



**MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES**

**CONSEJO FEDERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO**

**NORMAS DE ESTUDIO  
CRITERIOS DE DISEÑO  
Y PRESENTACION DE PROYECTOS  
DE DESAGÜES CLOACALES  
PARA LOCALIDADES DE HASTA 30.000 HABITANTES**

**FUNDAMENTACION DE NORMAS**

**Volumen I**

**1993**

# **INDICE GENERAL**

## **1.- PRESENTACION DE PROYECTOS**

## **2.- PARAMETROS DE DISEÑO**

- 2.1.- Población
- 2.2.- Periodos de Diseño
- 2.3.- Caudales
- 2.4.- Economicidad del Proyecto
- 2.5.- Bibliografia

## **3.- ESTUDIOS ESPECIALES PARA DEFINIR EL TIPO DE SERVICIO**

- 3.1.- Introducción
- 3.2.- Vías de Transmisión de los Agentes Patógenos
- 3.3.- Caracterización de los Agentes Patógenos
- 3.4.- El Proceso Infectante
- 3.5.- Antecedentes Nacionales
- 3.6.- Experiencias en Distintos Países
- 3.7.- Justificación de las Normas Propuestas para el Estudio de las Comunidades Incorporadas al Programa
- 3.8.- Bibliografia

## **4.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Aspectos Generales
- 4.3.- Estudios Globales
- 4.4.- Estudios sobre el Area a Sanear
- 4.5.- Batimetría
- 4.6.- Estudios de Detalle
- 4.7.- Trabajos de Mensura y Afectaciones
- 4.8.- Bibliografia

## **5.- GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES**

- 5.1.- Introducción
- 5.2.- Fundamentos
- 5.3.- Etapas de la Investigación
- 5.4.- Investigaciones Geotécnicas Complementarias
- 5.5.- Yacimientos y Fuentes de Provisión de Materiales de Construcción
- 5.6.- Cantidad de Investigaciones
- 5.7.- Informe Técnico
- 5.8.- Consideraciones Generales
- 5.9.- Normatización
- 5.10.- Bibliografia

## **CUERPOS RECEPTORES**

- 6.1.- Cuerpos Receptores Superficiales
- 6.2.- Cuerpos Receptores Subterráneos
- 6.3.- Bibliografía

## **SISTEMA DE DISPOSICION DE EXCRETAS**

- 7.1.- Fundamentos del Tratamiento Intradomiciliario
  - 7.2.- Letrinas sin Arrastre Hidráulico
  - 7.3.- Sistemas Mínimos con Arrastre Hidráulico
  - 7.4.- Cámaras Sépticas
  - 7.5.- Disposición Final del Efluente
- Anexo:  
Propuesta de Reglamento de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias

## **REDES COLECTORAS**

- 8.1.- Cálculo Hidráulico de Colectores Cloacales
  - 8.2.- Cálculo Estructural de Caños
  - 8.3.- Sistemas de Redes Cloacales
  - 8.4.- Operación y Mantenimiento de Redes
- Anexos:
- 8.A.-Fundamentos de la Hidráulica de los Esguimientos Unidimensionales
  - 8.B.-Movimientos Variados a Superficie Libre
  - 8.C.-Teoría del Cálculo Estructural de Cañerías
  - 8.D.-Proyecto de Agregado a la Norma IRAM N° 11.513  
Relativa a "Caños de Hormigón Simple para Cloacas"

## **CONDUCCIONES DE IMPULSION**

- 9.1.- Introducción
- 9.2.- Altura Manométrica
- 9.3.- Determinación del Diámetro más Económico en Impulsiones
- 9.4.- Golpe de Ariete en Impulsiones
- 9.5.- Problemática Originada en el Aire en Conducciones a Presión

## **ESTACIONES DE BOMBEO**

- 10.1.- Generalidades
- 10.2.- Obras Civiles
- 10.3.- Instalaciones de Aspiración e Impulsión
- 10.4.- Instalaciones Electromecánicas y Obras Civiles Complementarias
- 10.5.- Volumen de la Cámara de Aspiración
- 10.6.- Descripción y Tipo de Bombas
- 10.7.- Selección de la Bomba

## **TRATAMIENTO**

- 11.1.- Selección de Tratamiento
- 11.2.- Rejas
- 11.3.- Desarenadores
- 11.4.- Sedimentadores
- 11.5.- Tanques Imhoff
- 11.6.- Tratamientos Anaeróbicos

- 11.7.- Lechos Percoladores
- 11.8.- Lodos Activados
- 11.9.- Zanjas de Oxidación
- 11.10.- Lagunas de Estabilización
- 11.11.- Reuso del Líquido Tratado para la Agricultura
- 11.12.- Recarga de Acuíferos
- 11.13.- Tratamientos Terciarios de Efluentes
- 11.14.- Tratamientos Electrolíticos
- 11.15.- Tratamiento sobre el Terreno
- 11.16.- Tratamiento y Disposición de Lodos
- 11.17.- Desinfección
- 11.18.- Transferencia de Oxígeno
- 11.19.- Bibliografía

## **12.- ESTRUCTURAS**

- 12.1.- Objeto
- 12.2.- Alcance
- 12.3.- Reglamentos y Normas de Aplicación
- 12.4.- Dificultades de Interpretación
- 12.5.- Simbología - Notación
- 12.6.- Proyecto de las Estructuras
- 12.7.- Dirección de la Obra
- 12.8.- Construcción de las Estructuras
- 12.9.- Cálculo de los Recipientes Cilíndricos
- 12.10.- Cálculo de los Recipientes Prismáticos
- 12.11.- Ejemplos

