

Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación - Parte 1: Captación de aguas superficiales

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Este proyecto de norma se estudió a través del Comité Técnico de *Abastecimiento de agua potable*, para establecer las especificaciones generales aplicables a la captación de aguas superficiales para agua potable.

El proyecto de norma NCh777/1 ha sido preparado por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización.

Por no existir Norma Internacional, en la elaboración de este proyecto de norma se ha tomado en consideración los documentos siguientes:

- a) Norma NCh777/1.Of2000 *Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación - Parte 1: Terminología, clasificación y requisitos generales*;
- b) Norma OPS/CEPIS/04.114 *Especificaciones técnicas para la construcción de captaciones de aguas superficiales*, Lima, 2004;
- c) Norma OPS/CEPIS/04.115 *Especificaciones técnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales*, Lima, 2004;
- d) RAS 2000 *Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico*, Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Bogotá, 2000;

NCh777/1

e) *Código de Aguas*, Ministerio de Obras Públicas, Santiago, 2007; y

f) Antecedentes técnicos nacionales, proporcionados por el Comité.

El Anexo A forma parte del proyecto de norma.

Este proyecto de norma anulará y reemplazará, cuando sea declarado Norma Chilena Oficial, a la norma NCh777/1.Of2000 *Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación - Parte 1: Terminología, clasificación y requisitos generales*, declarada Oficial de la República por Decreto N°5058, de fecha 17 de noviembre de 2000, del Ministerio de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial del 16 de diciembre de 2000.

Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación - Parte 1: Captación de aguas superficiales

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma contiene los requisitos para las fuentes de abastecimiento y para el diseño, construcción, protección y uso de obras de captación de aguas superficiales. También establece la terminología empleada en el ámbito de las aguas superficiales.

1.2 Esta norma se complementa con el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos y con el Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación y Protección de Recursos Hídricos, ambos de la Dirección General de Aguas (DGA), u otros documentos que puedan reemplazarlos en el futuro por decisión de la Autoridad Competente y la legislación ambiental vigente cuando corresponda.

2 Referencias normativas

Los documentos referenciados siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

- NCh409/1 *Agua potable - Parte 1: Requisitos.*
- NCh424 *Agua - Determinación del carácter incrustante o agresivo.*
- NCh692 *Agua potable - Plantas elevadoras - Especificaciones generales.*
- NCh777/2 *Agua potable - Fuentes de abastecimiento y obras de captación - Parte 2: Captación de aguas subterráneas.*

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1 aducción: parte del sistema de abastecimiento constituido por obras de arte, tubería y accesorios (piezas especiales) que permiten el transporte de agua entre la captación y otros destinos (estanques, plantas de tratamiento y otros)

3.2 aforo: determinación del caudal que pasa por una sección definida

3.3 agua meteórica: la que está o deriva en forma inmediata de la atmósfera

3.4 agua potable: la que cumple con los requisitos de NCh409/1

3.5 aguas corrientes: las que escurren por cauces naturales o artificiales

3.6 aguas detenidas: las que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, pantanos, charcas, aguadas, estanques o embalses

3.7 agua de mar o agua salada: agua con una concentración media de sales minerales disueltas de 35 000 mg/L, entre las que predomina el cloruro sódico

3.8 agua salobre: agua que tiene más sal disuelta que el agua dulce, pero menos que el agua de mar; posee entre 500 mg/L y 12 000 mg/L. Las aguas salobres pueden ser superficiales o subterráneas

3.9 aguas superficiales: aquellas que se encuentran naturalmente a la vista del hombre y pueden ser corrientes o detenidas

3.10 Autoridad Competente: mandante, prestador de servicio sanitario y la Autoridad estatal correspondiente que tiene competencia en su ámbito en las obras de captación de aguas superficiales

3.11 captación por galería filtrante y pozo excavado: método de captación indirecta de aguas superficiales, en el cual se aprovecha la infiltración natural para mejorar las condiciones de potabilidad del agua

3.12 caudal: volumen de agua por unidad de tiempo. Normalmente medido en litros por segundo (L/s)

3.13 caudal de explotación: caudal recomendable a captar, con un máximo determinado por el derecho de aprovechamiento legalmente constituido y el comportamiento de la obra de captación

3.14 caudal disponible: corresponde al caudal existente en un punto menos la demanda de recursos hídricos, conformada por derechos de aprovechamiento, usos a respetar y la demanda ambiental

3.15 ciclo hidrológico: fenómeno cíclico que comprende la evaporación de las aguas, su transporte en forma de nubes a otros sectores más altos donde precipitan en forma de lluvia o nieve, para escurrir superficial y subterráneamente hasta el mar

3.16 contaminación del agua: alteración de la calidad del agua por la acción antrópica en la medida tal que perjudique todos o alguno de sus usos actuales o previstos, en detrimento de la salud de las personas, de la preservación de la naturaleza o de la conservación del recurso

