

## Unidad Temática N° 4

**PROVISIÓN DE AGUA POTABLE****Estudios preliminares - Recopilación de antecedentes**

Toda instalación de provisión de agua potable necesita la realización de estudios preliminares y recopilación de antecedentes para la realización de dichos estudios.

Cualquier instalación debe diseñarse teniendo en cuenta todos los factores que la pueden afectar a saber:

- Ubicación geográfica
- Topografía del lugar
- Población a servir
- Fuentes de provisión de agua

El conocimiento de la ubicación geográfica del lugar, nos provee de información sobre los inconvenientes y las ventajas de la topografía, que nos permitan ubicar con mas eficiencia los distintos componentes de la instalación.

El estudio de la población a servir debe contener solo la información geográfica de la misma, sino de la planialtimetría del ejido urbano, el radio o superficie que se desea servir y las distribución y densidad de la población.

La información sobre las fuentes de provisión de agua son de suma importancia para poder determinar el sistema de provisión, su funcionamiento y diseño, ya que no es lo mismo que la fuente sea superficial o subterránea, y también hay que tener en cuenta la potencia o caudal de la fuente. Suele ser necesario a veces realizar combinaciones de fuentes de provisión, ya sea porque no tienen el caudal necesario o por baja calidad de agua de la fuente.

Toda la información posible deberá estar estudiada y evaluada, para poder realizar un anteproyecto o factibilidad de provisión de agua potable.

Un sistema de provisión de agua para una población se componen de diversas obras parciales, cada una de las cuales está destinada a un fin determinado y forma parte del conjunto, a saber:

- Obra de captación
- Obra de conducción
- Obra de potabilización
- Obra de distribución

Puede ser que en algunos casos no sean necesarias todas estas obras, por ejemplo si la captación se encuentra adosada a la obra de potabilización, no es necesario obras de conducción, pero si la planta de potabilización se halla alejada de la población a servir, entonces son necesarias las obras de conducción.

Asimismo si la fuente de agua es subterránea de alta calidad o lo que es lo mismo dentro de los parámetros normativos, puede no ser necesario una obra de potabilización completa, sino simplemente una obra de desinfección sencilla.

**Capacidad a prever en las obras**

Para el diseño y cálculo de las obras de provisión de agua potable, debemos contar con los datos vistos en el punto anterior, pero debemos tener en cuenta que todos esos datos son situaciones fijas con posibles variaciones, con la excepción de la población a servir.

La población es el componente mas variable que tenemos en el diseño de la provisión de agua. Una población puede en términos generales crecer, estacionarse o decrecer. También debemos tener en cuenta la distribución geográfica y densidad de la misma.

En función de esas variables es que se debe realizar una proyección o tiempo del período de diseño que se define como el lapso que va desde la puesta en funcionamiento de un sistema o parte de el, hasta el momento en que se supone las condiciones establecidas en el proyecto.

Los períodos de diseño que se toman para cada parte de la obra de provisión se observan en la tabla 4-1, se indican en años

<b>Tabla 4-1 Períodos de Diseño</b>	
INSTALACIÓN	PERIODO DE DISEÑO
Captación	20/40
Conducción	20/30
Planta de Potabilización	20/40
Distribución	20/30

Las diferencias de entorno de años en los que se debe realizar la proyección se debe fundamentalmente al tipo de obra a la cual se refiere.

Por ejemplo las Obras de Captación y Planta de Potabilización en líneas generales son siempre las mas caras y también las mas difíciles de incrementar su capacidad, por eso su proyección es mayor que en el caso de las obras de Conducción y

Distribución ya que estas pueden ampliarse instalando en paralelo otra tubería en el caso de la conducción o cambios de diámetro o tuberías anexadas en el caso de obras de distribución.

De todas maneras siempre hay que encarar las obras a realizar según sea el proyecto a realizar y de idéntica manera realizar la proyección en función del tamaño y complejidad de las mismas.

### **Población Urbana : Densidad, Distribución y Crecimiento**

El conocimiento e información de la población a servir es fundamental para realizar la determinación de los caudales globales que debemos proveer, como también su densidad y distribución que nos permite diseñar convenientemente la obra de distribución

Si bien esta información es una instantánea de la situación en el momento del proyecto, debemos considerar además el cambio de volumen poblacional, ya sea creciente, estable o decreciente.