## **13.- INSTALACIONES ELECTRICAS**

- 13.1.- Objeto
- 13.2.- Alcance
- 13.3.- Proyecto
- 13.4.- Provisión de Equipos
- 13.5.- Operatividad, Arranque de Motores
- 13.6.- Estudio de Protecciones
- 13.7.- Especificación Técnica de Cables
- 13.8.- Canalizaciones Eléctricas con Caños
- 13.9.- Canalizaciones con Bandejas
- 13.10.- Iluminación Interior
- 13.11.- Iluminación de Emergencia
- 13.12.- Iluminación Exterior

## **14.- IMPACTO AMBIENTAL**

- 14.1.- Objetivos
- 14.2.- Generalidades sobre Impacto Ambiental
- 14.3.- Generalidades sobre Ordenamiento Ambiental
- 14.4.- Requerimiento de Evaluación
- 14.5.- Listado de Variables Consideradas para la Evaluación de Calidad del Medio Ambiente (según Canter y Hill)
- 14.6.- Bibliografía



Anexo:

Procedimientos para Clasificar y Evaluar Impactos Ambientales  
en las Operaciones del Banco

**ASPECTOS DE LA OPERACION Y MANTENIMIENTO VINCULADOS  
CON EL PROYECTO**

- 15.1.- Proyecto, Operación y Mantenimiento
- 15.2.- Otros Aspectos que deberá Contemplar el Proyectista
- 15.3.- Necesidad de los Manuales
- 15.4.- Responsable de la Confección de los Manuales
- 15.5.- Manual de Operación
- 15.6.- Manual de Mantenimiento
- 15.7.- Planos Conforme a Obra
- 15.8.- Plazo de Entrega de los Manuales

## **VOLUMEN I**

### **1.- PRESENTACION DE PROYECTOS**

### **2.- PARAMETROS DE DISEÑO**

- 2.1.- Población
- 2.2.- Periodos de Diseño
- 2.3.- Caudales
- 2.4.- Economicidad del Proyecto
- 2.5.- Bibliografía

### **3.- ESTUDIOS ESPECIALES PARA DEFINIR EL TIPO DE SERVICIO**

- 3.1.- Introducción
- 3.2.- Vías de Transmisión de los Agentes Patógenos
- 3.3.- Caracterización de los Agentes Patógenos
- 3.4.- El Proceso Infectante
- 3.5.- Antecedentes Nacionales
- 3.6.- Experiencias en Distintos Países
- 3.7.- Justificación de las Normas Propuestas para el Estudio de las Comunidades Incorporadas al Programa
- 3.8.- Bibliografía

### **4.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Aspectos Generales
- 4.3.- Estudios Globales
- 4.4.- Estudios sobre el Area a Sanear
- 4.5.- Batimetría
- 4.6.- Estudios de Detalle
- 4.7.- Trabajos de Mensura y Afectaciones
- 4.8.- Bibliografía

### **5.- GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES**

- 5.1.- Introducción
- 5.2.- Fundamentos
- 5.3.- Etapas de la Investigación
- 5.4.- Investigaciones Geotécnicas Complementarias
- 5.5.- Yacimientos y Fuentes de Provisión de Materiales de Construcción
- 5.6.- Cantidad de Investigaciones
- 5.7.- Informe Técnico
- 5.8.- Consideraciones Generales
- 5.9.- Normatización
- 5.10.- Bibliografía

## **1.- PRESENTACION DE PROYECTOS**

## 1.- PRESENTACION DE PROYECTOS

### 1.1.- ASPECTOS GENERALES

Además de los aspectos normativos orientados a establecer pautas sobre la ejecución de estudios y proyectos de sistemas cloacales, es importante normar el contenido mínimo de los mismos y la forma en que deberán ser presentados al CoFAPyS, para su evaluación.

A través de una norma de este tipo, se busca definir la secuencia de las distintas etapas del proyecto, los alcances de cada una de ellas, el contenido mínimo de la documentación y la forma en que deberá presentarse ésta. Otra función importante que se le asigna, es la de actuar como guía para la elaboración de los estudios y de la documentación pertinente, en forma tal de reducir al mínimo los mismos y evitar, de esa forma, demoras en la gestión de aprobación del proyecto.

### 1.2.- ETAPAS Y SECUENCIAS

Se ha adoptado, para los sistemas de alcantarillado cloacal, el mismo esquema que el CoFAPyS utiliza para los proyectos de agua potable, dividiéndolos en las siguientes etapas:

- Estudios Preliminares
- Anteproyecto
- Proyecto

Esta división tiende a ordenar la secuencia de actividades del proyectista y permite una adecuada gradualidad en la gestión de aprobación del proyecto, dado que las observaciones del CoFAPyS se irán recibiendo y cumplimentando en las sucesivas etapas, evitando la eventualidad de tener que modificar el proyecto cuando ya se encuentra demasiado avanzado o directamente terminado.

De todas maneras, la división en etapas que se recomienda en la norma, no impide la presentación del proyecto al CoFAPyS en un único acto, sin cumplir con la secuencia mencionada precedentemente, siempre y cuando la documentación que se presente contenga lo especificado para las tres etapas.

### 1.3.- ESTUDIOS PRELIMINARES

En la etapa de los Estudios Preliminares, la norma se ocupa de ciertos estudios específicos que, además de los que en forma genérica se exponen en el numeral 3 de las mismas, son elementos auxiliares necesarios para el enfoque directo de la realidad para la cual se aplicará el proyecto, sin perjuicio de que, en lo referente al nivel de servicio, se debe aplicar, subsidiariamente, el contenido del citado numeral.

