

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO

**Técnicas Alternativas para Soluciones de
Aguas Lluvias en Sectores Urbanos.
Guía de Diseño**

1996

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO

**Técnicas Alternativas para Soluciones
de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos.**

Guía de Diseño.

Santiago, noviembre de 1996

*Este volumen presenta los aspectos principales del Estudio sobre “**Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos**”, preparando con el objeto de servir como material de consulta y referencia sobre el tema.*

*El Estudio fue desarrollado por la **Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas – DICTUC** – a través del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, de acuerdo a un contrato celebrado con el **Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)** según Decreto N°99 del 22 de Agosto de 1995.*

Ministro de Vivienda y Urbanismo
Subsecretario de Vivienda y Urbanismo
Jefe División de Desarrollo Urbano MINVU
Jefe Depto. Vialidad Urbana MINVU

: Sr. Edmundo Hermosilla H.
: Sr. José Manuel Cortínez C.
: Sr. Jaime Silva A.
: Sr. Marcelo Longás U.

Santiago, noviembre de 1996.

En este estudio han participado por parte del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Pontificia Universidad Católica de Chile los siguientes Profesionales:

<i>Dirección del Proyecto</i>	<i>Bonifacio Fernández L., Ing. Civil, Ph. D.</i>
<i>Hidrogeología</i>	<i>José F. Muñoz P., Ing. Civil, Dr. Ing.</i>
<i>Hidrología</i>	<i>Eduardo Varas C., Ing. Civil, PH. D.</i>
<i>Arquitectura</i>	<i>Teodoro Fernández L., Arquitecto.</i>
<i>Aspectos Legales</i>	<i>César Destéfano Z., Abogado.</i>
<i>Ing. de Proyectos</i>	<i>Gonzalo Pizarro P., Ing. Civil Mag. Cs. Ing.</i>
	<i>Pablo Rengifo O., Ing. Civil, Mag. Cs. Ing.</i>
	<i>Daniel Benítez G., Ing. Civil.</i>
	<i>María E. Díaz T., Ing. Civil.</i>
<i>Arquitectura y dibujo</i>	<i>Paulina Courar D., Arquitecto.</i>
<i>Dibujo de Proyectos</i>	<i>Sebastián Hernández S., Arquitecto.</i>

Como Contraparte Técnica por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo han participado los siguientes profesionales:

<i>Director del Estudio</i>	<i>Horacio Asserella C., Ing. Ejec, Div. Des. Urbano.</i>
<i>Equipo Técnico</i>	<i>María T. Hortal S., Arquitecto, Div. Des. Urbano.</i>
	<i>Renán Retamal S., Ing. Civil, Div. Des. Urbano.</i>
	<i>Jaime Téllez T., Ing. Civil, SEREMI Metropolitana.</i>
	<i>Arturo Muñoz F., Ing. Civil, SERVIU Metropolitano.</i>

Transectorialmente han colaborado en la Contraparte Técnica los siguientes profesionales de la Secretaria Regional Ministerial de la Región Metropolitana del Ministerio de Obras Públicas:

<i>Equipo Técnico</i>	<i>Patricia Kamann C., Constructor Civil.</i>
	<i>Alberto Calatroni V., Geógrafo.</i>

Santiago, noviembre de 1996.

APRUEBA VOLUMEN DENOMINADO "TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA SOLUCIONES DE AGUAS LLUVIAS EN SECTORES URBANOS. GUIA DE DISEÑO".

(Publicado en el "Diario Oficial" N°35.713, de 11 de Marzo de 1997.)

SANTIAGO, 27 ENERO 1997.

HOY SE DECRETO LO QUE SIGUE:

N° 3 /

VISTO: Lo dispuesto en el D.L. N°1.305, de 1976, el D.F.L. N°458, (V. y U.) de 1976, el Oficio Ordinario N°0031, de 14 de Enero de 1997 de la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y las facultades que me otorga el N°8 del artículo 32 de la Constitución Política, de la República de Chile,

DECRETO:

ARTICULO UNICO: Apruébase, con carácter indicativo, el volumen denominado "Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos. Guía de Diseño.", un ejemplar del cual se acompaña y se entenderá forma parte integrante del presente decreto.

Las técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos del texto que se aprueba, deberán tenerse presente en tal carácter y, si procediere, en todo este tipo de obras que se contraten, aprueben, supervisen o ejecuten por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, los Servicios de Vivienda y Urbanización, las Municipalidades y, en general, por todo organismo público o privado que desarrolle algunas de dichas actuaciones.

