

CAPÍTULO 2. ESTUDIOS PRELIMINARES PARA EL DISEÑO DE LAS OBRAS

ÍNDICE

1. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES	1
1.1. FINALIDAD	1
1.2. INFORMACIÓN A OBTENER	1
1.2.1. <i>Físicos</i>	<i>1</i>
1.2.2. <i>Aspectos Sanitarios.....</i>	<i>3</i>
1.2.3. <i>Aspectos Ambientales.....</i>	<i>3</i>
1.2.4. <i>Aspectos Socio-Ecológicos.....</i>	<i>4</i>
1.2.5. <i>Aspectos Relacionados con las Fuentes de Abastecimiento de Agua.....</i>	<i>4</i>
1.2.6. <i>Aspectos Socio-Económicos y Demográficos</i>	<i>5</i>
1.2.7. <i>Infraestructura Urbana</i>	<i>6</i>
1.2.8. <i>Abastecimiento Actual de Agua</i>	<i>7</i>
1.2.9. <i>Sistema Actual de Disposición de Excretas</i>	<i>8</i>
1.2.10. <i>Drenaje Pluvial.....</i>	<i>8</i>
1.2.11. <i>Limpieza Pública</i>	<i>8</i>
1.2.12. <i>Aspectos Legales.....</i>	<i>9</i>
1.2.13. <i>Costo de Mano de Obra, Materiales y Energía.....</i>	<i>9</i>
1.2.14. <i>Inspecciones Visuales.....</i>	<i>10</i>
1.3. ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA.....	11
2. PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO	12
2.1. HORIZONTE Y PERIODOS DE DISEÑO.....	12
2.1.1. <i>Horizonte de Diseño.....</i>	<i>12</i>
2.1.2. <i>Períodos de Diseño.....</i>	<i>12</i>
2.1.2.1. <i>Obras Civiles</i>	<i>12</i>
2.1.2.2. <i>Líneas de Conducción y Redes de Distribución.....</i>	<i>12</i>
2.1.2.3. <i>Equipos e Instalaciones Mecánicas y Electromecánicas.....</i>	<i>12</i>
2.1.2.4. <i>Equipos e Instalaciones Eléctricas</i>	<i>13</i>
2.1.2.5. <i>Tanques y Cisternas de Almacenamiento.....</i>	<i>13</i>
2.1.2.6. <i>Equipamiento Auxiliar</i>	<i>13</i>
2.1.2.7. <i>Otras Instalaciones.....</i>	<i>14</i>

2.1.2.8. Valores Definidos Para el Período de Diseño	14
2.1.3. Consumos	14
2.1.3.1. Definiciones y Aspectos Generales.....	14
2.1.3.2. Dotación de Consumo Media Anual Aparente.....	15
2.1.3.3. Formas de Cálculo	15
2.1.3.4. Caracterización de los Consumos.....	17
2.1.3.5. Dotación de Diseño.....	19
2.1.4. Caudales	19
2.1.4.1. Nomenclatura	19
2.1.4.2. Definiciones y Aspectos Generales.....	20
2.1.4.3. Definiciones de Coeficientes de Caudal.....	21
2.1.4.4. Coeficientes de Caudal	22
2.1.4.5. Caudales de Diseño	23
2.1.4.6. Caudales de Diseño de Producción	24
2.1.4.7. Caudales Especiales Para Diseño	25
2.2. PROYECCIONES DE POBLACIÓN.....	26
2.2.1. Generalidades	26
2.2.2. Proyección Demográfica.....	27
2.2.3. Método de la Curva Logística.....	28
2.2.4. Método de Tasa Geométrica Decreciente	29
2.2.5. Método de la Relación - Tendencia.....	30
2.2.6. Técnica de los Incrementos Relativos	34
2.2.7. Método de los Componentes.....	35
2.2.8. Utilización de Otros Métodos para Efectuar la Proyección Demográfica.....	37
2.2.9. Selección del Método Adoptado	37
2.2.10. Análisis de Consistencia	37
2.2.11. Distribución Espacial de la Población Futura	38
2.2.12. Población Temporal	39
2.2.13. Representación Gráfica	39
3. ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA DE LOS SERVICIOS.....	40
3.1. DEMANDA DE SERVICIOS.....	40
3.2. OFERTA DE SERVICIOS.....	40
3.3. ESTUDIO DE DEMANDA.....	42
3.3.1. Determinación de la Demanda Futura	43
3.3.2. Modelo de Demanda.....	44
4. INVESTIGACIONES TÉCNICAS DE CAMPO	46
4.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	46
4.1.1. Aspectos Generales	46
4.1.1.1. Alcance de Estas Normas.....	46
4.1.1.2. Tipos y Finalidades de Estudios Topográficos	46
4.1.2. Especificaciones Para Estudios Globales	47
4.1.2.1. Antecedentes a Consultar	47
4.1.2.2. Documentos a Elaborar	48
4.1.2.3. Apoyos y Procesos Especiales.....	49
4.1.3. Especificaciones Para Estudios Sobre el Area a Servir.....	50
4.1.3.1. Antecedentes a Consultar	50

4.1.3.2. Apoyo Horizontal	50
4.1.3.3. Apoyo Vertical.....	54
4.1.3.4. Planialtimetría General.....	57
4.1.4. <i>Especificaciones Para Batimetría</i>	62
4.1.4.1. Nivel de Referencia.....	62
4.1.4.2. Mediciones de Profundidad	62
4.1.4.3. Posicionamiento	64
4.1.4.4. Control del Nivel de Agua	65
4.1.5. <i>Estudios de Detalle</i>	65
4.1.5.1. Densificación del apoyo	65
4.1.5.2. Levantamiento Topográfico	66
4.1.5.3. Levantamiento Batimétrico.....	66
4.1.5.4. Información Adicional	66
4.1.5.5. Representación Morfológica.....	67
4.1.5.6. Levantamiento de Cámaras, Túneles y Conductos	67
4.1.6. <i>Trabajos de Mensura y Afectaciones</i>	67
4.1.6.1. Generalidades	67
4.1.6.2. Planos de Mensura	68
4.1.6.3. Planos de Servidumbre	68
4.1.6.4. Planos Índice y Fichero.....	68
4.1.6.5. Relevamientos de Mejoras	68
4.2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	68
4.2.1. <i>Reconocimiento Preliminar del Sitio</i>	69
4.2.2. <i>Investigaciones Básicas de Campo y Laboratorio</i>	69
4.2.2.1. Rocas Aflorantes o Subaflorantes	69
4.2.2.2. Materiales Granulares Gruesos	71
4.2.2.3. Investigaciones en Suelos Finos de Tipo Cohesivo o Limo - Arenoso	72
4.2.3. <i>Investigaciones Geotécnicas Complementarias</i>	73
4.2.3.1. Rocas Aflorantes o Subaflorantes	73
4.2.3.2. Materiales Granulares Gruesos	74
4.2.3.3. Suelos Finos de Tipo Cohesivo o Limo - Arenoso	74
4.2.4. <i>Estudios de Yacimientos y Fuentes de Provisión de Materiales de Construcción</i> .	74
4.2.5. <i>Cantidad de Investigaciones</i>	76
4.2.5.1. Conducciones y Redes de Agua	76
4.2.5.2. Plantas Potabilizadoras.....	76
4.2.6. <i>Informe Técnico</i>	76
4.2.6.1. Memoria Descriptiva	76
4.2.6.2. Resultados Obtenidos.....	77
4.2.6.3. Conclusiones y Recomendaciones.....	77
4.2.7. <i>Detalle de Planillas Para Estudios Geotécnicos</i>	78
4.2.7.1. Tareas del Campo	78
4.2.7.2. Ensayos de Laboratorio	78
4.2.7.3. Resumen de Resultado	79

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1. Períodos de diseño. Sistema de agua potable.....	14
Tabla 2. Denominaciones de los caudales.....	20
Tabla 3. Definición de caudales de diseño.....	20
Tabla 4. Definición de coeficientes de caudal	21
Tabla 5. Coeficientes de caudal	23
Tabla 6. Aplicaciones de caudales a lo largo del período de diseño	25
Tabla 7. Coeficiente de ponderación	32

1. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

1.1. FINALIDAD

Tiene como objetivo recopilar y analizar la información disponible y establecer las bases sobre las cuales se debe fundamentar el Proyecto. La recopilación de antecedentes provee los elementos básicos para la elaboración del proyecto. A fin de encarar el estudio, se debe reunir, como mínimo, la información relacionada con la zona de influencia del proyecto que se detalla a continuación.

1.2. INFORMACIÓN A OBTENER

La información que se debe obtener se relaciona con los siguientes aspectos:

1.2.1. Físicos

- Meteorológicos
 - Temperatura media, máxima media anual y mínima media anual.
 - Precipitación media anual.
 - Evapotranspiración potencial.
 - Déficit/exceso de agua en el suelo.
 - Vientos, direcciones más frecuentes, velocidad media.
 - Tipo climático.
- Topográficos
 - Recopilación de mapas, fotografías aéreas, e imágenes satelitales existentes.
 - Recopilación de planos resultantes de levantamientos altimétricos ya efectuados, en escala conveniente.
 - Recopilación de planos resultantes de levantamientos catastrales o semi-catastrales.
- Geológicos
 - Reconocimiento geológico de la superficie.
 - Recopilación de estudios geológicos existentes.
 - Datos referentes a la profundidad media de aparición de rocas y afloramiento de las mismas.
 - Características geológicas y geotécnicas del subsuelo.

- **Hidrogeológicos**

- Reconocimiento hidrogeológico de la superficie.
- Recopilación de estudios hidrogeológicos existentes.
- Áreas de recarga.
- Antecedentes sobre la piezometría del agua subterránea, fluctuaciones estacionales, hidrodinámica, profundidad media y de la napa freática. Zonas de recarga, almacenamiento y descarga. Perfiles de perforaciones. Ensayos de bombeo. Información hidroquímica. Características hidrodinámicas.
- Calidad hidroquímica de las aguas subterráneas.

- **Geomorfológicos**

- Recopilación de estudios y mapas geomorfológicos existentes.
- Unidades y subunidades geomorfológicas.
- Identificación de zonas singulares (áreas inundables, salinizadas, erosionadas).
- Caracterización de la fisiografía y el paisaje.

- **Edafológicos**

- Tipos y distribución espacial de suelos (mapas).
- Susceptibilidad a la erosión.
- Déficit/exceso de agua en el suelo.
- Aptitud agrícola.
- Grado de permeabilidad.
- Permeabilidad de los suelos.
- Red de drenaje natural y artificial.

- **Geotécnicos**

- Estudios geotécnicos existentes.
- Información sobre las características del subsuelo.

- **Hidrológicos**

- Comportamiento hidrológico de las formaciones geológicas del área en estudio.
- Datos pluviométricos e hidrométricos existentes.
- Reconocimiento general de la cuenca con relación a los cuerpos de agua existentes, posibles receptores.
- Recopilación de mapas existentes de la cuenca hidrográfica.
- Formas, pendientes, longitud de los cauces, red de distribución de los mismos, curvas hipsométricas.

- Hidráulicos

- Serie de niveles y caudales de los cuerpos de agua, capacidad de conducción, pendientes hidráulicas.
- Obras antrópicas.

1.2.2. Aspectos Sanitarios

- Recopilación de la información existente y los datos estadísticos de los establecimientos asistenciales públicos, centros de salud, sanatorios e instituciones congéneres en lo que respecta a:
 - Epidemiología, (epidemias, endemias de enfermedades relacionadas con el agua y la excreta).
 - Mortalidad infantil.
 - Enfermedades de origen hídrico.
 - Cantidades de personas atendidas mensualmente por diarreas agudas y otros síntomas de enfermedades de transmisión por el agua y la excreta, especificando en lo posible las causas que las originaron y tipos de agentes patógenos.
 - Capacidad de los establecimientos asistenciales.
 - Constancias sobre casos de enfermedades transmisibles a través de la excreta y sus agentes transmisores.
 - Datos referentes a la contaminación actual y potencial de los cuerpos de agua como posibles receptores.
 - Exámenes físicos, bacteriológicos y análisis químicos de los cuerpos de agua existentes.

1.2.3. Aspectos Ambientales

- Recopilación de mapas de vegetación, zoogeográficos y de unidades de conservación.
- Listas de diversidad del área en estudio y/o regiones aledañas ecológicamente equivalentes.
- Recopilación de datos sobre especies de interés epidemiológico (vectores o reservorios de enfermedades de interés sanitario).
- Reconocimiento in-situ de las distintas unidades de vegetación a fin de verificar el grado de perturbación, identificar el tipo de uso antrópico, evaluar sus características espaciales, y validar el análisis de sensibilidad ambiental.
- Recopilación de datos y estudios existentes sobre la calidad ambiental de los cuerpos de agua.
 - Demanda biológica de oxígeno.

- Concentración de bacterias coliformes.
- Abundancia relativa de especies bentónicas, planctónicas e hidrofíticas vasculares.
- Disponibilidad de hábitat para aves acuáticas migratorias.
- Análisis de la tendencia de perturbación de los ecosistemas naturales.

1.2.4. Aspectos Socio-Ecológicos

- Tipos y frecuencia de usos antrópicos.
- Identificación de los bienes y servicios que brindan los sistemas ecológicos del área de estudio.
- Valoración simbólica de dichos bienes y servicios por parte de la comunidad local.
- Datos sobre el uso de la fauna y flora local tanto por pobladores residentes como por visitantes.
- Actividad de grupos ambientalistas locales (ONGs).
- Legislación vigente de protección y manejo de la fauna, flora, y ecosistemas naturales.
- Tipos y frecuencia de usos antrópicos con relación a los bienes y servicios ecológicos.

1.2.5. Aspectos Relacionados con las Fuentes de Abastecimiento de Agua

Fuentes Superficiales y Subterráneas

Información existente sobre la calidad de la fuente superficial a utilizar para abastecimiento en caso de un sistema nuevo.

- Datos físico-químicos sobre calidad del agua cruda:
 - Turbiedad y color.
 - Oxígeno disuelto.
 - Nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal.
 - Fósforo total.
 - Sólidos suspendidos totales.
 - Sólidos disueltos totales.
 - Dureza total (CaCO_3).
 - Velocidades de sedimentación.
 - Concentración de metales pesados (cromo, plomo, mercurio, cadmio).

- Concentración de pesticidas (aldrin, DDT, heptacloro, heptacloroepóxido).
- Demanda química de oxígeno (DQO).
- Susceptibilidad a la erosión de las riberas.
- Datos biológicos:
 - Demanda bioquímica de oxígeno (DBO: 5 días a 20°C).
 - Concentración de bacterias coliformes.
 - Presencia de especies vectores de enfermedades de origen hídrico.
 - Abundancia relativa de especies bentónicas, planctónicas, algas macrófitas e hidrofitas vasculares.
 - Disponibilidad de hábitat para aves acuáticas migratorias, etc.
- Datos varios:
 - Obras existentes y otros usos de la fuente.
 - Disponibilidad del recurso, capacidad máxima, media y mínima.
 - Información sobre los valores numéricos o niveles guía de calidad de agua.
 - Información sobre los usos previstos de la fuente como cuerpo receptor.
 - Información específica requerida por los modelos a emplear.

1.2.6. Aspectos Socio-Económicos y Demográficos

- Compilación de datos referentes a la creación y evolución histórica de la localidad.
- Población actual y evolución demográfica histórica según los diferentes censos nacionales y provinciales, así como también apreciaciones demográficas municipales necesarias para realizar los estudios demográficos según numeral 2.2 Proyecciones de Población. Es conveniente contar con la información de los respectivos radios censales utilizados.
- Población de verano, turística, temporaria, rotación de la población turística.
- Distancias a las ciudades y lugares más importantes de la Provincia y los medios de transporte locales e interurbanos existentes, tanto de pasajeros como de correspondencia y cargas.
- Verificación de la existencia de estudios estadísticos sobre la evolución del número de:
 - Edificaciones y/o estructuras ejecutadas.
 - Conexiones de luz y fuerza motriz.
 - Conexiones de agua.
- Principales industrias, actividades agropecuarias de la región y centros comerciales.

- Ubicación e importancia de los establecimientos industriales, comerciales y oficinas públicas, cantidad de trabajadores y sueldos promedio.
- Tipos de producciones de la zona periférica de los sectores comprendidos en el programa, especialmente las actividades agrícolas, hortícolas y ganaderas.
 - Información sobre establecimientos educacionales.
 - Tipo de enseñanza que se imparte.
 - Especializaciones en los distintos niveles.
 - Cantidad de alumnos que asisten a los establecimientos de enseñanza, sexo y edades de los mismos.
 - Capacidad máxima de los establecimientos educacionales.
 - Información sobre los medios masivos de comunicación oral y escrita.
 - Información sobre las actividades económicas actuales y su evolución.
 - Nivel de vida de la población ocupante del área en estudio.
- Informaciones sobre la recaudación de impuestos, tasas y tarifas en el área de influencia del proyecto, caracterizando las fuentes perceptoras y su evolución en el tiempo.
 - Valor de la producción industrial.

1.2.7. Infraestructura Urbana

Desarrollo Urbano

- Verificación de la existencia de planes maestros de desarrollo urbano, planes de regulación del uso del suelo.
- Zonas hacia las cuales tiende a desarrollarse la localidad.
- Ordenanzas de apertura de calles.
- Datos sobre proyectos o estudios urbanísticos sectoriales existentes en el área de ejecución del proyecto.
- Programas de construcción de viviendas.
- Reconocimiento local de las áreas edificadas: clasificación cuantitativa y cualitativa de las construcciones existentes, categorías, áreas de distribución geográfica.
 - Distribución espacial de las viviendas y baldíos en la planta urbana.
- Informaciones sobre las normas y reglamentos para construcción en el área de estudio.
- Análisis de la tendencia de construcción en el área de influencia del proyecto.

- Catastro de los sistemas de agua y desagües cloacales, energía eléctrica, teléfono, gas, etc. existentes y proyectadas, cuyas obras puedan interferir con las del sistema de distribución de agua.
- Planos de proyecto y conformes a obra de pavimentos y cordones cuneta.
- Radios servidos con energía eléctrica. Trazas de las líneas de media tensión en el área de interés del proyecto. Potencia disponible.
- Servicios eléctricos y su capacidad para suministrar la potencia necesaria para la ejecución de las obras y operación de los servicios.

1.2.8. Abastecimiento Actual de Agua

- Calidad del agua para consumo humano, ya sea de perforaciones o de planta potabilizadora.
- Planos de la red de agua potable con ubicación planialtimétrica de las tuberías acotadas respecto a la línea municipal. Planos y ubicación de la planta potabilizadora y de las instalaciones complementarias, estaciones de bombeo, reservas, etc. Radio servido actual y futuro. Horizonte del proyecto. Capacidad de las fuentes, de la planta y de las conducciones, actual y previsto. Posibilidades de ampliación.
- Dotación actual y su evolución histórica. Hábitos del uso del agua que presenta la población (riego de cultivos y jardines, otros consumos de agua en actividades externas a las viviendas, etc.). Consumos comerciales e industriales. Forma de prestación del servicio. Previsión de la colocación de medidores. Sistema tarifario y su incidencia en la evolución de la dotación.
- Evolución del número de conexiones y de la población servida en los últimos años. Comparación con la población total.
- Identificación de grandes consumidores de agua potable con el objeto de determinar la ubicación de los grandes consumos de agua potable comerciales y/o industriales.
- Medianos y grandes usuarios de agua. Ubicación, actividad, consumo de agua. Fuentes de agua utilizadas.
- Forma de abastecimiento de la población que no cuenta con conexión al servicio público.
- Evolución de la recaudación a cargo del ente que presta el servicio. Índice de morosidad.
- Comentario sobre el estado de las instalaciones y como se atiende la demanda del servicio.
- Aplicación o no de sistema de medición de consumos domiciliarios, zonas, cantidad de conexiones con micromedición, tendencias, evolución, datos históricos, confiabilidad del sistema de lectura, nivel de pérdidas en el sistema, etc.
- Macromedición, en las plantas de tratamiento, o en caso de fuentes subterráneas en los pozos, y para los caudales de producción y distribución.
- Características del organismo que presta el servicio de abastecimiento de agua:

- Aspectos institucionales:
 - ❖ Empresas u organismos que prestan los servicios de agua potable y desagües cloacales.
 - ❖ Entes de Regulación y Control a nivel provincial y municipal.
 - ❖ Leyes, ordenanzas, Marcos Regulatorios y contratos de la prestación de los servicios, vigentes.
- Aspectos comerciales:
 - ❖ Catastro de clientes.
 - ❖ Sistema tarifario. Micromedición.
 - ❖ Sistema de facturación y cobranza.
 - ❖ Atención a los clientes.
- Aspectos Operativos:
 - ❖ Catastro de instalaciones y redes.
 - ❖ Macromedición.
 - ❖ Balances hídricos. Agua no contabilizada.
 - ❖ Detección y reparación de fugas.
 - ❖ Centros de control.

1.2.9. Sistema Actual de Disposición de Excretas

- Identificación del o los sistemas de disposición de excretas utilizados en la localidad.
- Tipo de efluentes que generan los medianos y grandes usuarios de agua.
- Tratamiento y disposición final de las excretas.
- Capacidad y funcionamiento de los sistemas individuales.

1.2.10. Drenaje Pluvial

- Información sobre la situación de los desagües pluviales existentes. Organismo responsable de su mantenimiento.

1.2.11. Limpieza Pública

- Recolección y disposición final de los residuos sólidos. Situación actual y previsiones futuras. Área cubierta por el servicio de recolección.

1.2.12. Aspectos Legales

- Normativa vigente relacionada con restricciones al derecho de propiedad, expropiaciones y constitución de servidumbres para la ejecución de obras públicas, tanto en el ámbito nacional, como provincial y municipal, incluyendo las normas pertinentes contenidas en la Constitución Nacional y en la Constitución de la Provincia.
- Normas locales y reglamentaciones administrativas relacionadas con los procedimientos y formalidades a cumplirse con relación al punto anterior.
- Alternativas de financiación previstas en las normas vigentes.
- Identificación y recopilación de las normas aplicables en el orden nacional, provincial, o municipal relacionadas con los problemas derivados del impacto ambiental que pudieren producir obras de esta naturaleza.
- Recopilación de todas las normas, de distintas jerarquías, que contengan referencias vinculadas con la situación institucional respecto de la protección del medio ambiente, en particular las misiones y funciones de los distintos entes públicos o privados, nacionales provinciales o municipalidades que tengan facultades y deberes relacionados con protección ambiental vinculada con la ejecución de obras de saneamiento.
- Legislación ambiental Provincial y Regional, en especial la referida a normas de calidad inherentes al agua superficial.

1.2.13. Costo de Mano de Obra, Materiales y Energía

- Costos y disponibilidad de materiales de la región que puedan ser empleados con mayor economía.
- Existencia de empresas constructoras y contratistas locales.
- Precios de subcontratistas locales, mano de obra, materiales y equipos y demás elementos para la construcción de obras.
- Costos de explotación del servicio de agua.
- Precio de la energía eléctrica para los servicios públicos de agua y cloacas.
- Existencia de talleres mecánicos.
- Facilidades en el ámbito local para la reparación de equipos electromecánicos.
- Precio de combustible y de energía eléctrica.

La enumeración anterior debe ser ampliada y /o modificada según sea el caso, a fin de recoger toda aquella información disponible que resulte conveniente para los estudios a realizar.

1.2.14. Inspecciones Visuales

Identificadas las zonas en los documentos debe efectuarse una inspección visual para un mejor conocimiento del área de estudio.

