

ANEXO 6

SISTEMAS DE ACUMULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

Los proyectos con sistemas de acumulación de aguas lluvias contemplan elementos de *captación, conducción y acumulación* de las aguas para riego, y sistema de riego *tecnificado*.

Captación: Son áreas que permiten captar aguas lluvias como el área de la cubierta del acumulador, el área existente de viviendas, galpones y áreas de laderas posibles de revestir con geomembrana. La sumatoria de estas áreas genera el **Área de captación (m²)**.

Conducción: Son canaletas, tuberías y otros para conducir las aguas lluvias captadas al acumulador.

Se debe considerar que las obras de acumulación excavadas en tierra y revestidas con geomembrana de HDPE, contemplen una cubierta que capte aguas lluvias, impida el paso de la luz solar, evite la evaporación y proteja la obra.

1. Diseño de subsistema *captación, conducción y acumulación*

El volumen disponible por temporada dependerá del área de captación total del agua lluvia dentro del predio y de la precipitación de diseño. La siguiente relación se utiliza para determinar el área de captación necesaria para almacenar un volumen determinado de diseño para el proyecto por temporada.

$$A_{cap} = \frac{V_c}{P_p \times C}$$

Donde **$A_{cap}(m^2)$** es el área de captación; **$V_c (m^3)$** es el volumen útil del acumulador; **$P_p (m)$** es la precipitación de diseño y **C** el coeficiente de escorrentía, que para áreas de captación de zinc y geomembrana se define en 0,85.

La precipitación de diseño **P_p** por comuna se muestra en el **Cuadro 2** y se determina con un 90% de probabilidad de ocurrencia, con información de la Dirección General de Aguas¹, sobre la base del Manual de Diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile². El volumen de acumulación podrá ser de 50, 80 o 100 m³ y determinará el área de captación por comuna, **A_{cap80}** , **A_{cap80}** y **A_{cap100}** en m² respectivamente, en base a la precipitación de diseño de la comuna donde se emplaza el proyecto.

¹ En el caso de disponer de otras fuentes validadas de información se deberá utilizar metodología descrita en el Manual de Diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile.

² (Roberto Pizarro, UNESCO, 2015).

Definido el valor en m² del **Área de captación**, se determinará su distribución en el proyecto de acuerdo al siguiente orden de selección:

- 1º **Área del acumulador**: superficie que genera la cubierta para el acumulador.
- 2º **Área existente**: superficies existentes de viviendas, galpones y/o bodegas.
- 3º **Área de ladera**: superficies de captación sobre laderas revestidas con geomembrana.

Si para el **Área de captación** es insuficiente el **Área del acumulador**, se considerará el **Área existente** disponible y en buen estado, y si contempladas las anteriores faltara **Área de captación**, se utilizará en el diseño el **Área de ladera**.

Cuadro 1. Áreas de captación a diferentes volúmenes de acumulación útil según precipitación por comuna calculada al 90% de probabilidad de ocurrencia.

Región de O'Higgins				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m ²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m ³	80 m ³	100 m ³
Chépica	367,08	165	260	325
Chimbarongo	367,08	165	260	325
Codegua	225,76	265	420	525
Coinco	341,21	175	280	345
Coltauco	341,21	175	280	345
Doñihue	341,21	175	280	345
Hualañé	359,88	165	265	330
Graneros	225,76	265	420	525
La Estrella	268,06	220	355	440
Las Cabras	277,10	215	340	425
Litueche	362,74	165	260	325
Lolol	388,49	155	245	305
Machalí	295,30	200	320	400
Malloa	317,93	190	300	375
Marchihue	268,06	220	355	440
Mostazal	225,76	265	420	525
Nancagua	331,43	180	285	355
Navidad	289,61	205	325	410
Olivar	225,76	265	420	525
Palmilla	331,43	180	285	355
Paredones	315,81	190	300	375
Peralillo	268,06	220	355	440
Peumo	268,06	220	355	440
Pichidegua	268,06	220	355	440
Pichilemu	292,87	205	325	405
Placilla	331,43	180	285	355
Pumanque	315,81	190	300	375
Quinta de Tilcoco	331,43	180	285	355
Rancagua	225,76	265	420	525
Rengo	317,93	190	300	375
Requínoa	225,76	265	420	525
San Fernando	341,63	175	280	345

