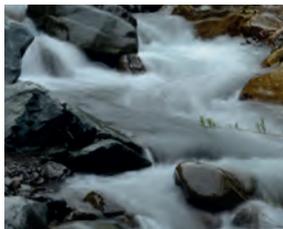


SERIE ESTÁNDARES TÉCNICOS PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES



ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE PARA VIVIENDAS DE CHILE

TOMO III AGUA



VERSIÓN NOVIEMBRE 2016



Ministerio de
Vivienda y
Urbanismo

Gobierno de Chile



CATEGORÍA N°3 AGUA

NOVIEMBRE 2016





Bajo licencia Creative Commons:

Se permite la redistribución de este contenido siempre y cuando: se reconozca al autor de la obra, no se haga uso comercial y no se ejecuten obras derivadas.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile.

Santiago, noviembre de 2016

Colección: Monografías y Ensayos

Serie 2: Estándares Técnicos para Edificaciones Residenciales, ISBN: 978-956-9432-46-0

Título: Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas, Tomo III, Agua.

ISBN: 978-956-9432-54-5

Autor: Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Minvu

Editor: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec, Minvu

CDU: 720

Redacción y coordinación editorial: Juan Pablo Yumha, Paola Valencia y Pablo Pulgar.

Asesores técnicos: María Fernanda Aguirre, Francisca Rodríguez, Raimundo Bordagorry y Franco Morales.

Edición técnica: Paola Valencia y Pablo Pulgar.

Corrección de estilo: Miriam Díaz, Jorge Silva, Ignacio Jara y Gloria Alarcón (Minvu).

Diseño y diagramación: Carolina Ramírez O.

Fotografías: Héctor Opazo Díaz y Serviu Región de Valparaíso.

Impresión: Maval Ltda. Santiago, Chile.

Desarrollado por:

Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable, DITEC, MINVU.

Colaboradores:

DITEC: Camila Herrera G.

SCX: Alejandro Osorio y Felipe Miranda.

Agradecimientos:

DITEC: Camilo Lanata, Ángel Navarrete, Claudio Hernández, Joel Prieto Villareal, Macarena Parra, Nicolás Zamorano B. y Paula Olivares C.

DDU: Maricarmen Tapia, Pablo Moran y Constanza Candia.

DPH: Juan Pablo Barra y Darío Oyarzun.

MMA: Macarena Cáceres, Rubén Gonzales, Ximena Gonzales, Marco Correa, María Belen Sepulveda y Celia Iturra.

MINSAL: Paola Cruz, Gonzalo Aguilar y Pablo Canales.

SISS: Christian Lillo y Nancy Cepeda.

MMT: Lorena Araya.

SECTRA: José Villarroel, Estefano Sartori y Alvaro Salas Rubén Triviño.

MOP (DGA): María José Squadritto.

MDS: Javier Carrasco.

MINENERGIA: Yoselin Rosas.

CDT: Katherine Martínez, Cristian Yañez.

Independientes: Claudio Poo y Oscar Ortiz.

SERVIU Regiones: Félix Cáceres, Luis Seguel R., Miguel Ángel Rodríguez, José Martín Ferrada, Gabriela Sanzana, Felix Jacob, Roberth Ravanal, José Francisco Pascual Poblete, Andrea Cayupi, María Alicia Aguilar, María José Ferreira, Estrella Ruiz Vergara, Carlos Mira, Loreto Tobar Zuñiga, Francisco Ibarra, Francisco Cabrera, Sebastian Gallardo Pino, Sebastián Jorgensen, Geovanni Fariña, Carlos Barahona y Marcela Ojeda.

Participantes de la consulta Pública:

Santiago: Claudio Poo, Oscar Clavijo, Anaisby Villegas (Schröder), Francisca Lorenzini (CORMA), Valeria Toro y Constanza Cattán de Volcán, Maricel González, Natalia Reyes y Diego Escalona de IDIEM, Fernando Rodríguez, Nahuel Cubillos (SEREMI V Región). Mariana de los Angeles Vergara (A.CH.E.E.), Nicolás Shultz (STO), Valentina Quintanilla de Efizity, María José Ibaceta (CGBC), David Gallardo L. (F. INVICA) Juan Mella, José Espinoza, Rodrigo Cristi (Hanergy America) Orlando Delgado (BDM Ltda.), Ana Luisa Valdebenito (Romerol), Paula Hevia A. Paula Hidalgo, Cristian Lopez, Pía Nicole Valdes y Andrea Montero de Edificio Verde, María Pilar Canihuante (MINVU), Christopher Dabrowski, Renato Dálen on (UC), Cuan Germán González, Ana María González, Alexis González, Rodrigo Guzmán (Vaspanel) Natalia Henríquez (MINVU), (Edificio Verde), Daniela Matamala, Paola Molina (Urbeverde), Fanny Ordoñez (UC), María Verónica Oyarzun, Gabriela Peterssen, Bárbara Repposi SBR, Eric Strauss, Archibaldo Tumaní, Hector Valeria, Mauricio Zanotti, Carlos Arancibia (MINVU) Yasna Calderon, Juan Orlando Delgado, Daniel Gallardo, Norman Goijberg, Drina Migone Inacap, Carolina Rojas (AMIL), Omar Sepulveda, Mario Valencia, Alejandro Osorio y Francisca Troncoso.

Antofagasta: Blanca Moreno y Cristian Alcocer (Seremi Antofagasta), Jorge Cáceres (Ozono Chile) Sebastian Gallardo y Ay-ling Chia (Serviu Tarapacá) , Viviana Peña y Dagoberto Vidal y Marisol Cortes (Serviu Antofagasta), José Fernando Echevarría (U. Católica Del Norte), Cesar Alarcon (Syntax), Alfredo González (U. Católica Del Norte) Lorena Cisternas (Fundación Chile - Plan Creó Antofagasta) Nicolas Franz (U. Arturo Prat), Oscar Clavijo (Serviu Atacama), Viviana Rojas, Daniel Calderón, Ingrid Soto, Marjolaine Rios y Suyin Chau (Serviu Antofagasta).

Concepción: Pablo Aguayo (I. M. De Penco), Roberto Arriagada y Ariel Bobadilla (CITEC-UBB), Claudio Duran, Marcela Segura y Sergio Rojas (Seremi región Biobío), Mildred Castillo Fabiola Godoy, Rene Gonzalez, Tannia Lizana, Liliana Machuca, Solange Oyarzo, Manuel Venegas, Claudia Solar, (Serviu Del Biobío), Consuelo Herrera (Inmobiliaria Valmar Ltda.), Pedro Pablo Jofre (MOP), Luis Enrique Merino (Universidad De Concepción), Claudia Muñoz (U. Del Biobío), Ruben Muñoz (Frazzo), Alexis Pérez (U. Del Biobío), Paulette Pommiez (U. De Concepción, dep-to. Arquitectura), Juan Carlos Riveros (Riveros Bassaletti Arquitecto + asociados), Carlos Rubio (U. Del Biobío) y Claudio Sweet (Empresas Valmar).

CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	11
 ANTECEDENTES GENERALES	14
Introducción	15
Descripción	17
Objetivo	17
Contexto	17
Estructura	19
 SUBCATEGORÍAS Y TEMAS	20
3.1. ESTRATEGIAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y CONTROL DE SU CALIDAD	22
3.1.1. Abastecimiento sustentable y calidad del agua	22
3.2. MINIMIZACIÓN DE CONSUMO DESDE EL DISEÑO	35
3.2.1. Consumo interno de agua	35
3.2.2. Consumo externo de agua	44
3.3. ESTRATEGIAS DE REUTILIZACIÓN	60
3.3.1. Estrategias de diseño para la reutilización del agua	60
3.4. GESTIÓN DEL AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	74
3.4.1. Plan de gestión del agua durante la construcción	74
3.5. CONTROL Y SUPERVISIÓN DURANTE LA OPERACIÓN	81
3.5.1 Sistemas de Medición y Monitoreo del Agua	81
 ANEXOS	88
Anexo 3.1. Estándares máximos para contaminantes no normados o insuficientemente normados	90
Anexo 3.2. Sistemas de Tratamientos de Mejora de Calidad de Agua Potable	114

Anexo 3.3. Especies recomendadas según zonas climáticas	120
Anexo 3.4. Cálculo de requerimiento de agua para irrigación de jardín	162
Anexo 3.5. Precipitaciones y evapotranspiración	165
Anexo 3.6. Descripción de sistemas de tratamiento de aguas	168



CHECKLISTS

176

Antecedentes Proyecto	179
Checklist N°3A - Etapa de Diseño	180
Checklist N°3B - Etapa de Construcción	186
Checklist N°3C - Etapa de Operación	194



PRESENTACIÓN

El incremento de la escasez hídrica en más de la mitad del territorio nacional y el aumento del consumo de agua potable de los distintos sectores productivos durante las últimas décadas, se ha vuelto un tema de preocupación nacional y una de las prioridades en las políticas públicas contemporáneas. En materia de construcción, por ejemplo, sólo en la operación de edificación (público, comercial y residencial), se consume alrededor del 6 por ciento del total de agua potable a nivel país.

Estos antecedentes denotan la urgencia de implementar medidas de eficiencia hídrica en la operación de las edificaciones, que permitan contribuir al cuidado de este recurso tan valioso. Por esta razón el Minvu ha desarrollado una serie de iniciativas que apuntan a incorporar este concepto en sus programas habitacionales, incorporando medidas y elementos de eficiencia hídrica en sus programas habitacionales y urbanos e impulsando proyectos que incorporen la reutilización de recursos hídricos.

Asimismo, nuestro ministerio ha desarrollado instrumentos orientados a consolidar políticas para el desarrollo sustentable de las ciudades del país, reduciendo el impacto ambiental y otorgando una mejor calidad de vida a todos los sectores de la sociedad. Una de estas iniciativas es el presente documento de estándares de Construcción Sustentable, que es parte de los objetivos de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, la que establece los principales lineamientos para incentivar a un cambio en la manera en que se planifican, diseñan, construyen y operan las edificaciones e infraestructura en nuestro país.

Con los estándares que se presentan en este volumen, buscan colaborar en el uso eficiente y sustentable del agua potable, de manera de disminuir los impactos ambientales y sociales que estamos viviendo actualmente provocados la escases de este recurso en las zonas centro norte del país, y de esta manera colaborar con el cuidado del medio ambiente y de esta manera asegurar el bienestar a nuestras futuras generaciones.

Jocelyn Figueroa Yousef

Jefa División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional



AGUA



Fotografía: "Impacto", Héctor Opazo Díaz.

INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Tomo 3: “Agua” y es parte de un total de 6 tomos que conforman el documento denominado “Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas” (ECSV), el cual corresponde a la segunda versión del “Código de Construcción Sustentable para Viviendas” (CCSV), publicado en 2014.

El objetivo de estos estándares es ser una guía de buenas prácticas de diseño, construcción y operación de las viviendas nuevas o usadas con el fin de mejorar su desempeño ambiental, económico y social, mediante la definición e incorporación de atributos de sustentabilidad, utilizando criterios objetivos y verificables.

Cada tomo abarca una categoría diferente del documento, las que corresponden a:

- Tomo I: Antecedentes Generales y Categoría Salud y Bienestar
- Tomo II: Categoría Energía
- Tomo III: Categoría Agua
- Tomo IV: Categoría Materiales y Residuos
- Tomo V: Categoría Impacto Ambiental
- Tomo VI: Categoría Entorno inmediato

Estas categorías tratan temáticas que se alinean directamente con el enfoque que ha asumido nuestro ministerio en el último periodo para abordar el déficit cualitativo que presenta el sector habitacional del país, y que apunta a incorporar innovación y desarrollar instrumentos que permitan mejorar la calidad de lo que se construye en Chile.

Es relevante mencionar que el crecimiento demográfico que ha experimentado el país, sumado a la triplicación del Producto Interno Bruto (PIB) en las últimas tres décadas, que ha permitido multiplicar los bienes y servicios que consumimos



diariamente, han traído como consecuencia el aumento desmedido de la demanda de agua en Chile. Esto, combinado con el cambio climático y la disminución de las precipitaciones, ha hecho más escasa la disponibilidad del recurso, marcando importantes diferencias entre las distintas zonas del país, provocando, además, que el estrés hídrico se haya hecho común en zonas que anteriormente no presentaban esta condición.

Según la Dirección General de Aguas (DGA), el consumo por parte de los distintos sectores productivos subió un 160 por ciento entre 1990 y 2006. En aguas superficiales, el sector silvoagropecuario utiliza el 73 por ciento de los recursos, el industrial el 12 por ciento, el minero usa el 9 por ciento, y el agua potable se lleva el 6 por ciento. A su vez, en aguas subterráneas se calcula que el sector silvoagropecuario utiliza el 49 por ciento de los recursos hídricos, mientras que el agua potable y saneamiento se llevan el 35 por ciento, y el sector industrial y minero consumen el 16 por ciento.

En este sentido el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, consciente de la importancia de cuidar este recurso por su rol estratégico en el desarrollo sustentable nacional, ha trabajado en conjunto con el Ministerio de Salud (Minsal) y la DGA, en la incorporación de medidas de eficiencia hídrica en algunos programas habitacionales, así como en los estándares del presente documento.

La incorporación de esta categoría en el documento ECSV, es parte de un conjunto de iniciativas ministeriales que apuntan a fomentar la construcción de asentamientos más sustentables y mejorar la calidad de vida de las personas. Es por esto que se consideran estándares de eficiencia hídrica desde las primeras etapas de diseño, durante el proceso de construcción y durante la operación de la vivienda, teniendo en consideración la realidad de las aguas de su entorno.

DESCRIPCIÓN

La Categoría Agua establece estándares de eficiencia hídrica para el diseño y construcción de viviendas, junto con requerimientos mínimos para sistemas de monitoreo de cantidad y calidad del suministro utilizado para la operación de las mismas. Fija, además, metas de disminución para el uso interior y exterior, complementándose con la propuesta de distintas tecnologías para su reutilización.

OBJETIVO

Estimular medidas de optimización y uso sustentable del agua, junto con su reutilización para usos no potables por medio de requerimientos, tanto en el diseño, construcción y operación de las viviendas.

CONTEXTO

En Chile, y en gran parte del planeta, el agua es un recurso limitado y el proceso asociado a su extracción, distribución y uso final, supone un gasto energético y un impacto ambiental importante. Según antecedentes de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) de Chile, el consumo promedio de agua per cápita durante febrero es de alrededor de 170 litros diarios, cifra excesiva considerando que se estima que 100 litros son suficientes para satisfacer todas las necesidades humanas, sin empeorar la calidad de vida de una persona.

Se sabe que de la demanda total en los hogares, el consumo directo de agua potable (agua de beber) representa solo el 2 por ciento; mientras que entre un 60 al 65 por ciento se utiliza para funciones menos sofisticadas como baños y servicios, dejando un 30 a 35 por ciento para el uso en la cocina (GEA, 2015).



Estos antecedentes nos indican la importancia de que los habitantes de asentamientos y viviendas aprendan a utilizar responsablemente el recurso hídrico, usando soluciones sencillas y tecnologías innovadoras que garanticen la eficiencia en; el uso, el suministro y la calidad del agua que tengamos disponible.

Por esta razón para el Minvu es fundamental la incorporación de estos estándares en el presente documento, para, de esta manera, educar a la población y colaborar con el desarrollo de políticas públicas orientadas al desarrollo sustentable del país, reduciendo el impacto ambiental generado por el hombre y otorgando una mejor calidad de vida a todos los sectores de la sociedad.

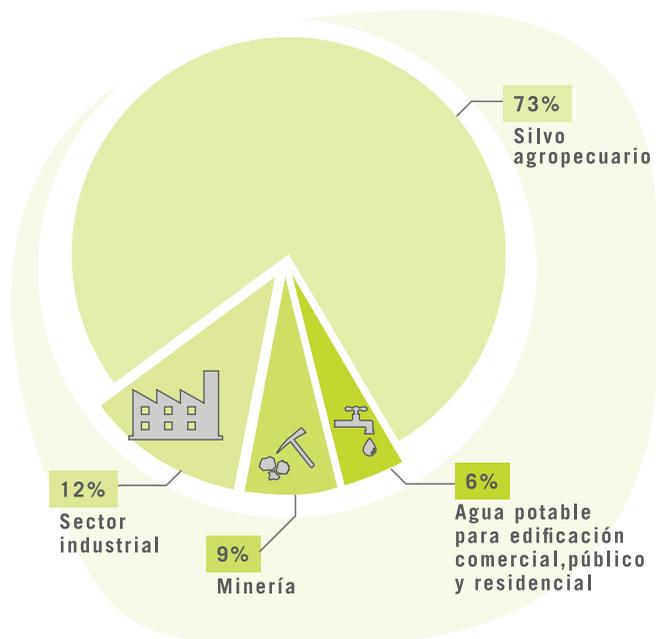


Ilustración N°1

Ilustración N°1:
Distribución del consumo de agua por sector en Chile

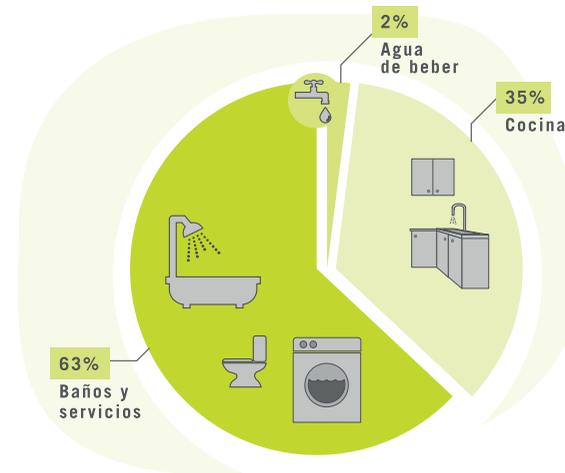


Ilustración N°2

ESTRUCTURA

ETAPA DE DISEÑO	
3.1 Estrategias de abastecimiento y calidad del agua	3.1.1. Abastecimiento Sustentable y Calidad del Agua
3.2 Minimización de consumo desde el diseño	3.2.1. Consumo Interior de agua
	3.2.2. Consumo Externo de agua
3.3 Estrategias de Reutilización	3.3.1. Estrategias de diseño para la reutilización del agua
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
3.4 Gestión del agua durante la construcción	3.4.1. Plan de Gestión del agua durante la construcción
ETAPA DE OPERACIÓN	
3.5. Control y supervisión durante la operación	3.5.1. Sistemas de medición y monitoreo del agua

Ilustración N°2:
Distribución del consumo de agua potable en los hogares





SUBCATEGORÍAS Y TEMAS



Fotografía: "Baño seco", Serviu Región de Valparaíso.

3.1. ESTRATEGIAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y CONTROL DE SU CALIDAD

3.1.1. ABASTECIMIENTO SUSTENTABLE Y CALIDAD DEL AGUA

OBJETIVO

Asegurar un abastecimiento de agua sustentable a la realidad local y garantizar la calidad de agua a utilizar en la vivienda.

DIRECTRICES

Para cumplir con el estándar para construcciones nuevas, alteraciones o ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Abastecimiento sustentable de agua potable:

- Diseñar y emplazar asentamientos considerando las condiciones hídricas de la zona, en particular, evitar proyectar viviendas en zonas de estrés hídrico extremo, para lo cual refiérase a Tablas 3.1. y 3.2.
- Diseñar sistemas de abastecimiento de agua individual o colectivo de acuerdo con la capacidad de carga de la cuenca o el acuífero, según se indica en metodología.

b. Abastecimiento a partir de tecnologías alternativas:

- En zonas no urbanizadas en donde no exista, por parte de una empresa sanitaria o de una organización de Agua Potable Rural (APR), la factibilidad de suministro de agua, se podrán diseñar fuentes de abastecimiento naturales alternativas, tales como recolección de agua de niebla, extracción de agua de pozos, vertientes u otras.
- Verificar la calidad del agua, según se detalla en metodología, para cumplir la directriz “e” del presente numeral.

- Velar por la sustentabilidad de la fuente de abastecimiento según se indica en la directriz “a” del presente numeral y según los requisitos de la legislación vigente (Nuevo Código de Agua).

c. Garantizar la calidad del agua:

- La empresa proveedora del suministro de agua potable (empresa sanitaria o servicios particulares), es la responsable de entregar agua con la calidad que exige la normativa. Cumplimiento de Norma Chilena Agua Potable (NCH AP) NCh409/1. Sin embargo, debido a la presencia de contaminantes no normados (por ejemplo: antibióticos, hormonas, Boro) o insuficientemente normados (por ejemplo dureza, As) se debe mejorar la calidad del agua a utilizar en la vivienda según los estándares que se indican en Anexo 3.1.
- Llevar a cabo un monitoreo de calidad del agua previo inicio y recepción de obra para verificar, En caso de que sea necesario, que sistema de tratamiento podría ser requerido.
- Especificar medidas de mejora de la calidad del agua, con el fin de prevenir el daño a los artefactos y equipos en el sistema de agua de la vivienda, ubicado en el punto de entrada del suministro que contemple un fácil acceso y mantención, según Anexo 3.2.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

d. Verificar cumplimiento de lo solicitado en diseño

- Cumplir con un plan de gestión del agua durante la construcción según el numeral 3.4.1, de la presente categoría.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

e. Medición y monitoreo:

- Cumplir con numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Abastecimiento sustentable de agua potable:

En etapas de factibilidad técnica del proyecto, el equipo de trabajo deberá utilizar como premisa el abastecimiento de agua a través de una explotación sustentable del acuífero según lo establecido en los antecedentes hidrogeológicos de la zona publicados por la Dirección General de Aguas (DGA), y lo solicitado por la zona de déficit hídrico o superávit y la capacidad natural de recarga de la cuenca o el acuífero.



- Diseñar y emplazar asentamientos considerando las condiciones de déficit hídrico y en particular, evitar proyectar viviendas en zonas de estrés hídrico extremo, referirse a Tablas 3.1. y 3.2.

TABLA 3.1: NOMENCLATURA ZONAS HÍDRICA

NOMENCLATURA ZONAS HÍDRICAS	
EHE	Estrés Hídrico Extremo
EH	Estrés Hídrico
DH	Disponibilidad Hídrica
SH	Superávit Hídrico

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3.2: ZONAS HÍDRICAS Y LÍNEA BASE DE CONSUMO SEGÚN REGIÓN

REGIÓN	ZONA HÍDRICA	LÍNEA BASE DE CONSUMO L/HAB/DÍA
Arica y Parinacota	EH	118
Tarapacá	EH	118
Antofagasta	EHE	121
Atacama	EHE	123
Coquimbo	EH	123
Valparaíso	EH	140
Metropolitana	EH	264
Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	DH	117
Maule	DH	119
Biobío	DH	117
La Araucanía	DH	128
Los Ríos	SH	112
Los Lagos	SH	101
Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	SH	95
Magallanes y de la Antártica Chilena	SH	131

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Estudio "Consumo de agua potable 2007-2008" de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2009 y del informe Estado del Medio Ambiente. Capítulo 8: Recursos Hídricos. Ministerio del Medio Ambiente, 2011.

- Para diseñar sistemas de abastecimiento de agua individual o colectivo bajo la capacidad de recarga natural de la cuenca o el acuífero, se solicita el desarrollo del "Plan de características ecológicas del suelo" según el Anexo 5.2 del presente documento, donde se deberán identificar oportunidades para reducir impactos relacionados al uso del agua asociados a productos, procesos y a la organización que intervenga en la iniciativa, incluyendo como mínimo:

I. PRINCIPIOS:

- Gestionar de forma estratégica los riesgos.
- Facilitar la eficiencia y la optimización de la gestión del agua a nivel de productos, procesos y organizaciones.
- Aportar información consistente y fiable, basada en evidencias científicas para reportar los resultados de una huella hídrica (ISO, 2014; MOP, 2013)

II. ANTECEDENTES

- Identificación del propietario y profesionales que van a participar
- Coordenadas y levantamiento geográfico de la zona
- Hidrogeología de la zona provista por DGA o estudio particular validado por la autoridad competente.
- Caracterización de la masa de agua a explotar.
- Proximidad a otros cuerpos de agua.
- Informe de calidad del agua según directriz "c" del presente numeral.
- Inventario de puntos de agua y sus usos según el área que se va a abastecer
- Metodología indicando referentes técnicos de consulta documentos técnicos, normas o decretos DGA, ordenados alfabéticamente, según alcance y campo de aplicación.

III. INFORMES DE CÁLCULO Y SONDEOS

- Informe de cálculo del consumo requerido de acuerdo con la normativa vigente, para establecer línea base.
- Informe de cálculo del consumo requerido de acuerdo con lo solicitado por los numerales 3.2.1, 3.2.2 y 3.3.1 del presente documento.
- Radio de influencia de la explotación y posibles afecciones a explotaciones pre-existentes.
- Informe de cálculo demostrando la explotación sustentable del recurso hídrico por un profesional competente.



- Inventario de posibles focos de contaminación en un radio de 200m
- En caso de análisis hidráulico, realizar sondaje de exploración de aguas subterráneas (perforaciones con muestreo y perfilaje geofísico) usar los ensayos para mecánica de suelo del proyecto para este efecto.

IV. PLANES Y PROCEDIMIENTOS

- Medidas de protección medioambiental, medio físico y biótico, plan de control de calidad y puesta en marcha de los trabajos
- Medidas de protección a las instalaciones, medio físico y biótico, en etapas de construcción y operación.
- Plan de operación y mantención.

b. Abastecimiento a partir de tecnologías alternativas

- En zonas no urbanizadas en donde no exista, por parte de una empresa sanitaria o de una organización de Agua Potable Rural (APR), la factibilidad del suministro de agua, se deberá cumplir con el siguiente procedimiento:
 - El sistema de tratamiento es necesario para cumplir con los estándares de calidad del agua que se exigen en la directriz “c” del presente numeral.
 - Se deberá velar por la sustentabilidad de la fuente de abastecimiento según se indica en la directriz “a” del presente numeral y según los requisitos de la legislación vigente (Nuevo Código de Agua).
 - Todo sistema de provisión de agua potable, que funcione fuera de las áreas operacionales de las empresas sanitarias, ya sea individual o colectivo, debe considerar: una fuente de captación propia, un sistema de tratamiento del agua, un estanque de regulación de presión, sistema de desinfección y la red domiciliar de distribución. Estos son los requerimientos mínimos que establece el D.S. N° 735 de 1969 del Ministerio de Salud, “Reglamento de los Servicios de Agua destinados al consumo humano”.
- **Asegurar un sistema de provisión de agua integral**
 - El sistema deberá contar con aprobación de proyecto y autorización de funcionamiento de la Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva (Seremi de Salud).
 - Uso de sistemas de abastecimiento con tecnologías alternativas que asegure el % de abastecimiento complementario de acuerdo con el tipo de Zona Hídrica según Tabla 3.3, por sobre la línea base según Tabla 3.5.
 - Los sistemas de abastecimiento complementario se podrán basar en las estrategias establecidas en el numeral 3.3.1 del presente documento y otras que cumplan con la normativa vigente.

- Considerar que el diseño del proyecto no altere la permeabilidad del suelo, permitiendo que se cumpla el ciclo hidrológico (paso del agua desde la tierra a la atmósfera y retorno a la tierra).

TABLA 3.3.: MÍNIMO DE ABASTECIMIENTO COMPLEMENTARIO POR ZONA HÍDRICA

REGIÓN	ZONA HÍDRICA	% MÍN. DE ABASTECIMIENTO COMPLEMENTARIO
Arica y Parinacota	EH	10%
Tarapacá	EH	10%
Antofagasta	EHE	15%
Atacama	EHE	15%
Coquimbo	EH	10%
Valparaíso	EH	10%
Metropolitana	EH	10%
Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	DH	6%
Maule	DH	6%
Biobío	DH	6%
La Araucanía	DH	6%
Los Ríos	SH	3%
Los Lagos	SH	3%
Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	SH	3%
Magallanes y de la Antártica Chilena	SH	3%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Informe del Estado del Medio Ambiente. Capítulo 8: Recursos Hídricos. Ministerio del Medio Ambiente, 2011.