En esta etapa se debe visitar la localidad y a través de la información recogida en entrevistas a funcionarios involucrados en la problemática del proyecto y la observación directa, recoger y analizar datos sobre los siguientes aspectos:

- Características de los suelos, altimetría y profundidad de la napa (niveles mínimos y máximos registrados).
- Servicios que se prestan en la actualidad y organismos que los tienen a su cargo, indicando en cada caso la fuente de información, en materia de: abastecimiento de agua potable; colección y disposición final de la excreta y líquidos residuales y recolección y disposición final de residuos sólidos urbanos.
- Planos de las redes de abastecimiento de agua potable y cloacales e información sobre población servida en cada caso y población total de la comunidad, especificando fecha y fuente de información.
- Forma en que se realiza la evacuación final de la excreta, aguas domiciliarias servidas y desagües industriales y su relación con las fuentes de provisión y los sistemas de distribución de agua potable. Si existiere una red local, se debe establecer el lugar exacto del destino final de los líquidos cloacales y si la misma es o no sometida a tratamiento previo; en el caso de las letrinas y baños con arrastre de agua se debe establecer si hay servicio de camiones atmosféricos para el retiro de los barros de los mismos, su destino final y si se los somete o no a tratamiento previo.
- Usos y costumbres en la comunidad y sobre su participación directa en los aspectos relacionados con los servicios de saneamiento, en especial el agua potable.
- Se debe recoger la información existente en:
 - Establecimientos asistenciales públicos, centros de salud y sanatorios y consultorios privados sobre cantidades de personas atendidas mensualmente por diarreas agudas y especialmente en niños de 0 a 4 años de edad, especificando si fuere posible las causas que las originaron y si intervinieron agentes patógenos.
 - Establecimientos educacionales de la localidad en todos los niveles de enseñanza, para determinar: tipo de enseñanza que se imparte, indicando las especializaciones en los secundarios y terciarios, cantidad de alumnos que asisten en los diversos ciclos, discriminados por sexos y grupos etarios.
- Mediante la observación directa o por otros medios se debe establecer los distintos niveles de vivienda sin expresión de cantidades pero tratando de determinar, de un modo genérico, los criterios de diferenciación de las distintas categorías y sus líneas de distribución geográfica dentro de población, marcando las zonas respectivas sobre un plano de la localidad.

- Se debe establecer:
 - Ubicación e importancia de los establecimientos industriales, comerciales y oficinas públicas, indicando cantidad de trabajadores empleados en los mismos y promedios de sueldos.
 - Producción agropecuaria de la zona periférica de la localidad, especialmente productos de huertas, averiguando procedencia del agua de riego.
 - Distancias a las ciudades y lugares importantes de la Provincia y los medios de transporte local e interurbano existentes, tanto de pasajeros cuanto de correspondencia y cargas.
 - La organización del gobierno de la localidad, con expresión de los poderes que lo integran y el número de integrantes de los mismos, consignando el nombre y cargo de las principales autoridades.
 - Durante la permanencia en la localidad, en cumplimiento de las tareas mencionadas, se debe realizar visitas a las autoridades administrativas, educacionales y sanitarias, para conocer su opinión acerca del problema que plantea la necesidad de un nuevo proyecto de abastecimiento de agua potable y/o ampliación del existente.
 - Se debe efectuar asimismo un recorrido de la localidad, a efectos de recoger elementos de juicio para establecer, sobre la base de la observación directa, el radio actual y futuro de la red de distribución de agua potable y de recolección de líquidos cloacales, si la misma correspondiere, tomando en consideración la topografía del terreno en que se asienta la comunidad, la concentración de las viviendas y las características de los suelos.

1.3. ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA

Completada la recolección de datos, se debe proceder a un ordenamiento de la documentación, para su posterior análisis.

El análisis de los antecedentes recopilados debe servir de base para la toma de decisiones sobre qué datos se debe relevar en el campo y si bien la recopilación general de datos no reemplaza la información primaria necesaria para el desarrollo de los proyectos, puede ser muy útil para economizar costos en las siguientes etapas.

2. PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

2.1. HORIZONTE Y PERIODOS DE DISEÑO

2.1.1. Horizonte de Diseño

Se debe considerar el horizonte de diseño para el caso de los Planes Maestros y Directores como el período de tiempo que permite desarrollar un Plan de largo plazo. El horizonte de diseño debe ser lo suficientemente extenso como para garantizar que todas las realizaciones incluidas en las planificaciones quedan englobadas en él. Se debe considerar, como mínimo, un período de treinta años.

2.1.2. Períodos de Diseño

2.1.2.1. Obras Civiles

El período de diseño de la totalidad de las obras civiles básicas que integran el sistema debe ser de veinte (20) años, contados a partir del año inicial de operación, salvo que a través de un análisis de costo mínimo, el proyectista justifique otro período a satisfacción del ENOHSA. Las soluciones se deben orientar en forma tal de alcanzar el máximo grado de aprovechamiento de cada parte de la obra dentro de la secuencia de construcción por etapas que se adopte.

2.1.2.2. Líneas de Conducción y Redes de Distribución

El período de diseño de estas instalaciones debe fijarse en función de la evolución prevista de los caudales a conducir a fin de evitar tanto velocidades muy bajas como demasiado elevadas.

Si bien se fija en quince (15) años su período de diseño, el Proyectista debe analizar en cada caso el período que optimice la inversión requerida previendo la posibilidad de ejecutar conducciones paralelas, ampliaciones u obras complementarias en períodos más reducidos.

2.1.2.3. Equipos e Instalaciones Mecánicas y Electromecánicas

El período de diseño de los equipos e instalaciones mecánicas y electromecánicas debe ser de diez (10) años, contados a partir del año inicial de operación del sistema (año de habilitación de las obras).

Los equipos e instalaciones comprendidos dentro del presente numeral son los equipos de bombeo en sus diversas modalidades, reductores y motoreductores de velocidad, motores eléctricos y de combustión interna y todo mecanismo que, integrando el equipamiento de unidades principales, se vea sometido diariamente a procesos de funcionamiento y desgaste. Expresamente, se excluyen las instalaciones mecánicas y electromecánicas de equipamientos auxiliares y/o de uso ocasional, tales como grupos

electrógenos de emergencia, aparejos eléctricos, comandos de compuertas y vertederos, etc.

Si el Proyectista opta, con la debida justificación, por períodos de diseño mayores o menores que el consignado, debe considerar las etapas de obra previstas para cada unidad y su correspondiente equipamiento, la vida útil de los componentes mecánicos y electromecánicos, la posibilidad de compatibilizar la prestación con el requerimiento futuro en base a renovación o cambio de parte de sus componentes y el número de horas anuales reales de utilización.

2.1.2.4. Equipos e Instalaciones Eléctricas

Los equipos e instalaciones comprendidos en este numeral, incluyen los tableros eléctricos, subestaciones transformadoras, instalaciones de iluminación, sistemas de telecomando y comunicaciones, canalizaciones, conductores eléctricos y demás elementos vinculados con los anteriores.

En principio, para los equipos e instalaciones eléctricas se debe adecuar su período de diseño al de los equipos mecánicos con los que se encuentran vinculados. En el proyecto de las obras civiles se debe prever, en todos los casos, las reservas de espacio para las ampliaciones o agregados que se deban efectuar en la totalidad del período de diseño del proyecto (espacio para agregado de tableros eléctricos, canalizaciones, transformadores, etc.).

Las instalaciones de iluminación se deben proyectar con un período igual al de diseño de las obras civiles o a las estructuras donde se instalen.

Para las restantes instalaciones eléctricas, el Proyectista debe analizar la conveniencia de construir inicialmente la totalidad de las mismas o prever su ejecución por etapas, acompañando la secuencia de los equipos a instalar tanto en número como en capacidad.

2.1.2.5. Tanques y Cisternas de Almacenamiento

El volumen de las reservas debe determinarse en base a las características de las fuentes y las variaciones previstas de los consumos y la posibilidad de ejecutarlas por etapas.

Se fija, en principio, en diez (10) años su período de diseño, el Proyectista debe definir, con la debida justificación, en cada caso el período óptimo en función del tipo de obra a construir y las condiciones locales.

2.1.2.6. Equipamiento Auxiliar

Se debe considerar como equipamiento auxiliar a todo tipo de equipamiento mecánico, electromecánico y eléctrico no comprendido en los numerales precedentes.

Para el equipamiento auxiliar, el período de diseño está definido por el período de diseño asignado a las instalaciones principales a las cuales están destinados a servir. La capacidad y cantidad de estos equipos debe evolucionar en la misma forma que las instalaciones principales.

El proyectista puede, con la debida justificación, optar por períodos de diseño diferentes a los consignados en este numeral, a condición de demostrar su conveniencia técnica y económica.

2.1.2.7. Otras Instalaciones

El Proyectista debe justificar, a satisfacción del ENOHSA, el período de diseño adoptado, para todas aquellas instalaciones no tratadas en la presente norma. En todos los casos, la solución adoptada debe ser del costo mínimo, que permita un tamaño adecuado de las instalaciones, minimizando su capacidad ociosa y ajustando la ejecución a las necesidades que deriven de la evolución de la demanda prevista en la fecha más tardía posible.

2.1.2.8. Valores Definidos Para el Período de Diseño

El proyectista puede utilizar la **Tabla 1** como guía para establecer el período de diseño para cada unidad componente del sistema.

Sector	Período de diseño años
Sistemas de Captación	20 (Superficiales) 10 (Pozos)
Líneas de Impulsión	15
Plantas de Potabilización	
Obras Civiles básicas	20
Obras Civiles del Módulo de tratamiento 1ª etapa	10
Instalaciones electromecánicas	10
Tanques y Cisternas de Almacenamiento	10
Redes de Distribución	15
Estaciones de Bombeo	
Obras Civiles	20
Instalaciones electromecánicas	10
Medidores Domiciliarios	5 a 8

Tabla 1. Períodos de diseño. Sistema de agua potable

2.1.3. Consumos

2.1.3.1. Definiciones y Aspectos Generales

Dotación de consumo

A los efectos de aplicación de esta norma las dotaciones de consumo a utilizar en los proyectos se deben ajustar a las siguientes definiciones:

Dotación de consumo media anual efectiva

Se denomina dotación de consumo media anual efectiva, a la cantidad de agua promedio consumida en el año n por cada habitante servido y se expresa como:

$$D_n (\text{lt/s} / \text{hab} \cdot \text{día}) = \frac{\text{Consumo total residencial durante el día } x}{365 \times \text{población total servida al año } n} = \text{dotación efectiva} \\ (\text{en el año } n)$$

$$V_{\text{Cresn}} / 365 \times P_{\text{sn}} = \text{dotación efectiva (en el año } n)$$

Donde:

V_{Cresn} = Volumen total consumido por usuarios domésticos o residenciales durante el año n .

P_{sn} = Población total servida en el año n .

2.1.3.2. Dotación de Consumo Media Anual Aparente

El cociente entre el consumo medio diario total de agua potable, por cualquier concepto (consumos residenciales y no residenciales), y la población total servida exclusivamente, se denomina dotación de consumo media anual aparente, y queda expresada por:

$$Da_n (\text{l} / \text{hab por día}) = V_{\text{Cn}} / 365 \times P_{\text{sn}} = \text{dotación aparente (en el año } n)$$

En la expresión anterior:

V_{Cn} = Consumo medio diario total de agua potable en el año n

P_{sn} = Población servida con agua potable al año n

El proyectista puede utilizar la metodología de cálculo de la dotación aparente para realizar cálculos estimativos y comparativos.

Por otra parte puede considerar separadamente los habitantes servidos por agua potable exclusivamente de aquellos que cuentan con servicio de agua potable y desagües cloacales.

2.1.3.3. Formas de Cálculo

En el caso de no existir registros confiables de macromedición y micromedición de agua potable, el proyectista puede utilizar registros pertenecientes a localidades de características similares a la localidad en estudio, identificando claramente las similitudes y diferencias, para aplicar las correcciones que sean necesarias.

De existir registros confiables de macro y micromedición, los mismos deben abarcar por lo menos registros de volúmenes mensuales de los últimos 36 meses para que posean consistencia estadística. Los datos disponibles deben permitir calcular la dotación de consumo media anual por periodos de 12 meses.

La dotación inicial de agua a adoptar puede obtenerse como promedio de valores parciales:

$$Da_0 = (Da_1 + Da_2 + \dots Da_n) / n$$

Donde:

D_{ai} = dotación media de agua potable en el año i.

El proyectista se debe asegurar que está tomando el valor adecuado de los consumos, basándose en los valores medidos.

Cuando se trata del proyecto de ampliaciones o modificaciones de servicios de agua potable existentes y se cuente con registros confiables de caudales y conexiones de por lo menos los últimos 36 meses en forma ininterrumpida, la dotación media diaria per cápita durante los n períodos de 12 meses para los que se cuente con registros, se puede determinar de la siguiente forma:

$$D_{C1} = V_1 / (P_{S1} \cdot N_1)$$

$$D_{C2} = V_2 / (P_{S2} \cdot N_2)$$

$$D_{C3} = V_3 / (P_{S3} \cdot N_3)$$

.....

$$D_{Cn} = V_n / (P_{Sn} \cdot N_n)$$

Donde, para cada período 1, 2, ... n, de 12 meses:

$D_{C1}, D_{C2}, \dots, D_{Cn}$ = dotación media diario en cada período ($m^3/\text{hab} \cdot d$)

V_1, V_2, \dots, V_n = volumen consumido en cada período.

$P_{S1}, P_{S2}, \dots, P_{Cn}$ = población media servida para cada período.

N_1, N_2, \dots, N_n = cantidad de días de cada período (días/año).

La población media servida se puede estimar con la siguiente expresión:

$$P_{Sn} = UCA_n \cdot d_v$$

Donde:

UCA_n = promedio de unidades de consumo de agua potable (UCA_n) en servicio, correspondientes a usuarios domésticos, para cada período de 12 meses.

d_v = promedio de habitantes por vivienda.

El promedio de unidades de consumo (UCA) en servicio se puede calcular en base a la sumatoria de las conexiones de agua potable UCA_i en servicio registradas para cada mes del período de 12 meses, multiplicadas por un coeficiente de relación entre las unidades de consumo y las conexiones, utilizando la siguiente expresión:

$$UCA_n = \frac{\sum UCA_i \cdot r}{12}$$

siendo r = relación entre unidades de consumo de agua potable y conexiones.

En todos los casos, el proyectista debe tomar en cuenta la posibilidad de incremento la dotación de agua derivada de la habilitación del servicio cloacal. El valor del incremento del D_{an} por esta causa debe ser debidamente justificada.

2.1.3.4. Caracterización de los Consumos

Se debe diferenciar en el proyecto los diferentes consumos de agua potable y las características de los consumidores según el uso del agua.

Si es posible se debe identificar los tipos de usuarios, de los sistemas de agua potable y desagües cloacales, en el estudio detallado de los consumos se debe considerar para cada tipo de consumo la evolución esperada en el tiempo, en base a los indicadores de expansión de la localidad.

En los casos de consumos industriales, se debe realizar un estudio de los consumos potenciales originados en el proceso industrial esperado, considerando además la demanda de agua que surge por usos propios del personal, destinada a higiene, limpieza y consumo directo del mismo.

En caso de no poder realizar un estudio detallado de los tipos de consumos, los mismos se deben calcular como la sumatoria de:

- C1 **Consumos Residenciales:** a los que corresponde una Dotación Residencial (D_r), expresada como litros por día y por habitante servido.
- C2 **Consumos No Residenciales:** que comprende los usos de los servicios de infraestructura (escuelas, hospitales, otros), servicios municipales (plazas, jardines, etc., riego y limpieza de calles, otros), usos comerciales (hoteles, cabañas, bares y restaurantes, piscinas de natación, locales comerciales, peluquerías), usos industriales (lavaderos, estaciones de servicios, envasadoras de gaseosas, fabricas de helados, otras industrias con consumo de agua bajo ó alto en sus procesos) usos recreacionales, usos temporales y/o eventuales y/o contingentes, agua para obras en construcción, agua para incendios.
- C3 **Grandes Usuarios:** su consumo puede ser determinado en base a sus características. Otra forma, es estimar el consumo de los Grandes Usuarios como un porcentaje del consumo de los Usuarios Residenciales.

Consumos Temporarios

En los casos de consumos temporarios de agua potable se deben considerar varios casos:

- Para sistemas de agua potable existentes con micromedición cuando se analicen los consumos en base a información histórica, los mismos deben incluir lo consumido por los habitantes correspondientes a las actividades temporarias y las no domésticas. El proyectista puede calcular la media de estos consumos, obteniendo

una dotación aparente, que se puede utilizar para el cálculo del caudal medio de consumo de agua potable.

- En el caso de sistemas de agua potable sin medición de consumos se debe estimar los consumos, analizando cada actividad temporaria en particular.
- Se debe diferenciar las siguientes situaciones:
 - Ciudades donde la afluencia turística supera ampliamente la población permanente del lugar y además, se mantiene uniforme durante un largo período de tiempo, con distintas rotaciones.
 - Casos donde la rotación puede ser de aproximadamente siete a diez días y la influencia turística menor que la población permanente. En estos casos el consumo se debe calcular teniendo en cuenta las estadísticas de turismo por temporada y asignando un consumo per capita afectado por un factor relacionado con la rotación turística. El proyectista debe verificar si se debe contemplar o no dentro de los cálculos de consumo, el correspondiente al turismo, en función de su significancia relativa y de su distribución en el año.
 - En otros casos donde exista una gran concentración turística en un solo momento dado, y el consumo de la misma coincide con el máximo consumo de la población permanente el mismo se debe incluir en el cálculo.

En aquellos casos donde la población no permanente tiene un nivel estable durante todo el año el proyectista debe calcular una dotación ponderada en relación a la población a servir permanente y no permanente.

Se tiene:

$$\frac{Pob_p \cdot dot_p + Pob_{np} \cdot dot_{np}}{Pob_p + Pob_{np}} = dot_r$$

donde:

Pob_p = Pob. permanente servida con agua

Pob_{np} = Pob. no permanente servida con agua

dot_p = dot. población permanente

dot_{np} = dot. población no permanente

dot_r = dotación resultante

En todos los casos se debe realizar una evaluación de los consumos picos de la población temporaria y comparar con la demanda pico de la población estable, previo a definir como cubrir la demanda.

2.1.3.5. Dotación de Diseño

La dotación de consumo a utilizar como dotación de diseño media anual, debe calcularse para cada caso en base a la capacidad de la fuente, la influencia del clima, las características socio-económicas locales y al tipo de servicio y de usuarios.

A continuación, se indican valores de dotación efectiva de consumo o de diseño media anual que pueden ser usados como referencia. No obstante, el proyectista debe someter a consideración del ENOHSA los valores que adopte, acompañando en cada caso la justificación correspondiente.

- Surtidores públicos 40 l/hab.día.
- Conexiones domiciliarias con medidor: 150 a 200 l/hab.día, con un máximo de 250 l/hab.día cuando hay condiciones de clima semiárido o árido.
- Conexiones domiciliarias sin medidor: 150 a 300 l/hab.día, debiendo justificarse en base a datos de campo en cada caso.
- Conexiones para comercios. Se debe justificar en función del número de empleados o locales sanitarios los consumos atribuidos.
- Conexiones para industrias que produzcan alimentos destinados al consumo de la población. Se debe determinar el consumo en base al tipo de industria y al volumen de producción.

Para el resto de las industrias la conexión a la red debe atender la demanda para usos higiénicos y biológicos.

Si la capacidad de la fuente y las características del sistema lo permiten, pueden preverse la provisión de agua potable para ciertos procesos industriales. Para ello, se debe acompañar la justificación técnico-económica del abastecimiento, el que deberá contar con la previa aprobación del ENOHSA.

- Conexiones para escuelas, hospitales y hoteles.
 - Escuelas: 20 a 100 l/alumno . turno.
 - Hospitales y clínicas con internación: 200 a 300 l/cama día.
 - Hoteles: 100 a 250 l/cama día.

2.1.4. Caudales

2.1.4.1. Nomenclatura

Se adoptan las siguientes denominaciones:

Caudal	Nomenclatura
Medio diario	QC
Máximo diario	QD
Máximo horario	QE
Mínimo diario	QB
Mínimo horario	QA

Tabla 2. Denominaciones de los caudales *

2.1.4.2. Definiciones y Aspectos Generales

A los efectos de la aplicación de estas Normas los caudales y los coeficientes de caudal a utilizar en los proyectos se deben ajustar a las definiciones establecidas en la **Tabla 3**. El subíndice "n" se debe reemplazar por el año del período de diseño que corresponda.

	Denominación	Definición
Q_{An}	Caudal mínimo horario del año n.	Menor caudal instantáneo del día de menor consumo de agua potable de ese año.
Q_{Bn}	Caudal medio mínimo diario del año n.	Caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n.
Q_{Cn}	Caudal medio diario del año n.	Cantidad de agua promedio consumida en el año n por cada habitante servido.
Q_{Dn}	Caudal medio máximo diario del año n.	Caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n.
Q_{En}	Caudal máximo horario del año n.	Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo (Q_{Dn}) del año n. Caudal horario máximo absoluto del año.

Tabla 3. Definición de caudales de diseño

Todo proyecto debe incluir un cuadro en el que se especifiquen los coeficientes adoptados y los valores de los caudales definidos en la **Tabla 3**, para el año inicial del período de diseño ($n = 0$), el intermedio ($n = 10$ años) y el final ($n = 20$ años).

En todos los casos, para la presentación de proyectos, se debe utilizar la nomenclatura especificada en esta norma.

* Se ha adoptado una nomenclatura similar a la de las "Normas de Estudio y Criterios de Diseño y Presentación de Proyectos de Desagües Cloacales" vigentes en ENOHSA.

2.1.4.3. Definiciones de Coeficientes de Caudal

α_{1n}	Coeficiente máximo diario del año n	$\alpha_{1n} = Q_{Dn} / Q_{Cn}$
α_{2n}	Coeficiente máximo horario del año n	$\alpha_{2n} = Q_{En} / Q_{Dn}$
α_n	Coeficiente total máximo horario del año n	$\alpha = Q_{En} / Q_{Cn}$
β_{1n}	Coeficiente mínimo diario del año n	$\beta_{1n} = Q_{Bn} / Q_{Cn}$
β_{2n}	Coeficiente mínimo horario del año n	$\beta_{2n} = Q_{An} / Q_{Bn}$
β_n	Coeficiente total mínimo horario del año n	$\beta_n = Q_{An} / Q_{Cn}$

Nota: En los coeficientes no se considera el agua no contabilizada ni consumos puntuales concentrados.

Tabla 4. Definición de coeficientes de caudal

α_1 = relación entre el caudal medio del día de mayor consumo y el caudal medio anual.

α_2 = relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor consumo.

α = $\alpha_1 \cdot \alpha_2$ = relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio anual.

β_1 = relación entre el caudal medio del día de menor consumo y el caudal medio anual.

β_2 = relación entre el caudal mínimo horario y el caudal medio del día de menor consumo.

β = $\beta_1 \cdot \beta_2$ = relación entre el caudal mínimo horario y el caudal medio anual.

Los valores de estos coeficientes pueden permanecer invariables en el tiempo o variar, dependiendo de las condiciones y características del servicio bajo las que se determinan y definen.

El caudal medio diario de consumo de agua potable Q_{Cn} para el año n, se determina tomando en cuenta los siguientes consumos:

- Caudales residenciales originados en los consumos de los usuarios domésticos.
- Caudales no residenciales originados por instituciones públicas y privadas, comercios e industrias.
- Caudales consumidos por grandes usuarios sean estos consumos de agua potable industriales y/o comerciales.