Región de O'Higgins				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
San Vicente	331,43	180	285	355
Santa Cruz	367,08	165	260	325

Región del Maule				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
Cauquenes	413,11	145	230	285
Chanco	413,11	145	230	285
Colbún	632,47	95	150	190
Constitución	500,70	120	190	235
Curepto	456,29	130	210	260
Curicó	368,22	160	260	320
Empedrado	397,04	150	240	300
Hualañé	359,88	165	265	330
Licantén	500,70	120	190	235
Linares	475,54	125	200	250
Longaví	603,14	100	160	200
Maule	396,12	150	240	300
Molina	686,95	90	140	175
Parral	629,96	95	150	190
Pelarco	402,32	150	235	295
Pelluhue	413,11	145	230	285
Pencahue	372,69	160	255	320
Rauco	359,88	165	265	330
Retiro	603,14	100	160	200
Río Claro	402,32	150	235	295
Romeral	741,44	80	130	160
Sagrada Familia	235,02	255	405	505
San Clemente	546,93	110	175	220
San Javier	416,43	145	230	285
San Rafael	440,12	135	215	270
Talca	397,04	150	240	300
Teno	484,76	125	195	245
Vichuquén	500,70	120	190	235
Villa Alegre	416,43	145	230	285
Yerbas Buenas	416,43	145	230	285

Región del Biobío				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
Alto Biobío	1.375,80	45	70	90

Región del Biobío				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
Antuco	1.130,20	55	85	105
Arauco	918,80	65	105	130
Bulnes	569,66	105	170	210
Cabrero	569,66	105	170	210
Cañete	989,50	60	100	120
Chiguayante	857,05	70	110	140
Chillán	733,57	85	130	165
Chillán Viejo	733,57	85	130	165
Cobquecura	635,09	95	150	190
Coelemu	549,94	110	175	215
Coihueco	1.007,69	60	95	120
Concepción	635,09	95	150	190
Contulmo	1.006,26	60	95	120
Coronel	857,05	70	110	140
Curanilahue	1.454,62	45	65	85
El Carmen	810,84	75	120	150
Florida	569,66	105	170	210
Hualpén	857,05	70	110	140
Hualqui	569,66	105	170	210
Laja	668,18	90	145	180
Lebu	989,50	60	100	120
Los Álamos	1.454,62	45	65	85
Los Ángeles	722,36	85	135	165
Lota	857,05	70	110	140
Mulchén	931,63	65	105	130
Nacimiento	668,18	90	145	180
Negrete	722,36	85	135	165
Ninhue	590,76	100	160	200
Ñiquén	604,17	100	160	195
Pemuco	810,84	75	120	150
Penco	635,09	95	150	190
Pinto	1.104,96	55	90	110
Portezuelo	590,76	100	160	200
Quilaco	1.066,69	60	90	115
Quilleco	1.401,17	45	70	85
Quillón	569,66	105	170	210
Quirihue	590,76	100	160	200
Ránquil	656,23	90	145	180
San Carlos	604,17	100	160	195
San Fabián	806,62	75	120	150
San Ignacio	1.053,78	60	90	115
San Nicolás	590,76	100	160	200
San Pedro de la Paz	857,05	70	110	140
San Rosendo	668,18	90	145	180
Santa Bárbara	1.375,80	45	70	90
Santa Juana	668,18	90	145	180
Talcahuano	857,05	70	110	140

Región del Biobío				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
Tirúa	1.410,29	45	70	85
Tomé	728,24	85	130	165
Treguaco	549,94	110	175	215
Tucapel	1.130,20	55	85	105
Yumbel	569,66	105	170	210
Yungay	892,19	70	110	135

