



GUÍAS METODOLÓGICAS PARA PRESENTACIÓN Y REVISIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS DE BOCATOMAS

- VOLUMEN 1
PRESENTACIÓN ADMINISTRATIVA
- VOLUMEN 2
PRESENTACIÓN TÉCNICA
- VOLUMEN 3
REVISIÓN TÉCNICA
- VOLUMEN 4
SOLICITUD DE RECEPCIÓN DE OBRAS
- VOLUMEN 5
GUÍA PARA LA RECEPCIÓN DE OBRAS

DEPTO. DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2016

La Dirección General de Aguas del MOP, realiza constantes esfuerzos por mejorar sus procedimientos a fin de realizar una gestión efectiva y eficiente, siendo una preocupación el acotar los tiempos de revisión y recepción de proyectos.

En esta línea, el Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH), en el marco del Convenio de colaboración firmado entre la Subsecretaría de Energía y la Dirección General de Aguas, que busca desarrollar un programa de trabajo en materias referentes al otorgamiento y traslado de derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos, de permisos y autorizaciones sectoriales, a la información pública, fiscalización y regulación de proyectos de energía; con el objeto de apoyar, facilitar y promover el desarrollo hidroeléctrico futuro en nuestro país, sistematizó y actualizó la información existente, plasmándola en estas guías metodológicas, cuya elaboración contó con el apoyo de KRAL Consultores Limitada y profesionales del Servicio.

Las Guías de Obras Menores, que se presenta en este documento, se enmarcan dentro del contexto del Código de Aguas y otras regulaciones pertinentes vinculadas al tema de aguas, en lo que se refiere a las autorizaciones de obras, en particular aquellas que comprenden el Artículo 171 del Código de Aguas (Modificación de Cauces Naturales y Artificiales), y el Artículo 151 del Código de Aguas (Proyectos de Construcción, Modificación, Cambio y Unificación de Bocatomas), por lo que conforman una actualización, complementación e incorporación de requerimientos técnicos y administrativos claros y precisos, con el objeto de optimizar la gestión de la Dirección General de Aguas frente a la creciente demanda de estas solicitudes, dentro de un escenario de un uso del recurso más intensivo y competitivo.

Se agradece a todo el equipo técnico que nos acompañó en esta valiosa propuesta, cuyo contenido se ha ordenado en cinco capítulos, que comprende desde la presentación del proyecto y su procedimiento administrativo, el contenido y requerimientos técnicos de los proyectos que serán sometidos a evaluación, su revisión técnica, hasta la recepción y autorización de operación de las obras aprobadas por el Servicio. Esperamos que el presente documento sea una herramienta útil para la gestión.

Director General de Aguas

Carlos Estévez Valencia

Departamento de Administración de Recursos Hídricos

Luis Alberto Moreno Rubio, Ing. Jefe D.A.R.H.

Sergio Valdés Fernández, Jefe Unidad de Obras Mayores

Carlos Flores Flores, Agente Nacional de Expedientes

Laura Méndez Hernández, Subagente Nacional de Expedientes

Santiago, Diciembre de 2016.

Tabla de Contenidos

VOLUMEN 1 PRESENTACIÓN ADMINISTRATIVA	1
1. Normativa Aplicable	2
1.1 Procedimiento Administrativo	2
1.2 Procedimiento General	2
1.3 Descripción de las Etapas	4
1.3.1 Presentación de la Solicitud	4
1.3.1.1 Ingreso de la Solicitud	4
1.3.1.2 Contenido Mínimo de la Solicitud	6
1.3.1.3 Documentación a Acompañar a la Solicitud	7
1.3.1.4 Consideración al Contenido	8
1.3.2 Publicaciones y Difusión Radial	9
1.3.3 Oposiciones	13
1.3.4 Revisión Formal de la Solicitud	15
1.3.5 Solicitud de Autorización a la Dirección de Fronteras y Límites del Estado DIFROL	16
1.3.6 Petición de Antecedentes y Fondos	16
1.3.7 Visita Técnica	17
1.3.8 Etapa Resolutiva	17
1.3.9 Recepción Definitiva de las Obras	18
1.4 Requisitos Medioambientales	18
VOLUMEN 2 PRESENTACIÓN TÉCNICA	19
2. Objetivo de la Guía	20
2.1 Recomendación General	20
2.2 Estructura del Proyecto Técnico	20
2.3 Estructura General	20
2.3.1 Memoria	20
2.3.2 Anexos	21
2.3.3 Planos	21
2.4 Presentación del Proyecto y Versiones Corregidas	21
2.5 Requerimientos del Proyecto Técnico	22
2.6 Antecedentes Generales	22
2.6.1 Individualización del Solicitante	22
2.6.2 Ubicación del Proyecto	22
2.6.3 Descripción de las Obras	22
2.7 Estudios Básicos	23

2.7.1 Topografía	23
2.7.1.1 Contenido General	23
2.7.1.2 Planta	23
2.7.1.3 Perfil Longitudinal	24
2.7.1.4 Perfiles Transversales	24
2.7.2 Hidrología	24
2.7.2.1 Caudales Máximos en Cuencas Pluviales	25
2.7.2.2 Caudales Mínimos y Medios en Cuencas Pluviales	27
2.7.2.3 Caudales Máximos en Cuencas Nivales	27
2.7.2.4 Gasto Detrítico	27
2.7.3 Estudios Geotécnicos	28
2.8 Modelaciones Hidráulicas	29
2.8.1 Alcances de la Modelación	29
2.8.2 Parámetros de la Modelación	29
2.8.2.1 Caudales de Modelación	29
2.8.2.2 Coeficientes de Rugosidad	30
2.8.2.3 Condiciones Hidráulicas de Borde	30
2.8.3 Modelo Numérico	31
2.8.3.1 Modelos Comerciales y Libres	31
2.8.3.2 Resultados e Interpretación de Resultados	31
2.8.4 Casos Especiales	32
2.9 Mecánica Fluvial	32
2.9.1 Caracterización Granulométrica del Lecho	32
2.9.2 Cálculos de Socavación	33
2.9.2.1 Socavación General	33
2.10 Diseño Hidráulico	34
2.10.1 Período de Retorno de Diseño	34
2.10.2 Cálculos Hidráulicos	35
2.10.2.1 Caracterización de la Obra y Cauce de Captación de las Aguas	35
2.10.2.2 Diseño Hidráulico de la Bocatoma	35
2.10.2.3 Diseño de Defensas Fluviales	38
2.10.3 Sistema de Control y Monitoreo	40
2.10.3.1 Caudal Extraído	40
2.10.3.2 Caudal Ecológico	40
2.10.4 Diseño de Otras Especialidades	41
2.10.4.1 Especialidades a Considerar	41

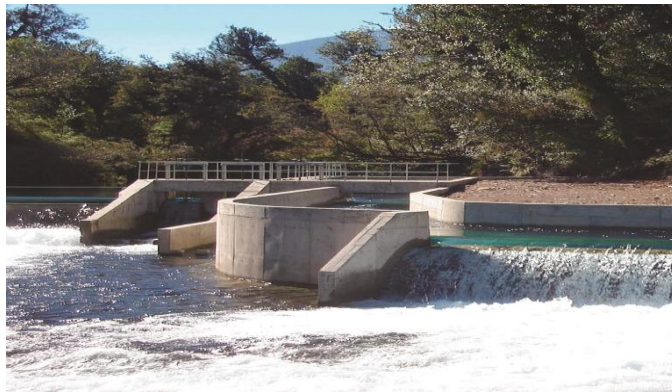
2.10.4.2 Diseño Estructural	41
2.10.4.3 Diseño Mecánico	42
2.10.4.4 Proyecto Eléctrico	42
2.11 Especificaciones Técnicas	43
2.11.1 Especificaciones Técnicas Generales	43
2.11.2 Especificaciones Técnicas Especiales	44
2.12 Cronograma	44
2.13 Planos de Proyecto	44
2.13.1 Consideraciones Generales	44
2.13.2 Planos Cartográficos	45
2.13.3 Planos de Proyecto	45
2.13.3.1 Planos Generales	45
2.13.3.2 Planos de Detalle	47
2.14 Referencias	48
VOLUMEN 3 REVISIÓN TECNICA	49
3. Objetivo de la Guía	50
3.1 Recomendación General	50
3.2 Estructura del Proyecto Técnico	50
3.3 Estructura General	50
3.4 Verificación General de Contenidos	51
3.5 Requerimientos del Proyecto Técnico	51
3.6 Antecedentes Generales	51
3.6.1 Individualización del Solicitante	51
3.6.2 Ubicación del Proyecto	52
3.6.3 Descripción de las Obras	52
3.7 Estudios Básicos	52
3.7.1 Topografía	52
3.7.1.1 Contenido General	52
3.7.1.2 Levantamiento	53
3.7.2 Hidrología	53
3.7.2.1 Caudales Máximos en Cuencas Pluviales	53
3.7.2.2 Caudales Mínimos y Medios en Cuencas Pluviales	61
3.7.2.3 Caudales Máximos en Cuencas Nivales	63
3.7.2.4 Gasto Detrítico	64
3.7.3 Estudios Geotécnicos	67

3.8 Modelaciones Hidráulicas	67
3.8.1 Conceptos Básicos de la Modelación	67
3.8.2 Parámetros de la Modelación	68
3.8.2.1 Caudales de Modelación	68
3.8.2.2 Coeficientes de Rugosidad	69
3.8.2.3 Condiciones Hidráulicas de Borde	70
3.8.3 Revisión del Modelo Numérico	70
3.8.3.1 Validación de la Simulación	70
3.8.3.2 Convergencia del Modelo	71
3.8.3.3 Limitaciones a la aplicación del Modelo	71
3.8.4 Calculo Manual del Eje Hidráulico	72
3.9 Mecánica Fluvial	72
3.9.1 Caracterización Granulométrica del Lecho	72
3.9.2 Cálculos de Socavación	74
3.9.2.1 Socavación General	74
3.10 Diseño Hidráulico	76
3.10.1 Período de Retorno de Diseño	76
3.10.2 Cálculos Hidráulicos	78
3.10.2.1 Caracterización de la Obra y Cauce de Captación de las Aguas	78
3.10.2.2 Diseño Hidráulico de la Bocatoma	78
3.10.2.3 Diseño de Defensas Fluviales	86
3.10.3 Sistema de Control y Monitoreo	88
3.10.4 Diseño de Otras Especialidades	89
3.10.4.1 Especialidades a Considerar	89
3.10.4.2 Diseño Estructural	89
3.10.4.3 Diseño Mecánico	90
3.10.4.4 Proyecto Eléctrico	90
3.11 Especificaciones Técnicas	91
3.11.1 Especificaciones Técnicas Generales	91
3.11.2 Especificaciones Técnicas Especiales	91
3.12 Cronograma	92
3.13 Planos de Proyecto	92
3.13.1 Consideraciones Generales	92
3.13.2 Planos Cartográficos	92
3.13.3 Planos de Proyecto	93
3.13.3.1 Planos Generales	93

3.13.3.2 Planos de Detalle	95
3.14 Referencias	96
VOLUMEN 4 RECEPCIÓN DE OBRAS	97
4. Objetivo de la Guía	98
4.1 Recomendación General	98
4.2 Tramitación de Recepción de la Obra de Bocatoma	98
4.3 Proceso de Recepción de Obras Construidas	98
4.4 Autorización de Construcción de Bocatoma	100
4.5 Procedimiento Administrativo	100
4.6 Documentación Requerida para Solicitar la Recepción de la Obra	101
4.7 Ingreso Formal de la Documentación	101
4.8 Informe de Construcción	102
4.9 Anexos	105
VOLUMEN 5 GUIA TECNICA DE APOYO A LA RECEPCION FISICA PROYECTOS DE BOCATOMAS Y MODIFICACION DE CAUCES	115
5. Objetivo de la Guía	116
5.1 Alcances	116
5.2 Inspección Técnica de Recepción de Obras	117
5.3 Previo a la Visita de Inspección	117
5.4 Partidas Generales a Inspeccionar	118
5.4.1 Partidas a Inspeccionar	118
5.4.2 Movimiento de Tierras	119
5.4.3 Obras de Hormigón	120
5.4.4 Estructuras Metálicas	121
5.4.5 Obras de Defensa Fluvial	122
5.4.6 Compuertas	123
5.4.7 Elementos Mecánicos	124
5.5 Registros de la Inspección de Recepción	124
5.6 Anexos	125

GUIAS METODOLÓGICAS PARA PRESENTACIÓN Y REVISIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS DE BOCATOMA

VOLUMEN 1 PRESENTACIÓN ADMINISTRATIVA



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPTO. DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

1. Normativa Aplicable

La normativa aplicable a este tipo de solicitudes se encuentra contenida en los siguientes artículos del Código de Aguas:

- Artículo 151
- Artículo 152
- Artículo 153
- Artículo 154
- Artículo 155
- Artículo 156
- Artículo 157
- Artículo 131 y siguientes

1.1 Procedimiento Administrativo

1.2 Procedimiento General

De acuerdo a lo señalado, todo proyecto de construcción, modificación, cambio y unificación de bocatoma que se proyecte en cauces naturales deberá ser aprobado por la Dirección General de Aguas mediante el siguiente procedimiento:

- Presentación de la solicitud
- Solicitud de DIFROL
- Publicaciones y difusión radial
- Oposiciones
- Revisión formal de la solicitud
- Petición de antecedentes y fondos
- Visita Técnica
- Elaboración de Informe Técnico
- Resolución

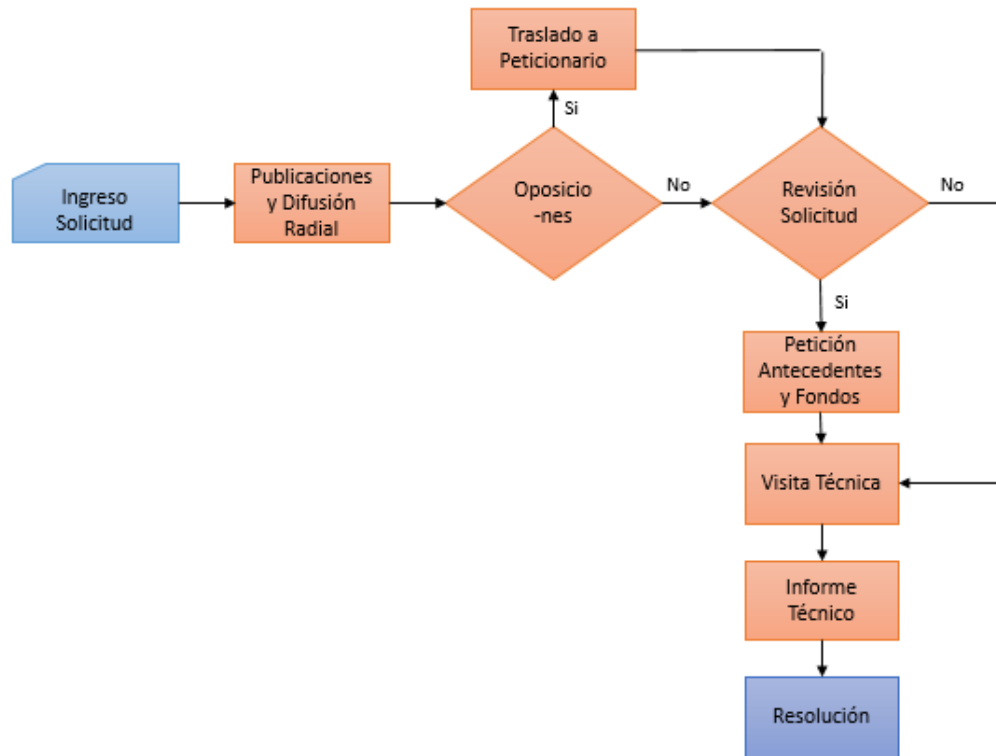


Fig.1: Diagrama de Flujo de Procedimiento Administrativo General

Para el caso de bocatomas que formen parte de un proyecto mayor, la solicitud debe incorporar todas las obras asociadas y de acuerdo al tipo y magnitud de sus componentes, el estudio podría ser desarrollado de acuerdo con las exigencias del Artículo 294 del Código de Aguas y de los Artículos 41 y 171 del mismo cuerpo legal¹.

¹ Tal es el caso de bocatomas que en su circuito hidráulico tengan un acueducto de más de 2 m³/s (Art. 294 del Código de Aguas). Lo mismo puede ocurrir con bocatomas para captación de derechos de aguas no consuntivos, que obligatoriamente tendrá una obra de restitución (Art. 41 y 171 del Código de Aguas)

1.3 Descripción de las Etapas

1.3.1 Presentación de la Solicitud

1.3.1.1 Ingreso de la Solicitud

De acuerdo a lo señalado en el artículo 130 del Código de Aguas, toda cuestión o controversia relacionada con la adquisición o ejercicio de los derechos de aprovechamiento y que según lo señalado en este Código sea de competencia de la Dirección General de Aguas (DGA), deberá presentarse ante la oficina de este servicio del lugar, o ante el Gobernador respectivo, dentro del horario de atención de público establecido por dichas reparticiones.

En este sentido, se debe tener presente que la DGA cuenta con oficinas en todas las capitales regionales, pero no en todas las provincias.

A continuación se presentan, regionalmente, las oficinas donde se puede presentar la Solicitud, que deberá estar debidamente firmada por el solicitante:

Tabla 1
Oficinas de la DGA a Nivel Nacional

Región	Oficina	Dirección
Arica y Parinacota	Regional	Prat 305, Edificio Público. Arica
Tarapacá	Regional	Tarapacá 130, subterráneo. Iquique
Antofagasta	Regional	21 de Mayo 470, piso 2. Antofagasta
Atacama	Regional	Rancagua 499, Edificio MOP, 1° piso. Copiapó
Coquimbo	Regional	Cirujano Videla, N° 200, La Serena
	Provincial	Vicuña Mackena 328, Ovalle
	Provincial	Esmeralda 246, Illapel
Valparaíso	Regional	Pudeto N° 56, Quillota
Metropolitana	Regional	Bombero Salas 1351, Piso 5, Santiago
O'Higgins	Regional	Cuevas N° 530, Rancagua
Maule	Regional	Calle 6 oriente 1 y 2 Norte Nro. 1220, Talca
Bío Bío	Provincial	Vega de Saldías 651. Chillán
	Regional	Prat 501, Piso 6, Concepción
	Provincial	Calle Caupolicán S/N, 3° piso Edificio Público, Los Ángeles
Araucanía	Regional	Bulnes 897, Piso 8, Temuco
Los Ríos	Regional	San Carlos 50, Piso 4, Oficina 46, Valdivia
Los Lagos	Regional	O'Higgins 451, Piso 7, Puerto Montt
Aysén	Regional	Riquelme 465, Block B, Piso 3, Coyhaique
Magallanes	Regional	Croacia 722, Piso 6, Punta Arenas

En el caso que el proyecto se sitúa en una provincia que no disponga de Oficina la DGA, la Solicitud debe ser presentada en la Gobernación Provincial respectiva.

Cuando un proyecto de bocatoma se encuentre asociado a un derecho de aprovechamiento no consuntivo cuya fuente atravesase un límite provincial o regional y el punto de captación se localice en una provincia o región y la restitución en otra diferente, corresponderá realizar la presentación de la solicitud en la oficina de la DGA o Gobernación de la provincia donde se ubica la captación, pero deberá publicarse en ambas provincias o regiones, según corresponda.

Será responsabilidad de las oficinas provinciales y/o regionales la debida comunicación y coordinación entre ellas respecto a solicitudes de aprobación de proyectos que involucren cuencas compartidas.

1.3.1.2 Contenido Mínimo de la Solicitud

La Solicitud deberá contener, a lo menos, todas las menciones del Artículo 151 del Código de Aguas.

- La individualización del solicitante con su nombre completo y RUT. Se debe individualizar también, cuando corresponda, al representante legal.
- Dirección postal, dirección de correo electrónico, teléfono, etc.
- El nombre del cauce de las aguas donde se desea realizar la construcción de la bocatoma, la comuna y la provincia donde está ubicada.
- Ubicación de las obras de captación. Se recomienda que sean expresados en coordenadas UTM, Datum WGS 84, indicando el Huso correspondiente.
- Breve descripción de las obras que se solicita aprobar, incluyendo el modo de extraer las aguas y los títulos que justifican el dominio de los derechos.

Se deberá tener en consideración la concordancia entre las obras proyectadas y los derechos de aprovechamiento de aguas que se captarán por la nueva obra.

1.3.1.3 Documentación a Acompañar a la Solicitud

- Fotocopia simple del carné de identidad del peticionario y/o representante legal.
- Copia de la resolución que constituyó originariamente el derecho y sus modificaciones (VT).
- Inscripción de dominio vigente del derecho de aprovechamiento, emitido por el Conservador de Bienes Raíces competente, con antigüedad no superior a 60 días, contados desde la fecha de ingreso de la solicitud hacia atrás.
- Certificado de Inscripción en el Catastro Público de Aguas emitido por la Dirección General de Aguas. De acuerdo a lo establecido en el artículo 122 inciso 7 del Código de Aguas y al artículo 33 del D.S.MOP. N° 1220 de 1997 “Reglamento del Catastro Público de Aguas”, dicho certificado debe ser acompañado al momento de la presentación, de lo contrario la solicitud será denegada de plano.

Se aceptarán aquellas Solicitudes que no acompañan el Certificado de Inscripción en el Catastro Público de Aguas² si el derecho ya se encuentra inscrito en el CPA, o bien, su inscripción ha sido solicitada con más de 30 días de anticipación.

- Cuando corresponda, incluir el poder para representar al peticionario, que debe constar en escritura pública o instrumento privado suscrito ante notario, cuya antigüedad no debe ser superior a 60 días, contados desde la fecha de ingreso de la solicitud hacia atrás.
- Si la peticionaria es persona jurídica, se deben acompañar sus antecedentes legales incluyendo el certificado de vigencia, cuya antigüedad no supere la señalada en el párrafo anterior.
- Acompañar dos ejemplares de la Solicitud y seis Extractos para publicación (timbraje).
- Acompañar el proyecto respectivo de la bocatoma, de acuerdo con los requerimientos señalados en este manual. El proyecto debe venir firmado por un profesional competente. Se deben adjuntar dos copias del proyecto en papel, con su correspondiente archivo magnético.

² En adelante CPA

1.3.1.4 Consideración al Contenido

La solicitud puede ser presentada por una persona natural mayor de edad, capaz de actuar en derecho, o una persona jurídica quien actúa por medio de su representante legal. Las personas naturales, en caso de ser necesario para ellas, también pueden ser representadas por un tercero.

En ambos casos, se debe acompañar a la solicitud un poder para representar al peticionario que debe constar en escritura pública o instrumento privado suscrito ante notario, cuya antigüedad no debe superar los 60 días contados desde la fecha de ingreso de la solicitud hacia atrás. Por su parte, las personas jurídicas deben proporcionar un certificado de vigencia con la antigüedad.

Será necesario que se fije un domicilio con la finalidad de mantener y facilitar la comunicación entre la DGA y el peticionario a efectos de la tramitación de su solicitud. Se recomienda también indicar un número de teléfono o email con la misma finalidad, y el RUT. Se debe tener presente que un domicilio dentro del radio urbano del lugar donde se presenta la solicitud, agiliza la comunicación entre las partes. En caso de no contar con un domicilio con esas características, es deseable que se comunique un domicilio dentro del radio urbano de una comuna de la provincia correspondiente. Por otro lado, si el solicitante no designa domicilio dentro del radio urbano del lugar donde se presenta la solicitud, toda resolución que dicte el Servicio se entenderá notificada desde la fecha de la dictación de la misma.

Se entenderá vigente el domicilio designado mientras el interesado no comunique formalmente otra dirección, aun cuando de hecho se haya cambiado.

1.3.2 Publicaciones y Difusión Radial

La normativa aplicable a esta parte de la tramitación de la solicitud, se encuentra contenida en los siguientes artículos del Código de Aguas:

Artículo 131. Toda presentación que afecte o pueda afectar a terceros deberá publicarse, a costa del interesado, dentro de treinta días contados desde la fecha de su recepción por una sola vez en el Diario Oficial los días primero o quince de cada mes o el primer día hábil inmediato si aquéllos fueren feriados, y en forma destacada en un diario de Santiago.

Las presentaciones que no correspondan a la Región Metropolitana se publicarán, además, en un diario o periódico de la provincia respectiva y si no hubiere, en uno de la capital de la región correspondiente.

La presentación se publicará íntegramente o en un extracto que contendrá, a lo menos, los datos necesarios para su acertada inteligencia.

La solicitud o extracto se comunicará, a costa del interesado, además, por medio de tres mensajes radiales.

Estos mensajes deberán emitirse dentro del plazo que establece el inciso primero de este artículo. Al respecto rige el Dictamen N°60633 del 12 de octubre de 2010 de la Contraloría General de República:

- El Código de Aguas no establece una regla que establezca la forma de computar los plazos, por lo que aplica supletoriamente lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 19880³.
- La forma de computar el plazo de 30 días es como días hábiles y que para estos efectos, el día sábado es inhábil. De acuerdo a lo anterior, el último día nunca será inhábil de modo que no resulta del caso aplicar lo preceptuado en el inciso final⁴ del artículo 25 de la Ley 19880.
- Respecto de los días específicos en que debe llevarse a cabo la publicación, primero o quince de cada mes, o primer día hábil inmediato si aquellos fueran feriados; al no estar frente a un cómputo de días no aplica el inciso primero del artículo 25 aludido sino que lo previsto en el artículo 50 del Código Civil. Luego, el día sábado no es un día inhábil.