Asimismo es de gran ayuda poder contar con una planificación de crecimiento urbano, si es que el municipio o comuna cuenta con el mismo, ya que con esos datos podríamos prever los crecimientos poblacionales en cuanto a la distribución y densidad de la misma.

Dado que estos últimos datos son particulares para cada proyecto veremos a continuación los métodos para determinar el crecimiento poblacional total.

Los dos organismos nacionales que históricamente se ocuparon de las obras de provisión de agua potable y saneamiento fueron Obras Sanitarias de la Nación (OSN) y el Servicio Nacional de Agua Potable (SNAP), hasta que comenzaron a ser transferidas a las órbitas provinciales.

Sin embargo mientras estuvieron vigentes, ambos adoptaron criterios diferentes respecto de cómo estimar la población inicial, utilizando OSN los datos de los censos y en cambio el SNAP realiza una encuesta socio económica.

A partir de la población inicial se realiza la proyección de la población futura mediante métodos matemáticos, diferenciándose en el crecimiento o progresión adoptado, que puede ser aritmético o geométrico.

Para poder elegir que método de proyección usaremos es conveniente hacer un estudio previo del crecimiento poblacional, usando los datos censales de años anteriores, de ellos se puede inferir el tipo de crecimiento histórico.

El crecimiento aritmético utiliza la siguiente fórmula de proyección:

$$P_f = P_o + n \frac{P_o - P_x}{x}$$

Donde:

- Pf: Población final
- Po: Población original
- Px: Población del último censo
- x: n° de años entre censos
- n: n° de años de la proyección

El crecimiento geométrico tiene la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o (1+r)^n$$

Donde:

- Pf: Población final
- Po: Población original
- r: Tasa de crecimiento
- n: n° de años de la proyección

Si no existen datos específicos para la población que estamos estudiando pueden tomarse los valores de tasa de crecimiento de la tabla 4-2.

<b>Tabla 4-2 Tasa de Crecimiento</b>	
TIPO DE POBLACION	TASA
Grandes ciudades	2,7
Pequeñas ciudades	3,0
Pueblos y aldeas	2,2

Dado que la fórmula de crecimiento geométrico no puede ser usada para valores muy elevados de años (n), ya que resultaría exagerado el valor de la población, pues para n tendiendo al infinito el valor de la población también tiende al infinito pero más rápidamente, se ha estudiado formulas que limitan en el tiempo el crecimiento de la población, esos son los tipos de crecimiento o proyecciones logísticas.

En el crecimiento logístico Pearl considera, para incrementos crecientes de población, que la población futura puede estimarse por la formula:

$$Pf = \frac{C}{1 + (A \cdot e^{-\forall n})}$$

Donde:

- Pf: Población futura
- n: n° de años
- C, A ,e,  $\forall$ : constantes que dependen de los censos

Otra forma de establecer la población futura es mediante la extrapolación de datos censales. Para ello se debe contar con una buena cantidad de datos censales de la población.

En la figura 4-3 se muestra la curva de crecimiento, calculada por datos de censos, y la recta de porcentaje de saturación. Puede observarse que la curva que en principio se encuentra debajo de la recta, la intercepta cuando se llega al 50 % de saturación, que es el momento de su mayor crecimiento. La curva luego tiende a disminuir gradualmente su pendiente, sin alcanzar nunca el límite superior o población de saturación. Esta curva es característica de las ciudades que se encuentran con importante desarrollo poblacional. Un profesional estadístico, puede extrapolar la curva de crecimiento hasta la cantidad de años deseada para el proyecto de provisión de agua.