Para el cálculo del caudal medio diario se debe utilizar la siguiente expresión general:

$$Q_{Cn} = Q_{Cres} + Q_{Cnres} + \sum Q_{CGUn}$$

Donde:

Q_{Cn} = caudal medio diario de diseño para el año n (m^3/d).

Q_{Cresn} = caudal medio diario para el año n, debido exclusivamente a usuarios domésticos.

Q_{Cnresn} = caudal medio diario debido a pequeños comercios, oficinas e industrias y sanitarios de edificios públicos y grandes establecimientos (m^3/d).

ΣQ_{CGUn} = sumatoria de los caudales medios diarios aportados por los grandes usuarios, para el año n.

Los caudales Q_{GU} consumidos por grandes usuarios se deben determinar en base a datos aportados por los mismos, tomando en cuenta el consumo medido de agua potable desde la red pública (cuando se abastezca en esta forma) la producción propia de agua de cada usuario, las características del proceso industrial, los datos que recoja in situ el proyectista y todo otro elemento que pueda ayudar a evaluar los consumos medios y máximos de cada uno y su evolución en el tiempo. El proyectista debe presentar el análisis justificatorio de los valores que adopte para el proyecto.

Los consumos de grandes usuarios se deben considerar como concentrados de caudal Q_{GU} cuando el valor máximo horario final Q_{GUE20} previstos para los mismos sea igual o mayor a 5 veces el consumo máximo horario de una conexión típica de la localidad, calculada según la siguiente expresión:

$$Q_{GUE20} \geq 5 \cdot q_{E20} = \frac{5 \cdot \alpha \cdot D_{C20} \cdot d_v}{86400}$$

Siendo:

Q_{GUE20} = caudal máximo horario final previsto para la conexión (L/s)

D_{E20} = consumo máximo horario por habitante para el año 20 (L/hab . d)

α = coeficiente total máximo horario

D_{C20} = consumo medio diario por habitante para el año 20 (L/hab . d)

d_v = densidad promedio de habitantes por viviendas de la localidad (hab/viv)

2.1.4.4. Coeficientes de Caudal

Cuando no existan registros confiables ininterrumpidos, de no menos de los últimos 36 meses, de consumos de agua potable o de descargas cloacales que permitan determinar estos coeficientes, se pueden adoptar los valores especificados en la **Tabla 5**. Los coeficientes se pueden modificar, a lo largo del período de diseño cuando el crecimiento demográfico adoptado así lo determine, según los rangos de población de la citada tabla.

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h < P _s ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P _s ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P _s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Tabla 5. Coeficientes de caudal

Cuando se cuente con registros confiables e ininterrumpidos de no menos de los últimos 36 meses, de macro y/o micromedición de agua potable, que permita discriminar caudales horarios, por lo menos de los 3 meses más fríos y de los 3 meses más cálidos del año, los coeficientes máximo y mínimo horario pueden determinarse en base a las siguientes expresiones:

Donde:

$Q_{E1}, Q_{E2}, \dots Q_{En}$ = caudales máximos horarios de cada período

$Q_{A1}, Q_{A2}, \dots Q_{An}$ = caudales mínimos horarios de cada período

$Q_{C1}, Q_{C2}, \dots Q_{Cn}$ = caudales medios diarios de cada período

Los valores de Q_{An} para calcular β_2 se obtienen en base a los caudales mínimos horarios nocturnos del período.

Dado que estos valores se determinan en base a registros horarios de macromedición, se debe aplicar lo especificado para la corrección por fugas:

$$Q_{En} = (1 - F_f) \cdot Q_{En'}$$

$$Q_{An} = (1 - F_f) \cdot Q_{an'}$$

$$Q_{Cn} = (1 - F_f) \cdot Q_{Cn'}$$

Siendo los caudales $Q_{En'}$ y $Q_{An'}$ los obtenidos a partir de los registros de macromedición.

2.1.4.5. Caudales de Diseño

En las etapas de tratamiento, transporte, almacenamiento y distribución se produce una merma en la cantidad de agua ya que los procesos correspondientes a cada etapa y las fallas (técnicas, administrativas y contables), disminuyen la cantidad real de agua disponible, lo que para cada etapa puede expresarse como:

$$Q_s = Q_i - \Delta_i - ANC$$

Donde:

Q_s = caudal en la salida de cada etapa

Q_i = caudal que ingresa a cada etapa

Δ_i = agua consumida en el proceso

Δ_{NC} = agua no contabilizada = $\Delta_t + \Delta_a + \Delta_c$

Δ_t = agua no contabilizada por fallas técnicas

Δ_a = agua no contabilizada por fallas administrativas

Δ_c = agua no contabilizada por fallas contables

El valor de Δ_i debe ser definido en función de la tecnología de potabilización y las características físicas de las instalaciones de captación, transporte y almacenamiento.

El caudal de captación debe incrementarse en un porcentaje que tenga en cuenta las pérdidas posteriores.

2.1.4.6. Caudales de Diseño de Producción

El caudal de producción se calcula como:

$$Q_{prod} = Q_{Cn} + \Delta_{ANC}$$

Siendo:

Δ_{ANC} = Agua no contabilizada

$$Q_{prod} = Q_C / (1 - \phi_{ANC})$$

Q_C = Caudal característico basado en las dotaciones de consumo, incluye consumos residenciales, no residenciales y grandes usuarios

$$\phi_{anc} = \text{Fracción del agua producida no contabilizada} = \frac{\Delta_{ANC}}{Q_{prod}}$$

Esta fracción incluye los consumos clandestinos, consumos no registrados por falencias administrativas o comerciales, pérdidas físicas en el transporte y distribución (redes y conexiones), falsos registros de medidores, usos públicos no registrados, etc.

Sistemas nuevos de abastecimiento

En el caso de sistemas completamente nuevos se debe calcular entre un 15 a 20 % de agua no contabilizada como máximo.

Sistemas de abastecimiento existentes

En el caso de los sistemas que ya se encuentren en funcionamiento, se debe estimar el porcentaje de agua no contabilizada en base a registros existentes de macromedición y micromedición. De no existir dichos registros, se debe estimar dicho porcentaje en base a la producción del sistema, sea este de tipo superficial o subterráneo, y se lo debe comparar con el volumen de agua consumida en base a la dotación aparente de consumo, aplicada a los habitantes servidos de la localidad en cuestión.

Con relación a la proyección del agua no contabilizada a lo largo del período de diseño sólo puede ser disminuido dicho porcentaje si como parte del proyecto se prevé adoptar medidas de control de pérdidas y fugas, establecer programas de micromedición y macromedición, así como implementar medidas de control en el sistema comercial del ente prestador.

La reducción de agua no contabilizada a proyectar debe ser distribuida en varios años dependiendo del nivel inicial, llegando al 20 % del agua producida, por cuestiones de economía. En los casos que el proyectista considere valores menores a los mencionados debe justificar económicamente los beneficios que produciría en el sistema al alcanzar tal reducción.

2.1.4.7. Caudales Especiales Para Diseño

En la **Tabla 6**, se resume los caudales a ser aplicados para cada tipo de obra e instalación :

Período	Mínimo del día menor consumo	Mínimo diario anual	Medio diario anual	Máximo diario anual	Máximo del día mayor consumo
	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D	Q_E
Inicial	Verificaciones especiales optativas	Verificación de Unidades de Plantas, equipos de dosificación, macromedición, etc.	Costos operativos	-----	----
10 Años	-----	-----	Costos operativos	Capacidad de la 1 ^{ra} etapa de la Planta	Estaciones de bombeo 1 ^{ra} etapa. Capacidad de la 1 ^{ra} etapa de reserva
20 Años	-----	-----	Costos operativos	Capacidad de la Fuente. Capacidad de las conducciones hasta las reservas. Caudal Estación de Bombeo (Q_b) ^{**}	Capacidad redes y conductos de alimentación a la red. Estación de Bombeo de la 2 ^{da} etapa, capacidad de reserva de 2 ^{da} etapa y capacidad de equipos de dosificación, macromedición, etc.

Nota: Para Q_b ^{**} (caudal de bombeo) según sea el caso debe utilizar Q_D para obras de toma y aducciones, en otros casos por ejemplo impulsión a un tanque elevado de distribución se debe efectuar un balance de caudales utilizando Q_D ó Q_E en función del cálculo de la variación del volumen almacenado y variaciones de presión en la distribución.

Tabla 6. Aplicaciones de caudales a lo largo del período de diseño

2.2. PROYECCIONES DE POBLACIÓN

2.2.1. Generalidades

- Todo proyecto debe incluir un estudio demográfico a través del cual se defina la evolución de la población a servir durante el período de diseño y la distribución espacial de la misma dentro de la planta urbana de la localidad.
- El estudio demográfico y de distribución espacial debe incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:
 - Población urbana de la localidad según los últimos tres censos nacionales.
 - Distribución espacial actual (a la fecha del proyecto) de la población en la planta urbana, determinada basándose en censos de viviendas, fotografías aéreas, datos catastrales, etc.
 - Plano de la planta urbana, con zonificación según densidad actual de la población y ubicación de conjuntos habitacionales de alta densidad demográfica.
 - Proyección demográfica para cada año del período de diseño por diferentes métodos, incluyendo la justificación de la estimación considerada como válida.
 - Hipótesis adoptada para la distribución espacial de la población en la planta urbana para el último año del período de diseño, debidamente justificada.
 - Análisis de consistencia entre la proyección demográfica, la distribución espacial adoptada y otros elementos vinculados, como por ejemplo reglamentos sobre uso del suelo, códigos de edificación, planes de desarrollo.
 - Plano de la planta urbana futura, con la debida justificación de las hipótesis de expansión geográfica adoptadas y con zonificación según la densidad de población prevista para el último año del período de diseño.
- A los efectos de la aplicación de estas normas, rigen las siguientes definiciones:
 - Población actual (P_a): población, expresada en número de habitantes, existente a la fecha de ejecución del proyecto.
 - Población inicial (P_o): población prevista para el año de habilitación de la obra ($n = 0$, año inicial del período de diseño).
 - Población en el año n (P_n) medido a partir del año inicial del período de diseño.
 - Población final (P_{20}): población prevista para el último año del período de diseño ($n = 20$).
 - Período de proyecto y construcción de la obra (n_o): Intervalo entre el año de ejecución del proyecto y el de habilitación de la obra (de 2 a 3 años, según la complejidad de esta última).

2.2.2. Proyección Demográfica

- La proyección demográfica se debe basar en la información obtenida de los censos nacionales de población y vivienda, complementada con la información confiable que puede recabarse en otras fuentes.
- Debido a que los límites geográficos de las localidades pueden variar entre censos, se debe solicitar al INDEC la información cartográfica y la población por fracción y radio de los distintos relevamientos y constatar que los datos de población de todos los censos correspondan a áreas geográficas iguales. Si se presentaran diferencias, deben efectuarse las correcciones necesarias de modo de hacer compatibles los datos censales anteriores con el área adoptada por el último censo.
- Los métodos a utilizar para efectuar la proyección pueden ser:
 - Curva logística.
 - Tasas geométricas decrecientes.
 - Relación-Tendencia.
 - Incremento-Relativo.
 - Método de los componentes.

El método de curva logística es de aplicación en aquellas localidades que han experimentado un crecimiento acelerado, el cual posteriormente ha sufrido una atenuación observable en la estabilización de las tasas de crecimiento. En general se utiliza en poblaciones consolidadas.

El método de las Tasas Geométricas Decrecientes es apto para localidades que han sufrido un aporte inmigratorio o un incremento poblacional significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica tales como, por ejemplo, la instalación de parques industriales, mejores niveles de ingreso y/o calidad de vida, nuevas vías de comunicación, etc. y cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia.

Los métodos de Relación-Tendencia e Incremento-Relativo se adaptan mejor a localidades más asentadas y cuyo crecimiento futuro esté más relacionado con el crecimiento de la Provincia y del País en su conjunto que con las condiciones locales.

Cuando se cuenta con datos suficientes como para analizar los componentes de crecimiento vegetativo y de movimientos migratorios es conveniente el uso del método de los Componentes, ya que realiza una estimación más aproximada que los métodos basados en algoritmos y procedimientos matemáticos.

- Para efectuar la proyección demográfica en todos los casos se debe dividir al período de diseño total del proyecto (20 años) en dos subperíodos de n_1 y n_2 años de duración cada uno, preferentemente iguales (10 años cada uno). El proyectista puede adoptar subperíodos de distinta duración siempre que existan causas que justifiquen tal decisión, a satisfacción del ENOHSa.

2.2.3. Método de la Curva Logística

La ecuación de la curva logística para períodos anuales se expresa en la siguiente forma:

$$P_n = \frac{K}{1 + e^{(b-an)}}$$

donde:

P_n = población del año n

K = constante que representa el valor máximo de P_n , valor de saturación.

a = constante que determina la forma de la curva.

b = constante que determina la forma de la curva.

e = base de los logaritmos neperianos.

n = número de años considerados.

El ajuste de una curva logística a una serie numérica se hace por medio de los “puntos elegidos” para lo cual se toman tres puntos de la curva que estén en la línea de la tendencia. De este modo se obtiene un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas que permiten determinar los tres parámetros de la curva. (K , a y b).

Para simplificar la resolución del sistema de ecuaciones se toman tres puntos de las abscisas que se encuentren equidistantes (tiempo) y se ubica el comienzo del tiempo (t) en el primero de ellos, de esta forma se obtienen tres puntos en correspondencia con los tres pares de valores tiempo-población (t, p):

O	P_1
t_2	P_2
$2 t_2$	P_3

Las fórmulas utilizadas para obtener los valores de las constantes son las siguientes:

$$K = \frac{2 P_1 P_2 P_3 - P_2^2 (P_1 + P_3)}{P_1 P_3 - P_2^2}$$

$$a = \frac{L_n \left(\frac{(K - P_2) P_3}{(K - P_3) P_2} \right)}{t}$$

$$b = L_n \left(\frac{K - P_1}{P_1} \right)$$

Con la aplicación de este método se obtienen buenos resultados en poblaciones estabilizadas y consolidadas.

2.2.4. Método de Tasa Geométrica Decreciente

- La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales.
- Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

$$i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

donde :

i_I = tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal.

i_{II} = tasa media anual de variación de la población del último período censal.

P_1 = Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio.

P_2 = Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio.

P_3 = Número de habitantes correspondientes al último Censo.

n_1 = número de años del período censal entre el primero y segundo Censo.

n_2 = número de años del período censal entre el segundo y el último Censo.

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño así como el primer subperíodo de n_1 años, se debe efectuar la proyección con las tasas media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$P_a = P_3 \cdot (1 + i)^{na}$$

$$P_o = P_a \cdot (1 + i)^{no}$$

$$P_n = P_o \cdot (1 + i)^n$$

Siendo:

P_a = estimaciones de población existente a la fecha de ejecución del proyecto.

P_o = estimaciones de población al año previsto para la habilitación del sistema.

P_n = estimaciones de población al año "n".

i = tasa media anual de proyección.

n_a = número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto.

n_o = número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema.

n = número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección.

Para cada subperíodo se determina la tasa media anual de proyección comparando los valores de las tasas medias históricas i_I e i_{II} . Considerando los datos de los tres últimos censos i_I correspondería a la calculada con los dos primeros valores e i_{II} con los dos últimos. Si i_I resulta menor que i_{II} , la tasa utilizada en la proyección del primer subperíodo debe ser igual al promedio entre ambas, resultando:

$$P_1 = P_o \left(1 + \left(\frac{i_I + i_{II}}{2} \right) \right)^{n_1}$$

En el caso que i_I resulte mayor que i_{II} , la tasa de proyección debe ser igual al valor de i_{II} , resultando:

$$P_1 = P_o (1 + i_{II})^{n_1}$$

Los valores de las tasas medias anuales de proyección que han sido determinados por este procedimiento son válidos para la generalidad de los casos. No obstante ello, si por las características particulares de la localidad en estudio los valores no se ajustaran a la realidad observable, el proyectista puede adoptar otras tasas de crecimiento, debiendo en ese caso suministrar las razones que lo justifiquen y gestionar la correspondiente aprobación del ENOHSA.

2.2.5. Método de la Relación - Tendencia

- El método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, la total de la provincia, el partido o departamento y la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.
- Se obtienen los valores de población total del país resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas. En todos los casos, se deben utilizar las proyecciones efectuadas por el INDEC:

P_{T1} = población del país según el antepenúltimo censo nacional

P_{T2} = población del país según el penúltimo censo nacional

P_{T3} = población del país según el último censo nacional

P_{TO} = población del país proyectada al año inicial del período de diseño ($n = 0$)

P_{Tn1} = población del país proyectada al año n_1 del período de diseño

P_{Tn2} = población del país proyectada al año final n_2 del período de diseño

Las poblaciones del país P_{TO} , P_{Tn1} y P_{Tn2} pueden extraerse de la publicación Estimaciones y Proyecciones de Población Total del País (versión revisada), INDEC – CELADE, serie de Análisis Demográfico N° 5, Buenos Aires, 1995. En dicha publicación se considera la población al 30 de Junio de cada año y se encuentran valores desde el año 1950 al 2050.

Cada vez que se aplique este método es conveniente consultar en dicho organismo oficial la última Publicación sobre estimaciones.

c). Se obtienen los valores de población total de la provincia, resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas:

p_1 = población total de la provincia según el antepenúltimo censo nacional

p_2 = población total de la provincia según el penúltimo censo nacional

p_3 = población total de la provincia según el último censo nacional

p_0 = población total de la provincia proyectada al año inicial del período de diseño ($n = 0$)

p_{n1} = población total de la provincia proyectada al año n_1 del período de diseño

p_{n2} = población total de la provincia proyectada al año final n_2 del período de diseño

De ser necesario, para la determinación de p_0 , p_{n1} y p_{n2} se aplica un criterio similar al utilizado para calcular la población total del país en los mismos años.

d). Se relacionan los datos históricos de la provincia y del país para cada año, obteniéndose:

$$R_1 = \frac{p_1}{P_{T1}}$$

$$R_2 = \frac{p_2}{P_{T2}}$$

$$R_3 = \frac{p_3}{P_{T3}}$$

- e). Se extrae el logaritmo decimal de las relaciones R_1 , R_2 y R_3 y se determinan las siguientes relaciones, para los dos períodos intercensales históricos:

$$I_1 = \log R_2 - \log R_1 \quad (\text{para } N_1 = \text{años del 1° período intercensal})$$

$$I_2 = \log R_3 - \log R_2 \quad (\text{para } N_2 = \text{años del 2° período intercensal})$$

- f). Se determina la relación provincia/país para el año inicial del período de diseño ($n = 0$), utilizando la siguiente expresión:

$$\log R_4 = \log R_3 + \frac{I_1 \cdot C_{10} + I_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

siendo:

$$R_4 = \frac{p_0}{P_{T0}} = \text{relación entre las poblaciones de la provincia y el país para el año inicial del período de diseño (n = 0)}$$

C_{10} , C_{20} = coeficientes de ponderación calculados según la **Tabla 7**

Períodos Intercensales (años)	Período desde el último censo hasta el año inicial	Subperíodos de diseño	
	$n_0 = B_0 - A_3$	$n_1 = B_1 - B_0$	$n_2 = B_2 - B_1$
$N_1 = A_2 - A_1$	$C_{10} = \frac{1}{(A_3 + n_0 / 2) - (A_1 + N_1 / 2)}$	$C_{11} = \frac{1}{(B_0 + n_1 / 2) - (A_1 + N_1 / 2)}$	$C_{12} = \frac{1}{(B_1 + n_2 / 2) - (A_1 + N_1 / 2)}$
$N_2 = A_3 - A_2$	$C_{20} = \frac{1}{(A_3 + n_0 / 2) - (A_2 + N_2 / 2)}$	$C_{21} = \frac{1}{(B_0 + n_1 / 2) - (A_2 + N_2 / 2)}$	$C_{22} = \frac{1}{(B_1 + n_2 / 2) - (A_2 + N_2 / 2)}$

A_1 = año en que se realizó el antepenúltimo censo nacional

A_2 = año en que se realizó el penúltimo censo nacional

A_3 = año en que se realizó el último censo nacional

B_0 = año previsto para la habilitación de la obra

B_1 = año en que finaliza el primer subperíodo de n_1

B_2 = año final del período de diseño

Tabla 7. Coeficiente de ponderación

- g). Se determina la relación provincia/país para los dos subperíodos de diseño de n_1 y n_2 años, por las siguientes expresiones:

$$\log R_5 = \log R_4 + \frac{I_1 \cdot C_{11} + I_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log R_6 = \log R_5 + \frac{I_1 \cdot C_{12} + I_2 \cdot C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$R_5 = p_{n1} / P_{Tn1}$ = relación entre las poblaciones de la provincia y el país para el final del primer subperíodo de diseño.

$R_6 = p_{20} / P_{T20}$ = relación entre las poblaciones de la provincia y el país para el final del período de diseño (20 años).

$C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$ = coeficiente de ponderación calculados según indica la **Tabla 7**.

h). Para las poblaciones de la localidad y la provincia se definen relaciones similares a las establecidas en c), d) y e) (los coeficientes de ponderación son siempre los de la **Tabla 7**).

$$L_1 = P_1 / p_1$$

$$L_2 = P_2 / p_2$$

$$L_3 = P_3 / p_3$$

$$I'_1 = \log L_2 - \log L_1 \quad (\text{para } N_1)$$

$$I'_2 = \log L_3 - \log L_2 \quad (\text{para } N_2)$$

$$\log R_4 = \log R_3 + \frac{I'_1 \cdot C_{10} + I'_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

$$\log R_5 = \log R_4 + \frac{I'_1 \cdot C_{11} + I'_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log R_6 = \log R_5 + \frac{I'_1 \cdot C_{21} + I'_2 \cdot C_{22}}{C_{21} + C_{22}}$$

i). Se obtienen las relaciones de población provincia/país y localidad/provincia para el período de diseño:

$$R_4 = p_0 / P_{T0} = \text{ant}(\log R_4) \quad n = 0$$

$$R_5 = p_{n1} / P_{Tn1} = \text{ant}(\log R_5) \quad n = n_1$$

$$R_6 = p_{n2} / P_{Tn2} = \text{ant}(\log R_6) \quad n = 20$$

$$L_4 = P_0 / p_0 = \text{ant}(\log L_4) \quad n = 0$$

$$L_5 = P_{n1} / p_{n1} = \text{ant}(\log L_5) \quad n = n_1$$

$$L_6 = P_{n2} / p_{n2} = \text{ant}(\log L_6) \quad n = 20$$

j). Se obtienen los valores de población de la provincia para el período de diseño:

$$p_0 = R_4 \cdot P_{T0} \quad n = 0$$

$$p_{n1} = R_5 \cdot P_{Tn1} \quad n = n_1$$

$$p_{n1} = R_6 \cdot P_{Tn2} \quad n = 20$$

k). De igual manera se deben proyectar las poblaciones del departamento o partido según corresponda y de la localidad.

2.2.6. Técnica de los Incrementos Relativos

Este método se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado periodo de referencia.

La información básica necesaria para la aplicación del método es:

- Proyección de la población del área mayor para el período en estudio.
- Población de cada una de las áreas menores correspondiente a las dos últimas fechas censales.