3.17 corriente: masa de agua que fluye

3.18 corriente superficial: la que fluye sobre la superficie del terreno. Por extensión se aplica a canalizaciones abiertas o cerradas y chorros originados en manantiales

3.19 derecho de aprovechamiento: derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe el Código de Aguas. Se expresa en volumen por unidad de tiempo

3.20 derecho de aprovechamiento consuntivo, permanente y continuo: aquel que faculta a su titular para consumir totalmente las aguas en cualquier actividad en forma permanente y continua

3.21 desinfección: proceso físico químico que permite la eliminación o destrucción de organismos patógenos presentes en el agua

3.22 embalse: gran depósito que se forma artificialmente por lo común cerrando la boca de un valle mediante un dique o presa, y en el que se almacenan aguas de un río o arroyo

3.23 fuente para abastecimiento de agua potable: aguas superficiales o subterráneas que se pueden usar para el consumo humano, previo tratamiento

3.24 hoyo o cuenca hidrográfica: área definida topográficamente, drenada por un sistema de cauces superficiales que descargan a través de una salida única e identificable

3.25 manantial: afloramiento natural continuo o intermitente de aguas subterráneas a la superficie. Se conoce también por vertiente

3.26 obra de captación de agua superficial: conjunto de obras y mecanismos, a nivel del terreno, para el aprovechamiento de aguas superficiales. Pueden ser de carácter permanente o temporal

3.27 presa; represa: barrera construida en el cauce de un curso de agua con el propósito de almacenar, desviar o peraltar un determinado caudal superficial o subterráneo

3.28 procesos de membrana: procesos de tratamiento basados en la permeabilidad selectiva de un componente o más del líquido a través de una membrana y en un gradiente de presión hidrostática. Los principales procesos de membrana utilizados en el tratamiento de aguas son: electrodiálisis, filtración por membranas (micro, ultra y nanofiltración) y osmosis inversa

NCh777/1

3.29 tratamiento: conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a los requisitos establecidos en NCh409/1

3.30 tratamiento convencional: procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de oxidación, coagulación, floculación, sedimentación y/o filtración

3.31 vertedero: obra hidráulica que permite evacuar el agua que no se desea captar o embalsar

4 Clasificación de fuentes

Las fuentes superficiales de abastecimiento de agua potable se clasifican según el origen y la calidad de sus aguas.

4.1 Según el origen de las aguas

4.1.1 Agua meteórica

La que está o deriva en forma inmediata de la atmósfera.

4.1.2 Agua superficial

La procedente de corrientes, lagunas, lagos y embalses naturales y artificiales, que puede ser dulce o salobre.

4.1.3 Agua de mar

La proveniente de océanos y mares, que también se denomina agua salada.

4.1.4 Agua de manantial

Fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas. Puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua de lluvia o nieve que penetra en un área y emerge en otra, de menor altitud, donde el agua no está confinada en un conducto impermeable.

4.2 Según la calidad de las aguas

Las fuentes superficiales de abastecimiento de agua potable se clasifican según su calidad en los tipos definidos y caracterizados en Anexo A.

5 Requisitos generales de fuentes superficiales

Los requisitos y la elección de la fuente superficial dependen de las condiciones hidrológicas, de las características topográficas, geológicas y geotécnicas de la zona alimentadora, de la calidad del agua y de otros, según corresponda. Se requiere disponer, a lo menos, de las informaciones siguientes.

5.1 Condiciones hidrológicas

Los datos hidrológicos deben permitir calcular tanto los caudales mínimos y medios, como los caudales máximos de crecida de las diferentes hoyas aprovechables. Para determinar los caudales disponibles para agua potable se deben considerar además los derechos de aprovechamiento comprometidos en otros usos simultáneos del agua, como riego, plantas hidroeléctricas y similares.

Conforme a lo anterior se requiere lo siguiente:

- a) Se debe tener registros de los escurrimientos de la cuenca en estudio y a falta de ellos, datos referentes a cuencas próximas y semejantes para estudios de correlación entre ellas. Del examen de estos registros, se deben determinar los valores de caudal medios mensuales disponibles y los caudales de crecidas para diferentes probabilidades de excedencia.
- b) En caso de no existir estadísticas de la DGA, para una determinada fuente, la empresa debe respaldar los caudales, que asociada a cada probabilidad de excedencia, con estadísticas oficiales de otros organismos o instituciones. Igualmente, se admitirán informes hidrológicos, los que podrán ser desarrollados mediante métodos de análisis basados en modelos de simulación, relaciones precipitación-escorrentía, transposición de cuencas, u otros equivalentes.
- c) En caso de no existir estadística fluviométrica la empresa sanitaria debe implementar y mantener en el tiempo una estación fluviométrica aguas arriba de la captación. En el caso de embalses se deben registrar todas las fuentes aportantes.
- d) Se debe complementar esta información con mediciones de caudal o aforos de la fuente, al menos 10 veces en diferentes épocas del año. Cinco aforos imprescindiblemente en época de *estiaje* y otros complementarios, dependiendo del tipo de fuente y el tipo de obra de captación seleccionada.
- e) Se deben investigar cuidadosamente las fluctuaciones de nivel de las masas de agua para evitar problemas relacionados con los niveles mínimos que aseguren la captación y de los máximos para que no afecte la estabilidad y operación normal de las obras.