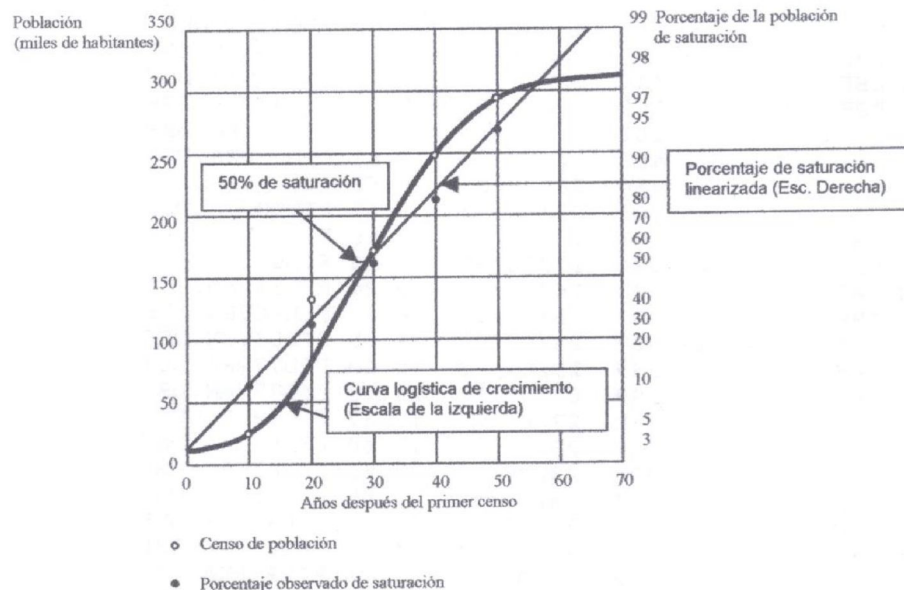


Figura 4-3 Curva de Crecimiento Logístico

### Cantidad de Agua de Consumo: Doméstico, Industrial y Público

Uno de los puntos que definen el tamaño de las obras de provisión de agua potable es el volumen o caudal que hay que proveer.

Para determinarlo, hay que tener en cuenta el consumo total que se divide en consumo doméstico y consumo no doméstico, dentro del consumo no doméstico, se incluyen los consumos de industrias, si estas se encuentra diseminadas por todo el radio a servir y los consumos públicos, tales como fuentes, canillas públicas, etc.

En caso de que las industrias no se encuentran diseminadas o si las mismas tienen un gran consumo, se las deberá considerar como consumos puntuales.. Todas estas consideraciones tienen también peso e influencia el diseño de la red distribuidora.

Cuando se conocen las ubicaciones y consumos específicos de las industria, pueden considerarse la experiencia en diseño de provisión de agua que indica que el consumo industrial es el 35 % al 60 % del consumo doméstico, por lo que conocido este, podemos determinar el no doméstico y por consiguiente el consumo total.

El SNAP establece para consumos domésticos, una dotación de 200 litros por habitante y por días, en tanto que OSN aconseja, para poblaciones de mediana a gran importancia, llevar ese valor al entorno de 250 a 300 litros por habitante por día.

Es decir que una vez que sabemos la población extrapolada o futura, podemos conocer el consumo doméstico.

Un factor importante que induce a un aumento de la dotación es la incorporación de las redes colectoras cloacales, admitiéndose un aumento gradual que puede llegar al final del período de diseño a un 33 % del total del consumo doméstico.

Otra forma de calcular la dotación, es expresarla en litros por unidad de vivienda por día, este método es válido para barrios de viviendas donde podemos conocer fácilmente su constitución y los valores se indican en la tabla 4-4.

Nº DE DORMITORIOS	DOTACIÓN DIARIA
1	600
2	850
3	1.200
4	1.350
5	1.500

Las dotaciones que se indican más arriba con respecto al consumo doméstico son promedios estadísticos, ya que el consumo puede variar entre límites mas o menos amplios, dependiendo de factores tales como los hábitos higiénicos de la población, nivel y desarrollo de la misma, tarifas, condiciones climáticas, etc. por lo que no es sencillo establecer cifras generales. Sin embargo como referencia se estima en 75 a 80 litros por habitante por día, la cantidad básica de consumo doméstico, en la que se incluyen las necesidades fisiológicas, uso culinario y lavado de ropa, baño y artefactos sanitarios, pero debemos considerar que depende de los factores antes mencionados.

En la tabla 4- 5 se observan algunas cifras de consumos de agua.

ACTIVIDAD	CONSUMO
Baño de bañera	95 l/baño
Baño de ducha	19 l/minuto
Descarga depósito inodoro	23 l/persona
Riego Jardín	26 l/minuto
Lavado automóvil	300 l

El gasto o consumo público de agua está estrechamente relacionado con el consumo de edificios de uso público como escuelas, hospitales, piscinas públicas, canillas públicas, servicio contra incendio y lavado de redes de alcantarillado. Es un consumo muy variable, pero como indicador muy general, se puede estimar en aproximadamente 30 a 40 litros por habitante por día.