³ Art. 25 de Ley 19880. Inciso primero: "Los plazos de días establecidos en esta Ley son de días hábiles, entendiéndose que son inhábiles los días sábados, los domingos y los festivos."

⁴ Art. 25 de Ley 19880. Inciso final: "Cuando el último día del plazo sea inhábil, éste se entenderá prorrogado al primer día hábil siguiente."

El Director General de Aguas determinará, mediante resolución, las radioemisoras donde deben difundirse los mensajes aludidos que deberán cubrir el sector que involucre el punto de la respectiva solicitud tales como la ubicación de la bocatoma, el punto donde se desea captar el agua y el lugar donde se encuentra la aprobación de la obra hidráulica, entre otros, además, de los días y horarios en que deben emitirse, como asimismo sus contenidos y la forma de acreditar el cumplimiento de dicha exigencia.

Excepcionalmente, el jefe de la oficina del lugar o el Gobernador, según el caso, dispondrá la notificación personal cuando aparezca de manifiesto la individualidad de la o las personas afectadas con la presentación y siempre que el número de éstas no haga dificultosa la medida.

La difusión radial de las solicitudes se encuentra regulada por la Resolución DGA (Exenta) N° 1235 de fecha 24.04.2015 que establece lo siguiente:

- Las presentaciones a que se refiere el artículo 131 del Código de Aguas, o un extracto de las mismas, que contenga al menos los datos necesarios para su acertada inteligencia, deberán difundirse a costa de los interesados, dentro de los 30 días hábiles siguientes a su ingreso en las oficinas de la Dirección General de Aguas o en la Gobernación respectiva, por medio de tres mensajes radiales, los cuales se difundirán los días 1 ó 15 de cada mes, o al primer día siguiente hábil si aquellos fueren feriados, en cualquier horario entre las 08:00 y las 20:00 horas.
- La difusión de los mensajes radiales deberá efectuarse en alguna de las radioemisoras que figuren en el "Listado de Concesiones vigentes", de la Subsecretaría de Telecomunicaciones del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que tenga zona de servicio en el sector o los sectores que involucre el punto o los puntos de la respectiva solicitud; tales como la ubicación de la bocatoma, el punto donde se desea captar el agua, el punto de restitución de las aguas y el lugar donde se encuentra la aprobación de la obra hidráulica, entre otros.
- Sólo en el caso que no hubiere una radioemisora con zona de servicio en el sector o sectores que involucre el punto o los puntos de la correspondiente petición, se deberá comunicar en una radioemisora con zona de servicio en la capital de la provincia o provincias respectivas de acuerdo al listado referido en el punto anterior.

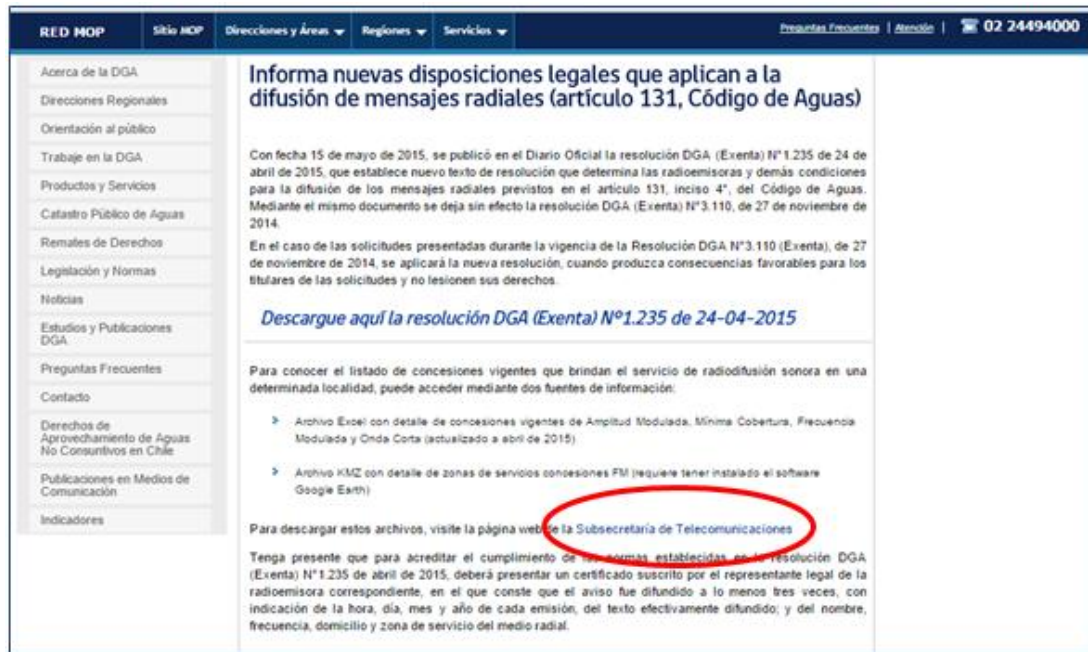
- El "Listado de Concesiones vigentes" se encuentra disponible en todas las oficinas provinciales y regionales de la Dirección General de Aguas, en el Centro de Información de Recursos Hídricos de la DGA Nivel Central y en las páginas web <http://www.dga.cl> y <http://www.subtel.gob.cl>
- El o la interesado/a deberá acreditar el cumplimiento de estas normas mediante un certificado suscrito por el o la representante legal de la radioemisora correspondiente, en el que conste que el aviso fue difundido a lo menos tres veces, con indicación de la hora, día, mes y año de cada emisión, del texto efectivamente difundido; y del nombre, frecuencia, domicilio y zona de servicio del medio radial.

Para acceder al listado de radioemisoras desde la página web de la DGA, se debe seguir los siguientes pasos:

Al ingresar a www.dga.cl encontrará lo siguiente:

The screenshot shows the DGA website interface. At the top, there is a section titled "Servicios y Productos Destacados" with a grid of links: Pluviómetros Ciudadanos, Datos Hidrológicos en Tiempo Real, Consulta y seguimiento de solicitudes, Estudios y Publicaciones DGA, Boletines hidrológicos y pronósticos anuales, Estadística Hidrológica en Línea, Derechos de aguas registrados en DGA, and Expedientes y resoluciones digitalizados. Below this is a navigation menu on the left with items like "Acerca de la DGA", "Direcciones Regionales", "Orientación al público", "Trabaje en la DGA", "Productos y Servicios", "Catastro Público de Aguas", "Remates de Derechos", "Legislación y Normas", "Noticias", "Estudios y Publicaciones DGA", "Preguntas Frecuentes", "Contacto", and "Derechos de". The main content area features a banner "Aguas: Mapas y Datos por Cuencas" and a news article titled "Dirección General de Aguas MOP tomó muestras de calidad de agua de relleno Santa Marta" dated 24-01-2016 22:00:00. The article text states: "Servicio recolectó muestras en 13 puntos, tanto agua subterránea como superficial, en las inmediaciones del relleno. Resultados de los análisis serán entregados en una semana a la autoridad ambiental." To the right of the news article, there is a "Destacamos:" section with a link to "Decreto MOP N°50, de 2015, Que aprueba Reglamento de Obras Mayores" and another link to "Patente por no uso de las aguas, proceso 2016". A red circle highlights a box containing the text "Nuevas disposiciones legales que aplican a la difusión de mensajes radiales".

Marcado en rojo se encuentra el link que re-direcciona a la siguiente página:



El link marcado dirige a la página de la SUBTEL donde se puede descargar el archivo Excel que contiene las concesiones vigentes, entre las que se debe seleccionar la radioemisora con cobertura en el lugar donde se ubica el proyecto de modificación de cauce.



Para realizar una adecuada difusión de la solicitud, debemos recordar lo señalado en el Capítulo 2.2.1.1 Ingreso de la Solicitud, con respecto a los proyectos que involucran riberas de cauces límites de provincias o regiones.

Una vez realizadas las publicaciones y difusión radial, un original de la hoja de cada diario o periódico donde aparece la publicación de la solicitud y el certificado de difusión radial emitido por la radioemisora seleccionada, más una copia de esos documentos, deberán ser ingresados a la oficina de la DGA o Gobernación Provincial, donde se haya presentado la solicitud en un plazo de 15 días corridos. Se aceptarán también fotocopias de la página completa del medio escrito en que se realizó la publicación (debe aparecer claramente la fecha y el nombre de éste), autenticada ante notario.

Si el peticionario detecta un error en las publicaciones o certificado de difusión radial que no sea imputable a él, podrá realizar publicaciones o difusión radial rectificatoria, después del plazo de 30 días que establece el artículo 131 del Código de Aguas para hacer difusión de la solicitud, siempre y cuando la rectificación no altere la solicitud del peticionario ni pretenda salvar una omisión de la misma, de acuerdo a lo prescrito en el dictamen de Contraloría General de la Republica N° 13.933 de fecha 18.03.2004

Será requisito de la publicación rectificatoria, que se identifique la publicación original con el número de la edición, fecha y nombre del peticionario y datos relativos al cuerpo, página y columna.

1.3.3 Oposiciones

La normativa aplicable a las oposiciones de las solicitudes se encuentra contenida en los siguientes artículos del Código de Aguas:

Artículo 132- Los terceros que se sientan afectados en sus derechos, podrán oponerse a la presentación dentro del plazo de treinta días contados desde la fecha de la última publicación o de la notificación, en su caso.

Dentro del quinto día de recibida la oposición, la autoridad dará traslado de ella al solicitante, para que éste responda dentro del plazo de quince días.

La autoridad a que se refiere el inciso segundo del artículo 132, corresponde a la DGA o Gobernación, dependiendo de dónde fue presentada la solicitud.

Se debe tener presente que dar respuesta a una oposición no es obligación, pero en caso de no recibir respuesta al traslado, la oposición será resuelta con los antecedentes de que disponga el Servicio.

La oposición será resuelta mediante una resolución regional exenta que será notificada o comunicada, al solicitante y al opositor, dependiendo de la designación del domicilio. Si éste fue designado dentro del radio urbano del lugar donde se presentó la solicitud, la resolución debe ser notificada. En caso contrario, se entenderá notificada desde el momento de su dictación, pero será comunicada mediante correo certificado.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 136 del Código de Aguas, las resoluciones que se dicten por el Director General de Aguas, por funcionarios de su dependencia o por quienes obren en virtud de una delegación que el primero les haga en uso de las atribuciones conferidas por la ley, podrán ser objeto de un recurso de reconsideración que deberá ser deducido por los interesados, ante el Director General de Aguas, dentro del plazo de 30 días hábiles⁴ contados desde la notificación de la resolución respectiva.

Si no se presentare Recurso de Reconsideración a la resolución que resolvió la oposición en el plazo de 30 días hábiles⁴ contados desde la fecha de notificación o comunicación de la resolución, se emitirá un certificado que acredite el hecho.

Del mismo modo, si vencido el plazo de 30 días hábiles⁴ contados desde la fecha de la última publicación o difusión radial no se hubieran presentado oposiciones, se emitirá un Certificado que acredite que no se presentaron oposiciones a la solicitud. Es responsabilidad de la oficina donde se ingresa la solicitud (DGA o Gobernación), su certificación.

1.3.4 Revisión Formal de la Solicitud

La revisión formal de la solicitud será realizada en forma oportuna por la DGA, y debe considerar los siguientes aspectos:

- a. El contenido mínimo de la solicitud de acuerdo a lo prescrito en el Capítulo 2.2.1.1 Ingreso de la Solicitud de esta guía de presentación.
- b. Correspondencia entre lo señalado en la solicitud y lo publicado: Si existe discrepancia entre lo publicado y lo indicado en la solicitud, ésta deberá ser denegada.
- c. Plazos de publicación y aviso radial. En este último caso, se verificará también el horario de difusión: Si no se cumplen los plazos de publicación o aviso radial (o sus horarios) la solicitud deberá ser denegada por infringir lo establecido en el artículo 131 del Código de Aguas y/o en la Res N° 1.235 del 24.04.2015.
- d. Replanteo de la ubicación de las obras proyectadas en Carta IGM, cuando corresponda. Se verificará que la ubicación de las obras proyectadas se encuentre en el cauce identificado.
- e. Antecedentes técnicos (condiciones generales del proyecto). Se hará una revisión que permita determinar si el proyecto presentado se ajusta técnicamente al contenido de esta guía de presentación.
- f. Antecedentes legales de la persona jurídica y representante legal. Se revisará la documentación proporcionada para verificar que se ajusta a lo requerido en esta guía, tanto en contenido, como en vigencia.
- g. Antecedentes del derecho de aprovechamiento y certificado del registro del Catastro Público de Aguas.
- h. Concordancia entre las obras proyectadas y los derechos de aprovechamiento de aguas.

1.3.5 Solicitud de Autorización a la Dirección de Fronteras y Límites del Estado DIFROL

Si la solicitud recae en algunas de las áreas definidas como tales, dicha autorización, *deberá* solicitarse mediante oficio al Gobernador respectivo, quien enviará los antecedentes de la solicitud a la DIFROL para obtener la autorización correspondiente. Se adjuntarán al oficio una copia de la solicitud y una copia del croquis de ubicación.

En el caso de las solicitudes presentadas en las Gobernaciones Provinciales, corresponderá a la Gobernación Provincial respectiva, solicitar la autorización de DIFROL.

1.3.6 Petición de Antecedentes y Fondos

De acuerdo a lo que establece el artículo 135 del Código del ramo, los gastos que irroguen las presentaciones ante la Dirección General de Aguas, serán de cargo del interesado y los que originen las medidas que dicha Dirección adopte de oficio, serán de cargo de ella.

Si la Dirección estimare necesario practicar inspección ocular determinará la suma que el interesado debe consignar para cubrir los gastos de esta diligencia.

En atención a lo señalado, la DGA podrá requerir fondos al peticionario para realizar una inspección a terreno que permita verificar aspectos técnicos y formales de la solicitud.

Al mismo tiempo, podrá requerir la documentación exigida que haya sido omitida al momento de presentar la solicitud. Del mismo modo, podrá solicitar las aclaraciones y complementos al proyecto de obras diseñado que estime pertinentes.

La petición de fondos y/o antecedentes se efectuará dando al peticionario un plazo prudencial para su entrega, que en general es de 30 días hábiles. Si no diera respuesta al requerimiento en el plazo otorgado, se reiterará la petición dando un plazo que en general es de 15 días hábiles, dejando constancia en esta segunda petición que no dar respuesta a lo solicitado se entenderá como falta de interés en continuar con la tramitación de la solicitud y será denegada.

1.3.7 Visita Técnica

Como parte de la tramitación de la solicitud de aprobación de proyecto de bocatomas se realizará una visita a terreno que tiene como finalidad conocer y verificar las condiciones del terreno previo a la construcción de las obras proyectadas y verificar in-situ la ubicación de las obras proyectadas.

Se debe tener presente que se llevarán a cabo otras visitas que consideran inspección en la etapa de construcción de la obra y recepción definitiva de la misma.

En etapa de construcción puede realizarse más de una inspección ocular, dependiendo de la magnitud de la obra.

El Titular del derecho podrá solicitar modificaciones durante la ejecución de las obras, acompañando los antecedentes del caso en la forma señalada en el Artículo 152 del Código de Aguas. Estas modificaciones al proyecto original podrán requerir nuevas inspecciones oculares por parte del personal de la Dirección General de Aguas.

1.3.8 Etapa Resolutiva

Una vez que se han revisado los antecedentes y hechas las verificaciones correspondientes, la Dirección General de Aguas procederá a dictar una Resolución Exenta mediante la cual aprueba el proyecto y autoriza la construcción, o bien, lo deniega.

En el caso de una Resolución de aprobación, se fijará los plazos en que las obras del proyecto deberán iniciarse y terminarse, y otras consideraciones relacionadas.

1.3.9 Recepción Definitiva de las Obras

Para la recepción definitiva, la obra debe estar completamente terminada, y ejecutada conforme a los planos, especificaciones técnicas y demás antecedentes aprobados por el Servicio

La solicitud de recepción definitiva de las obras se hará por medio de una carta dirigida al Director Regional de Aguas de la región respectiva, poniendo en conocimiento el término de la etapa constructiva y solicitando la recepción de las obras. Se deberá acompañar un informe del constructor en que se detallen las medidas de gestión y de control de calidad y apego al diseño aprobado adoptadas durante la obra y la certificación de su cumplimiento.

Para mayor detalle, remitirse a la ***Guía Metodológica para Solicitud de Recepción de Proyectos de Bocatomas y Modificación de Cauces.***

1.4 Requisitos Medioambientales

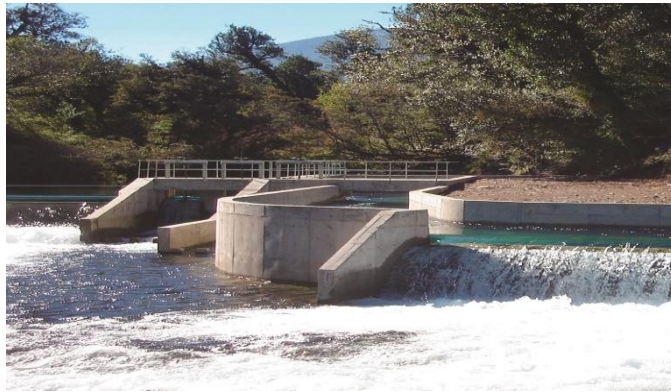
Toda solicitud de construcción, modificación o unificación de bocatomas, de competencia de la Dirección General de Aguas y ya sea que recaigan en cualquier área bajo protección ambiental⁵ o formen parte de un proyecto mayor que requiere ser evaluado ambientalmente⁶, deberá contar con la correspondiente Resolución Calificatoria Ambiental (RCA) favorable en forma previa a la resolución final de este Servicio.

Si al proyecto en la evaluación ambiental se le otorga una RCA de rechazo, la solicitud de aprobación de la obra será denegada.

⁵ Artículo 10 letra p) de la Ley 19300

⁶ Obras mayores, artículo 294 del Código de Aguas

VOLUMEN 2 PRESENTACIÓN TÉCNICA



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPTO. DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

2. Objetivo de la Guía

El objetivo de la presente Guía es entregar las indicaciones mínimas que debe tener presente el Titular del proyecto en la preparación del proyecto técnico, conforme la normativa vigente y a las recomendaciones aceptadas en la actualidad.

2.1 Recomendación General

El desarrollo de esta Guía está fundamentado en la necesidad de disponer de un apoyo que permita la aplicación adecuada de las exigencias normativas y técnicas vigentes. Se basa en la experiencia acumulada por la Dirección General de Aguas en este tipo de proyectos, manuales de diseño, documentación académica y normativas extranjeras.

La estructura mínima del proyecto es sugerida y debe complementarse de acuerdo al tipo de proyecto y a los requerimientos específicos de las especialidades que complementan la justificación técnica del diseño.

2.2 Estructura del Proyecto Técnico

2.3 Estructura General

El proyecto técnico se estructurará en base a una Memoria, Anexos y Planos.

2.3.1 Memoria

Este documento incluirá:

- Índice
- Antecedentes generales. Individualización del Solicitante
- Ubicación del proyecto
- Alcances y Descripción del Proyecto
- Diseño de las Obras
- Cronograma del Proyecto

2.3.2 Anexos

Los anexos que deben acompañar la presentación son los siguientes:

- Estudios Básicos: Topografía, Hidrometeorología, Mecánica de Suelos, Geotécnica, Mecánica Fluvial, Estudio Sísmico.
- Modelación hidráulica.
- Cálculos de especialidad: hidráulica, estructural, eléctricos, etc.
- Planes o Normas de Operación Normal y de Emergencia, Control y Monitoreo.
- Especificaciones técnicas

2.3.3 Planos

Los planos a acompañar, si bien depende del tipo de solución adoptada, en general son los siguientes:

- Planos cartográficos
- Planos generales de modelación hidráulica
- Planos de obras y detalles

2.4 Presentación del Proyecto y Versiones Corregidas

El proyecto técnico que forma parte del expediente, se ingresará en 2 copias en papel. Los textos se imprimirán en formato Carta y los planos en Formato A1⁷.

Los archivos digitales de textos se presentarán en formato PDF o Word y los planos en formato CAD versión 2000. Los archivos que generan los modelos digitales deben igualmente acompañarse, así como cualquier otro archivo de salida del que se obtengan resultados que formen parte del proyecto.

Los documentos deberán indicar la versión, siendo la Edición A la inicial a presentar a la DGA. Las versiones corregidas se denominarán Edición B y siguientes; y Edición 0 la final a aprobar por la DGA y válida para la construcción de las obras. En particular, los planos deberán tener un Código único y que permanecerá para las distintas versiones o ediciones.

Las correcciones efectuadas al proyecto derivado de las observaciones que realice la DGA, deberán ingresarse en forma completa: textos y planos, en la Edición correspondiente y deberá reemplazar totalmente la anterior.

La carta conductora del proyecto corregido deberá incluir una Minuta que explique la forma en que se atendió la observación y en qué documento se encuentra.

⁷ El dibujo debe permitir la impresión nítida reducida al 50% en formato A3.

2.5 Requerimientos del Proyecto Técnico

2.6 Antecedentes Generales

2.6.1 Individualización del Solicitante

El titular del proyecto, ya sea persona natural o jurídica, deberá estar individualizado presentando la siguiente información:

- Nombre
- Razón Social
- RUT
- Giro
- Dirección Comercial
- Representante Legal
- CI Representante Legal
- Teléfono
- Correo electrónico

2.6.2 Ubicación del Proyecto

Se incluirá la ubicación de las obras señalando la coordenada UTM del Inicio y del Fin de Proyecto y de la ubicación precisa de sus componentes, si procede; en Datum WGS84 y el huso correspondiente; comuna, provincia y región.

Se señalarán las vías principales de acceso al proyecto acompañado de un croquis con la red vial.

Se indicará el nombre del cauce donde se emplaza o se modifica la obra, la cuenca y subcuenca a la cual pertenece de acuerdo a la delimitación vigente de la DGA. Si aplicara, se deberá indicar el nombre del canal matriz que da origen el proyecto de bocatoma.

2.6.3 Descripción de las Obras

Se incluirá una descripción detallada de las obras que se someten a aprobación, numerándolas en caso de ser más de una y estableciendo claramente el circuito de las aguas. De ser necesario para una mayor comprensión, se incluirá una descripción sistemática del flujo de agua con un diagrama sinóptico.

Se indicarán las características fundamentales de las obras de modo que la sola descripción entregue las dimensiones, materialidad y magnitud de ellas.

Se deberá indicar el tipo de obra de captación, modo de extraer las aguas (gravitacional o mecánica), si es permanente o fusible, lateral o frontal, continua en el tiempo o estacional.

2.7 Estudios Básicos

2.7.1 Topografía

2.7.1.1 Contenido General

Se incluirá un capítulo con la descripción breve de la topografía ejecutada indicando:

- Proyección cartográfica.
- Puntos de referencia enlazados a los PRs oficiales de la red geodésica nacional o bien; establecidos geodésicamente y para lo cual deberá adjuntarse el informe respectivo (equipo utilizado, fecha, etc.).
- Planta y perfiles medidos.
- Formato de salida de la información.

2.7.1.2 Planta

Como mínimo la planta levantada en el cauce deberá tener una extensión que abarque toda la zona de interés más una distancia relativa al trabajo fluvial a desarrollar. En función de esta variable se determinará la longitud tanto aguas arriba como aguas abajo de la obra a diseñar.

Se deberá incluir las singularidades, elementos relevantes y toda estructura que derive en un control hidráulico del flujo: infraestructura pública y privada, emisarios, bocatomas de canales, defensas fluviales, postaciones, atraviesos, marcos de reparto, etc. Además, la Planta contendrá el área de interés: nombre y límites de los predios ribereños.

La planta deberá incluir la ubicación de los perfiles transversales tomados en terreno. Las curvas de nivel, de acuerdo a las características del cauce, estarán separadas a 50 cm, pudiendo ser menor el intervalo conforme a las características del relieve y las obras.

2.7.1.3 Perfil Longitudinal

El perfil longitudinal del tramo se referenciará por un eje por el fondo del lecho. Esta determinación queda sujeta al ancho del cauce pudiendo ser modificada esta consideración. Debe incluirse en el perfil las riberas izquierda y derecha.

Las escalas horizontal y vertical de preferencia tendrán una razón 10:1; se indicarán las distancias parciales y acumuladas (kilometraje), cota de fondo de lecho, cotas de ribera izquierda y derecha. Se dibujará desde aguas arriba hacia aguas abajo.

2.7.1.4 Perfiles Transversales

Los perfiles transversales deberán cubrir el lecho más una franja de márgenes que dependerá del relieve y de las características del sector, definido para tal efecto por el especialista hidráulico. Luego, los perfiles transversales corresponden a Perfiles Batimétricos.

