MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – CHILE
DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

MANUAL DE PROYECTOS DE AGUAS SERVIDAS RURAL

Criterios de Diseño de Saneamiento Rural

PRIMERA EDICION: Octubre 2023

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 4
1. ALCANCE 5
2. REFERENCIAS 5
3. TERMINOLOGÍA 8
4. OBJETIVO 13
5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE COMUNIDADES 14
6. DISEÑO 14
6.1. Actividades de terreno a realizar, Antecedentes Generales 14
6.1.1. Antecedentes generales de la localidad 14
6.1.2. Información del Lugar 15
6.1.3. Aspectos del Medio Físico 15
6.1.3.1. Clima y Meteorología 16
6.1.3.2. Antecedentes de geomorfología 16
6.1.3.3. Antecedentes arqueológicos 16
6.1.4. Catastro general de infraestructura existente de recolección aguas servidas 16
6.1.5. Catastro de viviendas 18
6.1.5.1. Antecedentes de la Vivienda 18
6.1.5.2. Datos de los Ocupantes 19
6.1.5.3. Habitantes 19
6.1.5.4. Datos de la Vivienda 19
6.1.6. Proyectos en desarrollo por parte de otros servicios 19
6.2. Levantamiento topográfico 20
6.2.1. Materialización de puntos de referencia 21
6.3. Pozos de reconocimiento y mecánica de suelos 21
6.4. Bases de cálculo 22
6.4.1. Generalidades 23
6.4.2. Proyección de Demanda y período de diseño 23
6.4.3. Cálculo de Población Actual y Futura 23
6.4.4. Tasa de crecimiento 24
6.4.5. Población proyectada 25
6.4.6. Densidad de Habitantes 26
6.4.7. Dotación de Agua Potable 27

6.4.8. Cobertura 28
6.4.9. Infiltración 28
6.4.10. Coeficiente recuperación (R) 28
6.4.11. Caudales 28
6.5. Red de recolección 31
6.5.1. Generalidades 31
6.5.2. Pendientes mínimas 31
6.5.3. Velocidades 32
6.5.4. Velocidad de autolavado 32
6.5.5. Diámetros mínimos 32
6.5.6. Capacidad de la tubería 32
6.5.7. Materiales 33
6.5.8. Trazado 34
6.5.9. Cámaras de inspección 34
6.5.10. Uniones domiciliarias U.D. 35
6.5.11. Empalme de U.D. a redes existentes 36
6.5.11.1. Colector de hormigón simple o de asbesto cemento 36
6.5.11.2. Colector de PVC 36
6.5.11.3. UD a cámara de inspección pública 36
6.5.11.4. Empalmes de diámetro nominal entre 160 mm y 315 mm a red de diámetro menor o igual a 700 mm 36
6.5.12. Empalme de U.D. a redes nuevas 37
6.5.12.1. Colector de PVC 37
6.5.12.2. Colector de hormigón simple o de asbesto cemento 37
6.5.12.3. Colector de HDPE 37
6.5.13. Soluciones particulares domiciliaria 37
6.5.14. Refuerzo de colectores 37
6.5.15. Zanjas 38
6.5.16. Situaciones especiales diseño de colectores 38
6.5.17. Plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS) 38
6.6. Tratamiento de aguas servidas 39
6.6.1. Plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) 39
6.6.2. Aliviadero de Tormenta 43
6.7. Disposición final de las aguas servidas 43

6.7.1. Disposición final ... 43
6.7.2. Reutilización de aguas tratadas ... 43
6.8. Sistema eléctrico (PEAS y PTAS) ... 44
6.9. Aspectos económicos ... 45
6.9.1. Costos de Administración ... 46
6.9.2. Costos de Operación ... 46
6.9.3. Costo de Mantenimiento ... 47
6.9.4. Costos de Reposición ... 47
6.9.5. Tarifa Propuesta ... 47
7. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL DISEÑO ... 48
7.1. Anteproyecto ... 48
7.1.1. Memoria Técnica ... 49
7.1.2. Anexos y estudios especiales ... 50
7.1.2.1. Mecánica de Suelos ... 50
7.1.2.2. Cálculos Hidráulicos ... 56
7.1.2.3. Equipos (PEAS y PTAS) ... 57
7.1.2.4. Factibilidad del Suministro de Energía Eléctrica ... 57
7.1.2.5. Antecedentes Evaluación Económica del Anteproyecto ... 58
7.1.2.6. Antecedentes de Terrenos ... 59
7.1.3. Planos ... 59
7.1.3.1. Plano General o de Conjunto ... 59
7.1.3.2. Plano perfiles longitudinales ... 59
7.1.4. Presupuesto ... 60
7.2. Proyecto ... 60
7.2.1. Memoria ... 60
7.2.2. Anexos ... 61
7.2.3. Especificaciones Técnicas ... 62
7.2.3.1. Especificaciones Técnicas Generales ... 62
7.2.3.2. Especificaciones Técnicas Especiales ... 62
7.2.4. Presupuesto ... 63
7.2.5. Planos ... 63

INTRODUCCIÓN

La Ley N° 20.998 que regula los Servicios Sanitarios Rurales, dispone en su artículo N° 81 que le corresponderá a la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales (SSSR) visar técnicamente los proyectos Por otra parte, el Reglamento de la Ley en su artículo 117 establece que la Subdirección impartirá los criterios técnicos que se requerirán para la ejecución de los proyectos.

Así, el presente documento da cumplimiento a lo establecido en el Reglamento formulando los Criterios de Diseño de la infraestructura de saneamiento para sistemas de Agua Potable Rural.

Este Manual, constituye una guía técnica referencial para el diseño de ingeniería en la elaboración de proyectos de saneamiento de aguas servidas rurales.

1. ALCANCE

El presente manual establece las disposiciones generales y específicas para la elaboración de proyectos de soluciones colectivas de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas en el ámbito rural.

El manual no se aplica para proyectos de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas para organismos privados con fines de lucro y sistemas particulares que no se licencian bajo la ley 20.998.

Tampoco se aplica a los proyectos de instalaciones domiciliarias de recolección de aguas servidas ni a las de recolección de aguas lluvias, las cuales se regirán bajo su normativa respectiva es decir RIDAA, Reglamento de instalaciones domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado o los manuales de aguas lluvias del Serviu Regional respectivo.

Todo proyecto deberá previamente realizar un análisis de factibilidad en donde se determine la solución a aplicar es decir solución colectiva o solución individual. Este análisis de factibilidad se deberá acompañar en la presentación del proyecto.

Este manual de diseño, "Criterios de Diseño y contenido de proyectos de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas rurales", regirá para diseños o estudios que se inicien se inicien a contar del 21 de noviembre de 2023, en cualquier etapa del ciclo de vida del proyecto.

2. REFERENCIAS

NCh 184 p1, 2 y 3	Conductos prefabricados de hormigón para alcantarillado
NCh 185	Conductos prefabricados de hormigón para alcantarillado - Métodos de ensayo
NCh 403	Cañería de fierro fundido para alcantarillado
NCh 410	Calidad del agua – Vocabulario
NCh 433	Diseño Sísmico de Edificios
NCh 411-10/1996	Calidad del agua - Muestreo - Parte 10: Manejo de aguas residuales - Recolección y manejo de las muestras
NCh 711	Arquitectura y construcción - Designación gráfica de elementos para instalaciones sanitarias

NCh 1104	Ingeniería sanitaria - Presentación y contenido de proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillado
NCh 1105	Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales - Diseño y cálculo de redes
NCh 1333	Norma chilena sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos
NCh 1362	Alcantarillado - Prueba de impermeabilidad
NCh1508	Geotecnia – Estudio de Mecánica de Suelos.
NCh 1623	Cámaras de inspección prefabricadas de hormigón para redes de alcantarillado – Requisitos
NCh 1635	Tubos de policloruro de vinilo (PVC) rígido, para instalaciones sanitarias de alcantarillado domiciliario – Requisitos
NCh1657/2	Anillos de caucho vulcanizado para tuberías - Parte 2: Tuberías plásticas
NCh 1676	Cámaras de inspección prefabricadas para redes públicas de alcantarillado - Losas - Ensayo de carga
NCh 1779	Sistema de tuberías plásticas en policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) para alcantarillado domiciliario - Especificaciones para tuberías, accesorios y sistema
NCh 2080	Tapas y anillos para cámaras de válvulas de agua potable y para cámaras de inspección de alcantarillado público
NCh 2252	Sistema de tuberías plásticas en policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) para alcantarillado publico enterrado - Especificaciones para tuberías y accesorios
NCh 2313	Aguas residuales - Métodos de análisis
NCh2369	Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
NCh 2465	Tuberías corrugadas y accesorios de material termoplástico para obras de alcantarillado – Requisitos
NCh 2472	Aguas residuales - Plantas elevadoras - Especificaciones generales
NCh 2510	Tableros para instalaciones eléctricas en agua potable y alcantarillado – Requisitos
NCh 2592	Uniones domiciliarias de alcantarillado en tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido – Requisitos

NCh 2593	Uniones domiciliarias de alcantarillado en tubos de hormigón simple – Requisitos
NCh 2702	Instalaciones de alcantarillado - Cámaras de inspección domiciliarias - Requisitos generales
NCh 2749	Tuberías y accesorios de polietileno (PE) para alcantarillado - Requisitos - Parte 1: Tuberías
NCh 2811	Trazados, atraviesos y paralelismos de tuberías de agua potable y de alcantarillado, en redes públicas de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas - Requisitos generales
NCh 2813	Sistemas de tuberías de material plástico para alcantarillado domiciliario (baja y alta temperatura) - Polipropileno (PP)
NCh 2847 1 y 2	Tuberías y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio, para alcantarillado
NCh 2890	Tuberías y accesorios de materiales plásticos para redes públicas e instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado - Procedimiento de inspección
NCh 3191 p 1 y 2	Sistemas de tuberías para recolección de aguas residuales
NCh 3205	Medidores de caudal de aguas residuales – Requisitos
NCh 3215	Instalaciones domiciliarias de alcantarillado - Instalación de sistemas de tuberías y pruebas en obra
NCh 3263	Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales por vacío - Requisitos y ensayos
NCh 3350 p 1 y 2	Sistemas de tuberías plásticas para alcantarillado sanitario y drenaje enterrado sin presión - Tuberías y accesorios de pared estructurada de perfil cerrado de polietileno de alta densidad (PEAD)
NCh 3353	Ingeniería sanitaria - Separadores de grasas - Principios de diseño, características funcionales, ensayos, marcado
NCh 3354	Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas servidas - Limpieza de una red de alcantarillado
NCh 3366	Uniones domiciliarias de alcantarillado en tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) – Requisitos

NCh 3371	Instalaciones domiciliarias de alcantarillado de aguas servidas - Diseño, cálculo y requisitos
NCh 3394	Suelo salino - Requisitos geotécnicos y de instalaciones sanitarias para diseño y ejecución de obras
NCh 3542	Sistemas de tuberías para alcantarillado sanitario y otras aplicaciones sin presión - Instalación subterránea de tuberías termoplásticas
NCh 3581	Reutilización de agua residual de origen domestico – calidad estándar del agua regenerada para el consumo municipal misceláneo de agua.
NCh 3582	Reutilización de agua residual de origen domestico – calidad estándar para irrigación de áreas verdes.
NCh 3583	Reutilización de agua residual de origen domestico – Definiciones y clasificación estándar.
D 4/2009	Reglamento para el Manejo de Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas
NCh3212/2012	Plantas de tratamiento de aguas servidas - Directrices generales sobre olores molestos
DS MINSEGPRES N90/2000	Regula los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales
Decreto Nº 57/2019	Aprueba Reglamento de Clasificación, Etiquetado y Notificación De Sustancias Químicas y Mezclas Peligrosas del Ministerio de Salud y del Ministerio del Medio Ambiente
LEY N19300	Bases Generales del Medio Ambiente

3. TERMINOLOGÍA

Para los efectos de aplicación de esta norma se utiliza la siguiente terminología:

Anteproyecto: Etapa de una iniciativa de inversión en la cual se considera una descripción del problema, así como también de sus antecedentes. Además, incluye las bases de diseño, el análisis de las alternativas y la solución propuesta, la que debe quedar predimensionada en todos sus aspectos. Se corresponde con las etapas de prefactibilidad y factibilidad definidas en el SNI para el ciclo de vida de un proyecto.

Alcantarillado: Sistemas que tiene como función el retiro de las aguas residuales domesticas; Está formado por tubería u otra construcción, generalmente subterránea, diseñada para conducir gravitacionalmente aguas servidas, hacia una planta de tratamiento.

Área rural: Territorio ubicado fuera del límite urbano.

Área saneada: superficie de influencia en que el agua escurre hacia algún tramo considerado.

Área tributaria: suma total o parcial de áreas saneadas.

Área urbana: Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, destinada al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial.

Autolavado: capacidad del escurrimiento en una red de alcantarillado para arrastrar partículas sólidas que, en caso contrario, quedarían depositadas en la tubería.

Autoridad competente: Se entenderá por aquél que está definido por la ley Nº 20.998 o su reglamentación para definir o aprobar actividades, proyectos o dar las autorizaciones que se señalen en el presente documento. Para efectos de aprobación técnica de los proyectos de Saneamiento Rural, se entiende por organismo competente a la Dirección de Obras Hidráulicas Regional, Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales.

Cámara de inspección: construcción que permite acceder a las tuberías de recolección de alcantarillado para examinarlas, conservarlas o repararlas. Sus características y clasificación se definirán en este Manual.

Cámara de inspección domiciliaria: cámara de inspección que forma parte de una instalación domiciliaria.

Cañería: tubería que recibe descargas domiciliarias y una o más laterales.

Caudal: Volumen de agua que pasa por una sección transversal en una unidad de tiempo.

Cobertura: corresponde al valor en porcentaje de la población que es abastecida con agua potable o saneada con un sistema de alcantarillado, con respecto a la población total.

Coeficiente de capacidad: Es el factor que corrige la distribución de la población futura, los posibles cambios del uso del suelo y los hábitos de consumo, entre otros. Su valor varía entre 1 y un valor mayor que 1. Cuando el valor empleado es mayor a uno, se debe justificar ante la

Autoridad Competente.

Coeficiente de recuperación: corresponde al porcentaje de agua consumida que se descarga al alcantarillado y que depende de la estructura urbana del sector, del nivel socioeconómico de la población y del uso que se le dé al agua, entre otros.

Colector de alcantarillado: tubería o canalización que forma parte de un sistema de alcantarillado y que recibe una o más cañerías.

Cuerpo receptor: masa de agua superficial o subterránea la cual recibe descargas de aguas residuales.