Para la estimación de la población total de cada área se acepta que:

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i$$

Siendo:

$P_i^{(t)}$ = la población del área menor (i) en el año (t)

$P_T^{(t)}$ = la población del área mayor en el año (t)

El coeficiente de proporcionalidad del incremento de la población del área menor en relación al incremento de la población del área mayor es igual a:

$$a_i = \frac{P_i^{(1)} - P_i^{(0)}}{P_T^{(1)} - P_T^{(0)}} = \frac{P_i}{T_T}$$

$$b_i = \frac{P_i^{(1)} + P_i^{(0)} - \frac{P_i}{P_T} (P_T^{(1)} + P_T^{(0)})}{2}$$

Se puede utilizar publicaciones del INDEC para extraer las estimaciones de población para las áreas mayores, por ejemplo para el país y la provincia para la cual es necesario aplicar el método.

Se parte de considerar a la Argentina como área mayor y la provincia como área menor, luego se aplica nuevamente la técnica para estimar la población del departamento y por último la de la localidad.

2.2.7. Método de los Componentes

El método de las componentes proyecta la población por sexo y grupos de edad. El método se basa en un análisis detallado de los nacimientos, defunciones y movimientos migratorios.

Varios factores afectan a la migración, limitando el uso del método sólo para grandes conglomerados. Cuando la migración neta no es significativa, puede suponerse nula.

Se debe tener especial cuidado con los datos básicos, que pueden provenir de fuentes de variada calidad. Es frecuente encontrar incoherencia en dicha información y dificultades en su selección.

El método de los componentes parte de una población base, discriminada por sexo y por grupos etarios a partir de la cual se realiza una proyección considerando en forma independiente y para cada grupo etario las variables determinantes de dinámica poblacional: mortalidad, fecundidad y migración.

Los datos de registros de nacimiento y defunciones pueden obtenerse de publicaciones de la Dirección Nacional de Estadística de Salud, o de establecimientos Sanitarios locales.

La proyección por sexo y edad necesita de la evaluación, del ajuste de la información y de la proyección propiamente dicha.

Para la aplicación del método se deben seguir los siguientes pasos:

- Se debe determinar la población base o inicial a partir de la cual se proyecta la población por sexo y grupo quinquenales de edad, así como los niveles pasados y actuales de mortalidad, fecundidad y migración.
- Se debe formular la hipótesis de evolución futura de cada uno de los componentes demográficos. Se recomienda plantear:
 - Una sola hipótesis de cambio para la mortalidad, dado que no se esperan variaciones importantes en el comportamiento de este componente.
 - Diferentes hipótesis de evolución de la fecundidad, ya que resulta difícil prever su comportamiento futuro, debido a los cambios producidos en su tendencia en los últimos años: alta, media y baja.

Los índices que se utilizan con mayor frecuencia para calcular el número de nacimientos incluyen la tasa de fecundidad específica según edad (ASFR), la tasa general de fecundidad (GFR) y la tasa total de fecundidad (TFR). La estimación de fecundidad, se realiza basándose en el número de nacimientos por quinquenios, obtenidos de los últimos censos o publicaciones del Ministerio de Salud y Acción Social.

- Diferentes hipótesis referidas a los cambios migratorios.

Se debe definir las variantes en función del comportamiento futuro esperado para la migración. Cuando se trata de describir la evolución de la población de áreas menores, el principal elemento de incertidumbre resulta ser la estimación de la migración interna que es el componente más inestable y en muchas oportunidades el de mayor peso en el crecimiento de la población.

El proyectista debe elaborar tres hipótesis de migración que considere diferentes saldos migratorios netos por quinquenio, variante alta, media y baja.

- Se debe ejecutar una proyección de población por sexo y grupos quinquenales de edad, para lo cual se necesita:
 - Aplicar las relaciones de sobrevivencia por sexo y edad a la población base, a fin de estimar cuantas personas de las presentes en el momento de partida sobrevivirán en el quinquenio siguiente, considerando la evolución de la mortalidad.
 - Estimar del número de nacimientos esperados en cada quinquenio de la proyección, aplicando las tasas de fecundidad por edad correspondientes a las mujeres en edades reproductivas (15 a 49 años) a la población femenina proyectada.
 - Estimar de la población de 0 a 4 años de edad sobrevivientes al final de cada quinquenio de la proyección, aplicando relaciones de sobrevivencia a los nacimientos previamente proyectados.

A continuación se definen los indicadores demográficos más importantes para una mejor interpretación del método.

- *Fecundidad específica según edad*: Número de nacimientos por mujer de un grupo etario específico (por lo común, grupos etarios quinquenales, desde 15-19 a 40-44 años). Las tasas específicas de fecundidad de mujeres casadas por tramos de edad están relacionadas con el número de nacimientos por mujer casada.
- *Tasa total de fecundidad*: Total de todas las tasas específicas por tramos etarios (si éstas se encuentran agrupadas en tramos etarios quinquenales, el total se multiplica por 5 para que arroje la Tasa total de fecundidad).
- *Tasa bruta anual de natalidad*: es el cociente entre el número medio anual de nacidos vivos ocurridos durante un período determinado y la población media de dicho período.
- *Tasa global de fecundidad*: representa el número de niños que en un período dado habría nacido por cada mil mujeres sometidas a las tasas de fecundidad observadas para ese período, bajo un supuesto de mortalidad nula desde el nacimiento hasta el fin de la edad fértil.
- *Tasa bruta de reproducción femenina*: es el número medio de hijas nacidas vivas que tendría una cohorte hipotética de nacimientos femeninos si estuviera sometida a un repertorio dado de tasas de fecundidad por edad suponiendo que la mortalidad es nula antes del término del período reproductivo.

- **Tasa bruta anual de mortalidad:** es el cociente entre el número medio anual de defunciones ocurridas en una población durante un período determinado y la población expuesta al riesgo de morir durante ese período. Esta población equivale a la población media del período.
- **Tasa de mortalidad infantil:** es el cociente entre las defunciones de menores de un año y el total de nacimientos vivos de ese año o el número de nacimiento obtenidos por ponderación entre aquellos ocurridos en el año en estudio y el anterior.
- **Tasa neta de reproducción femenina:** es el número medio de hijas nacidas vivas que tendría una cohorte hipotética de nacimientos femeninos si estuviera sometida a un repertorio dado de tasa de fecundidad y de mortalidad por edad.
- **Tasa de crecimiento natural:** se define generalmente como el cociente entre el excedente anual de nacimiento sobre las defunciones y la población media en el período considerado; es por lo tanto igual a la diferencia (algebraica) entre la tasa de natalidad y la tasa de mortalidad.
- **Tasa anual de migración neta:** es el cociente entre el promedio anual de la migración neta de un cierto período y la población media de ese mismo período.

2.2.8. Utilización de Otros Métodos para Efectuar la Proyección Demográfica

- El proyectista puede utilizar otro método de proyección demográfica diferente a los detallados en estas normas, siempre que cuente con adecuada justificación teórica y validación práctica, debiendo ser sometido previamente a aprobación del ENOHSA.

2.2.9. Selección del Método Adoptado

Los métodos más precisos para la determinación de población son aquellos en los cuales intervienen variables socioeconómicas y movimientos migratorios, y son los que requieren un mayor volumen de información.

Teniendo en cuenta que la información disponible es limitada, se deben hacer proyecciones con diferentes métodos, para luego seleccionar aquel que se ajuste mas al crecimiento de la localidad de acuerdo a la experiencia del proyectista.

2.2.10. Análisis de Consistencia

- La confiabilidad de los valores obtenidos a través de los métodos de proyección disminuye a medida que la fecha de ejecución de los estudios se aleja del año de realización del último censo de población. Por tal razón, es necesario analizar la consistencia de la proyección confrontando las cifras estimadas por aquélla con la evolución verificada por algunos indicadores demográficos indirectos, desde el año del último censo disponible hasta la fecha de ejecución de los estudios.
- A tal efecto, se debe comparar la tasa de crecimiento demográfico implícita en la proyección con la tasa de crecimiento que registren indicadores tales como:

- Matrícula escolar.
 - Cantidad de conexiones eléctricas.
 - Cantidad de conexiones de agua potable.
 - Padrón electoral.
- Otro indicador que puede utilizarse para corroborar la validez de las estimaciones, es el número total de inmuebles edificados existentes en la localidad al momento de realizar los estudios. El recuento de los inmuebles se puede llevar a cabo en oportunidad de efectuar eventuales encuestas socio-económicas. A partir del número total de inmuebles se puede estimar el número total de habitantes multiplicando el total de viviendas por la cantidad promedio de habitantes por vivienda. La relación habitantes/vivienda es un valor que puede obtenerse del último censo o de los datos recogidos por la encuesta que se realice en la localidad. No obstante, conviene aclarar que los datos sobre población que se infieran de la encuesta sólo pueden ser tomados como estimaciones.
 - Si en la comparación de la proyección demográfica con respecto al promedio de los indicadores indirectos, incluidas las encuestas, se produjera un desvío significativo, se debe reemplazar el método de proyección por otro que minimice la diferencia entre el dato de población total que arroje el método adoptado y la población total que se infiere de los indicadores.

2.2.11. Distribución Espacial de la Población Futura

- Además de la proyección demográfica (cantidad futura de habitantes) el proyectista debe definir la distribución espacial de la población futura dentro de la extensión de la planta urbana prevista para el final del período de diseño. Para ello, se debe partir de la distribución actual de la población sobre la planta urbana y analizar las tendencias de expansión de esta última y las tendencias de densificación demográfica.
- Para determinar la cantidad de inmuebles existentes en cada zona, al momento de realizar los estudios se puede recurrir a los datos de eventuales encuestas socioeconómicas, a la información por radios censales, a información catastral, fotografías aéreas y al recorrido de la localidad. Con estos datos se puede calcular el porcentaje de inmuebles existentes en cada zona respecto de la cantidad total de inmuebles de la localidad. Basándose en estos porcentajes y la densidad de habitantes por vivienda se puede distribuir la población total por zonas, obteniéndose la distribución espacial actual de la población.
- Para estimar la distribución espacial de la población futura se debe analizar el posible destino de las parcelas vacantes, dinámica de la construcción y localización de viviendas y edificios. En base a las disposiciones de los Planes Directores y Códigos de Planeamiento Urbano se debe adoptar hipótesis de crecimiento diferenciado por zonas, que pueden ser expresadas en porcentaje de viviendas o de densidad demográfica. Si se verificara que en alguna de las zonas la población alcanza el valor de saturación, se debe detener el crecimiento de la misma en dicho valor y se deben recalcular los porcentajes iniciales de las restantes sin considerar los inmuebles de la zona saturada, efectuando luego la proyección con los nuevos porcentajes.

- Con los resultados obtenidos se debe indicar la distribución de la población futura sobre la planta urbana futura, definiendo la densidad en habitantes/hectárea y la población total de cada zona, en un plano de la localidad.

2.2.12. Población Temporal

- En aquellas localidades donde se produzcan variaciones temporarias de población durante el año (debido al turismo o a determinadas actividades temporarias) el proyectista debe estudiar la situación existente (capacidad de alojamiento, afluencia de turistas, demanda de trabajadores temporarios, etc.) y definir la población temporal actual, el período en el que ocupa la localidad y la distribución espacial de la misma.

Asimismo, se debe analizar las tendencias de evolución de la actividad que da origen a esa población temporal y formular las hipótesis de proyección y distribución espacial de la misma acordes con dichas tendencias, dentro del período de diseño.

Los valores de población temporal actual y futura se deben presentar en forma discriminada respecto de la población permanente de la localidad.

2.2.13. Representación Gráfica

En todos los casos, el proyectista debe incluir, en la documentación a presentar, una representación gráfica de la evolución de la población, que comprenda los últimos tres censos nacionales, el valor obtenido de eventuales encuestas socio-económicas y los valores asignados para el período de diseño para los diferentes métodos de proyección utilizados.

3. ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA DE LOS SERVICIOS

3.1. DEMANDA DE SERVICIOS

Se define como demanda en un servicio de agua potable, a la cantidad y calidad de agua que satisface los requerimientos de los usuarios, incluyendo además todos aquéllos usos no directamente requeridos por los usuarios residenciales, pero que hacen al funcionamiento de toda la infraestructura social y al sistema de abastecimiento en particular.

El proyectista debe tener en cuenta que para la satisfacción de dicha demanda pueden existir condiciones particulares como:

- Limitaciones por producción insuficiente.
- Estado operativo de las redes que puede dar origen a:
 - Caudales insuficientes.
 - Bajas presiones.
- Inadecuada calidad del agua.
- Régimen tarifario aplicado.

3.2. OFERTA DE SERVICIOS

Se debe considerar el análisis de la Oferta de Servicios como uno de los puntos más importantes del Proyecto, configurando un panorama de opciones aplicables, realizables y sostenibles en el tiempo.

El proyectista debe realizar la determinación lo más precisa posible, del estado actual de cada instalación a fin de tener un conocimiento acabado de cada parte componente del sistema.

En el caso de reacondicionamiento o ampliación de un sistema de abastecimiento de agua potable se debe, al menos, identificar y cuantificar las máximas prestaciones alcanzables por los siguientes integrantes del sistema actual:

- Fuentes de agua.
- Obras de captación.
- Conducciones de agua cruda.
- Conducciones de agua tratada.
- Instalaciones de elevación de agua cruda.
- Instalaciones de elevación de agua tratada.

- Instalaciones de potabilización de agua, considerando separadamente cada una de las partes que lo integran.
- Reservas de agua cruda.
- Reservas de agua tratada.
- Instalaciones principales y auxiliares de desinfección.
- Sistema de conducciones principales de distribución de agua (redes maestras).
- Sistema de conducciones secundarias de distribución de agua (redes secundarias).
- Instalaciones eléctricas y de fuerza motriz.
- Conexiones domiciliarias.
- Sistemas de Pitometría, Macro y Micro medición.
- Sistemas de mando, telemando y control operacional.
- Relación de cobertura del sistema de agua potable con el sistema de desagües.

Se debe realizar una verificación de la capacidad máxima de cada elemento componente del sistema en base a la cual se debe definir la situación al momento de planificar el proyecto y sus etapas la que debe incluir el estado de las instalaciones desde el punto de vista de la vida útil y la capacidad hidráulica. En el caso de las unidades de tratamiento se debe analizar la capacidad en función de las características de cada unidad integrante del tratamiento en base a la presente norma, a fin de determinar las máximas prestaciones actuales y futuras posibles.

Luego de realizada la verificación el proyectista debe definir las medidas de optimización, rehabilitación y ampliación de los sistemas.

El proyectista debe plantear, como mínimo, dos alternativas a partir del conocimiento de la máxima capacidad de prestación y de la cantidad de agua no contabilizada. Estas alternativas deben permitir analizar diferentes soluciones para la recuperación de capacidades y los costos consecuentes de los trabajos que es necesario realizar para la adecuación de las instalaciones.

Para ello se debe analizar:

- Instalaciones en su estado actual y su producción histórica, en base a la información procesada.
- La prestación a alcanzar por las instalaciones reacondicionadas y/o rehabilitadas, para lo que debe estimar el incremento de capacidad en base a los trabajos a realizar y cuantificar el agua destinada a cada uso.

Se debe conocer la demanda y su variación en el tiempo y compararla con la oferta actual, de lo que debe surgir para cada año en análisis el déficit que es necesario cubrir. La cobertura de este déficit debe ser realizada atendiendo a los criterios de costo mínimo, que consideran períodos de diseño usualmente aceptables como óptimos para cada parte componente del sistema en estudio.

El análisis de oferta debe incluir no sólo las instalaciones desde un punto de vista cuantitativo, expresado en cantidades de agua a proveer sino también contemplar el concepto de calidad de servicio, lo que significa tener en cuenta la presión disponible en las redes y la calidad del agua suministrada.

3.3. ESTUDIO DE DEMANDA

El Modelo de Demanda debe acompañar al proyecto a toda su planificación y gestión e inclusive en las evaluaciones expost destinadas a verificar su funcionamiento y a introducir correcciones en los supuestos de base para futuros proyectos.

La capacidad de las obras a ejecutar debe ser el resultado de los caudales esperables como medios, máximos (diarios y horarios) y mínimos. El proyectista debe asumir valores típicos zonales o regionales para los coeficientes de pico, a aplicar sobre los caudales medios resultantes.

Los caudales se deben determinar según el Numeral 2.1.4 del presente Capítulo de esta Norma.

Para definir los parámetros iniciales del proyecto se debe realizar el diagnóstico que debe integrar todo proyecto. La identificación de los problemas y las respuestas a las cuestiones que se plantean en el diagnóstico son imprescindibles para lograr implementar un adecuado Modelo de Demanda.

El diagnóstico debe considerar los siguientes aspectos:

- Caracterización de las zonas de servicio según sus funciones: urbanas: industrial, comercial, agrícola, mixto, subcentros, centros urbanos.
- Caracterización de las zonas de servicio por indicadores de estructura social.
- Caracterización de las zonas de servicio por niveles de consumo representativos, tomando como base la experiencia e información disponible tal como producción y consumo per cápita, producción y consumo por unidad de consumo, etc.
- Identificación de grandes usuarios puntuales, actuales o presuntos.
- Evaluación de la población actual y futura esperable en cada zona de servicio, con indicación de densidades y número de habitantes por vivienda.
- Tendencias de radicación de la población y de crecimiento del área.
- Definición de los parámetros del servicio existente en cada zona incluyendo cobertura poblacional del sistema de abastecimiento de agua, la cobertura poblacional del sistema de desagües cloacales en los casos de existir, el estado general de los sistemas tipo de fuentes de producción de agua (superficial/subterráneo), la disposición de efluentes (redes colectoras, pozos sépticos, etc.) la disposición de los efluentes de los procesos de potabilización, la cantidad de agua producida y la disponibilidad de producción.

- Características del agua potable y de la red de abastecimiento de agua: edad, presión operativa, funcionalidad (grado de incrustación, pérdida de carga, frecuencia de averías, tipo de averías, etc.), roturas de derivaciones domiciliarias.
- Interrelación entre el sistema eléctrico y el sistema de agua potable, lo que en algunos casos puede adquirir significativa importancia dada la configuración de los mismos atendiendo a la necesidad de establecer suministros alternativos de energía en puntos singulares si el sistema eléctrico denota fallas críticas.
- Cobertura de servicios técnicos: cuadrillas de reparación, servicios de mantenimiento, obras de rehabilitación ejecutadas y proyectadas.
- Variables que reflejen la relación entre costos operativos, costos de mantenimiento, costos de nuevas obras, tarifas y recaudación, para visualizar la problemática de la incidencia de estos factores en la tarifa resultante y la respuesta de pago de los usuarios.

El proyectista debe expresar los resultados en forma numérica y gráfica, en tablas y planos, para facilitar su interpretación y análisis ya que constituyen la base del conocimiento de la situación actual. Al mismo tiempo, esta información de base debe ser compatible con los requerimientos del modelo de evaluación a aplicar, tanto en sus contenidos como en los formatos y soportes informáticos en que se presenten.

3.3.1. Determinación de la Demanda Futura

Para la determinación de la demanda futura el proyectista debe tener en cuenta:

Cuantificar la demanda insatisfecha de la población actualmente abastecida, como resultante de definir las fallas operativas (cortes periódicos, reducciones de caudales y presiones en las redes, elevado número de fugas), insuficiencia de caudales, insuficiencia de presiones y otras causas que impiden que el usuario satisfaga plenamente su demanda en tiempo y forma.

Para estimar de la demanda de agua debe conocer detalladamente el entorno del sistema y en particular las previsiones sobre el crecimiento demográfico, el aumento del consumo por habitante y los planes de desarrollo que pueden influir en la demanda industrial u otras.

Debe tener en cuenta en el análisis, que:

- La ejecución de un proyecto de abastecimiento de agua potable puede modificar la situación en una localidad, estimulando el desarrollo de algunos sectores o incentivar a la población aledaña a radicarse dentro del radio servido por la red de distribución.
- Los posibles cambios de las expectativas y las necesidades percibidas de la comunidad se traducen en una mayor demanda de agua. El diseño debe ser flexible para que esta evolución no perturbe el funcionamiento del sistema.
- Se debe considerar no sólo los volúmenes de agua que son consumidos por los usuarios, sino también las pérdidas dentro de sus sistemas domiciliarios.
- Se debe evaluar, en forma realista, el agua perdida en la distribución.

3.3.2. Modelo de Demanda

El proyectista debe desarrollar un Modelo de Demanda que permita definir la magnitud del problema y plantear soluciones adecuadas para el mismo. La concepción inicial del mismo puede variar sustancialmente a lo largo del desarrollo de las distintas etapas del trabajo, pero debe servir de base para iniciar las acciones a partir de datos conocidos o asumidos, permitiendo relacionar muchas de las variables y estudiar la incidencia de cada una de ellas en los resultados finales.

El Modelo de Demanda que debe ser planteado desde la concepción misma del sistema suministrando información necesaria para:

- Analizar la proyección de la demanda como base del diseño del sistema.
- Realizar el seguimiento posterior de la evolución de la demanda, con el sistema implementado, de tal manera que se puedan realizar correcciones adecuadas, anticipando los efectos de las modificaciones originadas por las variables.
- Realizar estudios de sensibilidad del comportamiento de la demanda y consecuentemente del sistema, frente a variaciones acotadas de las variables.
- Definir la oportunidad de las inversiones.
- Analizar alternativas de evolución de la demanda, frente a la definición de diferentes situaciones de cobertura y sus efectos sobre el sistema y las inversiones.

El Modelo de Demanda debe establecer las dotaciones de agua potable y dotación aparente de agua potable, según los numerales 2.1.3 y 2.1.4 del presente Capítulo de esta Norma. Sobre la base del conocimiento de las características de la población a servir, sus actividades y su evolución futura.

El horizonte de análisis y el paso del tiempo deben ser fijados por el proyectista, de acuerdo a las características especiales de cada proyecto. Habrá un paso de tiempo standard (por ejemplo de (1) un año), el que puede ser variado adecuándolo a las condiciones particulares de la situación que se analiza.

El modelo de demanda debe explicitar para cada año los siguientes parámetros de diseño, con la descripción, breve pero muy clara, del contenido de la variable. Las unidades de la variable se deben expresar en las unidades de acuerdo a su aplicación y a formas usuales. En el caso de los pueden requerirse resultados en: [$\text{m}^3/\text{día}$], [m^3/hora], [m^3/seg], [l/seg].

- Población total.
- Habitantes por vivienda.
- Cobertura de agua potable.
- Población servida con agua potable.
- Unidades de consumo.
- Conexiones.
- Relación entre Unidades de consumo y conexiones domiciliarias.

- Incremento anual de las unidades de consumo.
- Cobertura de desagües cloacales.
- Población servida con desagües cloacales.
- Dotación media de consumo.
- Dotación media diaria de producción resultante.
- Dotación máxima diaria de producción resultante.
- Consumo medio domiciliario de agua potable de agua potable.
- Consumo medio de grandes usuarios.
- Consumo medio total de agua potable.
- Porcentaje de agua no contabilizada.
- Demanda media diaria de agua potable.
- Coeficiente de pico estacional.
- Coeficiente de pico horario.
- Demanda máxima diaria de producción de agua potable.
- Demanda máxima horaria de producción de agua potable.

A partir del Modelo de Demanda debe ser posible establecer alternativas de las variables estudiadas precedentemente, con lo que se debe obtener un panorama variado de demandas esperables, éste debe poder ser ajustado de acuerdo a los condicionamientos económicos, financieros y ambientales que surjan de las respectivas evaluaciones. También debe permitir realizar un estudio de sensibilidad analizando cómo incide sobre alguna variable, las variaciones posibles de otras variables.