NOTA - En el caso que no existan datos suficientes sobre el escurrimiento de la fuente, la información de los ribereños respecto a los ciclos de sequías y/o crecidas extremas, puede ser de gran utilidad.

- f) Los lagos y lagunas deben cubrir el consumo medio diario dentro de las variaciones aceptables de nivel.

NCh777/1

- g) El régimen hidráulico de los manantiales debe ser estudiado durante plazos prolongados, en razón de su rendimiento variable.
- h) En todos los casos, la fuente debe tener un caudal tal que garantice un caudal mínimo remanente aguas abajo de las estructuras de captación con el fin de no interferir con otros proyectos, tanto de captación como de agricultura y piscicultura, preservando en todos los casos el ecosistema aguas abajo.

5.2 Condiciones topográficas

- a) El levantamiento topográfico constituye la determinación de la morfología del terreno y del cauce de agua, lagos, embalses, en el lugar del proyecto.
- b) Debe incluir plano topográfico de la hoya alimentadora, secciones transversales y perfiles longitudinales de los cursos de aguas aprovechables, superficie ocupada por lagos y terrenos bajos, y otros según corresponda.

5.3 Condiciones geológicas

Se debe realizar un reconocimiento geológico del lugar donde será emplazada la captación para determinar las posibles fallas geológicas, las zonas de deslizamiento y las zonas de hundimiento.

5.4 Condiciones geotécnicas

- a) Los estudios geotécnicos deben determinar las condiciones de estabilidad y resistencia admisible de los suelos, para considerar las precauciones necesarias en el diseño de obras civiles.
- b) Información de los tipos de suelos son necesarios para estimar los costos de excavación, los cuales son diferentes para los suelos arenosos, gravosos, rocosos y otros.

5.5 Calidad del agua

- a) Se deben determinar características físicas, químicas y bacteriológicas de la fuente, de acuerdo con los parámetros especificados en Anexo A, para establecer la respectiva clasificación de la fuente.
- b) La duración y extensión de estos estudios se deben definir en función de los factores locales siguientes: formación geológica de la fuente; usos del suelo y cuerpo de agua; existencia de industrias, agroindustrias, minería; costumbres locales, y directrices que para el efecto establezca la Autoridad Competente.
- c) Las aguas de las fuentes superficiales, para ser consideradas como potables deben ser tratadas para que cumplan con lo indicado en NCh409/1; el tratamiento debe incluir como mínimo una etapa de filtración en lecho granular. En el caso del aprovechamiento del agua de mar o salada, al igual que en el caso de agua salobre, ésta es posible cuando se somete a procesos de eliminación de la sal o de los minerales mediante tratamientos apropiados.

5.6 Seguridad de abastecimiento

- a) Con el objeto de aumentar la seguridad del sistema de abastecimiento de agua potable se recomienda, si es técnica y económicamente factible, contar al menos con dos captaciones cuya capacidad conjunta sea mayor o igual al caudal máximo diario del sistema de abastecimiento.
- b) Al evaluar cada fuente, se debe tener la seguridad que el caudal disponible a través de ella sea mayor al caudal máximo diario del sistema de abastecimiento. El caudal disponible se considerará como el caudal medio mensual posible de extraer a partir de los derechos considerados con un 90% de probabilidad de excedencia. En caso de que existan variaciones estacionales en el rendimiento de los derechos de agua superficial, se deberá establecer un balance mes a mes en que se comparará, para cada mes analizado, el caudal máximo diario de producción del mes respectivo, asociado a la fuente en cuestión, respecto del caudal con un 90% de probabilidad de excedencia de dicho mes. Todos los caudales se expresarán en litros por segundo (L/s).
- c) Se deben identificar los puntos de contaminación de la fuente aguas arriba y aguas abajo del posible emplazamiento de la captación y evaluar el impacto que originan en la calidad del agua. Se debe proponer acciones y mecanismos para garantizar la protección de las fuentes hacia el futuro, considerando todas las leyes, decretos, reglamentos y/o normas relacionadas con la protección de fuentes de agua.

En particular, se debe considerar la implementación y mantenimiento de estaciones de muestreo de los principales contaminantes de la fuente de abastecimiento para evitar el crecimiento inadecuado de organismos, la presencia de animales y la posible contaminación por otras causas. Como resultado se tendrá un programa de control de calidad de las fuentes, que al menos debe cumplir con lo exigido en el instructivo Calidad de Fuentes de Agua Potable (Resolución SISS N°1745/99) u otro que lo reemplace y se complementará con lo establecido en el Manual de Normas y Procedimientos para la Conservación y Protección de Recursos Hídricos, el cual establece que corresponderá a la DGA el monitoreo de la calidad de las aguas naturales.