Dimensión nominal (DN): designación numérica del diámetro de una tubería, redondeado al entero, aproximadamente igual a la dimensión de fabricación.

Diámetro nominal (d_n): diámetro especificado, en milímetros, para una dimensión nominal. En el caso de tuberías plásticas, como el PVC, HDPE, se refiere al diámetro exterior (DN/OD). Para tuberías fabricadas con otros materiales se refiere al diámetro interior (DN/ID).

Dotación de consumo: consumo promedio anual de agua potable por habitante, expresado en litros por habitante por día (l/hab/día).

Emisario: tubería, ducto o canalización que recibe el agua efluente de toda una red de alcantarillado y la conduce hasta una planta elevadora, una planta de tratamiento, o tubería que conduce el caudal efluente desde una planta de tratamiento hasta el punto de descarga final. No recibe directamente uniones domiciliarias.

Empalme: unión física entre la unión domiciliaria y la tubería de la red pública de recolección o bien, entre la unión domiciliaria interior de alcantarillado y la red privada. [NCh3371, 3.25].

Insolación: número de horas en un período determinado de tiempo durante el cual una superficie recibe la luz del sol.

Inspección técnica de obra (ITO): acción mediante la cual personal técnico autorizado por la Autoridad Competente verifica el cumplimiento de los requisitos especificados en el presente manual.

Instalación domiciliaria de alcantarillado de aguas servidas: obras necesarias para evacuar las aguas servidas domésticas del inmueble, desde los artefactos hasta la última cámara de inspección domiciliaria, ambos inclusive, o hasta los sistemas propios de disposición.

Instalación interior de alcantarillado de aguas servidas: obras necesarias para la evacuación de las aguas servidas domésticas de una propiedad o un conjunto de viviendas, ubicadas aguas arriba de la última cámara domiciliaria de cada inmueble. En caso de tratarse de una propiedad que no forma parte de un conjunto, corresponde a la instalación domiciliaria de alcantarillado.

Interceptor: canalización cerrada, destinada a recolectar y conducir hacia un punto común las aguas residuales, provenientes de dos o más colectores.

Lateral: tubería que recibe descargas domiciliarias y no recibe efluentes de otra tubería.

Línea oficial: línea indicada en el plano oficial de una ciudad o la indicada en el certificado de línea emitido por la Dirección de Obras de la Municipalidad correspondiente, como deslinde entre la propiedad particular y los bienes de uso público.

Sistema Concentrada: Corresponden a localidades que poseen una densidad mínima de 15 viviendas por kilómetro de red.

Sistema Dispersa: Corresponde a localidades que poseen densidad inferior a 8 viviendas por kilómetro de red.

Sistema Semi Concentrada: Corresponden localidades que poseen densidad mínima de 8 viviendas y máxima de 14 por kilómetro de red.

Naciente: tramo de tubería inicial de una red de alcantarillado.

Período de previsión: período estimado durante el cual un sistema puede satisfacer la demanda prevista sin necesidad de incrementar su capacidad.

Población saneada: población que habita dentro del Área saneada.

Proyecto: Etapa de una iniciativa de inversión que, debidamente fundamentada en datos de elaboración técnica y económica, son necesarios y suficientes para la ejecución de una determinada obra. Se corresponde con la etapa de diseño definida en el SNI para el ciclo de vida de un proyecto.

Puente de adherencia: franja de arena fina pegada con fundente (adhesivo) para PVC, a la superficie externa de la tubería de PVC, que permite la adherencia en las uniones con elementos de otros materiales.

Plano de ubicación geográfica: representación gráfica de la ubicación geográfica de una obra o de un proyecto dentro de la zona en que está situada.

Plano tipo: corresponde al plano de estructuras o sistemas comunes de distintas obras o proyectos, diseñado con anterioridad y aprobado por la Autoridad Competente.

Planta general: proyección gráfica a escala sobre un plano horizontal de donde se emplazará la obra.

Presupuesto estimativo: determinación del valor monetario aproximado tanto parcial como total.

Proyectista: Ingeniero Civil calificado según las disposiciones legales y reglamentarias para confeccionar y firmar un anteproyecto o proyecto del cual es responsable.

Redes domiciliarias de recolección de aguas servidas: Aquella parte de la instalación domiciliaria de alcantarillado, correspondiente a red privada de alcantarillado conforme a la definición de RIDAA, se ubicadas aguas arriba de la unión domiciliaria y que sirve a más de un inmueble, vivienda o departamento, hasta los sistemas propios de elevación o hasta la última cámara de la instalación interior de cada edificación que conforma el conjunto, según corresponda. Estas redes deben ser proyectadas y construidas en las vías de circulación o espacios de usos comunes al exterior de las edificaciones, con características de redes públicas. [NCh3366, 3.16]

Redes de uso público de recolección de aguas servidas: Aquellas instalaciones exigidas por la urbanización conforme a la ley, incluyendo las uniones domiciliarias de alcantarillado operadas y administradas por el prestador del servicio de recolección, las que se empalman a las instalaciones domiciliarias de alcantarillado de aguas servidas. [NCh3366, 3.17]

Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales: Repartición de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, creada por la Ley N°20.998 que regula los servicios sanitarios rurales, que tiene competencia en los temas de agua potable y aguas servidas rurales. En adelante "la Subdirección".

Superintendencia de Servicios Sanitarios: Organismo regulador y fiscalizador que, en el marco de la ley 20.998, fijará las tarifas de los servicios sanitarios rurales.

Tramo: tubería que une dos cámaras de inspección consecutivas.

Tubería de policloruro de vinilo (PVC) rígido (PVC-U): conducto cilíndrico, hueco sin costura, que se puede conectar con otros iguales por uniones del mismo u otro material. El conjunto se puede conectar a una red de recolección de otros materiales mediante accesorios de unión. Debe cumplir con los requisitos establecidos en NCh 2252 y debe corresponder a las SN4 o SN8.

En casos especiales, se podrá utilizar tuberías según la NCh 399 en la cual debe corresponder a PN6 o PN8. En este caso, se debe instalar con el anillo de caucho según NCh1657/2 para anillos de alcantarillado. El tipo o clase de la tubería se determinará de acuerdo con la profundidad a la que se instale.

Última cámara de inspección domiciliaria: última cámara dentro de la propiedad en el sentido del flujo, la cual se une a la UD.

Unión domiciliaria (UD): tramo de la red con características de pública de recolección comprendido desde su punto de empalme a la tubería de recolección hasta la última cámara de inspección domiciliaria, exclusive. [NCh3371, 3.49]

Unión domiciliaria interior de alcantarillado: tramo de la red privada de recolección, comprendido desde el punto de empalme a la tubería privada de recolección hasta la última cámara de inspección domiciliaria, exclusive, de la instalación interior de alcantarillado de la edificación.

Zona con población estacional. Zonas que se ven influenciadas por un aumento de población flotante por temporadas, ya sea por turismo, festividades o trabajos temporales.

4. OBJETIVO

Las obras de alcantarillado tienen como finalidad esencial el saneamiento ambiental, recolectando y evacuando apropiadamente las aguas residuales.

El presente documento da a conocer las bases técnicas que deberán considerar los Diseños de Sistemas de Recolección, Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas Rurales, de acuerdo con lo indicado por la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales del Ministerio de Obras Públicas, en adelante la Subdirección.

Al respecto el presente documento cumple con dar los lineamientos generales y específicos respecto a las bases de cálculo y criterios de diseño para la correcta ejecución de los programas que desarrolla la Subdirección a nivel nacional.

La confección de una iniciativa de inversión de recolección de aguas servidas comprende fundamentalmente las siguientes Etapas:

- Anteproyecto
- Proyecto

Al término de cada etapa se debe elaborar un informe el cual debe contener como mínimo los objetivos alcanzados, incluyendo los antecedentes recopilados tales como: Documentos, gráficos, planos y otros que solicite el mandante.

Se debe considerar la realización de Reuniones de Participación Ciudadana con la comunidad a fin de dar a conocer los alcances del estudio y su avance. El número de reuniones y su estructura serán definidos, para cada estudio, por la Subdirección.

Además se deben realizar reuniones periódicas con el Inspector Técnico de Obras a fin de informar el avance del estudio y resolver situaciones coyunturales del mismo. El número de reuniones serán definidos de común acuerdo entre el Inspector Técnico de Obras y el Consultor.

5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE COMUNIDADES

Los proyectos de recolección de aguas servidas rurales comprenden a poblaciones que de acuerdo a lo indicado en la ley que regula estos servicios, se clasificarán en tres segmentos: a) Mayor; b) Mediano, y c) Menor.

Para algunos de los sistemas es posible que apliquen soluciones particulares sin red de recolección. Los sistemas de aguas servidas descentralizados individuales, deberán contar con aprobación de proyecto y autorización de funcionamiento de la Autoridad Sanitaria.

6. DISEÑO

A continuación, se presentan las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto; y las recomendaciones para cada una de ellas respecto a la información y criterios de diseño a utilizar.

Los aspectos a considerar en la etapa preliminar se indican en los siguientes acápites:

6.1. Actividades de terreno a realizar, Antecedentes Generales

6.1.1. Antecedentes generales de la localidad

Incluye todos los antecedentes generales de la localidad como nombre del lugar, situación político-administrativa, ubicación geográfica, vías de comunicación, actividades económicas, establecimientos educacionales, de salud y comunitarios, características turísticas

estacionales, planes de desarrollo, aspectos hidrográficos, clima. Además de información particular de las viviendas con el fin de identificar la realidad local.

6.1.2. Información del Lugar

Incluye la información relevante de la Localidad tales como la Ubicación Geográfica en coordenadas UTM Datum WGS 84 y la indicación de las rutas que confluyen a la localidad (Vialidad, Caminos vecinales).

Se debe indicar la situación Político-Administrativa indicando a que Región, Provincia y Comuna pertenece la Localidad, complementando con las principales características observadas en la Comuna.

Indicar medios de transporte existentes en el lugar, señalando principalmente su destino y horarios.

Indicar vías de acceso de la localidad y las rutas a tomar desde la Capital Comunal a la localidad mencionada.

Se debe complementar la información indicando las Autoridades Comunales, del Comité o Cooperativa, y Junta de Vecinos en caso de que exista. Para el caso de Comité o Cooperativa se debe indicar antecedentes tales como Dirección, teléfono de Contacto, Correo Electrónico y Rol Único Tributario (RUT).

Asimismo, se debe verificar la existencia de comunidades indígenas o cualquier organización social en el área materia del proyecto.

Se debe identificar si existen entidades Públicas, Escuelas, Hospitales, CESFAM, postas, bomberos, industrias, mineras, comerciales, Fuerzas Armadas, Policiales e indicar en que forma afectan a la localidad.

Se debe indicar la ubicación y/o distancia entre la localidad de estudio con el sistema sanitario más cercano (SSR o Sanitaria)

Respecto a la energía eléctrica se debe identificar las líneas de distribución existentes de baja o media tensión, además de verificar la potencia instalada y disponible en la localidad.

6.1.3. Aspectos del Medio Físico

El presente acápite permite identificar las características del medio, debiendo ser considerados como mínimo los aspectos que se detallan a continuación .

6.1.3.1. Clima y Meteorología

Se debe definir cuál es el clima correspondiente a la Región en la que se encuentra la localidad indicando temperaturas medias y extremas, humedad relativa promedio, meses más lluviosos, número de días anuales con sol, insolación, vientos predominantes.

6.1.3.2. Antecedentes de geomorfología

Se deben identificar características del relieve de la zona indicando los rasgos fisiográficos más característicos. Se debe considerar la red de drenaje existente, identificar las cuencas, tipo de suelos existentes y la vegetación preponderante en el sector del proyecto. Además, se debe caracterizar el tipo suelo de acuerdo a la norma sísmica vigente.

6.1.3.3. Antecedentes arqueológicos

Se debe recopilar los antecedentes arqueológicos disponibles en el área de influencia y trazado del proyecto y proceder de acuerdo a lo indicado por el Consejo de Monumentos Nacionales si aplica.

6.1.4. Catastro general de infraestructura existente de recolección aguas servidas

Como parte del catastro, es necesario realizar visitas a la o las plantas de tratamiento, con la participación del personal de la Subdirección de Servicios Sanitarios, Dirigente y operador del Servicio Sanitario Rural.

El objetivo principal es obtener información importante para el proyecto. Esto se logra a través de recorridos por los sectores involucrados en el proyecto, recopilación de datos y reuniones en oficina. En la planta de tratamiento, se deben evaluar diferentes opciones para la ubicación de equipos e infraestructura, así como las posibilidades de conexiones necesarias para agua potable y aguas servidas.

En caso de que la localidad cuente con un Sistema de Recolección de Aguas Servidas, se recopilarán datos actuales que serán verificados mediante campañas en terreno, asegurando como mínimo la siguiente información:

- Planos as-built de la infraestructura instalada (disposición general, de plantas, bombeo, colectores, detalles y perfiles longitudinales de colectores afluente y línea efluente, base topográfica, mecánica de suelos, canalizaciones eléctricas, entre otros), data del año de instalación, diámetros, pendientes y materiales utilizados, número de

conexiones U.D. conectadas por tramo.

- En las viviendas conectadas incluir cota de radier de la vivienda.
- Análisis técnico del sistema existente, deben catastrarse los colectores y sus características (material, diámetro, pendientes del colector, tipo de cámaras (radier), tipo de pavimentos, cotas de terreno, Profundidad, cotas de anillo, cotas de radier, etc.) y estado de conservación de las cámaras y uniones domiciliarias existentes.
- Análisis técnico del sistema de elevación de aguas servidas, se debe elaborar un completo catastro de las plantas elevadoras de aguas servidas existentes, considerando los elementos tales como, número de bombas instaladas, su caudal y altura geométrica y altura de bombeo, tipo de bomba(s) y su marca, así como su estado de conservación, su potencia y cualquier otro elemento para caracterizarla, dimensiones de cámara de rejas y su estado, volumen de la sentina, caseta de comandos y otro elementos de interés, si cuentan con grupo generador y de qué tipo, aliviadero de tormenta y a qué tipo cauce o cuerpo de agua descarga el efluente. Caracterización y análisis físico químico del efluente de la planta.
- Análisis técnico del sistema de tratamiento y disposición final, se debe elaborar un completo catastro a las plantas de tratamiento y su disposición final si las hubiere, y los sistemas particulares de tratamiento. Se debe recopilar información y datos de los volúmenes de aguas servidas tratadas, mensualizados y diarios tanto en periodo estival y como de invierno, la capacidad de tratamiento existente de la planta, el estado de conservación de los equipos que constituyen el tratamiento, y cualquier otro elemento que caracterice la planta. También se debe verificar en terreno el espacio disponible para el acceso y salida de camiones y espacio para posible crecimiento de la planta.
- Análisis técnico de sistema eléctrico existente (control, fuerza e iluminación); en caso de que existan plantas elevadoras de aguas servidas o plantas de tratamiento, se debe catastrar el sistema eléctrico, señalando el estado actual de éste, se debe verificar estado de los equipos, tales como transformadores, tableros de fuerza, control, potencia y otros, factibilidad eléctrica existente, tarifa a la que se encuentra suscrita, compañía eléctrica que le abastece, consumos y estado de facturación de los últimos 12 meses. Es importante una buena iluminación, sobre todo en las plantas elevadoras, reactores y en la carga y descarga de camiones.
- Resumen estadístico de volumen de producción y volumen de facturación de agua potable del sistema, de al menos los últimos 12 meses.