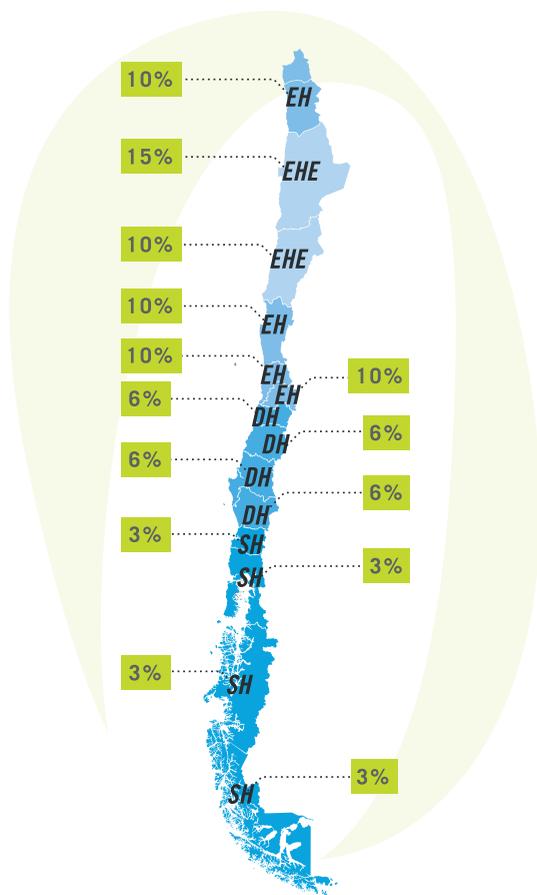


Ilustración N°3

c. Garantizar la calidad del agua:

Para garantizar la calidad del agua a lo largo del ciclo de vida del proyecto, se solicita el desarrollo de:

- Especificaciones técnicas y bases de licitación donde se indique lo siguiente:
 - A la empresa proveedora del suministro de agua potable (empresa sanitaria o servicios particulares), como la responsable de entregar agua con una calidad mínima según lo solicitado en la Norma Chilena Agua Potable (NCH AP) NCh409/1.
 - Además, se deberá incluir la mejora del agua potable provista, según estándares que se indican en Tabla 3.1.1. del Anexo 3.1., sumando los contaminantes no normados (por ejemplo: antibióticos, hormonas, Boro) o insuficientemente

Ilustración N°3:
Mínimo de abastecimiento complementario por zona hídrica

normados (por ejemplo dureza, As).

- En caso de no contar con empresa proveedora del suministro de agua potable se deberá verificar la calidad del agua solicitando un análisis de calidad de agua al servicio sanitario, o a un laboratorio independiente acreditando.
 - Se deberá cumplir con los niveles de calidad del agua recomendados en Anexo 3.1.
 - En caso de que los niveles de calidad del agua sean inferiores a los estándares recomendados se deberá especificar los tratamientos de agua correspondientes indicados en el Anexo 3.2.
- Especificar verificación de calidad del agua por medio de mediciones en tres etapas: previo inicio de obras, una vez recepcionada la obra y después de un año de operación.
- Ubicar el punto de entrada del suministro contemplando un fácil acceso y mantenimiento.
- Incluir en el sistema filtros que ayuden a garantizar la calidad del agua, según Tabla 3.2.1. del Anexo 3.2., con el fin de prevenir el daño a los artefactos y equipos en el sistema de agua de la vivienda.
- Incluir en el Plan de Mantenimiento y Operación, la programación de recambio para filtros de agua.
- Incluir en el Plan de Mantenimiento y Operación, un monitoreo al año de operación de calidad del agua para verificar cumplimiento de lo solicitado.

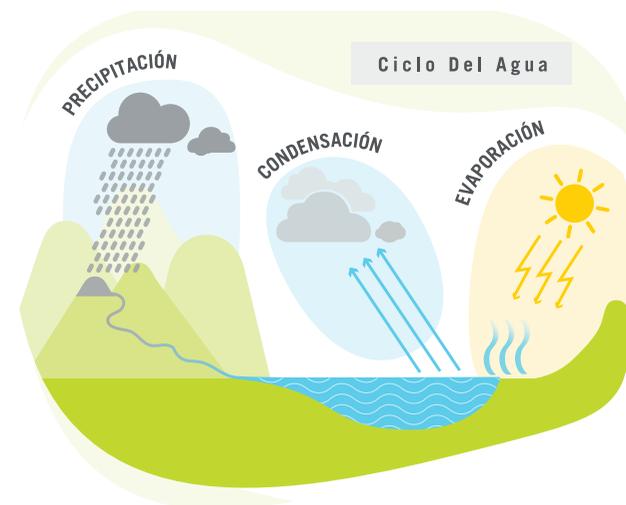


Ilustración N°4

Ilustración N°4:
Ciclo del agua

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

d. Verificar cumplimiento de lo solicitado en diseño

- Completar Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz “a”, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y deben presentarse los documentos que se indican en evidencia requerida.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán re entregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

e. Medición y monitoreo

- Cumplir con numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.
- Incluir en el Plan de Mantenimiento y Operación de la vivienda, según Anexo 5.4 el monitoreo de la calidad del agua.
- Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. “Manual del usuario de la vivienda”, que incluya difusión de medidas de gestión sostenibles para el agua en operación.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°3A, para verificar cumplimiento de directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos para las siguientes directrices:

a. Abastecimiento sustentable de agua potable:

- Certificado de Factibilidad Agua Potable, otorgado por el Servicio de Salud.
- En caso de proyectos nuevos: Certificado DGA que indique que la vivienda no se encuentra en zona declarada de agotamiento, de restricción o zonas de prohibición para la extracción de aguas.
- Para casos especiales se deberá presentar un estudio hidrológico de la zona, demostrando que es factible la construcción de viviendas en el área.
- Informe de cálculo de explotación sustentable del acuífero o documento que indique la capacidad de carga de la cuenca o el acuífero.
- Plano emplazamiento asentamiento a escala máxima 1:5.000.

- Plano emplazamiento de la vivienda a escala máxima 1:1.000.
- “Plan de características ecológicas del suelo” según el Anexo 5.2 del presente documento que incluya lo solicitado en la metodología.

b. Abastecimiento a partir de técnicas complementarias:

- Especificación técnica de sistema de abastecimiento de agua.
- Plano detalle de fuente de abastecimiento de agua
- Documentar factibilidad de extraer agua de la fuente propuesta, firmado por un profesional competente.
- Certificado de monitoreo de calidad del agua, según Evidencia Requerida de directriz “c” del presente numeral.

c. Garantizar la calidad del agua:

- Informe de un laboratorio externo que demuestre estándar de calidad de agua, previo inicio de obras, a la recepción final y después de un año de operación.
- Especificaciones técnicas de sistema de tratamiento de agua, en caso de que requiera.
- Certificado de la empresa distribuidora de agua que demuestre cumplimiento de Norma Chilena Agua Potable (NCH AP) NCh409/1 y del Anexo 3.1. del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de las directrices a y b del presente numeral, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos, en caso de que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente el cumplimiento de lo especificado en las directrices a, b, c y d del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Análisis laboratorio externo que demuestre estándar de calidad de agua, según Anexo 3.1.
 - Planos detalle as- built del proyecto sanitario, indicando los tipos de sistemas de abastecimiento complementario cuando corresponda y ubicación de sistemas de monitoreo.



- Certificado recepción de instalación por la autoridad competente.
 - Fichas técnicas de los sistemas y equipos abastecimiento de agua.
 - Informe favorable ITO sobre puesta en marcha de sistemas abastecimiento de agua, calidad, medición y monitoreo.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

e. Medición y monitoreo:

- Checklist N°3C, para verificar al año de operación, que se cumpla con los especificado en la etapa de diseño y recepcionado en obra, además se deberán adjuntar los siguientes documentos:
 - Verificar cumplimiento del numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”
 - Plan de Mantenimiento y Operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable y registro de ejecución de éste plan, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3, validado por el mandante.
 - Informe de monitoreo del consumo y calidad del agua al año de operación.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

• Según el Código de Aguas de 1981 y la enmienda de 2005, la asignación y el uso de los recursos hídricos se basan en un sistema de derechos negociables sobre el aprovechamiento privado de aguas, este sistema funciona desde 1989 a través de nueva institucionalidad para la modernización del sector con la separación de roles “productor” y “regulador” (SISS 2013), donde el Rol “productor” es para empresas de Sociedad Anónima, prestadoras del servicio, independientes y sujetas al marco regulatorio y a las normas de las sociedades anónimas. El Rol “regulador” se establece en la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS): siendo un organismo regulador con funciones normativas de regulación y fiscalización. Posteriormente en 1998 se fortalece la capacidad reguladora del Estado, con atribuciones de fiscalización y legislación.

Varias modificaciones propuestas al Código de Aguas, desde 2011 y en trámite parlamentario al momento de esta publicación solicitan que los nuevos derechos de aprovechamiento sean temporales (con una vigencia máxima de 30 años) y que no menoscaben la capacidad de recuperación de los sistemas de agua dulce.

NOTAS

- No aplica

DEFINICIONES

- **Zona estrés hídrico extremo:** Son las regiones que presentan una mayor demanda de agua que la disponible en la oferta. (sobre un 80%). Regiones de Antofagasta y Atacama.
- **Zona estrés hídrico:** Son las regiones que presentan una mayor demanda de agua que la disponible en la oferta. (menor a un 80%). Regiones de Arica Parinacota, Tarapacá, Coquimbo, Valparaíso y Región Metropolitana.
- **Zona disponibilidad:** Son las regiones que presentan una mayor oferta de agua respecto de su demanda. (menor a un 50%). Regiones de O'Higgins, Maule y Bío-Bío.
- **Zona superávit hídrico:** Son las regiones que presentan una mayor oferta de agua respecto de su demanda. (mayor a un 50%). Regiones La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén y Magallanes.
- **Fuente de agua o fuente de abastecimiento:** Lugar de producción natural de agua que puede ser de origen superficial (río, estero, lago o mar) o subterráneo (manantial o pozo), (SISS, 2016).
- **Laboratorio acreditado:** Laboratorio de ensayo al cual se le ha otorgado la acreditación, por parte del Instituto Nacional de Normalización (INN), (SISS, 2016).
- **Sistema de Abastecimiento de Agua Potable:** Conjunto de instalaciones, infraestructura, maquinarias y equipos utilizados para la captación, almacenamiento y conducción de agua cruda; tratamiento, almacenamiento y conducción de agua potable; redes de distribución, arranques de agua potable, incluyendo el medidor de consumo, grifos públicos u otras, que permiten abastecer de agua potable a un núcleo de población determinado, (SISS, 2016).

REFERENCIAS

- Banco Mundial, 2011. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Región para América Latina y el Caribe.
- ISO, 2014. Huella hídrica ISO 14046:2014. International Organization for Standardization.
- INN, 2015. Norma NCh 409 Agua potable - Parte 1: Requisitos. Instituto Nacional de Normalización.



- MMA, 2011. Informe del Estado del Medio Ambiente. Capítulo 8: Recursos Hídricos. Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en: http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_InformeEstadoMedioAmbiente_Completo_2011.pdf
- MOP, 2013, Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. Ministerio de Obras Públicas.
- RIDAA, 2003, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).
- SISS, 2016, Glosario Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Chile.

3.2. MINIMIZACIÓN DE CONSUMO DESDE EL DISEÑO

3.2.1. CONSUMO INTERNO DE AGUA

OBJETIVO

Promover el diseño y especificación de instalaciones y artefactos de bajo consumo de agua en el interior de las viviendas, junto con promover el hábito de reducción de consumo de agua potable total día de la vivienda de acuerdo con Zona Hídrica, llegando al 2050 a un consumo medio por habitante de 75 l/día.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar para construcciones nuevas, ampliaciones y alteraciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducir el consumo interno de agua potable de la vivienda:

- Cumplir metas de reducción de consumo de agua potable propuestas en las Tablas 3.4 y 3.5, del presente numeral, por medio de los requerimientos de eficiencia hídrica que se indican en la presente metodología.

TABLA 3.4: METAS DE REDUCCIÓN POR DÉCADA DE CONSUMO POR ZONA HÍDRICA

NOMENCLATURA	ZONA HÍDRICA	META POR DÉCADA DE DISMINUCIÓN
EHE	Estrés Hídrico Extremo	15%
EH	Estrés Hídrico	10%
DH	Disponibilidad Hídrica	10%
SH	Superávit Hídrico	10%
RM	RM	26%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del "Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos, Banco Mundial, 2011.



EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**b. Verificación de lo solicitado en la etapa de diseño:**

- Cumplir con numeral 3.4.1 “Plan de Gestión del agua durante la construcción” de la presente categoría.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**c. Monitoreo:**

- Cumplir con numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:**a. Reducir el consumo interno de agua potable de la vivienda:**

En etapas tempranas del proyecto, el equipo de trabajo desarrollará sistemas de agua potable acordes con las metas de reducción de consumo según la zona en que se ubique el sitio del proyecto y su nivel de estrés hídrico, según lo solicitado en las Tablas 3.4. y 3.5., del presente documento.

Para esto se solicita:

- Especificar artefactos eficientes según la Tabla 3.7 del presente numeral.
- Incorporar hábitos de uso eficiente del agua en el “Manual del Usuario de la Vivienda”, desarrollado según Anexo 1.3 del presente documento.
- Incorporar medidas que logren reducir las pérdidas de agua indeseadas en el “Plan de Mantenimiento y Operación”, desarrollado según el Anexo 5.4. de la Categoría 5, del presente documento.

I. CÁLCULO DE LÍNEA BASE Y CUMPLIMIENTO DE METAS POR ZONA HÍDRICA

Para calcular el consumo interno de la vivienda se debe:

- Primero calcular el consumo por artefactos al día (Ca), para lo que se debe multiplicar el “número de usos de cada artefacto por persona por día” (Tabla 3.6.) por los “consumos por artefacto” (Tablas 3.7). Este valor se debe multiplicar por el número de habitantes de la vivienda, según se indica en ecuación 3.1.
- Para establecer la comparación de los consumos totales se deberá calcular el consumo propuesto, a partir de los valores indicados en la columna “Eficiente” de la Tabla 3.7. o de valores entregados por el proveedor, adjuntando ficha técnica

correspondiente. El resultado de lo propuesto deberá ser comparado con los valores solicitados en la Tabla 3.5, tomando como referencia la línea base de consumos indicados en L/Hab./día.

TABLA 3.5: METAS DE REDUCCIÓN POR DÉCADAS SEGÚN ZONA HÍDRICA

REGIÓN	ZONA HÍDRICA	LÍNEA BASE DE CONSUMO (L/HAB/DÍA)	2020 (L/HAB/DÍA)	2030 (L/HAB/DÍA)	2040 (L/HAB/DÍA)	2050 (L/HAB/DÍA)
Arica y Parinacota	EH	118	106	96	86	77
Tarapacá	EH	118	106	96	86	77
Antofagasta	EHE	121	103	87	74	63
Atacama	EHE	123	105	89	76	64
Coquimbo	EH	123	111	100	90	81
Valparaíso	EH	140	126	113	102	92
Metropolitana	EH	264	195	145	107	79
Libertador Gral. Bernardo O'Higgins	DH	117	105	95	85	77
Maule	DH	119	107	96	87	78
Biobío	DH	117	105	95	85	77
La Araucanía	DH	128	115	104	93	84
Los Ríos	SH	112	101	91	82	73
Los Lagos	SH	101	91	82	74	66
Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	SH	95	86	77	69	62
Magallanes y de la Antártica Chilena	SH	131	118	106	95	86
Vivienda Social	-	70				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2009. Estudio “Consumo de agua potable 2007-2008”



Para esto se deberán utilizar los siguientes parámetros de uso diario por habitante y consumos por artefactos.

II. USOS PERSONA/ DÍA

- La cantidad de usos de cada artefacto por día por persona, deberán ser calculados a partir de la Tabla 3.6:

TABLA 3.6: NÚMERO DE USOS DE ARTEFACTOS POR PERSONA POR DÍA

ARTEFACTO	N° DE USOS POR PERSONA
Inodoro ¹	5
Lavatorio	5
Duchas	1
Lavaplatos cocina	4
Lavadora	0,3
Lava vajillas	0,4

Fuente: GEA Verde 2015.

III. USO DE ARTEFACTOS EFICIENTES

- Los artefactos componentes, equipos y sistemas utilizados en las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado de todo inmueble, deberán estar autorizados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), conforme a las disposiciones del párrafo II, artículos 41° al 46° del D.S. 50/2002 del MOP, (RIDAA).
- A continuación, se entregan valores de referencia de consumos de artefactos tradicionales y eficientes para ser usados en los cálculos anteriormente descritos, En caso de que el producto no cuente con esta información.

TABLA 3.7: CONSUMOS Y CAUDALES DE REFERENCIA POR ARTEFACTO

ARTEFACTO	REFERENCIA RIDAA	EFICIENTE	UNIDAD
Inodoro	10	3 a 6	l/ uso
Lavatorio	8	4 a 6	l/min
Duchas	10	4	l/min
Lavaplatos cocina	12	8	l/min
Lavavajillas	15	10	l/kg
Lavadora	20		l/kg
Llave de riego 13 mm	20	6 a 8	l/min
Llave de riego 19 mm	50		l/min

Fuente: Anexo RIDAA 2003, Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS, 2009 y Consumos y caudales de referencia por artefacto de los TDRe, MOP.

ECUACIÓN 3.1: CÁLCULO DE CONSUMO INTERNO

$$C_i = N^{\circ} \text{ hab} \times \Sigma(C_a)$$

Donde:

N° hab.: Número de habitantes

Ca: Consumo de artefactos

IV. ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA DE CONSUMO INTERNO A PARTIR DE REUTILIZACIÓN

- Para complementar lo solicitado anteriormente con sistemas de reutilización de

1 En caso de inodoros de doble descarga, se considera una descarga larga y cuatro cortas.





Ilustración N°5

Ilustración N°5:
Infografía de los consumos de agua potable con artefactos tradicionales y con artefactos eficientes.

agua, se deberán desarrollar estrategias y documentación técnica según lo solicitado en el numeral 3.3.1 del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Verificación de lo solicitado en la etapa de diseño

- Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz “a”, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos En caso de que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente el cumplimiento de lo especificado en la directriz del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Planos detalle as built del proyecto.
 - Certificado recepción instalación sanitaria según la autoridad competente
 - Fichas técnicas de los equipos.
 - Informe favorable ITO Puesta en marcha de sistemas abastecimiento de agua, calidad, medición y monitoreo.

- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán re entregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

c. Monitoreo:

- Completar el Checklist N°3C, para verificar al año de operación que los sistemas de abastecimiento de agua potable operen de acuerdo con lo proyectado y recepcionado. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante, además se debe contar con los documentos que se indican en evidencia requerida.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducir el consumo interno de agua potable de la vivienda:

- Checklist N°3A, para verificar cumplimiento de directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes



documentos para las siguientes directrices:

- Especificaciones técnicas de los artefactos y elementos de eficiencia hídrica
- Informe memoria de cálculo de proyecto indicando % de ahorro respecto de artefacto tradicional (línea base).
- Ficha técnica de los artefactos.
- Certificado de la SSIS, indicando calidad y eficiencia de los artefactos.
- Plano de proyecto sanitario con el detalle de los artefactos propuestos.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Verificación de lo solicitado en la etapa de diseño:

- Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz “a”, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos En caso de que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente el cumplimiento de lo especificado en la directriz del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Planos del proyecto as-built.
 - Certificado recepción instalación sanitaria según la autoridad competente
 - Fichas técnicas de los equipos.
 - Informe favorable ITO sobre puesta en marcha de sistemas abastecimiento de agua, calidad, medición y monitoreo.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

c. Monitoreo:

- Checklist N°3C, para verificar al año de operación, que los sistemas de abastecimiento de agua potable operen de acuerdo con lo proyectado y recepcionado.
 - Control sobre mantención periódica de los sistemas propuestos, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3.
 - Verificar el cumplimiento del numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.

- Verificación de existencia del “Manual del usuario de la vivienda” (numeral 1.3.1.).
- Informe anual de monitoreo del consumo agua.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento, en Chile se utilizan la Nch 407, 2005, sobre artefactos sanitarios de loza vítrea y los datos entregados por el anexo RIDAA. Que establecen consumos básicos para el cálculo de la capacidad instalada requerida y materialidades.

NOTAS

- No aplica

DEFINICIONES

- No aplica

REFERENCIAS

- Banco Mundial, 2011. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Región para América Latina y el Caribe.
- GBC Chile, 2011. Ahorro en el uso del agua. Green Building Council Chile.
- GBCE, 2015. Guía del Evaluador Acreditado VERDE. GEA Verde. NE Unifamiliar –Recursos naturales. Green Building Council España.
- MMA, 2011. Informe del Estado del Medio Ambiente. Capítulo 8: Recursos Hídricos. Ministerio del Medio Ambiente. Chile.
- SISS, 2003. 2003, Anexo RIDAA, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Chile.
- SISS, 2009. Estudio “Consumo de agua potable 2007-2008”. Disponible en: http://www.siss.gob.cl/577/articles-7663_recurso_5.pdf. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Chile.



3.2.2. CONSUMO EXTERNO DE AGUA

OBJETIVO

Reducir el uso de agua potable para irrigación de jardines de acuerdo con la realidad hídrica de las diferentes zonas de Chile.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar para construcciones nuevas, ampliaciones y alteraciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducción consumo externo de agua

- Diseñar las áreas verdes de las viviendas o condominios de acuerdo con la realidad hídrica de la zona de Chile en que se ubica el proyecto, de manera de cumplir con las metas establecidas en la Tabla 3.8, de la presente metodología.

TABLA 3.8.: METAS DE REDUCCIÓN DE CONSUMO EXTERNO DE AGUA

METAS DE DISMINUCIÓN POR ZONA HÍDRICA			
ZONA DE ESTRÉS HÍDRICO EXTREMO	ZONA DE ESTRÉS HÍDRICO	ZONA DE DISPONIBILIDAD HÍDRICA	ZONA DE SUPERÁVIT HÍDRICO
-80%	-50%	-25%	-10%

Fuente: Elaboración propia.

b. Especificar sistemas de irrigación eficientes:

- Especificar un sistema de irrigación que asegure una reducción de consumo de agua potable para riego de jardines, según se indica en metodología.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Fortalecer la inspección de obras sobre las partidas vinculadas al cumplimiento de las directrices “a” y “b” del presente numeral.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

e. Monitoreo:

- Cumplir con numeral 3.5.1. “Sistemas de Medición y Monitoreo del Agua”.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducción consumo externo de agua

- Se deberán diseñar áreas verdes exteriores que cumplan con las metas de consumo externo de agua establecidos en la Tabla 3.8., de la siguiente metodología.
- La cantidad necesaria de agua de riego dependerá del tipo de vegetación seleccionada para el jardín, junto con la cantidad de agua que se pierde por Evapotranspiración (ETL). Conociendo las características de humedad del suelo local, la eficiencia del sistema de riego y la ETL estimada para el jardín, se puede desarrollar un plan efectivo de riego.

Para demostrar el cumplimiento de esta meta se deberá llevar a cabo el siguiente procedimiento:

I. Especificación de especies acordes a la realidad hídrica de la zona a intervenir.

1. Identificar la zona hídrica y climática del sitio del proyecto, a partir de su ubicación geográfica y de la información indicada en la Tabla 3.9. del presente numeral.
2. Identificar el Factor de Especie que se requiere para la zona hídrica a intervenir, según lo establecido por la Tabla 3.9. del presente numeral.
3. Una vez identificada la zona hídrica y el factor de especie, se debe diseñar el jardín, utilizando árboles, arbustos y césped, a partir de la información entregada en la Tabla 3.3.1 del Anexo 3.3.



4. Para especies que no se encuentren en el listado se deberá entregar información técnica que demuestre que cumple con el “Factor de Especie” solicitado para la Zona Climática e Hídrica intervenir en Tabla 3.3.1 del Anexo 3.3. y en la Tabla 3.10. del presente numeral.

TABLA 3.9.: RELACIÓN ENTRE ZONA HÍDRICA CON ZONA CLIMÁTICA Y CON EL FACTOR DE ESPECIE REQUERIDO PARA EL DISEÑO DE UN JARDÍN.

REGIÓN	ZONA CLIMÁTICA (NCH 1079 OF.2008)	ZONA HÍDRICA	FACTOR DE ESPECIE
Arica y Parinacota	NL, ND, A	EH	Bajo
Tarapacá	NL, ND, A	EH	Bajo
Antofagasta	NL, ND, A	EHE	Bajo
Atacama	NL, ND, A	EHE	Bajo
Coquimbo	NL, NVT, A	EH	Bajo
Valparaíso	CL, CI, A	EH	Bajo
Metropolitana	CI, A	EH	Bajo
Libertador Gral. Bernardo O’Higgins	CL, CI, A	DH	Medio
Maule	CL, CI, A	DH	Medio
Biobío	SL, SI, A	DH	Medio
La Araucanía	SL, SI, A	DH	Medio
Los Ríos	SL, SI, A	SH	Alto
Los Lagos	SL, SI, SE, A	SH	Alto
Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo	SE	SH	Alto
Magallanes y de la Antártica Chilena	SE	SH	Alto

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Formulación Sello Eficiencia Hídrica en el Paisaje, Observatorio Ciudades UC 2009. Primer Informe Jardines (Clark,1991).

II. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE JARDÍN O PAISAJISMO (KL):

• Tal como se señala anteriormente para calcular el consumo de agua requerido para la irrigación del jardín propuesto, se deberá conocer la Evapotranspiración (ETL) del jardín, entre otros factores, para obtener este valor, en primer lugar, se debe calcular el Coeficiente de Paisajismo (KL).

• El Coeficiente de Paisajismo es una constante utilizada para calcular la tasa de evapotranspiración y sirve para cuantificar las necesidades de agua que permitan mantener la vegetación proyectada para la zona ajardinada, según la zona climática o hídrica en donde está emplazada. Para calcular el KL se debe tomar en cuenta los

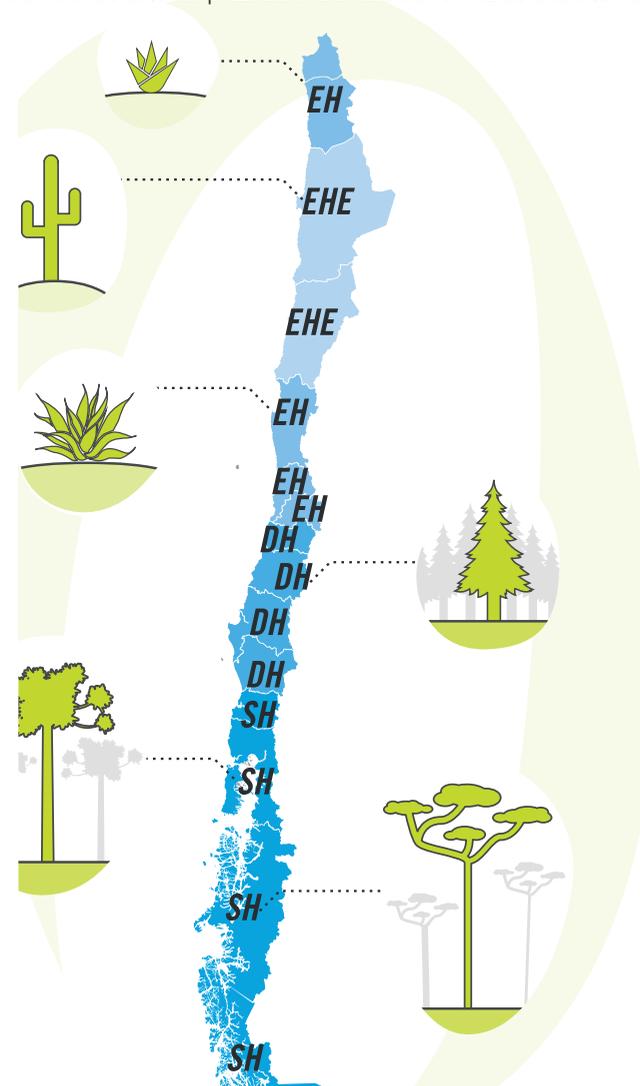


Ilustración N°6

Ilustración N°6:
Esquema representativo de tipos flora según zona hídrica

siguientes tres factores; el factor de especies, el factor de densidad, y el factor de microclima de la zona. Estos factores se encuentran indicados en la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 3.2: CÁLCULO DE COEFICIENTE DE JARDÍN (KL):

$$KL = Ks \times Kd \times Kmc$$

Donde:

Ks: Factor de Especie (Tablas 3.10 y 3.11)

Kd: Factor de Densidad (Tablas 3.12 y 3.13)

Kmc: Factor de Microclima (Tablas 3.14 y 3.15)

El presente cálculo se encuentra integrado en la Tabla 3.4.2. del Anexo 3.4, del presente documento.