Anótese, tómesese razón y publíquese.

EDUARDO FREI RUIZ – TAGLE
PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

EDMUNDO HERMOSILLA HERMOSILLA
MINISTRO DE VIVIENDA Y URBANISMO

Lo que transcribo para su conocimiento

SERGIO GONZALEZ TAPIA
Subsecretario de Vivienda y Urbanismo
Subrogante

DISTRIBUCIÓN

Contraloría
Diario Oficial
Gabinete Ministro
Subsecretaría
Divisiones MINVU
Secretarías Ministeriales (TODAS LAS REGIONES)
SERVIU (TODAS LAS REGIONES)
Oficina de Decretos
Oficina de Partes

CONTENIDO

	Pág.
Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. AGUAS LLUVIAS URBANAS	3
1.2. OBJETIVOS	7
1.3. CONTENIDO DE LA GUÍA	9
1.4. RESPONSABILIDADES	11
Capítulo 2. DRENAJE URBANO DE AGUAS LLUVIAS	13
2.1. GESTIÓN DEL DRENAJE URBANO	15
2.2. TIPIFICACIÓN DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS	17
a. Almacenamiento de aguas lluvias	17
b. Infiltración de aguas lluvias	19
c. Combinaciones de almacenamiento e infiltración	20
d. Desconexión de áreas impermeables	20
2.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES	21
2.4. EFECTOS DE LA DISPOSICIÓN LOCAL	23
2.5. OPORTUNIDADES DE COLABORACIÓN	26
Capítulo 3. MARCO GEOGRÁFICO	29
3.1. ASPECTOS HIDROLÓGICOS	31
3.1.1. CLIMATOLOGÍA GENERAL	32
a. Zonas climáticas de Chile	32
b. Comportamiento de la precipitación	34
c. Comportamiento de la evaporación	39
d. Calidad de las aguas lluvias	41
3.1.2. ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS DE DISEÑO	44
a. Medición y registros de precipitación	44
b. Lluvias de diseño	45
c. Curvas intensidad-duración-frecuencia de lluvias	49
d. Transformación de la Lluvia en escurrimiento	59
3.2. HIDROGEOLOGÍA Y SUELOS	71
3.2.1. AGUA SUBTERRÁNEA	72
a. Ciclo hidrológico	72
b. Acuíferos	73
c. Zona del subsuelo	76
3.2.2. SISTEMAS DE INFILTRACIÓN	78
a. Condiciones para su funcionamiento	78
b. Características del suelo	83
3.3. OTROS ANTECEDENTES	97
3.3.1. ASPECTOS URBANOS	97

3.3.2. RELIEVE	99
3.3.3. DRENAJE	100
3.3.4. RIEGO.....	100
3.3.5. VISITA A TERRENO	101

Capítulo 4. DISEÑO, SELECCIÓN Y PRESENTACIÓN DE OBRAS. 103

4.1. DESCONEXIÓN DE ÁREAS IMPERMEABLES	107
a. Descripción.....	107
b. Ventajas y desventajas.....	110
c. Dimensionamiento.....	111
d. Ejemplo de Desconexión de Áreas Impermeables	113
4.2. OBRAS DE INFILTRACIÓN	119
4.2.1. ESTANQUES DE INFILTRACIÓN	121
a. Descripción.....	121
b. Ventajas y desventajas.....	124
c. Procedimiento de diseño.....	124
d. Factibilidad y Condiciones Generales	127
e. Dimensionamiento.....	129
f. Detalles	133
g. Construcción.....	134
h. Mantenimiento	135
i. Ejemplo estanque de infiltración	137
4.2.2. ZANJAS DE INFILTRACIÓN.....	147
a. Descripción.....	147
b. Ventajas y desventajas.....	150
c. Procedimiento de diseño.....	151
d. Factibilidad y Condiciones Generales	153
e. Dimensionamiento.....	154
f. Detalles	161
g. Construcción.....	163
h. Mantenimiento	164
i. Ejemplo de Zanja de infiltración	166
4.2.3. POZOS DE INFILTRACIÓN	179
a. Descripción.....	179
b. Ventajas y desventajas.....	182
c. Procedimiento de diseño.....	183
d. Factibilidad y Condiciones Generales	186
e. Dimensionamiento.....	186
f. Detalles	193
g. Construcción.....	195
h. Mantenimiento	196
i. Ejemplo de pozos de infiltración.....	198
4.2.4. PAVIMENTOS POROSOS	209
a. Descripción.....	209
b. Ventajas y desventajas.....	212
c. Procedimiento de diseño.....	213