- De estar disponible se deberá realizar un análisis estadístico de facturación, agrupadas de acuerdo con el tipo de edificación, nivel socioeconómico, factores estacionales y tipo de consumidores, determinando los consumos totales anuales de cada nivel, en caso de no existir estadística se deberá estimar.
- Determinar Número de Arranques, viviendas asociadas, población abastecida y dotación de consumo de agua potable.
- En caso que la o las plantas no den factibilidad a toda la localidad, se debe recopilar antecedentes de los actuales puntos de descarga de la etapa de tratamiento y disposición. En el caso del diseño y futura obra de Planta de Tratamiento se debe informar del posible punto de descarga del efluente en el cauce receptor.
- Incluir antecedentes de calidad del efluente, fiscalizaciones de Seremi de Salud, problemas identificados, molestias a vecinos (olores, ruidos, vectores sanitarios, rebases de aguas servidas).
- Información de la tarifa vigente e histórica (de 5 años hacia atrás).
- Incluir la situación actual de los terrenos donde está emplazada la infraestructura sanitaria y en caso de ser necesario las alternativas de emplazamiento para la infraestructura a proyectar.
- Incluir Resolución Sanitaria de la o las Plantas.

6.1.5. Catastro de viviendas

Para poder llevar a cabo el proyecto de recolección de aguas servidas es importante determinar las condiciones en las cuales se encuentra la localidad, por lo que se debe realizar un acabado levantamiento de información en terreno, que permita identificar características de las edificaciones existentes, ubicación de estas respecto a la cota y distancia de la calle que enfrentan, número de viviendas y habitantes.

Para obtener la información necesaria, se debe realizar una encuesta que debe tener como mínimo los siguientes parámetros:

6.1.5.1. Antecedentes de la Vivienda

- N° de la vivienda, con el que se le denominará para el presente estudio.
- Georreferenciación de la ubicación de la vivienda.
- Ubicación (Dirección, Manzana, Sector).

- Descripción de la Vivienda.
- Distancia a la calle, expresada en metros.
- Diferencia de Cota con respecto a la calle.

6.1.5.2. Datos de los Ocupantes

Se debe indicar datos del titular de la vivienda o bien de persona que habita en la vivienda que tenga Registro Social de Hogares o el instrumento que lo remplace a fin de poder identificarlo.

Se debe solicitar la siguiente información como mínimo:

- Nombre del jefe de Hogar.
- Cedula de Identidad.
- Ocupación o Actividad.
- Nivel de ingresos, según declaración y según apreciación, del grupo familiar y el número de personas laboralmente activas.
- Datos de contacto (teléfono, correo electrónico).

6.1.5.3. Habitantes

Identificar número de personas que habita en la vivienda, en forma permanente.

6.1.5.4. Datos de la Vivienda

Debe permitir recopilar antecedentes respecto a la tenencia, estado y uso de la propiedad, por lo cual se deben identificar los siguientes aspectos.

- Tenencia de la propiedad (Propietario/arrendatario/otro).
- Identificar si adquirió vivienda con subsidio (Solo si es propietario).
- Calidad de Vivienda (Buena/regular/mala).
- Material de vivienda (Madera, albañilería, mixto, otro).
- Abastecimiento de Agua (Vertiente, pozo, camión aljibe, APR, otro).
- Servicios sanitarios (Pozo Negro, Fosa Séptica, otro).
- Energía eléctrica (posee, no posee), (trifásica, monofásica), (alta o baja tensión).

6.1.6. Proyectos en desarrollo por parte de otros servicios

Deben identificarse los proyectos que se desarrollan por parte de otros servicios tales como Vialidad, municipios, Gore, Serviu, empresas de servicio eléctrico, empresas de gas, fibra óptica, etc., con la finalidad de solucionar posibles interferencias que afecten el proyecto.

6.2. Levantamiento topográfico

Para obtener la configuración de los terrenos donde se ubicarán las instalaciones del Sistema de Aguas Servidas Rurales, se deberá realizar un levantamiento topográfico del área poblada en estudio, incluyendo los terrenos para la instalación de la planta de tratamiento y disposición final hasta su descarga en el cauce receptor. Se deberá considerar también la franja donde se deba instalar Emisario proyectado o Impulsión proyectada que descargará a la PTAS, así como también cualquier otra instalación adicional que se proyecte.

El levantamiento topográfico deberá estar ejecutado con un nivel de precisión que permita el diseño de infraestructura de aguas servidas, se debe desarrollar con curvas de nivel cada metro (1.0 m) como mínimo, aún cuando se recomienda cada 0.5 m. Este levantamiento deberá ser entregado en formato CAD y georreferenciado, en Datum WGS84.

El levantamiento debe permitir identificar en los planos como mínimo: la ubicación de las viviendas, atraviesos, cercos, línea eléctrica de alta y baja tensión, transformadores, postas, escuelas, jardines infantiles, edificios públicos, accesos vehiculares a recintos privados, líneas ferroviarias, canales existentes, obras de arte, redes existentes de agua potable y de alcantarillado, redes existentes de gas, redes de aguas lluvias, redes subterráneas eléctricas o corrientes débiles, fibra óptica, cámaras de servicios, árboles y/o arbustos con diámetro superior a 0.5 m, mobiliario urbano.

Para el caso de las rutas o caminos se debe identificar con claridad los bordes de camino, eje de camino, línea oficial, fosos, cruces, puentes y cercos existentes, veredas, calzadas, pavimentos, soleras, elementos de accesibilidad universal, vallas camineras, letreros, obras de arte y toda infraestructura vial existente y tipo de pavimento. Se debe identificar y calificar explícitamente si se trata de caminos públicos o privados. Lo mismo para cualquier terreno en que se proyecte obra de arte alguna.

El levantamiento reflejará en plano a las viviendas, las cuales se dibujarán con número correlativo. Las que se deben identificar en terreno con una tablilla (de preferencia con fondo amarillo, letras negras), indicando el número que le corresponde en plano.

Para rutas bajo la administración de la Dirección de Vialidad, se debe indicar el nombre y rol de

la ruta, donde además se debe indicar la ubicación de balizado existente con su kilometraje, con claridad los bordes de camino, ancho de faja, eje de camino, línea oficial, fosos, obras de arte, cruces, puentes y cercos existentes, pavimentos.

El levantamiento reflejará inequívocamente la existencia de accidentes en el terreno que pudieran interferir con la correcta ejecución de las obras.

Se debe realizar levantamiento topográfico a recintos existentes del sistema de agua potable y también a recintos futuros donde se proyectarán las obras civiles de plantas elevadoras y plantas de tratamiento de las aguas servidas, también se debe considerar el levantamiento de las rutas de acceso al terreno donde se instalará la infraestructura proyectada, el cual debe permitir identificar bordes de cerco, casetas existentes, sondajes existentes, árboles o puntos críticos o destacables del recinto.

Una vez finalizado el levantamiento topográfico se deberá entregar un archivo con reporte del levantamiento, incluyendo un texto con la descripción de los trabajos realizados, la monografía de PRs, las triangulaciones que se hayan efectuado y todos los detalles correspondientes.

6.2.1. Materialización de puntos de referencia

La materialización de los puntos de referencia se hará de acuerdo con lo señalado en el documento "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TOPOGRAFICAS ETT-DOH AÑO – 2011" o el documento que lo remplace.

El número mínimo de puntos de referencia será:

- Trazado de cañería: 1 PR cada 500 m. Considerar la ubicación de los PR intermedios necesarios para obtener un correcto levantamiento. Los PR deberán estar ligados a un vértice IGM.
- Recintos de PEAS, PTAS y obras civiles en general: 2 PR´s por cada uno de los recintos.

6.3. Pozos de reconocimiento y mecánica de suelos

Se debe ejecutar como mínimo un pozo de reconocimiento cada 400 m en el trazado de la red de recolección los que se ubicarán de preferencia sobre el trazado de las líneas indicadas.

Para el caso que se observen suelos duros y/o rocosos, se deberá realizar pozos de reconocimientos intermedios a fin de tener claro la tipología de suelo existente en la zona.

Para los pozos de reconocimientos en la línea de red se deben considerar las siguientes

dimensiones mínimas, 1 m de ancho, 1 m de largo, 2,5 m de profundidad o el sello de fundación o profundidad de la instalación tuberías o estructuras de acuerdo al diseño o hasta encontrar estratos rocosos.

En recintos de PEAS y PTAS, se debe realizar un Estudio de Mecánica de Suelos con un mínimo una calicata por cada recinto y se aplica la NCh 1508/14 y/o su actualización. Se debe tener como mínimo las siguientes dimensiones: 1 m de ancho deseable de acuerdo con las condiciones del terreno, 1 m de largo y 4 m de profundidad o cómo mínimo la profundidad de sello de fundación más 0,5 m de obra civil proyectada. . El estudio debe incluir un análisis detallado de la mecánica del suelo, informando la solución a adoptar para la fundación e indicando el mejoramiento de suelo a realizar en caso de ser necesario, empuje sobre muros de estructuras enterradas, flotabilidad de las estructuras, depresión de napa durante la construcción, rellenos masivos, recomendaciones en la construcción, entre otros.

Todos los pozos y/o calicatas de reconocimiento deben ir identificados en planos de planta, se debe incluir tabla con Identificación y ubicación georreferenciada de estos.

Los pozos o calicatas se presentarán en forma esquemática en plano, señalando características del terreno (arcilla, ripio, roca, maicillo, arena, tamaño de bolones, etc.) y su grado de dureza. Además, de identificar el nivel de la napa.

Cuadro 6.1: Clasificación de suelos según su dureza

Tipo	Designación	Descripción
I	Muy blando	Terreno de relleno, arena suelta, dunas
II	Blando	Terreno vegetal, ripio suelto
III	Semiduro	Ripio compacto, barro compacto, arcilla húmeda
IV	Duro	Tosco, ripio arcilloso de aluvión, arcilla seca
V	Muy duro	Roca blanda trabajable sin explosivos, maicillo endurecido
VI	Roca	Roca trabajable con explosivos
VII	Roca dura	Roca difícilmente trabajable con explosivos

6.4. Bases de cálculo

6.4.1. Generalidades

El dimensionamiento total o parcial del sistema de aguas servidas se debe efectuar teniendo en consideración los conceptos, estadísticas y los coeficientes que se indican a continuación:

6.4.2. Proyección de Demanda y período de diseño

Para determinar la demanda y la proyección para el periodo de diseño, se deben definir los siguientes parámetros:

- Densidad de habitantes (Hab/vivienda)
- Población Base
- Tasa de crecimiento

6.4.3. Cálculo de Población Actual y Futura

Para determinar la población futura a servir, se podrá usar algún método de proyección como el aritmético, geométrico por porcentajes, geométrico, incrementos diferenciales, logarítmico, exponencial o mínimos cuadrados. En todo caso deberá considerar las posibles variaciones urbanísticas y de densidad demográfica dentro del área de cobertura y posibles áreas de expansión del lugar. El consultor deberá elegir el método que mejor se ajuste a la experiencia y realidad de la localidad. El método por utilizar deberá ser validado con la Subdirección.

Se procederá primero a calcular la población actual la que se determinará de la siguiente forma:

$$Población\ actual = N°\ de\ viv.\ \times Densidad\ adoptada + Pob.escolar + Pob.Flotante$$

Dónde:

N° de Viv.:	Sumatoria de viviendas a considerar en el proyecto.
Densidad Adoptada:	Densidad determinada en Capitulo 6.4.6.
Pob. Escolar:	Población escolar. En las localidades en que se cuenta con establecimientos educacionales, se considera el 35% del alumnado total, como número de habitantes adicionales a la población actual. En caso de internado este porcentaje será 85%.

Pob. Flotante: Población flotante. En las localidades donde exista población flotante producto de actividades laborales de temporada, turística, etc., debe estimarse de manera fundamentada la población, de acuerdo a los antecedentes de consumo del sistema existente y/o de los municipios. En caso de no disponer de antecedentes, estimar con antecedentes de alguna localidad de la comuna o cercana de características similares. El proyectista de manera fundamentada deberá determinar la incidencia de la población flotante en la determinación total de la población y en las demandas de diseño de los sistemas de recolección, y del sistema de tratamiento.

6.4.4. Tasa de crecimiento

En caso de que se encuentre información catastrada de periodos anteriores en la localidad, se debe realizar un análisis en base al crecimiento real de la población conectada al sistema existente de la localidad en análisis u otra de similares características. En los casos que se utilice crecimiento geométrico, se determinará de acuerdo a la fórmula de tasa de crecimiento geométrico, donde:

$$r = \left(\left(\frac{Pob.\,actual}{Pob.\,previo} \right)^{\frac{1}{(\text{año } actual - \text{año } previo)}} - 1 \right) \times 100\%$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento

Pob. actual = Población actual en base a cálculo de capítulo 6.4.3

Pob. previo = Población existente en estudio anterior

Año actual = Año del estudio en ejecución

Año previo = Año en que se realizó estudio anterior

La tasa de crecimiento calculada se debe respaldar con información documentada a fin de dar veracidad al cálculo realizado. Se hace presente que el proyectista podrá establecer una Tasa de Crecimiento distinta, en base a consideraciones de tipo económico y turístico debidamente fundamentadas.

En caso de que no se posea información previa catastrada, o no pueda fundamentarse una tasa

de crecimiento para el proyecto, se deberá adoptar la tasa de crecimiento de acuerdo a la zona, la que se presenta a continuación.

Cuadro 6.2: Tasa de crecimiento

Zona central (Desde región de Valparaíso a región de Ñuble)	• **3%**
Otras Zonas	• **4%**

6.4.5. Población proyectada

Para determinar la Población a proyectar en el estudio, primero se debe calcular la Población Base de la localidad. La que se determina proyectando la población actual a 3 a 5 años (tiempo estimado que ocurre entre que se termina el diseño y se realiza la puesta en marcha del sistema una vez terminada su ejecución.