- d) Se deben desechar las fuentes superficiales cuyas características pongan en riesgo la calidad del agua abastecida a la población e incrementen los costos de tratamiento.

5.7 Estudios complementarios

- a) Se deben considerar otras características de la fuente, que incidirán en el diseño de la obra de captación, tales como contenido normal de arena, arrastre de sedimentos durante las crecidas, magnitud del material de arrastre y similares.
- b) La información recabada es útil para la selección del dispositivo de captación más aconsejable, en función del grado y tipo de material arrastrado, la magnitud de las fuerzas de empuje e impacto sobre las estructuras y las previsiones en cuanto al material a utilizar en su construcción, para evitar daños mayores a las mismas.

6 Requisitos generales de obras de captación

6.1 Diseño

6.1.1 Las obras de captación de aguas superficiales se deben diseñar para obtener el caudal en las condiciones requeridas, reduciendo al mínimo los costos de operación y mantenimiento; para este efecto se deben seleccionar materiales que garanticen su vida útil, dimensionando sus elementos estructurales a fin de obtener costos de construcción razonables.

6.1.2 El diseño de la obra de captación de aguas superficiales debe asegurar que el caudal extraído sea el necesario de acuerdo a los requerimientos para esa fuente; en los casos en que la fuente de abastecimiento seleccionada sea intermitente, su utilización debe estar asociada a la construcción o existencia de un embalse de regulación. Se debe determinar el caudal máximo, el volumen y la frecuencia de las crecidas, a fin de evaluar los efectos destructivos de éstas y planificar medidas de diseño adecuadas a esta eventualidad. Las obras de captación se deben diseñar para resistir una crecida de período de retorno mayor o igual que 100 años.

6.1.3 El diseño de las obras de captación debe contemplar estructuras para el alivio o descarga de las mismas. Se deben determinar los medios para evitar la entrada de materiales o cuerpos extraños. Se debe disponer la instalación de un desarenador a continuación de la obra de captación cada vez que se considere necesario. Además se deben disponer los medios de limpieza y control de los caudales de captación del desarenador y la aducción. De todas maneras la estructura de captación se debe proyectar de modo que las instalaciones funcionen con el mínimo de mantenimiento.

6.2 Riesgo de contaminación y protección de las aguas superficiales para agua potable

- a) Toda obra de captación de aguas superficiales destinada al abastecimiento de agua potable debe ser ubicada, en lo posible, en zonas no inundables y donde los riesgos de contaminación sean reducidos.
- b) En el área de captación de aguas superficiales se debe evaluar las características de la carga contaminante generada por las actividades existentes en ella, con el objetivo de identificar los riesgos de contaminación.
- c) En caso que se identifiquen fuentes contaminantes en el área de captación para agua potable y que ellas incrementen a niveles inaceptables los riesgos de contaminación de la captación para agua potable, se deben ejecutar las medidas mitigadoras o correctoras del caso, o denuncia a la Autoridad Sanitaria, en casos de descargas no autorizadas.
- d) En el diseño, construcción y operación de una obra de captación, se deben tomar todas las medidas para impedir la contaminación de las aguas superficiales.

- e) Antes de la entrada en operación de una captación superficial, se deben tomar todas las precauciones para evitar que agua, líquidos, residuos sólidos o gases contaminantes, ya sea química o físicamente indeseables, ingresen a la captación durante la construcción o en el período de operación. Para el logro de lo anterior, en el área en torno a la captación de aguas superficiales para agua potable, se prohibirá la instalación de cualquier actividad (zona de prohibición absoluta) durante el período de operación de la obra. Debe estar cerrada mediante una valla metálica que impida el acceso a personas no autorizadas, salvo justificación en contrario.
- f) Considerar área de resguardo de la captación, cierre de esta área para evitar intervención de animales y de terceros. El tamaño de esta área quedará definido por las obras constitutivas de la captación más un área perimetral que tendrá un ancho mínimo de 10 m, medido desde la pared externa de las obras.
- g) Considerar monitoreo de vigilancia, en función de las características de la fuente y riesgos de contaminación.
- h) Se debe proteger la fuente aguas arriba de la captación, o en las laderas de lagos y embalses, con protección vegetal, salvo su imposibilidad.

6.3 Localización de las obras de captación

6.3.1 Las captaciones se deben ubicar de manera que no modifiquen el flujo normal de la fuente, ya que cualquier cambio forzado puede causar desbordes e inundaciones aguas arriba de la captación.

6.3.2 En lo posible, deben ser construidas en zonas que no causen erosión ni sedimentación y aguas arriba de la localidad por abastecer, procurando aislarlas lo más posible de las fuentes locales de contaminación.