d.	Factibilidad y condiciones generales	216
e.	Dimensionamiento	216
f.	Detalles	227
g.	Construcción	227
h.	Mantenimiento	232
i.	Ejemplo de pavimento poroso	233
4.2.5.	PAVIMENTOS CELULARES	243
a.	Descripción	243
b.	Ventajas y desventajas	247
c.	Procedimiento de diseño	247
d.	Factibilidad y condiciones generales	250
e.	Dimensionamiento	250
f.	Detalles	259
g.	Construcción	261
h.	Mantenimiento	264
i.	Ejemplo de pavimentos celulares	265
4.3.	OBRAS DE ALMACENAMIENTO	275
4.3.1.	ESTANQUES DE RETENCIÓN	277
a.	Descripción	277
b.	Ventajas e inconvenientes	281
c.	Procedimiento de diseño	281
d.	Factibilidad y condiciones generales	284
e.	Dimensionamiento	285
f.	Detalles	303
g.	Construcción	306
h.	Mantenimiento	310
i.	Ejemplo de estanque de retención	312
4.3.2.	LAGUNAS DE RETENCIÓN	331
a.	Descripción	331
b.	Ventajas e inconvenientes	335
c.	Procedimiento de diseño	335
d.	Factibilidad y condiciones generales	338
e.	Dimensionamiento	339
f.	Detalles	356
g.	Construcción	358
h.	Mantenimiento	362
i.	Ejemplo de laguna de retención	364
4.4.	OBRAS ANEXAS	385
4.4.1.	FRANJAS FILTRANTES	387
a.	Descripción	387
b.	Ventajas y desventajas	388
c.	Procedimiento de diseño	389
d.	Factibilidad	390
e.	Dimensionamiento	390
f.	Detalles	393
g.	Construcción	393
h.	Mantenimiento	394
i.	Ejemplo de franja filtrante	395
4.4.2.	ZANJAS CON VEGETACIÓN	401

a.	Descripción.....	401
b.	Ventajas y desventajas.....	402
c.	Procedimiento de diseño.....	403
d.	Factibilidad.....	404
e.	Dimensionamiento.....	404
f.	Detalles.....	407
g.	Construcción.....	408
h.	Mantenimiento.....	408
i.	Ejemplo de zanja con vegetación.....	409
4.4.3.	CANALES PARA DRENAJE URBANO.....	415
a.	Descripción.....	415
b.	Ventajas e inconvenientes.....	421
c.	Procedimiento de diseño.....	421
d.	Consideraciones generales y criterios de diseño.....	424
e.	Dimensionamiento de canales revestidos de pasto.....	425
f.	Dimensionamiento de Canales con vegetación en el fondo.....	432
g.	Construcción.....	436
h.	Mantenimiento.....	437
i.	Ejemplo de canal revestido con pasto.....	438
j.	Ejemplo de canal con vegetación en el fondo.....	447
4.4.4.	CAÍDAS Y DISIPADORES DE ENERGÍA.....	455
a.	Descripción.....	455
b.	Ventajas y Desventajas.....	458
c.	Consideraciones generales y criterios de diseño.....	458
d.	Dimensionamiento de Caídas Verticales Reforzadas (CVR).....	458
e.	Ejemplo de caída vertical reforzada.....	464
f.	Dimensionamiento de Caída Inclinada con Enrocado Consolidado (CIE).....	471
g.	Ejemplo de caída inclinada con enrocado consolidado.....	475
4.4.5.	SEDIMENTADORES.....	481
a.	Descripción.....	481
b.	Dimensionamiento.....	482
c.	Ejemplo de sedimentador.....	488
4.4.6.	CÁMARAS DE INSPECCIÓN.....	495
a.	Descripción.....	495
b.	Dimensionamiento.....	495
c.	Cubicación y presupuesto.....	496
4.5.	SELECCIÓN Y USO DE LAS OBRAS.....	503
4.5.1.	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	503
a.	Condiciones del lugar.....	504
b.	Características urbanas.....	506
c.	Potencialidades de las obras.....	507
d.	Ubicación geográfica.....	508
4.5.2.	EMPLEO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS DE AGUAS.....	511
a.	Urbanizaciones consolidadas.....	511
b.	Nuevas urbanizaciones.....	513
4.5.3.	SELECCIÓN DE LLUVIAS DE DISEÑO.....	517
4.6.	PRESENTACIÓN DE PROYECTOS.....	525
4.6.1.	PROFESIONAL RESPONSABLE.....	525