En el caso que se adopte el modelo de crecimiento geométrico para la proyección de la Población, se tiene que:

$$Población\ Base = Población\ Actual \times (1 + r)^n$$

Donde:

Población Base = Población Inicial a proyectar

Población actual = Población actual en base a cálculo de capítulo 6.4.4

r = Tasa de crecimiento Anual de acuerdo a capítulo 6.4.4

n = 3 años, equivalente a los años estimados entre termino de diseño y ejecución de las obras.

Para estimar la demanda por evacuación de aguas servidas, se debe estimar previamente la población futura. Para ello se considerará en base a la Población Base con un horizonte de análisis que se extiende por 20 años. Donde el modelo de crecimiento es del Tipo Geométrico:

$$Población\ Futura = Población\ Base \times (1 + r)^n$$

Donde:

Población Base = Población Inicial a proyectar

Población Futura = Población Determinada al año n

r = Tasa de crecimiento Anual de acuerdo a capítulo 6.4.4 (*Considerar que para Localidades de Segmento Mayor existe tasa de crecimiento diferenciada)

n = Número de años

Para las localidades de interés turístico, debe estimarse la población turística de manera fundamentada.

El periodo para la proyección debe considerar hasta la puesta en marcha del sistema.

6.4.6. Densidad de Habitantes

De acuerdo con el levantamiento de información en terreno, se procederá a calcular la densidad real de la localidad, que será determinada de acuerdo a las viviendas encuestadas.

Los valores de terreno deben ser contrastados con algún medio oficial como análisis censal e información existente en el municipio respectivo, primando la información levantada en terreno.

$$\boldsymbol{Densidad\ real = \frac{Número\ de\ habitantes\ (encuesta)}{Número\ de\ viviendas\ encuestadas}}$$

Dónde:

Número de habitantes: Sumatoria de habitantes encuestados en cada vivienda.

Número de viviendas encuestadas: Sumatoria de viviendas encuestadas.

Una vez determinada la densidad real se debe aproximar la densidad al entero superior, la cual será la densidad adoptada.

Excepcionalmente, en caso de que por razones debidamente fundamentadas no se obtenga

información respecto a la cantidad de habitantes o bien el levantamiento de información en terreno no sea representativo con la totalidad de la comunidad, se adoptará una densidad de 4 (hab/viv.).

Para el caso en que la localidad en estudio se trate de una localidad pequeña o aislada, en la cual se presuma que la densidad es inferior a 4 (hab/viv.), se aplicará el promedio comunal para la población rural, obtenido de la información censal vigente o información proporcionada por el Comité o Cooperativa de Agua Potable Rural que abastezca a la localidad.

6.4.7. Dotación de Agua Potable

Para el caso que localidad cuente con sistema de agua potable rural se deben emplear las estadísticas de consumo de los últimos 12 meses para el cálculo de la dotación media.

Los nuevos sistemas de recolección de aguas residuales pueden dimensionarse mediante la utilización de las estadísticas existentes de localidades con similares características geográficas, socioeconómicas y poblacionales, previa justificación por parte del consultor.

Dotación de consumo (D.C.): Cociente entre el volumen facturado anualmente y el promedio de la población abastecida en el año multiplicado por 365.

$$D.c. = \frac{VFA}{Pob.A \times 365}$$

En que

D.c. = Dotación de consumo en (l/hab/día)

VFA = Volumen facturado anualmente (l)

Pob.A = Promedio de la población abastecida (hab)

En caso de no disponer de información se adoptará la dotación mínima de: 120 l/hab/día y dotación máxima de: 150 l/hab/día. No obstante, el proyectista deberá justificar la dotación adoptada ante la Autoridad Competente:

Es necesario tener en cuenta que, además de la dotación de consumo familiar, se puede considerar una dotación adicional de agua potable para pequeñas actividades comerciales o artesanales. (ej.: riego de pequeñas huertas, agua para animales), o en su defecto considerar lo indicado en el artículo 9 del reglamento de la ley 20.998.

6.4.8. Cobertura

Corresponde al valor en porcentaje de la población que es o será saneada con respecto a la población total.

6.4.9. Infiltración

En el diseño se debe tomar las previsiones del caso para minimizar el caudal de infiltración.

Para determinar el caudal de infiltración cuando existen redes de recolección se realizarán aforos en las horas de mínimo consumo de agua potable.

Si se trata de proyectos de instalación del servicio, se usará el valor de 0,2 l/s/ Km. Por lo tanto, el caudal de infiltración será:

$$\text{Qinf} = 0{,}2 \times \text{Km de red}$$

En que

Qinf = Caudal de infiltración (l/s)

6.4.10. Coeficiente recuperación (R)

Corresponde a la relación entre el volumen de aguas servidas que llega a la red de alcantarillado desde una vivienda y el volumen de agua con el que fue abastecida la vivienda. Depende de la estructura urbana del sector, del nivel socioeconómico de la población y del uso que se le dé al agua, entre otros. Este coeficiente está comprendido entre 0,7 y 1,0, con un valor recomendado de 0,8. El proyectista deberá justificar el valor utilizado cuando este sea distinto al recomendado.

6.4.11. Caudales

a) Caudal medio diario (Qmd_{AS}) de aguas servidas. Corresponde al caudal medio que es descargado diariamente por los usuarios; el cual queda determinado por la relación:

$$Qmd_{AS} = \frac{P \times D \times R \times C}{86.400} \quad (l/s)$$

En que

Qmd_{AS} = Caudal medio diario de aguas servidas, expresado en litros por segundo
P = Población saneada (hab.)
D = Dotación de consumo de agua potable (l/hab/día)
R = Coeficiente de recuperación
C = Factor de capacidad

El factor de capacidad que corrige, entre otros, la distribución de la población futura, los posibles cambios del uso del suelo y los hábitos de consumo. Su valor varía entre 1 y un valor mayor que 1. Si este valor es mayor que 1, se debe justificar ante la Autoridad Competente.

b) Caudal mínimo (Qmin). Corresponde al caudal mínimo teórico que circula por los colectores; estos deben calcularse según lo establecido en la norma NCh 1105.

c) Caudal máximo horario ($Qmax\ h_{AS}$). El caudal máximo horario es el valor máximo o valor punta de aguas residuales que se puede presentar en un punto determinado de la red.

Para determinar este caudal se considera la cantidad de habitantes, según los siguientes criterios:

i) Para una población saneada con 1.000 o más habitantes el $Qmax\ h_{AS}$ se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M) que queda determinado por la relación:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

$$Qmax\ h_{AS} = \mathrm{M} \times Qmd_{AS}\ (l/s)$$

En que:

M = Coeficiente de Harmon.
P = Población servida o saneada expresada en miles de habitantes.
Qmd_{AS} = Caudal medio diario de aguas servidas, expresado en litros por segundo (l/s).
$Qmax\ h_{AS}$ = Caudal máximo horario de aguas servidas, expresado en litros por segundo (l/s).

ii) Para una población saneada con menos de 100 habitantes (20 viviendas) el Qmax h_{AS} se puede obtener de la siguiente expresión basada en la curva de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E.):

$$\text{Qmax } h_{AS} = (N+1)^{1/2} - 1$$

En que:

N = Número de casas (1 a 20).

Qmax h_{AS} = Caudal máximo horario de aguas servidas, expresado en litros por segundo.

También puede usarse la tabla de caudales máximos instantáneos de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E.) que aparece a continuación.

Unidades de viviendas conectadas	Caudal (L/s)
1	0,44
2	0,76
3	1,07
4	1,33
5	1,58
6	1,70
7	1,90
8	2,05
9	2,23
10	2,40
11	2,55
12	2,70
13	2,84
14	2,98
15	3,08
16	3,20
17	3,30
18	3,40
19	3,50
20	3,60

iii) Para poblaciones comprendidas entre 100 y 1.000 habitantes, se interpola entre el valor entregado por la B.S.C.E. para 20 casas, que es 3,6 (L/s), y el caudal máximo horario calculado para 1.000 habitantes con el coeficiente de Harmon.

Las interconexiones hidráulicas de la planta de tratamiento se deben diseñar para satisfacer los requerimientos de caudales máximos horarios.

6.5. Red de recolección

6.5.1. Generalidades

Las redes deben diseñarse como sistema separado, solo para aguas servidas domiciliarias. El escurrimiento debe ser gravitacional, aceptándose sólo en los casos en que sea necesario por condiciones geométricas o de costo la instalación de planta elevadora de aguas servidas (PEAS). No se aceptarán conexiones de uniones domiciliarias a tramos en presión.

En los casos que exista plan regulador, para el dimensionamiento de las tuberías, se deben considerar las posibles variaciones urbanísticas y de densidad demográfica dentro del área de cobertura y posibles áreas de expansión del lugar, fijando dotaciones de consumo adecuadas.

Las tuberías se deben proyectar para construirlas en tramos rectos, de acuerdo con la topografía del terreno donde se ubicarán las obras y con un trazado que permita el escurrimiento gravitacional con auto lavado desde el inicio de la unión domiciliaria (UD).

En general, las tuberías deberán seguir las pendientes del terreno natural y, cuando sea posible, formar las mismas hoyas primarias y secundarias que aquél.

En los trazados, atraviesos y paralelismos de tuberías de alcantarillado se debe aplicar lo establecido en NCh2811.

En obras especiales, tales como sifones, plantas elevadoras u otras, además de cualquier modificación a las condiciones anteriores, se requiere la aprobación de la Autoridad Competente.

6.5.2. Pendientes mínimas

Las pendientes mínimas de toda la red deben cumplir lo establecido en el punto 6.9 de la NCh 1105. Siempre que sea posible, se deberán considerar pendientes mayores a las mínimas recomendadas por la norma.

En tramos iniciales (nacientes), siempre que sea posible, se deberán utilizar pendientes mayores al 1% (1 por ciento) para favorecer el autolavado de la red.

6.5.3. Velocidades

Las velocidades del agua en la tubería deben quedar dentro de los siguientes límites:

a) La velocidad máxima de escurrimiento no podrá exceder los 3 m/s.

b) La velocidad mínima para escurrimiento a boca llena (h/D=0.82) será de 0,60 m/s.

6.5.4. Velocidad de autolavado

El proyectista deberá considerar la verificación del auto lavado en todos los tramos, particularmente en aquellos cercanos a las pendientes mínimas.

6.5.5. Diámetros mínimos

El diámetro nominal mínimo a utilizar en tuberías laterales y cañerías debe ser 180 mm, salvo en casos especiales de pasajes o calles sin posibilidades de conexión de futuras extensiones de red, con tramos que sumados no superen los 200 m, en cuyo caso se puede utilizar el diámetro nominal de 160 mm para tuberías para tuberías lisas de PVC y Polietileno Expandido (PE), o su equivalente para otros materiales.

6.5.6. Capacidad de la tubería

Para el dimensionamiento hidráulico de las tuberías se deben utilizar fórmulas que hayan sido obtenidas experimental o teóricamente, de uso generalizado y aceptadas por la Autoridad Competente.

En caso de que se utilice la fórmula habitual de Manning, el coeficiente de rugosidad que se adopte debe estar de acuerdo con el tipo de material, número de uniones domiciliarias y otras singularidades; los valores recomendados de rugosidad (Manning) son los siguientes:

Material	Coeficiente de rugosidad *n*
PVC	0,010
HDPE	0,009

Material	Coeficiente de rugosidad *n*
Hormigón	0,013
PRFV	0,009

Otros valores a adoptar podrán ser justificados ante la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales.

Los caudales serán calculados tramo a tramo de acuerdo con la configuración de la red, determinándose el caudal máximo instantáneo y el caudal medio y el mínimo.

La altura máxima de escurrimiento será 0,7 h/D como máximo al año de previsión.

Las tuberías de la red que conforman la línea Afluente y Efluente, deben ser diseñadas para satisfacer y deben verificarse para el caudal máximo horario para el período de previsión y cumplir con el requisito de autolavado para los caudales mínimos.

En cada tramo deberá verificarse el cumplimiento de la velocidad de auto lavado desde el primer año de operación; en caso de proyectos por etapas debe verificarse para el primer año en que ingresa en operación la etapa.

6.5.7. Materiales

Para redes de colectores se recomienda el uso de tuberías de PVC rígido (PVC-U), HDPE, PRFV.

En caso de zonas con fuerte presencia de napa, no se recomienda el uso de tuberías de hormigón simple, o tuberías de PVC.

Para el caso de presencia de suelo salino como es habitual en el norte, los colectores deben ser de HDPE y cámaras de inspección de hormigón armado.

Para impulsiones expuestas a la intemperie deberá utilizarse Acero galvanizado, Acero al carbono o HDPE. En caso de ser enterradas podrá aceptarse el uso de PVC rígido (PVC-U).

Los materiales deben cumplir las normas chilenas aplicables, o en ausencia de éstas, con las especificaciones técnicas del proyecto.

Las ventosas de las impulsiones y las válvulas antirretorno deberán estar diseñadas para aguas servidas. Las válvulas de compuerta de las PEAS deberán ser de cierre elastomérico.

Los materiales deben contar con Certificación de Calidad de Producto y estar autorizados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, o el organismo que la remplace.

6.5.8. Trazado

La profundidad mínima de la tubería debe ser 1,60 m, medida sobre la clave de ésta. En el caso de que el punto de descarga se ubique a una profundidad menor, se debe justificar y aprobar por la Autoridad Competente.

Para el trazado en general los colectores se instalarán por el centro de la calzada. Sin embargo, en el caso de calles pavimentadas el proyectista deberá minimizar la superficie de rotura y reposición de pavimentos; en caso de que exista más de una losa o paño el colector deberá proyectarse dentro de uno de los paños a fin de minimizar la reposición de pavimento. También en los casos en que el administrador de la calzada lo autorice podrá instalarse en aceras o bermas.

Respecto a la rotura de calzada, se recomienda coordinar esa labor con otros servicios, en caso de que existan otros proyectos de urbanización que también requieran realizar esas labores.

Debe evitarse que el trazado de la red y las cámaras de inspección del colector se proyecte en el mismo trazado por donde circulan las aguas lluvias superficiales. Las cámaras de inspección del colector no se deben ubicar en zonas de escurrimiento de aguas lluvias.

El diseño debe considerar todas las interferencias con cualquier servicio, lo que deberá quedar reflejado en los correspondientes perfiles longitudinales y transversales del colector.

En tramos con pendientes mayores al 20% debe considerarse la colocación de machones de anclaje cuyo espaciamiento y dimensionamiento deberá ser debidamente justificado en una memoria de cálculo. Para pendientes mayores al 30% además de lo anterior no podrán usarse tuberías de PVC, debiendo ser remplazadas por acero (en cuyo caso deberán ser revestidas interiormente con algún material resistente a las aguas servidas que conducirán) o HDPE. En el caso de pendientes mayores al 40% además de lo anterior debe considerarse la instalación de cámaras disipadoras.