Estarán separados a una distancia máxima de 50 m⁸, la cual podrá disminuir cuando existan singularidades en el cauce, tales como curvas, estrechamientos, entre otros; así como estructuras: puentes, defensas fluviales, bocatomas, obras de arte y en general, cualquier estructura dentro del cauce.

Los perfiles indicarán distancia acumulada y cota, no aceptándose perfiles en que deba ser interpolada la cota o distancia en las inflexiones del terreno. Se dibujarán de acuerdo al escurrimiento, aguas arriba hacia aguas abajo.

Las escalas horizontal y vertical estarán preferentemente en una relación 10:1, se indicarán las distancias parciales y acumuladas, mostrarán ambas riberas, punto cero a la izquierda, número de perfil y kilometraje de acuerdo a la Planta

2.7.2 Hidrología

Para el diseño de la bocatoma el análisis hidrológico será realizado en base a las técnicas aceptadas y tendrá que generar caudales máximos, mínimos y medios.

El Proyecto debe incluir al inicio del análisis hidrológico, una explicación detallada de la metodología a emplear.

⁸ Esta distancia se aplicará de acuerdo a la extensión de la topografía y en tramos homogéneos

2.7.2.1 Caudales Máximos en Cuencas Pluviales

a) Cuenca que dispone de Información Fluviométrica

En el primer caso y existiendo similitud física e hidrológica⁹ y de intervención, se deberá construir una serie transpuesta de caudales a partir de los datos de la estación fluviométrica de control¹⁰. Las características fisiográficas y las precipitaciones deben justificarse con una adecuada cartografía y cartas base¹¹.

A estos resultados, se hará un análisis de frecuencia estimando los caudales para diferentes períodos de retorno. Se deberán aplicar al menos 3 modelos probabilísticos que represente adecuadamente la muestra y pudiendo escoger entre las siguientes funciones de distribución:

- Normal
- Log-Normal
- Pearson
- Log-Pearson
- Gumbel

A todas las funciones se les aplicarán test de bondad para seleccionar la o las que tengan mejor ajuste.

Se aceptará estudios hidrológicos realizados por entidades gubernamentales competentes (DOH, DGA, CNR, etc.) y de Consultoras, con las debidas justificaciones y ajustes que validen sus resultados a la sección del cauce en estudio y siempre que no tenga una antigüedad mayor a 10 años. Deberá acompañar el estudio base.

b) Cuenca Sin Información Fluviométrica

En el caso de Cuencas No Controladas, se distinguirán aquellas de área aportante menor a 20 Km² de las que poseen una superficie mayor.

Cuencas de Áreas Menores a 20 Km²

Se podrá aplicar, entre las metodologías aceptadas, el Método Racional, el cual está suficientemente extendido en el país.

⁹ Estudiar las relaciones morfométricas entre las cuencas para justificar la aplicación de la Transposición o de la correlación entre cuencas vecinas

¹⁰ Se deberá analizar los datos entregados por la Red Hidrométrica Nacional, haciendo los rellenos y extensiones que sean pertinentes

¹¹ Se podrá usar el Balance Hídrico de Chile. DGA, 1987

Las características fisiográficas deben justificarse con una adecuada cartografía y con el uso de parámetros morfométricos.

Deberá justificarse, para las características de la cuenca, el uso de la expresión que determina el tiempo de concentración. El tiempo mínimo a adoptar será de 10 minutos.

La intensidad de la lluvia de diseño requerirá de un estudio detallado en base a la información pluviométrica disponible y las sugeridas por estudios anteriores. En todos los casos, deberá presentarse la curva IDF adoptada para la zona de proyecto. La expresión de Grunsky y otras como las del PHI-Lac no se aceptarán sin un análisis comparado y crítico con otras metodologías.

El cálculo del caudal máximo es directamente proporcional a la estimación del Coeficiente de Escorrentía, por lo que es un parámetro fundamental en la aplicación del método. Su estimación deberá ser justificada en base a métodos comparados y factores de mayoración en función del período de retorno.

Cuencas de Áreas Mayores a 20 Km²

El Método Racional pierde su aplicabilidad al no cumplir con las hipótesis de uso. Por tal razón, se podrá recurrir al uso de tres métodos: Hidrograma Unitario Sintético (HUS), análisis regional de crecidas contenido en el denominado método DGA-AC y por último, Verni-King modificado. Obtenidos los resultados, se usará el que otorgue condiciones más exigentes para el proyecto o el criterio que justifique el especialista.

Estos métodos requieren de un adecuado estudio de la precipitación base, el cual deberá estar incluido en este capítulo, y de las caracterizaciones del tipo de suelo y sus grados de saturación.

En todos los casos, se incluirá toda la información y cálculos que respalden los resultados.

Uso de Otros Métodos

El especialista hidráulico podrá proponer otros métodos no descritos en la presente Guía, para lo cual deberá entregar toda la información respectiva y sus resultados compararlos con los métodos anteriormente señalados.

2.7.2.2 Caudales Mínimos y Medios en Cuencas Pluviales

En lo que respecta a los caudales menores de diseño, se debe asegurar que la derivación de las cantidades de agua hacia la toma sea garantizada para cualquier caudal del río o cauce natural. Para ello, las determinaciones de los caudales medios y mínimos son necesarias.

Serán aplicables las técnicas señaladas para los caudales máximos.

En cuanto a los caudales mínimos, serán las curvas de frecuencia empíricas y las de distribución de probabilidades las que se utilizan.

Los caudales medios se representan adecuadamente con la Curva de Duración que muestra el porcentaje de tiempo en que el caudal es superado durante el período de análisis o registros. En la práctica, la Curva de Duración es una curva de frecuencia acumulada¹².

Si no se dispone de registros de caudales, se podrá recurrir al Método DGA-AC para Caudales Mínimos, incluido en el Manual de Crecidas del año 1995 de la DGA.

2.7.2.3 Caudales Máximos en Cuencas Nivales

De no contar con registros o mediciones directas, se deberá aplicar el análisis regional de crecidas de deshielo propuesto por la DGA en el Manual del año 1995¹³ teniendo en consideración las restricciones propias del método¹⁴. Además, se exigirá estimar la Crecida de Deshielo Máxima Probable (CDMP) propuesto por Peña et al (1985-89).

Para el diseño se debe adoptar el resultado que el especialista hidráulico estime más adecuado, ya que el método para estimar la CDMP es determinístico y el caudal máximo está determinado por factores hidrológicos y meteorológicos, sin depender de un período de retorno.

2.7.2.4 Gasto Detrítico

En los casos en que se requiera estimar el gasto sólido para fines de diseño y distintos a los de una caracterización mecánico fluvial durante crecidas, se propondrá la metodología respectiva pudiendo utilizar serie de caudales medios diarios que permitan describir condiciones medias y mínimas.

¹² Diseño de Bocatomas. Universidad Nacional de Ingeniería. Curso HH-413. Perú

¹³ Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas Sin Información Fluviométrica. DGA, 1995

¹⁴ Límites de áreas nivales y regiones de aplicación del método

Se deberá optar por aquellos métodos que determinen la concentración de sólidos en la mezcla

2.7.3 Estudios Geotécnicos

Los alcances del estudio geotécnico deberán definirlo los especialistas hidráulico y estructural en función de las dimensiones de la obra, puesto que sus resultados será un insumo para el diseño de la estructura de captación.

La prospección del suelo de fundación de los elementos estructurales se hará por medio de pozos de exploración, zanjas, sondajes y/o métodos geofísicos. El Informe Geotécnico incluirá:

- Metodología empelada en el estudio.
- Registro de las exploraciones en terreno.
- Pruebas de campo y de laboratorio.
- Análisis técnico.
- Resultados y recomendaciones de diseño.

La enumeración anterior es general y podrá adecuarse o modificarse en función de las necesidades del proyecto.

2.8 Modelaciones Hidráulicas

2.8.1 Alcances de la Modelación

El modelo hidráulico tendrá por finalidad simular la escorrentía sobre el cauce respectivo tanto en la condición original, la que se denomina Sin Proyecto, como con la obra que se somete a revisión ejecutada, la cual se identifica como Con Proyecto.

El especialista hidráulico deberá proponer el tipo de modelación a emplear asumiendo que se deberá contar, para las dos condiciones indicadas, con determinaciones del eje hidráulico asociados a los caudales de diseño y de verificación.

Dada la extensión del uso de softwares, la presente Guía entrega lineamientos sobre los cuales aplicarlos. No obstante, podrá aceptarse análisis hidráulicos directos efectuados en forma discreta, pero que en su totalidad, represente adecuadamente el comportamiento hidráulico.

En los casos en que no sea posible la aplicación de un software de modelación por exceder su hipótesis de uso, se deberá presentar la metodología empleada y cálculos respectivos.

Hasta donde las condiciones del escurrimiento lo permitan, el modelo será esencialmente unidimensional de lecho fijo en régimen permanente.

En el caso de flujos transitorios con lecho fijo, deberá aplicarse un modelo que resuelva las ecuaciones de Saint-Venant para el ruteo de los flujos en crecidas. Se aceptará el modelo simplificado que incluye el software HEC-RAS¹⁵ u otro similar.

Otras condiciones no detalladas en la presente Guía deberán ser propuestas y desarrolladas en el proyecto técnico.

2.8.2 Parámetros de la Modelación

2.8.2.1 Caudales de Modelación

Los estudios hidrológicos permitirán estimar los caudales para lo cual se correrán los modelos. Los métodos están descritos en los capítulos anteriores y la adopción de uno u otro gasto dependerán del tipo de proyecto y de la seguridad que requiera la obra, materia que se aborda en el Capítulo 4.5 *Diseño Hidráulico*.

¹⁵ Modelo del Hydraulic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineering

2.8.2.2 Coeficientes de Rugosidad¹⁶

El coeficiente de rugosidad de la sección y el tramo a estudiar se calculará en base a una inspección detallada del lecho, taludes y márgenes.

Para los cauces naturales de lecho fijo se utilizará el Método de Cowan. Siendo la rugosidad base el factor primario del Método de Cowan, deberá justificarse adecuadamente en el proyecto¹⁷.

Las tablas que entregan valores de modo directo¹⁸ solo se usarán en casos muy justificados, como son los cauces artificiales.

Se deberá incluir reportaje fotográfico que muestre el cauce y permita corroborar los valores de rugosidad adoptado.

2.8.2.3 Condiciones Hidráulicas de Borde

Se deberá indicar y justificar las condiciones de frontera que se adopten para el modelo, las cuales dependerán del régimen de escurrimiento que se adopte.

Se distinguirán tres situaciones: Régimen supercrítico, régimen subcrítico y régimen mixto. Cada una de ellas implicará que la condición de contorno sea aplicada en determinada sección de análisis.

Se deberá señalar el régimen hidráulico en que se correrá el modelo.

En el caso que exista una condición que permita asegurar una cierta condición de borde, se deberá iterar entre las posibles condiciones posibles y verificar que estas no alteran las condiciones de flujo en la zona de interés, o en su defecto se deberá considerar la condición más desfavorable (o conservadora), según el propósito del proyecto.

¹⁶ También conocido como “n de Manning”

¹⁷ Se sugiere utilizar la ecuación de Strickler para cauce naturales

¹⁸ La más utilizada es la incluida en el texto “Hidráulica de Canales”, Ven T. Chow, 1959

2.8.3 Modelo Numérico

2.8.3.1 Modelos Comerciales y Libres

La adopción del modelo numérico deberá ser explicada y justificada en el proyecto.

Destaca el software libre HEC-RAS el cual puede ser aplicado con las limitaciones propias de sus propias hipótesis: Régimen permanente y unidimensional. No obstante, pese a su simplificación en la propagación de crecidas, es una aproximación suficientemente adecuada para la predicción de las elevaciones del eje hidráulico.

En general, se podrán utilizar todos los softwares que tengan suficiente respaldo técnico y sean de uso extensivo en otros países. Dentro de los más conocidos, además del HEC-RAS, se citan:

- Mike Flood
- Sobek
- Isis Flow
- Telemac
- SMS Rma2
- Guard 2D
- Iber

2.8.3.2 Resultados e Interpretación de Resultados

Una vez que se haya establecido la aplicabilidad del modelo y el cumplimiento de las condiciones para su uso, se correrán en conformidad al régimen hidráulico que previamente se haya determinado.

El proyecto incluirá los resultados del modelo numérico empleado. Como mínimo se presentarán:

- Tabla numérica de resultados, en español y con unidades métricas.
- Perfil longitudinal del eje hidráulico.
- Salidas gráficas y numéricas de perfiles transversales. Los perfiles transversales incluidos en la modelación deberán ser los mismos y compartir la misma nomenclatura y numeración que los presentados en los planos en la condición Sin y Con Proyecto.

- Análisis de errores, advertencias y restricciones a la modelación, si aplica.

Se hará una interpretación hidráulica de lo obtenido de la modelación distinguiendo los tramos homogéneos, régimen hidrológico, análisis de las velocidades del flujo, etc. En particular, se caracterizará la o las secciones en que se desarrolla el proyecto.

Se identificarán y seleccionarán de este análisis, los resultados que constituyan parámetros necesarios para el diseño hidráulico o cálculos complementarios.

2.8.4 Casos Especiales

En aquellos proyectos de obras hidráulicas que necesiten de análisis especiales y no sea posible ajustar un modelo numérico como los descritos, se detallará la metodología empleada para el cálculo del eje hidráulico y se presentarán todos los resultados obtenidos y una gráfica con su elevación¹⁹.

2.9 Mecánica Fluvial

2.9.1 Caracterización Granulométrica del Lecho

La mecánica fluvial que se analizará en el estudio de bocatomas se referirá en forma especial al cálculo de las socavaciones del cauce y en las estructuras diseñadas. Por lo que las materias relacionadas con ondas sedimentarias, transporte de sedimentos, procesos de degradación y abrasión; si bien no pueden ser excluidas, quedarán a criterio del especialista su incorporación y los métodos usados en el cálculo.

Los estudios que caractericen el lecho se basarán en análisis granulométricos ya sean normales o integrales (macrogranulometrías), dependiendo del tipo de sedimento presente en el lecho (finos o gruesos).

La cantidad de ensayos dependerá del tipo de obra y quedará a criterio del especialista, el cual deberá justificar el criterio adoptado.

En casos calificados y para obras menores, lo cual quedará a criterio de la DGA, se aceptará el uso de estudios anteriores siempre que poseen una antigüedad no mayor a 5 años. Deberá acompañarse los antecedentes respectivos.

¹⁹ Tal es el caso del cálculo del eje hidráulico en rápidas de descarga y estudios de fenómenos de ondas cruzadas, cavitación e incorporación de aire al flujo

2.9.2 Cálculos de Socavación

2.9.2.1 Socavación General

a) Características del Fenómeno

La socavación general es un factor determinante en el diseño de obras implantadas en el cauce y de estructuras y elementos que atraviesan bajo éste. El proceso de socavación en un cauce fluvial se verifica cuando ocurre una profundización del lecho en un tramo determinado.

Los métodos sugeridos se basan en la condición que la velocidad del escurrimiento iguale la velocidad crítica de arrastre. No obstante, el especialista podrá proponer otras metodologías debidamente fundamentadas.

b) Cálculo de la Socavación General

Los métodos a aplicar dependerán de las características de los sedimentos del lecho, distinguiendo:

- Sedimentos finos.
- Sedimentos gruesos.
- Suelos No Cohesivos.
- Suelos Cohesivos.

Bajo estas premisas, se podrá usar el Método de Neill y el de Lischtvan-Levediev. Como recomendación para la aplicación de estos métodos²⁰ se tendrá presente:

- El método de Neill supone que la máxima socavación ocurre para una condición hidráulica dada. Lischtvan-Levediev no considera esta condición externa.
- El Método de Neill entrega valores mayores a los de Lischtvan-Levediev, por lo que es recomendable usar valores intermedios.
- El Método de Neill no se puede aplicar para suelos cohesivos.

²⁰ Manual de Carreteras, Vol.3, Capítulo 3.707.405(3). Edición 2012

- Cuando la zona más profunda de la sección del cauce migra hacia un costado, se debe desplazar la zona al calcular socavaciones locales.
- No es conocido el origen y verificación experimental del método de Lischtván-Levediev.

c) Cálculo de la Socavación Local

Se distinguen numerosas fórmulas para el cálculo de la socavación local dependiendo de la estructura presente. Se sugiere recurrir al Manual de Carreteras, Vol.3, en el cual se proponen diversos métodos adecuados a las características del elemento y el suelo presente. Se distinguen:

- Socavación local al pie de pilas.
- Socavación local en extremo de estribos y espigones.
- Socavación local aguas abajo de estructuras hidráulicas: Barreras vertedoras, radiers aguas abajo de compuertas, radiers al pie en ríos, pie de alcantarillas y ductos de descarga.

El especialista deberá seleccionar la aplicabilidad del caso respectivo de acuerdo al diseño de la bocatoma.

2.10 Diseño Hidráulico

2.10.1 Período de Retorno de Diseño

Para el caso de obras definitivas, el período de retorno mínimo para el diseño serán los siguientes:

Tabla 1
Períodos de Retorno en Diseño de Bocatomas (años)

Tipo de Obra	Diseño	Verificación
Estructura de Bocatoma	100	150
Estructuras de Defensa Bocatoma	100	--

Se considera que la elevación del nivel de aguas para el caudal de verificación no debe superar la cota superior del borde libre adoptado o revancha, la cual deberá ser propuesta y justificada por el especialista hidráulico.

La imposición de un determinado período de retorno de diseño se relaciona con el fundamento estadístico del riesgo de falla. Para tales efectos, se considera la relación existente entre la probabilidad de excedencia del evento hidrológico, la vida útil de la obra y el riesgo de falla aceptable. La probabilidad que no falle la obra durante el transcurso de su vida útil implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, segundo año y así sucesivamente.

Luego, de adoptar valores distintos a los indicados en la Tabla 1, el período de retorno de diseño será estudiado y propuesto en el proyecto. Este análisis se exigirá especialmente en obras situadas en sectores poblacionales que impliquen riesgos a terceros.

Los proyectos que incorporen obras diseñadas con un período de retorno menor al señalado en la Tabla 1, incorporarán un Plan de Operación y Contingencia ante eventos extraordinarios.

2.10.2 Cálculos Hidráulicos

2.10.2.1 Caracterización de la Obra y Cauce de Captación de las Aguas

Se establecerá el período de utilización en el año de la bocatoma y los tiempos de operación²¹.

Del mismo modo, se caracterizará el cauce desde el cual se captan los derechos de aprovechamiento y la proporción del gasto a extraer.

2.10.2.2 Diseño Hidráulico de la Bocatoma

Se diferenciará el tipo de obra de acuerdo al tipo de cauce y forma desde el cual se captan las aguas:

- Bocatomas en Ríos de Llanura.
- Bocatomas de Alta Montaña.
- Captaciones por Elevación Mecánica.

Como consideraciones generales a incluir en el diseño, se tendrá:

²¹ Las bocatomas que operan en forma continua todo el año (p.ej. agua potable) requieren elementos de control de barrera durante las crecidas. Las bocatomas para regadío generalmente permanecen cerradas en invierno.

- Estimación de cotas mínimas y máximas asociadas a probabilidad de excedencia y períodos de retorno.
- Establecer las alteraciones del normal escurrimiento del régimen natural y la forma como el proyecto lo soluciona.
- Arrastre de sedimentos y su influencia en el diseño de la obra.
- Cierre total de la aducción como medida de seguridad para el manejo de la obra en crecidas.
- Medidas de control y monitoreo del caudal captado.
- Plan de manejo del cauce durante la etapa de construcción.

a) Bocatomas en Ríos de Llanura

Las obras principales de una captación de este tipo son:

- Barrera transversal de cierre del cauce.
- Captación para el ingreso de las aguas.
- Desripiado de los depósitos de sedimentos.

El proyecto de diseño hidráulico de la obra de captación debe incluir al menos los siguientes capítulos:

- Consideraciones de diseño
- Ubicación de la captación
- Tipo y criterios de diseño de la barrera: fija, vertedora, móvil, etc.
- Dispositivos de limpieza de sedimentos
- Determinación de niveles de la poza para los caudales mínimos y máximos
- Medidas de control y monitoreo del caudal captado.
- Plan de manejo de las aguas del cauce durante la construcción

b) Bocatomas de Alta Montaña

La interceptación del flujo en torrentes cordilleranos e inaccesibles en gran parte del año ha sido solucionada en países andinos con el uso de una captación del tipo sumidero o Tirolesa. Optar por esta bocatoma es necesario si se cumplen las siguientes premisas:

- Captación de torrentes
- Imposibilidad de efectuar mantenciones continuas en el año
- Cauces cordilleranos con acarreo mayor de sólidos
- Obra expuesta a aluviones y derrumbes
- Gran diferencia entre caudales mínimos y máximos durante el año

La toma Tirolesa consiste en un canal construido transversalmente en el lecho del cauce y cubierto en la parte superior con una rejilla. Frontalmente dispone de una barrera y lateralmente de un desarenador con vertedero lateral para los excesos captados.

El proyecto deberá presentar los criterios de diseño para los siguientes componentes:

- Emplazamiento.
- Estructura principal.
- Sumidero y vertedero frontal (barrera).
- Canal colector.
- Desarenador.
- Vertedero de demasías.

c) Captaciones por Elevación Mecánica

Los diseños de captaciones mediante elevación mecánica requieren generar un flujo entrante hasta un foso de aspiración y bombeo. Se podrá considerar diversas soluciones las que deberá incluirse en el proyecto y que en cierta forma, han sido tratadas en los tipos de bocatomas anteriormente descritas.

Adicionalmente, el diseño requiere del dimensionamiento de la sentina y estación de bombeo. Luego, se deberá incluir al menos las siguientes materias en el diseño:

- Diseño de la sentina de aspiración.
- Cálculo de la línea piezométrica de la impulsión.
- Determinación de la curva de trabajo del sistema y punto de funcionamiento.
- Diseño de estación de bombeo.

Se tendrá presente que de no existir una obra civil y el derecho de aprovechamiento de aguas sea captado con una bomba móvil, no es aplicable el permiso sectorial que señala el Artículo 151 del Código de Aguas.

2.10.2.3 Diseño de Defensas Fluviales

a) Definiciones Generales

Es una condición habitual que las estructuras de bocatoma deban ser protegidas por elementos de defensas fluviales, ya sean longitudinales como transversales.

El diseño deberá cumplir con las exigencias normativas de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. En todo aquello que no contradiga estos criterios y recomendaciones, se podrá aplicar los que se indica a continuación.

Como elemento constructivo básico se podrán diseñar con enrocados, gaviones y prefabricados de hormigón y acero.

El proyecto deberá señalar los componentes principales a considerar:

- Coraza: La parte de la defensa expuesta al escurrimiento.
- Fundación: Base de apoyo de la defensa y cuya profundidad queda determinada por la socavación generalizada que ocurriría en eventos de crecida.
- Coronamiento: Se denomina de esta forma a la parte más alta con la cual culmina superiormente una obra de defensa fluvial. Queda definida por la altura máxima de escurrimiento para el caudal de diseño más un borde libre o revancha que debe ser igual a la adoptada para la bocatoma.

- Talud: Corresponde a la cara perfilada de la ribera del cauce. Para defensas con enrocados o losetas de hormigón debe ser igual o mayor a H:V=2:1. Podrá disminuirse la inclinación para bajas velocidades no pudiendo ser menor a H:V=1:1. La recomendación de talud mínimo para defensas longitudinales de enrocados es H:V=1,5:1. Para el caso de gaviones y tablestacas no aplica lo anterior.
- Terraplén de respaldo: Es el núcleo de la obra de defensa y estará conformado por material de relleno en el cual se apoya la coraza.
- Zarpas o Dientes: Estructuras que quedan insertadas en el terreno natural o en el lecho y se ubican, generalmente, al inicio y fin de la defensa. Previene la socavación y su profundidad queda determinada por la socavación general y local estimada.
- Radieres: Estructura flexible o rígida dispuesta en el lecho del cauce para prevenir la acción erosiva del escurrimiento.

b) Procedimientos de Diseño Hidráulico

Se debe diferenciar la defensa longitudinal de la transversal (espigones), que si bien desarrollan los mismos aspectos en el diseño, poseen características particulares que deben tenerse presente.

El dimensionamiento de la defensa longitudinal debe incluir:

- Localización en planta.
- Talud de Protección.
- Coronamiento.
- Fundaciones.
- Coraza de Protección.

Para dimensionar las corazas de una defensa longitudinal puede emplearse la fórmula del California Highway Division (CHD).

Para el caso de los espigones se tendrá en consideración:

- Localización en planta.

- Longitud de los espigones.
- Separación de los espigones.
- Pendiente longitudinal, elevación y ancho del coronamiento de los espigones.
- Orientación.
- Fundación.
- Forma de los espigones en planta.

Para el caso especial de colocación de enrocados en barreras vertedoras, se podrá utilizar la relación de Oliver o bien, el método de Hartung.

2.10.3 Sistema de Control y Monitoreo

Las bocatomas deben considerar en el proyecto un sistema de medición que permita monitorear instantáneamente el caudal extraído y el caudal ecológico mínimo que debe dejarse pasar aguas abajo de la captación. El diseño del sistema de control y monitoreo se debe ser presentar en un capítulo aparte.