El proyectista debe explicar la metodología de cálculo de cada uno de los parámetros incluidos en el modelo.

4. INVESTIGACIONES TÉCNICAS DE CAMPO

4.1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

4.1.1. Aspectos Generales

4.1.1.1. Alcance de Estas Normas

Las presentes normas están destinadas a establecer pautas relacionadas con la consulta y compilación de antecedentes, mediciones en el terreno, obtención de información por teleobservación (aerofotogramétrica y remota en general) y su procesamiento, hasta llegar a la elaboración de documentos útiles para la evaluación, planificación, diseño, construcción y mantenimiento de las obras de captación, potabilización, almacenamiento, transporte y distribución de agua potable. Cubren asimismo los trabajos de agrimensura relacionados con los inmuebles afectados.

Las especificaciones tienen el carácter de requerimiento mínimo y en casos particulares las exigencias específicas del diseño o construcción podrían dar lugar a mayor rigurosidad en exactitud y densidad de información, como así también puede presentarse la oportunidad de que se disponga de datos que superen la calidad y cantidad mínima prevista.

4.1.1.2. Tipos y Finalidades de Estudios Topográficos

Globales

Son estudios topográficos globales los destinados a la evaluación general, incluyendo zonas periféricas, con el objeto de poder representar aspectos socioeconómicos, nivel general de servicios existentes, zonificación, población y sus pautas de crecimiento, alternativas de uso de fuentes de suministro e impacto ambiental.

Las escalas de representación de los documentos gráficos en estos casos oscilan entre 1:10.000 y 1:50.000. Escalas menores (1:250.000 a 1:1.000.000) pueden ser útiles para la planificación regional de obras de transporte en áreas que deban servirse de fuentes lejanas.

Del área a servir

Son estudios topográficos del área a servir los destinados a brindar información planialtimétrica del área urbanizada y la de diseño, que incluye expansiones previsibles, con el objeto de complementarla con información de infraestructura existente y de calidad de suelos, a fin de permitir el diseño de las obras de captación, potabilización, almacenamiento, transporte y distribución, hasta donde puedan producirse efectos sensibles. Las escalas a prever en estos casos varían entre 1:2.000 y 1:10.000.

En los planos deben figurar datos de puntos de referencia, en especial ubicación y cotas de puntos fijos. También deben figurar coordenadas de puntos de referencia planimétrica, cuando deba procederse al replanteo de trazas en áreas de diseño en donde los detalles edilicios no son suficientes para definir su emplazamiento durante la construcción.

De detalle

Son estudios topográficos de detalle los destinados al diseño y posterior replanteo de las obras de captación o potabilización. Además de proveer características de las construcciones existentes y la planialtimetría del terreno, deben permitir el vuelco de la infraestructura y los servicios existentes, como así también de la información geotécnica.

Las escalas de estos planos varían entre 1:100 y 1:1.000 y pueden ser complementados con cortes de secciones en donde la escala vertical sea mayor aún (1:20, 1:25, 1:50, etc.).

Deben contar con puntos planialtimétricos de referencia para el control y cómputo de excavaciones, construcciones y montajes, con la posibilidad de proveer apoyo para futuros controles y mantenimiento.

La información debe servir para la confección de los planos de proyecto y posteriormente como base para la elaboración de los planos conforme a obra.

De mensura y afectaciones

Los estudios topográficos de mensura y afectaciones son utilizados para la compra, transferencia o expropiación de inmuebles en los que se prevén implantar construcciones, para la determinación de las indemnizaciones a que hubiere lugar por mejoras afectadas o para dejar documentadas eventuales servidumbres relacionadas con la infraestructura.

Las escalas y especificaciones están sujetas a las modalidades de las instituciones de fiscalización parcelaria y catastral que tengan jurisdicción, no obstante ello, se trata que estén comprendidas entre 1:500 y 1:5.000.

4.1.2. Especificaciones Para Estudios Globales

4.1.2.1. Antecedentes a Consultar

- Cartas del Instituto Geográfico Militar, preferentemente a escalas 1:50.000 y 1:100.000. Las de escala menor (1:250.000 ó 1:500.000) se utilizan solamente en los casos de planificación regional previstos en 2.1.1.2 (Globales).
- Cartas de la Dirección Nacional de Minería y Geología, escala 1:250.000 complementado con el plano correspondiente a escala 1:100.000 con la morfología.
- Cartas y planos efectuados por instituciones nacionales, provinciales, municipales o privadas para diversos fines, especialmente los que corresponden a escalas mayores de 1:100.000 (1:50.000, 1:25.000, 1:20.000, 1:10.000, 1:5.000, 1:2.500, etc.).
- Productos de sensores remotos, especialmente falsos colores compuestos a partir de satélites LANDSAT, SPOT, etc., elaborados por:
 - Comisión de Investigaciones Espaciales (CNIE).
 - Centro de Análisis y Procesamiento de Imágenes Satelitarias (C.A.P.D.I.S., Prov. de Buenos Aires).

- Empresas privadas especializadas en el tema.
- Copias por contacto de imágenes de vuelos aerofotogramétricos. Para orientar la consulta de esta información se aconseja recurrir a la publicación H 1032 del Servicio de Hidrografía Naval "Inventario de Levantamientos Aerofotogramétricos Sobre Centros Urbanos.
- Planos generales de la infraestructura sanitaria y de servicios complementarios que correspondan a la localidad en estudio disponibles en el Ente o Empresa prestadora de los servicios.
- Publicaciones Náuticas, cartas y planos del Servicio de Hidrografía Naval y de la Dirección Nacional de Vías Navegables.
- Fotografías satelitarias de origen soviético (SOJUZKARTA).
- Productos de satélites de investigación, por ejemplo ERS (Europeo).
- Datos procedentes de Sistemas de Información Georeferenciada (GIS, LIS) y fotografías, filmaciones o videofilmaciones de reconocimientos aéreos, disponibles en otros organismos o empresas privadas.

4.1.2.2. Documentos a Elaborar

De acuerdo a las características fisiográficas de la zona y a la infraestructura implantada, como así también en función de la orientación general del proyecto a desarrollar, se debe adoptar una escala. Para su elección deben servir de referencia las provisiones formuladas en 4.1.1.2 (Globales).

En el caso de planificaciones regionales, la escala (generalmente pequeña) se debe prever siguiendo los lineamientos del siguiente detalle:

- Cuencas de llanura con leves singularidades:
 - Menores de 100 km²: 1:50.000.
 - Entre 100 y 1.000 km²: 1:100.000.
 - Entre 1.000 y 10.000 km²: 1:200.000 a 1:400.000.
 - Mayores de 10.000 km²: 1:500.000 a 1:1.000.000.
- Cuencas de llanura con valles y cañadones profundos:
 - Menores de 20 km²: 1:50.000.
 - Entre 20 y 2.000 km²: 1:100.000.
 - Entre 2.000 y 10.000 km²: 1:200.000 a 1:300.000.
 - Mayores de 10.000 km²: 1:400.000 a 1:1.000.000.
- Cuencas de relieve pronunciado:
 - Menor de 10 km²: 1:50.000.
 - Entre 10 y 1.000 km²: 1:100.000.

- Entre 1.000 y 10.000 km²: 1:200.000 a 1:300.000.
- Mayores de 10.000 km²: 1:400.000 a 1:1.000.000.

El plano global se puede obtener como compilación de antecedentes y debe ser complementado con información que surja de reconocimientos de la zona.

Debe elaborarse preferentemente a partir de cartas con base geométrica apoyada, en donde la cuadrícula de coordenadas geográficas o planas generales (Gauss-Krüger) se controla con los valores numéricos teóricos a fin de limitar la deformación de los documentos impresos o copiados sobre material poco estable (papel en general).

La información de la carta apoyada (Instituto Geográfico Militar u otra referida a su sistema geodésico) debe ser actualizada y complementada con los otros antecedentes reunidos de acuerdo a 4.1.2.1 y los reconocimientos citados anteriormente.

Se puede obviar el vuelco de información que no sea útil al proyecto y simplificar la que se expone en trabajos de mayor detalle.

Preferentemente para su elaboración se debe adoptar el sistema de coordenadas planas Gauss-Krüger, en cuyo caso se debe(n) indicar la(s) hoja(s) cartográfica(s) que sirvió(eron) de base.

Cuando se utilicen coordenadas de otra naturaleza se debe indicar sus características y en el supuesto caso de no contar con los antecedentes respectivos se debe indicar "Sistema geodésico y proyección no evaluados".

El documento se debe elaborar preferentemente en forma digital bajo un sistema CAD. Se puede fraccionar en láminas de acuerdo a los formatos que se prevean en la presentación de planos, y en cada lámina se debe hacer constar un croquis de ubicación las mismas a una escala reducida entre 1/5 1/20 de la original, en donde quede resaltada la correspondiente.

El área representada debe extenderse lo necesario para abarcar orígenes de incidencias sobre el lugar en estudio y hasta donde se prevea que puedan producirse efectos sensibles sobre el ambiente, como así también otras localidades o zonas de explotación o servicio.

4.1.2.3. Apoyos y Procesos Especiales

Si bien el documento previsto en 4.1.2.2 en general va a surgir de compilación, con el auxilio de procesos de digitalización o de ampliaciones o reducciones ópticas, fotográficas o mecánicas, la eventual carencia de antecedentes cartográficos confiables puede llevar a la necesidad de tener que elaborar tal información a partir de datos vírgenes. En tal caso se debe recurrir a información digital de sensores remotos o a vuelos aerofotogramétricos a escalas entre 1:20.000 y 1:80.000 a fin de minimizar el costo del apoyo y proceso.

En general se debe prever la confección de una planimetría y solamente se debe recurrir a la elaboración de una planialtimetría cuando el proyecto lo requiera especialmente y se cuente con la posibilidad de efectuar una restitución aerofotogramétrica o proceso tridimensional de imágenes satelitarias.

Se debe determinar un mínimo de puntos de control terrestre para poder efectuar las correcciones geométricas de las imágenes remotas o la aerotriangulación del bloque aerofotogramétrico.

Dicho apoyo se puede obtener mediante operaciones topográficas con tolerancias tres veces superiores a las que se prevén en 4.1.3. También se puede utilizar determinaciones geodésicas satelitarias relativas con un receptor ubicado en un punto materializado al que se le fijen coordenadas para los trabajos previstos en 4.1.3. y el otro en los detalles elegidos para el apoyo o puntos que los determinen. Para ello se deben utilizar equipos aptos para apoyo geodésico topográfico mediante diferencias de fase (simples, dobles o triples) o bien mediante pseudo-distancias relativas ("relative pseudorange").

Las coordenadas horizontales se deben adoptar directamente del proceso relativo a partir del punto de referencia anteriormente citado. Las cotas, en cambio, se deben corregir a partir de la que se adopte para dicho punto y las de otros cuatro puntos distribuidos en las proximidades del perímetro de la zona a levantar como mínimo, las que se deben transportar mediante nivelación geométrica o trigonométrica con distanciómetro electroóptico con visuales no mayores de 2 Km. Eventualmente se pueden usar visuales mayores, en cuyo caso la medición se debe efectuar en forma recíproca y simultánea para cada desnivel.

En el caso de preverse un proceso aerofotogramétrico, el mismo se debe llevar a cabo mediante restitución en donde cada modelo cuente con cuatro puntos apoyados próximos a las esquinas del mismo; si la zona a restituir fuera mucho menor que el modelo, la ubicación de los puntos puede concentrarse cubriendo la periferia de la superficie a utilizar. Tal apoyo se puede obtener a partir de una aerotriangulación apoyada en los puntos del terreno previstos anteriormente. Dicha aerotriangulación debe concatenar modelos consecutivos y laterales a fin de lograr la mayor homogeneidad posible en el ensamble de la información.

4.1.3. Especificaciones Para Estudios Sobre el Area a Servir

4.1.3.1. Antecedentes a Consultar

- Los descriptos en 4.1.2.1. para estudios globales.
- Planos de detalle de infraestructura sanitaria y de servicios complementarios.
- Monografías y valores de puntos de referencia planimétricos y altimétricos disponibles en la localidad y sus proximidades.
- Documentación sobre la planificación y uso real del territorio afectado por el diseño.

4.1.3.2. Apoyo Horizontal

Se debe dar prioridad al aprovechamiento de puntos trigonométricos de la Triangulación General del País efectuada por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) con valores referidos al sistema POSGAR o al sistema Campo Inchauspe 1969 y que correspondan a los denominados primero y segundo orden.

Como alternativa pueden emplearse otros puntos, preferentemente relacionados al sistema anterior.

En el caso de no disponerse de apoyos previos se debe adoptar un sistema local referido en general, mediante uno de los métodos que se detallan a continuación, por prioridad de conveniencia:

- 1). Traspaso relativo de posición a dos puntos mediante posicionamiento satelitario a partir de los puntos del I.G.M. citados anteriormente.
- 2). Determinación aislada mediante posicionamiento satelitario, aplicándole la corrección que provea el I.G.M. para referirlo al sistema POSGAR o al sistema Campo Inchauspe 1969. Esta determinación se debe complementar con una orientación tal como se prevé en el siguiente punto (3).
- 3). Punto en el cual se leyó la latitud y longitud de una carta del I.G.M. a escala 1:50.000 o 1:100.000 y se estableció una orientación desde el mismo mediante determinación astronómica de acimut o bien una determinación giroscópica con error no mayor de 30 segundos sexagesimales.
- 4). Punto en el cual se efectuó una determinación astronómica de latitud, longitud y acimut de una dirección que parta del mismo.

A partir de ese origen básico se debe establecer una densificación de apoyo planimétrico a fin de que la referencia de posición de las obras sea coherente a lo largo de las distintas etapas (planificación, diseño, construcción, ampliación, mantenimiento, etc.).

La cantidad de puntos materializados debe variar en función de las necesidades específicas; como orientación general se puede considerar alrededor de un punto por kilómetro cuadrado. Para facilitar el uso y preservar las marcas se debe prever sobre construcciones existentes tales como edificios o tanques de mampostería u hormigón.

En el caso de tener disponibles varios puntos trigonométricos previos distribuidos en el área, la densificación se debe efectuar mediante triangulación, previa verificación de la coherencia entre los mismos mediante control de por lo menos una distancia y un ángulo; se acepta una diferencia de hasta 1:10.000 en la distancia y de hasta 20" en la comprobación angular.

Dicha red debe estar conformada de modo tal que cada punto se pueda obtener por lo menos por dos caminos independientes y que uno de ellos sea a través de intersección directa con ángulo formado por visuales o distancias comprendidas entre 40 y 140, o poligonal. Los errores de cierres angulares de figuras cerradas, o entre caminos que se puedan establecer entre orientaciones fijas de puntos conocidos, deben estar por debajo de

$$\pm 20'' \cdot (n^{0,5} + 1)$$

donde n es el número de estaciones angulares que intervienen en el control.

Independientemente de ese control angular, las diferencias de coordenadas entre las dos soluciones intersecciones mencionadas deben estar por debajo de

$$\pm 0,20 \text{ m} \cdot K^m$$

donde K^m es el promedio de las distancias entre los puntos anteriores y el que se toma en consideración para verificar, expresado en kilómetros.

Preferentemente la red se debe compensar por mínimos cuadrados, método de variación de coordenadas, pero pueden emplearse otros métodos de ajustes que distribuyan equitativamente las discrepancias de cierre.

Alternativamente, en estos casos de varios puntos dados como referencia inicial, se pueden utilizar los procedimientos que se describen a continuación los cuales son también aptos para desarrollar apoyos desde un punto conocido con orientación dada de acuerdo a las previsiones precedentes.

Triangulateración (Combinación de mediciones de distancias y direcciones)

Con esta técnica cada punto debe poderse obtener como mínimo a través de una poligonal simple o traspaso polar desde puntos conocidos y debe poder verificarse con un camino adicional mediante cualquier combinación independiente de direcciones o longitudes medidas.

Las distancias se deben medir con distanciómetro electroóptico que asegure diferencias menores a la siguiente en una base de contraste:

$$\pm 0,02 \text{ m} \cdot (K + 1)$$

siendo K la distancia expresada en kilómetros, y los ángulos con teodolito cuya lectura por estima se pueda garantizar dentro de 10 segundos sexagesimales.

Toda distancia que tenga una inclinación superior a 20 minutos sexagesimales se debe corregir por pendiente o desnivel.

Las estaciones angulares se debe efectuar como mínimo con dos reiteraciones, una para cada posición de círculo.

Independientemente de ello, la solución entre el camino poligonal y el adicional no debe diferir en más de

$$\pm 0,10 \text{ m} \cdot (K^m + 1)$$

donde K^m es el promedio de distancias y/o visuales involucrados en ambos caminos.

Poligonal mediante distanciómetro electroóptico y teodolito (o estación total)

La red debe estar conformada por circuitos que partan de un punto con posición y orientación conocidas y cierren en otros con las mismas características o bien que vuelvan al punto y orientación de arranque. Puede complementarse con circuitos adicionales que se originen y cierren en puntos y direcciones correspondientes a los definidos anteriormente.

Las mediciones de lados y direcciones se deben efectuar con los medios y precauciones descritos en Triangulateración.

Las tolerancias de cierre angular deben ser de:

- $\pm 20'' \cdot n^{0,5}$ para polígonos cerrados.
- $\pm 20'' \cdot (n^{0,5} + 1)$ para circuitos que salen y llegan a puntos de orientación conocida, donde n es el número de estaciones angulares que intervienen en el control.

Los errores de cierre en coordenadas deben estar por debajo de las siguientes tolerancias:

- $\pm 0,10 \text{ m} \cdot ((\Sigma K)^{0,5} + \Sigma K)$ para polígonos cerrados.
- $\pm 0,12 \text{ m} \cdot (\Sigma K + 2)$ para circuitos que salgan y lleguen a puntos conocidos distintos. K es la sumatoria de las longitudes de los lados involucrados en el control, expresada en kilómetros.

Dichas poligonales se deben compensar rigurosamente por mínimos cuadrados, adoptando una relación de pesos entre lados y direcciones acorde con los procedimientos utilizados, o bien mediante la clásica simplificación de compensar previamente los ángulos y luego los residuos de coordenadas proporcionalmente a los lados.

Posicionamiento satelitario relativo

Para estos trabajos se deben utilizar exclusivamente receptores geodésicos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Los vectores se deben medir en sesiones que no estén por debajo de una hora de registro efectivo con geometría aceptable (coeficiente HDOP por debajo de 5). Eventualmente para distancias menores de 20 km, se puede utilizar sesiones de 10 minutos si el equipo cuenta con modalidad estática rápida para el cálculo de vectores. Se deben tener en cuenta los desplazamientos entre el sistema local adoptado y el sistema de las efemérides radiodifundidas (WGS-84, etc.) de manera tal que el procesamiento de los vectores se efectúe en el sistema satelitario y luego se transfieran nuevamente las posiciones al sistema local.

Como mínimo se deben utilizar dos receptores simultáneos y conformar poligonales de vectores que se deben poder ajustar con los programas comerciales difundidos para tal fin.

Ningún vector debe diferir del correspondiente compensado en más de 0,10 metros en su componente polar (Z), ni más de 0,20 metros en sus componentes ecuatoriales (X, Y).

Poligonal clásica con teodolito y cinta de agrimensor

Este procedimiento se debe aplicar exclusivamente en localidades de llanura, donde la red de apoyo no ocupe una superficie mayor de 3 km².

Se deben establecer circuitos cerrados sobre sí mismos o con arranque y cierre en puntos conocidos. La tolerancia angular es:

- $\pm 40'' \cdot n^{0,5}$ para el primer caso.
- $\pm 40'' \cdot (n^{0,5} + 2)$ para el segundo.

Los errores de cierre en coordenadas tienen tolerancias de:

- $\pm 0,5 \text{ m} \cdot (\Sigma K)^{0,5}$
- $\pm 0,5 \text{ m} \cdot ((\Sigma K)^{0,5} + 1)$ respectivamente

Las variables n y ΣK tienen los mismos significados que se definen en Poligonal mediante distanciómetro electroóptico y teodolito.

4.1.3.3. Apoyo Vertical

Se debe efectuar un minucioso estudio de los puntos altimétricos implantados en la localidad y sus proximidades, como así también de la naturaleza y exactitud de los valores numéricos de sus cotas.

- Se debe adoptar preferentemente las cotas referidas a uno de los siguientes organismos:
 - Instituto Geográfico Militar (I.G.M.).
 - Dirección de Vías Navegables (D.V.N., antes D.N.C.P. y V.N. y antes Navegación y Puertos del M.O.P.).
 - Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.).

En el supuesto caso de que no se consigan los antecedentes de un punto localizado, este se debe descartar y adoptar otra referencia existente en la zona, o en su defecto se debe usar un valor arbitrario; en este caso se debe prever que el cero altimétrico quede ligeramente por debajo del nivel mínimo al que puedan llegar las obras.

Los puntos fijos existentes se deben complementar con otros especialmente colocados para completar la referencia altimétrica de la zona a servir de manera tal que exista una densidad de entre cuatro y seis puntos por kilómetro cuadrado.

Preferentemente se debe colocar ménsulas de bronce o aluminio, con tetón y nomenclatura grabada, empotradas en paredes de edificios robustos y de buen estado de conservación, cuidando de que quede espacio para apoyar una mira verticalizada de cuatro metros sobre los mismos. Donde no haya posibilidades óptimas se debe utilizar construcciones menores, obras de arte y hasta mojones especialmente colocados para tal fin. Eventualmente se debe utilizar placas horizontales con tetón y nomenclatura, que se debe empotrar en la parte superior de estructuras aptas para tal fin.

Se debe prever uno o dos polígonos principales de nivelación topográfica geométrica que pase por el(los) punto(s) de referencia, que deben llegar a la periferia de la zona a estudiar. Dicha área debe cubrir la expansión de los sectores urbanizados dentro del plazo para el cual se prevé la vigencia del proyecto, y los lugares cuya morfología y/o características físicas incidan directamente en los servicios a establecer.

La densificación de puntos interiores se determina mediante nivelación topográfica geométrica que arranque y cierre en puntos de los citados polígonos principales.

A continuación se describen las características que deben reunir las nivelaciones mencionadas.

Nivelación geométrica topográfica de apoyo

Se deben utilizar instrumentos de horizontalización automática cuyo dispositivo compensador asegure un retorno dentro de 3" o bien de nivel tubular con sensibilidad directa mejor que 20"/div.2 mm con posibilidad de incrementarla (x4 a x5) mediante prisma de coincidencia y aumento del ocular respectivo.

Las miras pueden ser de madera, plástico reforzado o metal con graduación centimetrada o código equivalente, debiéndose cuidar que las articulaciones o los topes del sistema telescópico no produzcan errores mayores de 1mm por acople, ni 2mm en la longitud total.

En el caso de que la pendiente media del terreno supere el 2%, dichas miras deben contar con nivel esférico para asegurar su verticalización.

Para los puntos de paso se deben utilizar apoyos metálicos (sapos) y el estado de corrección del nivel se debe mantener de manera tal que la influencia vertical del error esté por debajo de 1:5.000 de la inequidistancia.

Las distancias máximas instrumento-mira deben ser de 110 metros. La inequidistancia (atrás-adelante) no debe superar los 4 metros por estación; si hubiese impedimentos para lograr ello se debe medir el desnivel parcial en forma recíproca para compensar las influencias de desajuste en colimación y efectos de curvatura/refracción.

En cada tramo entre puntos fijos la suma algebraica de las inequidistancias debe estar por debajo de los 20 metros.