La Norma NCh 1105 establece los límites de las pendientes mínimas los que deben respetarse por facilidad de construcción y problemas de explotación. Para diámetros mayores a 300 mm se recomienda en lo posible, una pendiente mayor o igual 0,0020.

Todas las pendientes deben cumplir necesariamente la condición de autolavado.

6.5.9. Cámaras de inspección

Para las cámaras de inspección debe considerarse lo señalado en el punto 7 de la NCh1105 y los requisitos de diseño establecidos en NCh1623; las tapas y sus anillos deben cumplir con los requisitos de diseño señalados en NCh2080.

Se recomienda que las cámaras tengan una altura mínima de 1,6 m para evitar interferencias con otros servicios.

En caso de existir PEAS los anillos de cámara deben quedar por sobre la cota de rebase de las plantas. No se aceptarán chimeneas sobre la cota de terreno y/o rasante para salvar esta situación, debiendo efectuar los rellenos necesarios para evitarlo.

Con la autorización de la Autoridad Competente, se podrá utilizar cámaras del tipo hormigón prefabricado, debiendo garantizar su hermeticidad. Para la unión con las tuberías deberán usarse conexiones de goma flexible de modo de garantizar su hermeticidad en este encuentro. En estos casos debe verificarse su hermeticidad. En el caso de existencia de napa no podrá utilizarse cámaras del tipo hormigón prefabricado, ni tampoco cuando existan suelos salinos

En los casos de cámara con caída exterior mayor a 1,0 m se debe considerar la instalación de un codo patín.

En los casos de cámaras donde se produzca una reducción fuerte de la pendiente entre los tramos, deberá considerarse el uso de cámara desarenadora para evitar el embanque con una tolva mínima de 0,5 m.

La última cámara de inspección domiciliaria, en el sentido del flujo a la cual se une la UD y su tapa debe cumplir con los requisitos establecidos en la reglamentación vigente (RIDAA). Su cumplimiento es requisito para la autorización del empalme de acuerdo con los procedimientos establecidos en el reglamento de la ley 20.998.

La última cámara de inspección ubicada en espacios comunes de una propiedad que esté acogida a la reglamentación vigente o en urbanizaciones sociales, como pasajes, calzadas, veredas, estacionamientos y similares, se deben considerar de uso público, por lo que, la tubería principal o de uso común de alcantarillado donde descargan los ramales de los inmuebles, las cámaras de inspección con sus respectivas tapas y anillos deben tener las mismas características de las redes públicas.

La última cámara de inspección ubicada en la vía pública, previa autorización de la Autoridad Competente debe cumplir con los requisitos de diseño señalados en NCh1623. La tapa y su anillo deben cumplir con lo establecido en NCh2080. Su cumplimiento es requisito para la autorización del empalme por la Autoridad Competente.

Las cámaras públicas ejecutadas en obra deben cumplir con las exigencias y especificaciones técnicas que indique la Autoridad Competente.

6.5.10. Uniones domiciliarias U.D.

Los diseños deberán incluir hasta la cámara de inspección domiciliaria.

En instalaciones nuevas se recomienda que el material de la U.D. sea el mismo que el de la red de recolección, excepto en pendientes fuertes u otro caso especial. Cumpliendo con lo señalado en el punto 11 de la norma NCH 1105.

En ningún caso se aceptarán empalmes de U.D. con mantos o placas; estas deberán ejecutarse de acuerdo con lo establecido en la norma NCh2592.

Cuando se trate de proyectos de ampliación, deben identificarse en forma separada las U.D. que se empalmen a colectores existentes y las que se empalmen a colectores nuevos.

6.5.11. Empalme de U.D. a redes existentes

6.5.11.1. Colector de hormigón simple o de asbesto cemento

El empalme se debe realizar de acuerdo con lo señalado en el punto 5.2.2.1 de la NCh2592.

6.5.11.2. Colector de PVC

Para el empalme se debe utilizar lo indicado en el punto 5.2.2.2 de la NCh2592.

6.5.11.3. UD a cámara de inspección pública

En el caso que la UD se conecte a una cámara de inspección pública, se debe construir un puente de adherencia de las mismas características señaladas en el punto 5.2.2.1 de la NCh2592.

La conexión se debe reforzar con un cordón perimetral de cemento puro y otro de mortero cemento.

En el caso que se justifique técnicamente una conexión a la cámara pública con diferencia de nivel mayor a 0,3 m. entre la llegada de la UD y la banqueta, se debe realizar un salto exterior.

6.5.11.4. Empalmes de diámetro nominal entre 160 mm y 315 mm a red de diámetro menor o igual a 700 mm

Cuando se trate de UD con empalme entre 160 mm y 315 mm, a tuberías de la red de diámetro menor o igual a 700 mm, éste debe efectuarse a través de una cámara de inspección construida o existente sobre el colector. El empalme a través de la cámara se debe hacer en forma perpendicular al colector o diagonal aguas abajo.

6.5.12. Empalme de U.D. a redes nuevas

6.5.12.1. Colector de PVC

Se puede utilizar piezas conformadas o inyectadas u otras soluciones técnicas aceptadas por la Autoridad Competente para unir la UD al colector. Se prohíben las soluciones del tipo poncho o montura.

6.5.12.2. Colector de hormigón simple o de asbesto cemento

Se debe cumplir con lo establecido en 6.5.11.1

6.5.12.3. Colector de HDPE

Se puede utilizar piezas inyectadas u otras soluciones técnicas aceptadas por la Autoridad Competente para unir la UD al colector.

El nivel de piso terminado de la vivienda deberá tener una cota mayor que la cámara domiciliaria de la U.D. que sirve a dicha vivienda; esta cámara deberá tener una cota mayor a la cota de solera frente a la vivienda; se deberán tomar las consideraciones para que la cámara quede a nivel de terreno, no aceptándose cotas de anillo por sobre el terreno. En caso de no existir solera deberá estar al menos 15 cm. por sobre la cota de la calzada frente a la cámara.

Las U.D. no podrán quedar por sobre la red o arranques de agua potable.

6.5.13. Soluciones particulares domiciliaria

Solo se aceptarán soluciones descentralizadas, en aquellos casos en los que estando dentro del área de servicio, no puedan conectarse gravitacionalmente a la red de alcantarillado primaria o en los casos en los que la baja concentración de viviendas no posibilite un proyecto colectivo.

6.5.14. Refuerzo de colectores

En aquellos casos que por condiciones particulares el extradós del colector se encuentre a menos de 1 m o a más de 4 m de la cota de terreno, deberá justificarse mediante una memoria de cálculo estructural la necesidad de colocación de una camisa o refuerzo. En las situaciones donde el colector se ubique en calzada de vía pública y el colector quede a menos de 1 m. debe considerarse los que especifiquen los servicios responsables de la calzada.

6.5.15. Zanjas

La excavación de zanjas debe seguir las indicaciones de NCh3542, Sistemas de tuberías para alcantarillado sanitario y otras aplicaciones sin presión - Instalación subterránea de tuberías termoplásticas y se deben cumplir las medidas de seguridad allí indicadas. Además, tener presente lo indicado en la Norma NCh3191, Sistemas de tuberías para recolección de aguas residuales - Parte 1: Instalación y pruebas en obra.

Las zanjas para colocar las tuberías se deben ejecutar de acuerdo con los trazados y pendientes indicados en el plano del proyecto, debiendo tener su fondo excavado de modo de permitir el apoyo satisfactorio de las tuberías en toda su extensión.

La profundidad de la zanja la determina el proyecto, siendo como mínimo de 0,45 m más el diámetro de la tubería.

El relleno de las zanjas se debe realizar según indicaciones de NCh3542.

La instalación subterránea de tuberías y accesorios se debe realizar de acuerdo con lo establecido en NCh3542, en lo que no se contraponga con la NCh2592, NCh2593 y este manual.

Se debe dimensionar los taludes con cálculo de ingeniería y entibaciones para profundidades mayores a las establecidas por norma.

6.5.16. Situaciones especiales diseño de colectores

Es caso especial se permitirá el diseño de alcantarillados al vacío, el cual deberá ser aprobado en forma especial por la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales. Para su diseño se tendrá en cuenta la Norma NCh 3263, Ingeniería Sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales por vacío - Requisitos y Ensayos.

6.5.17. Plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS)

En caso de que exista elevación de aguas servidas en el inmueble, estas no se deben impulsar directamente ni al colector ni a la UD. para estos casos se debe aplicar lo establecido para elevación de aguas servidas en NCh3371, o la norma que regule la elevación de aguas servidas en el ámbito intradomiciliario.

En general las PEAS deben seguir las disposiciones generales de la NCh 2472. Se deberá tener especial cuidado en el diseño de las impulsiones, pozo de aspiración y otros elementos con la finalidad de minimizar en la producción de olores.

Se debe dar preferencia al uso de bombas sumergidas, las cuales deben contar con los elementos necesarios para su extracción del pozo sin afectar la operación normal.

Las cámaras de rejas podrán ser sustituidas por canastillos en la cámara de bombas. En este caso deberá considerarse un sistema de limpieza del canastillo que no afecte el ingreso de agua al pozo de aspiración. El diseño de la planta debe considerar un sector para el almacenaje y retiro de las basuras que sean extraídas desde las rejas de la planta o cuando se efectué mantención a la bomba o sentina.

Se debe considerar una ventilación del pozo de aspiración, la cual debe contar con una chimenea con una altura superior en al menos 3 m. a la cumbrera de las viviendas cercanas.

La instalación deberá contar con un arranque de agua potable de al menos 25 mm para poder ejecutar limpieza.

Deberá considerar la integración de equipos electrógenos de respaldo equivalentes a la potencia necesaria y sus respectivas salas o habitáculos y dispositivos eléctricos de transferencia de red a Grupo y viceversa.

Siempre deberá considerarse la tecnología que minimice los costos de operación y mantención. De preferencia debe de ser lo suficientemente simple como para ser operada por personal no calificado.

6.6. Tratamiento de aguas servidas

6.6.1. Plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS)

Su diseño deberá realizarse de modo que cumpla con las normas de emisión vigentes de acuerdo con el cuerpo receptor donde se disponga

Siempre deberá considerarse la tecnología que minimice los costos de operación y mantención. De preferencia debe de ser lo suficientemente simple como para ser operada por personal no calificado.

Para el diseño de una PTAS se deberá realizar campañas de muestreo en función de la población, por cuanto para poblaciones pequeñas no sólo es importante el factor estacional, sino que es muy significativa la variación horaria de caudal para el diseño de la PTAS. De no ser posible se podrá realizar dichas campañas en localidades rurales de características similares, previa aprobación de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales.

Respecto a los olores, no obstante que el diseño garantice la minimización o inexistencia de estos, deberá considerar siempre que sea posible el emplazamiento evitando que los olores

afecten a la zona poblada, por lo que deberá considerar la dirección de los vientos predominantes en la zona. Además, se deberá considerar la normativa sanitaria la cual define una distancia mínima de 20 m medidos desde cualquier punto de la construcción de la planta de tratamiento hasta el deslinde del predio de la edificación más cercana (D.S. 236/26 del MINSAL) y tomar en cuenta la NCh3212/2012, Plantas de tratamiento de aguas servidas - Directrices generales sobre olores molestos.

Se debe considerar el cumplimiento de la norma de emisión de ruidos en las instalaciones de tratamiento, esto es, D.S. Nº 38 de 2011, del Ministerio de Medio Ambiente, norma de generación de ruidos.

Se debe analizar el diseño de PTAS, minimice los costos de operación y mantenimiento, pueden ser convencionales, no convencionales y centralizados, como descentralizados, en ambos casos deben ser sostenibles e integrales en el tiempo, que pueda escalarse gradualmente mediante la incorporación de módulos o etapas adicionales a medida que aumente la demanda. Esto es primordial, porque operar una PTAS para la población del año 20 con la población del año 0, generará problemas de funcionamiento y sobrecosto.

Para cada componente unitario se deberán presentar sus principales parámetros de diseño, tales como volumen de reactor (m^3), carga orgánica afluente (kgDBO/día), SSLM (kg/m^3), tiempo de retención celular (días), F/M ($kgDBO/m^3$/días), producción de lodos (kg/kgDBO) y oxígeno Disuelto (mg/l) como ejemplo para el caso de reactores biológicos.

El diseño deberá contemplar la operación sin detención del proceso en caso de emergencias, reparaciones y/o mantenciones preventivas. Para esto se podrán considerar al menos dos trenes de componentes unitarios en paralelo, configuración tipo "n+1" de equipos como bombas y sopladores, entre otros.

Se debe incorporar en los proyectos de PTAS, se incluya el ítem de operación garantizada y marcha blanca, para la etapa de construcción, lo que se deberá incorporar en detalle, en la etapa de licitación en los términos de referencia respectivos. No obstante lo anterior, cuando existan sistemas de recolección construidos se sugiere que en su etapa de diseño, o previa a esta, se requieran campañas de muestreo de muestras compuesta de 24 horas en los colectores que descargarán en la futura PTAS en distintos periodos, dado que en el caso de que no se haya caracterizado correctamente el afluente a la PTAS, el futuro proveedor a cargo de esta operación garantizada se podrá excusar por eventuales incumplimiento en el efluente porque NO se recibió un afluente de acuerdo a lo definido en el diseño. El Tiempo mínimo de operación garantizada será de 1 a 2 años, dependiendo del tamaño de sistema de tratamiento. En esta se deberá considerar la instrucción (incluyendo la toma de muestras y parámetros a considerar para el control de TAS) y un manual de operación de la Planta de Tratamiento para el o los operadores que deberán de hacerse cargo de la operación del sistema una vez entregada la

planta de saneamiento, además de planillas para llevar el control las 24 horas de ésta. Además, de la obtención de todos los permisos sectoriales que requiera la planta de tratamiento (ambientales, municipales, sistemas eléctricos, sanitarios, vialidad, servidumbres de paso, entre otros).

Todos los proyectos tienen que presentar su base de cálculo en base al caudal a tratar y en base a la materia orgánica expresada en carga (kilos de DBO5/día) y no en concentración de materia orgánica, ni menos suponer que cualquier agua servida tiene 250 mg DBO/L. Además, debe considerar la carga de: Sólidos Suspendidos (SS), Demanda Química de Oxigeno (DQO), Nitrógeno Total (NT), N-NKT y aceites y grasas.

Para viviendas se sugiere considerar una DBO por habitante rural entre 35 y 45 gramos por personas por día. Para los colegios, considerar una DBO por alumno/a entre 10 y 15 gramos por alumno/a por día. Para lugares de trabajo, fábricas o similares con baño, cocina y duchas, considerar una DBO de 30 gramos por trabajador/a día.