Por una necesidad metodológica, en el desarrollo del numeral 1.3.2.3 "Recopilación de Datos", se reafirman los aspectos contemplados en el mismo numeral 3 y en el numeral 4 sobre "Economicidad del Proyecto".

### 1.4.- ANTEPROYECTO

En la etapa del Anteproyecto (numeral 1.4 de la norma), se hace referencia a las alternativas que deben ser analizadas en sus aspectos técnicos y económicos.

Se especifican los estudios complementarios que deben llevarse a cabo en esta etapa, la Evaluación del Impacto Ambiental y la Evaluación Técnica de Alternativas, explicitándose el requerimiento del análisis de las condiciones legales relativas al vuelco. Se incluye, desde luego, la Evaluación Económica de Alternativas; lo más importante, al respecto, es que se deberá calcular y comparar el Valor Presente Neto de los costos totales anuales de cada alternativa seleccionada, para el período que transcurre entre el año de comienzo de las obras y el año final del período de diseño, con una tasa de descuento que deberá ser compatible con el costo internacional de los recursos financieros.

### 1.5.- PROYECTO

En la etapa de Proyecto, o sea del proyecto ejecutivo de la alternativa seleccionada, se completarán los estudios a realizar. En el numeral 1.5.2 de la norma, se especifican los que, como mínimo, deberán integrar la documentación a presentar. Se enuncian los elementos que integrarán el legajo, los que han sido establecidos tomando en consideración, entre otras publicaciones, la Guía para la Formulación de Solicitudes de Préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (Departamento de Análisis y Proyectos). Dando cumplimiento a los requerimientos de la Guía mencionada, se incorporan no solamente los estudios técnicos propiamente dichos, sino también los económicos y sociales.

También, es de interés destacar que la documentación a presentar debe incluir diversos aspectos vinculados con el Ente Prestador del Servicio.

En la redacción de las normas, se ha seguido un criterio sistémico, lo que a su vez se ve reflejado en la secuencia que se requiere en la documentación de los proyectos.

En los Estudios Económicos, es importante consignar el criterio establecido para la estimación de la tarifa mensual para el año inicial de operación del sistema, mencionando los rubros que deben ser considerados en su cálculo.

Los demás aspectos guardan estricta correlación con los establecidos en la Guía antes mencionada, por lo cual no requieren mayor comentario para su fundamentación.

## **2.- PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO**

## **2.- PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO**

### **2.1.- POBLACION**

#### **2.1.1.- Introducción**

El objetivo del presente análisis es seleccionar un método para efectuar proyecciones demográficas.

Antes de iniciar el análisis de los distintos métodos, conviene recordar en qué consiste el crecimiento demográfico y cuál es el objeto y el alcance de los métodos de proyección.

El crecimiento demográfico de una localidad en un determinado período es consecuencia de la acción conjunta de dos procesos: a) el crecimiento vegetativo y b) el movimiento migratorio. El crecimiento vegetativo es la diferencia entre los nacimientos y las defunciones acaecidas durante el período analizado. El movimiento migratorio representa la entrada y la salida de personas en el mismo período.

Frente a este proceso, que es de naturaleza muy compleja, los distintos métodos de proyección analizados se limitan a estimar cómo habrá de ser la evolución de la localidad en el futuro, teniendo en cuenta para ello cómo ha sido su evolución en el pasado.

#### **2.1.2.- Condiciones Generales de las Proyecciones**

Conviene precisar cuáles son las condiciones generales de las proyecciones a realizar con respecto a: el período de proyección, el tamaño de las localidades y las fuentes de información a utilizar.

**\* Período de proyección:** En general se lo establece en base al período de diseño o vida útil de las instalaciones, a partir del momento de su habilitación.

La población inicial, correspondiente a la fecha prevista para la habilitación de cada sistema, se calculará utilizando como período de proyección el que media entre la fecha del último censo nacional y la de dicha habilitación.

A partir de la población de diseño, el período de proyección será de 20 años, subdividido en dos períodos de 10 años cada uno.

**\* Tamaño:** Las localidades a considerar serán las que posean una población inicial de hasta 30.000 habitantes.



\* **Fuentes de información:** Las proyecciones demográficas se basarán en los datos de los tres últimos censos nacionales de población y vivienda.

### 2.1.3.- Métodos de Proyección

Para estimar el crecimiento demográfico de una localidad entre dos fechas determinadas se pueden llevar a cabo distintos procedimientos. Los más frecuentemente utilizados son los siguientes:

- a) ajuste lineal de tendencia histórica;
- b) tasa de crecimiento medio anual constante;
- c) tasas de crecimiento medio anual decrecientes;
- d) curva logística;
- e) relación-tendencia;
- f) crecimiento urbano y
- g) componentes.

### 2.1.4.- Desarrollo de los Distintos Métodos

A continuación se efectúa una breve descripción de los métodos señalados.

#### A.- Ajuste Lineal de Tendencia Histórica

La proyección demográfica de la localidad se efectúa aplicando la recta de ajuste que se obtiene de la regresión lineal de los valores de población total registrados por la localidad en los últimos tres censos.

La población futura se obtiene entonces utilizando la fórmula:

$$P_i = A + B * N_i$$

Donde:

$P_i$  = población total al año  $i$ ;

$N_i$  = año  $i$ .

$A$  y  $B$  = coeficientes de la recta.

Los parámetros de la recta de ajuste  $A$  y  $B$  se obtienen aplicando el método de mínimos cuadrados.