En el área se establece uno o dos polígonos principales de acuerdo a las previsiones formuladas en 2.1.3.3. Las líneas que los conformen deben incluir las vinculaciones a los puntos altimétricos que se tomen como referencia. Los tramos entre puntos fijos se deben medir en ida y vuelta con una tolerancia para su suma algebraica de:

$$\pm 10 \text{ mm} \cdot K^{0,5}$$

siendo K la distancia expresada en kilómetros recorrida entre ambos puntos fijos como promedio de ambos itinerarios.

Para polígonos cerrados los errores de cierre de los desniveles promedio deben estar por debajo de

$$\pm 6 \text{ mm} \cdot (\Sigma K)^{0,5}$$

donde K es el perímetro del polígono cerrado recorrido expresado en kilómetros.

Para controles entre puntos fijos adoptados como referencia inicial se debe adoptar una tolerancia de

$$\pm 6 \text{ mm} \cdot ((\Sigma K)^{0,5} + 2)$$

donde ΣK es la distancia recorrida entre los puntos fijos expresada en kilómetros. Cuando tal acuerdo no se verifique no se deben aceptar las cotas conocidas como referencia

absoluta, es decir, se deben agregar líneas de nivelación entre los puntos existentes y estudiar la coherencia del sistema. Si hubiere uno o dos puntos que difirieran de la referencia media del resto, se debe proceder a corregirlos localmente, en cambio, si la dispersión muestra claramente que la diferencia surge de poca precisión en los puntos de referencia, se debe proceder a establecer un horizonte promedio y recalcular la totalidad de la red.

La adopción de una referencia media se debe reemplazar por la que provee un punto, si existen antecedentes que garanticen el valor de ese punto fundamental y se pueda aceptar que su grado de estabilidad vertical sea óptimo.

En el área interna del(los) polígono(s) principal(es) se debe complementar la densidad de puntos fijos con otras referencias altimétricas, hasta lograr la densidad prevista en 4.1.3.3, mediante nivelación topográfica geométrica que arranque y cierre en puntos fijos de los polígonos principales.

Cuando el recorrido directo entre esos puntos de arranque y cierre supere 1,5 Km se deben prever bifurcaciones de manera tal que ninguna línea entre nudos (puntos de bifurcación) supere ese límite.

La tolerancia para los recorridos entre puntos de arranque y cierre debe ser de

$$15 \text{ mm} \cdot ((\Sigma K)^{0,5} + 1)$$

donde K es la sumatoria de distancias de tramos entre puntos fijos sucesivos del recorrido que se somete a verificación expresada en kilómetros.

Cuando las pendientes medias del terreno superen el 2%, la vinculación de puntos de relleno se puede efectuar mediante nivelación trigonométrica, dentro de los lineamientos que se describen en Nivelación trigonométrica.

Establecidas las líneas de nivelación y adoptadas las cotas de referencia fijas, se debe proceder a una compensación de la red por mínimos cuadrados, asignándole a los desniveles pesos inversamente proporcionales al promedio de las distancias recorridas en ida y vuelta; a los desniveles medidos solo en ida se les debe asignar un peso inversamente proporcional a la distancia recorrida y dividido por raíz cuadrada de 2.

Nivelación trigonométrica

Para densificaciones con pendiente media superior a la prevista en Nivelación Geométrica Topográfica de Apoyo, se pueden determinar cotas de puntos de relleno mediante nivelación trigonométrica en donde los lados y los ángulos verticales estén medidos con estación total o con distanciómetro electroóptico y teodolito, cuya lectura angular permita asegurar 10" y en donde dichos ángulos se midan en las dos posiciones de círculo.

En el cálculo de los desniveles se deben tener en cuenta los efectos de curvatura terrestre y refracción. Cuando las distancias superen los 600 metros las mediciones se deben hacer en forma recíproca y cuando superen los 2.000 metros la medición de ángulos verticales debe ser también simultánea.

Eventualmente puede acotarse por este procedimiento puntos periféricos, fuera de los polígonos principales, destinados a apoyo fotogramétrico o evaluaciones

complementarias, vale decir, para puntos que no son utilizados para apoyar la implantación de conductos u obras civiles.

Para tramos que están destinados a la densificación de puntos fijos dentro del área a servir se debe tomar la precaución de que las líneas a establecer no cuenten con más de 6 tramos de desniveles trigonométricos entre puntos fijos de polígono(s) principal(es) (según 4.1.3.3 Nivelación Geométrica Topográfica de Apoyo) y se debe aplicar la siguiente tolerancia de cierre entre cotas transportada y fija:

$$\pm 20 \text{ mm} \cdot (\Sigma K + 1)$$

donde ΣK es la sumatoria de distancias de niveles controlados por el circuito, expresada en kilómetros.

La compensación se debe efectuar por mínimos cuadrados con pesos inversamente proporcionales a los cuadrados de las distancias de los desniveles de cada tramo entre puntos fijos.

Cruces de ríos o valles

Cuando sea necesario pasar las líneas de nivelación al otro lado de un río o valle y se excedan las distancias instrumento mira previstos en Nivelación geométrica topográfica, se deben efectuar mediciones de desniveles excéntricos recíprocos y simultáneos con miras especiales o índice de lectura sobre la misma. Todo desnivel recíproco y simultáneo se debe reiterar invirtiendo equipos y operadores.

Independientemente de las precauciones citadas en el párrafo anterior, se debe prever un mínimo de dos cruces independientes, los que deben diferir en orientación entre 30 y 150 grados sexagesimales.

El polígono cerrado por ambos cruces y los tramos de nivelación que los vinculan debe tener un error de cierre por debajo de 30 mm, tolerancia que se reduce cuando los requerimientos de la evaluación hidráulica entre ambos lados sean más exigentes.

Además de nivelación geométrica, en estas operaciones se pueden utilizar instrumentos con cuña y/o tornillo de elevación graduados u otro dispositivo previsto para tal fin. También se puede utilizar nivelación trigonométrica dentro de lo previsto en Nivelación trigonométrica, siempre y cuando se llegue a satisfacer la tolerancia entre ambos cruces.

La compensación del cruce se debe efectuar por mínimos cuadrados en forma aislada de la red total asignándole peso infinito a los tramos laterales (que vinculan los cruces) y peso inverso al cuadrado de la distancia a los cruces propiamente dichos. Esta distribución de correcciones se debe efectuar después de haber compensado los desniveles en las redes establecidas de cada lado.

4.1.3.4. Planialtimetría General

Adoptada la escala, de acuerdo a los requerimientos de diseño, se debe proceder a confeccionar una planimetría que contenga fundamentalmente el trazado de calles, edificaciones importantes e infraestructura en general. Pueden tomarse como referencia las previsiones expuestas en 4.1.1.2.

Dicha planimetría puede surgir de una compilación de antecedentes (4.1.3.1.), en cuyo caso se debe ajustar en base al apoyo horizontal efectuado de acuerdo a 4.1.3.2.

En caso de que las planimetrías antecedentes no cuenten con el grado de detalle o exactitud necesario para el diseño, ni aún con ajustes, actualizaciones y mejoras que se le pudieran agregar mediante reconocimientos y levantamientos topográficos parciales, se debe prever la confección de dicha planimetría mediante restitución fotogramétrica o levantamiento topográfico. A su vez, si las pendientes medias del terreno fuesen superiores al 1% o si no se prevén obras de transporte por gravedad, se puede encarar la planialtimetría completa mediante restitución. A continuación se describen las pautas a seguir en cada caso, incluyendo la altimetría a agregar cuando la compilación o restitución revistan carácter planimétrico exclusivamente.

Restitución planimétrica

Las escalas de vuelo a utilizar deben estar comprendidas entre 1:5.000 y 1:20.000 con superposición longitudinal mínima del 60%. Si el área a procesar fuese reducida, se puede proveer el apoyo mediante cuatro puntos fototopográficos planialtimétricos por modelo, que estén identificados en los fotogramas. La exactitud en la determinación de las coordenadas planialtimétricas de esos puntos debe ser de 0,5 metros con respecto a los apoyos previstos en 4.1.3.2. y 4.1.3.3.

Si el área permite formar un bloque de aerotriangulación se puede apoyar una cantidad menor de puntos pero no debe bajar de:

$$4 + 0,2 \cdot M$$

donde M es el número de modelos a someter a aerotriangulación. Dichos puntos fototopográficos deben estar ubicados preferentemente en la periferia del bloque.

Los cuatro puntos de apoyo por modelo a restituir, provengan de información topográfica directa o de aerotriangulación, deben conformar un cuadrilátero que cubra no menos del 70% de la superficie a procesar dentro del modelo.

De la restitución descripta no se debe obtener información altimétrica.

Antes de proceder al dibujo definitivo del plano, la restitución debe ser complementada con un reconocimiento "in situ" en donde queden aclaradas posibles interpretaciones erróneas, tales como tipo de pavimento, discriminación de tapas de registro o bocas de servicios implantados, etc.. Esa oportunidad se debe aprovechar para actualizar la nomenclatura de calles, indicación de edificios públicos, etc.

Restitución planialtimétrica

Para este tipo de proceso las escalas de vuelo a utilizar deben estar comprendidas entre 1:3.500 y 1:10.000 con superposiciones entre 60% y 80%, debiéndose utilizar el mayor porcentaje cuando la distancia principal (focal) de la cámara métrica de toma esté por debajo de 150 mm. Los puntos de apoyo fotográficos deben posicionarse con errores por debajo de 0.10 m en planimetría y 0.05 m en altimetría y su cantidad debe ser de:

$$4 + 0,2 \cdot M$$

puntos planialtimétricos, con el agregado necesario de puntos exclusivamente altimétricos para que haya, por lo menos, un punto con cota topográfico por modelo a procesar. El significado de M es el mismo que se describe en Restitución planimétrica.

Para la distribución de los puntos de apoyo fotográficos planialtimétricos y para los que correspondan al apoyo de cada modelo a restituir también se deben adoptar las previsiones del apartado Restitución planimétrica.

La aerotriangulación debe presentar residuos por debajo de 0.25m en las tres coordenadas. Eventuales desvíos mayores en los puntos de apoyo determinan el límite para su eliminación o bien para la atenuación significativa de su peso como modalidad de ajuste; el 60% de los desvíos debe estar por debajo de 0.10m y los puntos de apoyo que hayan superado la tolerancia de 0.25 m no deben ser computados como tales.

Se deben acotar como mínimo los cruces de ejes de calles y un punto al medio de cada cuadra urbana. Cuando haya construidos sumideros, bocas de tormentas o bocas de registro de desagües pluviales o cloacales previos, se debe proceder también a su acotamiento. Independientemente de los valores anteriores, se deben acotar fondos de acequias, cunetas pronunciadas y veredas sobre todo cuando estas últimas presentan singularidades fuera de lo común en su elevación respecto de los niveles de las calles.

En los sectores que entran en el diseño y no cuentan con edificaciones que definan el amanzanamiento, se debe acotar el terreno natural con una densidad media de cuatro puntos por hectáreas. Las curvas de nivel se deben obtener directamente por restitución cuando las pendientes superen el 2%, para sectores más llanos dichas líneas deben surgir de interpolación entre puntos acotados en forma individual con la densidad prevista anteriormente.

Las curvas de nivel se deben trazar con equidistancias de un metro, en sectores de pendiente menor, donde las mismas queden muy espaciadas, se debe trazar una intermedia, de manera tal que en los mismos se cuente con equidistancia de medio metro.

Cuando entren en consideración zonas de pendiente mayor, en donde las líneas de nivel cada metro se aproximen entre sí con separación menor de un milímetro, se puede aumentar la equidistancia a 2 o 5 metros, según convenga para la representación de la morfología.

La línea interpolada de medio metro se debe graficar con trazos del orden de 1 milímetro de longitud, las de metro o dos metros deben ser de trazo continuo y las que correspondan múltiplos de 5 o 10 metros deben ser de mayor espesor. Se deben acotar los puntos superiores o inferiores de los domos, hoyas o puntos de silla.

La información restituida debe verificarse y complementarse con un reconocimiento que aclare los aspectos descriptos en el último párrafo de Restitución Planimétrica.

Levantamiento topográfico

En el caso que se cuente con una planimetría general previamente elaborada por compilación o restitución planimétrica el levantamiento altimétrico se puede efectuar mediante nivelación geométrica en donde los puntos se ubiquen con respecto a los detalles graficados. En ese caso se debe arrancar con la nivelación en un punto fijo del apoyo vertical (4.1.3.3.) y se cierra en otro, con una tolerancia de 3 cm. El estado de

corrección del instrumento debe ser el previsto en Niveles geométricos y los puntos del terreno se pueden acotar con lecturas intermedias. Como mínimo se deben determinar puntos en los cruces de ejes de calles y uno intermedio por cuadra, este se debe elegir preferentemente en los cambios de pendiente. Complementariamente se deben acotar sumideros, bocas de tormenta o registro, fondo de cunetas o acequias y veredas; cuando no estén suficientemente definidos los niveles de veredas y calles (especialmente si son de tierra o se encuentran en estado precario) se deben acotar umbrales representativos de las viviendas laterales a la calle en estudio.

Se debe indicar los tipos de calzada (pavimento de hormigón, pavimento bituminoso, empedrado, etc.) a fin de indicar esa característica en las planialtimetrías elaboradas.

Alternativamente ese levantamiento se puede efectuar mediante taquimetría electroóptica, adoptando la misma tolerancia de cierre. En el supuesto caso que se haya adoptado el apoyo previsto en Nivelación Trigonométrica, la tolerancia de 3 cm se debe incrementar en un 50% (45 mm).

Cuando sea necesario efectuar el levantamiento planialtimétrico mediante operación topográfica se debe utilizar preferentemente taquimetría electroóptica, la cual se puede complementar con levantamiento ortogonal para definir anchos de calles, veredas, etc., especialmente cuando se trate de trazados tipo damero. En ese caso se debe aplicar la misma tolerancia descrita en el párrafo anterior para altimetría y de:

$$\pm 0.2 \text{ m} * (K + 2)$$

para planimetría, donde K es el recorrido poligonal entre puntos de apoyo (4.1.3.2.) expresada en kilómetros.

Para levantamientos mediante cinta de agrimensor, escuadra óptica, etc. se debe aplicar la misma tolerancia en planimetría. Preferentemente se debe evitar el uso de taquimetría estadimétrica, la cual es aplicable exclusivamente en áreas reducidas y con pendientes entre el 2% y el 10 %.

En las anotaciones, además de las lecturas, se debe dejar expresa constancia de las características de cada punto determinado. Esta descripción se debe completar con un croquis, en el cual se deben indicar medidas auxiliares, características de la infraestructura de servicios públicos y detalles sobre la edificación o uso del suelo de los predios cuyo frente se presenta hacia las obras a implantar.

En el caso de que dentro de las previsiones del proyecto se considere una traza que atravesase terrenos no utilizados como calles o caminos, se debe efectuar el replanteo del posible eje de dicha obra con la determinación planialtimétrica de los quiebres que se prevean. A lo largo de esa línea se debe acotar un punto de terreno natural cada 25 metros y en todo sector en donde haya una pendiente transversal superior al 2% se debe agregar un perfil transversal que se extiende 30 metros a cada lado, con la determinación de un punto cada 10 metros en promedio, dándole preferencia a los cambios de pendiente.

Además del levantamiento planialtimétrico del terreno con la densidad expuesta, se deben indicar los límites de propiedades y edificaciones existentes dentro de la franja de 30 metros hacia cada lado.

Los posibles cruces de obras con infraestructura existente se deben levantar con el detalle suficiente como para relacionar los elementos de referencia de las mismas, especialmente los niveles que puedan identificarse.

Levantamientos batimétricos

Se deben efectuar especialmente en zonas que deben ser atravesados por sifones, puentes, etc. o bien en donde deban proyectarse obras de toma o en donde sea necesario establecer secciones de aforo o calcular volúmenes disponibles.

En correspondencia con este trabajo se deben analizar datos disponibles sobre la hidrometría local, principalmente estadísticas de niveles de agua máximos y mínimos ordinarios y excepcionales, valores de caudal, etc. En particular se debe tratar de vincular las referencias altimétricas de esos estudios para poder relacionar el acotamiento del fondo con los niveles críticos determinados.

Esos estudios deben buscarse en las instituciones nacionales o provinciales relacionados con las evaluaciones hídricas. En el caso de no contarse con datos del área de estudio se debe verificar si existen datos aguas arriba y aguas abajo que puedan ser útiles para este fin. En ese caso se debe efectuar un análisis de la posibilidad de interpolar o extrapolar esos datos, en función del comportamiento hidráulico del curso del agua, y si esa posibilidad es viable se deben efectuar lecturas simultáneas en los hidrómetros respectivos y el lugar a levantar para referir los niveles respectivos.

En el caso de que el objeto de estudio sea marítimo o el Río de la Plata, o esté influenciado por sus efectos, puede recurrirse a la tabla de mareas, publicación anual del Servicio de Hidrografía Naval. Si hay disponibles pilares de mareas u otra referencia altimétrica de esa institución se debe proceder a su vinculación, en caso contrario se deben nivelar "pelos de agua" durante la bajamar y durante la pleamar y se deben transportar dicha referencia hasta los puntos fijos hasta contar con el relacionamiento buscado. Dado que esa publicación está preparada para satisfacer requerimientos específicos para la navegación, se debe recurrir al citado Servicio solicitando la confección de un histograma con la distribución de las más bajas bajamares y las más altas pleamares mensuales; en el caso de que los datos disponibles no agreguen mayores elementos de juicio para los requerimientos del diseño, se deben adoptar como referencias los niveles de pleamares y bajamares de las mareas de sicigias equinocciales de perigeo que figuren en la citada tabla para el puerto patrón más próximo, efectuándole el traslado por puerto secundario cuando se justifique de acuerdo al régimen mareográfico local.

Si no se puede localizar ninguno de los datos citados se debe recurrir a pobladores locales que recuerden niveles máximos y mínimos alcanzados y deben transportarse los mismos hasta los puntos altimétricos previstos para apoyar los levantamientos. Complementariamente se debe observar en la vegetación y accidentes costeros indicios que puedan servir para avalar tal estimación.

Las técnicas para el levantamiento propiamente dicho se describen en 4.1.4.

En secciones de aforo se deben efectuar un perfil batimétrico sobre la traza prevista y dos complementarios, agua arriba y abajo, a una distancia del orden del ancho del curso de agua en su estado normal. Se deben dejar marcados puntos altimétricos a cada lado de la sección y puntos planimétricos en la zona cercana que sirvan para el eventual posicionamiento de los correntómetros en el momento del aforo.

Los levantamientos para evaluación de volúmenes se deben efectuar en función de la escala de representación que se elija para el diseño. Como mínimo se debe prever una línea de sondeos cada dos centímetros a esa escala, orientando dichas líneas en forma perpendicular a las curvas de nivel predominantes o línea de costa del costado más extendido.

Documento a elaborar

La escala y límites se deben establecer de acuerdo a lo previsto en Del Area a Servir., para su elección se debe tener presente la posible expansión de la zona urbana y el emplazamiento de la(s) fuente(s) y la(s) planta(s) potabilizadora(s).

Dentro de la zona representada se debe poder volcar detalles de infraestructura existente e información hidrogeológica, geomorfológica, edafológica, de vegetación natural, ecológica, de fondos de lechos, de corrientes, de alturas de agua, caudales, variables físicas, químicas y biológicas del agua, con la necesaria discriminación entre puntos de medición o isolíneas que representen cada variable.

4.1.4. Especificaciones Para Batimetría

Estas especificaciones son de aplicación para levantamientos sobre espejos de agua, tanto en el caso de trabajos sobre el área a servir como para estudios de detalle (4.1.5.).

4.1.4.1. Nivel de Referencia

Se debe adoptar el mismo nivel de referencia que se adopta para todos los trabajos topográficos, de acuerdo a 4.1.3.2. No obstante ello, se deben vincular otros niveles hidrométricos o mareográficos que estén vinculados a la variación del nivel de agua con el fin principal de poder aprovechar valores estadísticos. Especialmente niveles máximos y mínimos ordinarios y extraordinarios con su recurrencia.

4.1.4.2. Mediciones de Profundidad

Hasta dos metros de profundidad se puede utilizar una percha o vara graduada con divisiones mínimas iguales o menores a un decímetro, con un peso en la parte inferior que facilite su inmersión y una zapata con superficie mínima de 200 cm² que impida su penetración profunda en el fango.

Para profundidades mayores, o como alternativa en reemplazo de lo admitido en el párrafo anterior, se debe utilizar un registro ecográfico que cumpla con las siguientes condiciones:

- 1). Escala vertical del ecograma 1:100 o mayor.
- 2). Velocidad de registro 3 cm/ minuto o mayor.
- 3). Frecuencia de transductor 150 a 250 Khz, pudiendo contar con una frecuencia adicional menor que opere simultáneamente.

- 4). Posibilidad de ajuste del valor de la velocidad de propagación en el agua, ya sea introduciendo el valor determinado en el caso de sondas digitales o adecuando la velocidad de barrido del registro sobre el diagrama en el caso de sondas mecánica-electrónicas.
- 5). Posibilidad de imprimir en el diagrama marcas de sincronización con datos de posicionamiento.
- 6). Posibilidad de bajar una placa de contraste bajo el transductor para la determinación del valor real de velocidad de propagación.
- 7). Estabilidad de la determinación de la profundidad con un error no mayor de 1:1.000, aún ante eventuales fluctuaciones en la alimentación eléctrica.
- 8). Registro sobre papel seco.
- 9). Apertura del haz del transductor igual o menor que 7 grados sexagesimales.
- 10). Posibilidad de cambiar de fase o rango de registro con indicación en el diagrama (por ejemplo 0 - 15 m, 15 - 30 m, etc.).
- 11). Alcance que cubra hasta la máxima profundidad prevista en el levantamiento.

Sobre la vertical del transductor se debe montar la señal o la antena que sirva de referencia del sistema de posicionamiento. El transductor se debe colocar de manera que no sea perturbado por la turbulencia.

Antes de operar el equipo se debe calibrar mediante placa hasta profundidades que superen el 70% de la máxima a levantar. Antes de interrumpir cada período de trabajo y al comenzar cada período nuevo se debe repetir el contraste, el cual debe satisfacerse con respecto a la calibración inicial dentro de 0.2 m hasta los 10 metros, 0.3 m entre 10 y 30 m y eventualmente dentro de 1% en profundidades mayores.

La velocidad de la embarcación durante el registro debe ser menor que 5 m/s, salvo que se levanten lechos extensos con morfología estable, con finalidades que no estén relacionadas con el dimensionamiento directo de obras civiles, en cuyo caso se acepta hasta 15 m/s.

La velocidad de la embarcación dentro del intervalo entre puntos posicionados no debe variar en más del 20%.

El apartamiento de la trayectoria real con respecto a la recta entre marcas de sincronización no debe ser mayor de 3 metros o el 10% de la distancia entre puntos posicionados (el valor que sea mayor). El apartamiento de la trayectoria real con respecto a la línea teórica de sondajes no debe ser superior al 20% de la separación entre estas líneas. La separación entre puntos posicionados no debe superar al doble de la separación entre líneas de sondajes. La separación entre líneas de sondajes se debe adoptar en función de la escala de representación elegida para el trabajo, de manera tal que entre una corrida y la contigua haya separaciones entre uno y dos centímetros sobre el documento gráfico, según los requerimientos y variación de la morfología.

Se deben levantar líneas de sondajes transversales para comprobación, preferentemente en los sectores más horizontales del fondo. La separación entre las mismas debe oscilar entre 3 y 8 veces la de las líneas principales.