A continuación, se detallan los datos de entrada para el cálculo del Coeficiente de Jardín.

a. Factor de Especie:

TABLA 3.10.: DESCRIPCIÓN DE TIPOS DE FACTOR DE ESPECIES

FACTOR ESPECIE (KS)	
Alto	Especies con altas necesidades de agua
Medio	Especies con necesidades de agua medias
Bajo	Especies con bajas necesidades de agua

Fuente: (Clark et al., 1991).

TABLA 3.11.: FACTOR DE ESPECIE (KS), POR TIPO DE PLANTA.

TIPO VEGETACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO
Árboles	0,9	0,5	0,2
Arbustos, trepadoras y crasas	0,7	0,5	0,2
Gramíneas	0,3	0,6	0,8
Cactáceas	0,2	0,5	0,7
Tapizantes, Cubresuelos y Herbáceas	0,7	0,5	0,2
Plantación Mixta	0,9	0,5	0,2
Césped	0,8	0,7	0,6

Fuente: (Clark et al., 1991).

b. Factor de Densidad:

TABLA 3.12.: DESCRIPCIÓN DE TIPOS DE FACTORES DE DENSIDAD

FACTOR DENSIDAD (KD)	
Alto	Plantaciones de varios niveles con densidad alta (cobertura completa en algún nivel).
Medio	Plantaciones con: <ul style="list-style-type: none"> • un solo nivel de densidad de árboles con cobertura superior al 70%; • un solo nivel de arbustos o tapizantes con cobertura mayor al 90%.
Bajo	Plantaciones con: <ul style="list-style-type: none"> • un solo nivel de densidad de árboles con cobertura inferior al 70%, • un solo nivel de arbustos o tapizantes con cobertura inferior al 90 % o • un jardín con más de un nivel con muy baja densidad.

Fuente: (Clark et al., 1991).

TABLA 3.13.: FACTOR DE DENSIDAD (KD) SEGÚN TIPO DE PLANTA

TIPO VEGETACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO
Árboles	1,3	1	0,5
Arbustos, trepadoras y crasas	1,1	1	0,5
Gramíneas	0,5	1	1,1
Cactáceas	0,5	1	1,1
Tapizantes, Cubresuelos y Herbáceas	1,1	1	0,5
Plantación Mixta	1,1	1,1	0,5
Césped	1	1	0,6

Fuente: (Clark et al., 1991).



c. Factor de Microclima:

TABLA 3.14: DESCRIPCIÓN DE TIPOS DE FACTORES DE MICROCLIMA

FACTOR MICROCLIMA (KMC)	
Alto	Influencia de fuentes de calor externo (vehículos, edificios o elevado uso de pavimentos)
Medio	Campo abierto, grandes jardines con poco pavimento
Bajo	Jardines protegidos y en entornos poco urbanizados

Fuente: (Clark et al., 1991).

TABLA 3.15.: FACTOR DE MICROCLIMA (KMC)

TIPO VEGETACIÓN	ALTO	MEDIO	BAJO
Árboles	1,4	1	0,5
Arbustos, trepadoras y crasas	1,3	1	0,5
Gramíneas	0,5	1	1,3
Cactáceas	0,5	1	1,3
Tapizantes, Cubresuelos y Herbáceas	1,2	1	0,5
Plantación Mixta	1,4	1	0,5
Césped	1,2	1	0,8

Fuente: (Clark et al., 1991).

III. CALCULAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN ANUAL (ETL) DE CADA SECTOR DEL PROYECTO

Para calcular la ETL se debe cuantificar la pérdida de agua desde el suelo, a partir del producto entre la Evapotranspiración local del mes más caluroso (ETO) y el Coeficiente de Paisajismo de cada sector del proyecto (KL), anteriormente calculado, a partir de la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 3.3: EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL PROYECTO (ETL):

$$ETL \text{ (mm/año)} = ETO(\text{mm}) * KL$$

Donde:

ETO (mm): Evapotranspiración local en el mes más caluroso (Tabla N° 3.5.1. del Anexo 3.5)

KL: Coeficiente de Paisajismo.

El presente cálculo se encuentra integrado en la Tabla 3.4.2. en el Anexo 3.4, del presente documento.

En caso de utilizar una ETO distinta a la Tabla N° 3.5., se deberá utilizar la información publicada por la Comisión Nacional de Riego (CNR).

IV. CALCULAR LA NECESIDAD ANUAL DE RIEGO PARA JARDÍN (NA):

Para calcular la Necesidad Anual de Agua del Jardín (Na), se debe multiplicar la Evapotranspiración del proyecto (ETL) por el Factor de Precipitación Efectiva P(e) de cada mes y luego se deben sumar todas las Necesidades Mensuales (Nm) de Riego, como se indica en la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 3.4: CÁLCULO DE LA NECESIDAD MENSUAL DE AGUA DEL JARDÍN (NM):

$$Nm = (ETL \text{ (mm/año)} \times P(e) \text{ (mm/mes)})$$

Donde:

ETL: Evapotranspiración del proyecto (mm/año).

P(e): Factor de precipitación efectiva anual de la zona (Tabla 3.17).

ECUACIÓN 3.5: CÁLCULO DE LA NECESIDAD ANUAL DE AGUA DEL JARDÍN (NA):

$$Na = \sum Nm$$

Debido a que la **Necesidad Anual de Riego (Na)** es igual a la sumatoria de las necesidades mensuales, se debe considerar solo los resultados positivos.

El presente cálculo se encuentra integrado en la Tabla 3.4.2. del Anexo 3.4, del presente documento.



d. Factor de Precipitación Efectiva (Pe):

A continuación, se detallan los factores de precipitación efectiva que se deben considerar según la zona hídrica donde se está trabajando.

TABLA 3.16.: FACTOR DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA POR ZONA HÍDRICA

FACTOR DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE)	ESTRÉS HÍDRICO EXTREMO	ESTRÉS HÍDRICO	DISPONIBILIDAD HÍDRICA	SUPERÁVIT HÍDRICO
	0,6	0,6	0,8	0,8

Fuente: (FAO, 1978) y (UC 2009)

$P(e) = 0,8P$, Si: $P_a >$ de 75 mm/mes
y

$P(e) = 0,6P$, Si: $P_a <$ de 75 mm/mes

Donde:

P_a : Precipitación mensual (mm/mes)

Para obtener el valor específico de precipitación mensual local se deberá ingresar a la información publicada por DGA en el Link: <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>

En caso de utilizar un P(e) distinto a lo indicado se deberá entrega un informe de cálculo elaborado por un profesional competente.

V. CÁLCULO DE NECESIDADES FINALES DE AGUA (NF):

Para calcular las Necesidades Finales de agua (NF), para la zona ajardinada, se debe dividir la necesidad anual de agua del jardín (Na) por la Eficiencia del Sistema de Riego (EA) proyectado, según la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 3.6: CÁLCULO DE NECESIDAD FINAL DE AGUA PARA RIEGO (NF):

$$NF = N / EA$$

Donde:

N: Necesidad Anual de Agua para riego del proyecto (Na)

EA: Eficiencia de sistema de riego (Tabla 3.18)

TABLA 3.17.: FACTOR DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE RIEGO (EA)

SISTEMA DE RIEGO	FACTOR DE EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO (EA)
Riego por manguera	0,5
Aspersión (regador de impacto)	0,75
Aspersión (boquilla fija y rotores)	0,8
Aspersión (rotores MP rotador)	0,85
Microjet y micro-aspersores	0,85
Goteo	0,9

Fuente: (IC, 2014)

El presente cálculo se encuentra integrado en la Tabla 3.4.2. del Anexo 3.4, del presente documento.

VI. CÁLCULO DEL CONSUMO DE AGUA PARA RIEGO (CAR):

Para calcular el consumo de agua para riego (Car) en m³/año, se debe sumar el resultado de la multiplicación de cada una de las Necesidades Finales de Agua (NF) del jardín, por el porcentaje de superficie que ocupa (SC) cada especie sobre el jardín total, según la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 3.7: CÁLCULO DEL CONSUMO DE AGUA PARA RIEGO:

$$Car \text{ m}^3/\text{año} = \sum (NF \times SC)$$

Donde:

NF: Necesidad Final de Agua

SC: Porcentaje de superficie ocupadas por las especies sobre el jardín total*

*en el caso de los árboles, se considerará la superficie de la copa de los árboles.

El presente cálculo se encuentra integrado en la Tabla 3.4.2. del Anexo 3.4, del presente documento.

Se deberá especificar en etapa de diseño.



VII. VERIFICACIÓN META DE REDUCCIÓN POR ZONA HÍDRICA

- Para diseñar un jardín que cumpla con la meta de Eficiencia Hídrica indicada en la Tabla 3.8 del presente numeral, se deberá comparar el resultado del Car del diseño propuesto con el Car del proyecto de referencia o línea base.
- Se deberá considerar como valor de referencia o línea base para el consumo de agua para irrigación, el valor indicado en la tabla 3.18.

TABLA 3.18.: VALOR DE REFERENCIA DE PARA IRRIGACIÓN

LÍNEA BASE DE CONSUMO PARA IRRIGACIÓN (L* DÍA/M2)

4,2

b. Especificar sistemas de irrigación eficientes:

- Especificar un sistema de irrigación eficiente a partir de los sistemas recomendados en la Tablas 3.17 y 3.19 del presente numeral y

TABLA 3.19: SISTEMAS DE IRRIGACIÓN Y SU EFICIENCIA

TIPO DE IRRIGACIÓN	ELEMENTOS	EFICIENCIA	AUTOMATIZABLE
Inundación manual	Canales de agua o surcos	40-50%	No
Aspersión manual	Manguera	50-80%	No
Automatizado por aspersión	Activación manual o programada, aspersores, micro-aspersores o distribuidores	75-80%	Si
Automatizado por goteo	Activación manual o programada, distribuidores, goteros o batería sistema de filtrado	90%	Si

Fuente: Clark J.R, Costello R.L., Mayheny N.P. 1991

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°3B, para verificar la calidad de la construcción en cuanto a lo requerido en etapa de diseño.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz. Ésta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con las fechas en las que fueron tomadas. La Bitácora debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante en el libro de obras. El fin de la bitácora es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para el cumplimiento de los estándares constructivos.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°3C, para verificar que las instalaciones se mantienen en las mismas condiciones que cuando fueron recepcionadas.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.
- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento. Donde se detallan ciertos cuidados con respecto al proyecto paisajístico y al sistema de riego.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N° 3a, para verificar cumplimiento de directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante, y debe contar con los siguientes documentos para las siguientes directrices:

a. Diseñar áreas verdes con requerimiento hídrico acorde a la realidad hídrica:

- Informe que contenga los siguientes antecedentes, según corresponda.
 - Planos de proyecto de paisajismo zonificado.
 - Planos detalle paisajismo y especies.



- Especificación de especies recomendadas, según la presente metodología.
- Informe memoria cálculo del proyecto de paisajismo, que incluya lo solicitado en Anexo 3.4.

b. Especificar sistemas de irrigación eficientes:

- Planos de proyecto de riego zonificado irrigación eficiente.
- Planos detalle sistema de irrigación eficiente.
- Informe de memoria de cálculo del proyecto irrigación eficiente, que incluya lo solicitado en Anexo 3.4.
- Especificaciones técnicas de sistema de irrigación eficiente.
- Fichas técnicas de los sistemas de irrigación propuestos.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de Diseño:

- Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz “a” y “b”, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante.
- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente el cumplimiento de lo especificado en las directrices del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- Planos as-built del proyecto de paisajismo
- Planos as-built del sistema de riego.
- Informe favorable de la ITO sobre recepción del proyecto paisajístico y del sistema de riego.
- Facturas y Guías de despacho de los sistemas instalados.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°3C, para verificar al año de operación, que los sistemas de irrigación y el paisajismo del proyecto operen de acuerdo con lo proyectado y recepcionado.
- Incorporar control sobre mantenimiento periódica del proyecto paisajístico y del

sistema de riego, en el Plan de Mantenimiento y Operación, según se indica en metodología

- Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, considerando lo indicado en metodología.

e. Monitoreo:

- Cumplir con numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.
- Informe anual sobre el monitoreo del consumo de agua para exteriores.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento, Las principales normas legales vigentes en el país en materia de recursos hídricos y consumo externo de agua, están vinculados al riego solicitado por la agricultura, sin existir regulación sobre uso cantidad de agua utilizada para irrigación de espacios exteriores de edificios residenciales.

NOTAS

- Otras medidas que colaboran a la reducción del uso de agua potable para jardines se puede lograr mediante utilizar material orgánico alrededor de las plantas para mejorar la capacidad de la tierra de contener el agua y reducir la evapotranspiración.
- Los sistemas de irrigación automatizados deben tener un sistema de irrigación por goteo en el subsuelo e incluir sensores de humedad de la tierra.
- El control de irrigación debe estar zonificado para permitir la irrigación variable en distintas partes del jardín.
- También se puede instalar un sensor de lluvia (que previene la irrigación automática de plantaciones durante periodos de lluvia).



DEFINICIONES

- **Jardín:** Área que requiere de irrigación, que generalmente se encuentra en un espacio exterior, pero puede ser también un atrio interior. Este espacio puede ser privado o comunitario (Clark J.R, Costello R.L., Mayheny N.P. 1991).
- **Coefficiente de paisajismo o de jardín (KL):** es una constante utilizada para calcular la tasa de evapotranspiración y para calcularlo se deben considerar el factor de las especies, el factor de densidad, y el factor microclima de la zona. (USGBC, 2016)
- **Precipitaciones efectivas:** Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizada para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; quedan por tanto excluidas la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo (FAO, 1978).
- **Factor de densidad (kd):** es un coeficiente para calcular el coeficiente de paisaje. Se modifica la tasa de evapotranspiración para reflejar el uso de agua de una planta o grupo de plantas, particularmente con referencia a la densidad del material de la planta (USGBC, 2016).

REFERENCIAS

- Clark, 1999. Estimating Water Requirements of landscape plantings. The landscape coefficient method. Traducido: Bures. S. Revista Horticultura 180, 120-127. 1995.
- MOP, 2009. Formulación Sello de Eficiencia Hídrica. Primer Informe Jardines Observatorio Ciudades UC. Disponible en <http://documentos.dga.cl/OTR5401.pdf>, Dirección General de Agua, Ministerio de Obras Públicas Chile.
- MOP, 2009. Formulación Sello de Eficiencia Hídrica. Informe Final. Observatorio Ciudades UC. Disponible en <http://documentos.dga.cl/OTR5402.pdf>, Dirección General de Agua, Ministerio de Obras Públicas Chile.
- FAO 1978. Irrigation and Drainage Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- GBC Chile, 2011. Documento de análisis LEED, Ahorro en el uso de 108, 0 agua, Santiago Chile.
- GBCE, 2015. GEA Verde 2015, Guía del Evaluador Acreditado VERDE NE Unifamiliar –Recursos naturales.
- IC, 2014. Anexo 19. Sistema de Certificación de Edificios Sustentables. Instituto de la Construcción. Chile.

- UC, 2009. Formulación Sello Eficiencia Hídrica en el Paisaje, Observatorio Ciudades. Universidad Católica de Chile.
- USGBC, 2016. Glosario. LEED user. US Green Building Council. Disponible en: <http://www.leeduser.com/glossary/term/4860>.



3.3. ESTRATEGIAS DE REUTILIZACIÓN

3.3.1. ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA

OBJETIVO

Fomentar estrategias y soluciones que permitan reducir el consumo interno y externo de la vivienda, implementando sistemas de captación de aguas lluvias y tratamientos agua residual utilizada en la etapa de operación de la vivienda.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar para construcciones nuevas, ampliaciones y alteraciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Implementar al menos un sistema de reutilización de agua:

- En la etapa de diseño implementar al menos un sistema de reutilización de aguas según lo solicitado en la metodología.

b. Monitoreo:

- Cumplir con numeral 3.5.1. “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

METODOLOGÍA

a. Implementar al menos un sistema de reutilización de agua:

El equipo de diseño deberá incluir estrategias y soluciones según se indica en la metodología:

1. Medidas generales

1.1. Separar redes de abastecimiento de agua potable para consumo humano y otros usos:

- Diseñar un sistema domiciliario que separe la red destinada a abastecimiento de agua potable para consumo humano, de la red de agua no potable destinada a otros usos (inodoro, procesos y riego). Con el objetivo de implementar sistemas de reutilización de aguas grises para abastecimiento de usos no potables.

1.2. Separar salida de aguas residuales para su reutilización:

- Diseñar sistemas de alcantarillado separados que permitan la reutilización de aguas grises o negras, según el uso requerido y el tratamiento adecuado para este.

2. Sistemas de tratamiento de Aguas Grises:

Estos sistemas transforman el agua procedente de bañeras, lavamanos, lavaplatos, lavavajillas o lavadoras en agua limpia y completamente higiénica que, sin embargo, no recibe el estatus de agua potable, pero que puede utilizarse en multitud de usos cotidianos en los que no sea imprescindible la aplicación de agua potable.

- Las aguas grises se podrán reutilizar para sistemas de irrigación sub superficial y otros usos no potables, en la medida que la entidad sanitaria local lo autorice.
- Se puede encontrar en Anexo 3.6. la descripción general de los sistemas y el listado de alguno de ellos.
- Cualquier sistema de reutilización de aguas grises que cumpla con este documento, también deberá cumplir con la futura regulación y aprobación por parte de la autoridad sanitaria.
- Las tuberías de aguas grises deberán diferenciarse claramente de las tuberías de agua potable, de aguas servidas, y de los demás sistemas de tuberías.
- Se deberá identificar la grifería y los elementos del sistema de riego u otro elemento de repartición o distribución de agua tratada, cuando estén a la vista, para alertar y evitar infecciones o enfermedades.
- Especificar sistemas de reutilización de aguas grises, según Anexo 3.6.



- Se recomienda utilizar como documento de consulta la “Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Reutilización de Aguas Grises en el Sector Gastronómico y de Alojamiento Turístico” indicada en Referencias.
- Para diseñar el sistema es fundamental conocer la capacidad necesaria del depósito para retener por al menos 24 horas el volumen diario de agua generado. Se debe calcular su tamaño en función del número de usuarios de las instalaciones, para llegar a un equilibrio entre el espacio utilizado y la capacidad del mismo. El sistema es utilizable en caudales que pueden ir desde los 300 L/día (CPL, 2012).



Ilustración N°7

Ilustración N°7:
Esquema de Sistema de Aguas Lluvias

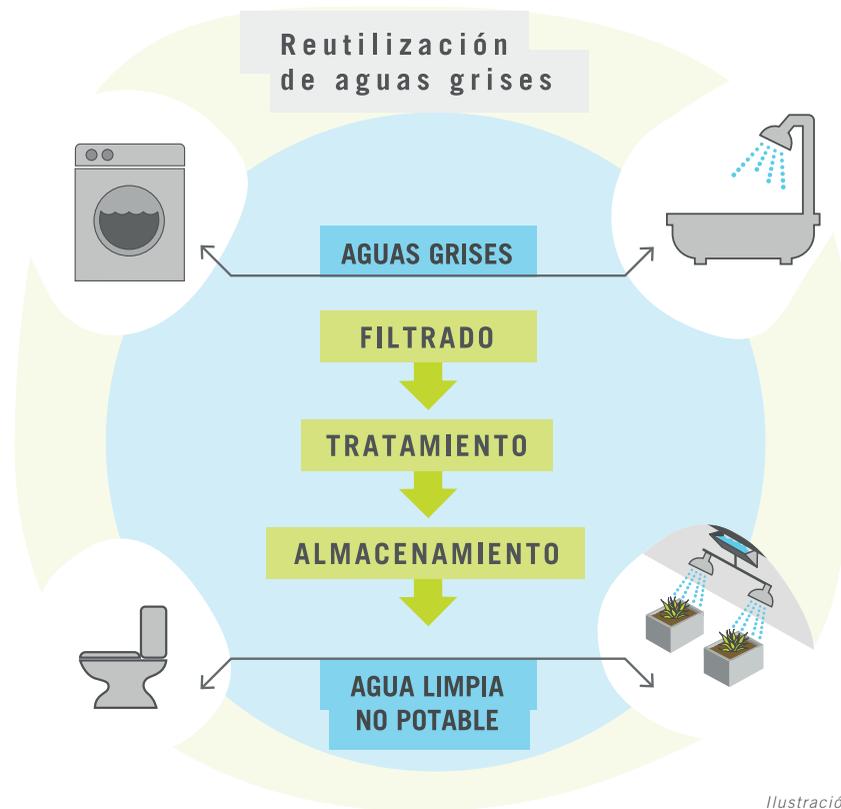


Ilustración N°8

3. Sistemas de tratamiento de Aguas Servidas o Negras:

- Las aguas negras, son aguas residuales domésticas contaminadas con contenido fecal u orgánico que también se las denomina aguas Residuales, aguas Servidas o Aguas Cloacales.
- A escala domiciliaria los sistemas de tratamiento para aguas negras, más utilizados son los métodos biológicos.
- **Métodos biológicos para detección y monitoreo de contaminantes en aguas servidas:** Existen diferentes métodos de tratamiento biológico. Los más conocidos son los lechos bacterianos y los lodos activados. En ambos tipos de tratamiento, se emplean

Ilustración N°8:
Esquema de Sistema de Aguas Grises (CPL, 2012).



cultivos biológicos para conseguir una descomposición aeróbica y oxidación de la materia orgánica, pasando a compuestos más estables.

- A continuación, se nombran algunos de los sistemas:
 - Lechos bacterianos
 - Lodos activados
 - Cultivos de algas,
 - Biofiltros
- El sistema de tratamiento de aguas negras a escala domiciliaria más masificado en Chile es el Sistema Tohá. Éste es un sistema de biofiltro, basado en la tecnología del lombrifiltro, que por sus características ecológicas tiene alta eficiencia en la remoción de materia orgánica y organismos patógenos.
- En forma complementaria a los sistemas anteriormente mencionados se deben incorporar métodos de desinfección para aguas residuales tales como:
 - Radiación ultravioleta (UV);
 - Ozono y
 - Cloro (menos recomendado, revisar Notas)
- Todos los sistemas de Tratamiento de Aguas Negras mencionados están descritos en el Anexo 3.6. del presente documento.
- En aquellos lugares que no cuenten con factibilidad y/o red de alcantarillado, se debe diseñar un sistema de tratamiento de aguas servidas domiciliarias, cumpliendo con la normativa vigente o instalando baños secos (ver notas).
- Los sistemas particulares de aguas servidas, que operan fuera de las áreas operacionales de las empresas sanitarias, deben contar con aprobación de proyecto y autorización de funcionamiento de la Autoridad Sanitaria regional.

4. Baños Secos:

- “Baño seco” es un nombre genérico utilizado para describir varios tipos de baños en los que coinciden dos características:
 - Funcionan sin agua y no tienen conexión a la red de aguas residuales.
 - Son también llamados “baños composteros” o “dry toilet”.
- Se recomienda para zonas con poca disponibilidad de agua, o donde el agua del subsuelo sube a menos de 3 metros de la superficie del suelo.
- Existen diferentes tecnologías, sin embargo, se recomiendan soluciones herméticas que no contaminen los suelos ni napas subterráneas. Donde exista la posibilidad de retirar las fecas convertidas en lodos.

- Se recomienda que cuenten como mínimo con extracción de aire para secar las fecas, captación solar para secar la materia orgánica.
- Para mayor información revisar anexo 3.6. del presente documento.

5. Recolección de Aguas Lluvias

- Para calcular la capacidad óptima del depósito del sistema de recolección de aguas lluvias, para uso externo/interno, se deberá utilizar la Tabla 3.5.2. “Cálculo de volumen para el estanque de acumulación” del Anexo 3.5. A continuación se describen los datos de entrada para el cálculo y el procedimiento de cálculo para dimensionamiento del sistema.

5.1. Calcular el tamaño de la Superficie de Recogida (A) en m²:

Esta equivale a la superficie de recogida de las aguas pluviales independientemente de la forma y la inclinación.

5.2. Conocer la Precipitación media local anual (Pa) en mm:

- Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, o idealmente de los últimos 15 años.
- Para obtener el dato específico a nivel local se deberá ingresar a la información publicada por la Dirección General de Aguas de Chile (DGA) en el Link: <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>.

5.3. Calcular el Rendimiento Anual de Agua Pluvial (LRA) en litros:

- Este valor se obtiene al multiplicar la suma del producto entre las Superficies de Recogida (A) y su correspondiente Coeficiente de Rendimiento(e) por la Media Anual de Precipitación en mm (Pa) y por el Grado de Efectividad del Filtrante Hidráulico (Nf);, según la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 3.8: CÁLCULO DEL RENDIMIENTO ANUAL DE AGUA PLUVIAL (EN LITROS) (LRA):

$$LRA = \sum (A \times e) \times Pa \times Nf$$

Donde:

A: Superficie de recogida (m²)

e: Coeficiente de rendimiento (Tabla 3.20)

Pa: Precipitación anual (mm)

Nf: Grado de efectividad filtrante (sin información del fabricante 0,9)



5.3.a. Coeficiente de Rendimiento (e):

Los valores a utilizar de (e), se detallan en la Tabla N° 3.20. y están directamente relacionados con el tipo de absortividad de la superficie que recibe las aguas lluvias.

TABLA 3.20: COEFICIENTE DE RENDIMIENTO (E)

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE	COEFICIENTE (E)
Tejado duro inclinado	0,8
Tejado plano sin gravilla	0,8
Tejado plano con gravilla	0,8
Tejado verde intensivo	0,3
Tejado verde extensivo	0,5
Superficie empedrada/ con empedrado compuesto	0,5
Revestimiento asfáltico	0,8
Superficie hormigón sin pulir	0,6
Camino de Tierra compacta no inclinado	0,6
Camino de tierra compacta con inclinación entre el 5 y el 15%	0,5

Fuente: GEA Verde 2015.

5.3.b. Grado de efectividad filtrante (Nf):

- Este coeficiente, corresponde al caudal de agua pluvial útil después de haber pasado por el sistema de filtro.
- Para conocer los rendimientos de los sistemas de filtro que se utilizan en la tubería de entrada al depósito, se deben tener en cuenta las indicaciones del fabricante del sistema.
- Por defecto y siempre que no se tenga información del fabricante, se considerará (Nf)= 0,9.

5.4. Calcular la Necesidad de Uso (NDT):

- Las necesidades de agua, se calcularán según los datos obtenidos por las metodologías expuestas en los numerales 3.2.1 y 3.2.2 de la presente categoría, donde se determinan los consumos internos, externos y sus metas de reducción de consumo de agua.

- Los sistemas de captación de aguas lluvias serán complementarios a estas metodologías y podrán ser incorporados al cálculo para contribuir al cumplimiento de lo solicitado en dichos numerales.

5.5. El Volumen Óptimo del estanque requerido:

- El volumen óptimo del estanque requerido, se calculará a partir de seleccionar el menor valor entre NDT y LRA, esto se explica con los siguientes casos:

5.5.a. En caso de que la demanda de agua sea menor a la cantidad de agua caída, se deberá cubrir la necesidad de la demanda.

5.5.b. En caso de que la demanda de agua sea mayor a la cantidad de agua caída, no se podrá cubrir la necesidad total de la demanda.

- A partir de lo anterior, para el dimensionamiento del estanque de acumulación se deberá considerar un volumen equivalente a los porcentajes indicados en la Tabla 3.3 y con un mínimo del 3%.