## B.- Tasa de Crecimiento Medio Anual Constante

Es uno de los métodos de cálculo más sencillo. Se basa en el supuesto que el crecimiento de una población es proporcional a la cantidad de habitantes en un momento dado; la fórmula a aplicar se obtiene a partir de:

$$\frac{dP}{dT} = K * P$$

K es un parámetro cuya determinación se analiza a continuación:

Integrando se obtiene:

$$\int_{P_i}^{P_f} \frac{dP}{P} = \int_{T_i}^{T_f} K dT$$

Donde:

$P_i$  = población inicial

$P_f$  = población final

$T_i$  = fecha inicial

$T_f$  = fecha final

Por lo tanto, para la determinación de K se tiene:

$$\log P_f = \log P_i + K (T_f - T_i) \quad (a)$$

En consecuencia:

$$K = (\log P_2 - \log P_1) / (T_2 - T_1) = \log (P_2 / P_1) / (T_2 - T_1)$$

Donde:

$P_1$  = población del censo 1

$P_2$  = población del censo 2

$T_1$  = fecha del censo 1

$T_2$  = fecha del censo 2

Reemplazando en (a)

$$\log P_f = \log P_i + \frac{\log (P_2/P_1)}{T_2 - T_1} * (T_f - T_i)$$

Aplicando antilogaritmo se obtiene la siguiente expresión:

$$P_t = P_i \left[ (P_2 / P_1)^{1/(T_2-T_1)} \right]^{(T_f-T_i)} =$$

$$P_i \cdot [(P_2 / P_1)^{(T_f-T_i)/(T_2-T_1)}] \quad (b)$$

Se denominamos  $i$  a la tasa de crecimiento medio anual intercensal, se obtiene:

$$P_2 = P_1 (1 + i)^{(T_2-T_1)}$$

En consecuencia:

$$i = (P_2 / P_1)^{1/(T_2-T_1)} - 1 \quad (c)$$

Luego:

$$(P_2 / P_1)^{1/(T_2-T_1)} = 1 + i$$

Además se tiene que:

$n = T_f - T_1$  = cantidad de años que transcurre entre la fecha inicial  $T_1$  y la final  $T_f$  del diseño:

En consecuencia, reemplazando los valores obtenidos en la fórmula (b), se arriba a la siguiente expresión:

$$P_f = P_i (1 + i)^n \quad (d)$$

Para efectuar la proyección se parte de la población de la localidad del último censo y se aplica una tasa de crecimiento anual acumulativa constante para todo el período a proyectar.

La población futura se obtiene aplicando la fórmula (d), en nuestro caso:

$$P_n = P_0 * (1 + i)^n$$

Siendo:

$P_n$  = población en el año  $n$

$P_0$  = población correspondiente al último censo

$i$  = tasa de crecimiento media anual intercensal

$n$  = cantidad de años entre el año del último censo y el año a considerar.

Para seleccionar la tasa ( $i$ ), se calculan las tasas de crecimiento medio anual, utilizando la fórmula (c) y se adopta aquella tasa que resulte más consistente en función de la tendencia que presente el crecimiento de la localidad.

#### C.- Tasas de Crecimiento Medio Anual Decrecientes

La proyección utilizando tasas de crecimiento medio anual decrecientes consiste en subdividir el período de diseño en subperíodos y aplicar tasas diferentes para cada uno de ellos.

A través de este procedimiento, se consigue reproducir la situación de desaceleración que caracteriza el comportamiento demográfico de las localidades que atraviesan por períodos de crecimiento explosivo.

El método consiste en subdividir el período de diseño  $n$  (20 años) en dos subperíodos y calcular respectivamente la población inicial de diseño  $P_i$  a partir del último censo  $P_0$ , la final  $P_1$  del primer subperíodo y la final del segundo subperíodo  $P_2 = F_n$  = población de diseño de período de  $n$  años.

La tasa de crecimiento medio anual inicial  $i_1$  a aplicar para calcular la población inicial  $P_i$  y la final  $P_1$  del primer subperíodo, se obtiene aplicando la fórmula:

$$i_1 = \left[ (P_0 / P_{0-1})^{1/N1} - 1 \right]$$

Donde:

$P_0$  = población correspondiente al último censo

$P_{0-1}$  = población correspondiente al penúltimo censo

$N_1$  = cantidad de años entre el último y penúltimo censo

En consecuencia, aplicando el método de tasa de crecimiento medio anual constante en cada lapso o subperíodo, se tiene:

$$P_i = P_0 (1 + i_1)^{n_0}$$

$$P_1 = P_i (1 + i_1)^{n_1}$$

Donde:

$P_i$  = población inicial de diseño = población en el momento de la puesta en marcha del servicio

$P_1$  = población final correspondiente al primer subperíodo

$n_0$  = cantidad de años entre el último censo y la fecha inicial del proyecto (puesta en marcha del sistema)

$n_1$  = cantidad de años entre las dos fechas inicial y final del primer subperíodo

La tasa de crecimiento medio anual  $i_2$  del segundo subperíodo, se determina de la siguiente forma:

$$i_2 = \frac{[(P_0/P_{0-1})^{1/N_1} - 1] + [(P_{0-1}/P_{0-2})^{1/N_2} - 1]}{2}$$

Donde, además de los parámetros ya indicados, se tiene:

$P_{0-2}$  = población correspondiente al antepenúltimo censo

$N_2$  = cantidad de años entre el penúltimo y antepenúltimo censo.