Las líneas principales se deben planificar tratando de tomar los máximos gradientes del fondo.

El control del nivel de agua se debe efectuar con la frecuencia necesaria para registrar fluctuaciones menores de 5 centímetros en regímenes limnimétricos y hasta 30 centímetros en regímenes mareográficos con amplitudes superiores a los 3 metros. Cuando el curso de agua tenga pendiente mayor del 0.2%, se deben determinar topográficamente las cotas del nivel de agua para cada línea en cada margen; para pendiente menor, siempre y cuando se pueda considerar constante, se debe colocar un hidrómetro en las proximidades de cada extremo del sector a levantar y se deben relacionar sus ceros con el apoyo vertical (4.1.3.3.) a fin de interpolar los niveles en trayectorias intermedias.

Donde se pueda aceptar que la pendiente afecta menos de 5 cm la cota del pelo de agua dentro de la zona a levantar se puede colocar un solo hidrómetro para todo el área.

Los ecogramas deben resultar nítidos, sin ambigüedades en su interpretación con las indicaciones necesarias para considerar cambios de fase e individualización de los puntos de sincronización. Las constancias de calibración y contraste con placa (previstas anteriormente) deben estar en el mismo registro sin cortes de papel. Necesariamente debe haber un contraste inicial y otro final en cada faja de registro útil.

4.1.4.3. Posicionamiento

En áreas reducidas en donde se requieren detalles se deben utilizar, preferentemente, cables graduados o con contador calibrado extendido entre una margen y otra o bien con un sistema de enrollado con tensión constante a fricción de operación manual. Este procedimiento denominado "a cordel" o "tag line" tiene la ventaja de permitir el desplazamiento lento de una embarcación menor y el control detallado de su distancia a punto de referencia. Para mantener la alineación se deben colocar enfilaciones con un par de jalones espaciados en aproximadamente la quinta parte de la distancia máxima a levantar.

En áreas mayores donde las distancias a la costa estén comprendidas entre 50 y 200 m, o donde no se necesite demasiada exactitud en los detalles del fondo en las proximidades de la costa, se puede operar también con enfilaciones para definir las líneas pero se debe determinar la posición por intersección de dos visuales de teodolito, que se corten entre sí con ángulos entre 40 y 140. Los teodolitos se deben estacionar en puntos de apoyo horizontal (4.1.3.2.) con direcciones de referencias a otros dos y se deben establecer señales de sincronización, mediante transceptores, con intervalos entre 10 a 20 segundos.

Cuando entren en consideración distancias mayores se deben emplear trisecciones (con tres visuales de teodolito) de manera tal que en cualquier lugar de la zona a levantar dos visuales se corten entre 40 y 140, con el agregado de que otro par (formado por una de las anteriores y la tercera visual) se corte entre 20 y 160. En este caso se puede aumentar el intervalo de tiempo entre puntos sincronizados con el registro ecográfico manteniendo las previsiones expuestas en 4.1.4.2.

La distancia entre el punto ajustado de las tres visuales y el determinado con la mejor intersección (más próxima a 90) no debe superar la distancia que corresponde a 1 milímetro en la escala del levantamiento.

Como alternativa, el posicionamiento con teodolito se puede reemplazar mediante el uso de equipos bipolares mediante microondas codificadas con ángulos de intersección de radiovectores entre 40 y 140, también se puede utilizar posicionamiento satelitario relativo, pos-procesado o a tiempo real, por ejemplo "DGPS" operando con coeficiente de dilución de precisión horizontal (HDOP) no mayor de 2. En cualquiera de ambos casos el procedimiento se debe contrastar contra no menos de 3 puntos de apoyo (4.1.3.2.) debiendo verificarse en forma estática una diferencia menor que 0.5 mm de representación a la escala del levantamiento. Para el caso de microondas, se debe calibrar cada estación de referencia a una distancia entre 80% y 120% de la máxima prevista de la operación.

4.1.4.4. Control del Nivel de Agua

Se deben efectuar observaciones que aseguren la determinación del nivel de agua en el lugar en que se encuentre la embarcación y con respecto al apoyo vertical (4.1.3.3.) con una exactitud de 5 centímetros, haciendo abstracción de las fluctuaciones que produzcan el oleaje. En general se deben adoptar los relacionamientos y precauciones expuestos en Levantamiento Batimétricos y 4.1.4.2.

4.1.5. Estudios de Detalle

4.1.5.1. Densificación del apoyo

La provisión de apoyo planimétrico general, de acuerdo a 4.1.3.2 y 4.1.3.3 se debe densificar de manera que el área afectada a obras quede con los elementos de referencia suficientes para:

- 1). Apoyar el levantamiento topográfico.
- 2). Apoyar el eventual levantamiento batimétrico.
- 3). Apoyar los estudios de investigación geotécnica.
- 4). Permitir el replanteo de la obra diseñada.
- 5). Permitir el control y cómputo durante la construcción.
- 6). Facilitar los controles y tareas de mantenimiento.

Las exactitudes de los valores planialtimétricos de referencia deben ser tales que las mediciones que se efectúen entre las mismas no detecten incongruencias mayores de 3 mm en altimetría ni 15 mm en planimetría si la superficie total no supera una hectárea. Si entran en consideración superficies mayores se admiten vacilaciones dentro de las tolerancias expuestas en 4.1.3.2. y 4.1.3.3.

Se deben utilizar instrumentos y métodos como los expuestos en esos apartados pero para las estaciones, señales y prismas se deben colocar bases de autocentración a fin de garantizar la identidad de cada punto de la red (cuando es usado como punto estación o referencia). Se debe tomar la precaución de eliminar en los cálculos las correcciones por deformación de la proyección, cuando esta supere el valor de 10 mm/Km. Para ello se adopta un punto cerca del baricentro del sector en estudio con sus coordenadas generales y el resto de los puntos de apoyo se calculará libre de tales correcciones.

4.1.5.2. Levantamiento Topográfico

Se debe efectuar con las técnicas descriptas en 4.1.3.4. tomando las precauciones que en ningún punto levantado tenga un error superior a 10 mm en altimetría y 50 mm en planimetría en áreas iguales o menores que una hectárea. Se debe levantar con sumo detalle todas las construcciones implantadas en el área y se deben determinar los valores necesarios para agregarles detalles de construcciones y servicios vinculados al diseño, cuyos detalles consten en planos específicos.

La escala del levantamiento debe ser la que requiera el diseño respectivo. Puede tomarse como referencia los órdenes previstos en 4.1.1.2- De Detalle

Cuando la superficie a levantar supere la hectárea, la exactitud de los puntos levantados es de:

± 20 mm en altimetría

± 10 mm . (5 + 2 . K) en planimetría

donde K es el largo de la zona a levantar expresado en km.

Los sectores del terreno natural libre de construcciones se deben levantar con una densidad tal que asegure que en la superficie graficada quede un punto levantado cada cm^2 . En estos casos para terrenos llanos (pendientes medias por debajo del 1%), la tolerancia planimétrica de los puntos acotados debe ser el triple de la especificada anteriormente.

En especial se deben levantar las trazas de los cortes verticales que deban preverse para el diseño.

4.1.5.3. Levantamiento Batimétrico

Se debe efectuar mediante las especificaciones expuestas en 4.1.4. Cuando entren en consideración levantamientos de taludes o canales se debe tomar la precaución de levantar cada traza en ida y vuelta a fin de atenuar eventuales inclinaciones en el eje del transductor. Por otra parte, se debe efectuar una determinación experimental de la apertura de la emisión del haz del transductor y en base a esos datos se debe corregir la sección respectiva. La separación entre perfiles debe ser inferior a la distancia que gráficamente esté representada por un centímetro en los planos a elaborar.

4.1.5.4. Información Adicional

Se le debe dar especial importancia a la búsqueda de antecedentes hidrométricos y su vinculación, de acuerdo a las previsiones expuestas en 4.1.4.1, 4.1.4.2 y 4.1.3.4 (Levantamiento Batimétrico). Además de relacionar los elementos de infraestructura existente, se deben levantar todos aquellos datos constructivos de los que no se dispongan información. Se debe verificar la homogeneidad planimétrica y altimétrica de las investigaciones geotécnicas y freáticas. Independientemente de ello, el trabajo de levantamiento se debe compatibilizar con la documentación que se elabore para la afectación de inmuebles que se desarrolla en 4.1.6.

4.1.5.5. Representación Morfológica

El relieve del terreno natural, o de eventuales plataformas mejoradas a nivel del mismo, se debe representar mediante curvas de nivel. La equidistancia se debe establecer entre 0.10 m y 1 m según la variación de las formas respectivas, de manera tal que la separación de líneas quede comprendida entre 2 mm y 20 mm. El plano de curva de nivel debe ser complementario del acotado general el cual se elabora también como documento final. En el plano con curvas de nivel se deben hacer constar los puntos singulares (máximos o mínimos relativos, puntos de silla, etc.) y deben figurar los elementos de infraestructura existente con las cotas características, las cuales se deben diferenciar (con constancia en las referencias) de las cotas de terreno natural.

Sobre el plano con curvas de nivel se debe hacer constar en punteado la ubicación de construcciones subterráneas que se describe por separado mediante planos específicos o los levantamientos que se describen en 4.1.5.6.

4.1.5.6. Levantamiento de Cámaras, Túneles y Conductos

Toda construcción subterránea de la que no se disponga información confiable debe ser levantada expresamente. Para ello se deben tomar medidas utilizando las bocas de registro respectivas.

Cuando las medidas que se puedan tomar desde la superficie hacia el interior no sean suficientes para definir la orientación de los ejes de las obras implantadas se debe proceder a destapar sectores cubiertos por suelo, y si ese recurso fuese impracticable o insuficiente, se debe recurrir al transporte de orientación mediante teodolito giroscópico.

En este último caso se debe aplicar preferentemente el método de lectura de las elongaciones del dispositivo inercial con un mínimo de 5 elongaciones hacia cada lado. Las determinaciones se debe complementar con otras en superficie a fin de compatibilizar la orientación del sistema de referencia con el norte geográfico y estado de calibración del instrumento.

4.1.6. Trabajos de Mensura y Afectaciones

4.1.6.1. Generalidades

Los trabajos relacionados con la transferencia de derechos reales o cesión parcial de los mismos, de acuerdo a las previsiones de 4.1.1.2 (Mensura y Afectaciones) se deben efectuar siguiendo las normas que rijan para el control parcelario, catastral y dominial en la jurisdicción respectiva.

No obstante ello, se deben tratar de compatibilizar el grado de detalle que se vuelque en esos documentos con las referencias de hechos existentes de los trabajos de detalle que se describen en 4.1.5. Además de los planos que tengan valor jurídico, como los de mensura y servidumbre, se deben elaborar otros que sirvan para ordenar la información y proveer elementos de juicio para las tasaciones u otras evaluaciones que deban hacerse sobre el valor de los bienes afectados.

4.1.6.2. Planos de Mensura

En la confección y tramitación de estos planos se debe tratar de que la porción del inmueble no afectada a la obra quede como una parcela definida y no como un remanente, a fin de que al propietario no pierda el grado de descripción del bien para futuras transferencias o divisiones del mismo.

Por otra parte se debe tratar de establecer límites que no dejen sectores poco utilizables por las partes.

Dentro de lo posible, se debe buscar la conformidad del propietario durante la operación de mensura y tramitación posterior.

4.1.6.3. Planos de Servidumbre

Se deben confeccionar y tramitar tratando de que quede perfectamente aclarado el sector de cada inmueble afectado por la obra, sus características y las operaciones futuras que pudiesen estar involucradas con eventuales reparaciones y mantenimiento.

4.1.6.4. Planos Índice y Fichero

Para ordenar la información se deben confeccionar planos índices donde se indiquen los planos de mensura y servidumbre elaborados, como así también los de relevamiento de mejoras que se prevén en 4.1.6.5.

Complementariamente se debe confeccionar una ficha por inmueble en la que consten datos del mismo y del propietario, forma de contactarlo y grado de disposición para transferir los derechos. Estos elementos informativos se deben elaborar mediante tarjetas y una versión de base de datos en soporte magnético.

4.1.6.5. Relevamientos de Mejoras

Se deben confeccionar planos con el detalle suficiente para facilitar la tasación de las mejoras de los inmuebles afectados. Esos planos deben dejar claro el grado en que pueden afectar a las mejoras de bienes remanentes las desmembraciones o servidumbres que se tramitan con los documentos previstos en 4.1.6.2 y 4.1.6.3.

Los datos complementarios de estos planos se deben incluir en el fichero previsto en 4.1.6.4.

4.2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

La investigación geotécnica debe implementarse en dos etapas:

- 1). Etapa de reconocimiento preliminar del sitio.
- 2). Etapa de ejecución de investigaciones de campo y laboratorio.

4.2.1. Reconocimiento Preliminar del Sitio

El reconocimiento preliminar del sitio debe ser efectuado por un profesional especialista en geotecnia una vez que haya terminado la recopilación de antecedentes geológicos-geotécnicos a fin de completar la información requerida para el proyecto.

En función de las necesidades del proyecto dicho reconocimiento debe abarcar:

- Determinación del tipo de material constitutivo del subsuelo (rocas, gravas, suelos finos) predominantes en el área.
- Obtención de datos, en el sitio, que permitan programar racionalmente la etapa de investigaciones de campo y laboratorio.
- Posición del nivel freático (datos regionales).
- Existencia de formaciones geológicas o geomorfológicas singulares (presencia de “mallines”, posibilidad de existencia de suelos expansivos o colapsables, etc.).
- Existencia de canteras comerciales de suelos seleccionados o áridos para la elaboración de hormigones.
- Existencia de empresas proveedoras de hormigones.

Con los datos obtenidos se debe elaborar, en función de cada proyecto, el programa de investigaciones de campo y laboratorio a implementar.

4.2.2. Investigaciones Básicas de Campo y Laboratorio

El tipo de investigación a realizar depende de las características geológicas del subsuelo predominantes en cada emplazamiento.

4.2.2.1. Rocas Aflorantes o Subaflorantes

A los efectos de la presente norma, se define como “roca” a aquellos materiales que por su grado de consistencia, cementación, resistencia y conformación masiva, resulten difícilmente excavables con métodos mecánicos o manuales convencionales.

La investigación de campo en sitios donde se presenten rocas aflorantes, se realizan mediante reconocimientos geológico-geotécnicos superficiales, que pueden ser complementados con perforaciones expeditivas realizadas mediante el empleo de equipos portátiles de roto-percusión, que permiten una evaluación cualitativa del grado de alteración y/o fracturación de la roca, con una precisión adecuada a los requerimientos de los proyectos.

En el caso de tratarse de rocas subaflorantes, se debe determinar, mediante excavaciones a cielo abierto, el espesor de los materiales de cubierta y, una vez detectado el techo de roca, se debe proceder según lo indicado para el caso de rocas aflorantes.

Se deben obtener muestras típicas de los materiales de cubierta y de la roca, las cuales deben ser cuidadosamente identificadas y condicionadas para su envío al laboratorio.

El informe a elaborar para las tareas de campo debe contener, como mínimo, los siguientes datos:

- Plano de ubicación de las distintas exploraciones efectuadas.
- Consideraciones geológicas y geomorfológicas regionales.
- Espesor y tipo de material de cubierta.
- Descripción litológica de los materiales rocosos.
- Grado de fracturación y/o alteración del techo de roca.
- Espesor aproximado de roca alterada.
- Tipo de alteración: meteorización, alteración química, etc.
- En el caso de observarse condiciones topográficas especiales, análisis de la posibilidad de deslizamientos.
- Determinación de la existencia de capa freática y las posibles fluctuaciones del nivel de la misma.
- Registro fotográfico detallado que permita interpretar y/o visualizar las circunstancias indicada anteriormente.

En el laboratorio se debe efectuar, como mínimo las siguientes determinaciones:

Sobre el material de cubierta

- Análisis granulométricos por tamizado, incluyendo delimitación de la fracción menor de 74 micrones por lavado sobre tamiz N° 200.
(Norma IRAM 10.512 – ASTM D 422)
- Límites de Atterberg Líquido y Plástico.
(Norma IRAM 10.501 / 10.502 – ASTM D 4318/D 424)
- Clasificación según Sistema Unificado de Casagrande.
(Norma E-3 - Bureau of Reclamation)
- Análisis químico de Agresividad al hierro y al hormigón.
(Norma DIN 4030 – “Evaluación de Agresividad de Suelos y Aguas de O.S.N.”)

Sobre las muestras de roca

- Examen Petrográfico.
(Normas ASTM C – 295/85)
- Ensayo de carga puntual.
(The point – load strength test” – Rock Engineering, J. Franklin/M. Dusseault, 1989)
- Determinación de Peso Específico Absoluto.
(Norma IRAM 1503 / 1533 – ASTM D 854)
- Determinación de Peso Específico Aparente.
(Norma IRAM 1533)

- Absorción.
(Norma IRAM 1533 – ASTM C 127)
- En el caso de tratarse de rocas sedimentarias, se debe ejecutar además, las determinaciones indicadas para el material de cubierta.

4.2.2.2. Materiales Granulares Gruesos

En aquellos emplazamientos donde, como resultado de la etapa de reconocimiento, se establezca que los materiales de fundación están constituidos, preponderantemente por mantos de gravas de potencia adecuada, entendiéndose por esto que las cargas a transmitir por las fundaciones de las estructuras interesan solamente a los mismos o bien a materiales subyacentes de mayor competencia (rocas), las investigaciones de campo se deben efectuar mediante calicatas o pozos a cielo abierto, cuya profundidad debe ser la adecuada para asegurar esta circunstancia.

La excavación de las calicatas puede efectuarse mediante métodos manuales o bien mecánicos (retroexcavadora).

Durante la ejecución de las calicatas se debe llevar a cabo, en forma sistemática, las siguientes operaciones:

- Delimitación de la secuencia y espesor de los distintos estratos por reconocimiento tacto-visual de los materiales extraídos y de las paredes de la excavación.
(Norma E – 3 Bureau of Reclamation)
- Obtención de muestras representativas de cada manto.
(Norma E – 1 Bureau of Reclamation)
- Determinación de densidades “in situ”.
(Norma E – 24 Bureau of Reclamation)
- Medición del nivel del agua libre subterránea.

Sobre las muestras extraídas se deben ejecutar los siguientes ensayos de laboratorio

- Análisis granulométricos por tamizado.
(Norma IRAM 10.512)
- Límites de Atterberg: Líquido y Plástico.
(Norma IRAM 10.501 / 10.502 – ASTM D 4381 / D 424)
- Clasificación según el Sistema Unificado de Casagrande.
(Norma E – 3 Bureau of Reclamation).
- Determinación de Densidades Máximas y Mínimas.
(Normas E – 12 Bureau of Reclamation)
- Análisis químico de agresividad al hierro y al hormigón.
(Norma DIN 4030 – “Evaluación de agresividad de suelos y aguas” de O.S.N.)

4.2.2.3. Investigaciones en Suelos Finos de Tipo Cohesivo o Limo - Arenoso

Los estudios básicos de campo, para la investigación de suelos finos se realizan en base a perforaciones ejecutadas por métodos manuales o mecánicos.

Durante la ejecución de los sondeos, se debe llevar a cabo en forma sistemática las siguientes operaciones:

- Ensayo normal de penetración: mediante la hincada de un sacamuestras de pared delgada. El número (N) de golpes necesarios para hacer penetrar el sacamuestras 30 cm. en un suelo no alterado por el avance de la perforación, constituye una valoración cuantitativa de la compacidad relativa de los diferentes mantos atravesados.
(Normas I.R.A.M 10.517)
- Recuperación de muestras representativas del subsuelo, su identificación y acondicionamiento en recipientes adecuados para mantener inalteradas sus condiciones naturales de estructura y humedad.
(Normas I.R.A.M 10.517)
- Determinación de la secuencia y espesor de los diferentes estratos por reconocimiento tacto – visual de los suelos extraídos.
(Normas E – 3 Bureau of Reclamation)
- Medición del Nivel de agua libre subterránea.

Todos los datos obtenidos de las determinaciones anteriormente indicadas deben ser volcados en planillas adecuadas a tal fin, donde también deben consignarse circunstancias especiales que pudieran producirse durante el transcurso de la perforación (desmoronamientos, fugas de agua de inyección, detección de niveles freáticos y artesianos, presencia de obstáculos, etc.).

Profundidad de las Investigaciones

Se deben adoptar los siguientes criterios:

- En el caso de que los resultados de la perforación indiquen claramente la factibilidad de realizar fundaciones directas, puede considerarse como profundidad mínima de los sondeos, la resultante de adicionar al nivel de fundación previsto, dos veces el ancho de la fundación, o bien una profundidad tal que permita evaluar la magnitud de los eventuales asentamientos a producirse dadas las cargas transmitidas por las fundaciones.
- En el caso de fundaciones profundas, deben considerarse dos circunstancias:
 - Penetración mínima del pilote en mantos resistentes (de 3 a 5 veces el diámetro del mismo).
 - Adición a la longitud resultante de un mínimo de 5,00 metros a 10,00 metros, dependiendo del diámetro del mismo, a los efectos de asegurar la continuidad de los mantos consistentes que alojan a la punta del pilote.

Todas las muestras extraídas se deben someter a las siguientes determinaciones de laboratorio:

- Contenido Natural de Humedad.
(Normas E – 9 Bureau of Reclamation)
- Análisis granulométrico por tamizado.
(Normas IRAM 10.512)
- Límites de Atterberg: Líquido y Plástico.
(Normas IRAM 10.501 / 10.502 – ASTM D 4318 / D 424)
- Descripción Macroscópica de las muestras: color, olor, presencia de óxidos, conchillas, etc.
(Normas E – 3 Bureau of Reclamation)
- Clasificación según el Sistema Unificado de Casagrande.
(Normas E – 3 Bureau of Reclamation)
- Determinación de Pesos Unitarios Húmedos y Secos.
(Normas IRAM 1533)
- Ensayo de Compresión Triaxial No Consolidados, No Drenados, con el contenido natural de humedad sobre muestras típicas.
(Normas E – 17 Bureau of Reclamation)
- Análisis Químico de Agresividad sobre muestras de suelo y agua.
(Normas DIM 4030 – “Evaluación de Agresividad de Suelos y Aguas de O.S.N.)

Los resultados obtenidos de todas las determinaciones se deben volcar en planillas y gráficos adecuados a tal fin.

4.2.3. Investigaciones Geotécnicas Complementarias

La implementación de estas determinaciones complementarias, se justifica cuando, con los datos obtenidos de las investigaciones básicas, descritas precedentemente, no puedan cumplimentarse todos los requerimientos del proyecto.

Esta circunstancia se presenta cuando los materiales detectados, o bien las circunstancias geomorfológicas del sitio, presenten singularidades que justifiquen un estudio de detalle.

Estos Estudios Complementarios de Detalle, implican en todos los casos, determinaciones especiales de laboratorio.

A continuación se indican, para cada tipo de material, las determinaciones especiales de laboratorio que puedan requerirse y bajo qué circunstancias.

4.2.3.1. Rocas Aflorantes o Subaflorantes

Dadas las características de los Proyectos a encara, ante la presencia en el emplazamiento de materiales de estas características, no se requieren investigaciones complementarias.