ECUACIÓN 3.9: CÁLCULO DEL VOLUMEN OPTIMO DEL ESTANQUE:

$$\text{Vol. óptimo} = \text{MIN (NDT o LRA)} \times (\% \text{ Tabla 3.3.})$$

Donde:

LRA: Rendimiento anual de agua pluvial

NDT: Necesidad de uso en puntos de servicio de agua pluvial

b. Monitoreo:

- Cumplir con numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz “a” y “b”, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante.
- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente el cumplimiento de lo especificado en las directrices del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se



deberán re-entregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

- Al año de operación, completar el Checklist N°3C, para verificar que las instalaciones se mantienen en las mismas condiciones que cuando fueron recepcionadas.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.
- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

Checklist N°3A, para verificar cumplimiento de directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos:

a. Implementar al menos un sistema de reutilización de agua:

- Planos de sistema de reutilización de agua propuesto, donde se destaque claramente la red de agua potable independiente de la red de agua no potable,
- Memoria de cálculo de capacidad de las redes.
- Especificación técnica del sistema de reutilización detallando proceso de construcción, materiales y características técnicas de ambas redes.
- Etiquetado de grifería u otro elemento de distribución de agua tratada cuando estén a la vista.
- Aprobación autoridad sanitaria correspondiente.

b. Monitoreo:

- Cumplir con numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz “a”, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos En caso de que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente cumplimiento de lo especificado en las directrices “a” y “b”, del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Planos detalle as built del proyecto.
 - Certificado recepción instalación autoridad competente.
 - Fichas técnicas de los equipos
 - Informe favorable ITO de Puesta en Marcha de sistemas reutilización, calidad, medición y monitoreo.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

- Checklist N°3C, para verificar al año de operación, que los sistemas de irrigación y el paisajismo del proyecto operen de acuerdo con lo proyectado y recepcionado.
- Plan de Mantenimiento y Operación de la vivienda según lo solicitado en Anexo 5.4 indicando medidas de mantenimiento del sistema de reutilización de agua.
- Manual de usuario, según lo solicitado en numeral 1.3.1, con información de mantenimiento del sistema reutilización de agua e indicando los temas de capacitación y difusión de gestión sustentable del agua en operación.
- Informe de monitoreo de Sistemas de Tratamiento Aguas y reutilización.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

A la fecha de publicación del presente documento, la reutilización de aguas grises solo se permite en sistemas de irrigación sub superficial. Los Ministerios de Salud, Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo, junto con la SISS, están desarrollando



una nueva regulación para el uso de aguas grises y otras estrategias complementarias.

No existen tampoco normativas para captación ni acumulación de aguas lluvias que se puedan incluir en este documento.

NOTAS

- Sistema Aguas Lluvias:

Recomendaciones: el estanque de acumulación de aguas lluvias debe considerarse como mínimo lo siguiente:

- a) No debe tener acceso abierto en la parte superior del colector.
- b) Debe tener una llave para sacar agua.
- c) Debe tener un sistema automático de desborde hacia el sistema convencional de drenaje de aguas lluvia.
- d) Debe tener un mecanismo para facilitar la limpieza interior de las instalaciones.
- e) En caso de que el sistema de recolección se instale en el exterior sin enterrarlo, debe tener un soporte seguro y adecuado; el material del contenedor debe ser resistente y opaco respecto a la luz solar.

- Estos sistemas requieren la conexión de los desagües de lavamanos, tinas, duchas y lavadoras a un depósito, donde se realizan dos tratamientos de depuración: - Uno físico, (decantación /des-jabonado + más filtración) mediante unos filtros que impiden el paso de partículas sólidas, Otro tratamiento de desinfección, que la deja en condiciones para ser reutilizada. Puede ser químico, mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico con un dosificador automático, o por luz ultravioleta (UV) u otro.

- El cloro como tratamiento de desinfección produce formación de trihalometanos compuestos cancerígenos y mutágenos, así como la formación de productos cancerígenos en la mezcla del cloro con ácidos húmicos y fúlvicos (Hernández, 2001).

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento, la reutilización de aguas grises solo se permite en sistemas de irrigación sub superficial. Los Ministerios de Salud, Obras Públicas y de Vivienda y Urbanismo, junto con la SISS, están desarrollando una nueva regulación para el uso de aguas grises.

DEFINICIONES

- **Aguas Grises:** son aquellas que se vierten por los desagües de bañeras, duchas, lavaplatos, lavavajillas o lavadoras. Estas aguas no son tan nocivas para la salud o el medio ambiente como las aguas negras (aguas residuales que contienen excretas y materia orgánica), pero sí contienen cantidades significativas de nutrientes, materia orgánica y bacterias. Básicamente las aguas grises tienen jabón, algunos residuos de la cocina y detergentes (en algunos casos biodegradables) (CONAMA, 2009).

- **Sistema Aguas Grises:** Los sistemas de reutilización de aguas grises consisten en la recolección de las aguas procedentes principalmente de duchas, lavadoras, lavamanos y tinas (dejando excluidas las cocinas por su alta carga orgánica y de grasas,) para su posterior utilización como fuente de alimentación de las cisternas de los inodoros, limpieza de exteriores o riego.

- **Aguas Negras:** Son aguas residuales domésticas contaminadas con contenido fecal u orgánico. También se las denomina aguas Residuales, aguas Servidas o Aguas Cloacales.

- **Agua Potable:** Es el agua que cumple con las condiciones mínimas de calidad del agua establecidas en la norma chilena NCh 409 “Agua Potable - parte 1: requisitos, y Parte 2: Muestreo”. Ningún prestador podrá, por tanto, entregar o suministrar agua a sus usuarios en condiciones distintas a las señaladas en dicha normativa, salvo autorización de la autoridad de salud (SISS, 2013).

- **Aguas Servidas:** Son las aguas residuales domésticas y que son el resultado de las actividades cotidianas de las personas. Por ejemplo, la que eliminamos a través de los lavaplatos, artefactos sanitarios, etc. (Esval, 2016).

- **Aguas Servidas Tratadas:** Aguas servidas procesadas en sistemas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad, señalados en la normativa vigente, de acuerdo con la clase de cuerpo receptor al que serán descargadas esas aguas, o a sus posibilidades de uso posterior (SISS, 2013).

- **Baño seco:** “Baño seco” es un nombre genérico utilizado para describir varios tipos de baños en los que coinciden dos características: funcionan sin agua y no tienen conexión a la red de aguas residuales. Son también llamados “baños composteros” o “dry toilet”. Se recomiendan para zonas con poca disponibilidad de agua, o donde el agua del subsuelo sube a menos de 3 metros de la superficie del suelo.

- **Certificado de Factibilidad de Servicio:** Es el documento formal que deben emitir las concesionarias de servicios sanitarios, mediante el cual asumen la obligación de prestar servicios a un futuro cliente, expresando en él, los términos y condiciones específicas para tal efecto (SISS, 2013).

- **Cuerpo Receptor:** Es el curso o volumen de agua natural o artificial, marino o continental superficial, que recibe la descarga de residuos líquidos. No se comprenden en esta definición los cuerpos de agua artificiales que contengan, almacenen o traten



relaves y/o aguas lluvias o desechos líquidos provenientes de un proceso industrial o minero (MMA, 2016).

• **Disposición de Aguas Servidas o Aguas Residuales:** Evacuación de dichas aguas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento (SISS, 2013).

• **Factibilidad de Servicio:** Procedimiento que establece la posibilidad de dotar con el servicio de agua potable y/o de alcantarillado a uno o varios predios, lo que incluye la constancia de la factibilidad de servicio por parte del prestador en el respectivo Certificado de Factibilidad de Servicio (SISS, 2013).

• **Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales:** Conjunto de operaciones y procesos secuenciales físicos, químicos, biológicos, o combinaciones de ellos, naturales o artificiales, posibles de controlar que se desarrollan en instalaciones diseñadas y construidas de acuerdo con criterios técnicos específicos para este tipo de obras, y cuyo propósito es reducir la carga contaminante de las aguas residuales para adecuarlas a las exigencias de descarga al cuerpo receptor. Bajo este concepto se incluyen, entre otros, lagunas estabilización, lodos activados, y emisarios submarinos aprobados por la autoridad competente (SISS, 2013) (MMA, 2016).

• **Territorio Operacional de Alcantarillado:** Territorio dentro del cual el concesionario se ha comprometido a prestar el servicio de alcantarillado de aguas servidas, de manera exclusiva y excluyente y respecto del cual tiene derechos y obligaciones que surgen del Marco Regulatorio y de los respectivos Decretos de Concesión (SISS, 2013).

- MMA, 2016. D.S. N° 90/2000 de MINSEGPRES
- MMA, 2016. D.S. N° 3.592/2000 del MOP
- SISS, 2013. Superintendencia de Servicios Sanitarios Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas en Operación. Disponible en: <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3544.html>.

REFERENCIAS

- CONAMA, 2009. Guía para la utilización de Aguas Grises de lavamanos en establecimientos educacionales.
- CPL, 2012. Guía de Mejores Técnicas disponibles para la Reutilización de Aguas Grises en el Sector Gastronómico y de Alojamiento Turístico, Consejo Nacional de Producción Limpia. Chile.
- Esval, 2016. <http://portal.esval.cl/educacion/el-agua/aguas-servidas/>
- GBC Chile, 2011, LEED, Ahorro en el uso de agua, Green Building Council Chile.
- GEA Verde 2015, Guía del Evaluador Acreditado VERDE NE Unifamiliar –Recursos naturales.
- Jacangelo JG et al. (1989). Assessing hollow-fiber ultrafiltration for particulate removal. Journal of the American Water Works Association, 81(11):68–75.



3.4. GESTIÓN DEL AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

3.4.1. PLAN DE GESTIÓN DEL AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO

Reducir el consumo y contaminación del agua y suelos en el proceso de construcción

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar para construcciones nuevas, ampliación y alteraciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Especificar Plan de gestión sustentable del agua durante la construcción:

- Incluir en las Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas las medidas de uso eficiente del agua y prevención de contaminación del suelo, en el proceso de construcción, según lo solicitado en la metodología.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Implementación de Plan de Gestión del Agua durante la construcción.

- Verificación de lo solicitado en la etapa de diseño.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

- No aplica.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Especificar Plan de gestión sustentable del agua durante la construcción

- Incluir en las Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas las siguientes medidas para implementar en el proceso de construcción:
 - Optimización de consumo de agua potable, en las instalaciones de faenas, utilizando estrategias de eficiencia hídrica según lo solicitado en numeral 3.2.1.
 - Implementación de sistemas de recuperación y almacenamiento de agua para usos no potables, según el numeral 3.3.1
 - Minimización de la contaminación del agua y suelo durante la construcción, según las medidas de eficiencia hídrica y mitigación de impacto en el sitio, indicadas en el Anexo 5.3.
 - Evitar la sedimentación de colectores de aguas lluvias.
 - Incluir estrategias que faciliten la eficiencia y la optimización de la gestión del agua a nivel de productos, procesos y organizacionales.
 - Aportar información consistente y fiable, para reportar los resultados de una huella hídrica según norma ISO 14046:2014 Huella Hídrica, basada en evidencias científicas (ISO, 2014).

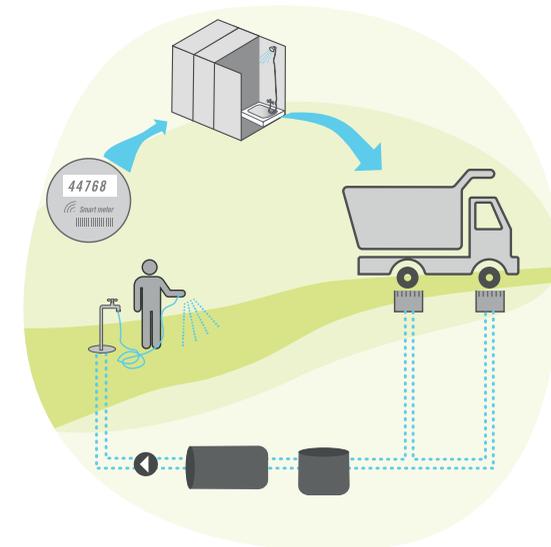


Ilustración N°9

Ilustración N°9:
Gestión del agua durante la construcción.



EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Implementación de Plan de gestión del Agua durante la construcción:

- La ITO deberá validar la suficiencia y verificar el cumplimiento de lo solicitado en el numeral 2 del Anexo 5.3, incluyendo las medidas que se indican a continuación, a través de un Plan de Gestión del Agua para el sitio de construcción:

I. MEDIDAS PARA MINIMIZAR CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

- Determinar un área a trabajar para la preparación de mezclas y soluciones, que cuente con una geo-membrana que impermeabilice el suelo.
- No disponer residuos en cursos de agua o quebradas.
- Instalar barreras que impidan el arrastre de materiales de construcción y sobrantes, por escorrentía. No haga vertimientos de residuos líquidos a las calles o calzadas.
- No verter agua contaminada del proceso de construcción en fuentes de agua.
- No utilizar el agua como elemento para eliminar materiales sobrantes sobre las vías o superficies; de esta manera aumentará el aporte de sedimentos a las redes de evacuación de aguas lluvias, (SMA, 2009).

II. GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES:

- Dotar al campamento y al área de trabajo de casetas sanitarias (baños químicos), el contratista deberá solicitar en el contrato con la empresa encargada de suministrar el servicio, aspectos como, frecuencia de limpieza y disposición final de las aguas residuales.
- Los residuos generados en los baños químicos serán evacuados mediante transportes especiales cuando su capacidad haya sido colmada.
- El contratista archivará los recibos de recepción de los líquidos residuales emitidos por el proveedor. Este será responsable de su correcta disposición final.
- Cuando se lleve adelante el transporte de los baños químicos desde una ubicación a otra, se comprobará que los recipientes contenedores estén perfectamente cerrados, a fin de no provocar ningún derrame accidental durante el recorrido.
- Todos los habitáculos sanitarios, cualquiera sea su tipo, serán higienizados todos los días, a fin de prevenir la generación de probables focos de enfermedades infecciosas.
- Se recomienda la utilización de baños secos en reemplazo de baños químicos, (CCHC, 2014; GBC Chile, 2012; SMA, 2009)

III. EFLUENTES PROVENIENTES DE LA LIMPIEZA DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIAS:

- Se deberá realizar la limpieza completa de vehículos y maquinarias en estaciones de servicio o lavaderos habilitados. Si ello, excepcionalmente, no fuese posible se considerarán los siguientes ítems:
 - La limpieza completa de vehículos y equipos (camiones, camionetas, maquinarias viales, etc.) genera efluentes que pueden contener cierta concentración de gasoil, aceites y grasas. El lavado de vehículos se realizará en un sitio destinado a tal fin, con piso de hormigón y canaleta perimetral con rejilla metálica para contener los líquidos. Estos líquidos serán dirigidos a una cámara separadora de agua-aceite, evitando la contaminación del suelo y/o de la napa freática.
 - Los hidrocarburos sobrenadantes o “producto libre” serán bombeados a recipientes debidamente identificados.
 - Los recipientes que hayan sido llenados serán llevados por empresas autorizadas para su tratamiento o reciclado.

IV. MANEJO DE AGUAS PLUVIALES:

- En la mayoría de las actividades constructivas, al realizarse el movimiento de tierras, se produce una alteración del drenaje natural de las aguas pluviales. Esta alteración se acentúa aún más cuando se levantan las obras propiamente dichas, ya que se produce un efecto sobre la capacidad de infiltración de esas aguas que tenía el terreno y más bien la impermeabilización producida aumenta el caudal de aguas de escorrentía que deben dirigirse hacia un cuerpo de agua receptor. En consideración de todo esto, se hace necesario aplicar una serie de medidas a fin de reducir algunos de los efectos ambientales más negativos.
 - Diseñar el sistema de evacuación pluvial considerando la capacidad de carga de absorción del terreno, para asimilar el aumento del caudal de aguas pluviales o de escorrentía que va a representar la nueva obra.
 - Tomar las medidas apropiadas para permitir la escorrentía de las aguas con el fin de evitar acumulaciones, erosión y arrastre de sedimentos.
 - Evitar el desarrollo de la actividad de movimientos de tierras durante los periodos de lluvias intensas, a fin de disminuir al mínimo el acarreo de sedimentos desde las áreas de trabajo hacia los cauces receptores.
 - Proteger las infraestructuras de riego y drenaje en zonas agrícolas.
 - Construir cuando se requiera, barreras para retención u otras soluciones similares o recolectar estas aguas a través de cunetas y llevarlas a una trampa rudimentaria de sedimentación antes de su descarga. En caso de que esta obra sea necesaria, se deberá velar porque las obras temporales construidas no se conviertan en un foco de desarrollo de vectores que transmitan enfermedades a los habitantes de las áreas circunvecinas.



- Recubrir, cuando se requiera, las paredes y el fondo de las cunetas con materiales granulares estables con el fin de prevenir la erosión.
- Reducir la velocidad del flujo en la cuneta mediante la construcción de reductores de velocidad, como es el caso de escalones, variando de esa forma la pendiente o mediante la instalación de obstáculos (sacos de arena, cedazos, piedras, etc.) a intervalos regulares.
- Desviar las aguas de escorrentía fuera de las áreas susceptibles a deslizamiento, (GBC Chile, 2012)(SMA, 2009).
- El Plan deberá ser utilizado como herramienta de verificación en terreno, reflejado en un plano de instalación de faenas actualizado, que identifique las medidas apropiadas de acuerdo al avance de la obra, según lo solicitado en la etapa de diseño y las medidas expuestas a continuación.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

- No aplica.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Especificar Plan de gestión sustentable del agua durante la construcción:

- Checklist N°3A, para verificar cumplimiento de directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos:
 - Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas con las medidas a implementar para eficiencia hídrica, reutilización de aguas, medidas de mitigación de contaminación de agua y suelo, etc., durante el proceso de construcción.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Implementación de Plan de gestión del agua durante la construcción:

- Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos
 - Bitácora Mensual de Obra según Anexo 5.6. del presente documento, donde se documente nivel de cumplimiento del Plan. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante

en el libro de obras.

- Anexo 5.3 que incluya el detalle del Plan de Gestión del Agua durante la Construcción, según lo solicitado en la metodología.
- Planos de instalación de agua potable y sistema de reutilización de agua propuestos para instalación de faenas, donde se destaque claramente la red de agua potable independiente de la red de agua no potable.
- Especificación técnica del sistema sanitario propuesto para instalación de faenas, detallando proceso de construcción, materiales y características técnicas de ambas redes.
- Etiquetado de grifería u otro elemento de distribución de agua tratada cuando estén a la vista.
- Aprobación autoridad sanitaria correspondiente, sobre factibilidad de conexión a la red pública.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN

- No aplica:

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento, solo existen algunos requerimientos y recomendaciones por parte de la industria y la autoridad de salud que definen buenas prácticas en la construcción, pero no existe legislación respecto del tema específico que de soluciones y resguarde un uso responsable del recurso hídrico.

NOTAS

- El agua resultante de las obras de construcción tiene un alto contenido de partículas minerales suspendidas, y en ocasiones, puede estar mezclada con restos de cemento, concreto u otras sustancias, lo que aumenta de forma importante su alcalinidad. Estos materiales provocan taponamientos en los conductos en alcantarillas, generan contaminación en los cuerpos de agua que actúan como sus receptores o, en caso de llegar a las redes de aguas residuales, causan problemas en las plantas de tratamiento.



DEFINICIONES

- No aplica

REFERENCIAS

- CCHC, 2014. Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la construcción. Cámara Chilena de la construcción.
- GBC Chile, 2012. Sitios Sustentables, documentos de análisis LEED, Pre- requisito 1 - Prevención de la Contaminación por la Actividad de la Construcción, Santiago de Chile.
- ISO, 2014. ISO 14046:2014. Huella hídrica, International Organization for Standardization.
- SMA, 2009. Manual de Gestión Socio-Ambiental para Obras de Construcción, Secretaría del Medio Ambiente Colombia, 2009.

3.5. CONTROL Y SUPERVISIÓN DURANTE LA OPERACIÓN

3.5.1 SISTEMAS DE MEDICIÓN Y MONITOREO DEL AGUA

OBJETIVO

Reducir el consumo de agua potable en la operación de la vivienda y espacios comunes de conjuntos habitacionales, promoviendo la reducción voluntaria de su consumo.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar para construcciones nuevas, ampliaciones y alteraciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

Cumplir con al menos una de las siguientes directrices:

a. Sistemas de medición de consumo de agua

- Incluir en las Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas el requerimiento y/o especificación de medidores inteligentes (Smart metering) para el monitoreo de consumo de agua según se indica en metodología.

b. Sistemas de monitoreo de calidad del agua

- Incluir en las en las Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas el requerimiento y/o especificación de monitoreo de calidad del agua previo inicio y recepción de obras y al año de operación.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Fortalecer la inspección de obras sobre las partidas vinculadas al cumplimiento de las directrices a y b del presente numeral.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en las directrices a o b de la etapa de diseño.



METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Sistemas de medición de consumo de agua

- Incluir en las Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas el requerimiento y/o especificación de medidores inteligentes (Smart metering) para el monitoreo de consumo de agua.
- Este sistema debe estar conectado a la red central de suministro de la unidad de vivienda.
- El sistema debe medir, acumular y transmitir información sobre el consumo de agua a una unidad de visualización de fácil lectura para el usuario común.
- El sistema debe contar con un sensor fijado al suministro de agua entrante e idealmente en diferentes zonas de la vivienda, de manera de identificar problemas futuros como fugas de agua.

b. Sistemas de monitoreo de calidad del agua

- Incluir en las en las Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas el requerimiento y/o especificación de monitoreo de calidad del agua previo inicio y recepción de obras y al año de operación, indicando lo siguiente:
 - Informe de calidad de agua, desarrollado por un laboratorio externo, que demuestre el cumplimiento con el estándar indicado en la directriz “c” del numeral 3.1.1. de la presente categoría, previo inicio y previa recepción final de obras.
 - Informe de operación del sistema durante el primer año.
 - Registro de mantenciones, reparaciones y cambios.
 - Para hacer efectivo el control de calidad en la etapa de operación, se deberá incluir el requerimiento de monitoreo al año de operación de la unidad de vivienda en el Plan de Mantenimiento y Operación (Anexo 5.4).
 - Incorporar un procedimiento para el control sobre la mantención periódica de las instalaciones del sistema de agua en el Plan de Mantenimiento y Operación (Anexo 5.4).y en el Manual del Usuario de la vivienda (Numeral 1.3.1.).



Ilustración N°10

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°3B, para verificar cumplimiento de directriz “a” y “b”, este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante.
- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente el cumplimiento de lo especificado en las directrices del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

Ilustración N°10:
Esquema de sistemas de medición y monitoreo del Agua.



EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

- Completar el Checklist N°3C, para verificar al año de operación, que los sistemas de irrigación y el paisajismo del proyecto operen de acuerdo con lo proyectado y recepcionado.
- Incorporar control sobre mantención periódica de las instalaciones y mediciones de calidad del agua en el Plan de Mantención y Operación. Incorporando los siguientes requerimientos:
 - Registro de consumos mensuales.
 - Informe de operación del sistema durante el primer año.
 - Registro de mantenciones, reparaciones y cambios.
- Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Sistemas de medición de consumo de agua

b. Sistemas de monitoreo de calidad del agua

- Para ambas directrices se solicitarán los siguientes documentos:
 - Planos de las redes del sistema del de agua potable, alcantarillado y en caso que existieran de aguas reutilizadas, indicando donde se ubican los medidores de consumo.
 - Planos detalle sistema de sistema de medición.
 - Incorporar en las Especificaciones Técnicas:
 - Especificación del sistema de medición de consumo y calidad
 - Moniteo de calidad del agua en las etapas que se indican en la metodología,
 - Incorporar control y mantención periódica de las instalaciones, y
 - Fichas técnicas del sistema medición propuesto.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°3B, para verificar el cumplimiento de las directrices a, b, c y d del presente numeral. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos En caso de que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se documente el nivel de cumplimiento de las directrices del presente numeral. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Planos detalle as built del proyecto, indicando puntos de monitoreo.
 - Certificado recepción instalación autoridad competente
 - Fichas técnicas de los equipos.
 - Informe favorable ITO sobre puesta en marcha de sistemas de medición y monitoreo.
- En caso de que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en las directrices a y b de la etapa de diseño.
 - Plan de Mantención y Operación de la vivienda según lo solicitado en Anexo 5.4. de la Categoría 5, del presente documento, indicando medidas de mantención de los sistemas de medición y monitoreo de agua.
 - Manual de usuario, según lo solicitado en numeral 1.3.1, con información de mantención del sistema de monitoreo de agua.
 - Informe de monitoreo de Sistemas de Tratamiento Aguas y reutilización.
 - Registro de consumos mensuales y operación durante el primer año.
 - Informe de operación del sistema durante el primer año.
 - Registro de mantenciones, reparaciones y cambios.



CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento, existen requerimientos normativos para monitoreo de consumo general de la vivienda y la empresa abastecedora de agua debe entregar un certificado de factibilidad de agua potable.

NOTAS

- Las fugas de agua, sea en el sitio de construcción o en la edificación misma, pueden causar pérdidas y gastos importantes y potencialmente causar daños mayores. Las edificaciones presentan un riesgo significativo de fugas no detectadas debido a que los baños generalmente no se ocupan por periodos largos fuera de las horas de operación.
- Recomendación para sistemas de detección de fugas:
 - Que sea capaz de identificar un flujo distinto y, por ende, tasas de fugas (por ejemplo, continuo nivel alto y/o bajo durante periodos de mínimo 6 meses
 - Que se pueda programar para adecuarse a los criterios de consumo de agua de los dueños/ocupantes.

DEFINICIONES

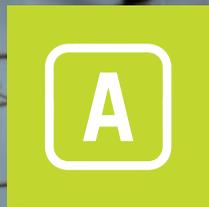
- **Medidor accesible:** El medidor debe estar ubicado de tal forma que el ocupante pueda acceder a él fácilmente y de manera regular para monitorear y realizar lecturas, (RIDAA, 2003).
- **Medidor inteligente o Smart meter:** Es un tipo de medidor (medidor eléctrico, de agua o de gas) que calcula el consumo de una forma más detallada que los contadores convencionales. Adicionalmente ofrecen la posibilidad de comunicar la información a través de alguna red o en forma remota a un centro de control de la compañía de servicios local, la cual puede utilizar los datos a efectos de facturación o seguimiento, (MOP, 2012).

REFERENCIAS

- MOP, 2012. Consumos y caudales de referencia por artefacto de los TDR, Ministerio de obras públicas.
- RIDAA, 2003. Anexo RIDAAA, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).



Fotografía: "Brota pura y cristalina", Hector Opazo Díaz.