La tasa  $i_2$  es aplicable, solamente, si se cumple que es menor que  $i_1$ , a fin de reproducir la desaceleración en el crecimiento demográfico. De lo contrario, si es igual o mayor, para el segundo subperíodo se vuelve a aplicar la tasa  $i_1$  del primer subperíodo, pues significaría retomar un ritmo creciente.

O sea:

$$P_n = P_2 = P_f = P_1 (1 + i_2)^{n_2} =$$

= población final o de diseño para  $i_1 > i_2$

$$P_n = P_2 = P_f = P_1 (1 + i_1)^{n_2} =$$

= población final o de diseño para  $i_1 \leq i_2$

Donde:

$n_2$  = cantidad de años entre las fechas inicial y final del segundo subperíodo, siendo  $n = n_1 + n_2$  = período de diseño

#### D.- Curva Logística

La curva llamada "logística" o curva en "S" se basa en el siguiente principio: " Los obstáculos que se oponen al crecimiento de la población aumentan en proporción directa al crecimiento acumulado de dicha población". Esto significa que después de un período de crecimiento acelerado, en la población habría siempre un período de crecimiento más lento para finalmente tender asintóticamente hacia un límite.

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

$$P_T = \frac{K}{1 + e^{b-aT}}$$

Donde:

$P_T$  = población en la fecha T

K = constante que representa el intervalo de variación de  $P_T$  hasta su valor máximo

a y b = constantes que determinan la forma de la curva.

e = base de los logaritmos neperianos o naturales.

T = tiempo.

El ajuste de una curva logística a una serie numérica se hace por el método de los "puntos elegidos". Para ello se toman tres puntos de la curva que parecen estar en la línea de la tendencia. De este modo, se obtiene un sistema de tres ecuaciones que permiten determinar los tres parámetros de la curva.

Se puede simplificar la resolución de ese sistema de ecuaciones, adoptando el criterio de tomar tres puntos equidistantes en la abcisa que representa a los valores de t. El primero de ellos corresponde al comienzo, o sea al punto cero.

O sea, se tienen los siguientes puntos de la curva:

$P_1$  = para abcisa 0

$P_2$  = para abcisa T

$P_3$  = para abcisa 2 T

Obteniendo logaritmos de la ecuación de la curva logística y transformando, se obtiene la siguiente relación:

$$b - a * T = \ln \frac{K - P_T}{P_T}$$

Reemplazando los tres valores de población  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , se obtienen:

$$b = \ln \frac{K - P_1}{P_1}$$

$$b - a * T = \frac{\ln K - P_2}{P_2}$$

$$b - 2 a * T = \frac{\ln K - P_3}{P_3}$$

En consecuencia resulta que:

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

#### E.- Relación-Tendencia

Para determinar la evolución de la localidad, primero se estima la evolución de la provincia en su conjunto, subordinándose luego ésta a la proyección total del país.

El procedimiento consta de los siguientes pasos:

a) Determinación de la población total del País:

A partir de los datos censales se determina la población total del país para los años 1970, 1980 y 1990. En base a las proyecciones del INDEC (Estimaciones y Proyecciones de Población 1950-2025, versión revisada INDEC-CELADE, serie de estudios Nro. 15), se tiene la población de los años 2000, 2010 y 2020.

b) Determinación de la población total de la Provincia:

b.1.) A partir de los datos censales se determina la población de la provincia para los años 1970, 1980 y 1990.

b.2.) Para los años 1970, 1980 y 1990 se calculan las relaciones que hay entre los datos correspondientes a esos años, extraídos respectivamente para la provincia y el país.

En consecuencia se tiene:

$$R_1 = \frac{p_1}{P_1} ; \quad R_2 = \frac{P_2}{P_2} \quad ; \quad R_3 = \frac{P_3}{P_3}$$

Donde:

$p_1$  = población de la provincia correspondiente al año 1970

$P_1$  = población del país correspondiente al año 1970

$P_2$  = población de la provincia correspondiente al año 1980



$P_2$  = población del país correspondiente al año 1980

$P_3$  = población de la provincia correspondiente al año 1990

$P_3$  = población del país correspondiente al año 1990

b.3.) Se calcula el logaritmo de las relaciones ( $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ )

b.4.) Se determina, por diferencia, el incremento de los logaritmos:

$$I_a = \log R_2 - \log R_1$$

$$I_b = \log R_3 - \log R_2$$

b.5.) En base a los incrementos resultantes, se proyecta la relación entre la Provincia y el País, aplicando el siguiente procedimiento:

b.5.1) Para calcular el logaritmo de la relación en el año 2000 se agrega, al logaritmo de la relación en el año 1990, el promedio ponderado de los incrementos observados:

$$\log R_4 = \log R_3 + \frac{I_a * C1.1 + I_b * C2.1}{C1.1 + C2.1}$$

b.5.2) Los coeficientes de ponderación  $C1.1$  y  $C2.1$  se fijan calculando la inversa del tiempo transcurrido entre el punto medio del período observado y el punto medio del período proyectado:

Cuadro 2.1.1

Coeficientes de Ponderación

Período Observado	Período Proyectado		
	1990-2000 (1995)	2000-2010 (2005)	2010-2020 (2015)
1970-1980 (1975)	$C1.1.$ $1/20=0,05$	$C1.2.$ $1/30=0,033$	$C1.3.$ $1/40=0,025$
1980-1990 (1985)	$C2.1.$ $1/10=0,10$	$C2.2.$ $1/20=0,050$	$C2.3.$ $1/30=0,033$

De este modo, cuanto más reciente es el dato observado mayor resulta el coeficiente de ponderación.