4.2.3.2. Materiales Granulares Gruesos

Ante la presencia del nivel freático a profundidades interesadas por las obras, y ante la necesidad de realizar excavaciones, pueden requerirse las siguientes:

- Ensayo de permeabilidad.
(Norma IRAM 10.508 / E – 14 Bureau of Reclamation)
- Ensayo de Compresión Triaxial Consolidado Drenado.
(Norma E -17 Bureau of Reclamation)

4.2.3.3. Suelos Finos de Tipo Cohesivo o Limo - Arenoso

Suelos Saturados

Ante la presencia del nivel freático a profundidades interesadas por las eventuales construcciones y/o excavaciones, pueden requerirse las siguientes determinaciones especiales:

- Ensayo de permeabilidad.
(Norma E – 13 Bureau of Reclamation)
- Ensayo de Compresión Triaxial bajo diferentes condiciones de saturación, consolidación y drenaje.
(Norma ASTM D – 2850 / E -17 Bureau of Reclamation)

Suelos Compresibles

Ante la existencia de suelos de baja consistencia que requieren un análisis detallado de sus características de compresibilidad pueden ser necesarias las siguientes determinaciones complementarias:

- Ensayo de consolidación unidimensional.
(Normas IRAM 10.505 / ASTM D – 2435)

Suelos Colapsables

Ante la presencia de suelos de estructuras metaestables, susceptibles de disminuir la resistencia al corte al incrementarse su contenido natural de humedad, pueden requerirse las siguientes determinaciones especiales:

- Ensayo de consolidación unidimensional.
(Normas IRAM 10.505 / ASTM D – 2435)
- Ensayo de Compresión Triaxial bajo diferentes condiciones de saturación.
(Normas ASTM D – 2850 / E – 17 Bureau of Reclamation)

4.2.4. Estudios de Yacimientos y Fuentes de Provisión de Materiales de Construcción

La búsqueda de fuentes de provisión de materiales para al construcción de obras de materiales sueltos, debe, en primera instancia, agotar las posibilidades de utilización de

los suelos existentes en el propio emplazamiento de las obras (suelos provenientes de desmontes) y, en el caso de que esto no resulte factible, debe limitarse al inventario de canteras existentes cercanas a cada sitio, obteniéndose muestras típicas de la misma para la realización de ensayos de caracterización en laboratorio.

Estos ensayos, se limitan a los estrictamente necesarios para la obtención de los parámetros básicos de diseño requeridos por los distintos proyectos.

Los ensayos de laboratorio a realizar, para cada tipo de material, son los siguientes:

Rocas

- Examen petrográfico.
(Norma ASTM C – 295 / 85)
- Durabilidad por ataque con Sulfato de Sodio.
(Norma IRAM 1512)
- Ensayo de Abrasión “Los Angeles”.
(Norma IRAM 1532)

Materiales Granulares Gruesos

- Análisis granulométrico por tamizado.
(Norma IRAM 10512 / ASTM D-422)
- Determinación de Densidades Máximas y Mínimas.
(Norma E – 12 Bureau of Reclamation)
- Ensayo de Abrasión “Los Angeles”.
(Norma IRAM 1532)
- Ensayo de permeabilidad.
(Norma IRAM 10.508 / E – 14 Bureau of Reclamation)
- Análisis químico de agresividad al hierro y al hormigón.
(Normas DIN 4030 – “Evaluación de agresividad de suelos y aguas” de O.S.N.)

Suelos Finos

- Análisis granulométrico por tamizado.
(Norma IRAM 10512 / ASTM D-422)
- Límites de Atterberg Líquido y Plástico.
(Norma IRAM 10501 / 10502 - ASTM D-4318 / D-424)
- Ensayo de Compactación Proctor.
(Norma AASHTO T – 99)
- Ensayo de compresión triaxial bajo diferentes condiciones de saturación, consolidación y drenaje.
(Norma E – 17 Bureau of Reclamation)
- Ensayo de permeabilidad.
(Norma E – 13 Bureau of Reclamation)

- Análisis químico de agresividad.
(Normas DIN 4030 – “Evaluación de agresividad de suelos y aguas” de O.S.N.)

4.2.5. Cantidad de Investigaciones

Las cantidades de investigaciones a implementar, en todos los casos, dependen del tipo de proyecto y de la extensión real del mismo.

4.2.5.1. Conducciones y Redes de Agua

Las trazas deben ser investigadas mediante exploraciones sistemáticas, acordes al tipo de material existente en cada zona, las que como mínimo consisten en un ensayo de penetración hasta la costa del invertido de la cañería más 1,00 m.

Cuando estos ensayos indiquen resultados discordantes o cambios en las características de los suelos, debe ampliarse el estudio, densificando los puntos de exploración.

La secuencia mínima a requerir, es de 1 (una) investigación cada 300 metros de traza de cañerías de conducción y cañerías principales $D^{\circ} > 250$ mm y cada 500 metros para tuberías de $D^{\circ} < 250$ mm. La profundidad de las mimas debe superar en un mínimo de 1,00 metro el nivel previsto para la excavación en cada punto de la traza.

4.2.5.2. Plantas Potabilizadoras

La cantidad mínima de investigaciones a realizar en los predios destinados a la construcción de las Plantas Potabilizadoras, depende obviamente del área ocupada y de las características de la misma.

Como criterio general se considera la ejecución de no menos de una (1) investigación cada 1.000 m², con un mínimo de dos (2).

Las investigaciones deben ser ubicadas estratégicamente, en función de las localizaciones previstas para las principales estructuras componentes de la planta potabilizada. En caso de comprobarse variaciones en la calidad de los suelos, debe incrementarse el número de investigaciones, de forma tal de lograr un acabado conocimiento del área.

4.2.6. Informe Técnico

Los informes técnicos a elaborar en función de los datos y resultados obtenidos de las determinaciones de campo y laboratorios efectuados, deben abarcar, como mínimo, los siguientes aspectos:

4.2.6.1. Memoria Descriptiva

En este punto deben incluirse los resultados obtenidos de la etapa de reconocimiento de sitio y recopilación de antecedentes, que justifique la metodología de trabajo finalmente

adoptada, explicándose las circunstancias por las cuales la misma pudo haber experimentado variaciones durante su implementación.

Debe incluirse una descripción detallada del o de los métodos de investigación implementados, número de exploraciones, profundidad de las mismas y su ubicación planialtimétrica con relación a los distintos elementos de proyecto (trazas de redes, estructuras de la planta potabilizadora, etc.).

4.2.6.2. Resultados Obtenidos

Todos los resultados obtenidos de las determinaciones de campo y laboratorios efectuadas, deben ser presentados en gráficos y planillas adecuadas a tal fin.

Se debe indicar, para cada determinación, la norma y procedimiento seguido durante su ejecución, efectuándose un análisis detallado de los parámetros obtenidos y la justificación de la implementación de las investigaciones geotécnicas complementarios.

4.2.6.3. Conclusiones y Recomendaciones

El informe técnico debe contener conclusiones donde se consigne todos los parámetros de diseño necesarios para la ejecución del proyecto y las recomendaciones necesarias para su correcta implementación.

Específicamente deben consignarse, como mínimo los siguientes datos.

Para Diseños de Fundaciones de Estructuras

- Descripción del Perfil Geotécnico en cada Emplazamiento.
- Soluciones Alternativas de Fundación (si las hubiese).
- Para Fundaciones Directas.
 - Nivel mínimo de cimentación compatible con los requerimientos de diseño.
 - Tensiones de trabajo a distintos niveles, en función de la geometría de la fundación.
 - Coeficientes de balasto vertical para distintas profundidades (valores ponderados).
- Para Fundaciones Profundas.
 - Evaluación de las distintas alternativas de pilotes: Hincados Premoldeados, Hincados Moldeados “in situ”, etc.
 - Longitud estimada o mínima de los pilotes (según el tipo de pilote).
 - Capacidad de carga admisible por fricción y por punta.
 - Coeficiente de balasto horizontal en función de la profundidad y de la geometría del pilote.
- En general, toda otra recomendación que resulte de importancia para la implementación de la solución propuesta, métodos de excavación, estabilidad de las

paredes de las excavaciones, precauciones a adoptar ante la presencia de suelos compresibles, expansivos, colapsables, etc., sistemas de abatimiento del nivel freático, diagramas de empuje a considerar para el dimensionamiento de las estructuras de contención de las excavaciones, riesgo sísmico, agresividad del suelo y agua, etc.

Para Diseño de Conducciones y Redes

En este caso revisten especial importancia los parámetros y recomendaciones que permitan realizar una adecuada planificación de las secuencias constructivas y en consecuencia, deben suministrarse parámetros y recomendaciones orientados hacia esa finalidad.

En especial, deben consignarse los siguientes:

- Perfil estratigráfico.
- Posición del nivel freático.
- Agresividad potencial del suelo y agua.
- Sistemas de abatimiento.
- Métodos de excavación.
- Estabilidad de las paredes de las zanjas, en función de la secuencia de excavación de las mismas.
- Precauciones a adoptar durante el relleno de las excavaciones.

4.2.7. Detalle de Planillas Para Estudios Geotécnicos

4.2.7.1. Tareas del Campo

Calicatas

- Resumen de determinaciones para cada calicata. Planilla 1.
- Determinación de densidad “in situ” por el método del agua. Planilla 2.
- Determinación de densidad “in situ” por el método de la arena. Planilla 3.

Perforaciones

- Resumen de determinación para cada perforación. Planilla 4.

4.2.7.2. Ensayos de Laboratorio

- Análisis granulométrico, contenido natural de humedad, Límites de Atterberg. Planilla 5.
- Curva granulométrica. Planilla 6.
- Peso específico y absorción de materiales granulares. Planilla 7.

- Peso específico aparente de rocas. Planilla 8.
- Peso específico de las partículas sólidas de suelo fino. Planilla 9.
- Densidades máximas y mínimas en suelos granulares. Planilla 10.
- Permeabilidad a carga constante. Planilla 11.
- Permeabilidad a carga variable. Planilla 12.
- Compresión triaxial. Planilla 13.
- Consolidación unidimensional. Planilla 14.
- Compactación Proctor. Planilla 15.
- Durabilidad por ataque con $(\text{SO}_4) \text{Na}_2$. Planilla 16.
- Abrasión “Los Angeles”. Planilla 17.
- Ensayo de carga puntual. Planilla 18.
- Análisis químico de Agresividad sobre muestras de suelo. Planilla 19.
- Análisis químico de Agresividad sobre muestras de agua. Planilla 20.

4.2.7.3. Resumen de Resultado

- Perfil geotécnico de calicatas. Planilla 21.
- Perfil geotécnico de Perforaciones. Planilla 22.

Perfil de Calicata									
Obra:			Cota terreno natural:			Fecha inicio:			
Calicata N°:			Cota de fondo:			Fecha terminación:			
Ubicación:			Cota nivel freático:			Operador:			

M N°	PROF. m	Tipo de muestra	DESCRIPCION	ESQUEMA CALICATA	DENSIDAD "IN SITU"				
					Vol.	P. Húmedo	γ (t/m ³)	ω (%)	γ_d (t/m ³)

Planilla 1.

Determinación del peso específico aparente "in situ"						
OBRA:					CALICATA N°	
1	Peso húmedo		gr.			
2	Humedad		%			
3	Peso seco		gr.			
4	Peso de agua		gr.			
5	Densidad de agua		gr/cm ³			
6	Volumen	4/5	cm ³			
7	δ^h	1/6	gr/cm ³			
8	δ^d		gr/cm ³			
9	Observaciones					
Determinación de humedad						
10	Cápsula		N°			
11	Peso húmedo + tara		gr.			
12	Peso seco + tara		gr.			
13	Tara		gr.			
14	Peso del agua	11-12	gr.			
15	Peso del suelo seco	12-13	gr.			
16	Humedad	14,100 15	%			
17	Observaciones					

Planilla 2.

Determinación del peso específico aparente "in situ"										
OBRA N°								CALICATA:		
ESPESOR	Peso Arena Embudo E	P.E. Arena (kg/m3)	Peso del frasco lleno de Arena (kg/m3) A	Peso del material retirado del pozo B	Peso del frasco + Arena que queda C	Peso Arena necesaria para llenar el pozo A - C - D	Volumen del pozo $V = \frac{A - C - D}{P.E. Arena}$	Humedad %	Peso Especifico Aparente	
									Húmedo $DH = \frac{B}{V}$	Seco $DS = \frac{DH \times 100}{100 + H}$

Planilla 3.

OBRA:											
Perfil de perforación <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Perforación n°: Inspector: Perforista: Fecha comienzo: Fecha finalización: </div> <div> Sacamuestras: Entubado: Peso pilón: Nivel Boca: </div> <div> Caída: </div> </div>											
Profundidad (m)	Muestras						Entubamiento	Niveles de agua			
	N° y Tipo de Muestra	N° de Golpes cada 15cm	Penetro	Resistencia Standard	Recuperación	Fecha		Hora	Prof.	Entub.	
Descripción de muestra											

Planilla 4.

OBRA:		Perf.:	Prof.:	Muestra:	Estudio:
-------	--	--------	--------	----------	----------

		Humedad natural	Limite líquido.	Limite plástico	Aprec.
A	Pesafiltro				Humedad Natural
B	PSH + Tara				
C	PSS + Tara				Ind. Plast.
D	B - C = Agua				
E	Tara pesaf.				N° Golpes
F	C - E = PSS				
G	(D%F) 100 = W%				Color
H	N° de golpes				
I	Factor corrección				Textura
J	Result. final				
K			I.P. =		Clasif.

Análisis granulométrico								PSH =			PSS =		
Tamiz			1" 1/2	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	100	200	
Ret.													
Pasa	gr												
	%												
Coef. Unif. Cu. =				Coef. Curv. Cc. =				Clasif.					

Operador:
 Fecha:
 V°B°:

Planilla 5.

Granulometría de suelos
 Tamiz normal

Porcentaje que pasa en peso

Muestra N°	Profundidad	Clasificación	Hum. Nat.	LL	PL	PI

Planilla 6.

Peso específico de sólidos

1	Peso húmedo		gr.			
2	Humedad		%			
3	Peso seco		gr.			
4	Peso de agua		gr.			
5	Densidad de agua		gr/cm³			
6	Volumen	4/5	cm³			
7	δ h	1/6	gr/cm³			
8	δ s		gr/cm³			
9	Observaciones					
Determinación de humedad						
10	Cápsulas		N°			
11	Peso húmedo + Tara		gr.			
12	Peso seco + Tara		gr.			
13	Tara		gr.			
14	Peso agua	11-12	gr.			
15	Peso suelo seco	12-13	gr.			
16	Humedad	14 100 15	%			
17	Observaciones					

Planilla 7.

Peso unitario seco

1	Peso húmedo		gr.			
2	Humedad		%			
3	Peso seco		gr.			
4	Peso de agua		gr.			
5	Densidad de agua		gr/cm³			
6	Volúmen	4/5	cm³			
7	δ h	1/6	gr/cm³			
8	δ d		gr/cm³			
9	Observaciones					

Determinación de humedad						
10	Cápsula		N°			
11	Peso húmedo + Tara		gr.			
12	Peso seco + Tara		gr.			
13	Tara		gr.			
14	Peso agua	11-12	gr.			
15	Peso suelo seco	12-13	gr.			
16	Humedad	14 100 15	%			
17	Observaciones					

Planilla 8.

Peso específico de sólidos		Muestra N°: Sondeo N°: Profundidad:				
Denominación	1	2	3	4	5	
Peso suelo seco + Tara (gr)						
Tara						
Peso suelo seco (gr)						
Peso picnómetro (gr)						
Peso picnom. + Líquido + Suelo(gr)						
Volumen sólido (gr)						
Peso específico (gr/cm ³) δ_s						
Temperatura del agua (C°)						
Corrección						
Peso específico corregido (gr/cm ³)						
Peso específico promedio δ_s (gr/cm ³)						

Planilla 9.

Determinación de densidad relativa en suelos granulares							
Densidad Máxima							
Muestra N°							
Procedencia							
Molde N°							
Tara	Peso (kg)						
	Volumen (dm ³)						
Peso Final (kg)							
Volumen final (dm ³)							
Condición							
Densidad húmeda (kg/m ³)							
Densidad seca (kg/m ³)							
Humedad (%)							
Densidad Mínima							
Muestra N°							
Procedencia							
Molde N°							
Tara	Peso (kg)						
	Volumen (dm ³)						
Peso final (kg)							
Procedimiento							
Densidad seca (kg/dm ³)							

Planilla 10.

[illegible]

Planilla 11.

Ensayo de permeabilidad
carga hidráulica variable.

Planilla 12.

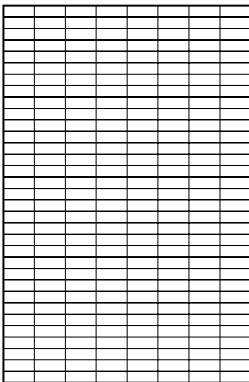
$\frac{\Delta V}{V}$

$\sigma_1 - \sigma_3$

% μ

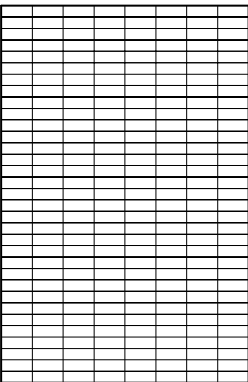
kg/cm²

Probeta N°1



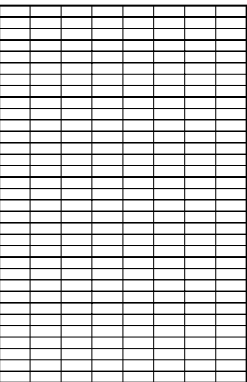
Deformación axial ϵ %.

Probeta N°1



Deformación axial ϵ %.

Probeta N°1



Deformación axial ϵ %.

Estados

Falla	Desp. Satur.	Humedad %			
		Peso Unit. Seco tn/cm ³			
		Relacion de vacios			
		Saturacion %			
		Humedad %			
		Relacion de vacios			
	Desp. Cons.	Saturacion %			
		Humedad %			
		Relacion de vacios			
		Saturacion %			
		Mayor tens. Ppal. efect. σ_1 kg/cm ² .			
		Mayor tens. Ppal. efect. σ_3 kg/cm ² .			
Falla	Mayor tens. Ppal. σ_1 kg/cm ² .				
	Mayor tens. Ppal. σ_3 kg/cm ² .				
	Humedad %				
	Peso Unit. Seco tn/cm ³				
	Relacion de vacios				
	Saturacion %				

Contrapresión kg/cm

Presión de consolidación kg/cm²

Relación tens. Ppal. efect. σ_1 / σ_3 .

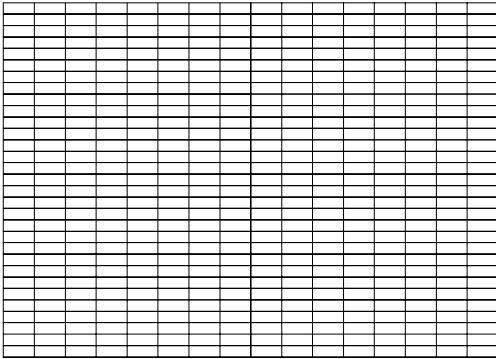
Diámetro muestra mm

Altura muestra mm

Velocidad del ensayo μ / min.

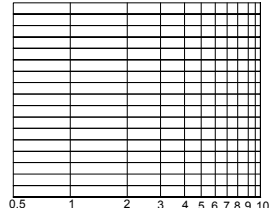
σ kg/cm²

Tensión de corte.



Tensión normal σ Kg/cm²

e/Δ



kg/cm²

Perf. N°	Muest. N°	Prob. N°	Prof.

Tipo de muestra:

Clasificación:

C=	kg/cm ²	ϕ =
C'=	kg/cm ²	ϕ =
LL=	IP=	T200 ²

Observaciones:

Obra:

	Ensayo compresión triaxial:	Fecha:
		N°:

Planilla 13.

[illegible]

Planilla 14.

Ensayo de compactación.

[illegible]

Muestra N°:	
Pozo N°:	
Profundidad (m):	
N° de capas:	
N° de golpes:	
Peso pistón (kg):	
Altura caída (m):	
Proctor normal:	
Proctor modif.:	
Otros:	

A blank sheet of graph paper with a grid pattern. The vertical axis is labeled δd at the top left, and the horizontal axis is labeled ω at the bottom right.

Material
LL:
LP:
IP:

δd_{\max} gr/cm³

ω op	%
------	---

Planilla 15.

Ensayo de durabilidad por ataque
con sulfato de sodio.

Obra:
Muestra:
Profundidad:

N° de orden	Pasa	Retiene	Granul. original (%) Ret.Ind.*	Peso de Fracción (g.)	N° de Part.	Pérdida real (%)	Pérdida corregida (%)	Desinteg.	Rajadas	Escamad.	Varios	Total

* Sobre la fracción gruesa

Planilla 16.

Desgaste los angles

Datos de la muestra

Método de ensayo: Norma IRAM 1532
Máquina "LOS ANGELES".
Graduación "A"

Pasa por tamiz IRAM	Retenido por tamiz IRAM	Cantidad de muestra
38 mm (1" 1/2)	25 mm (1")	1250 g
25 mm (1")	19 mm (3/4")	1250 g
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250 g
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250 g

Número de esferas utilizadas en el ensayo: 12
Cantidad de material retenido sobre el tamiz:
IRAM 1.7 mm (N°12)
Desgaste del material por abrasión:

Planilla 17.

Ensayo de carga puntual

Muestra (N°)	Sondeo	Profund. (m)	Tipo de Boca	Tipo 1-2-3	W	D (cm)	A (cm²)	De (cm)	P (kg)	Is (kg/cm²)	F=(De/50)	Is = (50) (kg/cm²)	Anisotropía $Is(50)_2/Is(50)_1$	Observaciones

Tipo de dispositivo
(1) = diametral
(2) = axial
(3) = Forma regular

Planilla 18.

Análisis químico de agresividad

Muestras de suelo

Perforación / Calicatas _____ N°
Profundidad _____ m
pH _____
Ácidos de intercambios _____

Sales solubles en ácido clorhídrico.

Sulfatos ($SO_4^{=}$) _____ mg/kg
Óxido de magnesio (MgO) _____ mg/kg

Sales solubres en agua.

Sulfatos ($SO_4^{=}$) _____ mg/kg
Cloruros (CL^{-}) _____ mg/kg
Alcalinidad (Na_2CO_3) _____ mg/kg
Carbonato de calcio ($CaCO_3$) _____ mg/kg
Sulfuro (S) _____ mg/kg

Planilla 19.

Análisis químico de agresividad

Muestras de agua

Lugar de extracción	_____	
pH	_____	
Residuo seco a 105 °C	_____	mg/l
Alcalinidad Ca Cq	_____	mg/l
Dureza en Ca Cq	_____	mg/l
Ca (Ca ⁺)	_____	mg/l
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	_____	mg/l
Cloruros (CL ⁻)	_____	mg/l
Suluros (S ⁼)	_____	
pH de saturación	_____	
Indice de Langelier	_____	

Planilla 20.

Obra:
Calicata: _____ Profundidad: _____

Método de excavación: _____
Nivel freático: _____

Muestra N°	Profund. m	Cota m	Color	Representación gráfica	Clasificación	Descripción	Propiedades físicas Humedad natural _____ Lim. Liq. LL LIM. PLAST. LP. _____ % Pasa tamiz 200 _____ % Pasa tamiz 100 _____ % Pasa tamiz 40 _____	γ _d g/cm3	Observaciones
	0.00						10 20 30 40 50 60 70 80 90		
	1.00								
	2.00								
	3.00								
	4.00								
	5.00								
	6.00								
	7.00								

Planilla 21.

Obra:	Perforación:
Ubicación:	

[illegible]

Planilla 22.