La información derivada del sistema de control y monitoreo deberá estar disponible en todo momento por la Dirección general de Aguas.

2.10.3.1 Caudal Extraído

Las bocatomas deben considerar los derechos otorgados en relación al diseño proyectado, con el fin de garantizar la no afección a derechos de terceros, debiendo contar con dispositivos que permitan medir y controlar los caudales extraídos y la devolución de excedentes captados al cauce.

2.10.3.2 Caudal Ecológico

Las bocatomas que deben respetar un caudal ecológico deberán presentar un diseño en el que se demuestre que se garantiza en condición libre y permanente, independiente de las condiciones hidrológicas e hidráulicas del cauce.

El caudal ecológico deberá disponerse como un flujo abierto, no en presión, sin rejas ni mayores medidas de control que obstaculicen su normal escurrimiento.

El caudal ecológico se debe resguardar en el cauce ante todo evento y priorizando su disposición. Luego, toda vez que el cauce tenga un caudal superior al caudal ecológico, y se respeten los derechos permanentes de terceros, la bocatoma podrá captar las aguas.

2.10.4 Diseño de Otras Especialidades

2.10.4.1 Especialidades a Considerar

En conformidad que el tipo de proyecto y la complejidad del mismo, se incluirán los estudios de otras especialidades que complementan el diseño. En forma general y sin ser excluyente, las más recurrentes en proyectos de bocatomas son:

- Diseño Estructural.
- Diseño Mecánico.
- Proyecto Eléctrico

2.10.4.2 Diseño Estructural

Para todos los elementos que requieran cálculo estructural, se deberá acompañar una memoria que incluya, cuando corresponda:

- Normas a aplicar.
- Bases de Cálculo.
- Cálculo estructural de elementos de hormigón.
- Cálculo de flotación.
- Cálculo de subpresiones.
- Cálculos de estabilidad general en muros.

Los casos de estructuras especiales deberán ser tratados en extenso en el documento y basado en las otras especialidades concurrentes.

2.10.4.3 Diseño Mecánico

En los casos que se incluyan elementos metálicos, tales como compuertas, rejillas, puente grúa, canoas, entre otras, el proyecto debe acompañar la justificación de las dimensiones y calidades de los componentes. En los casos de proyectos simples, se podrá incluir dentro del mismo anexo estructural.

Si el proyecto incluye componentes mecánicos prefabricados, se deberá acompañar la memoria de cálculo correspondiente del fabricante.

2.10.4.4 Proyecto Eléctrico

Las obras que incluyan componentes que deban ser energizados, deberán incluir un proyecto eléctrico. A modo general se describen los elementos que requiere este estudio:

- Suministro eléctrico.
- Fuerza y Alumbrado.
- Instrumentación y Control.

El proyecto eléctrico que es parte anexa al diseño de la bocatoma, contendrá una Memoria con sus cálculos, especificaciones técnicas y planos.

2.11 Especificaciones Técnicas

2.11.1 Especificaciones Técnicas Generales

Para el caso de proyectos mayores, con la concurrencia de distintas especialidades, deberá considerarse la presentación de una Especificaciones Técnicas Generales.

Cuando el especialista considere que el proyecto es de menor cuantía, lo cual quedará a criterio de la DGA aceptarlo, si lo desea, podrá condensar la forma de construir la bocatoma exclusivamente en las Especificaciones Técnicas Especiales.

Este documento explicará en forma general y genérica la forma de abordar la obra en cuanto a procedimientos administrativos, tipo y calidad de materiales, procedimientos constructivos, relaciones de medición de partidas, procedimiento y frecuencia de control de los materiales de construcción, etc.

La estructura la definirá el especialista y como componentes básicos, en función de la obra proyectada, debe incluir los siguientes capítulos:

- Generalidades: Normas aplicables, discrepancia entre documentos, Seguridad.
- Obras Generales: Instalación de faenas, permisos y derechos, interferencias, limpieza final.
- Movimiento de tierras: Excavaciones, rellenos y excedentes.
- Obras de Hormigón: Descripción, alcances, materiales, procedimiento de trabajo, fabricación, colocación y compactación, protección y curado, desmolde y descimbre, juntas de hormigonado y controles del hormigón.
- Enfierraduras: Acero para armaduras, procedimiento de trabajo y armado.
- Moldajes: Materiales, procedimiento de trabajo, colocación y desmolde.
- Defensas fluviales: Materiales, procedimientos de trabajo, colocación.
- Elementos metálicos: Materiales, fabricación, colocación y montaje.
- Tuberías: Materiales, procedimiento de trabajo, instalación.

2.11.2 Especificaciones Técnicas Especiales

Estas especificaciones harán referencia a las obras y partidas a ejecutar. Tendrán el suficiente grado de detalle que permita al ejecutante materializar el proyecto de acuerdo a las condiciones de terreno existentes y las cantidades de obras que se deriven.

Se sugiere incluir en este anexo los siguientes capítulos:

- Resumen de las obras a ejecutar.
- Disposiciones generales: Características de la obra, condiciones de terreno, replanteo.
- Descripción detallada por partida: Materiales, dimensiones, procedimiento constructivo. Unidad de medida y pago.

2.12 Cronograma

Se deberá presentar un cronograma del desarrollo de la obra indicando el plazo total estimado y el rango estacional del mismo. El formato es libre y se recomienda utilizar el diagrama o carta Gantt dada la fácil y cómoda visualización de las actividades definidas.

El cronograma, además deberá incluir los hitos que se produzcan durante el desarrollo de la faena.

2.13 Planos de Proyecto

2.13.1 Consideraciones Generales

Todos los planos deberán tener en la viñeta la indicación del Código Único y la versión, para lo cual se recurrirá a la siguiente denominación:

- Edición A: Presentación inicial a ingresar a DGA
- Edición B y posteriores: Planos corregidos de acuerdo a las observaciones de la DGA
- Edición 0: Edición final de planos, válida para construcción.

2.13.2 Planos Cartográficos

De acuerdo al desarrollo del proyecto, se podrá requerir la inclusión de planos cartográficos que justifiquen las delimitaciones de cuencas y los parámetros fisiográficos estimados.

Se privilegiará los mapas digitales por sobre las cartografías en papel²². Se podrá utilizar plataformas SIG, Global Mapper, Google Earth, así como imágenes satelitales Landsat, entre otras.

Los mapas deben presentarse a escalas adecuadas y con la simbología necesaria, para su comprensión y verificación de los valores adoptados.

2.13.3 Planos de Proyecto

2.13.3.1 Planos Generales

Se considerarán como planos generales los correspondientes a la modelación hidráulica en las condiciones original y con el proyecto implantado. Además de lo indicado en el capítulo correspondiente a la Topografía, se detalla los que deben incorporar estas láminas si el tipo de obra lo amerita.

La Planta debe incluir:

- Plano a escala adecuada con las líneas del eje hidráulico de los caudales para los períodos de retorno y probabilidades de excedencia estudiados. Se debe indicar el eje adoptado y los perfiles transversales.
- Grilla georeferenciada al datum de la topografía.
- Curvas de nivel y elementos presentes en el terreno.
- Cuadro de Puntos de Referencia georeferenciados.
- Simbología.
- Plano de ubicación.

²² No se aceptará el uso de cartografía impresa IGM escala 1:50.000

El Perfil Longitudinal incluirá:

- Cotas de fondo del lecho.
- Cotas de nivel o pelo de agua para los caudales calculados y de diseño.
- Cotas de ribera izquierda y derecha.
- Cotas de fundación.
- Cotas de Coronamiento.
- Cotas de Revancha.
- Cotas de socavación general.
- Diagrama de curvatura

Los Perfiles Transversales, por su parte, deben incorporar:

- Niveles de agua para los caudales modelados y de diseño.
- Socavación general y local.

En última instancia, el especialista hidráulico definirá los elementos adicionales que sean necesario incorporar o no incluir en los listados anteriores.

Todos los planos se presentarán en formato A1 con nivel de detalle suficiente para su correcta visualización en impresión reducida al 50%, formato A3.

2.13.3.2 Planos de Detalle

Los planos de detalles dependerán del tipo de obra y sus componentes. En forma general y no excluyente, se indican:

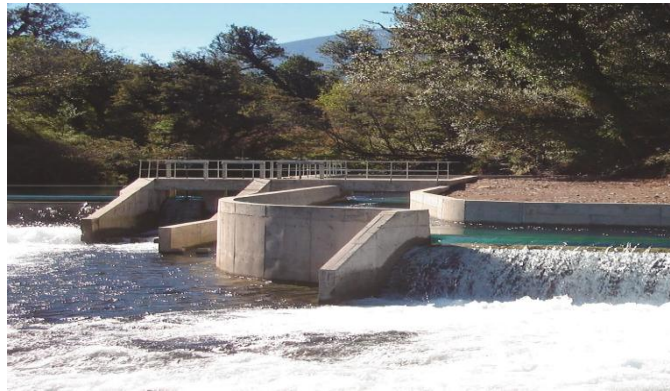
- Plantas de las obras con indicación de una cantidad suficiente de cortes que permitan su comprensión total. Debe señalarse no solo las medidas de los elementos sino que además, las cotas geográficas. Debe incluirse en estos planos las Especificaciones Constructivas Generales
- Cortes transversales de acuerdo a los indicados en las plantas.
- Detalles especiales (anclajes, umbrales, transiciones, pedraplenes, etc.).
- Planos estructurales con la indicación de las enfierraduras, juntas, elementos metálicos con dimensiones y anotaciones, etc.
- Planos de especialidad: Eléctricos, mecánicos, etc.

Al igual que con los Planos Generales, todos las láminas se presentarán en formato A1 con nivel de detalle suficiente para su correcta visualización en impresión reducida al 50%, formato A3.

2.14 Referencias

- (1) *Balance Hídrico de Chile*. MOP-DGA, 1987.
- (2) *Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días*, DGA, 1994.
- (3) *Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica*. S.E.B. N°4, DGA, 1995.
- (4) *Manual de Normas y Procedimientos Administrativos para la Administración de Recursos Hídricos*. S.I.T. N°156, DGA, 2008.
- (5) *Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia para la zona centro sur de Chile*”, Programa Hidrológico Internacional, PHI-VI, Documento Técnico N°7, 2009.
- (6) *Uso de Enrocados en Obras Hidráulicas*. L. Alvarado. 5ta. Serie, N°8, 1985.
- (7) *Manual de Carreteras, Volumen 2 y 3*. MOP, Ed. 2012
- (8) *Términos de Referencia Generales para Estudios de Inundación*. Documento de Trabajo, DOH. Sin fecha
- (9) *Modelación Numérica en Ríos en Régimen Permanente y Variable*. Bladé, Sánchez, Niñerola y Gómez. Ediciones UPC, 2009
- (10) *Hec-Ras. River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Versión 4.1*, US Army Corps. 2010
- (11) *Manual de Diseño de Obras Hidráulicas*. Autoridad Nacional del Agua. Lima 2010
- (12) *Planning of Water Intake Structures for Irrigations or Hydropower*. Lauterjung, 1989
- (13) *Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras*. Horacio Mery, 2013
- (14) *Hidráulica de Canales Abiertos*. Ven Te Chow, 1959
- (15) *Hidrología para Ingenieros*. Linsley, Kohler y Paulhus. N.Y., 1977
- (16) *Diseño de Presas Pequeñas*. USBR, 1977
- (17) *Aplicación del Método de Lischtvan y Levediev al Cálculo de la Erosión General*. Schreider y ot. *Ingeniería Hidráulica en México*. Vol. XVI, 2001

VOLUMEN 3 REVISIÓN TÉCNICA



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPTO. DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

3. Objetivo de la Guía

El objetivo de la presente Guía es entregar las indicaciones mínimas que debe tener presente el Técnico de la DGA en la revisión del estudio técnico de un proyecto de bocatoma²³, conforme la normativa vigente y a las recomendaciones aceptadas en la actualidad.

3.1 Recomendación General

El desarrollo de esta Guía está fundamentado en la necesidad de que los Técnicos de la DGA dispongan de herramientas de apoyo que les permitan una revisión correcta del proyecto presentado por el Titular.

En tal sentido, será el tipo de solución técnica presentada y la propia revisión, la que determine la aplicación de éstos criterios de revisión y en definitiva, otorgarle la aprobación al proyecto por cuanto cumplirá con los estándares exigidos.

Un aspecto esencial a considerar es que los cálculos que presente el Titular del proyecto serán modelaciones del comportamiento real de las estructuras hidráulicas y como tal, simples o complejas aproximaciones.

Luego, será la responsabilidad del Técnico que revisa y recomienda la aprobación, tener la certeza que lo contenido en el proyecto técnico sea una correcta representación y entregue la suficiente cantidad de elementos para que el diseño aprobado asegure el escurrimiento, la seguridad de terceros y la calidad de las aguas.

3.2 Estructura del Proyecto Técnico

3.3 Estructura General

El Titular del proyecto debe presentar el proyecto técnico en tres cuerpos independientes: Memoria, Anexos y Planos.

Los capítulos que debe incluir están detallados en la “Guía de Presentación de Proyectos de Bocatomas” así como la identificación de las versiones (Cap. 3.2).

²³ Se incluyen en el concepto amplio de bocatoma, las obras nuevas, modificaciones y unificación de las mismas

3.4 Verificación General de Contenidos

Los antecedentes técnicos pueden variar de acuerdo al tipo de proyecto y solución adoptada. No obstante, la falta de alguno de ellos, en función de la obra debe ser observado y su omisión causal de no aprobación. Una lista de chequeo general que debe ser asumida como la primera aproximación a la verificación de contenidos se incluye a continuación.

Tabla 1
Verificación de Contenidos

Tipo de Bocatoma	Memoria					Anexos										Planos		
	Índice	Solicitante	Ubicación	Descripción	Cronograma	Hidrología	Modelo	Mec.Fluvial	Hidráulica	Estructuras	Geotecnia	Eléctrico	Seguridad	Esp.Téc.	Ppto.	Cartografía	Generales	Obras
Río en llanura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	sp	sp	x	x	x	x	x
Lago y embalses	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	sp	sp	x	x	x	x	x
Alta Montaña	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	sp	sp	x	x	x	x	x
Elevación Mecánica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	sp	x	x	x	x	x	x

Sp: Según proyecto

3.5 Requerimientos del Proyecto Técnico

3.6 Antecedentes Generales

3.6.1 Individualización del Solicitante

La individualización se detalla en la “Guía de Presentación de Proyectos de Bocatomas”.

Se debe analizar si el Titular del proyecto será el que operará la estructura y se ocupará de su mantención. Tal es el caso de las comunidades de regantes. Sin embargo, existen casos en que el proyecto es ingresado por un usuario al cual se le ha delegado la tramitación. Siempre debe quedar definida la responsabilidad por la obra.

3.6.2 Ubicación del Proyecto

La descripción de la ubicación del proyecto y el croquis respectivo deben ser lo suficientemente precisos y claros para permitir el fácil acceso del Técnico.

Se verificará la ubicación georeferenciada entregada de la obra y que se emplace en el cauce correspondiente. Además, esta ubicación debe ser coincidente con la sección en el cual se deben extraer los derechos de aprovechamiento de aguas²⁴.

Los casos en que el punto en que se sitúe la bocatoma y se capten las aguas no coincida con el de derechos, requerirá de un análisis técnico-legal para decidir la continuidad de tramitación del proyecto, ya que en rigor no existe la tolerancia y correspondería aplicar un traslado del ejercicio del derecho. (Minuta de Concordancia)

3.6.3 Descripción de las Obras

La descripción de las obras debe ser lo suficientemente explícita, clara y sencilla de modo que se puedan identificar sus componentes, puesto que serán estos elementos los que finalmente se someten a revisión técnica y se les otorgará la autorización de construcción.

3.7 Estudios Básicos

3.7.1 Topografía

3.7.1.1 Contenido General

La antigüedad de la topografía es un elemento importante dado que los cauces naturales experimentan variaciones en la sección. Esto debe ser analizado por el Técnico ya que la variabilidad de la sección dependerá además, del comportamiento hidrológico que medie entre la fecha que se ejecute la medición y el desarrollo del estudio.

²⁴ Forma parte del expediente administrativo los derechos de agua a captar, los cuales deben ser acompañados por el Titular

3.7.1.2 Levantamiento

Las características de la medición se podrán encontrar en lo exigido en la “Guía de Presentación de Proyectos de Bocatomas”.

3.7.2 Hidrología

3.7.2.1 Caudales Máximos en Cuencas Pluviales

a) Cuenca que dispone de Información Fluviométrica

El proyecto debe indicar de modo explícito la metodología a emplear para proceder a la revisión.

Los registros que sean seleccionados en el proyecto para los análisis hidrológicos deben tener una extensión mínima de 25 años para ser considerados estadísticamente válidos. La antigüedad del último dato medido no debe superar los 5 años.

Los rellenos y extensión de la estadística deben ser consistente y deben incluirse en el anexo correspondiente.

Es común el uso de software para las aplicaciones de las funciones de distribución. Se podrá exigir la presentación de los reportes de estos programas.

Los estudios hidrológicos existentes pueden ser aceptados con el respaldo completo incluido en el proyecto y que sean elaborados por organismos y consultoras competentes. No se recomienda el uso de análisis con más de 10 años de antigüedad.

El método de **Transposición de Caudales** es aplicable cuando se trata de registros de caudales existentes dentro de la misma cuenca de drenaje.

Quedará a criterio del revisor aceptar Transposición de Caudales si la relación de áreas dentro de la cuenca sea mayor a 10 y cuando exista régimen hidrológico mixto (nivo-pluvial) y la serie transpuesta a generar esté en la zona hidrológicamente distinta. En estos casos, puede resultar más adecuado correlacionar con hoyas hidrográficas de características similares.

Es común aplicar este método en otras hoyas hidrográficas. En estricto rigor se trata de una correlación entre cuencas vecinas a la cual se debe estudiar su confiabilidad.

Por esta razón, el estudio hidrológico debe clasificar las cuencas hidrográficas con el fin de compararlas y decidir si es posible aplicar algún factor que las correlacione. Algunas de las relaciones físicas características que se pueden usar son:

- Factor de forma: Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal.
- Factor de Compacidad: Índice comparativo relacionado con la forma de la cuenca de drenaje.
- Extensión Superficial de la Cuenca: Se usará la extensión superficial media como parámetro.
- Elevación Media de la Cuenca: Se considera un factor que modifica las características hidrológicas.
- Pendiente Media de la Cuenca: Se refiere al aspecto cinético del escurrimiento y se determinará con expresiones analíticas.
- Densidad de la Red Hidrográfica: Se deben clasificar los cauces que conforman la red hidrográfica determinando su número de orden.
- Cobertura Vegetal y Estructura Geológica: Se debe intentar establecer un índice de cobertura y la estructura geológica.

Si se concluye que es posible efectuar la correlación entre las cuencas, se aceptará un coeficiente de transposición usando los valores de áreas y precipitaciones y ajustando por los factores resultantes de la comparación de las características físicas de las cuencas.

b) Cuenca Sin Información Fluviométrica

Cuencas de Áreas Menores a 20 Km²

La aplicación del Método Racional, el cual está suficientemente extendido en el país, debe limitarse²⁵ a 20 km². El Manual de Carreteras, Vol. 3²⁶, establece un máximo de 25 Km² lo cual ha demostrado en la práctica ser poco aconsejable, por cuanto la fijación del coeficiente de escorrentía para grandes áreas es muy aproximado por la heterogeneidad de las características físicas y la obtención de caudales mayores para una parte de la cuenca que para su totalidad.

La expresión básica es la siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6}$$

Siendo: Q = Caudal máximo en m³/s
C = Coeficiente de escorrentía de la cuenca
I = Intensidad de la lluvia de diseño en mm/hr
A = Área Aportante en Km²

Se debe revisar en base a la cartografía y antecedentes presentados:

- Parámetros fisiográficos.
- Fórmula empleada para el cálculo del tiempo de concentración y resultados.
- Método usado y resultados para la determinación de las curvas IDF²⁷.
- Método usado para tiempos de concentración comprendidos entre 10 min y 1 hora²⁸.
- Coeficiente de escorrentía.

²⁵ El Manual DGA de crecidas del año 1995 limita su uso entre 20 hasta 10.000 km². Aunque en rigor es una modificación del Método Racional, no se recomienda por las razones dadas y se debe observar en la revisión

²⁶ Manual de Carreteras, Ed. 2012, Sección 3.702.5

²⁷ Se debe comparar estos resultados con los órdenes de magnitud que entregan curvas IDF conocidas de la zona más cercana. Se puede considerar como referencia las incluidas en el Manual de Carreteras Vol.3.

²⁸ Se usa regularmente la expresión de Bell. Se debe revisar con atención la precipitación en 24 horas con 10 de período de retorno que es la base del cálculo. Se puede recurrir al mapa "Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días", DGA, 1994

Respecto del coeficiente de escorrentía debe aceptarse métodos que incluyan distintos factores de la cuenca. Entre ellos destaca el propuesto en el Manual de Carreteras Vol. 3, Tabla 3.702.503(B).

TABLA 3.702.503.B
COEFICIENTES DE ESCORRENTIA (C) PARA T = 10 AÑOS

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28-0,35 Escarpado con pendientes mayores que 30%	0,20-0,28 Montañoso con pendientes entre 10 y 30%	0,14-0,20 Con cerros y pendientes entre 5 y 10%	0,08-0,14 Relativamente plano con pendientes menores al 5%
Infiltración	0,12-0,16 Suelo rocoso, o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable	0,08-0,12 Suelos arcillosos o limosos con baja capacidad de infiltración, mal drenados	0,06-0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos	0,04-0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración
Cobertura vegetal	0,12-0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura	0,08-0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal	0,06-0,08 Regular a buena; 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado	0,04-0,06 Buena a excelente; 90% del área con praderas, bosques o cobertura equivalente
Almacenamiento Superficial	0,10-0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas	0,08-0,10 Baja, sistema de cauces superficiales pequeños bien definidos, sin zonas húmedas	0,06-0,08 Normal; posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos	0,04-0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años Amplificar Resultado por: T = 25 ; C x 1,10 T = 50 ; C x 1,20 T = 100 ; C x 1,25				

Fig.1: Método propuesto por el Manual de Carreteras

El Método Racional supone que el Coeficiente de Escorrentía se mantiene constante para distintas tormentas. Esto es efectivo para suelos impermeables pero no así para caudales asociados a altos períodos de retorno. Por esta razón se aplican los factores de mayoración. Para períodos de retorno mayores a 100 años se sugiere mantener el factor 1,25.

El Manual de Crecidas de la DGA del año 1995 entrega un método para estimar el Coeficiente de Escorrentía, pero al estar orientado a grandes cuencas (ya hemos señalado la inconveniencia del uso de la Fórmula Racional para áreas mayores a 20 km²) no debe ser aceptado²⁹.

²⁹ Cap. 3.1.3 b) del Manual de Crecidas. Los resultados subvaloran el Coeficiente de Escorrentía

Respecto de la Intensidad de la lluvia de diseño, se debe analizar los datos informados en el proyecto de acuerdo a las curvas IDF presentadas y si hay correspondencia con los valores conocidos para la zona de proyecto.

Una revisión rápida del valor de la Intensidad se puede realizar aplicando la relación de Grunsky:

$$I = \frac{P_{24}^T}{24} * \frac{\sqrt{24}}{\sqrt{T_C}}$$

Siendo:

I = Intensidad de la lluvia de diseño (mm)

P_{24}^T = Precipitación en 24 horas para T período de retorno (mm)

T_C = Tiempo de concentración (hr)

La precipitación en 24 horas para distintos períodos de retorno se puede obtener a partir de la lluvia en 24 horas con 10 años de períodos de retorno que entrega la cartografía "*Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días Consecutivos*", DGA, 1994. De acuerdo a la zona homogénea y con el uso de los Coeficientes de Frecuencia (CF)³⁰, se calcula la P_{24}^T .

Los estudios hidrológicos existentes basados en esta metodología pueden ser aceptados con el respaldo completo incluido en el proyecto y que sean elaborados por organismos y consultoras competentes. No se recomienda el uso de análisis con más de 10 años de antigüedad.

Cuencas de Áreas Mayores a 20 Km²

El Método Racional pierde su aplicabilidad al no cumplir con las hipótesis de uso. Por tal razón, se podrá recurrir al uso de tres métodos: Hidrograma Unitario, análisis regional de crecidas contenido en el denominado método DGA-AC y por último, Verni-King modificado. Obtenidos los resultados, se usará el que otorgue condiciones más exigentes para el proyecto o el criterio que justifique el especialista.

Los estudios hidrológicos existentes basados en alguna de las metodologías descritas pueden ser aceptados con el respaldo completo incluido en el proyecto y que sean elaborados por organismos y consultoras competentes. No se recomienda el uso de análisis con más de 10 años de antigüedad.

³⁰ $P_{24}^T = CD * CF * P_{24}^{10}$. Para un día CD=1 (Coeficiente de Duración)

Los softwares de hidrología no son muy utilizados en Chile para este tipo de proyectos y por lo tanto requerirán del análisis específico en cada caso para aceptar sus resultados. El más conocido y por tratarse de un programa libre, no comercial, es el HEC-HMS del US Army.