Cualquier valor asumido distinto a los anteriores, deben estar debidamente justificados para la realidad nacional y no ser tomados directamente de literatura o normas de países desarrollados, donde los consumos de agua y la producción de materia orgánica no se condicen con la realidad nacional.

El diseño deberá considerar para la línea de agua y línea de lodo, al menos las siguientes operaciones unitarias, salvo que se justifique debidamente prescindir de alguna: homogenización de caudal, pretratamiento, tratamiento secundario si corresponde, desinfección y tratamiento de lodo, para lo cual deberá indicar la forma en que se tratarán, deshidratarán, estabilizarán y descargarán para su transporte y retiró de los lodos con las características mínima de deshidratación y reducción de volátiles, para esto se debe considerar el Decreto 4/2009, Reglamento para el Manejo de Lodos Generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Cada una de ellas deberá tener su respectiva memoria de cálculo indicando las bases de cálculo y su procedencia.

La homogenización deberá ser diseñada para minimizar las fluctuaciones diarias de caudal sin provocar condiciones sépticas en el estanque.

Para la remoción o desbaste de sólidos, se recomienda diseñar canastillo de malla o sistema de rejas estáticas de fácil limpieza o automáticos. El paso de sólidos para cada uno de estos dispositivos debe estar debidamente justificado con un cálculo.

Para proyectos superiores a 500 personas se deberá diseñar algún sistema de remoción de sólidos superiores a 5 mm, cuya limpieza sea mecanizada y automática.

Todos los proyectos deben contar con un sistema de remoción de arena, independientemente que se ubiquen o no en la costa.

A la salida del pretratamiento se deberá contar con un caudalímetro en canaleta Parshall de acuerdo a la norma ISO 1438 u otro tipo de medidores de caudal y otras instalaciones, como lo establece la Norma NCh 3205 Medidores de caudales de aguas residuales.

En el diseño se deberá incluir la instalación de una cámara de toma de muestras del agua tratada, con la finalidad de obtener las muestras para cumplir con lo indicado en el DS90.

Para el tratamiento secundario se podrán proponer alternativas tanto convencionales como no convencionales, ambas deben estar debidamente justificadas.

Se deberá especificar claramente la solución para el tratamiento de los lodos hasta su disposición final, buscando siempre la simplicidad en la solución de modo de evitar problemas durante la operación. Se deberá tener en cuenta el DS 4/2009, respecto al Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas.

Todos los sistemas deben indicar con detalle la cantidad de lodo que se estima se producirá y el respectivo manejo, el tipo o clasificación de los lodos que se generarán, de acuerdo a lo que estipula el Decreto 4/2009 del Ministerio de Medio Ambiente.

En la deshidratación de lodos no estará permitido el uso de sustancias que sean peligrosas para la salud humana y para el medio ambiente, lo anterior, según la clasificación establecida en el Decreto Nº 57/2019 del Ministerio de Salud y del Ministerio del Medio Ambiente.

Para químicos a utilizar en el tratamiento, se exigirá certificación o aprobación ISP/MINSAL, ya que varios de los químicos que se comercializan solo cuentan con cartilla de seguridad y una certificación internacional y manejo adecuado de los residuos peligroso en bodegas o salas de acuerdo a la normativa vigente.

Se debe considerar la planta de tratamiento un Diseños Anteproyecto de Ingeniería, que contemple las especialidades que se requieran para la definición de las obras, como mínimo se incluyen las siguientes especialidades:

- Levantamiento y análisis de información medioambiental y permisos requeridos para evaluación de implementación a las alternativas de trazado y tratamiento de aguas.
- Levantamiento y análisis de información territorial, legal y comunitario; para evaluación implementación del tratamiento de las aguas y de las alternativas de trazados.
- Estimación de costos de inversión y operacionales, a nivel de ingeniería conceptual.
- Ingeniería y Memoria de procesos.
- Proyecto del Tratamiento de Aguas Servidas con memoria de cálculo de los parámetros operacionales de los procesos unitarios.

- Ingeniería hidráulica.
- Ingeniería mecánica.
- Urbanización.
- Arquitectura.
- Ingeniería eléctrica.
- Instrumentación y Control.
- Proyecto eléctrico de Fuerza y Control.
- Proyecto Agua Potable y AS de las Instalaciones del recinto PTAS.
- Catálogo de Equipos.

6.6.2. Aliviadero de Tormenta

En el diseño se deberá considerar el diseño e incorporación de un sistema de automático de aliviadero de tormentas, por exceso de aguas lluvias que sobrepasen la capacidad de diseño.

Para el diseño del aliviadero de tormentas se deberá tener presente lo expresado en la norma técnica NCh 2472 of. 2000, en el instructivo de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), mediante el Ordinario N°3104 de fecha 27 de Julio de 2011 "Instructivo uso de aliviaderos de tormenta o de emergencia en sistemas de alcantarillado" y Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Ambiente.

6.7. Disposición final de las aguas servidas

6.7.1. Disposición final

El proyecto deberá incluir un emisario destinado a conducir las aguas residuales tratadas al lugar de disposición final. Deberá considerarse el diseño de todos los elementos que permitan un flujo normal hasta el punto de descarga, incluido elementos hidráulicos (ventosas, si fuere necesario), además de todos los elementos de sujeción o empotre. El lugar de descarga deberá contar, con autorización ambiental de la Autoridad Competente.

6.7.2. Reutilización de aguas tratadas

El proyecto de disposición final de las aguas servidas podrá contemplar la reutilización de las aguas tratadas, para ello se deberá tener preséntela siguiente normativa:

NCh 3483: Directrices para la clasificación del grado de calidad para el reúso de agua, febrero 2021.

NCh 3456: Directrices para el uso de aguas residuales tratadas para proyectos de riego.

NCh 3581 Reutilización de agua residual de origen domestico – calidad estándar del agua regenerada para el consumo municipal misceláneo de agua.

NCh 3582 Reutilización de agua residual de origen domestico – calidad estándar para irrigación de áreas verdes.

NCh 3583 Reutilización de agua residual de origen domestico – Definiciones y clasificación estándar.

NCh 3674: Reúso de agua – Vocabulario, mayo 2021.

NCh 3675/1: Método para calcular y expresar el consumo de energía del tratamiento de aguas residuales industriales para fines de reúso de agua.

NCh 3682: Directrices para la evaluación y gestión de riesgos para la salud en el reúso de aguas servidas tratadas, noviembre 2020.

NCh 1333: Norma chilena sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

Además, se deberá tener presente el reglamento Condiciones Sanitarias Básicas para la Reutilización de Aguas Grises. Considerar en este ítem que de acuerdo a lo que dispone el Código Sanitario en su artículo Nº 75, la reutilización de aguas servidas tratadas en riego agrícola requiere autorización sanitaria.

6.8. Sistema eléctrico (PEAS y PTAS)

El Proyecto eléctrico debe ser realizado por un especialista del área eléctrica que cumpla con las exigencias de registro, profesión y experiencia establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Se debe asegurar la existencia de factibilidad eléctrica y la continuidad de la energía en la zona a abastecer. Se deben proyectar los elementos necesarios a fin de obtener una estabilidad en el voltaje.

Se deberá realizar un análisis de rentabilidad para usos de sistemas de energía electicos no convencionales (fotovoltaico, eólico, otros), y verificar su uso según sector a proponer su instalación.

Todos los equipos, aparatos y/o suministro de materiales indicados en el proyecto deberán ser certificados por SEC.

Se deben realizar los siguientes cálculos justificados:

- Estimación de potencia necesaria de la fuente de energía.
- Cálculo de capacidad de subestación.
- Cálculo de corrección de factor de potencia, de alimentadores, de cable de fuerza y control.
- Estudio de resistividad de suelo y cálculo de mallas de tierra.
- Se podrá analizar el uso de sistemas propios de abastecimiento eléctrico como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, etc.
- Telemetría para el control de los equipos, sensores para el control de operación (ej. oxígeno disuelto, cloración, DQO, SS, etc.). y plantas elevadoras de cabecera.

Se deberá privilegiar la obtención de tarifa horaria con la empresa distribuidora eléctrica.

Las plantas deberán considerar un sistema de respaldo de energía de modo de garantizar una operación mínima, que evite rebases o suspensión de procesos, en caso de fallas en el suministro público. Dicho respaldo deberá contar con un sistema de transferencia automática de la energía al sistema, así como de un sistema de alarmas que avise de este proceso.

En consideración a lo incidente que son los costos de energía en la tarifa final, se deberá diseñar un sistema complementario sustentable basado en energías renovables no convencionales, tipo on u off grid (siendo los sistemas off grid instalaciones completamente independientes, mientras que los on grid se respaldan por la red eléctrica), según sea el caso. Lo anterior independiente de si se ejecuta como parte de la obra inicial.

El diseño debe considerar una tarifa eléctrica adecuada, o un sistema híbrido de alimentación eléctrica, con el objetivo de mantener la PEAS/PTAS operativa, con o sin régimen horario punta (01 abril - 30 septiembre / 18:00 - 22:00hrs), y cortes de energía prolongados, de igual modo, se debe considerar una filosofía de funcionamiento de la PEAS/PTAS para opere en las horas anteriores a la entrada del régimen horario punta (01 abril - 30 septiembre / 18:00 - 22:00hrs).

6.9. Aspectos económicos

En la realización del estudio se deberá incorporar el análisis de los diversos costos que involucrará el desarrollo, puesta en marcha y operación del sistema. Esto con el fin de poder entregarlos a la SISS para determinar la tarifa que requiere el sistema para su financiamiento.

A objeto de evaluar los costos de operación y mantenimiento del sistema de Recolección de AA.SS. Rurales, se determinarán los aspectos más relevantes relacionados con la administración y funcionamiento del sistema.

Los costos de operación de un Sistema de Recolección de AA.SS. Rural, están representados como mínimo por los siguientes conceptos:

- Costos de Administración
- Costos de Operación
- Costos de Mantención Preventiva y Correctiva
- Costos de Reposición

Cuando se esté realizando el estudio de un mejoramiento de algún sistema existente, se deberán tomar los datos históricos de la administración del sistema para estimar los costos de funcionamiento.

Para los sistemas nuevos se estimarán los costos de funcionamiento en base a sistemas existentes de características similares en Ubicación, Población, Cultura, etc.

6.9.1. Costos de Administración

El costo de administración representa principalmente los gastos en que incurre el Comité en llevar los libros contables (honorarios contadores), hacer la medición y los cobros por el agua recolectada mensualmente, trámites, viáticos y adquirir útiles de oficina.

6.9.2. Costos de Operación

El costo de operación representa aquellos costos que son originados producto de las siguientes partidas:

- Remuneración de personal (incluidas leyes sociales y provisiones)
- Insumos para el tratamiento de las aguas
- Consumo de energía eléctrica
- Costos de Productos Químicos
- Costos de análisis de bacteriológicos y físico-químicos y caracterización mínimo de las aguas para la operación de la planta y para la descarga del efluente de acuerdo al DS 90 o la normativa vigente y su uso para riego.

6.9.3. Costo de Mantenimiento

El costo de mantención representa aquellos gastos que son originados por las actividades de mantención preventiva, correctiva y reparaciones menores que requiere el sistema a nivel de redes, PEAS, PTAS, equipos, sistemas de control y fuerza, obstrucción de la red, reparación de bombas, materiales y mano de obra que se requiere para mantener de buena forma el funcionamiento del sistema.

- Costos de limpieza: camión para; desobstruir colectores y cámaras, desembancar cámaras desarenadoras, filtros y cámaras de PEAS y PTAS.
- Cambio de piezas en plantas de tratamiento existentes o proyectadas, ej.: difusores, bombas de recirculación, desarenadores, bombas de lodos, desinfección, entre otros,
- Limpieza cámaras de rejas.

6.9.4. Costos de Reposición

Es el costo requerido para efectuar la renovación de redes, plantas, e infraestructura en general del sistema. Estos costos están asociados a la vida útil de los componentes del sistema, y deben estimarse teniendo en cuenta eso.

6.9.5. Tarifa Propuesta

Los Servicios Sanitarios Rurales estarán sujetos a las normas sobre fijación de tarifas y demás cobros de agua potable y saneamiento que se establecen en la Ley N°20.998 y en el capítulo VI de su Reglamento.

En relación al cálculo de las tarifas de recolección y tratamiento de aguas servidas, se considerará que los metros cúbicos facturados de aguas servidas son iguales a los metros cúbicos facturados de agua potable. En el caso de usuarios de los servicios de recolección, tratamiento, disposición final de aguas servidas y lodos, que cuenten con fuente propia de agua potable se considera que los metros cúbicos de aguas servidas son equivalentes al caudal extraído del pozo, derechos de agua inscritos, equivalentes al volumen mensual agua autorizada.

7. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL DISEÑO

7.1. Anteproyecto

En la etapa de Anteproyecto se identificarán todas las posibilidades factibles de implementar para la instalación del servicio de recolección de aguas servidas, haciendo énfasis en todo lo relativo a la instalación de colectores, plantas elevadoras de aguas servidas y soluciones particulares, con el objeto de poder tener un Proyecto cuyo costo de obras sea técnica y económicamente factible.

El informe de esta etapa consiste en la elaboración de una Memoria Técnica que contiene la recopilación de antecedentes, levantamiento topográfico, levantamiento de información en terreno el cual permita la realización y análisis de datos necesarios para el estudio y las bases de cálculo.

Debe permitir identificar con claridad los principales problemas que se puedan presentar a fin de solucionarlos durante la etapa posterior.

En la presente etapa se debe incluir todos los antecedentes que permitan identificar los beneficios del proyecto y la necesidad de realizarlo.

Además, debe ser capaz de identificar y presentar las posibles alternativas de soluciones al sistema las cuales deberán ser desarrolladas en esta etapa.