6.3.3 En lo posible, el lugar elegido para la captación debe cumplir con cada uno de los requisitos siguientes:

- a) disponer de agua de buena calidad y cantidad;
- b) que el curso de agua no afecte la seguridad de la estructura de captación;
- c) que no exista la posibilidad de formación de bancos de arena;
- d) que no interfiera con la navegación.

6.3.4 En el caso de embalses, si es factible, se debe evitar su ubicación en las cabeceras de cuencas que desemboquen en áreas pobladas. En caso que existan áreas pobladas hacia aguas abajo se debe analizar el escenario de falla de la presa y las medidas de mitigación correspondientes.

7 Obras de captación superficial - Requisitos específicos

7.1 Tipos de captación

El tipo de captación se debe fijar de acuerdo con las características geológicas, hidrológicas y topográficas de la zona o cuenca. Los tipos más corrientes de captación son:

- captación lateral;
- captación en lagos, lagunas y embalses;
- captación flotante;
- captación móvil;
- captación de manantiales;
- captación de alta montaña;
- captación de agua de mar; y
- captación de aguas lluvias.

7.2 Requisitos por tipo de captación

7.2.1 Captación sumergida

Consiste en estructuras de variadas formas, ya sea en canal o en tubos perforados ubicados en el fondo del cauce, los que se protegen con piedras, rejillas u otro dispositivo para retener materiales de arrastre de mayor tamaño.

Los dispositivos de protección se deben calcular para un caudal, a lo menos, del doble de la capacidad requerida, para corregir la disminución de sección provocada por acumulación del material.

7.2.2 Captación lateral

Consiste en una estructura de captación ubicada en un punto situado en la orilla y a una altura conveniente del fondo del curso alimentador.

Este tipo de captación debe estar constituido por las obras siguientes:

- a) un muro normal o inclinado con respecto al eje de la corriente para asegurar un nivel mínimo de las aguas, cuando éstas tienen un régimen variable con un mínimo inferior al necesario;

- b) un muro lateral para proteger y acondicionar la entrada del agua al conducto o canal de derivación. En este muro se deben colocar los dispositivos de control del caudal y las rejillas protectoras de entrada de material extraño.

Este tipo de captación se suele utilizar en ríos navegables o de fondo inestable, en éstos la captación se coloca sobre uno de los márgenes del río, para ello se realiza una protección con escollera, gaviones o muros, sobre la que se abre la boca de entrada a la cámara de captación, aunque se mantiene el problema de los niveles máximos de crecidas y salvaguarda de las obras e instalaciones de la captación.

Si la fuente tiene variaciones considerables de caudal y además el cauce presenta cambios frecuentes de curso o es inestable, se debe estudiar y analizar la conveniencia de una captación lateral en que el muro normal o inclinado con respecto al eje de la corriente no existe y es remplazado por un muro no permanente que se repara o renueva en forma estacional.

7.2.3 Captación en lagos, lagunas y embalses

7.2.3.1 En lagos y lagunas la captación se debe hacer lo más alejada de la orilla y su entrada debe estar a una altura mayor o igual que 1,50 m del fondo y a una profundidad mayor o igual que 0,60 m de la superficie del agua, cuando estas condiciones sean posibles. De acuerdo con las necesidades de captación y con el régimen de volumen alimentado se pueden proyectar torres de captación para entregas de agua a diferentes niveles.

7.2.3.2 En la selección de los embalses se deben considerar, entre otros, los factores siguientes:

- a) la hoya debe tener una superficie suficiente para producir los caudales requeridos;
- b) la topografía del lugar debe ofrecer un almacenamiento que justifique un costo razonable de presa por volumen embalsado y un buen lugar para ubicar el vertedero de rebalse;
- c) es conveniente que existan en la hoya los materiales que requiere la construcción del embalse;
- d) en el área elegida para el embalse, debe existir buen terreno de fundación tanto para el muro como para el vertedero, y que dé seguridad de suficiente impermeabilidad para evitar infiltración excesiva;
- e) en lo posible se deben evitar terrenos pantanosos, ríos y arroyos que tienen alta turbiedad durante gran parte del año;
- f) se debe procurar que el embalse esté lo más próximo posible a la población por servir y que su superficie tenga un mínimo de área poco profunda, para evitar el crecimiento de vegetación; se debe efectuar un control mínimo anual del estado del embalse;
- g) en general, se deben evitar las zonas que interfieren con los planos de desarrollo local, económico o técnico.

7.2.3.3 Los tipos de presas más comunes son los siguientes:

- a) presa de tierra;
- b) presa de material pétreo;
- c) presa de gravedad en hormigón o mampostería.

Tanto las obras como sus vertederos deben cumplir con las normas de diseño y construcción vigentes.

7.2.4 Captación flotante con elevación mecánica

Cuando el cuerpo de agua en donde se instala la captación (río, lago o laguna) tiene variaciones considerables de alturas conservando en aguas mínimas un caudal o volumen importante, se puede, por economía, instalar la captación flotante sobre una superficie anclada al fondo o a las orillas. En este caso la impulsión debe tener conexión flexible en su comienzo con la tubería que continúa al estanque de regulación. El equipo de bombeo y su diseño debe cumplir con los requisitos indicados en NCh692.