Si el proyecto incluye exclusivamente el uso de software hidrológico, entre ellos los modelos de simulación, se sugiere solicitar los análisis con las otras metodologías y efectuar su comparación.

En forma muy general se describen los tres métodos para que el revisor cuente con herramientas básicas de análisis crítico de lo presentado en el proyecto.

➤ **Hidrograma Unitario**

Este método indirecto posee tres etapas de análisis. Requiere determinar la lluvia efectiva a partir de la precipitación total, transformar esta lluvia efectiva en escorrentía directa o superficial y por último, estimar la escorrentía subterránea o base para adicionar al flujo directo y obtener, de esta forma, el hidrograma total.

El hidrograma unitario es el escurrimiento superficial resultante de la lluvia efectiva de magnitud 1 mm, de intensidad constante, uniformemente distribuida sobre la cuenca y una duración dada.

Existen numerosas técnicas hidrológicas para obtener el hidrograma unitario la cual debe ser presentada en el proyecto y justificado su uso. Lo más común ante la ausencia de registros fluviométricos, es establecer el hidrograma por analogía con otras zonas con mediciones.

La mayor dificultad del método consiste en estimar la lluvia efectiva, debiendo definir la capacidad de infiltración o la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener. Por lo tanto, deberá establecerse el estado del suelo previo a la tormenta, ya que si se encuentra inicialmente seco posee una alta capacidad de infiltración y al humedecerse disminuye tendiendo a ser constante.

Existen relaciones empíricas aplicables a cuencas chilenas que en base a la geografía y topografía de la cuenca permite derivar el hidrograma unitario sintético.

Se calcula, de esta forma, el tiempo de retraso, el valor máximo del hidrograma unitario de una lluvia efectiva de 1 mm y la base del hidrograma. La forma completa de la curva se obtiene con el uso de coeficientes de distribución que están disponibles en la bibliografía.

Finalmente, definido el hidrograma unitario es posible obtener el escurrimiento de cualquier tormenta de duración igual a la del hidrograma, amplificando la ordenada por el valor de la lluvia efectiva.

Entre los hidrogramas unitarios sintéticos más usados en el país se encuentran el tipo Linsley con relaciones básicas determinadas por Benítez y Arteaga en 1985 y ampliado en el Manual de Crecidas de la DGA del año 1995 para las regiones I a la X.

También es posible utilizar el tipo Gray (Brass, 1990) ajustado en el Manual de Crecidas de 1995 para la III a la X Región.

Ya se ha indicado que la precipitación efectiva, siendo una variable básica, es de difícil estimación. Se podrá recurrir al Método de la Curva Número u otros métodos (Horton, Linsley y Crawford, etc.).

Para los efectos de aceptar los resultados que presenta el proyecto, se sugiere efectuar una revisión paso a paso de las tres etapas del cálculo del hidrograma unitario.

Existe una extensa bibliografía al respecto dentro de las cuales se recomienda: *Manual de Carreteras Vol.2 y 3*; *Manual de Cálculo de Crecidas de la DGA 1995*; *Hidrología para Ingenieros* de Linsley y otros 1982.

➤ **Método DGA-AC**

Presentado en el Manual de Crecidas de la DGA es de fácil y directa aplicación y puede aplicarse respetando las hipótesis de uso: III a IX Región, áreas tributarias comprendidas entre 20 y 10.000 Km² y períodos de retorno inferiores a 100 años.

El método consiste en determinar una curva de frecuencia para el caudal máximo instantáneo. Se define la zona homogénea a la que pertenece la cuenca en estudio, luego la curva de frecuencia para la variable caudal medio diario y finalmente se convierte la curva al caudal máximo instantáneo.

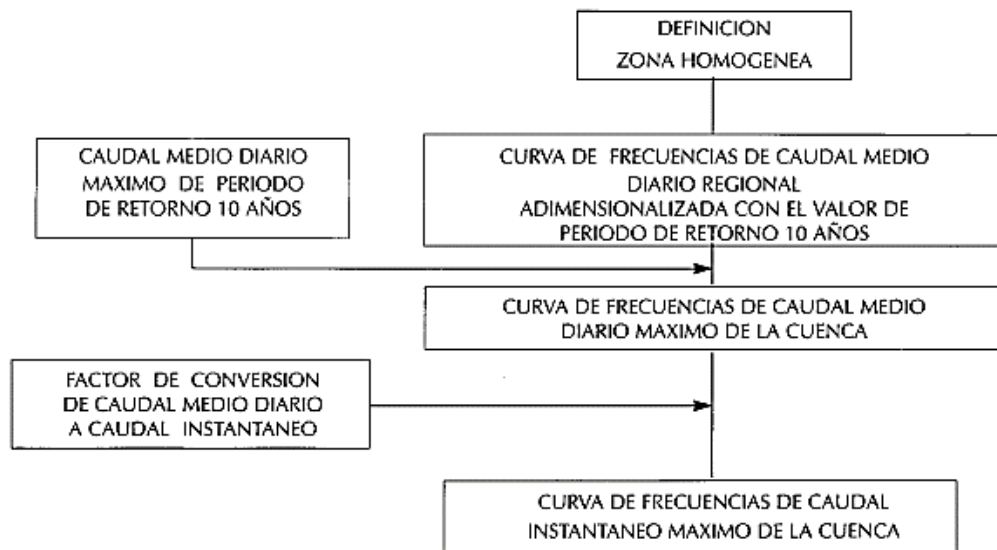


Fig.2: Esquema de Cálculo del Método DGA-AC (Fuente Fig.3.1 del Manual)
 La principal crítica a este método es que siendo el rango de uso tan amplio (20 a 10.000 km²) y el área de la cuenca es el factor que permite encontrar los coeficientes empíricos, la generalización puede llevar a estimaciones poco precisas. Por tal razón, se debe usar otros métodos para comparar estos resultados.

➤ **Método de Verni-King Modificado**

Basado en la fórmula de Verni y King que relaciona el caudal instantáneo máximo con la precipitación diaria máxima y el área de la cuenca.

La modificación propuesta a la fórmula original por parte de la DGA el año 1995 consistió en multiplicar la expresión por un coeficiente empírico variable con el período de retorno³¹. Luego, la expresión para el caudal máximo instantáneo para cualquier período de retorno queda definida por:

$$Q = C(T) * 0,00618 * P_{24}^{1,24} * A_p^{0,88}$$

El coeficiente empírico es $C(T)$; P_{24} la precipitación diaria máxima asociada al período de retorno y A_p el área de la cuenca pluvial.

Puede aplicarse respetando las hipótesis de uso: III a IX Región, áreas tributarias comprendidas entre 20 y 10.000 Km² y períodos de retorno inferiores a 100 años. Al igual que el Método DGA-AC, la principal crítica a este método es que siendo el rango de uso tan amplio, la generalización puede llevar a estimaciones poco precisas. Por tal razón, se recomienda el uso de otros métodos para comparar estos resultados

3.7.2.2 Caudales Mínimos y Medios en Cuencas Pluviales

El estudio debe incluir los análisis hidrológicos para los caudales mínimos y medios cuando se disponga de información fluviométrica basado en las técnicas ya descritas.

De no disponer de registros, se puede aceptar la aplicación del Método DGA-AC para Caudales Mínimos, incluido en el Manual de Crecidas del año 1995.

Al igual que para caudales máximos, el método es un análisis regional de caudales medios diarios válido ente la III y IX región, diferenciado la naturaleza de la fuente durante el estiaje: Deshielo de nieves y aguas subterráneas.

³¹ La fórmula original se estableció para períodos de retorno mayores a 30 años

Su campo de aplicación está definido para cuencas en régimen natural con áreas entre 50 y 6.000 km² y entre las regiones III a IX. El esquema de cálculo es siguiente:

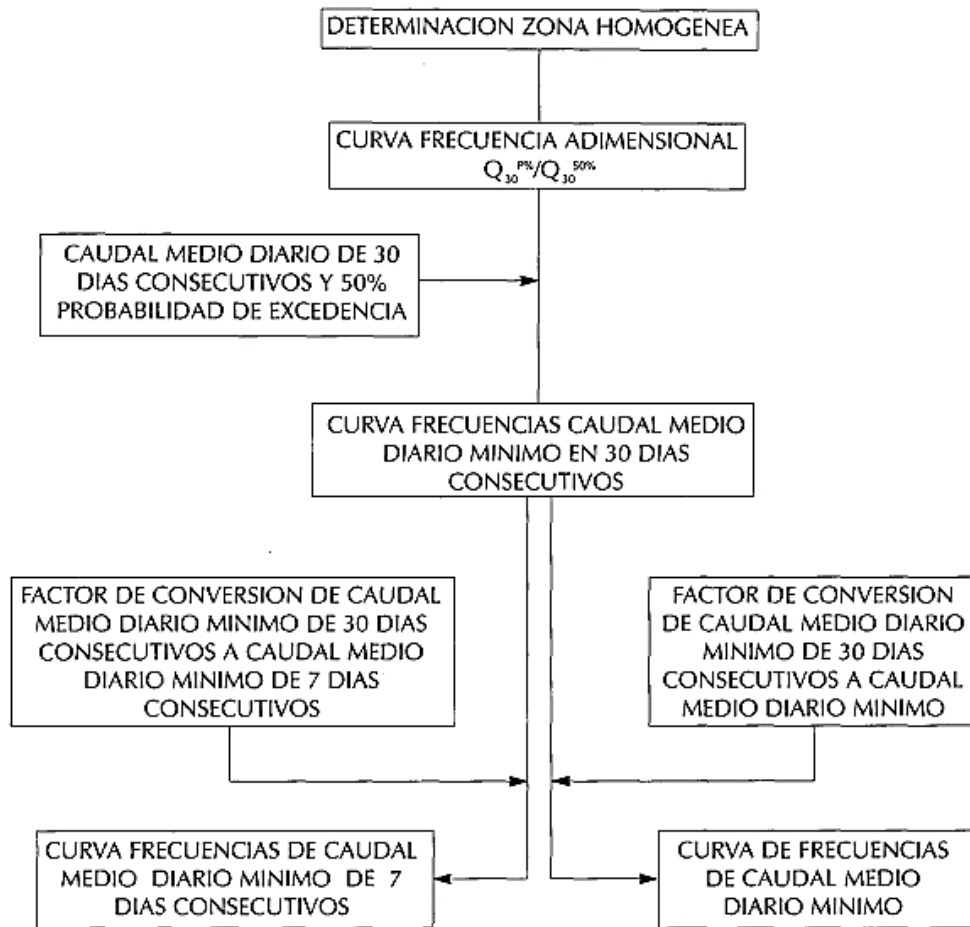


Fig.3: Esquema de Cálculo (Fuente Fig.5.1 del Manual)

3.7.2.3 Caudales Máximos en Cuencas Nivales

Para la aplicación por parte del especialista del análisis regional de crecidas de deshielo propuesto por la DGA en el Manual del año 1995 se debe tener en consideración las restricciones propias del método:

- Áreas nivales comprendidas entre 50 y 6.000 km².
- Válido entre la III y la VIII Región.
- Período de retorno no mayor a 100 años.

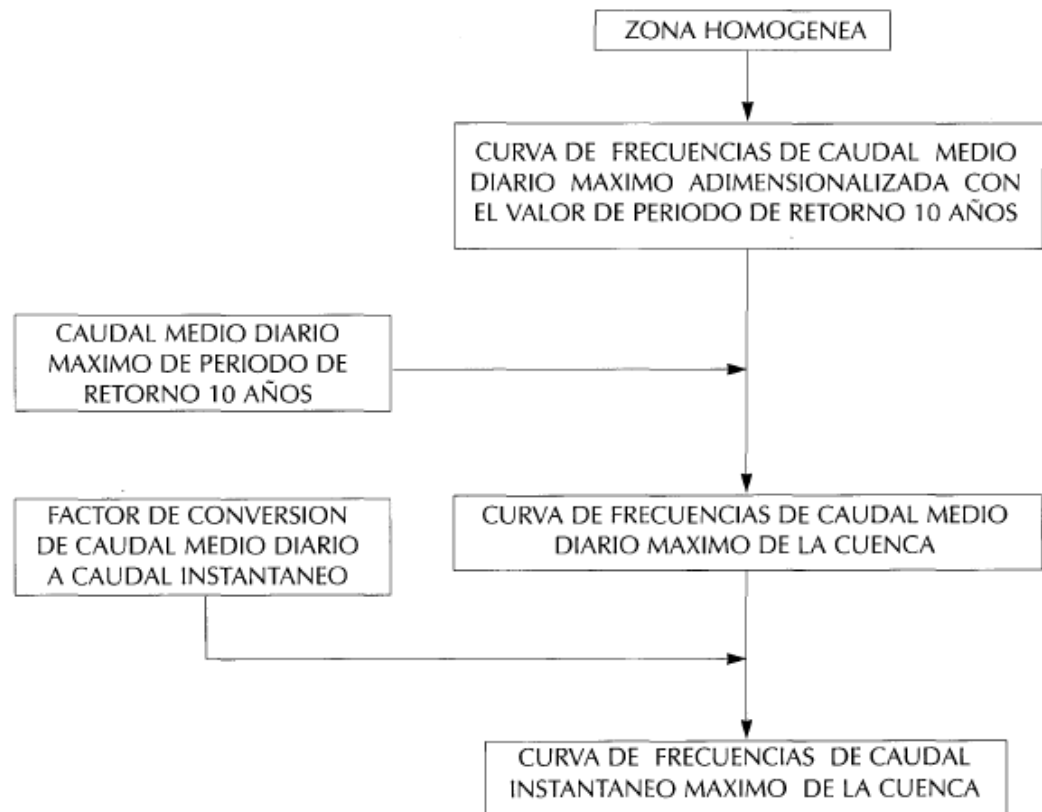


Fig.4: Esquema de Cálculo (Fuente Fig.4.1 del Manual)

Por otra parte, se estima necesario estimar el caudal máximo probable de deshielo. El Manual de Crecidas del año 1995 presenta el Método DGA para la Crecida de Deshielo Máxima Probable (CDMP) propuesto por Peña et al (1985-89).

El método posee las siguientes hipótesis:

- La crecida se origina exclusivamente por derretimiento de nieves y no tiene componente pluvial.
- Se supone conocida la línea de nieves y no sufre modificaciones durante la crecida.
- No se consideran pérdidas por evaporación ni percolación hacia acuíferos profundos.
- El manto nival se asume en la isoterma 0°C.

Para el diseño debe el especialista hidráulico proponer el caudal que estime más adecuado, ya que el método para estimar la CDMP es determinístico y el caudal máximo está determinado por factores hidrológicos y meteorológicos, sin depender de un período de retorno.

Para áreas nivales menores a 50 Km² se podrá aceptar la transposición dentro de la misma cuenca. No obstante, se recomienda que los resultados sean contrastados con mediciones directas en cuencas vecinas y correlacionándolo para la zona en estudio.

Para las regiones no incluidas en el Manual DGA del año 1995, se podrá recurrir a la misma técnica descrita en el párrafo anterior.

3.7.2.4 Gasto Detrítico

Normalmente se define como gasto detrítico o corriente de detritos, a la mezcla de sólidos y líquidos (que no siempre es barro) formada por material inorgánico de granulometría gruesa y eventualmente con materia orgánica (vegetación), que se desplaza frecuentemente a alta velocidad por quebradas y ríos con fuertes pendientes. La concentración de detritos puede alcanzar hasta el 50% con respecto al volumen total, de acuerdo a algunos autores.

Para que se genere una corriente de detritos se requieren ciertas condiciones que básicamente pueden reducirse a las siguientes:

- La cuenca debe contener mucho material de tipo detrítico suelto, que pueda ser arrastrado por la corriente líquida.

- Tiene que haber fuertes precipitaciones o fusión de nieve que permita la formación de la corriente líquida. Esta corriente líquida puede provenir también del rompimiento de un dique o embalse natural.
- El cauce de la cuenca debe tener pendientes empinadas y fuertes para que se produzca el efecto gravitatorio que ponga en movimiento la masa de sólidos y líquido.

Para la obtención de los caudales detríticos, esto es gasto sólido más gasto líquido, generados durante un aluvión es necesario primeramente determinar la concentración de sólidos en la mezcla.

La concentración en volumen de los sólidos (C) arrastrados se define según la expresión:

$$C = \frac{V_s}{V_s - V_a}$$

Dónde:

V_s : Volumen de sólidos arrastrados
 V_a : Volumen de agua

Este parámetro es difícil de calcular ya que se requiere conocer primeramente las características del aluvión, esto es material arrastrado, intensidad de la lluvia, características del cauce, etc.

Normalmente se utilizan fórmulas empíricas para la determinación del gasto detrítico, fórmulas que son utilizables para casos específicos y de difícil extrapolación para otros estudios.

Otro procedimiento consiste en estudiar "a posteriori" las características del escurrimiento haciendo estimaciones de caudal al analizar las trazas dejadas por el aluvión, lo que permite determinar ciertas características hidráulicas del cauce como ser: área, perímetro mojado, pendiente media del cauce y radio hidráulico.

La metodología basada en estudios realizados en los Alpes suizos, Zimmerman et al (1997) encontraron una relación para la pendiente crítica (S) que desencadenaba coladas detríticas y el área drenada de la cuenca (A).

$$S = cA^{-n}$$

Los coeficientes c y n tienen como valor 0,32 y 0,20 respectivamente. La relación inversa entre S y A indica que a mayor pendiente del canal será necesario un caudal líquido menor para desencadenar la colada.

Finalmente, el caudal detrítico queda definido mediante la siguiente expresión:

$$Q_{detr} = \frac{Q_{liq}}{1 - C}$$

Dónde:

- Q_{detr} : caudal sólido más caudal líquido
- Q_{liq} : caudal líquido
- C : concentración en volumen de sólidos

El proyecto debe calcular el valor de C para los efectos del cálculo. Considerando la dificultad que presenta estudiar el paso de los aluviones, dadas las características del material arrastrado que se ha depositado en los cauces, la pendiente del cauce del mismo y basándose en experiencias de autores que han analizado estos fenómenos; se debe considerar una concentración de los sedimentos no inferior al 30%.

3.7.3 Estudios Geotécnicos

Los alcances del estudio geotécnico están en función de las dimensiones de la obra, puesto que sus resultados será un insumo para el diseño de la estructura de captación.

La prospección del suelo de fundación de los elementos estructurales se hará por medio de pozos de exploración, zanjas, sondajes y/o métodos geofísicos. El Informe Geotécnico incluirá:

- Metodología empelada en el estudio.
- Registro de las exploraciones en terreno.
- Pruebas de campo y de laboratorio.
- Análisis técnico.
- Resultados y recomendaciones de diseño.

La enumeración anterior es general y podrá adecuarse o modificarse en función de las necesidades del proyecto.

3.8 Modelaciones Hidráulicas

3.8.1 Conceptos Básicos de la Modelación

Lo que se expone es un enfoque basado en el modelo HEC-RAS del *Hydraulic Engineering Center* (HEC) del U.S. Army Corps of Engineering, ampliamente usado y aceptado en los proyectos hidráulicos en la actualidad tanto por la DGA como por la DOH.

Siempre hay que tener presente que como modelo no deja de ser una aproximación al flujo en lámina libre y posee, por tanto, una serie de limitaciones que deben ser conocidas por el Técnico revisor para validar y aceptar lo que se presenta en el proyecto.

HEC-RAS resuelve el flujo gradualmente variado³² con el balance de energía entre dos secciones, exceptuando estructuras; en tal caso, el software resuelve la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento.

La hipótesis básica en que se basa el modelo HEC-RAS es que el flujo es unidimensional y la velocidad considerada es la componente en dirección del movimiento. Luego, debe ser observado el modelo cuando hay flujos laterales (planicies de inundación), lo cual, en todo caso, es resuelto con aceptable aproximación por el programa.

El programa, además de calcular el perfil de la lámina de agua, posee un módulo de régimen variable, no permanente³³ y otro para la estimación del transporte de sedimento.

Existen numerosos tutoriales y manuales de uso del programa, por lo que no será parte de esta Guía explicar cómo crear y correr el modelo digital. Lo que se desarrolla se refiere a las exigencias de contenidos y consistencias que debe contener el modelo a revisar, atendiendo las limitaciones y sesgos que le son propios.

Ya que es obligación del Titular del proyecto entregar los archivos digitales del modelo, es más recomendable efectuar la revisión cargando el proyecto en el software que todo Técnico debe tener instalado en su computador³⁴.

3.8.2 Parámetros de la Modelación

3.8.2.1 Caudales de Modelación

Las tablas de salida deben indicar el o los caudales con los cuales se corre el modelo, así también, en las secciones en que se incorporan.

³² Las características del flujo varían con el espacio pero no con el tiempo. Dentro de ello existe el Flujo Gradualmente Variado, en que los cambios en las características del flujo (presión y velocidad) son graduales a lo largo de la dirección principal de éste

³³ Efectúa el ruteo de las crecidas

³⁴ El programa se baja e instala desde: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/downloads.aspx>

3.8.2.2 Coeficientes de Rugosidad³⁵

El coeficiente de rugosidad de la sección y el tramo se calculará en base a una inspección detallada del lecho, taludes y márgenes.

El Método de Cowan que minimiza la dificultad de establecer este valor para lechos fijos no aluviales, se expresa por:

$$n = m * (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$$

Dónde:

- n₀ = Rugosidad base
- n₁ = Rugosidad adicional por irregularidades perímetro mojado
- n₂ = Rugosidad adicional por variación de forma
- n₃ = Rugosidad adicional por obstrucciones
- n₄ = Rugosidad adicional por presencia de vegetación
- m = Factor de corrección por efecto sinuosidad

Los factores que compondrán el coeficiente de rugosidad de Manning se pueden obtener de la Tabla 3.707.104B del Manual de Carreteras, Vol. 3.

CONDICIONES DEL CANAL		VALOR	
Material del Lecho	Tierra	n ₀	0,020
	Roca Cortada		0,025
	Grava Fina		0,024
	Grava Gruesa		0,028
Grado de Irregularidad Perímetro Mojado	Despreciable	n ₁	0,000
	Leve		0,005
	Moderado		0,010
	Alto		0,020
Variaciones de las Secciones	Graduales	n ₂	0,000
	Altemándose Ocasionalmente		0,005
	Altemándose Frecuentemente		0,010 – 0,015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Despreciable	n ₃	0,000
	Leve		0,010 – 0,015
	Apreciable		0,020 – 0,030
	Alto		0,040 – 0,060
Densidad de Vegetación	Baja	n ₄	0,005 – 0,010
	Media		0,010 – 0,025
	Alta		0,025 – 0,050
	Muy Alta		0,050 – 0,100
Sinuosidad y Frecuencia de Meandros	Leve	m	1,000
	Apreciable		1,150
	Alto		1,300

Fig.5: Tabla 3.707.104.B del Manual de Carreteras, Volumen 3

Siendo la rugosidad base el factor primario del Método de Cowan, deberá justificarse adecuadamente en el proyecto³⁶.

³⁵ También conocido como “n de Manning”

³⁶ Se sugiere utilizar la ecuación de Strickler para cauces naturales. $n_0 = 0,038 * D^{1/6}$, D es el diámetro representativo de la rugosidad superficial (D₆₅, D₉₀ o D₉₅ dependiendo de la tendencia al acorazamiento del lecho)

Las tablas que entregan valores del coeficiente de Manning directamente³⁷ solo se aceptarán en casos muy justificados, como son los cauces artificiales.

3.8.2.3 Condiciones Hidráulicas de Borde

El proyecto debe indicar y justificar las condiciones de frontera que se adopten para el modelo, las cuales dependerán del régimen de escurrimiento que se adopte.

Se distinguirán tres situaciones: Régimen supercrítico, régimen subcrítico y régimen mixto. Cada una de ellas implicará que la condición de contorno sea aplicada en determinada sección de análisis.

Se debe señalar el régimen hidráulico en que se correrá el modelo.

3.8.3 Revisión del Modelo Numérico

3.8.3.1 Validación de la Simulación

HEC-RAS siempre entregará resultados aunque sea deficiente la geometría o erróneas o irreales las condiciones de borde. Por esta razón, el Técnico debe revisar y validar los resultados sobre la base de las siguientes consideraciones:

- **Visualización gráfica**

La tabla de resultados, e incluso la propia gráfica del perfil longitudinal, permite detectar problemas en la modelación.

Si en un tramo que debiera ser subcrítico se modela como supercrítico, se podrá observar todo el tramo en régimen crítico. Lo mismo opera en sentido inverso (supercrítico a subcrítico).

Si en un tramo de régimen supercrítico el cálculo efectuado en este régimen entrega una lámina de agua con ondulaciones, implica mala calidad de los resultados.

³⁷ La más utilizada es la incluida en el texto “Hidráulica de Canales”, Ven T. Chow, 1959

- **Resultados por sección**

En cada sección se detallan las principales variables hidráulicas con un listado de avisos y notas de forma automática. Se debe revisar cada sección y aceptar o rechazar sus resultados.