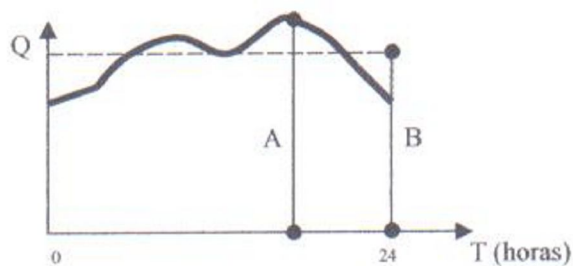
Otro aspecto que debemos considerar también son las pérdidas de agua que se producen en toda instalación de agua potable, si bien no es un consumo, hay que considerarlo dentro del consumo total. Las pérdidas se producen en la red por roturas de la misma, pérdidas de tanques de almacenamiento, etc.

Esta pérdida depende del tipo y antigüedad del servicio, y mas sensiblemente del mantenimiento de las distintas partes que componen la red. Se suele estimar todas las pérdidas en un 5 % del consumo total.

### Curvas de consumo diario y anual

En el punto anterior aprendimos como calcular el volumen o caudal para dotar a una población de agua potable.

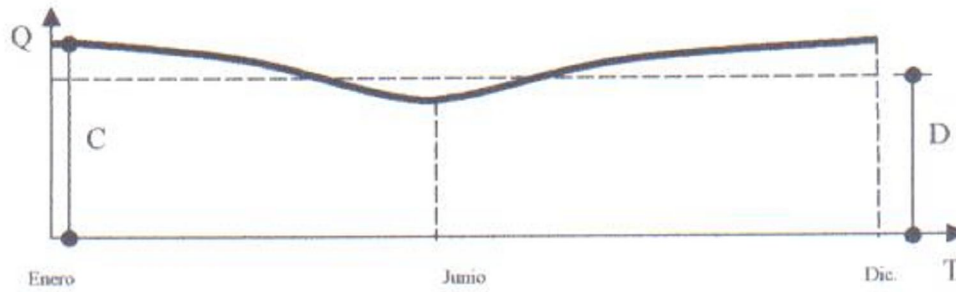
Recordemos que todos los valores que se indicaron son estimados en litros por habitante por día, pero la realidad es que el consumo no se produce en forma constante sino que hay una variación durante el día, en donde se producen picos y disminuciones de consumos tal como se aprecia en la figura 4-6.



Donde: A = Consumo máximo del día de mayor consumo.  
B = Consumo medio del día de mayor consumo.

Figura 4-6 Curva de Consumo Diario

Si graficamos todos los máximos consumos diario durante un año nos encontraremos con una curva como la que se indica en la figura 4-7, en donde se aprecia la variación de consumo anual por factores climáticos.



Donde: C = Consumo diario máximo ( promedio anual )  
 D = Consumo medio anual diario.

Figura 4-7 Curva de Consumo Anual

Estos datos nos servirán para calcular los coeficientes de pico que luego usaremos en el cálculo de las obras de abastecimiento de agua. Se denomina coeficiente de pico al momento de máximo consumo anual.

Estadísticamente se puede definir la relación entre el consumo máximo y medio promedio anual y el consumo máximo y medio del día de mayor consumo.

Tomando como base el gasto medio diario, se sabe que el gasto máximo diario es de 1,2 a 1,5 veces y que el consumo diario máximo es 1,3 a 1,6 veces el consumo medio anual diario.

$$\Xi = \frac{A}{B} = 1,2 \text{ a } 1,5 \text{ veces}$$

$$\left( = \frac{C}{D} = 1,3 \text{ a } 1,6 \text{ veces} \right)$$

Si consideramos que el consumo máximo del día de mayor consumo es el mismo que el consumo promedio diario (C = B) podemos indicar:

$$\nabla = \Xi \times \left( = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} = 1,5 \text{ a } 2,4 \text{ veces} \right)$$

Este coeficiente de pico ( $\nabla$ ) es el que afectará al cálculo del consumo de la población a servir y cuyos criterios de aplicación es:

- Para barrio o poblaciones pequeñas = 2,4
- Para poblaciones de gran tamaño = 1,5
- Como promedio = 1,8

Luego de todas estas consideraciones estamos en condiciones de determinar el gasto o volumen de una población, siendo este el primer paso para el diseño y cálculo de una provisión de agua potable.