7.2.5 Captación móvil con elevación mecánica

7.2.5.1 En los ríos de gran caudal con variaciones estacionales importantes de altura se pueden proyectar estaciones de bombeo que se bajen o levanten, guiadas por rieles inclinados instalados en la orilla del río y accionados por medios mecánicos fijos.

7.2.5.2 La impulsión debe tener una parte flexible que permita alargamientos debidamente calculados.

7.2.5.3 El equipo de bombeo y diseño de planta elevadora deben cumplir con los requisitos indicados en NCh692.

7.2.6 Captación de manantiales

En el diseño de la captación se debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a) construir un vertedero al nivel natural de afloramiento;
- b) colocar un registro y válvula en la tubería de aducción para regular el caudal;
- c) colocar un desagüe de fondo para la limpieza de la cámara de captación y una ventilación.

7.2.7 Captación de alta montaña

Se aplica en ríos con caudales habituales reducidos y grandes crecidas ocasionales. Su diseño debe considerar los objetivos siguientes:

- a) La capacidad de la captación se proyecta para el caudal habitual del cauce.
- b) Tanto la captación como las obras de protección deben permitir el paso de la crecida sin influenciar notoriamente su comportamiento hidráulico, incluso si eso significa la destrucción de las obras.
- c) Los materiales y técnicas constructivas deben ser de bajo costo, considerando que la captación será reconstruida con frecuencia.

7.2.8 Captación directa de aguas lluvias

7.2.8.1 Una captación de aguas lluvias consta de las partes siguientes:

- Una superficie de recogida de agua, que debe estar limpia y ser lo suficientemente impermeable como para no permitir que cierta parte importante del agua precipitada se pierda por infiltración en el terreno.
- Un estanque en el que se almacene el agua, que se construye subterráneo o tapado para minimizar las pérdidas por evaporación y preservar la temperatura del agua.
- Un tratamiento del agua captada que generalmente se reduce a una simple filtración sobre lecho de arena.

7.2.8.2 La captación de agua de lluvias por medio de estanques se puede usar para pequeños consumos, cuando no exista otra fuente adecuada en los alrededores.

7.2.8.3 Se considera como área de captación adecuada el techo impermeable de las casas y edificios y otras superficies impermeables, como terrazas y patios pavimentados.

7.2.8.4 El agua debe ser sometida a algún tratamiento antes de ser consumida, para que cumpla con NCh409/1. En general bastará construir filtros lentos de arena para tratar las aguas lluvias captadas.

7.2.8.5 Los estanques se deben construir en el sitio más elevado del terreno y a una distancia mayor o igual que 15 m de cualquier sistema de disposición de excretas.

7.2.8.6 Si se construyen los estanques bajo tierra se debe asegurar su impermeabilidad, colocando una tapa a una altura mayor o igual que 0,6 m sobre el nivel del terreno natural.

7.2.8.7 Se debe usar preferentemente, en la construcción del estanque, el hormigón armado u otro material adecuado semejante que aconseje la técnica.

7.2.8.8 El estanque debe estar provisto de tubos de ventilación, rebalse, desagüe y drenaje.

NCh777/1

7.2.8.9 Las tuberías que conducen el agua al estanque deben tener un dispositivo de desviación para eliminar las aguas provenientes de las primeras lluvias.

7.2.8.10 Para la extracción de agua del estanque cuando no sea posible una solución gravitacional, se deben instalar bombas de accionamiento manual o mecánico.

7.2.9 Captaciones de agua de mar

7.2.9.1 La captación de agua de mar se puede realizar mediante pozos, en el caso de que la permeabilidad del terreno lo permita; en caso contrario se recurre a una captación directa de agua de mar mediante tuberías situadas en el lecho marino.

7.2.9.2 El agua que se entregue al consumo debe cumplir con los requisitos de NCh409/1. La Autoridad Competente debe aprobar en cada caso los tratamientos propuestos de acuerdo con la información técnica que se obtenga de ellos.

8 Componentes de las estructuras de captación

Las estructuras de captación comprenden en general los componentes siguientes, con las características indicadas. Todas las obras deben cumplir con las normas de diseño y construcción vigentes.

8.1 Toma de agua

Las tomas se deben construir de acuerdo con lo especificado en los planos del proyecto para cada tipo de obra de toma.

Las tomas de agua a través de tuberías se deben ubicar a la máxima altura posible para evitar que se obstruyan por sedimentos. Las tuberías se deben proteger contra la acción de las aguas y deben ser dotadas de válvulas para la interrupción del flujo con la posibilidad de una fácil maniobra.

En las tomas de agua a través de canales o por tuberías, la distancia entre captación y el proceso siguiente debe ser lo más corto posible. Asimismo, ante la posibilidad de hundimiento por acción de las aguas, debe ser prevista la protección del suelo a través de un reforzamiento con roca o con cimientos profundos.