- **Listado general de avisos y notas**

Se puede editar de modo global, todos los avisos y notas que entrega el programa. Es necesario antes de interpretar hidráulicamente los resultados, que se realicen las comprobaciones respectivas para asegurar su validez.

3.8.3.2 Convergencia del Modelo

El modelo digital permite controlar una serie de parámetros de control del cálculo: Tolerancia de la superficie libre, tolerancia de la profundidad crítica, número de iteraciones, tolerancia de la máxima diferencia, factor de tolerancia del caudal, números de iteraciones en flujos divididos, etc.

Como se aprecia, son muchos los factores que pueden variar, por lo que se recomienda usar los que por efecto asume el programa cuando se tengan escurrimientos sin grandes variaciones en la lámina de agua.

Los errores en los resultados por mala selección del régimen hidráulico es un error de convergencia.

Los mensajes de advertencia de flujos divididos no son un error del modelo, pero si requiere que se analice en detalle la topografía para verificar la formación de las islas.

3.8.3.3 Limitaciones a la aplicación del Modelo

El modelo posee ciertas limitaciones que deben ser consideradas al momento de revisar la simulación. Algunas ya se han señalado y se resumen a continuación:

- El caudal es constante.
- El flujo es gradualmente variado.
- Flujo unidimensional.
- Pendientes fajas y menores a 10:1 (H:V) .

Ha sido muy común el uso del modelo para pendiente mayores a 10:1 (H:V) sin efectuar correcciones al tirante hidráulico. El Manual de Referencia del programa indica que debe corregirse los valores que entregue el modelo con el coseno del ángulo que genera la pendiente³⁸.

Los flujos en cauces de alta velocidad la superficie del agua pueden tener una mayor elevación que la calculada por la incorporación de aire. HEC-RAS corrige en base a dos ecuaciones dependiendo del número de Froude³⁹. Las tablas de salida no despliegan por defecto estos valores y es necesario crear el perfil en la tabla de salida.

3.8.4 Calculo Manual del Eje Hidráulico

En aquellos proyectos de obras hidráulicas que necesiten de análisis especiales y no sea posible ajustar un modelo numérico tipo HEC-RAS, el proyecto debe indicar la metodología empleada para el cálculo del eje hidráulico y se presentarán todos los resultados obtenidos y una gráfica con su elevación⁴⁰.

La revisión de lo entregado por el especialista se hará caso a caso y se aplicarán las técnicas hidráulicas conocidas.

3.9 Mecánica Fluvial

3.9.1 Caracterización Granulométrica del Lecho

La caracterización del lecho para el cálculo de la socavación debe ser realizada por Titular en base a análisis granulométricos. Para tal efecto, se revisará que este estudio contenga:

- Estratigrafía de cada pozo de reconocimiento.
- Ensayos de clasificación.
- Curvas granulométricas.

³⁸ Hydraulic Reference Manual, Versión 4.1, 2010. Cap. 2

³⁹ Las ecuaciones distinguen las condiciones para números de Froude menor e igual a 8,2 y superior a este valor

⁴⁰ Tal es el caso del cálculo del eje hidráulico en rápidas de descarga y estudios de fenómenos de ondas cruzadas, cavitación e incorporación de aire al flujo

Desde las curvas granulométricas se deben obtener los diámetros característicos más usados en la práctica:

- D_{50} (mediana de la distribución) y que puede ser considerado representativo de toda la distribución.
- D_{65} , D_{75} , D_{84} , D_{90} o D_{95} utilizados para describir la fracción gruesa de la distribución.
- D_{35} que se utiliza para caracterizar ciertos fenómenos asociados al arrastre del material.
- $\sigma_G = \sqrt{D_{84}/D_{16}}$ que es la desviación estándar geométrica de la distribución (logarítmica normal)

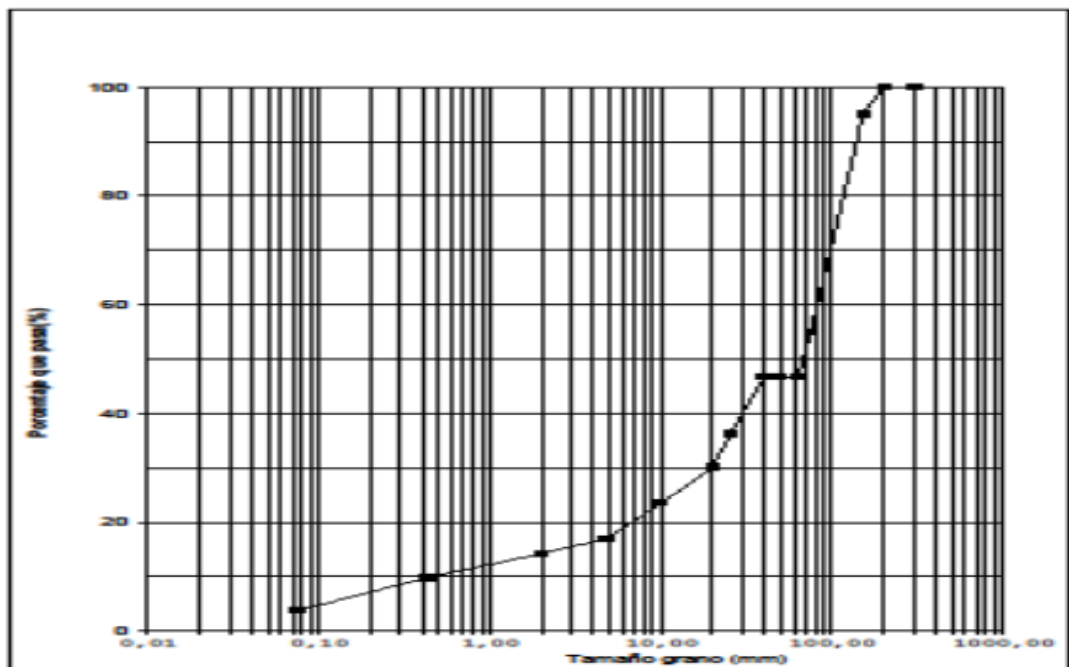


Fig.6: Curva Macrogranulométrica (Estudio Río Maipo 2014)

La cantidad de ensayos a exigir dependerá del tipo de obra y debe ser fundamentado en el proyecto.

En casos calificados y para obras menores, lo cual quedará a criterio de la DGA, se aceptará el uso de estudios anteriores siempre que poseen una antigüedad no mayor a 5 años. Se deben acompañar los antecedentes respectivos.

3.9.2 Cálculos de Socavación

3.9.2.1 Socavación General

a) Características del Fenómeno

La socavación general es un factor determinante en el diseño de obras implantadas en el cauce y de estructuras y elementos que atraviesan bajo éste. El proceso de socavación en un cauce fluvial se verifica cuando ocurre una profundización del lecho en un tramo determinado.

Los métodos sugeridos se basan en la condición que la velocidad del escurrimiento iguale la velocidad crítica de arrastre. No obstante, el especialista podrá proponer otras metodologías debidamente fundamentadas.

b) Cálculo de la Socavación General

Se revisará el o los métodos aplicados, los cuales dependerán de las características de los sedimentos del lecho⁴¹, distinguiendo:

- Sedimentos finos.
- Sedimentos gruesos.
- Suelos No Cohesivos.
- Suelos Cohesivos.

⁴¹ La caracterización del lecho mediante los ensayos de clasificación entregan esta información

Bajo estas premisas, se podrá usar el Método de Neill y el de Lischtvan-Levediev. Como recomendación para la aplicación de estos métodos⁴² se tendrá presente:

- El método de Neill supone que la máxima socavación ocurre para una condición hidráulica dada. Lischtvan-Levediev no considera esta condición externa.
- El Método de Neill entrega valores mayores a los de Lischtvan-Levediev, por lo que es recomendable usar valores intermedios.
- El Método de Neill no se puede aplicar para suelos cohesivos.
- Cuando la zona más profunda de la sección del cauce migra hacia un costado, se debe desplazar la zona al calcular socavaciones locales.
- No es conocido el origen y verificación experimental del método de Lischtvan-Levediev.

c) Cálculo de la Socavación Local

Se distinguen numerosas fórmulas para el cálculo de la socavación local dependiendo de la estructura presente. Para revisar las que utilice el proyecto, se sugiere recurrir al Manual de Carreteras, Vol.3, en el cual se proponen diversos métodos adecuados a las características del elemento y el suelo presente. Se debe tener presente que se distinguen los siguientes casos:

- Socavación local al pie de pilas
- Socavación local en extremo de estribos y espigones
- Socavación local aguas abajo de estructuras hidráulicas: Barreras vertedoras, radiers aguas abajo de compuertas, radiers al pie en ríos, pie de alcantarillas y ductos de descarga

⁴² Manual de Carreteras, Vol.3, Capítulo 3.707.405(3). Edición 2012

3.10 Diseño Hidráulico

3.10.1 Período de Retorno de Diseño

Para el caso de obras definitivas la Tabla 1 de la Guía de Presentación de Proyectos de Bocatomas entrega los períodos de retorno a considerar. No obstante, este debe ser siempre relacionado con el riesgo hidráulico y la vida útil de la obra.

La fórmula general que representa la relación entre vida útil (n), riesgo hidráulico (r) y período de retorno (T) es la siguiente:

$$r = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Calculando los riesgos de falla para distintos períodos de retorno y vida útil, se obtiene lo valores de la Tabla 2.

La decisión para adoptar uno u otro además de técnica es económica y es el titular del proyecto quién define el riesgo de falla y la vida útil de las obras.

La bibliografía y Manuales de diseño hacen recomendaciones pero de valores admisibles de riesgo de falla para una serie de obras, pudiendo asimilar las bocatomas a obras de Defensas Fluviales, Puentes u otras estructuras similares.

Como recomendación general, un riesgo de falla del 22% o menor se estima adecuado para este tipo de obras permanentes, así como un valor máximo del 64% para obras provisorias con un período de retorno mínimo de diseño de 5 años.

Tabla 2
Riesgo de Falla

Vida Útil años	Período de Retorno (años)	Riesgo de Falla
2	5	36%
	10	19%
	25	8%
	50	4%
	100	2%
10	5	89%
	10	65%
	25	34%
	50	18%
	100	10%
25	5	100%
	10	93%
	25	64%
	50	40%
	100	22%
50	5	100%
	10	99%
	25	87%
	50	64%
	100	39%

3.10.2 Cálculos Hidráulicos

3.10.2.1 Caracterización de la Obra y Cauce de Captación de las Aguas

Se revisará que el proyecto informe el período de utilización en el año de la bocatoma y los tiempos de operación⁴³.

Del mismo modo, se revisará la caracterización del cauce desde el cual se captan los derechos de aprovechamiento y la proporción del gasto a extraer.

Especial atención se pondrá en los caudales y derechos que deben respetarse hacia aguas abajo de la sección de la bocatoma, de modo que el diseño incluya los elementos que aseguran su cumplimiento, como por ejemplo, el caudal ecológico

3.10.2.2 Diseño Hidráulico de la Bocatoma

El proyecto debe señalar el tipo de obra proyectada de acuerdo al tipo de cauce y forma desde el cual se captan las aguas:

- Bocatomas en Ríos de Llanura.
- Bocatomas en Embalses y Lagos.
- Bocatomas de Alta Montaña.
- Captaciones por Elevación Mecánica.

Las bocatomas en Embalses y Lagos es muy probable que se tramite como una obra mayor (art. 294 del Código de Aguas). Luego, lo que se señala en los capítulos que siguen es a título informativo y general.

⁴³ Las bocatomas que operan en forma continua todo el año (p.ej.: agua potable) requieren elementos de control de barrera durante las crecidas. Las bocatomas para regadío generalmente permanecen cerradas en invierno.

Como consideraciones generales el diseño debe incluir:

- Estimación de cotas mínimas y máximas asociadas a probabilidad de excedencia y períodos de retorno.
- Establecer las alteraciones del normal escurrimiento del régimen natural y la forma como el proyecto lo soluciona.
- Arrastre de sedimentos y su influencia en el diseño de la obra.
- Cierre total de la aducción como medida de seguridad para el manejo de la obra en crecidas.
- Medidas de control y monitoreo del caudal captado.
- Plan de manejo del cauce durante la etapa de construcción.

a) Bocatomas en Ríos de Llanura

Las obras principales de una captación de este tipo son:

- Barrera transversal de cierre del cauce.
- Captación para el ingreso de las aguas.
- Desripiado de los depósitos de sedimentos.

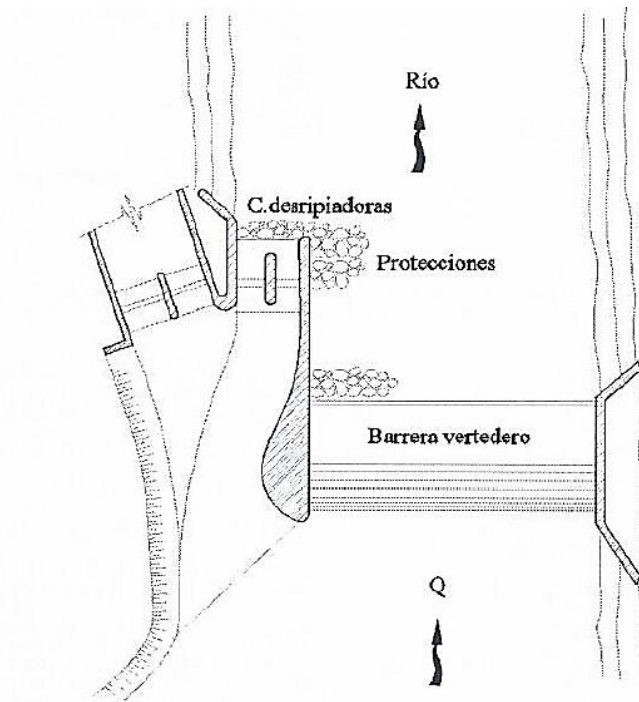


Fig.7: Esquema típico de una Bocatoma en Ríos de Llanura o Tradicional (Fuente: H. Mery, 2013)

El proyecto de diseño hidráulico de la obra de captación debe incluir al menos los siguientes capítulos:

- Consideraciones de diseño.
- Ubicación de la captación.
- Tipo y criterios de diseño de la barrera: fija, vertedora, móvil, etc.
- Dispositivos de limpieza de sedimentos.
- Determinación de niveles de la poza para los caudales mínimos y máximos.
- Manejo de las aguas del cauce durante la construcción.

Se velará porque cada elemento esté desarrollado en el diseño y justificado técnicamente.

b) Bocatomas en Embalses y Lagos

Las obras en Embalses se construyen habitualmente en seco y en paralelo a la ejecución del muro. Debe definirse la cota de captación respecto de los niveles operacionales evitando los vórtices. Debe diferenciarse si la captación es para una central hidroeléctrica o para un sistema de riego.

El proyecto debe incluir la solución general adoptada y los cálculos que determinen la sumergencia.

Las captaciones en lagos revisten mayor complejidad y el proyecto deberá proponer la mejor solución para las condiciones de ejecución de obras bajo agua. La geotecnia reviste capital importancia en el caso de aplicar la técnica usada por Endesa denominada “tiro noruego”.

Debe incluirse en la Mecánica Fluvial el cálculo del arrastre y acumulación de sedimentos en el lago y embalse para los efectos de fijar las cotas de captación de la bocatoma.

c) Bocatomas de Alta Montaña

La interceptación del flujo en torrentes cordilleranos e inaccesibles en gran parte del año ha sido solucionada con el uso de una captación del tipo sumidero o Tirolesa. Se chequeará que se cumplen las siguientes premisas:

- Captación de torrentes
- Imposibilidad de efectuar mantenciones continuas en el año
- Cauces cordilleranos con acarreo mayor de sólidos
- Obra expuesta a aluviones y derrumbes
- Gran diferencia entre caudales mínimos y máximos durante el año

La toma Tirolesa consiste en un canal construido transversalmente en el lecho del cauce y cubierto en la parte superior con una rejilla. Frontalmente dispone de una barrera y lateralmente de un desarenador con vertedero lateral para los excesos captados.

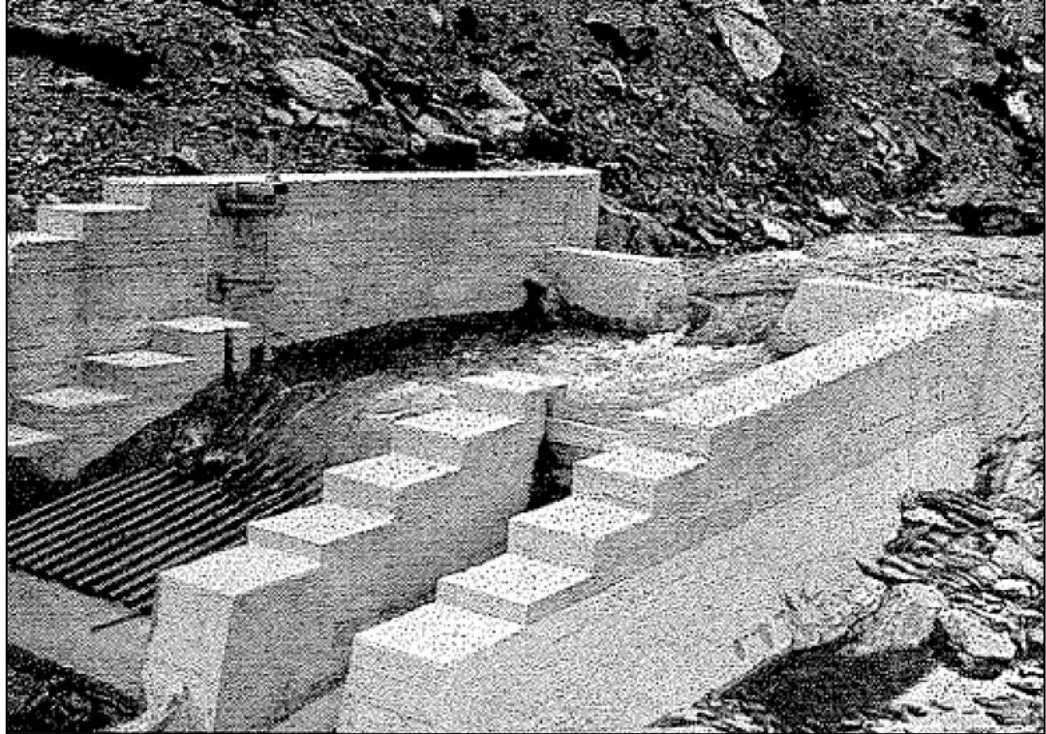


Fig.7: Esquema típico de una Bocatoma de Alta Montaña

El proyecto deberá presentar los criterios de diseño para los siguientes componentes:

- Emplazamiento.
- Estructura principal.
- Sumidero y vertedero frontal (barrera).
- Canal colector.
- Desarenador.
- Vertedero de demasías.

El elemento captante principal es la rejilla de fondo o sumidero. La forma de operar de estas bocatomas es que coleccionan más agua que el derecho disponible, debiendo efectuar la devolución del exceso en la estructura final del desarenador.

El gasto captado está determinado, principalmente, por la carga hidráulica inicial (h) y es habitualmente en esta variable donde se hacen estimaciones que no son precisas⁴⁴.

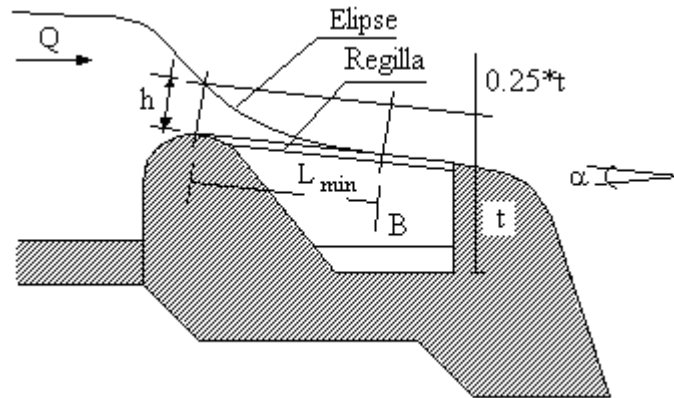


Fig.8: Esquema de Cálculo del Sumidero

Como se aprecia en la figura anterior, en el proyecto se debe calcular correctamente la carga hidráulica que se produce inmediatamente aguas arriba del sumidero de acuerdo con los caudales máximos y mínimos esperables. El Técnico DGA deberá revisar la metodología⁴⁵ y cálculos empleados.

⁴⁴ Es habitual que en los cálculos se asuma un valor constante sin respaldo

⁴⁵ Es reconocido que el cálculo según el criterio de Mostkow (1957) es el que mejor se ajusta a las mediciones reales efectuadas en el país (Villalón, 1985). Para su uso remitirse al texto de H. Mery "*Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras*", 2013, Cap.3.1.4

d) Captaciones por Elevación Mecánica

Los diseños de captaciones mediante elevación mecánica requieren generar un flujo entrante hasta un foso de aspiración y bombeo. Se podrá considerar diversas soluciones las que deberá incluirse en el proyecto y que han sido tratadas en los tipos de bocatomas anteriormente descritas.

Adicionalmente, el diseño requiere del dimensionamiento de la sentina y estación de bombeo. Luego, se deberá incluir al menos las siguientes materias en el diseño:

- Diseño de la sentina de aspiración.
- Cálculo de la línea piezométrica de la impulsión.
- Determinación de la curva de trabajo del sistema y punto de funcionamiento.
- Diseño de estación de bombeo.

Para efectos de revisión de la captación, el Técnico DGA debe preocuparse especialmente de lo siguiente:

- Caudal captado no supere el de derechos. Las impulsiones deben incluir medición continua del gasto⁴⁶.
- Respetar el caudal ecológico, si corresponde.

Como se conoce, la extracción de agua con equipos de bombeo es relativamente constante con variación en función del cambio del punto de operación del sistema.

⁴⁶ Puede ser considerado como mecanismo de medición los Flujómetros. Ver *Guía de Control de Extracciones para Diferentes Usuarios*. S.I.T. N°268, DGA 2011

El Técnico deberá revisar con atención la Curva del Sistema, la cual se expresa en forma general por la expresión⁴⁷:

$$H_m = H_T + \left(\sum f \frac{L}{d} + \sum k_s \right) \frac{Q^2}{2gA^2}$$

Donde:

- H_m = Altura manométrica o total
- f = Coeficiente de fricción
- L = Largo del tramo
- d = Diámetro de la conducción
- K_s = Coeficiente de pérdida singular
- Q = Caudal conducido
- A = Área de la sección transversal
- g = Aceleración de gravedad

Esta ecuación indica que el caudal crece con la raíz cuadrada de H_m. La forma final depende de las características de la tubería.

Por otra parte, se debe incluir en el proyecto la Curva de la Bomba. Ambas curvas entregan el punto de operación y con ello el caudal efectivamente elevado. Este resultado se debe comparar con el caudal que en derechos dispone el Titular.

Otra forma de verificar si el diseño está dentro de los rangos que son esperables para el caudal de derechos, es estimar la Potencia Consumida⁴⁸ y la que se presenta en el diseño.

La expresión general de la Potencia Consumida (P) es:

$$P = \frac{1000 * Q * H_m}{75\eta}$$

Siendo η la eficiencia o rendimiento del equipo de bombeo. Si suponemos una eficiencia igual a 66%, obtenemos la conocida fórmula aproximada para obtener la potencia necesaria de una bomba.

$$P = 20 * Q * H_m (hp)$$

Caudal en m³/s y la Altura Manométrica en m.

⁴⁷ Expresión deducida de la ecuación de la conservación de energía, utilizando la relación de Darcy-Weisbach para el cálculo de las pérdidas friccionales y el uso de la altura de velocidad para la determinación de las pérdidas singulares

⁴⁸ Este valor depende de la eficiencia del equipo de bombeo

Se tendrá presente que de no existir una obra civil y el derecho de aprovechamiento de aguas sea captado con una bomba móvil, no es aplicable el permiso sectorial que señala el Artículo 151 del Código de Aguas.

3.10.2.3 Diseño de Defensas Fluviales

a) Definiciones Generales

Es una condición habitual que las estructuras de bocatoma deban ser protegidas por elementos de defensas fluviales, ya sean longitudinales como transversales.

El diseño deberá cumplir con las exigencias normativas de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. En todo aquello que no contradiga estos criterios y recomendaciones, se podrá aplicar los que se indica a continuación.

Como elemento constructivo básico se podrán diseñar con enrocados, gaviones y prefabricados de hormigón y acero.

El proyecto deberá señalar los componentes principales a considerar:

- Coraza: La parte de la defensa expuesta al escurrimiento.
- Fundación: Base de apoyo de la defensa y cuya profundidad queda determinada por la socavación generalizada que ocurriría en eventos de crecida.
- Coronamiento: Se denomina de esta forma a la parte más alta con la cual culmina superiormente una obra de defensa fluvial. Queda definida por la altura máxima de escurrimiento para el caudal de diseño más un borde libre o revancha que debe ser igual a la adoptada para la bocatoma.
- Talud: Corresponde a la cara perfilada de la ribera del cauce. Para defensas con enrocados o losetas de hormigón debe ser igual o mayor a $H:V=2:1$. Podrá disminuirse la inclinación para bajas velocidades no pudiendo ser menor a $H:V=1:1$. La recomendación de talud mínimo para defensas longitudinales de enrocados es $H:V=1,5:1$. Para el caso de gaviones y tablestacas no aplica lo anterior.