- b.5.3) Para calcular el logaritmo del peso relativo del año 2010, se añade al valor proyectado para el año 2000 el nuevo promedio ponderado, obtenido siguiendo el mismo procedimiento que en el punto anterior:

$$\log R_5 = \log R_4 + \frac{I_a * C1.2 + I_b * C2.2}{C1.2 + C2.2}$$

De este modo, a medida que los datos proyectados se van alejando, los coeficientes de ponderación de los incrementos  $I_a$  e  $I_b$  varían, disminuyendo el peso porcentual de  $I_b$ .

- b.5.4) Para calcular el logaritmo del peso relativo del año 2020, se añade al valor proyectado para el año 2010 el nuevo promedio ponderado, obtenido siguiendo el mismo procedimiento que en el punto anterior.
- b.5.5) Una vez conocido el logaritmo de los pesos relativos, mediante el antilogaritmo de dichos valores, se obtiene la relación propiamente dicha:

$$R_4 = \text{ant} (\log R_4)$$

$$R_5 = \text{ant} (\log R_5)$$

$$R_6 = \text{ant} (\log R_6)$$

- b.6.) Multiplicando la relación Provincia-País por la población total del país en los años considerados, se obtiene la población de la Provincia:

$$P_4 = Pp_4 * R_4$$

$$P_5 = Pp_5 * R_5$$

$$P_6 = Pp_6 * R_6$$

- c) Determinación de la población de la localidad.

Mediante idéntico procedimiento y partiendo de los valores de población estimados para la Provincia en el punto anterior, se proyecta la población de la localidad.

## F.- Crecimiento Urbano

Consiste en proyectar simultaneamente todos los centros urbanos provinciales, ajustando el resultado final a la población total de la Provincia para el fin del período de diseño.

Para estimar la población futura se llevan a cabo los siguientes pasos:

- 1) Se estima la población total de la Provincia al fin del período de diseño.
- 2) Se adopta una hipótesis de crecimiento del porcentaje de población urbana en la Provincia y se estima la población urbana total al fin del período de diseño.
- 3) Se proyecta la población por localidad, según se detalla a continuación:
  - 3.1.) Se clasifican las localidades de la Provincia que al último censo hubieran registrado más de 2000 habitantes, en nueve categorías de acuerdo al tamaño: pequeñas, medianas y grandes y de acuerdo a la dinámica de crecimiento: lento, normal y rápido.
  - 3.2.) Se calcula la tasa de crecimiento medio anual intercensal de cada una de las nueve categorías.
  - 3.3.) Se calcula la relación entre las tasas de las nueve categorías.
  - 3.4.) Manteniendo fija la relación verificada entre las distintas categorías, se establecen las tasas de crecimiento que permiten alcanzar la población urbana estimada para el fin del período de diseño.

De este modo, partiendo de la población provincial total al fin del período de diseño, se llega a determinar la población de cada centro urbano de la provincia.

## G.- Proyección por Componentes

Es el método de estimación más riguroso y consiste en proyectar la población por sexo y grupos quinquenales de edad. La predicción se basa en un análisis detallado de las componentes que determinan el crecimiento vegetativo y los movimientos migratorios. Existen varios factores que afectan a la migración; por esta razón, la determinación exacta de este factor es muy compleja. Esta complejidad limita el uso

del método de las componentes para grandes conglomerados poblacionales.

#### 2.1.5.- Selección del Método a Utilizar

En la cuadro 2.1.2, se observan las ventajas e inconvenientes que presentan los distintos métodos en relación a los tres criterios de selección planteados:

- complejidad de su implementación;
- volumen y calidad de la información requerida;
- probabilidad de que se produzcan desvíos excesivos.

Cuadro 2.1.2

Metodos	Nivel de Complejidad de su Implementación	Volumen de Información Requerida	Probabilidad de que se Produzcan desvíos Excesivos
Matemáticos:			
a) Ajuste Lineal	media	baja	alta
b) Tasa Media Anual Constante	baja	baja	alta
c) Tasas Medias Anuales Decrecientes	baja	baja	media
d) Curva Logística	media	baja	media
De correlación:			
e) Relación-Tendencia	media	baja	media
f) Crecimiento Urbano	media	media	media
Por sexo y grupos de edad:			
g) Componentes	alta	alta	baja

De la observación del cuadro 2.1.2 se desprenden las siguientes conclusiones:

- Los cuatro métodos matemáticos presentan como principal ventaja la facilidad de su aplicación, debido a que su implementación es relativamente sencilla y a que la única información que requieren es la población total de la localidad de los últimos tres censos. Su mayor debilidad es que los resultados pueden fluctuar en un amplio intervalo. En general, tanto el método de ajuste lineal como el de la curva logística, subestiman el crecimiento de localidades relativamente pequeñas. En el extremo opuesto, el método de la tasa media acumulativa constante suele sobreestimar el crecimiento, especialmente si el período de proyección es relativamente largo. En este sentido, el método basado en las tasas medias anuales decrecientes permite controlar el riesgo de sobreestimación implícito en la ley de crecimiento geométrico.
- Los métodos de correlación propuestos exigen un esfuerzo de implementación mayor, sobre todo el método de crecimiento urbano que requiere información sobre todos los centros urbanos provinciales. Como contrapartida, los resultados que se obtienen resultan en general más ajustados, dado que el crecimiento de la localidad se compatibiliza con el crecimiento de la provincia y con el crecimiento del país en su conjunto.
- El método de las componentes es el de mayor rigor demográfico, pero resulta muy exigente en cuanto a la cantidad y calidad de la información que requiere (inexistente para localidades pequeñas) y, a la vez, su implementación es relativamente compleja.