ANEXOS

ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Crítico	Química	Aluminio	mg/l	0,2	0,1	Membranas	Radiológico	
Crítico	Química	Antimonio	mg/l	0,005	0,002	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Agrotóxico	Atrazina	µg/l	3	2	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Química	Bario	mg/l	0,7	0,07	Membranas		
Crítico	Química	Boro	mg/l	0,5	0,05	Membranas		
Crítico	Química	Bromodichlorometano	mg/l	0,1	0,06	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Química	Cadmio	mg/l	0,01	0,003	Membranas		(Pg/l)
Crítico	Química	Cloruros	mg/l	250		Intercambio Iónico		
Crítico	Agrotóxico	DDT y sus metabolitos	mg/l	0,002	0,001	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Emergentes	Detergentes	mg/l	0,2		Carbón Activado		
Crítico	Orgánica	Diclorometano	mg/l	0,2	0,02	Membranas		
Crítico	Otros	Dureza	mg/l	500	200	Intercambio Iónico		
Crítico	Agrotóxico	Endrín	mg/l	0,002	0,0006	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Agrotóxico	Lindano	mg/l	0,02	0,002	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Química	Magnesio	mg/l	125		Intercambio Iónico		
Crítico	Agrotóxico	Metoxicloro	mg/l	0,2	0,02	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Química	Nitrato	mg/l	50	1,5	Intercambio Iónico		
Crítico	Química	Nitrito	mg/l	3	0,2	Intercambio Iónico		
Crítico	Química	Plomo	mg/l	0,05	0,01	Membranas	Pláguicidas	
Crítico	Otros	Sólidos totales disueltos	mg/l	1500	1200	Filtración		
Crítico	Química	Sulfato	mg/l	400	250	Intercambio Iónico		
Crítico	Orgánica	Total de bacterias coliformes	NMP/100 ml	1000		Plasma		
Crítico	Orgánica	Triclorometano	mg/l	0,2		Membranas		



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Cumple	Orgánica	1,1,1 Tricloroetano	mg/l		2	Membranas		Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos.
Cumple	Química	1,2-Dibromoetano 0,4b	mg/l		0,0004	Membranas	Plaguicidas	
Cumple	Orgánica	1,2-Diclorobenceno	mg/l		1	Membranas		
Cumple	Orgánica	1,2-Dicloroetano	mg/l	0,03	0,05	Membranas		
Cumple	Química	1,2-Dicloropropano (1,2-DCP)	mg/l		0,04	Membranas	Plaguicidas	
Cumple	Orgánica	1,3-Diclorobenceno	mg/l		1	Membranas		Los datos toxicológicos son insuficientes para calcular un valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Cumple	Orgánica	1,4-Diclorobenceno	mg/l		0,3	Membranas		
Cumple	Orgánica	1,4-Dioxano	mg/l		0,05	Membranas		
Cumple	Química	2,4,5-T	mg/l		0,009	Membranas	Plaguicidas	
Cumple	Química	2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)	mg/l		0,03	Membranas	Plaguicidas	
Cumple	Química	2,4-DB	mg/l		0,09	Membranas	Plaguicidas	
Cumple	Química	2-Fenilfenol	-		-	Membranas		No existe regulación
Cumple	Orgánica	Ácido edético	µg/l		600	Membranas		
Cumple	Química	Acido Edetico (EDTA)	mg/l		0,6	Membranas		
Cumple	Orgánica	Ácido nitricodiacético	µg/l		200	Membranas		
Cumple	Química	Ácido nitricodiacético	mg/l		0,2	Membranas		



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Cumple	Química	Ácidos bromoa-céticos	mg/l		0,05	Membranas		
Cumple	Química	Acrilamida	mg/l		0,0005	Membranas		
Cumple	Química	Acrilamina	µg/l		0,5	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Aldicarb	µg/l		10	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Otros radionucleos	Americio-241	mSv/Bq		2	S/R	Radiológico	-4
Cumple	Orgánica	Bentazona	mg/l		0,03	Membranas		Estudio no muy representativo
Cumple	Química	Benzol[a]pireno	µg/l		0,7	Intercambio Iónico	Pláguicidas	
Cumple	Química	Carbofurán	µg/l		7	Intercambio Iónico	Pláguicidas	
Cumple	Otros radionucleos	Carbono-14	mSv/Bq		5,8	S/R	Radiológico	-7
Cumple	Fisión	Cesio-134	mSv/Bq		1,9	S/R	Radiológico	-5
Cumple	Fisión	Cesio-137	mSv/Bq		1,3	S/R	Radiológico	-5
Cumple	Química	Cianazina	mg/l		0,0006	Intercambio Iónico	Pláguicidas	
Cumple	Química	Cianuro	mg/l	0,01	0,07	Intercambio Iónico		
Cumple	Desinfectantes	Cloraminas totales	mg/l	3	-	Intercambio Iónico		Subproducto de la desinfección con Cloro
Cumple	Desinfectantes	Cloro	mg/l	2,5	5	Intercambio Iónico	Pláguicidas	Para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre 0,5 mg/l tras un tiempo de contacto de al menos 30 min a pH
Cumple	Química	Cloroacetonas	mg/l		0,01	Intercambio Iónico		
Cumple	Desinfectantes	Cloroformo	mg/l	0,2	0,3	Intercambio Iónico	Pláguicidas	
Cumple	Química	Cloropirifós	mg/l		0,03	Membranas		
Cumple	Química	Cloropricina	mg/l		0,05	Membranas		
Cumple	Química	Clorotolurón	mg/l		0,03	Membranas	Pláguicidas	



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Cumple	Química	Clorpirifos	µg/l		30	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Cloruro de cianógeno	mg/l		0,7	Intercambio Iónico	Pláguicidas	Para cianuro como total de compuestos cianógenos
Cumple	Química	Cloruro de vinilo	mg/l		0,0003	Intercambio Iónico	Pláguicidas	
Cumple	Orgánica	Di(2-etilhexil) adipato	mg/l		0,08	Membranas		Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos.
Cumple	Orgánica	Di(2-etilhexil) flatato	mg/l		0,008	Membranas		
Cumple	Química	Dialquilos de Estaño			-	Membranas		
Cumple	Química	Dibromoacetonitrilo	mg/l		0,07	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Dibromoclorometano	mg/l	0,06	0,1	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Dicloacetoneitrilo	mg/l		0,02	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Dicloroacetato	mg/l		0,05	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Dicloroprop (2,4 DP)	mg/l		0,1	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Dimetoato	mg/l		0,006	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Desinfectantes	Dióxido de Cloro	mg/l	0,8	-	Membranas		Agente desinfectante, oxidante
Cumple	Química	Endulsofán	-		-	Membranas		No existe regulación
Cumple	Química	Epiclorhidrina	mg/l		0,0004	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Estaño Inorgánico	-		-	S/R		No presenta riesgo
Cumple	Orgánica	Estireno	mg/l		0,02	Membranas		
Cumple	Fisión	Estroncio-90	mSv/Bq		2,8	S/R	Radiológico	-5
Cumple	Orgánica	Etilbenceno	mg/l		0,3	Membranas		



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Cumple	Química	Fenoprop	mg/l		0,009	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Formaldehído	mg/l		0,9	Membranas		
Cumple	Agrotóxico	Glifosato	µg/l	900	-	Membranas	No hay ref.	Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos.
Cumple	Orgánica	Hexaclorobutadieno	mg/l		0,0006	Membranas		
Cumple	Química	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	mg/l		0,0007	Intercambio Iónico		
Cumple	Química	Isoproturón 9	µg/l		9	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Química	Isoputrón	mg/l		0,009	Membranas		
Cumple	Orgánica	Malation	-		-	Membranas	No hay ref.	Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos.
Cumple	Química	Manganeso	mg/l	0,1	0,4	Intercambio Iónico		
Cumple	Química	MCPA	mg/l		0,002	S/R	Pláguicidas	
Cumple	Química	Mecoprop	mg/l		0,01	S/R	Pláguicidas	
Cumple	Química	Mercurio	mg/l	0,001	0,006	Membranas		
Cumple	Orgánica	Metil-terc-butil-éter	-		-			Cualquier valor de referencia que pudiera calcularse sería significativamente mayor que las concentraciones a las que el MTBE se detectaría por el olor
Cumple	Química	Metolacoloro	µg/l		0,01	S/R	Pláguicidas	
Cumple	Química	Microsistina	mg/l		0,001	Membranas		
Cumple	Química	Monocloroacetato	mg/l		0,02	Membranas	Pláguicidas	



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Cumple	Orgánica	Monocloroben- ceno	mg/l		0,3	Membranas		Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos; además, el valor de referencia basado en efectos sobre la salud sería mucho mayor que el umbral gustativo y olfativo mínimo descrito
Cumple	Química	Níquel	mg/l		0,07			
Cumple	Química	Pendimetalina	mg/l		0,02		Pláguicidas	
Cumple	Agrotóxico	Permetrina	mg/l	0,2	0,3		Pláguicidas	
Cumple	Otros	Ph	Rango	6.5-8.5	6.5-9.5	Químico		
Cumple	Química	Piripoxifeno	µg/l		300	Intercambio Iónico	Pláguicidas	
Cumple	Química	Piripoxifeno	mg/l		0,03	Intercambio Iónico		
Cumple	Química	Plata	mg/l		0,1	Intercambio Iónico		
Cumple	Urano	Plomo-210	mSv/Bq		6,9	S/R	Radiológico	-4
Cumple	Otros radionucleos	Plutonio-239	mSv/Bq		2,5	S/R	Radiológico	-4
Cumple	Urano	Polonio-210	mSv/Bq		1,2	S/R	Radiológico	-3
Cumple	Orgánica	Productos deriva- dos del petróleo	-		-	Biológico		En la mayoría de los casos, su sabor y olor serían detectables a concentraciones menores que las que serían peligrosas para la salud, sobre todo por exposición a corto plazo.
Cumple	Química	Propanil	mg/l		0,02	Biológico		
Cumple	Urano	Radio-226	mSv/Bq		2,8	S/R	Radiológico	-4
Cumple	Torio	Radio-228	mSv/Bq		6,9	S/R	Radiológico	-4
Cumple	Otros	Temperatura	°C		25	S/R		



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Cumple	Química	Terbutilazina	mg/l		0,007	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Orgánica	Tetracloruro de carbono	mg/l		0,004	Membranas		
Cumple	Torio	Torio-228	mSv/Bq		7,2	S/R	Radiológico	-5
Cumple	Urano	Torio-230	mSv/Bq		$2,1 \times 10^{-4}$	S/R	Radiológico	
Cumple	Torio	Torio-232	mSv/Bq		2,3	S/R	Radiológico	-4
Cumple	Química	Tricloroacetato	mg/l		0,2	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Orgánica	Triclorobencenos	mg/l		0,005	Membranas		Se presentan en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos; además, el valor de referencia basado en efectos sobre la salud sería mayor que el umbral olfativo mínimo descrito.
Cumple	Orgánica	Tricloroeteno	mg/l		0,02	Membranas		
Cumple	Química	Trifluralina	mg/l		0,02	Membranas	Pláguicidas	
Cumple	Otros radionucleos	Tritio	mSv/Bq		1,8	S/R	Radiológico	-8
Cumple	Química	Uranio			0,015	S/R		
Cumple	Química	Uranio	mg/l		0,015	S/R		
Cumple	Urano	Uranio-234	mSv/Bq		$4,9 \times 10^{-5}$	S/R	Radiológico	
Cumple	Urano	Uranio-238	mSv/Bq		$4,5 \times 10^{-5}$	S/R	Radiológico	
Cumple	Fisión	Yodo-131	mSv/Bq		2,2	S/R	Radiológico	-5
Idéntica	Orgánica	1,1-Dicloroetano				Membranas		La base de datos sobre toxicidad y poder cancerígeno es muy limitada
Idéntica	Orgánica	1,2-Dicloroetano	mg/l	0,03	0,03	Membranas		



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Idéntica	Orgánica	1,3-Dicloropropano	-			Membranas	No hay ref.	Los datos son insuficientes para poder determinar un valor de referencia basado en efectos sobre la salud.
Idéntica	Química	1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02	0,02	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Desinfectantes	2,4,6-Triclorofenol	mg/l	0,2	0,2	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Orgánica	2-Felifenol	-			Membranas	No hay ref.	Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos.
Idéntica	Orgánica	Acanthamoeba				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Desinfectantes	Ácido Dicloroacético	mg/l	0,05	0,05	Membranas		
Idéntica	Desinfectantes	Ácido monocloroacético	mg/l	0,02	0,02	Membranas		
Idéntica	Desinfectantes	Ácido Tricloroacético	mg/l	0,2	0,2	Membranas		
Idéntica	Orgánica	Acinetobacter				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Orgánica	Adenovirus				Membranas	Virus patógenos	
Idéntica	Orgánica	Aeromonas				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Agrotóxico	Alacloro	µg/l	20	20	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Desinfectantes	Aldehídos	mg/l	0,9	0,9	Membranas		Incluye: Formaldehído; Acetaldehído; Glioxal; Metilglioxal
Idéntica	Agrotóxico	Aldrín y diedrín	µg/l	0,03	0,03	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Química	Amiato (Asbesto)	-			S/R		No existe regulación



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Idéntica	Orgánica	Amitraz	-			S/R	Excluidas	Se degrada rápidamente en el medio ambiente y no es previsible que existan concentraciones mensurables en el agua de consumo.
Idéntica	Orgánica	Amoniaco	mg/l	1,5	1,5	Membranas	No hay ref.	Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos.
Idéntica	Orgánica	Anabaenopsis millenii				Membranas		
Idéntica	Emergentes	Antibióticos				Membranas		
Idéntica	Orgánica	Aphanizomenon SPP				Membranas		
Idéntica	Química	Arsénico	mg/l	0,01	0,01	Intercambio Iónico		
Idéntica	Orgánica	Astrovirus				Membranas	Virus patógenos	
Idéntica	Orgánica	Bacillus				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Orgánica	Bacteriófagos de Bacteroides fragilis				Membranas		
Idéntica	Orgánica	Balantidium COLI				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Orgánica	Benceno	mg/l	0,01	0,01	Membranas		
Idéntica	Química	Berilio				Intercambio Iónico		No es probable su presencia en agua de consumo
Idéntica	Química	Bromato	mg/l	0,01	0,01	Membranas	Pláguicidas	Subproducto de la desinfección con ozono
Idéntica	Química	Bromoformo	mg/l	0,1	0,1	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Química	Clorato	mg/l	0,7	0,7	Membranas	Pláguicidas	Subproducto de la desinfección con dióxido de cloro
Idéntica	Agrotóxico	Clordano	µg/l	0,2	0,2	Membranas	Pláguicidas	



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Idéntica	Química	Clorito	mg/l	0,7	0,7	Membranas	Pláguicidas	Subproducto de la desinfección con dióxido de cloro
Idéntica	Química	Cobre	mg/l	2	2	Membranas	Pláguicidas	El agua puede manchar la ropa y los aparatos sanitarios a concentraciones menores que el valor de referencia.
Idéntica	Química	Cromo	mg/l	0,05	0,05	Intercambio Iónico		
Idéntica	Orgánica	Cryptosporidium				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Orgánica	Cyclospora cayte-nensis				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Orgánica	Dracunculus medinensis				Membranas	Helmintos patógenos	
Idéntica	Orgánica	Entamoeba hys-tolytica				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Orgánica	Enterovirus				Membranas	Virus patógenos	
Idéntica	Orgánica	Escherichia coli y bacterias coli-formes termotole-rantes	NMP/100 ml			Membranas		
Idéntica	Orgánica	Fasciola spp.				Membranas	Helmintos patógenos	
Idéntica	Química	Fluoruro	mg/l	1,5	1,5	Intercambio Iónico		
Idéntica	Orgánica	Giardia intesti-nalis				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Agrotóxico	Helicobacter pylori				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Agrotóxico	Hexaclorobenceno	mg/l	0,01	0,01	Membranas		Se presenta en el agua de consumo en concentraciones mucho menores que las que pueden producir efectos tóxicos.
Idéntica	Desinfectantes	Hidrato de cloral	mg/l	0,01	0,01	Membranas		



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Idéntica	Química	Hierro	mg/l	0,3	0,3	Intercambio Iónico		
Idéntica	Emergentes	Hormonas				Membranas		
Idéntica	Orgánica	Isospora belli				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Orgánica	Klebsiella				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Orgánica	Legionella				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Cianotoxinas	Microcistina-LR	µg/l	1	1	Membranas	Cianotoxinas	Para microcistina-LR total (suma de la libre y la intracelular)
Idéntica	Emergentes	Microplásticos				Membranas		
Idéntica	Orgánica	Microsporidios				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Química	Molibdeno	mg/l	0,07	0,07	Intercambio Iónico		
Idéntica	Agrotóxico	Molinato	mg/l	0,006	0,006	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Química	Monocloramina	mg/l	3	3	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Orgánica	Mycobacterium				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Orgánica	Naegleria fowleri				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Agrotóxico	Pentaclorofenol	mg/l	0,009	0,009	Membranas		
Idéntica	Orgánica	Planktothrix				Membranas		
Idéntica	Orgánica	Posiblemente, Anabaena spp.				Membranas	Cianobacterias tóxicas	
Idéntica	Orgánica	Propoxur	-			Membranas	Excluidas	No es probable su presencia en agua de consumo.
Idéntica	Orgánica	Pseudomonas aeruginosa				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Orgánica	Rotavirus y ortoreonavirus				Membranas	Virus patógenos	
Idéntica	Orgánica	Salmonella				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Química	Selenio	mg/l	0,01	0,01	Intercambio Iónico		
Idéntica	Orgánica	Shigella				Membranas	Bacterias patógenas	



ANEXO 3.1. ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS

**TABLA 3.1.1.
ESTÁNDARES MÁXIMOS PARA CONTAMINANTES
NO NORMADOS O INSUFICIENTEMENTE NORMADOS**

ESTADO NORMATIVA NACIONAL VS. INTERNACIONAL	CATEGORÍA DE COMPONENTE	FACTOR	UNIDAD	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	TRATAMIENTO RECOMENDADO	OTROS COMENTARIOS	OBSERVACIONES
Idéntica	Agrotóxico	Simazina	mg/l	0,002	0,002	Membranas	Pláguicidas	
Idéntica	Orgánica	Sodio	mg/l	200	200	Membranas		
Idéntica	Orgánica	Staphylococcus aerus				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Química	Sulfuro de Hidrógeno	mg/l	0,05	0,05	Membranas		
Idéntica	Orgánica	Tetracloroetano	mg/l	0,04	0,04	Membranas		
Idéntica	Orgánica	Tolueno	mg/l	0,7	0,7	Membranas		
Idéntica	Orgánica	Toxoplasma gondii				Membranas	Protozoos patógenos	
Idéntica	Desinfectantes	Trihalometanos	mg/l	1	1	Membranas	Pláguicidas	La suma de los cocientes de la concentración de cada uno y sus respectivos valores de referencia no debe ser mayor que 1.
Idéntica	Orgánica	Tsakamurella				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Orgánica	Vibrio				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Orgánica	Virus de la hepatitis A				Membranas	Virus patógenos	
Idéntica	Orgánica	Virus de la hepatitis E				Membranas	Virus patógenos	
Idéntica	Orgánica	Virus entéricos				Membranas		
Idéntica	Orgánica	Xilenos	mg/l	0,5	0,5	Membranas		
Idéntica	Orgánica	Yersinia				Membranas	Bacterias patógenas	
Idéntica	Química	Zinc	mg/l	3	3	Intercambio Iónico		



ANEXO 3.2. SISTEMAS DE TRATAMIENTOS DE MEJORA DE CALIDAD DE AGUA POTABLE

TABLA 3.2.1. TRATAMIENTOS DE MEJORA DE CALIDAD DE AGUA POTABLE

TRATAMIENTOS MICROORGANISMOS			
TRATAMIENTO	GRUPO PATÓGENO	TASA DE ELIMINACIÓN DE REFERENCIA	TASA DE ELIMINACIÓN MÁXIMA
PRE-TRATAMIENTO			
Prefiltros	Bacterias	50%	95%
	Virus	-	-
	Protozoos	50%	95%
Micromatizado (microstraining)	Bacterias	0%	Generalmente ineficaz
	Virus	0%	
	Protozoos	0%	
Almacenamiento aislado de la corriente o en la orilla	Bacterias	Puede producirse un grado significativo de recontaminación que se sumaría al nivel de contaminación del agua de origen. La calidad puede incluso deteriorarse debido a la presencia de algas.	Eliminación cercana al 90% si se evita la entrada de agua cuando la turbidez es máxima.
	Virus		
	Protozoos		
Filtración de orilla	Bacterias	99,99%	Casi del 100%
	Virus	99,99%	
	Protozoos	99,99%	
COAGULACIÓN, FILTRACIÓN Y SEDIMENTACIÓN			
Clarificación convencional	Bacterias	30%	90% (un función del coagulante, ph, turbidez, temperatura y alcalinidad).
	Virus	30%	70% (mismos factores)
	Protozoos	30%	90% (mismos factores)
Clarificación de caudal alto	Bacterias	30%	99.99% (Si se utiliza el polímero de capa adecuado)
	Virus	30%	
	Protozoos	95%	

TRATAMIENTOS MICROORGANISMOS

TRATAMIENTO	GRUPO PATÓGENO	TASA DE ELIMINACIÓN DE REFERENCIA	TASA DE ELIMINACIÓN MÁXIMA
COAGULACIÓN, FILTRACIÓN Y SEDIMENTACIÓN			
Flotación por aire disuelto	Bacterias	-	99.99% (En función de pH, factor de coagulación, tiempo y tasa de recirculación).
	Virus	-	
	Protozoos	95%	
Ablandamiento con cal	Bacterias	20%	99.99% (Durante 6 horas a T° 2-8 °C)
	Virus	90%	99.99% (pH > 11, en función del virus y tiempo de sedimentación)
	Protozoos	Inactivación baja	99.99% (Mediante sedimentación por precipitación e inactivación a pH 11,5)
INTERCAMBIO DE IONES			
Intercambio de iones	Bacterias	0%	-
	Virus	0%	-
	Protozoos	0%	-
FILTRACIÓN			
Filtración granular de caudal alto	Bacterias	-	99.99% (En condiciones óptimas de coagulación)
	Virus	-	
	Protozoos	70%	
Filtración lenta en arena	Bacterias	50%	99.99% (En condiciones óptimas de maduración, limpieza y relleno, y con ausencia de cortocircuitos)
	Virus	20%	
	Protozoos	50%	
Filtración de precapa, con tierra de diatomeas y perlita	Bacterias	30-50%	99.99% con pretratamiento químico con coagulantes o polímeros
	Virus	90%	99.99% con pretratamiento químico con coagulantes o polímeros
	Protozoos	99,99%	99.99% en función de la calidad el medio y del caudal de filtración



TRATAMIENTOS MICROORGANISMOS

TRATAMIENTO	GRUPO PATÓGENO	TASA DE ELIMINACIÓN DE REFERENCIA	TASA DE ELIMINACIÓN MÁXIMA
FILTRACIÓN			
Filtración de membrana: microfiltración	Bacterias	99,99% con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana	99,99%
	Virus	90%	99,99%
	Protozoos	99,99% con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana	99,99%
Filtración de membrana: ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa	Bacterias	Eliminación completa con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana	99,99%
	Virus	Eliminación completa con nanofiltros, con ósmosis inversa y con ultrafiltros de menor tamaño de poros, con un pretratamiento adecuado y con la membrana intacta.	99,99%
	Protozoos	Eliminación completa con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana	99,99%
MÉTODOS DE DESINFECCIÓN			
Cloro	Bacterias	Ct99: 0,08 mg-min/l a 1-2 °C, pH 7; 3,3 mg-min/l a 1-2 °C, pH 8,5	
	Virus	Ct99: 12 mg-min/l a 0-5 °C; 8 mg-min/l a 10 °C; ambos a pH 7-7,5	
	Protozoos	Giardia Ct99: 230 mg-min/l a 0,5 °C; 100 mg-min/l a 10 °C; 41 mg-min/l a 25 °C; todos a pH 7-7,5 No destruye Cryptosporidium	
Cloro	Bacterias	Ct99: 94 mg-min/l a 1-2 °C, pH 7; 278 mg-min/l a 1-2 °C, pH 8,5	
	Virus	Ct99: 1240 mg-min/l a 1 °C; 430 mg-min/l a 15 °C; ambos a pH 6-9	

TRATAMIENTOS MICROORGANISMOS

TRATAMIENTO	GRUPO PATÓGENO	TASA DE ELIMINACIÓN DE REFERENCIA	TASA DE ELIMINACIÓN MÁXIMA
MÉTODOS DE DESINFECCIÓN			
Cloro	Protozoos	Giardia Ct99: 2550 mg-min/l a 1 °C; 1000 mg-min/l a 15 °C; ambos a pH 6-9 No inactiva Cryptosporidium	
Dióxido de Cloro	Bacterias	Ct99: 0,13 mg-min/l a 1-2 °C, pH 7; 0,19 mg-min/l a 1-2 °C, pH 8,5	
	Virus	Ct99: 8,4 mg-min/l a 1 °C; 2,8 mg-min/l a 15 °C, ambos a pH 6-9	
	Protozoos	Giardia Ct99: 42 mg-min/l a 1 °C; 15 mg-min/l a 10 °C; 7,3 mg-min/l a 25 °C; todos a pH 6-9 Cryptosporidium Ct99: 40 mg-min/l a 22 °C, pH 8	
Ozono	Bacterias	Ct99: 0,02 mg-min/l a 5 °C, pH 6-7	
	Virus	Ct99: 0,9 mg-min/l a 1 °C; 0,3 mg-min/l a 15 °C	
	Protozoos	Giardia Ct99: 1,9 mg-min/l a 1 °C; 0,63 mg-min/l a 15 °C, pH 6-9 Cryptosporidium Ct99: 40 mg-min/l a 1 °C; 4,4 mg-min/l a 22 °C	
Radación UV	Bacterias	99% de inactivación: 7 mJ/cm ²	
	Virus	99% de inactivación: 59 mJ/cm ²	
	Protozoos	Giardia 99% de inactivación: 5 mJ/cm ² Cryptosporidium 99.9% de inactivación: 10 mJ/cm ²	

Nomenclaturas:

C= Concentración residual de agente desinfectante (mg/L)

T= Tiempo mínimo de contacto (minutos) entre el material a desinfectar y el agente desinfectante

Ct= Se expresa como mg.min/L



TABLA 3.2.2. CLASIFICACIÓN DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS EN FUNCIÓN DE SU COMPLEJIDAD TÉCNICA Y COSTO

CATEGORÍA	PROCESO DE TRATAMIENTO QUÍMICOS
1	Cloración Simple - Filtración sencilla (rápida o lenta, en arena)
2	Precloración y filtración - Aireación
3	Coagulación química - Optimización de procesos para el control de SPD
4	Tratamiento con carbón activado granular (CAG)
5	Ozonización
6	Procesos de oxidación avanzados - Tratamientos con membranas

Fuente: "Guidelines for Drinking-Water Quality, OMS, 2011"

ENTENDIENDOSE QUE:	Categoría 1	Más simple
		Categoría 6



ANEXO 3.3. ESPECIES RECOMENDADAS SEGÚN ZONAS CLIMÁTICAS

TABLA 3.3.1. RECOMENDACIÓN DE ESPECIES POR ZONA CLIMÁTICA

	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
A	Acacia caven	Espino	Arbol	Espinoso	Nativo	X		X	X	X					0,2
	Acacia dealbata	Aromo de Castilla	Arbol		Exótico					X	X	X			0,5
	Acacia melanoxylon	Aromo Australiano	Arbol		Exótico					X		X			0,5
	Acacia redolens	Acacia redolens	Arbusto		Exótico				X	X	X	X			0,2
	Acaeca antarctica	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X	X	X	0,5
	Acaeca argentea	Cadillo, trun	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5
	Acaena pinnatifida	Pimpinela cimarrona	Arbusto	Perenne	Nativo			X	X	X	X	X	X	X	0,5
	Adesmia aphyla	No conocido	Arbusto		Nativo	X		X							0,5
	Adesmia atacamensis	No conocido	Arbusto		Nativo			X							0,2
	Adesmia longipes	Pasto de guanaco	Arbusto		Nativo							X			0,5
	Adesmia parvifolia	No conocido	Arbusto		Nativo							X	X	X	0,5
	Aextoxicon punctatum	Olivillo	Arbol	siempreverde	Asilvestradas				X	X	X	X			0,2
	Agapanthus africanus	Agapanto azul	Arbusto leñoso		Asilvestradas						X	X			0,5
	Agave ferox	Agave	Arbusto		Exótico	X		X	X	X					0,2
	Ailanthus altissima	Arbol del cielo	Árbol		Exótico				X	X				X	0,5
	Allium neapolitanum	Lagrimas de la virgen	Arbusto		Asilvestradas						X	X			0,5
	Alonsoa meridionalis	Ajicillo	Herbáceas		Endémico				X	X	X	X			0,7
Alstroemeria angustifolia	No conocido	Arbusto	Perenne	Endémico			X	X	X					0,5	
Alstroemeria aurea	Alstroemeria dorada	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,7	