- Terraplén de respaldo: Es el núcleo de la obra de defensa y estará conformado por material de relleno en el cual se apoya la coraza.
- Zarpas o Dientes: Estructuras que quedan insertadas en el terreno natural o en el lecho y se ubican, generalmente, al inicio y fin de la defensa. Previene la socavación y su profundidad queda determinada por la socavación general y local estimada.
- Radieres: Estructura flexible o rígida dispuesta en el lecho del cauce para prevenir la acción erosiva del escurrimiento.

b) Procedimientos de Diseño Hidráulico

Se debe diferenciar la defensa longitudinal de la transversal (espigones), que si bien desarrollan los mismos aspectos en el diseño, poseen características particulares que deben tenerse presente.

El dimensionamiento de la defensa longitudinal debe incluir:

- Localización en planta.
- Talud de Protección.
- Coronamiento.
- Fundaciones.
- Coraza de Protección.

Para dimensionar las corazas de una defensa longitudinal puede emplearse la fórmula del California Highway Division (CHD).

$$W = \frac{0,0133 * S'' * V^6}{[(S - 1) \sin(\phi - \theta)]}$$

Donde:

W = Peso del enrocado (Kg)

S = Peso específico del enrocado relativo al agua

V = Velocidad media del escurrimiento (m/s)

ϕ = Ángulo de reposo del enrocado (°)

θ = Ángulo de inclinación del talud (°)

Para el caso de los espigones se tendrá en consideración:

- Localización en planta.
- Longitud de los espigones.
- Separación de los espigones.
- Pendiente longitudinal, elevación y ancho del coronamiento de los espigones.
- Orientación.
- Fundación.
- Forma de los espigones en planta.

Si el diseño contempla, como caso especial, la colocación de enrocados en barreras vertedoras, se podrá utilizar el método de Hartung⁴⁹ o bien, la relación de Oliver que se expresa por:

$$q = 0,2335D^{1,5}(S - 1)^{1,667}i^{-1,167}$$

Siendo:

q = Caudal por unidad de ancho (m³/s)

D = Diámetro nominal de la coraza (m)

S = Densidad relativa de las rocas referida al agua

i = Pendiente del talud en tanto por uno

3.10.3 Sistema de Control y Monitoreo

En conformidad con el tipo de captación, se evaluará el sistema de medición y control propuesto, el diseño y funciones de los dispositivos de medición, frecuencia de los registros, y variable mínimas a controlar.

⁴⁹ Ver expediente técnico aprobado por la DGA de la Bocatoma del Canal Teno-Chimbarongo, altura ruta 5 Sur, Endesa

3.10.4 Diseño de Otras Especialidades

3.10.4.1 Especialidades a Considerar

Como se ha indicado en la Guía de Presentación de Proyectos de Bocatomas, en conformidad con el tipo de proyecto y la complejidad del mismo, se incluirán los estudios de otras especialidades que complementan el diseño. En forma general y sin ser excluyente, las más recurrentes en proyectos de bocatomas son:

- Diseño Estructural.
- Diseño Mecánico.
- Proyecto Eléctrico.

En la Tabla 1 se presentaron los casos en los cuales aplica solicitar obligatoriamente cada uno de estos estudios.

3.10.4.2 Diseño Estructural

Para todos los elementos que requieran cálculo estructural, se deberá acompañar una memoria que incluya, cuando corresponda:

- Normas a aplicar.
- Bases de Cálculo.
- Cálculo estructural de elementos de hormigón.
- Cálculo de flotación.
- Cálculo de subpresiones.
- Cálculos de estabilidad general en muros

Los casos de estructuras especiales deberán ser tratados en extenso en el documento y basado en las otras especialidades concurrentes.

3.10.4.3 Diseño Mecánico

En los casos que se incluyan elementos metálicos, tales como compuertas, rejillas, puente grúa, canoas, entre otras, el proyecto debe acompañar la justificación de las dimensiones y calidades de los componentes. En los casos de proyectos simples, se podrá incluir dentro del mismo anexo estructural.

Si el proyecto incluye componentes mecánicos prefabricados, se deberá exigir la memoria de cálculo correspondiente del fabricante.

3.10.4.4 Proyecto Eléctrico

Las obras que incluyan componentes que deban ser energizados, deberán incluir un proyecto eléctrico. A modo general se describen los elementos que requiere este estudio:

- Suministro eléctrico.
- Fuerza y Alumbrado.
- Instrumentación y Control

El proyecto eléctrico que es parte anexa al diseño de la bocatoma, contendrá una Memoria con sus cálculos, especificaciones técnicas y planos.

3.11 Especificaciones Técnicas

3.11.1 Especificaciones Técnicas Generales

Para el caso de proyectos mayores, con la concurrencia de distintas especialidades, deberá considerarse la presentación de una Especificaciones Técnicas Generales.

El Técnico de la DGA deberá decidir si aplica al tamaño del proyecto, condensar la forma de construir la bocatoma exclusivamente en las Especificaciones Técnicas Especiales.

El documento tendrá que explicar en forma general y genérica la forma de abordar la obra en cuanto a procedimientos administrativos, tipo y calidad de materiales, procedimientos constructivos, relaciones de medición de partidas, etc.

La estructura la definirá el especialista y como componentes básicos, en función de la obra proyectada, se indican una serie de capítulo en la Guía de Presentación de Proyectos de Bocatomas.

3.11.2 Especificaciones Técnicas Especiales

Estas especificaciones harán referencia a las obras y partidas a ejecutar. Tendrán el suficiente grado de detalle que permita al ejecutante materializar el proyecto de acuerdo a las condiciones de terreno existentes y las cantidades de obras que se deriven.

Se revisará la inclusión de los siguientes capítulos:

- Resumen de las obras a ejecutar.
- Disposiciones generales: Características de la obra, condiciones de terreno, replanteo.
- Descripción detallada por partida: Materiales, dimensiones, procedimiento constructivo. Unidad de medida y pago.

Se deberá observar que esté incluido en el método constructivo, los mecanismos de manejo de las aguas para poder ejecutar la obra: Desvíos, ataguías, agotamiento, etc.

En este mismo sentido, se debe asegurar que se mantenga el escurrimiento normal de las aguas durante la construcción.

3.12 Cronograma

Revisar la inclusión de un cronograma del desarrollo de la obra indicando el plazo total estimado y el rango estacional del mismo. El formato es libre y se aceptará el uso de una carta Gantt dado la fácil y cómoda visualización de las actividades definidas.

En el caso de obras de mayor riesgo, debe indicarse la ruta crítica y los períodos estacionales de construcción de las obras.

3.13 Planos de Proyecto

3.13.1 Consideraciones Generales

Se revisará que todos los planos tengan en la viñeta la indicación de la versión, para lo cual se recurrirá a la siguiente denominación:

- Edición A: Presentación inicial a ingresar a DGA
- Edición B y posteriores: Planos corregidos de acuerdo a las observaciones de la DGA
- Edición 0: Edición final de planos, válida para construcción.

3.13.2 Planos Cartográficos

Si el análisis hidrológico requiere de la delimitación de cuencas y cálculo de parámetros fisiográficos, es obligatorio exigir la inclusión de planos cartográficos, a escala y nivel de detalles adecuados, que justifiquen las delimitaciones de cuencas y los parámetros fisiográficos estimados.

3.13.3 Planos de Proyecto

3.13.3.1 Planos Generales

Los planos de la modelación hidráulica, además de lo indicado en el capítulo correspondiente a la Topografía, deben incluir:

Planta:

- Plano a escala adecuada con las líneas del eje hidráulico de los caudales para los períodos de retorno y probabilidades de excedencia estudiados. Se debe indicar el eje adoptado y los perfiles transversales.
- Grilla georeferenciada al datum de la topografía.
- Curvas de nivel y elementos presentes en el terreno.
- Cuadro de Puntos de Referencia georeferenciados y enlazados a la red geodésica nacional.
- Simbología.
- Plano de ubicación.

El Perfil Longitudinal incluirá:

- Cotas de fondo del lecho.
- Cotas de nivel o pelo de agua para los caudales calculados y de diseño.
- Cotas de ribera izquierda y derecha.
- Cotas de fundación.
- Cotas de Coronamiento.
- Cotas de Revancha.
- Cotas de socavación general.
- Diagrama de curvatura

Los Perfiles Transversales, por su parte, deben incorporar:

- Niveles de agua para los caudales modelados y de diseño.
- Socavación general y local.

Todos los planos deben presentarse en formato A1 con nivel de detalle suficiente para su correcta visualización en impresión reducida al 50%, formato A3.

3.13.3.2 Planos de Detalle

Los planos de detalles dependerán del tipo de obra y sus componentes. En forma general y no excluyente, se exigirán:

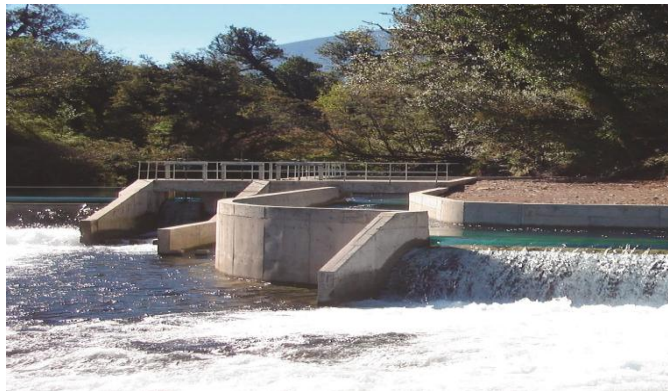
- Plantas de las obras con indicación de una cantidad suficiente de cortes que permitan su comprensión total. Debe señalarse no solo las medidas de los elementos sino que además, las cotas geográficas. Debe incluirse en estos planos las Especificaciones Constructivas Generales
- Cortes transversales de acuerdo a los indicados en las plantas.
- Detalles especiales (anclajes, umbrales, transiciones, pedraplenes, etc.).
- Planos estructurales con la indicación de las enfierraduras, juntas, elementos metálicos con dimensiones y anotaciones, etc.
- Planos de especialidad: Eléctricos, mecánicos, etc.

Al igual que con los Planos Generales, todos las láminas se exigirán en formato A1 con nivel de detalle suficiente para su correcta visualización en impresión reducida al 50%, formato A3.

3.14 Referencias

- (18) *Balance Hídrico de Chile. MOP-DGA, 1987.*
- (19) *Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 días, DGA, 1994.*
- (20) *Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Fluviométrica. S.E.B. N°4, DGA, 1995.*
- (21) *Manual de Normas y Procedimientos Administrativos para la Administración de Recursos Hídricos. S.I.T. N°156, DGA, 2008.*
- (22) *Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia para la zona centro sur de Chile”, Programa Hidrológico Internacional, PHI-VI, Documento Técnico N°7, 2009.*
- (23) *Uso de Enrocados en Obras Hidráulicas. L. Alvarado. 5ta. Serie, N°8, 1985.*
- (24) *Manual de Carreteras, Volumen 2 y 3. MOP, Ed. 2012*
- (25) *Términos de Referencia Generales para Estudios de Inundación. Documento de Trabajo, DOH. Sin fecha*
- (26) *Modelación Numérica en Ríos en Régimen Permanente y Variable. Bladé, Sánchez, Niñerola y Gómez. Ediciones UPC, 2009*
- (27) *Hec-Ras. River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Versión 4.1, US Army Corps. 2010*
- (28) *Manual de Diseño de Obras Hidráulicas. Autoridad Nacional del Agua. Lima 2010*
- (29) *Planning of Water Intake Structures for Irrigations or Hydropower. Lauterjung, 1989*
- (30) *Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras. Horacio Mery, 2013*
- (31) *Hidráulica de Canales Abiertos. Ven Te Chow, 1959*
- (32) *Hidrología para Ingenieros. Linsley, Kohler y Paulhus. N.Y., 1977*
- (33) *Diseño de Presas Pequeñas. USBR, 1977*
- (34) *Aplicación del Método de Lischtvan y Levediev al Cálculo de la Erosión General. Schreider y ot. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XVI, 2001*
- (35) *Apuntes de Hidráulica II. Cruz, U. Cat. Maule, 2008*

VOLUMEN 4 RECEPCIÓN DE OBRAS



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPTO. DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

4. Objetivo de la Guía

El objetivo de la presente Guía es entregar las indicaciones mínimas que debe tener presente el Titular del proyecto para solicitar la recepción de las obras de bocatomas.

4.1 Recomendación General

El desarrollo de esta Guía está fundamentado en la necesidad de disponer de un apoyo que permita la aplicación adecuada de las exigencias normativas y técnicas vigentes. Se basa en la experiencia acumulada por la Dirección General de Aguas en la recepción de obras de este tipo de proyectos.

4.2 Tramitación de Recepción de la Obra de Bocatoma

4.3 Proceso de Recepción de Obras Construidas

El proceso de recepción de las obras se iniciará desde la comunicación de inicio de obras y término de ellas e ingreso del Informe de Construcción. Previamente se deberá contar con un proyecto aprobado y autorizado para su construcción.

Existen proyectos de bocatomas que forman parte de un estudio mayor o con tipos de obras que corresponden a otras autorizaciones sectoriales: Obras mayores (Art. 294 del Código de Aguas) y Obras de Modificaciones de Cauces Naturales y Artificiales (Art. 41 y 171 del Código de Aguas). En estos casos se procederá del siguiente modo:

- **Caso 1:** El proyecto es parte de una Obra Mayor

Será aplicable el Título V del Decreto MOP N°50 del 13 de enero de 2015 y vigente desde el 19 de diciembre de 2015.

- **Caso 2:** El proyecto no es parte de una Obra Mayor

Se procederá de acuerdo a lo señalado en los puntos siguientes.

En forma general, este proceso se muestra en el siguiente diagrama:

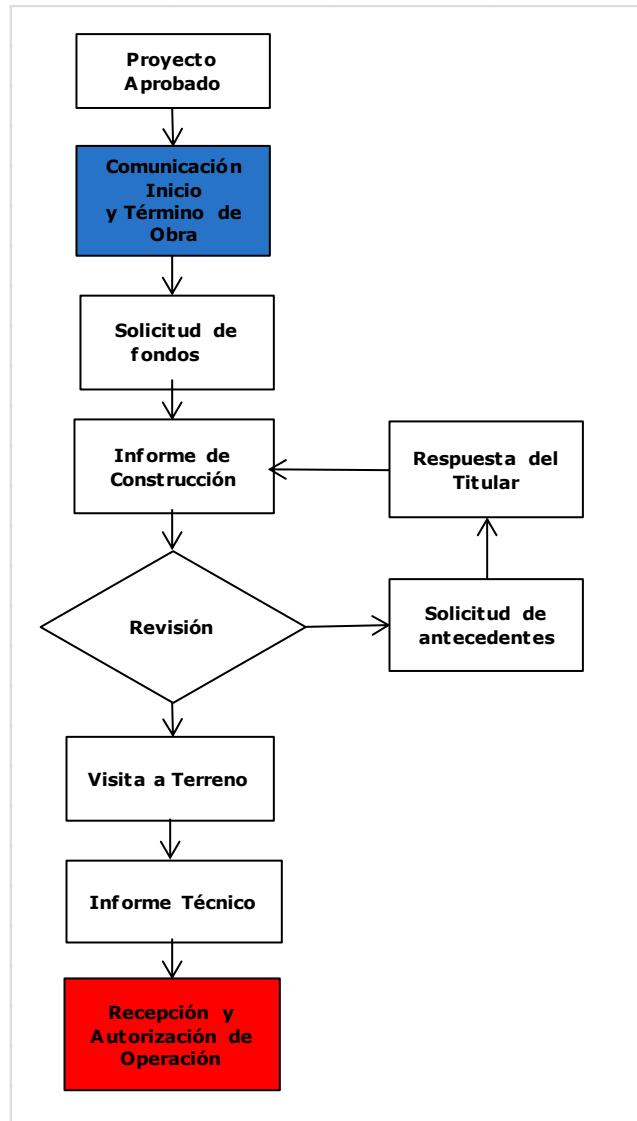


Fig.1: Proceso de solicitud de Recepción de Obra

4.4 Autorización de Construcción de Bocatoma

La autorización de construcción de la obra está contenida en la Resolución que aprueba el proyecto presentado. Por tal razón, todos los documentos que se ingresen deben hacer referencia a la Resolución y además, al código o número del expediente DGA.

Se recomienda incorporar copia simple de la Resolución Exenta que aprueba el proyecto y autoriza la construcción.

4.5 Procedimiento Administrativo

Como se indica en la Fig.1, debe comunicarse el inicio y término de la obra, siendo ésta última la que deberá acompañar el Informe de Construcción.

Quedará a decisión de la DGA efectuar inspecciones parciales a la obra, para lo cual el Titular deberá otorgar todas las facilidades necesarias para su cometido.

Si a criterio de la DGA se necesitara más información concerniente al desarrollo y término de la obra, será solicitado al Titular del proyecto mediante Oficio e informándole el plazo que dispone para dar cumplimiento.

Del mismo, se podrá solicitar antecedentes que a juicio del Técnico de la DGA sea relevante de incorporar al Informe de Construcción. El Plazo será informado mediante comunicación escrita por parte de la DGA.

Luego de las revisiones administrativas y de terreno correspondientes, se procederá a recibir la obra y autorizar la operación de las mismas, para lo cual debe cumplirse lo siguiente:

- Se ha dado cabal cumplimiento al procedimiento administrativo descrito en la presente Guía.
- La obra se ejecutó de acuerdo al proyecto aprobado y autorizado a construir.
- La calidad de la obra corresponde al estándar señalado en el proyecto técnico.
- Las modificaciones, si las hubiere, son calificadas por la DGA como menores y que no cambian la naturaleza del proyecto.

Si las obras merecieren reparos, la DGA ordenará al Titular la ejecución de modificaciones u obras complementarias que determine, dentro del plazo legal que fijará para tal efecto.

En los casos que la obra ha sido modificada y genera cambios sustanciales con respecto a lo autorizado, la DGA procederá a evaluar si se autoriza la operación de la bocatoma o se deberá presentar un nuevo proyecto. En cualquier caso, el Titular deberá tener presente que no se podrá menoscabar la esencia de los niveles de seguridad del proyecto aprobado.

La aprobación es formalizada mediante acto administrativo en el cual se aprueban las obras construidas y se autoriza su operación.

4.6 Documentación Requerida para Solicitar la Recepción de la Obra

4.7 Ingreso Formal de la Documentación

La entrega de la documentación por Oficina de Partes del Nivel Central, Región o Provincia de la DGA; deberá ser efectuada en dos ejemplares en papel (carpeta) más una copia en archivo digital.

Las carpetas deberán estar completas con la información exigida (Capítulo 4.2) y solo se dará curso a la solicitud de recepción de obras si todos los antecedentes indicados están completos. A la documentación completa se le denominará “Informe de Construcción”.

4.8 Informe de Construcción


El Informe de Construcción deberá contener los siguientes antecedentes:

Tabla 1
Informe de Construcción

Ítem	Documento	Descripción
1.0	Carta de Solicitud de Recepción	Carta "Solicitud de Recepción de Obras", firmado y timbrado por el Representante Legal, si aplica, por quien solicita la recepción de la obra.
2.0	Antecedentes Generales de la Obra	Ficha con formato DGA "Antecedentes Generales de la Obra" se deberá llenar los campos indicados. Anexo 1
3.0	Fotografía General de la Obra	Set de 4 fotografías generales y representativas de la obra terminada con breve leyenda y fecha. Anexo 2
4.0	Mapa de Ubicación	Lamina Satelital o Aérea de la Ubicación de la Obra con las vías de acceso
5.0	Especificaciones Técnicas Generales (ETG)	Copia de las Especificaciones Técnicas Generales de la Obra Aprobada y firmada por las Partes (Titular y Empresa Constructora).
6.0	Especificaciones Técnicas Particulares (ETP)	De existir nuevas ETP o modificaciones a las mismas, acompañar copia de las Especificaciones Técnicas Particulares de la Obra Aprobada y firmada por las Partes (Titular y Empresa Constructora). Debe incluir anexos de modificaciones a Materiales, Dosificaciones entre otros.
7.0	Planos As Built	Planos As-Built completo de la obra, firmado y timbrado (Titular y Empresa Constructora) en original y formato A1.
8.0	Registro Fotográfico	Registro Fotográfico de todas las etapas constructivas de la obra.
9.0	Informes parciales de Inspección Técnica	Copia de todos los informes parciales emitidos por la Inspección Técnica, firmada por el Titular. A esta categoría de documento corresponde el Libro de Obra.
10.0	Informe Final de Inspección Técnica	Copia del Informe final y de Cierre Emitido por la Inspección Técnica, firmada y timbrada por el Titular.
11.0	Certificados de Calidad de Materiales Atizados	Copia de Certificados de Calidad de los Materiales ocupados en la obra, así como también certificados de calibración de los Instrumentos de Control que serán ocupados para el control y captura de datos de la obra si procede.
12.0	Ensayos y/o Pruebas de Laboratorios	Informes de Ensayos y/o pruebas de laboratorio realizados previo y durante la construcción de la obra
13.0	Control y Monitoreo	Sistema de control y monitoreo del caudal captado. Sección de aforo con las curvas de descarga, sensores de nivel, macromedidores, etc.
14.0	Declaración Jurada Simple de Fiel Cumplimiento de las ETG y ETP	Declaración Jurada simple firmada y timbrada por el representante legal del Titular de la obra ⁵⁰ .

⁵⁰ La DGA podrá aceptar que el documento correspondiente al Ítem 2.0, debidamente firmado, reemplace a la Declaración Jurada Simple

El documento “Antecedentes Generales de la Obra” deberá ser llenado por el peticionario de acuerdo a lo indicado en el Anexo 1 de la presente Guía y suscribirlo en carácter de Declaración Jurada Simple de responsabilidad y veracidad de lo informado, para solicitar la recepción de las obras que conforman el proyecto.

	SOLICITUD DE RECEPCION DE OBRAS		
	ANTECEDENTES GENERALES DE LA OBRA		
Dirección Regional :		Fecha Termino de la Obra	
		Fecha Presentacion Doc.	
1. ANTECEDENTES TITULAR DEL PROYECTO			
RUT		Nombre o Razon Social	
Telefono	E-mail	Sitio Web	
Dirección	Comuna	Region	
2. REPRESENTANTE LEGAL			
Nombre Rep. Legal		RUT	
Telefono	E-mail	Profesion	
Dirección	Comuna	Region	
3. ANTECEDENTES EMPRESA CONSTRUCTORA			
RUT		Razon Social	
Telefono	E-mail	Sitio Web	
Dirección	Comuna	Region	
4. ANTECEDENTES DE LA OBRA			
Nombre de la Obra			
Tipo de Obra (Bocatoma, Intervencion de Cauce)			
Comuna	Provincia	Region	
Ubicación Física (sectores cercanos, referencia		Accesos (caminos de acceso, referencia como llegar)	
Georeferencia de la Obra (UTM)			
Huso :	Datum :	Coord. N :	Coord. E :
Cota :		m.s.n.m.	
		Nombre y Firma Representante Legal	
		Firma :	
		Nombre :	

4.9 Anexos

ANEXO 1

LLENADO DE FORMULARIO ANTECEDENTES GENERALES DE LA OBRA

Este formulario debe ser firmado por el mismo Titular del Proyecto Técnico aprobado por la DGA mediante Resolución.

a) Presentación:


	SOLICITUD DE RECEPCION DE OBRAS ANTECEDENTE GENERALES DE LA OBRA		
	Dirección Regional :	Fecha Termino de la Obra	
		Fecha Presentacion Doc.	

Diagram illustrating the form structure with numbered callouts:

- 1**: Points to the "Dirección Regional" field.
- 2**: Points to the "Fecha Termino de la Obra" field.
- 3**: Points to the "Fecha Presentacion Doc." field.

1. **Dirección Regional:** A la cual administrativamente pertenece la obra.
2. **Fecha Termino de la Obra:** Fecha efectiva de término de construcción de la obra.
3. **Fecha Presentación de Documentos:** Fecha en curso, en que se llena el formulario.

b) Antecedentes del Titular del Proyecto:

Corresponden a los datos de la casa matriz de la empresa o titular mandante de la obra.

1. ANTECEDENTES TITULAR DEL PROYECTO									
RUT					Nombre o Razon Social				
Telefono		E-mail			Sitio Web				

Diagram illustrating the form structure with numbered callouts:

- 1**: Points to the RUT field.
- 2**: Points to the Nombre o Razon Social field.
- 3**: Points to the Telefono field.
- 4**: Points to the E-mail field.
- 5**: Points to the Sitio Web field.