4.6.2.	INSTITUCIONES QUE APRUEBAN EL PROYECTO	525
4.6.3.	ANTECEDENTES QUE CONFORMAN EL PROYECTO	525
a.	Carta de presentación.....	526
b.	Memoria explicativa.....	526
c.	Certificados, informes y ensayos de laboratorio	528
d.	Especificaciones Técnicas Especiales	528
e.	Cubicación y presupuesto	529
f.	Planos.....	530

Capítulo 5. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS 533

5.1.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	535
5.1.1.	TRAZADO, NIVELES Y TOLERANCIAS	537
a.	Puntos de referencia.....	537
b.	Trazado de las obras	538
c.	Límites y tolerancias de las excavaciones	538
d.	Trazado de canales, zanjas y franjas.....	539
e.	Taludes, pretilos y muros de tierra.....	539
f.	Obras de hormigón	540
g.	Obras con escurrimiento hidráulico.....	540
5.1.2.	GEOTEXTILES	540
a.	Características técnicas específicas mínimas.....	540
b.	Instalación de Telas Geotextiles	541
c.	Precauciones	543
d.	Control de Calidad.....	544
5.1.3.	ENROCADOS.....	544
a.	Replanteo	545
b.	Preparación de taludes y fundación.....	545
c.	Filtro de respaldo	545
d.	Suministro de roca	546
e.	Construcción del enrocado	547
f.	Control de ejecución.....	549
g.	Obras, trabajos y actividades anexas	549
5.1.4.	GAVIONES.....	549
5.1.5.	RELLENO Y CUBIERTA DE OBRAS DE DRENAJE	550
a.	Suministro de material.....	550
b.	Colocación en terreno	551
c.	Control de la ejecución	551
5.1.6.	VEGETACIÓN, PASTOS Y PLANTAS	551
a.	Pastos o hierbas	552
b.	Plantas palustres	554
c.	Plantas para márgenes de lagunas	555
d.	Plantas Acuáticas.....	556
5.2.	FAENAS DE CONSTRUCCIÓN	559
5.2.1.	INSTALACIÓN	559
5.2.2.	SEGURIDAD.....	560
5.2.3.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	560
5.2.4.	EXCAVACIONES.....	561

5.2.5. RELLENOS.....	562
5.2.6. ELEMENTOS DE HORMIGÓN.....	562
5.2.7. ENROCADOS , GAVIONES, CUBIERTAS Y PROTECCIONES	563
5.2.8. VEGETACIÓN Y CÉSPED	563
5.2.9. ELEMENTOS ESPECIALES Y PARA OTROS USOS.....	563
5.2.10. LIMPIEZA Y RETIRO	564
5.2.11. LISTA DE VERIFICACIÓN	564

Capítulo 6. MANTENCIÓN DE OBRAS.....565

6.1. INSPECCIÓN	569
6.2. ASEO Y ORNATO.....	577
6.2.1. CUIDADOS DEL CÉSPED Y VEGETACIÓN	577
6.2.2. EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS.....	578
6.2.3. LIMPIEZA Y RETIRO DE BASURAS	580
6.3. PREVENCIÓN Y REPARACIÓN	581

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....585

a. Criterios de diseño.....	586
b. Alcance de las soluciones.....	586
c. Otros objetivos.....	587
d. Empleo de la Guía	588
e. Aspectos legales	589
f. Marco Geográfico.....	591
g. Diseño de las obras.....	591
h. Tipo de obras	592
i. Construcción.....	593
j. Mantenimiento y operación	594
k. Glosario y referencias.....	595

ANEXOS	597
ÍNDICE DE ANEXOS	597
Anexo 1. Referencias Legales.....	599
Anexo 2 Tipos de urbanización	607
Anexo 3. Modelos hidrológicos computacionales	617
Anexo 4. Antecedentes hidrogeológicos en Chile	625
Anexo 5. Coeficiente de rugosidad hidráulica y unidades.....	631
Anexo 6. Glosario	635
Anexo 7. Referencias	647
ÍNDICE DE TABLAS	655
ÍNDICE DE FIGURAS	657
ÍNDICE DE LAMINAS	663