8.2 Rejas para sólidos flotantes

En las captaciones laterales se debe utilizar una rejilla para la retención de sólidos flotantes construida con barras metálicas separadas de 3 mm a 5 mm, soportadas en un marco de plancha de hierro galvanizado.

En captaciones mediante canales de derivación de un curso superficial es recomendable la instalación de por lo mínimo dos rejas con diferente espaciamiento entre barras.

La primera reja que estará en contacto directo con el río, debe ser gruesa (espacio entre barras de 7,5 cm a 15 cm) en el caso de ríos con gravas gruesas o mediana (espacio entre barras de 2 cm a 4 cm) en el caso de ríos con gravas finas, y preferentemente se debe orientar en sentido paralelo al flujo del río para favorecer la autolimpieza.

La segunda reja debe ser una malla fina de diámetro libre de orificio de 3 mm a 5 mm, y se debe orientar con una inclinación de 70° a 80° en relación a la horizontal.

La distancia mínima entre rejas debe ser de 0,8 m previéndose una cámara o canal de limpieza entre rejas.

Las barras que constituyen las rejas deben ser de material anticorrosivo o protegidas por un tratamiento adecuado.

En captaciones de gran caudal o donde existe una importante presencia de sólidos flotantes, por ejemplo algas, es recomendable que las rejas sean mecanizadas para disminuir las labores manuales de limpieza.

8.3 Cámaras de captación

La cámara de captación es el elemento estructural de las obras de toma lateral, mediante el cual se reparte el caudal deseado a los demás componentes de la captación y el caudal remanente es retornado al río a través de un vertedero de rebase. El diseño del vertedero es para el caudal máximo de captación.

Las cámaras de captación deben cumplir con las especificaciones de estructuras de hormigón armado, con la estanqueidad requerida para el almacenamiento de agua.

Aguas abajo del vertedero de rebase, se debe instalar a una altura de 10 cm del fondo de la cámara, la tubería de aducción con un colador hacia la planta de tratamiento y a nivel del fondo de la cámara se debe instalar una tubería de desagüe de retorno al río.

8.4 Canales

Los canales deben ser construidos cuidando que la velocidad no ocasione erosión ni sedimentación natural.

Cuando exista el riesgo de deslizamientos o roturas, los canales deben ser revestidos con hormigón armado o simple; también se pueden emplear rocas con base de mortero y recubiertas o enlucidos con cemento.

Es recomendable que los canales sean cubiertos con material similar al revestimiento o con otro material inerte y resistente al peso de animales y al manipuleo con fines de mantención.

Aquellos canales que pasen por áreas urbanas o habitadas se deben recubrir para evitar su contaminación.

8.5 Dispositivo de medición y regulación de flujo

En las captaciones deben haber secciones de aforo que permitan medir el gasto de agua captada y dispositivos de regulación que resistan el empuje del agua y el golpe de sólidos grandes tales como troncos de árboles y piedras de gran tamaño, y que permitan el cierre total de la captación en casos de contaminación.

8.6 Obras de remoción de material de arrastre

Si las fuentes superficiales tienen material de arrastre (arcilla, arena, ripios) se deben considerar desarenadores, canales laterales desripiadores u otras estructuras que permitan remover los sedimentos para prevenir el embancamiento de la captación.

8.7 Obras de protección

Las captaciones deben estar debidamente protegidas mediante un enrocado con hormigón de las paredes del cauce u otra alternativa similar, para evitar el desmoronamiento del terreno y dar protección a la captación.

Anexo A (Normativo)

Clasificación de las fuentes

Una fuente de agua potable se clasificará, de acuerdo a la calidad de sus aguas, en los tipos I, II o III (ver Tabla A.1).

Esta clasificación se basa en la capacidad de tratamiento de los diversos tipos de procesos normalmente usados en los sistemas de tratamiento de agua potable. Las recomendaciones de tratamiento, según tipo de fuente, son las siguientes:

TIPO IA : Este tipo comprende, las fuentes subterráneas (ver NCh777/2) cuyas aguas son factibles de ser tratadas sólo con el proceso de desinfección que es obligatorio para todos los casos.

TIPO IB : Este tipo comprende las aguas que, antes de la desinfección, son factibles de ser tratadas con un proceso de filtración directa en lecho granular.

TIPO IIA : Este tipo comprende, en primer lugar, las aguas que son factibles de tratar con los procesos de coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección.

En segundo lugar, este tipo comprende las aguas que son factibles de tratar con un proceso convencional de oxidación.

En esta categoría se incluye procesos de control de color, olores y sabores, en niveles medios y bajos.

TIPO IIB : Este tipo comprende, en primer lugar, las aguas que son factibles de tratar con los procesos de coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección. En caso de altas turbiedades, podrá ser necesario incluir una etapa de predecantación o sedimentación primaria.