- 1. RUT/RUN:** Corresponde al RUT/RUN de la empresa mandante. El Rol Único Nacional, conocido también por el acrónimo RUN, es el número identificador único e irreplicable que posee todo chileno, resida o no en Chile y también de todos los extranjeros que permanezcan en Chile, de manera temporal o definitiva. Las personas jurídicas (empresas, organismos, etc.) cuentan con un número de identificación similar, el Rol Único Tributario (RUT), el que es asignado por SII a solicitud del interesado.
- 2. Nombre o Razón Social:** Es la denominación por la cual se conoce colectivamente a la empresa mandante. Se trata de un nombre oficial y legal que aparece en la documentación que permitió constituir a la persona jurídica en cuestión. Se aplicará también para las personas naturales.
- 3. Teléfono:** Número telefónico de contacto de la empresa mandante o titular de la obra.
- 4. E-mail:** Dirección de correo electrónico de contacto de la empresa mandante o titular de la obra.
- 5. Sitio web:** Página web de la empresa mandante o titular de la obra, si la tuviere.

Dirección	Comuna	Región

The diagram illustrates a table with three columns: 'Dirección', 'Comuna', and 'Región'. Below each column, there is a red box containing a number (6, 7, and 8 respectively) with a red arrow pointing upwards to the corresponding cell in the table.

- 6. Dirección:** Ubicación de la casa matriz; indicando si aplica: calle, numeración, oficina, piso.
- 7. Comuna:** Comuna en que se encuentra la casa matriz de la empresa mandante o titular de la obra.
- 8. Región:** Región del país se encuentra las oficinas de la empresa mandante o titular de la obra.

c) Representante Legal: Se refiere a los datos del representante legal; la representación legal es una facultad que una persona (física o jurídica) otorga a otra para obrar en su nombre. Dicha representación puede ser legal (como el caso de un tutor) o surgir por voluntad privada de las partes.

2. REPRESENTANTE LEGAL									
Nombre Rep. Legal					RUT				
Telefono			E-mail			Profesion			

1. **Nombre del Representante Legal:** Se refiere al nombre de la persona que representa legalmente a la empresa o titular de las obra
2. **RUT/RUN:** Es el RUT o RUN del representante legal. El Rol Único Nacional, conocido también por el acrónimo RUN, es el número identificador único e irrepetible que posee todo chileno resida o no en Chile y también de todos los extranjeros que permanezcan en Chile, de manera temporal o definitiva. Las personas jurídicas (empresas, organismos, etc.) cuentan con un número de identificación similar, el Rol Único Tributario (RUT), el que es asignado por SII a solicitud del interesado.
3. **Teléfono:** Teléfono de contacto del representante legal
4. **E-mail:** Dirección de correo electrónico de contacto
5. **Profesión:** Se refiere a la profesión que tiene el representante legal o un oficio de este

Direccion	Comuna	Region

6. **Dirección :** Ubicación del representante legal, indicando si aplica : calle, numeración, oficina, piso
7. **Comuna:** Comuna en que se encuentra la dirección del representante legal de la empresa.
8. **Región:** Región del país donde se encuentra la dirección del representante legal de la empresa.

d) Antecedentes Empresa Constructora

3. ANTECEDENTES EMPRESA CONSTRUCTORA									
RUT					Razon Social				
					—				
Telefono			E-mail				Sitio Web		

1. **RUT/RUN:** Corresponde al RUT/RUN de la empresa encargada de la construcción de la obra. El Rol Único Nacional, conocido también por el acrónimo RUN, es el número identificador único e irrepetible que posee todo chileno, resida o no en Chile y también de todos los extranjeros que permanezcan en Chile, de manera temporal o definitiva. Las personas jurídicas (empresas, organismos, etc.) cuentan con un número de identificación similar, el Rol Único Tributario (RUT), el que es asignado por SII a solicitud del interesado.
2. **Razón social:** Es la denominación por la cual se conoce colectivamente a la empresa onstructora. Se trata de un nombre oficial y legal que aparece en la documentación que permitió constituir a la persona jurídica en cuestión.
3. **Teléfono:** Número telefónico de contacto de la empresa constructora.
4. **E-mail:** Dirección de correo electrónico de contacto de la empresa constructora.
5. **Sitio web:** Página web de la empresa constructora, si la tuviere.

Direccion	Comuna	Region

6. **Dirección:** Ubicación de la casa matriz; indicando si aplica: calle, numeración, oficina, piso.
7. **Comuna:** Comuna en que se encuentra la casa matriz de la empresa constructora.
8. **Región:** Región del país se encuentra las oficinas de la empresa constructora.

e) Antecedentes de la Obra

4. ANTECEDENTES DE LA OBRA		
Nombre de la Obra		
Tipo de Obra (Bocatoma, Intervencion de Cauce)		
Comuna	Provincia	Region

1 2
3 4 5

1. **Nombre de la Obra:** Se refiere al Nombre identificador de la obra presentada en DGA y demás organismos dependientes o fiscalizadores.
2. **Tipo de Obra:** De Acuerdo a lo estipulado en la introducción, aquí de deberá identificar la obra según definiciones de la DGA, descritas en el código de aguas, en los artículos 151 o bien; 41 y 171.
3. **Comuna:** Identificar la comuna en que se encuentra construida la obra presentada.
4. **Provincia:** Aquí se identifica la Provincia a la cual pertenece la comuna donde se emplaza la obra.
5. **Región:** Región del país se encuentra la obra.

Ubicación Física (sectores cercanos, referencia	Accesos (caminos de acceso, referencia como llegar)
--	--

6 7

6. **Ubicación Física:** Aquí se dan las indicaciones de lugares cercanos a la obra; ya sean poblados, ríos, canales, entre otros, que sirvan como guía de ubicación de la obra, se refiere a una descripción de cómo acceder a la obra.
7. **Accesos:** Llenar este campo con indicaciones de acceso especiales, caminos, sendas u otro. Las principales vías de acceso por las cuales se llega a la obra, ya sean caminos públicos o privados.

Georeferencia de la Obra			
Huso :	Datum :	Coord. N :	Coord. E :
Cota :		m.s.n.m.	

Diagram illustrating the mapping of data fields to numbered boxes:

- Box 1 points to the 'Huso' field.
- Box 2 points to the 'Datum' field.
- Box 3 points to the 'Coord. N' field.
- Box 4 points to the 'Coord. E' field.
- Box 5 points to the 'Cota' field.


- Huso:** Son franjas verticales que cruzan la tierra en dirección Norte-Sur y van de polo a polo. En Chile aplican los números 18 y 19 (Ver figura 1). Entre las regiones de XV (Arica y Parinacota) y Zona Central (V Región y Región Metropolitana) aplica solamente el Huso 19. En la VI Región se puede empezar a observar sobre el territorio nacional el Huso 18 y 19, entre las regiones VII a XII están ambos Husos sobre el territorio nacional.

Figura 1
“Vista general Husos 18-19 correspondientes a Chile”

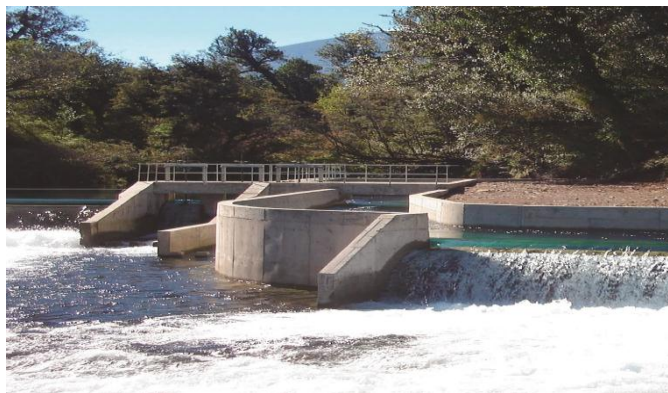


2. **Datum:** Es un sistema de medida que utiliza las coordenadas Norte y Este referenciadas a UTM, adaptando las medidas reales de la tierra a un elipsoide referencial. Se deberá usar el WGS84.
3. **Coordenada Norte (N):** Se compone de 7 cifras porque se escribe en millones, excepto su origen que tiene 8 números. Tiene su Origen en la línea del Ecuador, latitud 0º, que corresponde al valor 10.000.000 m. disminuyendo hacia los polos.
4. **Coordenada Este (E):** se compone de 6 cifras porque se escribe en miles, excepto su origen que tiene 8 números. Tiene su origen en el Meridiano Central del Huso y su valor corresponde a 500.000 m aumentando hacia la derecha del Meridiano Central y disminuyendo hacia la izquierda del Meridiano Central. Chile Continental está cubierto por 2 husos o zonas, el huso 18 corresponde al meridiano central 75º W y el huso 19 corresponde al meridiano central 69º W.
5. **Cota (m.s.n.m):** Indica la altura de un punto sobre el nivel del mar.

ANEXO 2
FORMULARIO DE PRESENTACION DE FOTOGRAFIAS

	SOLICITUD DE RECEPCION DE OBRAS		
	REGISTRO FOTOGRAFICO GENERAL		
Dirección Regional :		Fecha Termino de la Obra	
		Fecha Presentación Doc.	
1. ANTECEDENTES DE LA OBRA			
Nombre de la Obra			
Tipo de Obra (Bocatoma, Intervención de Cauce, etc.)			
2. Registro Fotografico			
Fotografía N° 1		Fotografía N° 2	
Descripción :		Descripción :	
Fotografía N° 3		Fotografía N° 4	
Descripción :		Descripción :	

VOLUMEN 5 GUIA TECNICA DE APOYO A LA RECEPCION FISICA PROYECTOS DE BOCATOMAS Y MODIFICACION DE CAUCES



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DEPTO. DE ADMINIST. DE RECURSOS HIDRICOS**

5. Objetivo de la Guía

La presente Guía tiene como objetivo entregar elementos técnicos generales de construcción para que el Profesional de la DGA realice la inspección de las obras. De esta forma, sobre la base de elementos objetivos, se podrá otorgar la aprobación de las obras, si procede.

Esta ayuda técnica permite unificar criterios de revisión y fijar los parámetros de control y observación que deberá tener presente el funcionario encargado de realizar la visita a terreno.

5.1 Alcances

Esta Guía se enfoca a la revisión y recepción de dos tipos generales de obras hidráulicas: Bocatomas e Intervención de Cauces, según se contemplan en el Código de Aguas de la República de Chile, en los artículos 151, para la primera de ellas, y en los artículos 41 y 171, para la segunda obra contemplada.

Los tipos específicos de obras se detallan en las Guías de presentación y revisión correspondientes.

5.2 Inspección Técnica de Recepción de Obras

5.3 Previo a la Visita de Inspección

Los antecedentes y elementos que el funcionario de la DGA deberá tener al momento de realizar la visita a terreno y a fin de dar curso a la recepción de la obra, son los siguientes:

- Identificación
- Elementos de seguridad (ropa y zapatos de seguridad, casco, chaqueta que identifique al personal del Servicio)
- Formulario de fiscalización de obras (Anexo 1)
- Cinta de medir metálica de 10 mts.
- Cinta de medir de 30 metros u Odómetro de Rueda
- Nivel de Mano de 1 mts.
- Nivel de Mano de 30 cms.
- Cámara Fotográfica
- GPS
- Pie de metro
- Binoculares
- Informe de Construcción⁵¹

Si a criterio de la DGA se requieren otros elementos y/o antecedentes, deben ser solicitados en forma previa a la visita técnica. Del mismo modo, puede no ser necesario disponer de la totalidad de elementos del listado anterior.

⁵¹ De acuerdo a lo exigido en Guía de Solicitud de Recepción de Obras

5.4 Partidas Generales a Inspeccionar

5.4.1 Partidas a Inspeccionar

Dada la gran variedad de obras, tanto de bocatomas como de modificación de cauces, se han agrupado las partidas que deben ser inspeccionadas por el funcionario de la DGA.

- Movimiento de Tierra
- Obras de Hormigón
- Estructuras Metálicas
- Obras de Defensa Fluvial
- Compuertas
- Elementos Mecánicos

De acuerdo al tipo de obras, se seleccionarán las que correspondan al proyecto que se somete a recepción. Del mismo modo, existirán otras partidas no detalladas en la presente Guía y que deben ser tomadas en cuenta al momento de la revisión de los componentes de las obras.

Se debe tener muy presente cuales son las obras específicas a recibir, ya que es habitual, especialmente en las modificaciones de cauces, que el proyecto aprobado por la DGA sea tan solo una parte de una obra mayor en la cual el Servicio no tiene competencias⁵².

El estándar técnico mínimo a exigir será el establecido en los documentos del proyecto: Memoria, Especificaciones técnicas y Planos.

⁵² Se recomienda recurrir a la Resolución de aprobación del proyecto para identificar las obras de competencia de la DGA

5.4.2 Movimiento de Tierras

El profesional de la DGA deberá realizar una inspección visual de las obras de movimiento de tierra: Talud en cortes del terreno natural, taludes artificiales, rellenos simples y estructurales⁵³, destino y acopio de los excedentes.

También deberán realizarse las comprobaciones de las dimensiones geométricas (largos, alturas, pendientes, coronamientos, etc.), todo ello con el fin de verificar que lo informado en los planos As-built⁵⁴ y en las especificaciones técnicas (ET); este de acuerdo a lo existente en terreno.

Una vez realizada esta inspección, se procederá a llenar el Formulario de Fiscalización de Obras en el Item correspondiente.

⁵³ Con exigencia de grados de compactación. Por ejemplo, 95% de la DMCS o Proctor Modificado. Una apreciación sobre el relleno y su grado de compactación es la resistencia al punzonamiento (realizarlo con un clavo)

⁵⁴ Conocido también como “Plano de Construcción”

5.4.3 Obras de Hormigón

Estas obras incluyen generalmente las partidas de Hormigón, Enfierradura y Moldaje⁵⁵. Se observará lo siguiente:

- Dimensiones generales: Geometría de los elementos tales como largos, anchos y alturas.
- Dimensiones específicas: Espesor de muros, losas y radier; y todo elemento.
- Calidad del hormigón: No debe aceptarse enfierraduras expuestas, nidos de piedras, fisuras o grietas, hormigón disgregado, cambio de color superficial, entre otros aspectos del material.



Fig.1: Ejemplos de fisuras y nidos en el hormigón

⁵⁵ Bocatomas de hormigón, estructura de elevaciones mecánicas, canales revestidos, abovedamientos con cajones y alcantarillas circulares, machones de atravesio, puentes-losas, etc.

5.4.4 Estructuras Metálicas

A las estructuras metálicas tales como: Canoas, pasarelas, escaleras, barandas, plataformas, torres de mantención, torres de medición, casetas, etc.; se deberá realizar una inspección visual, en la cual se tendrá presente las siguientes indicaciones:

- Todas las estructuras metálicas expuestas deberán tener protección para evitar corrosión.
- Las soldaduras deberán verse continuas y limpias.
- Las uniones apernadas no podrán tener elementos faltantes.
- Deberá verificarse la rigidez de barandas pasamanos.
- Verificar accesos fáciles y seguros a plataformas de control y mantención.
- Verificar la correcta sujeción de parrillas de piso.
- Se deberá realizar una inspección de las dimensiones de los principales componentes de cada estructura metálica que forme parte de la obra. Estas mediciones deberán estar en concordancia con las Especificaciones Técnicas y Planos entregados por el Titular del proyecto. Las principales dimensiones para perfiles y/o vigas son: espesor, y sección de este.

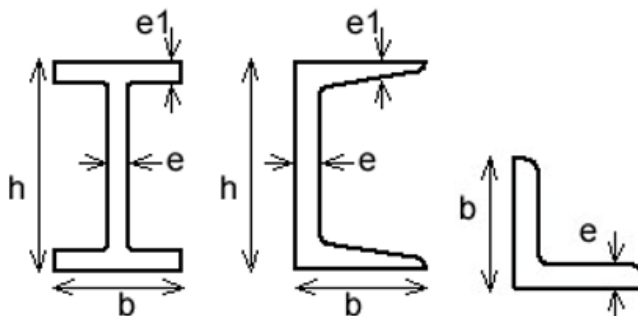


Fig.2: Ejemplos de secciones en perfiles T, Doble T y Ángulo

- Verificar altura de barandales pasamanos, secciones de plataformas (largo y ancho), etc.

5.4.5 Obras de Defensa Fluvial

Esta Sección de la inspección, se refiere a las obras de defensa fluvial que formen parte del proyecto de Bocatoma o de Modificación de Cauce, realizadas con gaviones, pedraplenes y enrocados.

Para ello el funcionario de la DGA deberá observar en forma general lo siguiente:

- Alineamiento de las defensas.
- Ubicación respecto de la obra. Inicio y fin de proyecto.
- Tamaño de las defensas. Medir dimensiones (diámetro) de las rocas características en defensas de escolleras y del relleno en estructuras de gaviones.



Fig.3: Defensa con Gaviones en Transición de Salida de Puente

- Calidad del material y colocación: Observar calidad de la roca y piedras de relleno (de acuerdo con las especificaciones, sanas y sin material orgánico). Verificar la correcta colocación de modo que esté lograda la trabazón exigida y distribución de tamaños.
- Observar la presencia de sellos de geotextil y filtro bajo la defensa, así como el correcto relleno⁵⁶ en las espaldas de las defensas.
- Los pedraplenes deben estar ejecutados con piedras del tamaño especificado y asentadas en mortero⁵⁷. Las caras planas de las piedras deben quedar hacia la superficie expuesta al agua y las canterías al mismo nivel.

5.4.6 Compuertas

Si bien las compuertas forman parte de las estructuras metálicas, se presenta en forma independiente por lo relevante en algunos tipos de obras, como las bocatomas.

Tal como se ha realizado en los casos anteriores, el funcionario de la DGA deberá realizar la inspección visual de las compuertas:

- Elementos señalados en el Capítulo 3.2.4.
- Funcionamiento del sistema de accionamiento: Manual, Mecánico, Hidráulico, etc.
- Dimensiones de los elementos principales, en especial del espesor de las planchas de cierre y perfiles metálicos de la estructura de la compuerta; así como el diámetro del vástago y volante.

⁵⁶ Dimensiones y compactación

⁵⁷ Se debe rechazar los morteros arenosos y/o mal fraguados, lo cual puede comprobarse al pasar un elemento metálico por la superficie y por marcar las canterías con fisuras en el contacto con las piedras

5.4.7 Elementos Mecánicos

Esencialmente este capítulo se refiere a los componentes mecánicos de captaciones por elevación mecánica. El funcionario DGA deberá inspeccionar lo siguiente:

- Correspondencia entre los equipos y líneas instaladas y los especificados en el proyecto.

En especial el o los equipos de bombeo deben corresponder en cuanto a marca, modelo y el punto de trabajo que indique la placa. Verificar al menos el diámetro de los impulsores⁵⁸, número de etapas⁵⁹, velocidad de giro⁶⁰, potencia del motor⁶¹.

En cuanto a los macromedidores, debe verificarse que cumplan con el proyecto y estén correctamente instalados. Comprobar con el certificado de calibración del fabricante⁶².

Se recomienda medir los diámetros de cañerías principales y los elementos de control: Válvulas.

- Verificar la potencia eléctrica instalada y que sea la declarada en el proyecto. Lo mismo rige para los equipos electrógenos.

5.5 Registros de la Inspección de Recepción

Para cada uno de los elementos y sus correspondientes partidas y que se han considerado relevantes en el proyecto; se deben dejar registros fotográficos. Especialmente se dejará evidencia fotográfica de lo que no cumpla con el proyecto y sus especificaciones.

Luego de lo anterior y realizadas todas las inspecciones visuales y comprobaciones de las dimensiones geométricas de elementos, se procederá al llenado del Formulario de Fiscalización para Recepción de Obras (Ver Anexo 1). Este Formulario, junto al registro fotográfico, pasará a formar parte del Informe Técnico que debe emitir el funcionario de la DGA.

⁵⁸ Bombas centrífugas horizontales

⁵⁹ Bombas sumergidas

⁶⁰ Una misma bomba puede tener dos velocidades de giro, generalmente 1450 y 2900 rpm, lo que determina distintos puntos de operación

⁶¹ Está indicado en la placa de la bomba y en los certificados de prueba de las mismas. Ver Guía de Revisión de Proyectos de Bocatomas para mayor comprensión


⁶² Para mayor detalle técnico ver:

- “Cartilla Informativa de Control de Extracciones de Aguas Subterráneas Grandes Usuarios de Regiones del Norte”, Fiscalización DGA.
- “Guía de Control de Extracciones para diferentes Usuarios”, SIT 268, DGA 2011

5.6 Anexos

ANEXO 1

FORMULARIO DE FISCALIZACION
PARA RECEPCION DE OBRAS

	FORMULARIO FISCALIZACION RECEPCION DE OBRAS			Página 1 de 2		
				Código :		
	Dirección Regional :		Fecha Término de la Obra			
			Fecha Recepción In Situ			
1. ANTECEDENTES DE LA OBRA						
Nombre de la Obra						
Tipo de Obra (Bocatoma, Intervención de Cauce)						
Comuna		Provincia	Región			
Georeferencia de la Obra (WGS 84)						
Huso :	Datum :	Coord. N :	Coord. E :			
Cota :		m.s.n.m.				
2. OBSERVACIONES GENERALES						
				Conformidad		
Item	Descripción	Revisión	Si	No	NA	Observaciones
2.1	Movimientos de Tierra	¿Los rellenos se ven compactados y firmes?				
		¿Las superficies se encuentran peinadas y lisas?				
		¿Existen escombros visibles y no retirados?				
		¿Existen lotes de tierra no retirada y/o reubicada?				
		¿Se visualizan excavaciones no contempladas?				
		¿Se Observan Acopios que interrumpan el cauce?				
		Otros.....				
2.2	Hormigones	¿Existen poros en la superficie del hormigon ?				
		¿Se visualiza enfierraduras del hormigon al aire?				
		¿Las superficies verticales se encuentran a plomo?				
		¿Las superficies horizontales se encuentran a nivel?				
		¿Se visualizan nidos de piedra en la superficie?				
		¿Se visualizan grietas o fisuras en la superficie?				
		¿Las superficies se encuentran lisas y bien afinadas?				
2.3	Estructuras	¿Las estructuras metálicas están en su totalidad pintadas?				
		¿Se visualizan estructuras metálicas con oxidación?				
		¿Se visualizan soldaduras uniformes y continuas?				
		¿Las barandas y plataformas se encuentran firmes?				
		¿En las uniones apernadas, se visualiza falta de ellos?				
		¿Las superficies verticales se encuentran a plomo?				
		¿Las superficies horizontales se encuentran a nivel?				
Otros.....						
2.4	Pedraplenes o Enrocados y Gaviones	¿Los Gaviones se ven estructurados y uniformes?				
		¿Se observa tamaño regular de rocas?				
		¿Se visualiza buena compactación de pedraplenes?				
		¿Se observa vegetación inserta en los pedraplenes?				
		¿Se ven compactados los rellenos laterales?				
¿Se ven uniformes y contenidos los enrocados?						

						Página 2 de 2
2. OBSERVACIONES GENERALES (Continuacion)					Conformidad	
Item	Descripcion	Revisión	Si	No	NA	Observaciones
2.5	Compuertas, rejillas y mecanismos de control	¿Presenta filtración las compuertas cerradas?				
		¿Los accesos a operación se ven adecuados y seguros?				
		¿Se observan operativos los elementos móviles?				
		¿Se observa su correcta instalación?				
		¿Se ven filtraciones laterales a las compuertas, rejillas?				
		Otros.....				
3.COMPROBACIONES GENERALES						
3.COMPROBACIONES GENERALES					Conformidad	
Item	Descripcion	Revisión	Si	No	NA	Observaciones
3.1	Ubicación	¿Su ubicación geográfica corresponde a lo indicado?				
		¿La obra tiene todas las obras complementarias indicadas?				
		¿Los planos As-Built, corresponde a lo visto en terreno?				
3.2	Movimientos de Tierra	¿Los rellenos se encuentran compactados?				
		¿Los Taludes se encuentran con la pendiente indicada?				
3.3	Hormigones	¿Las medidas principales corresponde a lo indicado?				
		¿Corresponde el perfil geométrico a lo indicado?				
3.4	Estructuras	¿Las dimensiones de los perfiles son los indicados?				
		¿Las tuberías y/o Ductos tienen los diámetros informados?				
		¿Los tensores o colgantes, tienen los diámetros informados?				
		¿Las dimensiones de las Vigas son las indicadas				
		¿Los pernos de anclaje y sujeción son los indicados?				
		¿Las estructuras cuentan con protección antióxido?				
		¿La dimensión de de barandas es la indicada en planos?				
		¿La dimensión de plataformas es la indicada en planos?				
3.5	Pedraplenes o Enrocados y Gaviones	¿El Talud de los pedraplenes corresponde lo informado?				
		¿Los gaviones tienen la geometría indicada?				
		¿Su emplazamiento corresponde a lo indicado en planos?				
3.6	Compuertas y/o rejillas	¿Su geometría (largo/ancho), es la indicada?				
		¿La cantidad de compuertas son las indicadas?				
		¿La cantidad de rejillas son las indicadas?				
		¿Los motorreductores son los indicados en las Esp. Técnicas?				
		¿Los vastagos tiene el diámetro indicado en los planos?				
		¿Se observan instalaciones eléctricas deficientes?				
		¿De ser posible, las compuertas funcionan con suavidad?				
					Nombre y Firma Fiscalizador DGA	
					Firma :	
					Nombre :	