A

	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)	
A	Alstroemeria crispata	No conocido	arbusto	Perenne	Nativo			X	X	X					0,7	
	Alstroemeria exerens	Alstroemeria	arbusto	Perenne	Endémico					X		X			0,7	
	Alstroemeria leporina	No conocido	arbusto	Perenne	Nativo		X	X							0,7	
	Alstroemeria ligtu	Liuto, flor de gallo	arbusto	Perenne	Endémico				X	X	X	X			0,5	
	Alstroemeria magnifica	Mariposa del campo	arbusto	Perenne	Endémico	X									0,5	
	Alstroemeria pelegrina	Mariposa de los molles	arbusto	Perenne	Endémico	X			X						0,5	
	Alstroemeria philippii	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico	X		X							0,7	
	Alstroemeria presliana	Alstroemeria	arbusto	Perenne	Endémico	X			X	X					0,5	
	Alstroemeria pseudospathulata	Repollito amarillo	arbusto	Perenne	Endémico								X		0,2	
	Alstroemeria pulchra	Flor de aguila	arbusto	Perenne	Endémico	X		X	X	X	X				0,5	
	Alstroemeria schizanthoides	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico			X							0,5	
	Alstroemeria spathulata	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico			X						X	0,5	
	Alstroemeria umbellata	Lirio de cordillera rosado	arbusto	Perenne	Endémico						X				0,5	
	Alstroemeria versicolor	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico							X	X		0,5	
	Alstroemeria violacea	Lirio del campo	arbusto	Perenne	Endémico	X	X								0,7	
	Alstroemeria werdermannii	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico	X									0,5	
	Alyssum maritimum	Aliso, alisio, alisum	cubresuelos		Asilvestradas	X				X	X					0,7
	Amomyrtus luma	Luma	Arbol	siempreverde	Nativo					X	X	X	X			0,9
Amomyrtus meli	Meli	Arbol	siempreverde	Nativo					X	X	X	X			0,9	
Ampelopsis quinquefolia	Ampelopsis	trepadoras		Asilvestradas					X	X	X	X		X	0,7	
Anagallis alternifolia	Pimpinela	Arbusto	Perenne	Nativo			X	X	X	X	X	X	X	X	0,5	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
A	Anemone decapetala	Centella	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X	X		0,5
	Anemone moorei	Espinosa, pata de leon	Arbusto		Nativo							X			0,5
	Anemone rigida	Hierva centella	arbusto		Nativo							X			0,5
	Anisomeria littoralis	Pircún	Arbusto		Nativo	X		X							0,2
	Araucaria angustifolia	Araucaria brasileira	arbusto		Exótico				X	X	X	X			0,9
	Araucaria araucana	Araucaria, Pehuén	árbol		Nativo							X		X	0,9
	Argemone hunnemannii	Cardo santo	arbusto		Nativo	X		X	X	X					0,2
	Argylia radiata	No conocido	arbusto		Nativo	X	X	X							0,5
	Aristolochia chilensis	Oreja de zorro	Arbusto	Perenne	Nativo	X	X	X							0,2
	Asteranthera ovata	Estrellita, estrellita del bosque, voqui estrella	arbusto		Nativo				X	X	X	X			0,5
	Austrocedrus chilensis	Ciprés de la Cordillera	Arbol	siempreverde	Nativo					X	X	X			0,9
	Azara alpina	Lilen de la cordillera	Arbusto		Nativo						X	X			0,5
	Azara celastrina	Lilen	arbusto		Nativo	X			X	X	X				0,5
	Azara dentata	Corcolen	arbusto		Nativo					X	X	X	X	X	0,7
	Azara integrifolia	Challin, corcolen	arbusto		Nativo	X			X	X	X	X			0,5
	Azara lanceolata	Aromo	Arbol		Nativo						X	X	X		0,9
	Azara microphylla	Chin chin	Arbusto		Nativo						X	X			0,7
	Azorella compacta	Llaretita	arbusto		Nativo	X	X	X							0,2
Azorella lycopodioides	Llaretita	arbusto		Nativo							X	X	X	0,2	
B	Baccharis linearis	Romerillo	arbusto		Nativo	X		X	X	X	X				0,5
	Baccharis macraei	Vaultro	Arbusto		Nativo	X			X						0,2
	Baccharis magellanica	Chilco de magallanes	Arbusto		Nativo					X	X	X	X	X	0,7
	Bahia ambrosoides	Chamiza blanca	Arbusto		Nativo	X	X	X							0,2
	Balbisia microphylla	No conocido	arbusto		Nativo	X	X								0,2
	Balbisia peduncularis	No conocido	arbusto	Perenne	Nativo	X	X	X							0,2
	Barneoudia major	No conocido	arbusto		Nativo					X		X		X	0,5



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
B	Bauhinia candicans	Pata de vaca	árbol		Exótico				X	X					0,5
	Bellis perennis	Margarita de los prados	Arbusto	Perenne	Exótico						X	X			0,5
	Beilschmiedia bertoana	Belloto del sur	Arbol	siempreverde	Nativo					X					0,9
	Beilschmiedia miersii	Belloto del norte	Arbol	siempreverde	Nativo				X						0,9
	Berberidopsis corallina	Michay rojo	Arbusto		Endémico						X	X			0,5
	Berberidopsis actinacantha	Michay	Arbusto		Endémico	X		X	X	X	X	X			0,5
	Berberis empetrifolia	Uva de la cordillera	Arbusto		Endémico	X			X	X	X	X	X		0,5
	Bignonia	Bignonia	arbusto	Trepadora	Exótico					X			X		0,5
	Bipinnula apinnula	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico								X		0,5
	Bipinnula fimbriata	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico	X			X						0,2
	Bipinnula plumosa	Flor de bigote	arbusto	Perenne	Endémico				X	X	X	X			0,5
	Blechnum chilense	Costilla de vaca	Arbusto		Nativo						X	X	X		0,7
	Bleoharocalyx Cruchshanksii	Temu	Arbol	siempreverde	Nativo				X		X	X			0,9
	Bomarea salsilla	Salsilla	arbusto	Trepadora	Endémico				X		X	X			0,5
	Boquila trifoliolata	Voqui blanco	Arbusto		Nativo						X	X			0,7
	Bougainvillea glabra	Bouganvila, bouganvilia	trepadoras		Asilvestradas	X			X	X	X	X			0,5
	Brachystele unilateralis	No conocido	Arbusto		Endémico				X		X	X			0,5
	Brachychiton populneum	Braquiquito	árbol		Exótico				X	X					0,9
	Browningia candelaris	Candelabro	Cactacea		Nativo		X								0,2
	Buddleja globosa	Matico	arbusto		Nativo	X		X	X	X	X	X			0,5
C	Cactaceae	Cactus artificila	Cactacea		Exótico				X	X					0,2
	Caesalpinia gilliesii	Barba de chivo, ave del paraiso	Arbusto		Asilvestradas	X	X	X							0,5
	Caesalpinia spinosa	Tara	Arbol		Nativo	X		X							0,2
	Caiophora chuquitensis	Ortiga	arbusto	Perenne	Nativo	X	X	X							0,2
	Caiophora cirsiifolia	No conocido	Arbusto	Trepadora	Nativo	X	X								0,2



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
C	Caiophora coronata	Ortiguilla	arbusto		Nativo	X	X	X	X	X	X	X		X	0,5
	Calandrina colchagüensis	Quiaca	arbusto	Perenne	Nativo					X	X	X	X	X	0,5
	Calandrinia grandiflora	Doquilla, Pata de guanaco	herbáceas		Nativo					X					0,5
	Calandrinia taltalensis	No conocido	arbusto	Perenne	Nativo	X	X								0,2
	Calceolaria alba	Capachito, zapatito	arbusto		Endémico						X	X			0,7
	Calceolaria arachnoidea	Capachito morado	arbusto		Nativo			X	X	X	X	X		X	0,7
	Calceolaria cana	Zarcilla	Arbusto	Perenne	Endémico			X	X	X	X	X			0,5
	Calceolaria meyenianana	Capachito de la cordillera	arbusto	Perenne	Endémico					X	X	X			0,5
	Calceolaria nitida	No conocido	arbusto		Nativo					X					0,5
	Caldcluvia paniculata	Tiaca, triaca	árbol	Siempre verde	Nativo						X	X			0,9
	Caltha sagittata	Maillico	Arbusto	Perenne	Nativo									X	0,5
	Carex brunnea	Carex	gramíneas		Asilvestradas					X		X			0,7
	Carica chilensis	Papayo	árbol		Endémico	X			X		X				0,5
	Carpobrotus aequilaterus	Frutilla del mar, doca	Arbusto	cupresuelos	Nativo	X			X	X	X				0,5
	Catalpa bignonioides	No conocido	Arbol		Exótico					X	X	X			0,9
	Cassia tomentosa	Alcaparra	arbusto		Nativo			X		X					0,5
	Catalpa bignonioides	Arbol indio	árbol		Exótico					X		X			0,9
	Catalpa speciosa	Catalpa	árbol		Exótico				X	X	X	X			0,9
	Cedrus atlantica	Cedro	árbol		Exótico					X		X			0,9
	Celtis australis	Alamo carolinio	árbol		Exótico					X					0,9
	Centaurea cachinalensis	No conocido	Arbusto	Perenne	Endémico	X		X							0,2
	Centaurea chilensis	Flor del minero	Arbusto		Endémico	X		X	X	X	X				0,5
	Centaurea floccosa	No conocido	arbusto		Nativo	X									0,2
	Centranthus ruber	Ceanoto rastrero	arbusto		Exótico				X	X	X	X			0,5
	Ceratonia siliqua	Algarrobo europeo	árbol		Exótico				X	X					0,5
Cercis siliquastrum	Arbol de Judea	arbusto		Exótico				X	X		X			0,5	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)	
C	Cestrum parqui	Palqui	Arbusto		Nativo	X			X	X	X				0,5	
	Chaenomeles lagenaria	Membrillo de flor	arbusto		Exótico					X	X	X			0,5	
	Chloraea alpina	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo					X	X	X	X		0,7	
	Chloraea bletioides	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X			0,5	
	Chloraea chrysantha	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X			0,5	
	Chloraea cristata	Orquidea amarilla	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X			0,5	
	Chloraea cylindrostachya	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo					X		X			0,5	
	Chloraea disoides	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo					X		X			0,5	
	Chloraea galeata	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X			0,5	
	Chloraea gaudichaudi	Orquidea de campo	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5	
	Chloraea grandiflora	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo							X	X		0,7	
	Chloraea heteroglossa	Orquidea blanca	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X			0,5	
	Chloraea longipetala	Orquidea silvestre	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5	
	Chloraea magellanica	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5	
	Chloraea nudilabia	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5	
	Chloraea viridiflora	Orquidea de flor verde	Arbusto	Perenne	Nativo							X			0,5	
	Chrysanthemum coronarium	Manzanillo amarillo	cubresuelos		Nativo		X			X						0,2
	Chrysanthemum frutescens	Paquerete	arbusto		Exótico					X	X	X	X			0,5
	Chuiraga oppositifolia	Hierva blanca	arbusto		Nativo			X		X				X		0,7
	Cissus striata	Voqui colorado	trepadoras		Nativo					X	X	X	X			0,7
Cistanthe salsoloides	Carolin	arbusto		Nativo		X		X							0,5	
Citronella mucronata	Naranjillo	Arbol	siempreverde	Endémico					X	X	X	X			0,9	
Clematis flammula	Clematis	trepadoras		Asilvestradas						X		X			0,7	
Cleome chilensis	No conocido	Anual		Endémico		X	X								0,2	
Colletia spinosa	Crucero, Yaqui, Cunco	arbusto		Endémico				X	X	X	X	X			0,5	
Colletia ulicina	Cunco Rojo	arbusto		Endémico							X	X			0,5	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
C	Colliguaja odorifera	Coliguay	arbusto		Nativo	X		X	X	X					0,5
	Copiapoa calderana	No conocido	Arbol	Cactáceas	Endémico	X	X								0,2
	Copiapoa cinerea	No conocido	árbol	Cactáceas	Nativo	X	X								0,2
	Copiapoa coquimbana	No conocido	arbol	Cactáceas	Nativo	X	X								0,2
	Copiapoa dealbata	No conocido	Arbol	Cactáceas	Endémico	X	X								0,2
	Copiapoa krainziana	No conocido	Arbol	Cactáceas	Endémico	X	X								0,2
	Copiapoa longistaminea	No conocido	Arbol	Cactáceas	Endémico	X	X								0,2
	Copiapoa serpentisculata	Cactus de la serpiente	arbol	Cactáceas	Endémico	X	X								0,2
	Cordia decandra	Carboncillo	arbusto		Endémico	X	X	X							0,2
	Coriaria ruscifolia	Deu, Huique	Arbusto		Nativo						X	X			0,7
	Corryocactus brevistylus	Guacalla	arbusto	Cactáceas	Nativo	X	X	X							0,2
	Cortaderia atacamensis	Cola de zorro	gramíneas		Nativo	X		X							0,2
	Cortaderia rudiuscula	Cola de zorro	gramíneas		Nativo	X		X	X	X					0,5
	Cortaderia selloana	Cortaderia	gramíneas		Nativo			X							0,5
	Corynabutilon ceratocarpum	Malva de cordillera	arbusto		Nativo				X	X					0,5
	Corynabutilon viride	Huella	arbusto		Endémico						X	X			0,5
	Corynabutilon vitifolium	Huella	arbusto		Endémico						X	X	X		0,5
	Crataegus monogyna	Peumo aleman, crategus	Arbusto		Exótico	X			X	X	X	X			0,5
	Crinodendron hookerianum	Chaquihue	Arbol	siempreverde	Nativo				X	X	X	X			0,9
	Crinodendron patagua	Patagua	árbol	semiverde	Nativo				X	X	X	X			0,9
Cristaria gracillis	Malvilla	arbusto		Nativo	X	X	X						X	0,5	
Cristaria integerrima	No conocido	arbusto		Nativo	X									0,5	
Cruckshanksia hymenodon	No conocido	Arbusto		Nativo	X	X	X							0,5	
Cryptocarya alba	Peumo	Arbol	siempreverde	Nativo				X	X	X	X			0,9	
Cumulopuntia boliviana	No conocido	Arbol	Cactáceas	Nativo	X	X							X	0,2	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
C	Cumulopuntia sphaerica	Gatito, puskeye	Arbol	Cactáceas	Nativo	X	X	X						X	0,2
	Cupressus sempervirens	Cipres mediterraneo	árbol		Exótico						X	X			0,9
D	Dalea pennellii	No conocido	Arbusto	anual	Endémico	X									0,2
	Dasyphyllum diacanthoides	Palo santo	Arbol	siempreverde	Nativo						X	X			0,9
	Desfontainia spinosa	Taique, Chapico	arbusto		Nativo						X	X	X		0,7
	Digitalis purpurea	Dedalera	arbusto	Perenne	Nativo						X	X	X		0,7
	Disctitis buccinatoria	Bignonia roja	trepadoras		Asilvestradas			X	X	X	X	X			0,7
	Dracaena marginata	Dracena	árbol		Exótico										0,9
	Drimys andina	Canelo enano	arbusto		Nativo						X	X			0,7
	Drimys winteri	Canelo	Arbol	siempreverde	Asilvestradas	X			X	X	X	X	X	X	0,9
	Dunalia spinosa	No conocido	arbusto		Nativo	X									0,2
E	Eccremocarpus scaber	Chupa chupa	arbusto		Nativo				X	X	X	X			0,5
	Echinopsis atacamensis	No conocido	arbusto	Cactáceas	Nativo	X		X							0,2
	Echinopsis chiloensis	Quisco	cactáceas	Cactáceas	Nativo	X			X						0,2
	Elaeagnus angustifolia	Olivo de Bohemia	árbol		Exótico			X		X					0,9
	Embothrium coccineum	Notro, ciruelillo	árbol	siempreverde	Nativo						X	X	X		0,9
	Empetrum rubrum	Brecillo, murtilla de magallanes	arbusto		Nativo						X	X	X		0,7
	Erigeron leptopetalus	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X	X		0,7
	Eriogyne aurata	No conocido	arbusto	Cactáceas	Endémico	X		X	X	X					0,2
	Eriogyne rodentiophila	Sandillon de los ratones	árbol	Cactáceas	Endémico	X	X	X							0,2
	Erysimum	Erisimum	herbáceas		Nativo					X		X			0,5
	Escallonia illinita	Barraco, ñipa, siete camisas o ñipa	árbol		Nativo				X	X	X	X			0,9
	Escallonia pulverulenta	Corontillo, madroño, barraco, siete camisas	arbusto	siempreverde	Nativo				X	X	X	X			0,5



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
E	Escallonia revoluta	Lun	árbol		Nativo			X	X	X	X	X			0,9
	Escallonia rubra	Siete camisas rojo, ñipa, muki	arbusto		Nativo			X	X	X	X	X			0,7
	Eucryphia cordifolia	Ulmo, muermo	árbol	siempreverde	Nativo						X	X			0,9
	Eulychnia iquiquensis	Copao	árbol		Endémico	X	X								0,5
	Euphorbia pulcherrima	Corona del inca, flor de pascua	árbol		Exótico	X	X	X							0,5
	Euphorbia antarctica	No conocido	árbol		Nativo								X		0,9
F	Fabiana imbricata	Pichi, peta	arbusto		Nativo			X	X	X	X	X			0,5
	Famatina cisandina	No conocido	arbusto		Endémico				X	X		X			0,5
	Fagonia chilensis	No conocido	arbusto		Nativo	X	X	X							0,5
	Fellicia ameloides	Agatea	herbáceas		Exótico				X		X				0,7
	Festuca	Festuca	gramíneas		Asilvestradas	X	X							X	0,5
	Fitzroya cupressoides	Alerce	Arbol	siempreverde	Nativo						X	X			0,9
	Fraxinus americana	Fresno blanco	árbol		Exótico				X	X	X	X			0,9
	Fraxinus excelsior	Fresno europeo	árbol		Exótico				X	X	X	X			0,9
	Fuchsia lycioides	Palo de yegua, palo falso	arbusto		Endémico	X		X	X						0,5
	Fuchsia magellanica	Chilco, chilca	arbusto		Nativo			X	X	X	X	X	X		0,5
G	Gaultheria pumila	Chaura	arbusto		Nativo						X	X			0,5
	Gavilea araucana	No conocido	arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5
	Gavilea glandulifera	Pico de loro	arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X			0,5
	Gavilea lutea	No conocido	arbusto		Nativo						X	X			0,5
	Gavilea odoratissima	No conocido	arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5
	Gavilea venosa	No conocido	arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X			0,5
	Gazania rigens	Gazania	herbáceas		Nativo			X	X	X					0,5
	Gentiana prostrata	Genciana minima	arbusto		Nativo			X	X	X		X	X	X	0,5
	Geoffroea decorticans	Chañar	árbol		Nativo	X		X							0,2
	Geum magellanicum	Hierva del clavo	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X	X	X	0,5
	Gevuina avellana	Avellano	Arbol	siempreverde	Asilvestradas						X	X	X		0,9
	Gilliesia montana	No conocido	arbusto	Perenne	Endémico						X	X			0,5



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
G	<i>Glandularia atacamensis</i>	No conocido	Arbusto		Endémico	X	X								0,2
	<i>Glandularia berteroi</i>	Verbena chilena	herbáceas		Nativo	X		X	X	X	X	X			0,5
	<i>Gomortega keule</i>	Queule	Arbol	siempreverde	Nativo						X				0,9
	<i>Granado enano</i>	Granado enano	arbusto		Exótico				X	X	X	X			0,5
	<i>Greigia landbeckii</i>	Quiscal, chupon	arbusto		Endémico						X	X			0,5
	<i>Greigia sphacelata</i>	No conocido	arbusto		Endémico						X	X			0,5
	<i>Gunnera tinctoria</i>	Nalca, pangue	arbusto		Nativo			X	X	X	X	X	X		0,5
	<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	Bío bío	arbusto		Endémico			X	X	X					0,5
H	<i>Hebe salicifolia</i>	Verónica común	arbusto		Exótico					X	X	X			0,5
	<i>Heliotropium filifolium</i>	No conocido	arbusto		Endémico	X									0,2
	<i>Heliotropium lineariifolium</i>	Palito negro	Arbusto		Nativo	X									0,2
	<i>Heliotropium pycnophyllum</i>	No conocido	arbusto		Nativo	X									0,2
	<i>Heliotropium sinuatum</i>	No conocido	arbusto		Endémico			X							0,5
	<i>Herbertia lahue</i>	Lahue	Arbusto			X		X	X	X	X				0,5
	<i>Hibiscus sp.</i>	Hibisco rojo	arbusto leñoso		Asilvestradas			X	X	X					0,5
	<i>Hydrangea serratifolia</i>	Canelilla	arbusto		Nativo					X	X	X	X		0,5
	<i>Hypericum androsaemum</i>	Toda buena, toda santa	Arbusto		Nativo						X	X			0,5
	<i>Hypericum calycinum</i>	Hypericum rastrero	cubresuelos		Asilvestradas					X	X	X			0,5
	<i>Hypericum perforatum</i>	Hierba de San Juan	Arbusto		Nativo					X	X	X			0,5
	I	<i>Iberis sempervirens</i>	Iberis	cubresuelos		Asilvestradas					X	X	X		
<i>Ipomoea purpurea</i>		Gloria de la mañana	cubresuelos		Exótico						X	X			0,5
<i>Iris tenax</i>		No conocido	Arbusto		Exótico					X	X	X			0,5
J	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	árbol		Exótico						X	X			0,9
	<i>Jovellana punctata</i>	Argenita	Arbol		Exótico							X	X		0,9
	<i>Jubaea chilensis</i>	Palma chilena	Arbol	Palma	Nativo			X	X	X		X			0,9
	<i>Juglans nigra</i>	Nogal negro	árbol		Exótico			X		X		X			0,9



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
J	Juniperus chinensis	Junipero rastrero	arbusto		Exótico				X	X					0,5
K	Kageneckia angustifolia	Frangel	Arbol	siempreverde	Nativo			X		X					0,5
	Kageneckia oblonga	Bollén	Arbol	siempreverde	Nativo			X		X					0,5
	Knifofia uvaria	Tritoma	herbáceas		Exótico	X			X	X					0,5
	Koelreuteria paniculata	Jabonero de China	árbol		Exótico				X	X	X	X			0,9
L	Lantana camara	Lantana	trepadoras		Asilvestradas				X	X	X	X			0,5
	Lapageria rosea	Copihue	arbusto		Endémico				X	X	X	X	X		0,7
	Lardizabala biternata	Coguil	trepadoras		Nativo					X	X	X			0,7
	Lathyrus subandinu	No conocido	arbusto		Nativo					X	X	X	X		0,7
	Latua pubiflora	Latue, palo de brujo	arbusto		Nativo						X				0,7
	Laurelia sempervirens	Laurel	Arbol	siempreverde	Nativo						X	X			0,9
	Laureliopsis philippiana	Tepa	Arbol	siempreverde	Asilvestradas						X	X			0,9
	Laurentina	Laurentina	arbusto		Exótico				X	X					0,5
	Laurus nobilis	Laurel de comer	árbol		Exótico				X	X	X	X			0,9
	Lavandula officinalis	Lavanda	arbusto		Exótico			X	X	X					0,5
	Lavandula stoechas	Lavanda francesa	arbusto		Exótico			X	X	X					0,5
	Legrandia Concinna	Luma del norte	Arbol	pequeño	Nativo						X	X			0,9
	Leontochir ovallei	Garra de león	arbusto		Endémico	X									0,2
	Leptocarpha rivularis	Palo negro	arbusto		Endémico						X	X			0,5
	Leucocoryne appendiculata	No conocido	arbusto		Endémico	X									0,2
	Leucocoryne coquimbensis	No conocido	arbusto		Endémico	X									0,2
	Leucocoryne coronata	No conocido	arbusto		Endémico	X		X							0,2
	Leucocoryne ixioides	No conocido	arbusto		Endémico	X		X	X	X					0,5
Leucocoryne purpurea	No conocido	arbusto		Endémico	X									0,5	



NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
Leucocoryne violascens	No conocido	arbusto		Endémico				X						0,5
Leucocoryne vitatta	No conocido	arbusto		Endémico	X									0,2
Libertia chilensis	Calle calle	Arbusto	Leñoso	Asilvestradas						X	X	X		0,5
Lithrea caustica	Litre	Arbol	siempreverde	Nativo	X		X	X	X	X				0,5
Loasa lateritia	Loasa roja	Arbusto		Nativo							X			0,5
Lobelia excelsa	Tabaco del diablo	arbusto		Nativo	X		X	X	X					0,5
Lobelia tupa	Tupa	arbusto		Nativo						X	X			0,5
Lomatia dentata	Avellanito, piñol	árbol	siempreverde	Asilvestradas			X	X	X		X			0,9
Lomatia ferruginea	Fuinque	Arbol	siempreverde	Asilvestradas						X	X	X		0,9
Lomatia hirsuta	Radal	Arbol	siempreverde	Exótico	X		X	X	X	X	X			0,9
Lophosoria quadripinnata	Palmilla	Arbusto	helecho	Nativo						X	X	X		0,7
Luma apiculata	Arrayán	Arbol	siempreverde	Asilvestradas				X	X	X	X			0,9
Luma chequen	Chequen	Arbusto		Endémico	X		X	X	X	X	X			0,7
Lupinus oreophilis	No conocido	Arbusto		Nativo	X									0,2
M Maclura pomifera	Maclura	árbol		Exótico					X		X			0,9
Maihuenia poeppigii	Maihuén	cactáceas		Nativo						X	X			0,2
Malesherbia linearifolia	Estrella azul de cordillera	Arbustos		Endémico			X		X					0,5
Malva assurgentiflora	Malvaloca	arbusto		Exótico	X			X						0,5
Maytenus boaria	Maitén	Arbol	siempreverde	Nativo	X		X	X	X	X	X			0,9
Maytenus chubutensis	Maitén de Chubut	Arbusto		Nativo						X	X	X		0,5
Maytenus magellanica	Leña dura	Arbol	siempreverde	Asilvestradas						X	X	X		0,9
Melia azedarach	Melia	árbol		Exótico			X		X					0,9
Mesembrianthemum gramineum	Rayito de sol	cubresuelos		Asilvestradas	X		X	X	X	X				0,5
Mimulus cupreus	Berro rojo	arbusto	Perenne	Nativo					X		X		X	0,5
Mimulus luteus	Berro amarillo	arbusto	Perenne	Endémico			X		X				X	0,5
Mimulus naiandinus	Berro rosado	arbusto	Perenne	Endémico							X			0,5
Miscanthus sinensis	Miscanthus variegada	gramíneas		Asilvestradas			X	X	X					0,5
Mutisia cana	Clavel del campo	trepadoras		Endémico			X		X				X	0,5



NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
Mutisia decurrens	Clavel del campo anaranjado	trepadoras		Endémico							X	X	X	0,7
Mutisia hamata	Chinchiricoma	trepadoras		Nativo			X							0,5
Mutisia ilicifolia	Clavel del campo	trepadoras		Nativo				X	X		X			0,5
Mutisia linearifolia	Clavel del campo	trepadoras		Endémico					X				X	0,5
Mutisia rosea	No conocido	trepadoras		Endémico					X	X	X		X	0,5
Mutisia sinuata	No conocido	arbusto		Endémico			X						X	0,5
Mutisia subulata	Flor de la granada	arbusto		Endémico					X	X	X			0,5
Myrceugenia correifolia	Petrillo	Arbol	siempreverde	Nativo			X		X				X	0,9
Myrceugenia exsucca	Pitrilla	Arbol	siempreverde	Nativo	X		X	X	X	X	X			0,9
Myrceugenia lanceolata	Arrayancillo	Arbusto		Endémico	X		X	X	X	X	X			0,5
Myrceugenia ovata	Myrceugenia de hojas chicas	Arbusto		Endémico						X	X			0,5
Myrceugenia planipes	Patagua de Valdivia	Arbol	siempreverde	Nativo						X	X	X		0,9
Myrcianthes coquimbensis	Lucumillo, reichea	arbusto	siempreverde	Nativo	X									0,5
N Narcissus tazeta	Junco	Arbusto	Perenne	Exótico						X	X			0,7
Nassauvia axillaris	Calahuala	Arbusto	Perenne	Nativo					X					0,5
Nassauvia digitada	Nassauvia	Arbusto	Perenne	Nativo							X		X	0,5
Nassauvia lagascae	Repollito	Arbusto		Nativo					X		X		X	0,5
Nassauvia pinnigera	Flor del gringo	arbusto		Nativo					X				X	0,5
Nassauvia pyramidalis	Nassauvia de espiga densa	arbusto		Nativo					X				X	0,5
Nastanthus agglomeratus	Coliflor de cerro	Arbusto	Perenne	Nativo			X		X				X	0,5
Neowerdermannia chilensis	No conocido	cactáceas		Endémico	X	X								0,2
Nertera granadensis	Rucachucao	Arbusto	Perenne	Exótico						X	X			0,5
Nicotiana acuminata	Tabaco del cerro	Arbusto		Endémico			X		X			X		0,5
Nicotiana glauca	Palqui extranjero	Arbusto		Exótico	X		X	X	X					0,5
Nierembergia repens	Estrellita de las Vegas	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X			0,5