TIPO III : Para este tipo de fuente, los procesos convencionales no son suficientes y se debe complementar o aplicar, adicional o independientemente, procesos especiales.

Si los parámetros excedidos son algunos elementos metálicos no removidos por los procesos descritos para las fuentes tipo II, cloruros, sulfatos o, en general, sustancias disueltas, estos procesos especiales son osmosis inversa, intercambio iónico, ablandamiento, electrodiálisis, ultrafiltración, nanofiltración u otro equivalente.

Si los parámetros excedidos son los compuestos orgánicos, color y demanda de cloro, los procesos especiales son oxidación, adsorción con carbón activado, ultrafiltración, ozonización, precipitación química u otro equivalente.

En esta categoría se incluyen las aguas con niveles severos de olor y sabor.

Tabla A.1 - Clasificación general de las fuentes

| Parámetro | Tipo | | | | |
|---|-------------------|-------------------|---|---|-----------------------|
| | IA | IB | IIA | IIB | III |
| Parámetros microbiológicos y de turbiedad | | | | | |
| Coliformes totales, NMP/100 ml | < 10 ³ | < 10 ³ | 10 ³ ≤ colif. tot. ≤ 2 x 10 ⁴ | 10 ³ ≤ colif. tot. ≤ 2 x 10 ⁴ | > 2 x 10 ⁴ |
| Turbiedad, UNT | < 2 | < 50 | 50-500 | > 500 | - |
| Sustancias químicas de importancia para la salud - Elementos esenciales | | | | | |
| Cobre total, mg/L | < 2 | < 2 | ≤ 2 | ≤ 2 | > 2 |
| Cromo, mg/L | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | > 0,05 |
| Fluoruro, mg/L | < 1,5 | < 1,5 | < 1,5 | < 1,5 | > 1,5 |
| Hierro total, mg/L | < 0,3 | < 0,3 | 0,3 ≤ Fe ≤ 50 | 0,3 ≤ Fe ≤ 50 | > 50 |
| Manganeso total, mg/L | < 0,1 | < 0,1 | 0,1 ≤ Mn ≤ 10 | 0,1 ≤ Mn ≤ 10 | > 10 |
| Magnesio, mg/L | < 125 | < 125 | < 125 | < 125 | > 125 |
| Selenio, mg/L | < 0,01 | < 0,01 | ≤ 0,01 | ≤ 0,01 | > 0,01 |
| Zinc, mg/L | < 3 | < 3 | < 3 | < 3 | > 3 |
| Sustancias químicas de importancia para la salud - Elementos no esenciales | | | | | |
| Arsénico, mg/L | < 0,01 | < 0,01 | 0,01 ≤ As ≤ 1 | 0,01 ≤ As ≤ 1 | > 1 |
| Cadmio, mg/L | < 0,01 | < 0,01 | ≤ 0,01 | ≤ 0,01 | > 0,01 |
| Cianuro, mg/L | < 0,05 | < 0,05 | ≤ 0,05 | ≤ 0,05 | > 0,05 |
| Mercurio, mg/L | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 | > 0,001 |
| Nitratos, mg/L | < 50 | < 50 | ≤ 50 | ≤ 50 | > 50 |
| Nitritos, mg/L | < 3 | < 3 | ≤ 3 | ≤ 3 | > 3 |
| Plomo, mg/L | < 0,05 | < 0,05 | ≤ 0,05 | ≤ 0,05 | > 0,05 |
| Sustancias químicas de importancia para la salud - Sustancias orgánicas | | | | | |
| Tetracloroetano, mg/L | < 0,04 | < 0,04 | ≤ 0,04 | ≤ 0,04 | > 0,04 |
| Benceno, mg/L | < 0,01 | < 0,01 | ≤ 0,01 | ≤ 0,01 | > 0,01 |
| Tolueno, mg/L | < 0,7 | < 0,7 | ≤ 0,7 | ≤ 0,7 | > 0,7 |
| Xileno, mg/L | < 0,5 | < 0,5 | ≤ 0,5 | ≤ 0,5 | > 0,5 |
| Parámetros organolépticos | | | | | |
| Color verdadero, unidad Pt-CO | < 20 | < 20 | 20 ≤ color ≤ 100 | 20 ≤ color ≤ 100 | > 100 |
| Olor | Inodoro | Inodoro | Positivo | Positivo | Positivo |
| Sabor | Insípido | Insípido | Positivo | Positivo | Positivo |
| Amoniaco, mg/L | < 0,3 | < 0,3 | < 1,5 | < 1,5 | > 1,5 |
| Cloruros, mg/L | < 400 | < 400 | < 400 | < 400 | > 400 |
| pH | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | 6,5 - 8,5 | 6,5 > pH > 8,5 |
| Sulfatos, mg/L | < 500 | < 500 | < 500 | < 500 | > 500 |
| Sólidos disueltos totales | < 1 500 | < 1 500 | < 1 500 | < 1 500 | > 1 500 |