El diseño anteproyecto de ingeniería, contemplará las especialidades que se requieran para la definición de las obras, como mínimo se incluyen las siguientes especialidades:

- Ingeniería de procesos
- Ingeniería hidráulica
- Ingeniería mecánica
- Urbanización
- Arquitectura
- Ingeniería eléctrica
- Instrumentación y Control

Constará, a lo menos de:

7.1.1. Memoria Técnica

A objeto de ordenar la presentación de antecedentes, el índice del contenido de la memoria deberá ser al menos el siguiente:

1. ANTECEDENTES GENERALES
   - 1.1. Objetivo del Estudio
   - 1.2. Alcance del Estudio
2. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD
   - 2.1. Ubicación y Dependencia Administrativa
   - 2.2. Vías de acceso y Medios de Transporte
   - 2.3. Clima e Hidrología
   - 2.4. Topografía y características del Terreno
   - 2.5. Viviendas y otras edificaciones
   - 2.6. Servicios Existentes – Empresa Eléctrica
   - 2.7. Organización de la localidad
   - 2.8. Ingreso Promedio, Fuentes de Trabajo
3. SITUACIÓN SANITARIA EXISTENTE
   - 3.1. Abastecimiento actual de agua
   - 3.2. Disposición de excretas
   - 3.3. Enfermedades entéricas
4. ESTUDIO DE POBLACIÓN
   - 4.1. Población actual
   - 4.2. Población base
   - 4.3. Población flotante o temporal
   - 4.4. Población futura. Proyección
5. BASES DE CÁLCULO
   - 5.1. Periodo de previsión
   - 5.2. Cantidad de Uniones Domiciliarias totales
   - 5.3. Cobertura
   - 5.4. Dotación del Sistema de Agua Potable
   - 5.5. Coeficientes de recuperación y de capacidad
   - 5.6. Caudales de diseño

6. SOLUCIÓN GENERAL
   6.1. Análisis técnico – Económico de alternativas, Recomendación
   6.2. Descripción Solución Ante proyectada
7. OBRAS ANTEPROYECTADAS
   7.1. Redes de recolección
   7.2. Uniones domiciliarias
   7.3. PEAS
   7.4. Equipo de Bombeo. Altura de elevación
   7.5. PTAS. Tecnología, dimensiones y parámetros de diseño.
   7.6. Instalaciones eléctricas
   7.7. Urbanización de recintos
   7.8. Situación de terrenos. Adquisición y/o servidumbres
8. EVALUACIÓN DEL PROYECTO
   8.1. Definición del Modelo
   8.2. Datos de Entrada
   8.3. Resultado de la evaluación. Indicadores
   8.4. Determinación de Costos
9. COSTOS DE LAS OBRAS ANTEPROYECTADAS
   9.1. Precios, valores o índices de referencia
   9.2. Resumen costo general de las obras

7.1.2. Anexos y estudios especiales

Como apoyo y respaldo de la información presentada en la Memoria Técnica, se deberá incluir en forma de Anexos o Estudios Especiales los siguientes Antecedentes:

7.1.2.1. Mecánica de Suelos

A objeto de definir las características de la fundación de las estructuras de hormigón, de las plantas que se requieran y otras obras civiles proyectadas, un Ingeniero especialista, elaborará un Informe de Mecánica de Suelos, que permita determinar la capacidad de soporte del terreno en que se fundará las obras.

El objetivo principal de este estudio es caracterizar el tipo del suelo de fundación para las

nuevas obras, definiendo cada uno de los parámetros geotécnicos requeridos en la etapa de diseño, y generando recomendaciones técnicas para la etapa de construcción de las obras.

El Informe Geotécnico deberá ser concluyente respecto de la capacidad de carga de los suelos a nivel de sello de fundación. En caso de que el suelo no presente capacidad de carga suficiente, el especialista en mecánica de suelos deberá proponer, evaluar económicamente y especificar un mejoramiento del suelo.

a) Normativa aplicable

El marco normativo principal para el estudio geotécnico estará dado por:

NCh2369:	Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
NCh1508:	Geotecnia – Estudio de mecánica de suelos.

b) Alcance del estudio geotécnico

Para la realización del estudio de mecánica de suelos se consideran, al menos, las siguientes actividades:

Trabajo de gabinete: Se considera como actividad inicial, la recopilación y estudio de antecedentes. Se deberá preparar un programa detallado de exploración geotécnica, justificado técnicamente. Se estudiarán las cantidades de pozos de reconocimiento, calicatas, sondajes y macro-granulometrías, así como las profundidades de exploración, velando el cumplimiento de la normativa vigente. Se identificarán los ensayos a realizar en terreno y/o en laboratorio, según corresponda. Como parte de esta actividad, el consultor deberá presentar al Inspector Técnico del Estudios, para su aprobación, el programa de exploración geotécnica preparado, acompañando para esto, un plano con la ubicación y profundidad de las exploraciones propuestas.

Trabajo en terreno: Se considera dentro de esta actividad, la ejecución de todas las actividades requeridas en terreno, tales como: confección de calicatas, sondajes, toma de muestras, ensayos in situ, etc. de acuerdo a lo definido en el programa de exploración geotécnica, visado previamente por el Inspector Técnico del Estudio. Las calicatas y sondajes deben quedar perfectamente indicadas en un plano de planta, al igual que su estratigrafía y registro fotográfico, según corresponda. Para la ejecución de sondajes, el consultor deberá utilizar sonda rotatoria. Se exigirá certificado de laboratorio para calicatas y sondajes. Estos trabajos deberán ser presentados en un Informe que contenga información visual (fotografías) y descriptiva de los estratos, y ubicación del nivel de la napa, con indicación de la fecha de exploración.

1. Ensayos de laboratorio: Se considera la realización de todos los ensayos de suelo en laboratorio, que sean necesarios para definir los parámetros y/o características del suelo de fundación. Todos los ensayos deben cumplir con la normativa nacional vigente y deberán ser realizados en un laboratorio certificado. Es una condición deseable que el laboratorio esté acreditado bajo la norma NCh (ISO) 17025 y/o que los ensayos tengan acreditación INN, pero no son un requisito necesario para la adjudicación de esta licitación. No se exigirá el almacenamiento de las muestras una vez terminado el servicio de consultoría.

2. Informe Geotécnico: Con la información obtenida en el trabajo en terreno y los ensayos de laboratorio se elaborará el Informe Geotécnico, cuyo contenido mínimo deberá regirse por lo estipulado en acápite 6.4 de la NCh1508.

c) Tipo de exploraciones

El Informe de Mecánica de Suelos deberá estar separado según las siguientes exploraciones.

- Pozos de reconocimiento.
- Calicatas obras menores.
- Exploraciones obras mayores.
- Macro granulometría.

1. Pozos de reconocimiento

Corresponde a excavaciones menores a realizar a un costado de los caminos:

- Donde exista tubería, a fin de determinar la distancia de la matriz al borde más cercano de la calzada.
- Donde se proyecte una tubería nueva, o de refuerzo, a fin de definir el material de excavación. La excavación deberá ser de a lo menos la profundidad de la tubería proyectada a instalar.

Cada punto deberá ir acompañado de, al menos, 4 fotos. En cada una de las fotos debe aparecer una pizarra con la siguiente información:

- Nombre del APR donde se desarrolla el estudio.
- Año de ejecución del pozo de reconocimiento.

Para cada pozo de reconocimiento, indicar:

- Ruta
- Sentido de avance (Norte-sur u Oriente-poniente)
- Calzada (Oriente, Poniente, Sur o Norte)
- Kilometraje.
- Coordenadas UTM

2. Calicatas Obras Menores

Para el caso de efectuar calicatas, el distanciamiento máximo entre éstas no podrá ser mayor a 300 m, salvo que, por información de otra fuente, pueda aumentarse, y su profundidad de excavación no podrá ser inferior a la profundidad de la fundación de las obras menores a proyectar.

En los planos de planta se incluirá la ubicación de las calicatas numeradas, un perfil estratigráfico con la descripción visual de las mismas y su clasificación de acuerdo al U.S.C.S. en cada estrato detectado, indicando la fecha de ejecución y el nivel de la napa.

Se extraerán muestras perturbadas o inalteradas, cuando sea posible, para al menos la mitad de las calicatas, en las cuales se contemplan los siguientes ensayos generales de Laboratorio:

- Granulometría.
- Límites de Atterberg (cuando proceda).
- Densidad natural y peso específico.
- Humedad natural.

Cada punto deberá ir acompañado de, al menos, 4 fotos. En cada una de las fotos debe aparecer una pizarra con la siguiente información:

- Nombre del APR donde se desarrolla el estudio.
- Año de ejecución del pozo de reconocimiento.

Para cada calicata, indicar:

- Nº calicata (al menos 2 en esquinas opuestas del recinto).
- Destino del recinto.
- Profundidad.
- Ubicación de la napa.

La profundidad mínima de la calicata será de 2.5 m profundidad o el sello de fundación o profundidad de la instalación tuberías o estructuras de acuerdo al diseño, y será responsabilidad del consultor tomar las medidas de seguridad respecto a la entibación.

En el caso de los recintos donde se proyecten obras menores, se deberá realizar al menos dos calicatas en esquinas opuestas, con una profundidad mínima de 4 metros (o hasta hallar roca o material fluvial con tamaño mayor a 4"), a fin de detectar la presencia de napa y la capacidad de carga de los suelos.

En caso que el suelo no presente capacidad de carga, o esta se vea disminuida por la presencia de napa, el consultor deberá proponer las fundaciones mínimas o las medidas de mitigación correspondientes.

3. Exploraciones Obras Mayores

Para el caso particular de los recintos donde se proyecten obras mayores, como los estanques de agua potable, y según lo estipulado en el Anexo A, acápite A.2, de la NCh. 1508, el consultor deberá ejecutar, al menos, dos prospecciones en la superficie donde se proyectarán las obras mayores.

La profundidad de las exploraciones también se regirá por lo estipulado en la NCh. 1508, específicamente, por lo indicado en Anexo A, acápite A.3, y dependerá del tipo de fundación de las obras proyectadas (losa de fundación, fundaciones aisladas, pilotes, entre otras). A partir de la profundidad requerida por las obras mayores proyectadas, previamente pre-dimensionadas, el consultor, luego de un estudio técnico justificado, deberá proponer al Inspector Técnico del Estudios, el mecanismo de penetración a emplear y la profundidad de la(s) exploración(es).. La propuesta a entregar al Inspector Técnico del Estudio, para su revisión y aprobación, será parte del programa detallado de exploración geotécnica, mencionado anteriormente y que elabora el consultor.

Entre los ensayos de laboratorio requeridos para el diseño de las obras mayores del proyecto, se contempla:

- Estratigrafía.
- Granulometría.
- Clasificación USCS.
- Peso específico.
- Límite de consistencia (líquido, plástico).
- Contenido orgánico, cuando corresponda.
- Densidad in situ.
- Contenido de humedad natural.

- Ensayo de contenido de sales, cloruros o sulfatos, si corresponde.
- Ensayo de consolidación para suelos saturados (suelos finos, si corresponde).
- Clasificación sísmica y definición de parámetros según NCh2369.
- Capacidad de soporte admisible para condición estática y sísmica.
- Coeficiente de balasto en condición estática y sísmica.
- Ángulo de fricción interna (Φ).
- Cohesión (c).
- Coeficientes de empuje (activo, pasivo, reposo).
- Consolidación hasta 4 Kg/cm2, (muestras inalteradas).
- Compresión no confinada para suelos finos.
- Definición del sello de excavación y tratamiento del sello de fundación.
- Ubicación de napa freática.
- Definición de taludes de corte y/o terraplén para excavaciones y/o rellenos constructivos respectivamente, diferenciando entre temporales (durante las obras) y definitivos (una vez ejecutadas las obras).
- Recomendaciones constructivas generales de acuerdo al tipo de obra proyectada.
- Recomendaciones de sostenimiento de taludes, cuando corresponda.
- Definición de mejoramientos de suelo de fundación y/o rellenos estructurales.

Cada punto deberá ir acompañado de, al menos, 4 fotos. En cada una de las fotos debe aparecer una pizarra con la siguiente información:

- Nombre del APR donde se desarrolla el estudio.
- Año de ejecución del pozo de reconocimiento.

Para el caso particular de sondajes, se deberá desarrollar un set fotográfico de las muestras de suelo obtenidas durante la perforación.

En relación a los estudios de mecánica de suelos para todo tipo de obras, se deberá incluir un ensayo de salinidad del suelo para los sistemas que se encuentren expuestos a esta situación (En especial en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama). Así también se deberá realizar para todo tipo de obras un ensayo Porchet para determinar la infiltración del terreno, especialmente donde en las soluciones se incluyan sistemas de drenes para el agua proveniente del tratamiento.

4. <u>Macro-granulometrías</u>

En el caso particular de atraviesos bajo cauces, el consultor gestionar la toma de muestras destinadas a obtener la macro granulometría del lecho, definiendo el nivel de

acorazamiento del mismo, a fin de poder ser utilizados estos valores en la memoria técnica a presentar en la Dirección de Obras Hidráulicas.

d) Especificaciones constructivas

El Informe de Mecánica de Suelos deberá entregar especificaciones constructivas, como:

1. Profundidad de la excavación, indicando taludes recomendados y necesidad de entibación. Se deberán entregar todas las indicaciones técnicas necesarias para que el contratista, a cargo de las obras, pueda instalar adecuadamente las entibaciones.
2. Especificar el tratamiento de las sobre - excavaciones.
3. En caso de existir napa, se deberá indicar el tratamiento de ésta; potencia de la napa y su agotamiento; sistemas de protección de taludes contra la erosión superficial y de aguas subterráneas.
4. Se especificará que, tanto el sello de excavación, como el sello de fundación de obras mayores, requerirán la recepción técnica de un especialista en mecánica de suelos, con un mínimo de 5 años de experiencia.
5. En caso de lluvia, se especificarán las precauciones a considerar, tanto en el sello de fundación, como en el hormigonado de las obras mayores.
6. En caso de que se detecte, como suelo de fundación de las obras, rellenos artificiales heterogéneos, tipo basurales o suelos de mala calidad, el especialista en mecánica de suelos deberá preparar un estudio especial y especificar el tratamiento de estos rellenos y de las fundaciones.

7.1.2.2. Cálculos Hidráulicos

Se realizarán los cálculos hidráulicos que permitan dimensionar cada una de las obras del diseño propuesto. Para el dimensionamiento de un sistema de alcantarillado se debe tener en consideración los conceptos, estadísticas, coeficientes y factores que se indican a continuación:

- Estadísticas: Se recomienda emplear las estadísticas de consumo de agua potable y de saneamiento que manejan los prestadores de servicios sanitarios en el sector. En caso de no disponer de información se debe establecer valores referenciales. Los nuevos sistemas se pueden dimensionar utilizando las estadísticas existentes de localidades con similares características geográficas, socioeconómicas y poblacionales (densidad

poblacional, tipo de edificación y uso del suelo). Todo lo anterior lo debe justificar el proyectista y someterlo a la aprobación de la Autoridad Competente.

- Cobertura: Para el cálculo de la población a sanear se debe considerar el 100% de cobertura.
- Los cálculos a considerar serán los siguientes:
    - Modelación Hidráulica de la red de recolección.
    - Determinación de la curva de carga del sistema.
    - Análisis de golpe de ariete. Diseño de protecciones.
    - Determinación del volumen y cota cámara húmeda.
    - Cálculo del dimensionamiento de bombas y PTAS.
    - Cálculo del eje hidráulico.