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)	
N	Nolana aplocaryoides	No conocido	arbusto		Endémico	X									0,2	
	Nolana carnosa	No conocido	arbusto		Endémico	X									0,2	
	Nolana elegans	No conocido	Arbusto		Endémico	X									0,2	
	Nolana linearifolia	No conocido	Arbusto		Endémico	X									0,2	
	Nolana mollis	No conocido	Arbusto		Endémico			X							0,2	
	Nolana paradoxa	No conocido	Arbusto		Nativo				X		X				0,5	
	Nolana ramosissima	No conocido	Arbusto		Endémico			X							0,5	
	Nolana sedifolia	Sosa	Arbusto		Endémico	X									0,2	
	Nothofagus alessandrii	Ruil	Arbol	siempreverde	Nativo						X					0,9
	Nothofagus alpina	Raulí	Arbol	siempreverde	Nativo						X	X				0,9
	Nothofagus antarctica	Ñirre	Arbol		Asilvestradas						X	X	X			0,9
	Nothofagus betuloides	Coigue de Magallanes	Arbol	siempreverde	Asilvestradas						X	X	X			0,9
	Nothofagus dombeyi	Coigue	Arbol	siempreverde	Asilvestradas						X	X	X			0,9
	Nothofagus glauca	Hualo, Roble Maulino o Roble Blanco	Arbol	siempreverde	Nativo						X	X	X			0,9
	Nothofagus macrocarpa	Roble de Santiago	Arbol		Nativo				X	X						0,9
	Nothofagus nitida	Coigue de Chiloe	Arbol	siempreverde	Nativo						X			X		0,9
Nothofagus obliqua	Roble	Arbol		Asilvestradas								X	X		0,9	
Nothofagus pumilio	Lenga	Arbol		Asilvestradas						X	X	X			0,9	
Nymphaea alba	Loto	Arbusto	Perenne	Exótico						X	X				0,5	
O	Ochagavia carnea	Cardoncillo	Arbusto		Endémico				X	X	X	X			0,5	
	Ochagavia litoralis	No conocido	Arbusto		Nativo						X	X			0,5	
	Oenothera acaulis	Don Diego de la noche	herbáceas		Asilvestradas	X		X	X	X	X	X		X	0,5	
	Olea europea	Olivo	árbol		Exótico	X		X	X	X					0,5	
	Opuntia ficus indica	Tuna	cactáceas		Nativo	X		X	X	X					0,2	
	Olsynium frigidum	Chamelo	Arbusto	Perenne	Nativo					X		X			0,5	
	Oreocereus hempelianus	Achacañao	cactáceas		Nativo		X	X							0,2	
	Oreocereus leucotrichus	Viejito	cactáceas		Nativo		X	X							0,2	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
O	Oreopolus glacialis	Oreopolo	cactáceas		Nativo					X		X		X	0,2
	Orites myrtoidea	Radal enano	Arbusto		Endémico							X			0,5
	Ourisia alpina	Ourisia rosada	Arbusto	Perenne	Nativo							X		X	0,5
	Ourisia poeppigii	Ourisia	arbusto		Nativo							X	X	X	0,5
	Ourisia ruelloides	No conocido	arbusto		Nativo							X			0,5
	Ovidia andina	Traro Vaqui	Arbusto		Nativo						X	X			0,5
	Ovidia pillo pillo	Pillo pillo	Arbol	siempreverde	Nativo						X	X	X		0,9
	Oxalis adenophylla	Culle	Arbusto		Nativo					X		X			0,5
	Oxalis pes-caprae	No conocido	Arbusto		Exótico					X		X			0,5
P	Pachylaena atriplicifolia	No conocido	Arbusto	Perenne	Nativo			X		X					0,5
	Papaver somniferum	Amapola	Arbusto		Exótico	X		X	X	X	X	X			0,5
	Papaver sp.	No conocido	Arbusto		Exótico							X			0,5
	Parkinsonia aculeata	Parkinsonia, cina-cina, Palo verde, Espina de Jerusalen	árbol		Exótico		X	X		X		X			0,9
	Pasithaea coerulea	Azulillo	herbáceas		Nativo	X		X	X	X	X	X			0,5
	Passiflora pinnatistipula	Pasionaria	trepadoras		Exótico				X						0,5
	Passiflora tripartita	Curuba	trepadoras		Exótico			X							0,5
	Persea Lingue	Lingue	Arbol	siempreverde	Asilvestradas					X	X	X			0,9
	Peumus boldus	Boldo	Arbol	siempreverde	Nativo	X			X	X	X	X			0,9
	Phacelia brachyanta	Cuncuna, te de burro	Arbusto	Perenne	Nativo	X	X	X	X	X					0,5
	Philesia magellanica	Coicopihue	Arbusto		Nativo						X	X	X		0,5
	Phoenix canariensis	Palma canaria	árbol		Exótico			X	X	X					0,5
	Phormium tenax	No conocido	Arbusto	Perenne	Exótico						X	X			0,5
	Phycella bicolor	Azucena del diablo	herbáceas	Perenne	Endémico				X	X	X	X			0,5
	Phycella ignea	Añañuca roja	herbáceas		Nativo	X			X						0,2
	Phycella scarlatina	No conocido	herbáceas		Nativo					X					0,5
	Phytolacca bogotensis	Papa cimarrona	Arbusto		Nativo						X				0,5
	Pilgerodendron uviferum	Cipres de las guaitecas	Arbol	Conifera	Nativo						X	X	X		0,9
Placea amoena	Macaya	Arbusto	Perenne	Endémico			X							0,5	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
P	Placea ornata	No conocido	Arbusto		Endémico					X					0,5
	Pleurophora pungens	Lengua de gallina	Arbusto		Endémico			X		X					0,5
	Podocarpus nubigenus	Mañío de hoja punzante	Arbol	Conifera	Asilvestradas							X	X		0,9
	Podocarpus saligna	Mañío de hoja larga	Arbol	Conifera	Nativo						X	X			0,9
	Polylepis regulosa	Queñoa	árbol		Nativo		X	X							0,7
	Polylepis tarapacana	Queñoa de altura	árbol		Nativo		X	X							0,7
	Populus tremuloides	Alamo temblon	árbol		Exótico				X	X	X	X			0,7
	Porlieria chilensis	Guayacan	arbusto		Nativo	X		X	X	X					0,2
	Pouteria splendens	Lucumo silvestre	arbusto		Nativo	X			X	X					0,5
	Prosopis alba	Algarrobo blanco	árbol		Nativo		X	X							0,2
	Prosopis chilensis	Algarrobo	árbol		Nativo			X		X					0,2
	Prosopis tamarugo	Tamarugo	árbol		Nativo		X	X							0,2
	Prunus virginiana	Cerezo	árbol		Exótico				X	X	X	X			0,9
	Pseudopanax laetevirens	Traumén	árbol		Endémico						X	X	X		0,9
	Punica granatum	Granado de flor	arbusto		Exótico				X	X	X	X			0,5
	Puya berteroniana	Puya, chagual	arbusto		Nativo			X		X		X			0,5
	Puya chilensis	Chagual amarillo	arbusto		Nativo	X			X		X				0,2
Puya coerulea	Chagualillo	arbusto		Nativo							X			0,2	
Puya venusta	Chagual	arbusto		Nativo	X		X							0,2	
Q	Quercus ilex	Encina, carrasca	árbol		Exótico					X		X			0,9
	Quercus nigra	Roble negro	árbol		Exótico						X	X			0,9
	Quercus robur	Roble fresnal, roble caballo	árbol		Exótico				X		X				0,9
	Quillaja saponaria	Quillay	árbol	siempreverde	Nativo	X		X	X	X	X	X			0,5
R	Retanilla ephedra	Frutilla del campo	árbol		Endémico					X		X			0,5
	Rhaphithamnus spinosus	Arrayán macho	arbusto		Nativo			X		X		X	X		0,9
	Rhodophiala advena	No conocido	Arbusto	Perenne	Endémico	X									0,2
	Rhodophiala ananuca	No conocido	Arbusto		Nativo	X									0,2
	Rhodophiala andicola	Añañuca de los volcanes	arbusto		Endémico							X	X	X	0,5



NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
Rhodophiala araucana	No conocido	Arbusto		Nativo							X	X	X	0,5
Rhodophiala bagnoldii	Añañuca amarilla	Arbusto		Endémico	X		X							0,5
Rhodophiala bakeri	No conocido	Arbusto		Nativo						X	X			0,5
Rhodophiala laeta	Añañuca rosada	Arbusto		Endémico	X	X								0,5
Rhodophiala moelleri	No conocido	Arbusto		Endémico							X			0,5
Rhodophiala montana	Añañuca de las montañas	Arbusto		Endémico							X		X	0,5
Rhodophiala phycelloides	Revienta ojos	Arbusto		Endémico				X	X					0,5
Rhodophiala pratensis	No conocido	Arbusto		Endémico						X	X			0,5
Rhodophiala rhodolirion	Añañuca de la cordillera	arbusto		Endémico					X		X		X	0,5
Rhodophiala splendens	Añañuca esplendorosa	arbusto		Endémico							X			0,5
Ribes magellanicum	Uvilla	Arbusto		Nativo				X	X	X	X	X	X	0,5
Ricinus communis	Ricino	árbol		Exótico	X	X	X	X	X					0,7
Rubus geoides	Miñe miñe	Arbusto	Perenne	Nativo						X	X	X		0,5
Rubus ulmifolius	Zarzamora	trepadoras		Nativo	X		X	X	X	X	X			0,5
Rosa sp.	Rosa trepadora	trepadoras		Asilvestradas				X	X	X	X	X		0,5
Rosmarinus officinalis	Romero	arbusto		Exótico				X	X	X	X			0,5
Ruta graveolens	Ruda	arbusto		Exótico				X	X	X	X			0,5
S Salix babylonica	Sauce llorón	árbol		Nativo			X	X	X	X	X			0,9
Salix humboldtiana	Sauce amargo	árbol		Nativo	X		X	X	X	X	X			0,9
Salix viminalis	Sauce mimbre	Arbol		Exótico						X	X			0,9
Salpiglossis sinuata	Palito amargo	Arbusto	Perenne	Nativo	X		X	X	X					0,5
Sambucus nigra	Sauco	Arbol		Exótico						X	X			0,9
Salvia tubiflora	No conocido	Arbusto		Nativo	X	X								0,5
Satureja gilliesii	Menta de árbol	arbusto		Nativo	X	X								0,5
Sarmienta repens	Medallita	trepadoras		Nativo	X		X	X	X	X	X			0,5
Satureja multiflora	Satureja	arbusto		Endémico						X	X	X		0,7
Saxegothaea conspicua	Mañío de hoja corta	Arbol	Copa frondosa	Nativo						X	X			0,9



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)	
S	Schinus latifolius	Molle	Arbol	siempreverde	Nativo	X		X	X	X	X	X			0,9	
	Schinus molle	Pimiento	árbol		Nativo	X		X							0,2	
	Schinus montanus	Muchi	Arbol		Endémico				X	X					0,5	
	Schinus polygamus	Huingan	arbusto		Nativo	X		X	X	X	X	X			0,5	
	Schizanthus coccineus	Mariposita de cordillera	Arbusto		Endémico					X		X			0,5	
	Schizanthus grahamii	Mariposita	Arbusto		Nativo			X		X		X			0,5	
	Schizanthus hookerii	Mariposita	Arbusto		Nativo			X		X		X			0,5	
	Schizanthus lacteus	Mariposita	Arbusto		Endémico		X	X							0,5	
	Schizanthus litoralis	Mariposita costera	Arbusto		Endémico	X			X						0,5	
	Schizanthus pinnatus	Mariposita blanca	Arbusto		Endémico	X		X	X	X	X	X			0,5	
	Senecio fistulosus	Hualtata	Arbusto	Perenne	Nativo				X	X	X	X	X	X	0,5	
	Senna birostris var. arequipensis	No conocido	arbusto		Nativo		X	X							0,5	
	Senna candolleana	Quebracho	arbusto		Nativo					X					0,5	
	Senna cumingii var. alcaparra	No conocido	arbusto		Endémico			X							0,5	
	Senna cumingii var. coquimbensis	No conocido	arbusto			X		X							0,5	
	Sequoia sempervirens	Sequoia	árbol		Exótico								X	X	X	0,5
	Sisyrinchium arenarium	Huilmo	herbáceas		Nativo	X		X	X	X	X	X				0,5
	Sisyrinchium azureum	Clavelillo azul	herbáceas		Nativo					X						0,5
	Sisyrinchium cuspidatum	No conocido	herbáceas		Nativo	X		X	X	X	X	X				0,5
	Sisyrinchium graminifolium	Huilmo amarillo	herbáceas		Nativo			X		X			X			0,5
Sisyrinchium junceum ssp. junceum	Huilmo rosado	arbusto		Nativo					X			X			0,5	
Sisyrinchium striatum	Huilmo amarillo	herbáceas		Nativo	X		X	X	X	X	X				0,5	
Solanum ligustrinum	Natri, natre	trepadoras		Nativo	X		X	X	X						0,5	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
S	<i>Solanum lycopersicoides</i>	No conocido	arbusto		Nativo	X	X								0,5
	<i>Solaria brevicoolita</i>	No conocido	Arbusto		Endémico						X	X			0,5
	<i>Solaria miersioides</i>	No conocido	arbusto		Nativo					X					0,5
	<i>Solenomelus pedunculatus</i>	Maicillo	Arbusto	Perenne	Nativo			X		X		X			0,5
	<i>Solidago chilensis</i>	Fulel	herbáceas		Nativo	X	X	X	X	X	X	X			0,5
	<i>Sophora cassioides</i>	Pelú	árbol	semiverde	Nativo						X	X	X		0,5
	<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayu, mayo	arbusto		Nativo	X		X	X	X					0,5
	<i>Strelitzia reginae</i>	Ave del paraíso	Arbusto		Exótico				X	X	X	X	X		0,5
	<i>Stipa</i>	No conocido	Arbusto		Asilvestradas		X							X	0,5
T	<i>Tagetes multiflora</i>	No conocido	Arbusto		Nativo		X	X							0,5
	<i>Tarasa operculata</i>	No conocido	arbusto		Nativo		X	X							0,5
	<i>Tecomaria capensis</i>	Bignonia naranja	trepadoras		Asilvestradas					X	X	X			0,7
	<i>Teupalia stipularis</i>	Tepú	Arbol	siempreverde	Asilvestradas						X	X	X		0,9
	<i>Teucrium bicolor</i>	Oreganillo	Arbusto		Endémico			X	X	X					0,5
	<i>Teucrium nudicaule</i>	No conocido	Arbusto		Endémico	X	X	X							0,5
	<i>Tigridia philippiana</i>	No conocido	Arbusto		Endémico	X	X								0,5
	<i>Teucrium nudicaule</i>	No conocido	Arbusto		Exótico							X			0,5
	<i>Tragopogon pratensis</i>	Salsifi de prado	Arbusto		Exótico							X			0,5
	<i>Trevoa quinquinervia</i>	Tralhuen, talguen	arbusto		Nativo			X	X	X	X	X			0,5
	<i>Trichopetalum plumosum</i>	Flor de plumilla	Arbusto		Endémico	X		X	X	X	X	X			0,5
	<i>Tropaeolum beuthii</i>	No conocido	trepadoras		Endémico	X	X								0,5
	<i>Tropaeolum brachyceras</i>	No conocido	trepadoras		Nativo				X	X					0,5
	<i>Tropaeolum ciliatum</i>	Pajarito	trepadoras		Endémico				X	X	X	X			0,5
	<i>Tropaeolum hookerianum</i>	Soldadito	Arbusto		Endémico			X							0,5
	<i>Tropaeolum incisum</i>	Soldadito	Arbusto		Nativo			X		X		X			0,5
	<i>Tropaeolum leptophyllum</i>	No conocido	Arbusto		Endémico				X						0,5
<i>Tropaeolum majus</i>	No conocido	Arbusto		Exótico				X		X				0,5	



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
T	<i>Tropaeolum sessilifolium</i>	Soldadito de cordillera	Arbusto		Endémico			X		X				X	0,5
	<i>Tropaeolum speciosum</i>	Coralito	trepadoras		Endémico						X	X			0,5
	<i>Tropaeolum tricolor</i>	Soldadito rojo	trepadoras		Endémico			X	X	X	X	X			0,5
	<i>Typha angustifolia</i>	Totora	Arbusto		Nativo						X	X			0,5
U	<i>Ugni molinae</i>	Murta	Arbusto		Nativo						X	X			0,5
	<i>Ulmus campestris</i>	Olmo	árbol		Exótico						X	X			0,9
	<i>Ulmus pumila</i>	Olmo	árbol		Exótico						X	X			0,9
V	<i>Valeriana graciliceps</i>	No conocido	Arbusto		Endémico			X		X					0,5
	<i>Vicia bijuga</i>	No conocido	Arbusto		Nativo						X	X	X		0,5
	<i>Vicia magnifolia</i>	Arvejilla	Arbusto		Nativo	X		X	X	X				X	0,5
	<i>Viguiera revoluta</i>	Maravilla del cerro	Arbusto		Nativo			X		X		X			0,5
	<i>Vinca mayor</i>	Previnca, herba donzella	Arbusto		Exótico					X	X	X			0,5
	<i>Viola arvensis</i>	Violeta	Hiervas		Exótico					X	X	X			0,5
	<i>Verbena gynobasis</i>	No conocido	herbáceas		Endémico	X	X								0,5
	<i>Viola atropurpurea</i>	No conocido	arbusto		Nativo					X		X		X	0,5
	<i>Viola congesta</i>	Violeta de los volcanes	arbusto		Nativo							X		X	0,5
	<i>Viola cotyledon</i>	Hierba de corazon	Hiervas		Nativo						X	X			0,5
	<i>Viola litoralis</i>	No conocido	Arbusto		Nativo			X							0,5
	<i>Viola maculata</i>	Violeta amarilla	Arbusto		Nativo						X	X			0,5
	<i>Viola portalesia</i>	Violeta arbustiva	Arbusto		Endémico				X	X	X	X			0,5
	<i>Viola reichei</i>	No conocido	arbusto		Nativo						X	X			0,5
	<i>Viola subandina</i>	No conocido	Arbusto		Endémico			X		X		X			0,5
	<i>Viola volcanica</i>	No conocido	arbusto		Nativo							X		X	0,5
<i>Vitadinia</i>	Vitadinia	cubresuelos		Nativo						X	X	X		0,5	
W	<i>Washingtonia filifera</i>	Palma de California, Palmera de California	árbol		Exótico	X			X	X	X	X			0,7
	<i>Weinmannia trichosperma</i>	Tineo	árbol	siempreverde	Nativo						X	X	X		0,9
	<i>Wendtia gracilis</i>	Oreganillo amarillo	Arbusto		Nativo						X	X	X	X	0,5



	NOMBRE CIENTÍFICO ESPECIE	NOMBRE COMUN	TIPO	CARACTERÍSTICA	PROCEDENCIA	NL	ND	NVT	CL	CI	SL	SI	SE	AN	FACTOR ESPECIES (KS)
W	Werneria aretioides	No conocido	Arbusto		Nativo			X							0,5
	Werneria pygmaea	No conocido	Arbusto		Nativo		X	X						X	0,5
Z	Zantedeschia aethiopica	Cala	arbusto leñoso		Asilvestradas						X	X	X		0,5
	Zelkova serrata	Zelcova	árbol		Exótico			X	X	X		X			0,9
	Zephirantes candida	Zephirantes	arbusto leñoso		Asilvestradas			X	X	X					0,5
	Zephyra compacta	No conocido	herbáceas		Asilvestradas			X							0,5
	Zephyra elegans	Flor de viuda, celestina	herbáceas		Asilvestradas	X	X								0,5

ZONAS CLIMATICO-HABITACIONALES	SIGLA
Norte litoral	NL
Norte desértica	ND
Norte valle transversal	NVT
Central litoral	CL
Central interior	CI
Sur litoral	SL
Sur interior	SI
Sur extremo	SE
Andina	A



ANEXO 3.4 CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE AGUA PARA IRRIGACIÓN DE JARDÍN

TABLA 3.4.1.: CÁLCULO DE COEFICIENTE DE JARDÍN O PAISAJISMO (ECUACIÓN 3.2.)

TIPO VEGETACIÓN	FACTOR ESPECIE (KS)			FACTOR DENSIDAD (KD)		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
ÁRBOLES	0,9	0,5	0,2	1,3	1	0,5
ARBUSTOS, TREPADORAS Y CRASAS	0,7	0,5	0,2	1,1	1	0,5
GRAMINEAS	0,3	0,6	0,8	0,5	1	1,1
CACTACEAS	0,2	0,5	0,7	0,5	1	1,1
TAPIZANTES, CUBRESUELOS Y HERBACEAS	0,7	0,5	0,2	1,1	1	0,5
PLANTACIÓN MIXTA	0,9	0,5	0,2	1,1	1,1	0,5
CÉSPED	0,8	0,7	0,6	1	1	0,6

TIPO VEGETACIÓN	FACTOR MICROCLIMA (KMS)			COEFICIENTE JARDÍN O PAISAJISMO (KL)		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
ÁRBOLES	1,4	1	0,5	1,638	0,5	0,05
ARBUSTOS, TREPADORAS Y CRASAS	1,3	1	0,5	1,001	0,5	0,05
GRAMINEAS	0,5	1	1,3	0,075	0,6	1,144
CACTACEAS	0,5	1	1,3	0,05	0,5	1,001
TAPIZANTES, CUBRESUELOS Y HERBACEAS	1,2	1	0,5	0,924	0,5	0,05
PLANTACIÓN MIXTA	1,4	1	0,5	1,386	0,55	0,05
CÉSPED	1,2	1	0,8	0,96	0,7	0,288

Fuente: Clark. et., 1991 Estimating Water Requirements of landscape plantings. The landscape coefficient method. Traducido: Bures. S. Revista Horticultura 180, 120-127. 1995

TABLA 3.4.2.: CÁLCULO CONSUMO AGUA

ESPECIE 1						
ECUACIÓN 3.2.	KL	Ks	Kd	Kms	KL	
	$KL = Ks * Kd * Kms$		0,7	0,6	0,6	0,252
ECUACIÓN 3.3.	ETL (mm/año)			KL	ETO (mm/año)	ETL
	$ETL=KL * ETO$ (mm/año)					
ECUACIÓN 3.4.	Nm			ETL	Pe	Nm
	$Nm= ETL * Pe$					
ECUACIÓN 3.5.	Na			ΣNm		Na
	$Na = \Sigma Nm$					
ECUACIÓN 3.6.	NF			N	EA	NF
	$NF = N / EA$					
ESPECIE 2						
ECUACIÓN 3.2.	KL	Ks	Kd	Kms	KL	
	$KL = Ks * Kd * Kms$					
ECUACIÓN 3.3.	ETL (MM/AÑO)			KL	ETO (mm/año)	ETL
	$ETL=KL * ETO$ (mm/año)					
ECUACIÓN 3.4.	NM			ETL	Pe	Nm
	$Nm= ETL * Pe$					
ECUACIÓN 3.5.	NA			ΣNm		Na
	$Na = \Sigma Nm$					
ECUACIÓN 3.6.	NF			N	EA	NF
	$NF = N / EA$					
ESPECIE 3						
ECUACIÓN 3.2.	KL	KS	Kd	Kms	KL	
	$KL = Ks * Kd * Kms$					
ECUACIÓN 3.3.	ETL (mm/año)			KL	ETO (mm/año)	ETL
	$ETL=KL * ETO$ (mm/año)					
ECUACIÓN 3.4.	Nm			ETL	Pe	Nm
	$Nm= ETL * Pe$					
ECUACIÓN 3.5.	Na			ΣNm		Na
	$Na = \Sigma Nm$					
ECUACIÓN 3.6.	NF			N	EA	NF
	$NF = N / EA$					



**TABLA 3.4.3.: CÁLCULO CAR
ECUACIÓN 3.7.**

LISTADO DE ESPECIES	NF	SC	CAR
ESPECIE 1	0	30%	0,00
ESPECIE 2	0	20%	0,00
ESPECIE 3	0	30%	0,00
ESPECIE XX	0	10%	0,00
TOTALES		90%	0,00

**TABLA 3.4.4.:
CÁLCULO DE L*DÍA POR m², DEL
PROYECTO TOTAL**

ETAPAS	DETALLE	FÓRMULA	CONSUMO	UNIDAD
1	Consumo en m ³ al día	Car / 356 días	0,000	M3/día
2	Consumo en litros al día	m ³ x 1000	0,00	L/día
3	Superficie jardín	m ²	50	m ²
	TOTAL (L X SUPF.)	CONSUMO	0,0	L*DIA/M2

**TABLA 3.4.5.: VERIFICACIÓN
DE CUMPLIMIENTO**

PE	ZONA HIDRICA	META CONSUMO L*DIA/M2	CUMPLE
0,6	EHE	0,84	
0,6	EH	2,1	
0,8	DH	3,15	
0,8	SH	3,78	

**ANEXO 3.5.
PRECIPITACIONES Y EVAPOTRANSPIRACIÓN****TABLA 3.5.1. PRECIPITACIONES Y EVAPOTRANSPIRACION POR
CIUDAD**

LOCALIDAD	PA PRECIPITACION ANUAL (mm/año)	ETO EVAPOTRANSPIRACION ENERO (mm/año)
Arica y Parinacota	0,5	210
Iquique	0,6	221
Antofagasta	1,7	232
Chañaral	11,5	186
La Serena	78	185
Quillagua	0,7	
Calama	6,4	184
Copiapo	12	192
Vallenar	31,6	193
Vicuña	92	239
Ovalle	125,7	176
Combarbala	214,6	180
Illapel	219,8	177
Quintero	341	150
Viña del mar	508,4	147
Valparaíso	372,5	150
San Antonio	388	132
Chanco	781,9	144
San Felipe	234,2	179
Los andes	275,5	190
Santiago	312,5	210
Rancagua	436,2	196
Curico	701,9	196
Talca	721,2	197
Linares	966,9	196
Cauquenes	696,8	198



LOCALIDAD	PA PRECIPITACION ANUAL (mm/año)	ETO EVAPOTRANSPIRACION ENERO (mm/año)
Chillan	1107	196
Talcahuano	1107	136
Concepcion	1110	141
Valdivia	1871	142
Puerto Montt	1802	121
Los Angeles	1072	209
Traiguén	945	171
Temuco	1157	171
Loncoche	2068	154
Osorno	1331	145
Ancud*	2704	134
Castro*	1871	130
Aysén	2647	121
Punta Arenas	375	106
Potrerosillos	12,9	210
El teniente	785,1	
I. de Pascua	1147	
J. Fernandez	1041	
Antartica	797	

Fuente: Manual evaluación y calificación CES V1, (IC, 2014) y Comisión nacional de Riego (www.cnr.gob.cl)

TABLA 3.5.2.: DIMENSIONAMIENTO SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS

1.- DATOS DE ENTRADA			
SUPERFICIE 1	CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO
		m ²	Superficie Captación
		(e)	Naturaleza de la superficie
		Nf	Grado de efectividad filtrante
		Pa mm	Precipitación anual
SUPERFICIE 2	CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO
		m ²	Superficie Captación
		(e)	Naturaleza de la superficie
		Nf	Grado de efectividad filtrante
		Pa mm	Precipitación anual
SUPERFICIE 3	CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO
		m ²	Superficie Captación
		(e)	Naturaleza de la superficie
		Nf	Grado de efectividad filtrante
		Pa mm	Precipitación anual
2.- CÁLCULO DE VOLUMEN ÓPTIMO DEL ESTANQUE DE ACUMULACIÓN VOL. ÓPTIMO = MIN ENTRE (NDT O LRA) X (% TABLA 3.3.)			
	CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO
LRA		L/año	Rendimiento Anual de Agua Pluvial
NDT		L/año	Necesidad de uso en puntos de servicio
VOLUMEN TOTAL	-	L	VOL. ÓPTIMO
	-	m ³	



ANEXO 3.6. DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS

I. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES

1. Sistemas de tratamiento de aguas Grises para su posterior utilización en Cisternas de Inodoros

Descripción del proceso

Los sistemas de reutilización de aguas grises consisten en la recolección de las aguas procedentes principalmente de duchas, lavadoras, lavamanos y tinas para su posterior utilización como fuente de alimentación de las cisternas de los inodoros o limpieza de exteriores.

Estos sistemas requieren la conexión de los desagües de lavamanos, tinas, duchas y lavadoras a un depósito, donde se realizan dos tratamientos de depuración:

- Uno físico, mediante unos filtros que impiden el paso de partículas sólidas, los cuales tienen que ser de tamaño adecuado para retener aquellas partículas que suelen verterse en los desagües.
 - Otro tratamiento químico, mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico con un dosificador automático, que la deja en condiciones para ser reutilizada.
 - Estos dos tratamientos se realizan en tres etapas:



Fuente: (CPL, 2012)

a. Desengrase y desarenado.

- Se realiza una etapa de pre filtrado automático, en la que se separan las partículas de mayor tamaño.
- En la primera cámara se realiza el desengrase y el desarenado por diferencia de densidad, separando por la parte superior los aceites y grasas y por la parte inferior las arenas y lodos.
- En esta etapa se realiza también una purga automática para eliminar las arenas y lodos.

b. Degradación biológica y decantación.

