiere de un sistema de evacuación llamado alcantarillado.

Sistemas de alcantarillados

Se define como el conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas; fruto de las actividades humanas, o las que provienen como fruto de la precipitación pluvial.

Denominación de los alcantarillados. De acuerdo a su procedencia se distinguen en sanitario, pluvial y combinado.

1. Alcantarillado sanitario

Se diseña para recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas domésticas, de establecimientos comerciales y pequeñas plantas industriales; por lo general, las aguas negras sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras, y bastante diluidas. Por lo tanto, en un sistema sanitario bien proyectado, construido y conservado, el problema de la corrosión queda reducido al mínimo, siempre que la velocidad de la corriente sea suficiente para arrastrar los desperdicios hasta el punto de descarga, antes que se inicie el proceso de putrefacción.

En conductos viejos, cuando la corriente es lenta o se estanca debido al mal alineamiento o asentamiento del conducto, pueden acumularse en ciertos puntos materias orgánicas putrescibles. En estos casos, si la temperatura y la

Otros títulos de su interés

Instalaciones hidrosanitarias y
de gas para edificaciones
Rafael Pérez Carmona

Diseño geométrico de
carreteras
James Cárdenas Grisales

Geometría descriptiva
Germán Valencia García

Administración para
ingenieros
Miguel David Rojas

Evaluación de proyectos para
ingenieros
Miguel David Rojas López

Diseño y construcción de alcantarillados sanitario pluvial y drenaje en carreteras



El sistema de disposición de las aguas, ya sean residuales, pluviales, combinadas e industriales, constituye un factor importante y definitivo en el saneamiento ambiental de una urbe.

La inversión en sistemas de suministro de agua potable, la disposición adecuada y tratamiento de aguas residuales; la no contaminación de los cuerpos de agua y el manejo correcto de las aguas lluvias, previenen las enfermedades de origen hídrico, producto del uso de agua contaminada por parte de la población; al igual que el no manejo o manejo inadecuado de las aguas lluvias, produce inundaciones en grandes zonas territoriales y la rápida destrucción de las vías y carreteras de cualquier orden.

En el libro, el ingeniero Pérez Carmona trata, ampliamente y en forma didáctica, aspectos relacionados con la disposición adecuada de aguas residuales y el manejo de aguas lluvia, tanto en la zona urbana, como el drenaje en las carreteras.

Constituye este texto universitario y de consulta un manual que aporta excelentes ayudas para el diseño, acompañado de tablas y dibujos ilustrativos.

Colección: Ingeniería y Arquitectura
Área: Ingeniería

ECOE
EDICIONES

ISBN 978-958-771-028-1