7.1.2.3. Equipos (PEAS y PTAS)

Los equipos a considerar en el proyecto deberán especificarse en forma rigurosa, indicando las características técnicas a satisfacer, anexando los respectivos Data Sheet, Catálogos y/o Manuales de Operación y las Cotizaciones de respaldo, de preferencia en idioma español.

7.1.2.4. Factibilidad del Suministro de Energía Eléctrica

El estudio de las obras eléctricas tendrá como objetivo principal definir el sistema de alimentación eléctrica de los equipos y plantas elevadoras, y su operación desde el punto de vista de los dispositivos de control y comando.

Se incluirán en los Estudios correspondientes para determinar la alternativa más conveniente para el suministro de energía eléctrica y el sistema de control. Para ello, se tomarán en cuenta consideraciones técnicas y económicas, así como también de estandarización de las instalaciones y factibilidad de operación.

En esta etapa se incluirán los Estudios eléctricos a nivel de Anteproyecto, entregándose los siguientes esquemas:

- Planta de ubicación geográfica.
- Planta General de Ubicación, en el cual se planteará la solución para alimentación eléctrica de la planta elevadora, si procede.

- Planta del recinto de la planta de tratamiento o de disposición final.
- Formato del listado de componentes del tablero.
- Formato del cuadro de resumen de cargas.
- Formato para el cuadro de cargas de alumbrado y fuerza.
- Telemetría para la operación de la planta y PEAS.
- Simbología.

Finalmente se entregarán los siguientes documentos:

- Memoria explicativa indicando las soluciones adoptadas y los criterios de diseño.
- Estudio Técnico económico para la alimentación eléctrica de las instalaciones y sus sistemas tarifarios.
- Factibilidad y costos de suministro. En su defecto la solicitud de factibilidad.
- Programa de construcción de las obras, con las instrucciones necesarias para la ejecución, cuando sea necesario.

En esta etapa del Estudio, se analizará la información general sobre líneas eléctricas existentes de A.T. y B.T., para la alimentación de las obras a proyectar. Se efectuarán los contactos preliminares con la Compañía Distribuidora Eléctrica correspondiente, a fin de determinar la factibilidad de alimentación de las nuevas instalaciones y su costo aproximado. Se deberá solicitar Carta de Aceptación de la Empresa de Electricidad Local.

Se considerarán como condición necesaria para la definición y selección de alternativas de equipamiento eléctrico de la planta, los siguientes aspectos:

- Facilidad de operación.
- Facilidad de mantención.
- Confiabilidad del sistema.
- Suministro de repuesto.
- Factibilidad de ampliación futura.

7.1.2.5. Antecedentes Evaluación Económica del Anteproyecto

Se debe realizar evaluación económica de las alternativas de acuerdo con lo exigido en la Metodología de formulación y evaluación de proyectos de evacuación, tratamiento y disposición de aguas servidas del sector rural del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

7.1.2.6. Antecedentes de Terrenos

En esta Etapa se entregará los planos de Servidumbre. Cesión o Adquisición de terrenos (según lo requerido), conteniendo como información mínima lo siguiente:

- Nombre de propietario actual de cada terreno involucrado.
- Número de Rol de Avalúo de cada lote.
- Certificado de Dominio vigente.
- Superficie de cada Lote (m2).
- Precio referencial del m2 de terreno a adquirir o expropiar.
- Planos de expropiación.
- Otros antecedentes necesarios para el trámite expedito de cesión del terreno y la servidumbre de paso.

7.1.3. Planos

Los planos que se desarrollarán en la presente etapa corresponden como mínimo a los siguientes:

7.1.3.1. Plano General o de Conjunto

Incluirá toda la población de la localidad señalando cada casa por sanear, Edificios Públicos, Escuelas, redes de recolección, U.D., sitio de localización de PEAS, líneas de impulsión, sitio de localización de PTAS si corresponde, emisario, lugar de disposición final si corresponde, y, en general, todos los detalles obtenidos en el levantamiento topográfico. Incluirá plano de ubicación geográfica, coordenadas geográficas y Norte. La escala del plano será 1:500.

Se debe indicar listado de beneficiarios, que debe incluir el Registro Social de Hogares o el instrumento que lo remplace, y tipo de UD que corresponde.

7.1.3.2. Plano perfiles longitudinales

Se debe incluir un plano con los perfiles de las cañerías y colectores en escala horizontal 1:1.000 y vertical 1:100, que considere la cota de terreno, cota de las canaletas de entrada y salida de cámaras, Km parcial, Km acumulado.

7.1.4. Presupuesto

El diseño incluirá un listado de las partidas indicando las unidades, cantidades, precios unitarios, costo total de la partida, a la fecha de entrega de Anteproyecto.

7.2. Proyecto

La solución propuesta y aprobada a nivel de anteproyecto, deberá presentarse elaborada a nivel de detalles, incluyendo memoria con anexos correspondientes, especificaciones técnicas especiales y generales, cubicaciones, presupuesto, planos de planta y detalles, aprobaciones sectoriales, especificaciones de equipos y eventualmente especificaciones de funcionamiento.

No debe existir conexión física entre un sistema de recolección de aguas residuales y un sistema de agua potable. Ni tampoco con sistemas de recolección de aguas lluvia.

7.2.1. Memoria

La memoria es la presentación escrita de antecedentes, procesamientos y resultados que integran un proyecto. Debe ser en todas sus partes clara, concisa, congruente y completa.

Los antecedentes deben comprender, como generalidades, el motivo que da origen al proyecto, la ubicación de las obras y del área servida. Los cuales deben ser complementados a los anexos presentados a nivel de Anteproyecto.

Debe incluir las características, dimensiones y detalles de obras proyectadas y equipos por instalar debidamente justificados.

El procesamiento de los antecedentes y sus resultados debe constar en la descripción y justificación de la solución.

Se debe incluir cotizaciones y catálogos de equipos especiales y/o de requerimiento de sistemas o unidades específicas.

Desarrollar a nivel de proyecto, la evaluación social del proyecto de acuerdo con la Metodología de evaluación social correspondiente del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

Se incluirá en esta etapa la aprobación de terceros respecto de las obras proyectadas según corresponda: Vialidad, SEREMI de Salud, Particulares y cualquier servicio extra que debe ser aprobado para la ejecución de las obras. Así también se deberá considera las aprobaciones por parte de la DGA y la aprobación por parte de la Seremi de Salud.

Con el objeto de asegurar la titularidad de los Servicios Sanitarios Rurales SSR ante la SEREMI de Salud, para efectos de aprobación y puesta en marcha de los proyectos ante la autoridad, dichas gestiones solo podrán ser realizadas por los propios (SSR) o en su defecto, por consultores o Unidades Técnicas en representación de estos.

Será requisito para la presentación de los proyectos ante la SEREMI de Salud, tener actualizados sus estatutos en materia "Recolección y Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas".

De corresponder debe obtenerse la aprobación del SEIA, mediante el desarrollo de estudios de análisis ambiental o el levantamiento de información para la construcción de la línea base ambiental.

Deberá tener presente todo lo indicado en el documento "Repertorio de Normativa Ambiental - Proyectos de Infraestructura -MOP".

En esta etapa se revisarán los Estudios específicos de Mecánica de suelos, cálculos hidráulicos, obras eléctricas y cálculos estructurales, los que deberán ajustarse a las Normas de Diseño. Los que deberán tener el nivel de detalle necesario para la correcta definición y posterior construcción de las obras.

7.2.2. Anexos

Se incluirá a modo de respaldo al estudio toda la información complementaria a la memoria, sin perjuicio de incorporar toda información adicional relevante y necesaria para la completa comprensión del Diseño.

Se deberá incluir como Mínimo los siguientes Anexos:

1. Encuesta preliminar: Técnica-Socioeconómica. Condiciones sanitarias –Demografía.
2. Informes Técnicos.
3. Estudio de Mecánica de Suelos para las estructuras que correspondan Muestras – Ensayos.
4. Análisis hidráulico del sistema. Red de recolección. Impulsiones. Obras especiales. Anclajes.
5. Obras eléctricas. Factibilidad – Cartas – Certificados. Medición de resistividad. Malla puesta a tierra. Cálculos. Respuesta de la empresa Eléctrica. Análisis tarifario. Catálogos específicos.
6. Data Sheet y Catálogos técnicos: Grupo motobomba. Equipos mecánicos y/o

electromecánicos.

7. Estudio de Precios Unitarios y elección de materiales.
8. Registro Social de Hogares.
9. Memoria de Procesos de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.
10. Evaluación Económica de acuerdo con la metodología vigente del Ministerio de Desarrollo Social y Familia.
11. Programación de las Obras.
12. Informes de participación ciudadana.
13. Actas de las reuniones con ITO.
14. Aprobaciones Requisitos Sectoriales y/o terceros.
15. Manual de operación y mantención del sistema en conjunto preparado por el consultor, indicando todos los procesos, tareas, mediciones periódicas que se deben realizar y solución de disfunciones

Se podrán incluir anexos extras cuando se tengan más antecedentes relevantes del estudio.

7.2.3. Especificaciones Técnicas

7.2.3.1. Especificaciones Técnicas Generales

Las especificaciones técnicas generales deben considerar el cumplimiento de las normas y disposiciones vigentes, con las indicaciones generales que corresponden al proyecto.

Cualquier anotación o indicación hecha en las especificaciones generales o especiales y que no estén detalladas en los planos, o detalladas en estos y no anotadas en las especificaciones, se tomará como anotada y especificada en ambos. En caso de diferencia entre los planos y especificaciones, predominarán los planos. En los planos, las cotas prevalecen sobre la escala y los planos de detalle sobre los generales.

Se deben incluir, en forma precisa, las pautas de medición de ítems o partidas.

7.2.3.2. Especificaciones Técnicas Especiales

Las especificaciones técnicas especiales deben referirse a las distintas partes que componen la obra y complementarán el contenido de los planos. La ordenación se hará en la siguiente forma y yendo de lo general a lo particular: Capitulo, acápite e ítem o partida.

En general los capítulos se ordenarán de acuerdo con la secuencia operacional de la ejecución

de la obra con numeración decimal.

En las especificaciones técnicas especiales deben referirse con precisión y concisión cada elemento de la obra. Las citas a disposiciones oficiales de ejecución de obras se harán en forma definida sin dar lugar a interpretaciones equivocas.

Cada capítulo deberá empezar con una breve explicación de su contenido, indicando al menos lo siguiente:

- Alcance y posibles excepciones, con indicación de otras subdivisiones con las que pudiera tener relación.
- Exigencias de carácter general aplicables a las partidas de la subdivisión (Normas, Reglamentos, Recomendaciones de fabricantes, etc.).
- Replanteo de la Obra.

En las partidas o ítems que procedan, se hará mención explícita a los planos tipo que correspondan, a las recomendaciones de estudios o informes especiales como Mecánica de Suelos, etc.

7.2.4. Presupuesto

Se incluirá un presupuesto detallado de las obras, individualizando brevemente las partidas a que corresponden los valores consignados.

La estructuración general será la misma adoptada para las Especificaciones Técnicas Especiales.

7.2.5. Planos

Se incluirá en esta etapa el desarrollo, complemento y terminación a nivel de detalle constructivo de los planos incorporados en la etapa de Anteproyecto.

Se debe incluir como mínimo los siguientes Planos:

- Planta General: Con ubicación geográfica y descripción de las obras incluidas; ubicaciones y cotas de puntos de referencia, pozos de reconocimiento y perfiles estratigráficos, incluyendo curvas de nivel.
- Planchetas de red de recolección: a una escala 1:500 de modo de poder discriminar detalles como alcantarillas, deslindes, interferencias, etc. Incluir atraviesos y paralelismos del proyecto. perfiles transversales típicos de camino, con ubicación de

eje, bordes, cercos, canales, etc. Incluyendo la ubicación de tuberías de agua potable y alcantarillado, existentes y proyectadas y advertencias sobre otras instalaciones existentes de otros servicios públicos o privados. Sobre el plano topográfico de la localidad se indicará el trazado de la red señalando diámetros, longitudes, pendientes, cotas de entrada y salida de cámaras.

- Se indicarán las singularidades del trazado como cruces, líneas férreas, caminos, etc.
- Plano de perfiles longitudinales en escala horizontal 1:1.000 y vertical 1:100 Se deberán indicar singularidades del trazado, señalando atraviesos de cauces o quebradas, líneas férreas, anclajes especiales, puentes, caminos, terrenos agrícolas, bosques, interferencias con obras o servicios existentes, etc.
- Plantas Elevadoras de aguas servidas e Instalaciones Eléctricas: De ser necesario un sistema de elevación mecánica, se deberán establecer las características técnicas del equipo de bombeo e indicar en los planos las disposiciones generales de ubicación y de interconexiones hidráulicas, así como las obras civiles asociadas al sistema de elevación. Asimismo, se deberá contemplar el detalle de las instalaciones requeridas para estos efectos.
- Plantas de Instalaciones Eléctricas: se deberán establecer las características técnicas del equipo de las Plantas de Tratamiento e indicar en los planos las disposiciones generales de ubicación y de interconexiones hidráulicas, así como las obras civiles asociadas al sistema. Asimismo, se deberá contemplar el detalle de las instalaciones requeridas para estos efectos.

- Impulsión: Se definirá su trazado en planta y perfil indicando las características hidráulicas, material y accesorios necesarios de la conducción proyectada, para su correcta instalación, funcionamiento y operación Para la determinación del trazado, material y diámetros se realizará un estudio técnico – económico, que se incluirá en Anexos.
- Plantas de Tratamiento de aguas servidas e Instalaciones Eléctricas: De ser necesario un sistema de tratamiento, se deberán establecer las características técnicas del tipo de planta y de sus equipos e indicar en los planos las disposiciones generales de ubicación y de interconexiones hidráulicas, así como las obras civiles asociadas al sistema de tratamiento. Asimismo, se deberá contemplar el detalle de las instalaciones requeridas para estos efectos.
- Urbanización: Debe incluir detalles de urbanización de los recintos del sistema (cierres, accesos, etc.).

- De expropiación y servidumbres acotadas con precisión, indicando ubicación, numero de rol, nombre del dueño, sus deslindes y áreas.
- Proyecto eléctrico, instrumentación y control: deberá presentarse de acuerdo a las normas, reglamentos y circulares vigentes.
- De infraestructura de FFCC, Vialidad y otros.

En general los planos deberán contener todos los detalles necesarios y suficientes de tal modo que sirvan para dirigir la construcción de todas las obras del proyecto, complementándose para este propósito con las especificaciones técnicas.

Además, deberán cumplir con las "NORMAS GENERALES PARA EL DIBUJO Y PRESENTACIÓN DE PLANOS DE OBRAS HIDRÁULICAS", versión 1.