Región de La Araucanía				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
Angol	794,14	75	120	150
Carahue	766,64	80	125	155
Cholchol	699,52	85	135	170
Collipulli	993,51	60	95	120
Cunco	1.279,58	50	75	95
Curacautín	1.038,69	60	95	115
Curarrehue	1.882,57	35	50	65
Ercilla	993,65	60	95	120
Freire	1.054,01	60	90	115
Galvarino	699,52	85	135	170
Gorbea	1.632,97	40	60	75
Lautaro	849,18	70	115	140
Loncoche	1.336,56	45	75	90
Lonquimay	465,47	130	205	255
Los Sauces	733,15	85	130	165
Lumaco	778,61	80	125	155
Melipeuco	1.675,41	40	60	75
Nueva Imperial	699,52	85	135	170
Padre Las Casas	889,95	70	110	135
Perquenco	994,71	60	95	120
Pitrufquén	1.054,01	60	90	115
Pucón	1.718,21	35	55	70
Purén	733,15	85	130	165
Renaico	722,36	85	135	165
Saavedra	891,92	70	110	135
Temuco	889,95	70	110	135
Teodoro Schmidt	1.054,01	60	90	115
Toltén	925,08	65	105	130
Traiguén	795,73	75	120	150
Victoria	1.113,99	55	85	110
Vilcún	1.271,54	50	75	95
Villarrica	1.720,39	35	55	70

Región de Los Ríos				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
Corral	1.552,00	40	65	80
Futrono	2.109,32	30	45	60
La Unión	1.472,11	40	65	80
Lago Ranco	1.512,82	40	65	80
Lanco	1.336,56	45	75	90
Los Lagos	1.395,21	45	70	85
Máfil	1.395,21	45	70	85
Mariquina	1.231,43	50	80	100
Paillaco	1.443,50	45	70	85
Panguipulli	1.562,00	40	65	80
Río Bueno	1.512,82	40	65	80
Valdivia	1.552,00	40	65	80

Región de Los Lagos				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp)	Área de captación (m²)		
		Volumen Acumulador		
	mm/año	50 m³	80 m³	100 m³
Ancud	1.897,24	35	50	65
Calbuco	1.278,42	50	75	95
Castro	1.769,32	35	55	70
Chaitén	1.322,20	45	75	90
Chonchi	1.769,32	35	55	70
Cochamó	1.322,20	45	75	90
Curaco de Vélez	1.769,32	35	55	70
Dalcahue	1.769,32	35	55	70
Fresia	1.290,03	50	75	95
Frutillar	1.193,43	50	80	100
Futaleufú	2.237,64	30	45	55
Hualaihué	2.929,71	25	35	45
Llanquihue	1.193,43	50	80	100
Los Muermos	1.290,03	50	75	95
Mauñín	1.278,42	50	75	95
Osorno	1.027,17	60	95	115
Palena	1.322,20	45	75	90
Puerto Montt	1.497,00	40	65	80
Puerto Octay	1.120,79	55	85	105
Puerto Varas	1.193,43	50	80	100
Puqueldón	1.769,32	35	55	70
Purranque	1.120,79	55	85	105
Puyehue	1.347,00	45	70	90
Queilén	1.769,32	35	55	70
Quellón	1.391,50	45	70	85
Quemchi	2.080,49	30	50	60
Quinchao	1.769,32	35	55	70
Río Negro	1.027,17	60	95	115
San Juan de la Costa	1.027,17	60	95	115
San Pablo	1.338,20	45	75	90

Región de Valparaíso				
Comuna	Precipitación de diseño (Pp) mm/año	Área de captación (m ²)		
		Volumen Acumulador		
		50 m ³	80 m ³	100 m ³
Isla de Pascua	1.116	45	72	90

2. Diseño

El diseño del acumulador se puede realizar con la planilla Excel “embalses de hasta 1.000 m³”, disponible en conjunto con este archivo.

- Se recomienda incluir elementos de protección, tales como cubierta, cerco, etc.
- La memoria respectiva de cálculo y diseño se sube al Anexo 9.5 “Diseño y Cálculos Hidráulicos del software de postulación de la Ley 18.450 (SEP).
- Todos los planos de obras, captación existente o nueva y acumulador se suben al Anexo 8.12.2 “Planos Proyectos Civiles”, del SEP.

3. Otras soluciones

Otras soluciones técnicas, distintas a las mencionadas en este anexo, podrán ser presentadas, las que serán revisadas y aprobadas por la CNR, quien verificará su pertinencia, pudiendo pedir otros antecedentes que respalden el diseño y den seguridad para cumplir con los objetivos del proyecto.