- En esta segunda etapa se realiza una oxidación biológica, produciéndose una descomposición de la materia orgánica gracias a la aportación de aire y a la generación de microorganismos aerobios.

c. Almacenaje y desinfección.

- Se esteriliza el agua mediante un filtro (que puede ser de rayos UV u otros) que elimina bacterias, virus y protozoos. (Idealmente con rendimiento del 99,9%).
- Esta etapa incluye también la entrada de agua potable, para mantener el nivel de agua en la cámara en caso de falta de entrada de agua tratada.
- Para su uso posterior en cisternas de inodoros se lleva a cabo la coloración y cloración del agua; si es para limpieza de exteriores sólo se clora.
- Para devolver el agua hacia las cisternas el sistema se debe utilizar bombas de bajo consumo que conducen el agua desde el depósito cuando las cisternas, tras su uso, deben ser llenadas de nuevo.

Para ver mayor detalle sobre características del sistema y requisitos para la correcta instalación de este sistema, referirse a “Guía de Mejores técnicas disponibles para la reutilización de aguas Grises en el sector Gastronómico y de alojamiento turístico” CPL, 2012. Descargable en: http://www.agataag.cl/wp-content/uploads/2015/06/guia15_aguasgrises.pdf, Consultado el 11.10.2016.

2. Re-utilización de aguas grises para el riego de jardines , zonas verdes y para limpieza de zonas exteriores

El alto contenido en fósforo, potasio y nitrógeno de las aguas grises permite que éstas puedan utilizarse de manera beneficiosa como excelentes nutrientes para las plantas cuando dichas aguas se utilizan como agua de regadío o de limpieza de zonas exteriores.

Actualmente existen dos sistemas para tratar las aguas grises destinadas al riego, dependiendo de las condiciones del terreno (desniveles, tipo de suelo) y de cómo se pretende reutilizar el agua, estos son: el sistema filtro jardinera y el sistema filtro de acolchado.

¿Cómo reutilizar las aguas grises para el riego de jardines y áreas verdes?



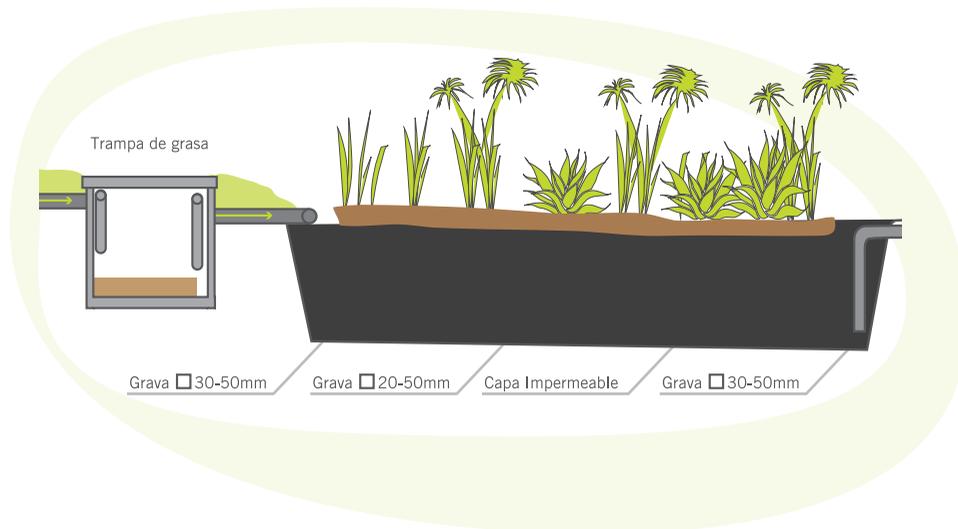
a. Sistema filtro jardinera

El filtro jardinera es un pequeño humedal artificial de flujo subterráneo sembrado con plantas acuáticas como carrizo o caña brava, papiro, junco, totora, achira u otros, que permite la reutilización de las aguas grises para el riego de árboles, jardines o plantas ornamentales.



Fuente: (CPL, 2012)

- Los filtros jardinera disponen en primer lugar de un sistema de retención para jabones y grasas denominado trampa de grasas. La trampa tiene dos funciones: retener las grasas, que forman una capa en la superficie del agua, y sedimentar los sólidos, que se asientan en el fondo. De esta forma, la trampa protege el filtro, pues evita que éste se tape.
- Después, el agua pre-tratada se dirige hacia una jardinera impermeable que cuenta con tres secciones: dos rellenas con una grava gruesa (30-50mm de diámetro) y la parte principal con una grava de 20-30mm de diámetro, donde se siembran plantas de pantano.



Fuente: www.sarar-t.org

- La función del material de relleno es atrapar los sólidos y proveer la superficie necesaria para que se forme una bio-membrana (capa muy delgada de microorganismos, quienes se encargan de dar tratamiento al agua).

- Por su parte, las plantas de pantano se nutren de los detergentes y la materia orgánica, evaporan el agua y así la purifican.

- Durante el recorrido del agua, que dura de tres a cinco días, el agua residual entra en contacto con zonas aeróbicas (con presencia de oxígeno) y anaeróbicas (sin presencia de oxígeno), ubicadas las primeras alrededor de las raíces de las plantas (los rizomas fijan los metales), y las segundas en las áreas lejanas a las raíces. Durante su paso a través de las diferentes zonas del lecho filtrante, el agua residual es depurada por la acción de microorganismos que se adhieren a la superficie del lecho y por otros procesos físicos tales como la filtración y la sedimentación.

- Para el buen funcionamiento de este sistema, es necesario limpiar la trampa de grasas una vez al mes, utilizar preferentemente jabones biodegradables y no abusar de productos químicos (por ejemplo, el cloro).

- Cada 5 o 10 años el material filtrante saturado debe reemplazarse con material nuevo ya que el filtro se obstruye con la acumulación de sólidos; el momento indicado es cuando se observa que el agua desborda por la parte superior del filtro en vez de fluir por el tubo de salida.

a. Sistema filtro de acolchado

- El sistema de “acolchado” consiste en dirigir el agua gris hacia zanjas rellenas de un acolchado, que rodean árboles o en donde se siembran plantas.

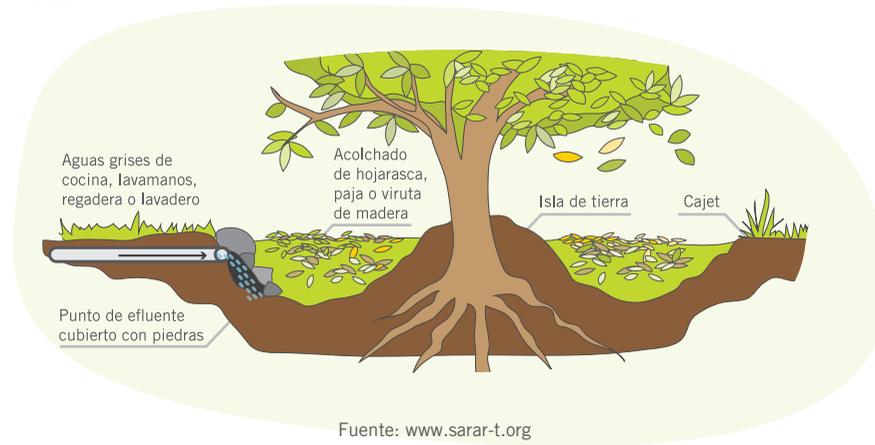
- El acolchado es un material de troncos y corteza triturada de un tamaño relativamente uniforme, pudiéndose utilizar otros tipos de materiales como paja u hojas secas.

- El acolchado se degrada naturalmente por un proceso de compostaje aumentando así la riqueza del suelo, mientras que proporciona un medio adecuado para la proliferación de los microorganismos responsables del tratamiento de las aguas grises.

- Además, contribuye a retener la humedad del suelo (reduciendo significativamente la evaporación), distribuye de manera uniforme el agua (mediante capilaridad), permite una aeración adecuada del suelo al contar con muchos espacios libres, y evita la proliferación de malas hierbas.

- El concepto clave en este tipo de sistemas es separar sucesivamente el flujo principal para que sólo una porción de éste llegue a cada árbol o planta. De esta forma, las plantas sólo reciben la cantidad de agua que necesitan.

- El agua puede llegar a un contenedor perforado, ubicado dentro de la cama de acolchado, para que de ahí se disperse de manera uniforme a través de los espacios libres.



Para ver mayor detalle referirse a “Guía de Mejores técnicas disponibles para la reutilización de aguas Grises en el sector Gastronómico y de alojamiento turístico” CPL, 2012. Descargable en: http://www.agataag.cl/wp-content/uploads/2015/06/guia15_aguasgrises.pdf, Consultado el 11.10.2016.

II. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS O NEGRAS

1. Procesos básicos de tratamiento biológico

a. Lodos activados

- Los lodos activados mantienen la biomasa en agitación en el estanque de aireación desde donde pasa a la unidad de sedimentación. La biomasa sedimentada es devuelta parcialmente al tratamiento biológico, para mantener una población de microorganismos adecuada, y una parte se purga del sistema como lodo en exceso. Este sistema tiene variantes del proceso como por ejemplo: mezcla completa, aireación extendida (prolongada), aireación de alta carga, sistema de oxígeno puro, reactor discontinuo secuencial y zanjas de oxidación. Esta última constituye una versión ampliamente utilizada en el tratamiento de aguas residuales.
- Los parámetros de diseño de un sistema de lodos activados son: la edad del lodo y la relación de alimento/microorganismos (a/m), y el tiempo de retención hidráulico.
- Para el caso de procesos de aireación extendida la razón de a/m fluctúa entre 0,05 y 0,15 (kg DBO/kg SSVLM/día).

Principales ventajas del sistema de tratamiento de lodos activados:

- Flexibilidad de operación a través del control de la biomasa del proceso
- Eficiencia en la remoción de la carga orgánica más alta que en otros procesos convencionales, alcanzando valores superiores a 90%.
- Minimización de olores y ausencia de insectos.

Principales desventajas del sistema de tratamiento de lodos activados:

- Necesidad de control permanente, tanto operativo como de análisis de laboratorio.
- Altos costos de operación asociados fundamentalmente a los requerimientos de aireación, que se proveen en forma mecanizada.
- Bajo abatimiento bacteriológico, por lo que se necesita efectuar desinfección final del efluente.

b. Lechos bacterianos

- Los lechos bacterianos son un sistema de depuración biológica de aguas servidas en el que la oxidación se produce al hacer circular, a través de un medio poroso o material de soporte, aire y agua residual. La circulación del aire se realiza de forma natural o forzada.

Las ventajas de los lechos bacterianos pueden resumirse en:

- No necesitan muros impermeables que encarezcan la construcción
- Posibilidad de aireación adecuada por medios diversos, que permitan adaptar, en las mejores condiciones posibles, los fenómenos de depuración por vía aeróbica a las características del efluente a tratar.
- Continuidad, estableciendo los dispositivos adecuados para el vertido sobre el lecho, y los dispositivos de evacuación de aguas de salida.

Los problemas que presentan los lechos bacterianos son: la puesta en marcha, la pérdida brusca de la película biológica, el encharcamiento de la superficie del lecho, los olores, la presencia de moscas, la formación de espumas en canaletas de recogida, y bajas temperaturas que inhiban la acción bacteriana (Hernández, 2001).

c. Biofiltros

- Los tratamientos biológicos, se hacen en estanques generalmente circulares rellenos con medio de soporte de roca o plástico, a través del cual fluye verticalmente el afluente, el que es recogido junto a la biomasa en exceso que se desprende del medio, por medio de un fondo falso, desde donde pasa a sedimentación secundaria.
- El criterio de diseño de estas unidades es la carga orgánica (kg DBO) aplicada diariamente por metro cúbico de medio de soporte y la carga hidráulica aplicada (m³/



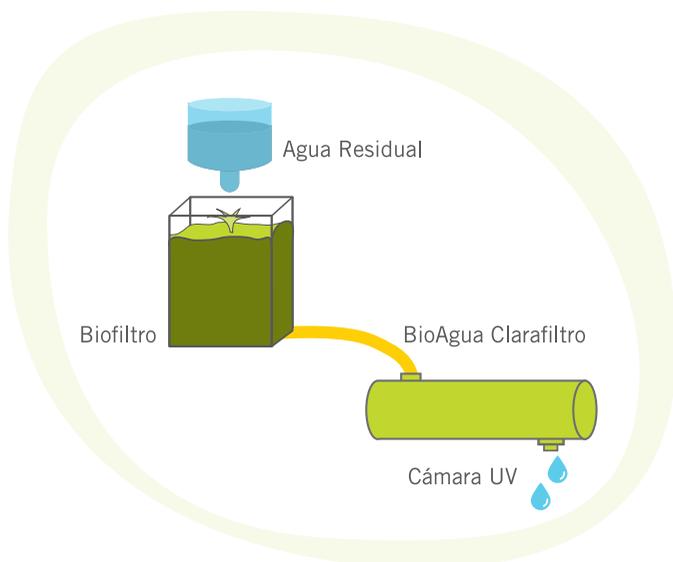
día), por metro cuadrado de superficie horizontal del biofiltro.

- Estos sistemas presentan ventajas como la estabilidad ante variaciones de carga y concentración, afluente, bajos costos de operación y mantenimiento comparados con otros procesos del tipo convencional, además producen un lodo estable concentrado (en general bien floculado y fácil de decantar) y son de fácil puesta en marcha luego de una detención (Reed et al., 1987).

d. Lombrifiltro o Sistema Tohá:

- El lombrifiltro es un biofiltro que contiene lombrices, a través del cual se hace pasar el agua servida. Este biofiltro comprende cuatro capas de diversos materiales. La capa superior consiste en material orgánico con un gran número de micro-organismos y lombrices (*Eisenia phoetida*) principalmente, las cuales absorben y digieren la materia orgánica dejando el agua sin su principal contaminante. A continuación, hay una capa de aserrín para una segunda filtración, luego, la tercera capa está formada por piedras de tamaño pequeño y la última por piedras de mayor tamaño. Estas dos últimas capas proveen soporte y aireación al sistema, asegurando su permeabilidad. El agua pasa a través del biofiltro sólo por gravedad y emerge clara y sin materia orgánica (Ver Ilustración xx).

- Para el correcto funcionamiento del lombrifiltro éste debe estar en un estado de saturación, en donde se dispersan homogéneamente las aguas residuales para que las lombrices puedan llegar a esa zona (Lay- Son, 2002).



Esquema del Sistema Tohá

- En el sistema de lombrifiltro se efectúan los siguientes procesos: filtración, adsorción, descomposición, reacciones aeróbicas y anaeróbicas específicas.

III. BAÑOS SECOS

“Baño seco” es un nombre genérico utilizado para describir varios tipos de baños en los que coinciden dos características: funcionan sin agua y no tienen conexión a la red de aguas residuales. Son también llamados “baños composteros” o “dry toilet”. Se recomienda para zonas con poca disponibilidad de agua, o donde el agua del subsuelo sube a menos de 3 metros de la superficie del suelo.

- En los sanitarios composteros: Las heces y la orina van a un recipiente que no gotea en el agua subterránea, por ejemplo una fosa no profunda o una caja de concreto. El usuario agrega una mezcla de materia seca como paja, hojas, aserrín, tierra y ceniza después de cada uso. Esto reduce los olores y ayuda a que los desechos se conviertan en composta. Con el tiempo, casi todos los microbios morirán, incluidos los huevos de lombrices grandes redondas. Después de dar a la mezcla tiempo suficiente para eliminar los microbios (generalmente 1 año), la materia seca se recoge para utilizarla como abono.

- En los sanitarios secos: La orina se mantiene separada de las heces y se recolecta, procesa y utiliza como abono. Las heces van a un recipiente que no gotea en el agua subterránea, por ejemplo una caja grande de concreto o un recipiente de plástico movable. El usuario agrega tierra mezclada con plantas secas y ceniza después de cada uso. Esto reduce los olores y hace que los desechos se sequen. Las heces nunca se mezclan con agua. Una mezcla seca matará a casi todos los microbios, incluidos los huevos de lombrices grandes redondas. Los excrementos se almacenan hasta por 1 año, hasta que adquieran la textura de tierra seca.

REFERENCIAS

- CPL, 2012. “Guía de Mejores técnicas disponibles para la reutilización de aguas Grises en el sector Gastronómico y de alojamiento turístico” Centro de Producción Limpia. Descargable en:

http://www.agataag.cl/wp-content/uploads/2015/06/guia15_aguasgrises.pdf, Consultado el 11.10.2016.

- Arango, 2003. “Evaluación ambiental del sistema Tohá en la remoción de salmonella en aguas servidas domésticas”. Santiago. Chile.





CHECKLISTS DE AGUA

ANTECEDENTES PROYECTO

NOMBRE PROYECTO	
REGIÓN	
DIRECCIÓN COMPLETA	
EDIFICIO O BLOCK	
N° DE VIVIENDA	
NOMBRE MADANTE	
RESPONSABLE DEL PROYECTO	
NOMBRE CONSULTOR	
PERIODO DE REVISIÓN	
TIPO DE VIVIENDA	
NUMERO DE PISOS	
SUPERFICIE PISO 1	
SUPERFICIE PISO 2	
SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	
SUPERFICIE ESPACIO EXTERIOR DE USO PRIVADO	
SUPERFICIE TOTAL	



CHECKLIST N°3A
ETAPA DISEÑO

CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.1. Estrategias de abastecimiento de agua y control de su calidad	D.a. Abastecimiento sustentable de agua potable						
	Certificado de Factibilidad Agua Potable						
	Para proyectos nuevos: Certificado DGA, ue indique que la vivienda no se encuentra en zona declarada de agotamiento, de restricción o zonas de prohibición para la extracción de aguas.						
	Para casos especiales se deberá presentar un estudio hidrológico de la zona, demostrando que es factible la construcción de viviendas en el área.						
	Informe de cálculo explotación sustentable del acuífero, por un profesional competente						
	Plano emplazamiento asentamiento						
	Plano emplazamiento de la vivienda						
	Plan de protección de las características ecológicas del Suelo, según anexo 5.2 del presente documento.						
	D.b. Abastecimiento con técnicas complementarias						
	Especificación técnica de sistema de abastecimiento de agua						
	Plano detalle de fuente de abastecimiento de agua						
	Informe memoria de calculo de proyecto abastecimiento de agua, firmado por un profesional competente						
	Certificado de monitoreo de calidad del agua, según evidencia requerida de directriz "c" del presente numeral, validado por la autoridad competente						
	D.c. Garantizar la calidad del agua						
	Informe ensayo de Análisis laboratorio externo que demuestre estándar de calidad de agua						
Especificaciones técnicas de sistema de tratamiento de agua.							
Certificado de la empresa distribuidora de agua que demuestre cumplimiento de Norma Chilena Agua Potable (NCH AP) NCh409/1.							



CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.2. Minimización de consumo desde el diseño	3.2.1. Consumo interno de agua	D.a. Reducir el consumo interno de agua potable de la vivienda					
		Especificaciones técnicas de los artefactos y elementos de eficiencia hídrica					
		Informe memoria de cálculo de proyecto indicando % de ahorro respecto de artefacto tradicional (línea base).					
		Ficha técnica de los artefactos.					
		Certificado de la SSIS, indicando calidad y eficiencia de los artefactos.					
		Plano de proyecto sanitario con el detalle de los artefactos propuestos.					
		3.2.2. Consumo externo de agua	D.a. Diseñar áreas verdes con requerimiento hídrico acorde a la realidad hídrica:				
		Planos de proyecto de paisajismo zonificado.					
		Planos detalle paisajismo y especies.					
		Especificación de especies recomendadas, según la presente metodología.					
		Informe memoria cálculo del proyecto de paisajismo, que incluya lo solicitado en Anexo 3.4 .					
		D.b. Especificar sistemas de irrigación eficientes:					
		Planos de proyecto de riego zonificado irrigación eficiente.					
		Planos detalle sistema de irrigación eficiente.					
		Informe de memoria de cálculo del proyecto irrigación eficiente, que incluya lo solicitado en Anexo 3.4 .					
		Especificaciones técnicas de sistema de irrigación eficiente.					
		Fichas técnicas de los sistemas de irrigación					
	3.3.1. Estrategias de Diseño para la Reutilización del Agua	3.3.1. Implementar al menos un sistema de reutilización de agua					
		Planos de sistema de sistema de reutilización de agua propuesto					
		Planos detalle sistema de sistema de reutilización de agua					
		Memoria de cálculo de sistema de reutilización de agua					
		Especificaciones técnicas de sistema de reutilización de agua					
		Fichas técnicas de proyecto irrigacion eficiente					
		Etiquetado de grifería u otro elemento de distribución de agua tratada cuando estén a la vista.					
	Aprobación autoridad sanitaria correspondiente						



CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.3.	3.3.1. Estrategias de Diseño para la Reutilización del Agua	D.b. Medición y Monitoreo					
		Cumplimiento del numeral 3.5.1 “Sistemas de medición y monitoreo del agua”					
3.4.	3.4.1. Plan de Gestión del agua durante la construcción	D.a. Plan de gestión sustentable del agua durante la construcción					
		Bases de licitación de diseño y/o especificaciones técnicas con las medidas a implementar para eficiencia hídrica, reutilización de aguas, medidas de mitigación de contaminación de agua y suelo, etc., durante el proceso de construcción.					
3.5.	3.5.1. Sistemas de medición y monitoreo del agua	D.a. Sistemas de medición de consumo de agua					
		D.b. Sistemas de monitoreo de calidad del agua					
		Planos de las redes del sistema de agua potable, alcantarillado y en caso que existieran de aguas reutilizadas, indicando donde se ubican los medidores de consumo.					
		Planos de detalle sistema de medición.					
		Incorporar en las Especificaciones Técnicas:					
		Especificación del sistema de medición de consumo y calidad					
		Monitoreo de calidad del agua en las etapas que se indican en la metodología,					
Incorporar control y mantenimiento periódica de las instalaciones, y							
Fichas técnicas del sistema medición propuesto.							

TOTAL PUNTAJE DIRECTRICES		0		0
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		%		%





CHECKLIST N°3B

ETAPA CONSTRUCCIÓN

CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3B: ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.1. Abastecimiento sustentable y Calidad del agua.	D.d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	D.a. Abastecimiento sustentable de agua potable						
	D.b. Abastecimiento a partir de técnicas complementarias						
	D.c. Garantizar la calidad del agua						
	Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.						
	Análisis laboratorio externo que demuestre estándar de calidad de agua, según Anexo 3.1.						
	Planos detalle as- built del proyecto sanitario, indicando los tipos de sistemas de abastecimiento complementario cuando corresponda y ubicación de sistemas de monitoreo.						
	Certificado recepción de instalación por la autoridad competente						
	Fichas técnicas de los sistema y equipos abastecimiento de agua						
Informe favorable ITO sobre puesta en marcha de sistemas abastecimiento de agua, calidad, medicion y monitoreo.							
3.2. 3.2.1. Consumo interno de agua	D.b. Verificación de lo solicitado en la etapa de diseño						
	Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.						
	Planos del proyecto as-built.						
	Certificado recepción instalación sanitaria según la autoridad competente						
	Fichas técnicas de los equipos						
	Informe favorable ITO sobre puesta en marcha de sistemas abastecimiento de agua, calidad, medicion y monitoreo.						



CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3B: ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.2.	3.2.2. Consumo externo de agua	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de Diseño:hídrica					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
		Planos as-built del proyecto de paisajismo					
		Planos as-built del sistema de riego.					
		Informe favorable de la ITO sobre recepción del proyecto paisajístico y del sistema de riego.					
	Facturas y Guías de despacho de los sistemas instalados.						
3.3.	3.3.1. Estrategias de diseño para la reutilización del agua	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
		Planos detalle ast built del proyecto.					
		Certificado recepción instalacion autoridad competente					
		Fichas técnicas de los equipos					
	Informe favorable ITO Puesta en marcha de sistemas reutilizacion, calidad, medicion y monitoreo.						
3.4.	3.4.1 Plan de Gestión del agua durante la construcción	D.b. Plan de gestión sustentable del agua durante la construcción					
		Bitácora Mensual de Obra según Anexo 5.6. del presente documento, donde se documente nivel de cumplimiento del Plan. Se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
		Anexo 5.3 que incluya el detalle del Plan de Gestión del Agua durante la Construcción, según lo solicitado en la metodología.					
	Planos de instalación de agua potable y sistema de reutilización de agua propuestos para instalación de faenas, donde se destaque claramente la red de agua potable independiente de la red de agua no potable,						



CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3B: ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.4.	3.4.1 Plan de Gestión del agua durante la construcción	Especificación técnica del sistema sanitario propuesto para instalación de faenas, detallando proceso de construcción, materiales y características técnicas de ambas redes.					
		Etiquetado de grifería u otro elemento de distribución de agua tratada cuando estén a la vista.					
		Aprobación autoridad sanitaria correspondiente, sobre factibilidad de conexión a la red pública.					
3.5.	3.5.1. Sistemas de medicion y monitoreo del agua	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
		Planos detalle ast built del proyecto.					
		Certificado recepcion instalacion autoridad competente					
		Fichas técnicas de los equipos					
	Informe favorable ITO sobre puesta en marcha de sistemas abastecimiento de agua, calidad, medicion y monitoreo.						

TOTAL PUNTAJE DIRECTRICES		0		0
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		%		%





CHECKLIST N°3C
ETAPA OPERACIÓN

CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3C: ETAPA DE OPERACIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.1.	D.e. Medición y Monitoreo						
	3.1.1.1. Abastecimiento sustentable y Calidad del agua. Verificar cumplimiento del numeral 3.5.1 "Sistemas de medición y monitoreo del agua"						
	Plan de Mantenimiento y Operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable y registro de ejecución de éste plan, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3, validado por el mandante.						
	Informe de monitoreo del consumo y calidad del agua al año de operación.						
3.2.	D.c. Monitoreo						
	3.2.1. Consumo interno de agua Control sobre mantenimiento periódica de los sistemas propuestos, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3.						
	Verificar el cumplimiento del numeral 3.5.1 "Sistemas de medición y monitoreo del agua".						
	Verificación de existencia del "Manual del usuario de la vivienda" (numeral 1.3.1.).						
	Informe anual de monitoreo del consumo agua.						
3.2.2. Consumo externo de agua	D.d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Incorporar control sobre mantenimiento periódica del proyecto paisajístico y del sistema de riego, en el Plan de Mantenimiento y Operación, según se indica en metodología						
	Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", considerando lo indicado en metodología.						
	D.e. Monitoreo						
	Informe anual sobre el monitoreo del consumo de agua para exteriores.						



CATEGORÍA AGUA

CHECKLIST 3C: ETAPA DE OPERACIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
3.3. Estrategias de diseño para la reutilización del agua	D.e. Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.						
	Plan de Mantenimiento y Operación de la vivienda según lo solicitado en Anexo 5.4 indicando medidas de mantenimiento del sistema de reutilización de agua.						
	Manual de usuario, según lo solicitado en numeral 1.3.1, con información de mantenimiento del sistema reutilización de agua e indicando los temas de capacitación y difusión de gestión sustentable del agua en operación.						
	Informe de monitoreo de Sistemas de Tratamiento Aguas y reutilización.						
3.4. 3.4.1 Plan de Gestión del agua durante la construcción	No aplica						
3.5. 3.5.1. Sistemas de medición y monitoreo del agua	D.d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Plan de Mantenimiento y Operación de la vivienda según lo solicitado en Anexo 5.4. de la Categoría 5, del presente documento, indicando medidas de mantenimiento de los sistemas de medición y monitoreo de agua.						
	Manual de usuario, según lo solicitado en numeral 1.3.1, con información de mantenimiento del sistema de monitoreo de agua.						
	Informe de monitoreo de Sistemas de Tratamiento Aguas y reutilización.						
	Registro de consumos mensuales y operación durante el primer año.						
	Informe de operación del sistema durante el primer año.						
	Registro de mantenciones, reparaciones y cambios.						

TOTAL PUNTAJE DIRECTRICES		0		0
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		%		%



“Construcción Sustentable es
mejorar la calidad de vida a
través de las edificaciones y
su entorno”



CONSTRUCCIÓN
SUSTENTABLE



ISBN: 978-956-9432-54-5



9 789569 432545

1 SERIE ESTÁNDARES TÉCNICOS PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES

ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE PARA VIVIENDAS DE CHILE TOMO III AGUA

TOMO
III