Del análisis efectuado se desprende que si lo que se busca priorizar es la simplicidad y la facilidad de implementación, convendrá utilizar algún método matemático. Dentro de este grupo, el que garantiza los mejores resultados es el de las tasas medias anuales decrecientes. Por otra parte, si lo que se prioriza es la calidad de los resultados, convendrá utilizar un método de los denominados de correlación. Dentro de este grupo, el que presenta la menor exigencia de información y el menor esfuerzo de implementación, es el de la relación-tendencia.

Por lo tanto, los métodos más apropiados para proyectar el crecimiento demográfico de localidades de hasta 30.000 habitantes resultan ser el método de las tasas medias anuales decrecientes, que reúne la ventaja de ser uno de los más sencillos y a la vez garantizar resultados relativamente

ajustados y el método denominado relación-tendencia, que mejora la calidad de los resultados obtenidos, al tiempo que exige un esfuerzo de implementación algo mayor pero no excesivo.

#### **2.1.6.- Antecedentes a Consultar**

Las fuentes a consultar para la ejecución de la proyección demográfica son las siguientes:

- Censos nacionales de población y vivienda de los años 1970, 1980 y 1991 y siguientes.
- Información cartográfica de la localidad por fracción y radio para los distintos censos.
- Información de la población de la localidad por fracción y radio para los distintos censos.
- Estimaciones y Proyección de Población 1950-2025, versión revisada, INDEC-CELADE, Serie de estudios Nro. 15, Buenos Aires, 1989.
- Tendencias del crecimiento de la población urbana en América Latina. Robert W. Fox - Banco Interamericano de Desarrollo.

Toda la información censal debe ser solicitada al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) o en las Direcciones Provinciales de Estadística.

#### **2.1.7.- Parámetros Básicos de Diseño**

##### **A.- Tasa de Crecimiento Medio Anual Decreciente**

A fin de ilustrar este método, se calcula a continuación la proyección demográfica de la localidad de Ingeniero Luiggi, en la Provincia de La Pampa, para el período 1991-2010.

En el cuadro que se muestra a continuación, se halla volcada la población total de la localidad de Ing. Luiggi, según los Censos Nacionales de Población de 1970, 1980 y 1991.

Cuadro 2.1.3

Población Total de la Localidad de Ing. Luiggi

Año del Censo	Cantidad de Habitantes
1970	2.113
1980	3.002
1991	4.821

A partir de estos datos, se calcularon las tasas medias anuales intercensales, según se muestra a continuación:

Cuadro 2.1.4

Crecimiento Medio Anual Intercensal  
de la Localidad de Ing. Luiggi

Período Intercensal	Tasa Media Anual
1970-1980	3,6 %
1980-1991	4,4 %

La tasa del período 1970 a 1980 surge de:

$$(3.002/2.113)^{1/10} - 1 = 0,036$$

La tasa del período 1980 a 1991 surge de:

$$(4.821/3.002)^{1/11} - 1 = 0,044$$

El período total a proyectar, 1991-2010, fue dividido en dos subperíodos 1991-2000 y 2000-2010. Para cada uno de ellos, se adoptaron las siguientes tasas:

Cuadro 2.1.5

Período Intercensal	Tasa media Anual
1991-2000	4.4 %
2000-2010	4.0 %

La tasa del período 1991-2000 es la correspondiente al último período intercensal. La tasa del período 2000-2010 (4%), es el promedio de las verificadas de 1970-1980 (3,6%) y de 1980-1991 (4,4%).

La población resultante a partir de estas tasas es la siguiente:

Cuadro 2.1.6

Año	Habitantes
1991	4.821
2000	7.103
2010	10.514

Para el año 2000, la población resultante es:

$$4.821 * (1 + 0,044)^9 = 7.103$$

Para el año 2010, la población es:

$$7.103 * (1 + 0,04)^{10} = 10.514$$

#### B.- Relación-Tendencia

Para ejemplificar este método propuesto, se proyecta la población de la ciudad de Esquel, en la Provincia de Chubut, para el período 1991-2010, en base a los datos de los censos de 1970, 1980 y 1991.

Las tareas realizadas, paso a paso, se describen a continuación:

- a) Se determinó la población total del país para los años 1970 y 1980, para el año 1990 y para los años 2000, 2010 y 2020. Las dos primeras cifras se extrajeron de los censos realizados. Los tres últimos datos se tomaron de la proyección demográfica del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). El dato de 1990 se obtuvo interpolando entre el dato de 1980 y el dato de 1991. Los valores respectivos se muestran a continuación:



Cuadro 2.1.7

Población Argentina Total

Año	Habitantes
1970 (1)	23.364.431
1980 (1)	27.949.480
1990 (2)	32.154.820
2000 (3)	36.237.533
2010 (3)	40.192.535
2020 (3)	43.837.416

- (1) Censos Nacionales de Población
- (2) Interpolando los datos censales de:

-1980 : (27.949.480 hab.)  
 1991 : (32.608.687 hab.)

$$27.949.480 (32.608.687 / 27.949.480)^{10/11} = 32.154.820$$

- (3) Estimaciones y Proyecciones de Población 1950-2025, versión revisada, INDEC-CELADE, Serie de estudios Nro. 15, Buenos Aires, 1989

- b) Se determinó la población de la Provincia de Chubut para los años 1970, 1980 y 1990. Las dos primeras cifras fueron extraídas de los respectivos censos. El dato de 1990 se obtuvo interpolando los datos de 1980 y 1991. Los valores resultantes se muestran a continuación:

Cuadro 2.1.8

Población de la Provincia de Chubut

Año	Habitantes
1970 (1)	189.920
1980 (1)	263.116
1990 (2)	346.514

- (1) Censos Nacionales de Población
- (2) Interpolando los datos censales de 1980 y 1991

- c) Se proyectó la población de la Provincia de Chubut para los años 2000, 2010 y 2020, según se muestra a continuación:

c.1. Se calculó la relación entre la Provincia y el País en los años 1970, 1980 y 1990:

Para 1970:  $(189.920 / 23.364.431) = 0,0081$   
 Para 1980:  $(263.116 / 27.949.480) = 0,0094$   
 Para 1990:  $(346.514 / 32.154.820) = 0,0108$

c.2. Se calculó el logaritmo de las relaciones halladas:

Para 1970:  $\log 0,0081 = -2,092$   
 Para 1980:  $\log 0,0094 = -2,027$   
 Para 1990:  $\log 0,0108 = -1,967$

c.3. Se determinó, por diferencia, el incremento de los logaritmos:

1980-1970:  $-2,092 - (-2,027) = 0,065 \quad (I_1)$   
 1990-1980:  $-2,027 - (-1,967) = 0,060 \quad (I_2)$

d) Se proyectó la relación entre la Provincia y el País en los años 2000, 2010 y 2020, según se muestra a continuación:

d.1. Se calculó la inversa del número de años transcurridos entre el punto medio del período observado y el punto medio del período proyectado:

Cuadro 2.1.9

Período Observado	Período Proyectado		
	1990-2000 (1995)	2000-2010 (2005)	2010-2020 (2015)
1970-1980 (1975)	$1/20=0,05$	$1/30=0,033$	$1/40=0,025$
1980-1990 (1985)	$1/10=0,10$	$1/20=0,050$	$1/30=0,033$

d.2. Se calculó el logaritmo de la relación entre la Provincia y el País en el año 2000 sumando al logaritmo de la relación verificada en 1990 el promedio ponderado de los incrementos observados ( $I_1$  e  $I_2$ ). El coeficiente de ponderación de los incrementos fue la inversa del número de años transcurridos entre el punto medio del período observado y el punto

medio del período proyectado. El resultado fue, entonces, el siguiente:

log. de la relación en el año 2000 =

$$\begin{aligned} & -1,967 + 0,065 * \frac{0,05}{0,05+0,10} + 0,060 * \frac{0,1}{0,05+0,10} = \\ & = -1,905 \end{aligned}$$

- d.3. El logaritmo de la relación entre la Provincia y el País en los años 2010 y 2020 se obtuvo siguiendo el mismo procedimiento pero partiendo de la relaciones estimadas para los años 2000 y 2010, respectivamente:

log. de la relación en el año 2010 =

$$\begin{aligned} & -1,905 + 0,065 * \frac{0,033}{0,033+0,05} + 0,060 * \frac{0,05}{0,033+0,05} = \\ & = -1,843 \end{aligned}$$

log. de la relación en el año 2020 =

$$\begin{aligned} & -1,843 + 0,065 * \frac{0,025}{0,025+0,033} + 0,060 * \frac{0,033}{0,025+0,033} = \\ & = -1,781 \end{aligned}$$

- d.4. Se calculó el antilogaritmo de los valores obtenidos y, se determinó así, la relación entre la Provincia y el País:

Relación año 2000: antilog (-1,905) = 0,0124  
Relación año 2010: antilog (-1,843) = 0,0144  
Relación año 2020: antilog (-1,781) = 0,0166

- d.5. Multiplicando la relación Provincia-País por la población total del país en los años considerados, se obtuvo la población de Chubut para esos años:

año 2000: 36.237.533 \* 0,0124 = 449,345  
año 2010: 40.192.535 \* 0,0144 = 578,773  
año 2020: 43.837.416 \* 0,0166 = 727,701

- e) Una vez determinada la población provincial, mediante idéntico procedimiento, se proyectó la población de la ciudad de Esquel. Los resultados alcanzados se pueden apreciar los cuadros 2.1.10 y 2.1.11 y en las figuras 2.1.12 y 2.1.13.

Cuadro 2.1.10

## PROYECCION DEMOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE CHUBUT

AÑO	POBLACION DEL PAIS	POBLACION DE CHUBUT	RELACION	LOG. RELAC.	INCREMENTO	AÑO MEDIO
1970	23,364,431	189,920	0.0081	-2.092	0.065	1975
1980	27,949,480	263,116	0.0094	-2.027		1985
1990	32,154,820	346,742	0.0108	-1.967		1995
2000	36,237,533	449,345	0.0124	-1.905		2005
2010	40,192,535	578,773	0.0144	-1.843	0.062	2015
2020	43,837,416	727,701	0.0166	-1.781	0.062	

Cuadro 2.1.11

## PROYECCION DEMOGRAFICA DE LA CIUDAD DE ESQUEL

AÑO	POBLACION DE ESQUEL	POBLACION DE CHUBUT	RELACION	LOG. RELAC.	INCREMENTO	AÑO MEDIO
1970	13,771	189,920	0.0725	-1.140	-0.044	1975
1980	17,228	263,116	0.0655	-1.184		1985
1990	22,413	346,742	0.0646	-1.190	-0.019	1995
2000	27,770	449,345	0.0618	-1.209		2005
2010	34,081	578,773	0.0589	-1.230	-0.022	2015
2020	40,734	727,701	0.0560	-1.252		

PROYECCION DEMOGRAFICA  
PAIS - CHUBUT - ESQUEL

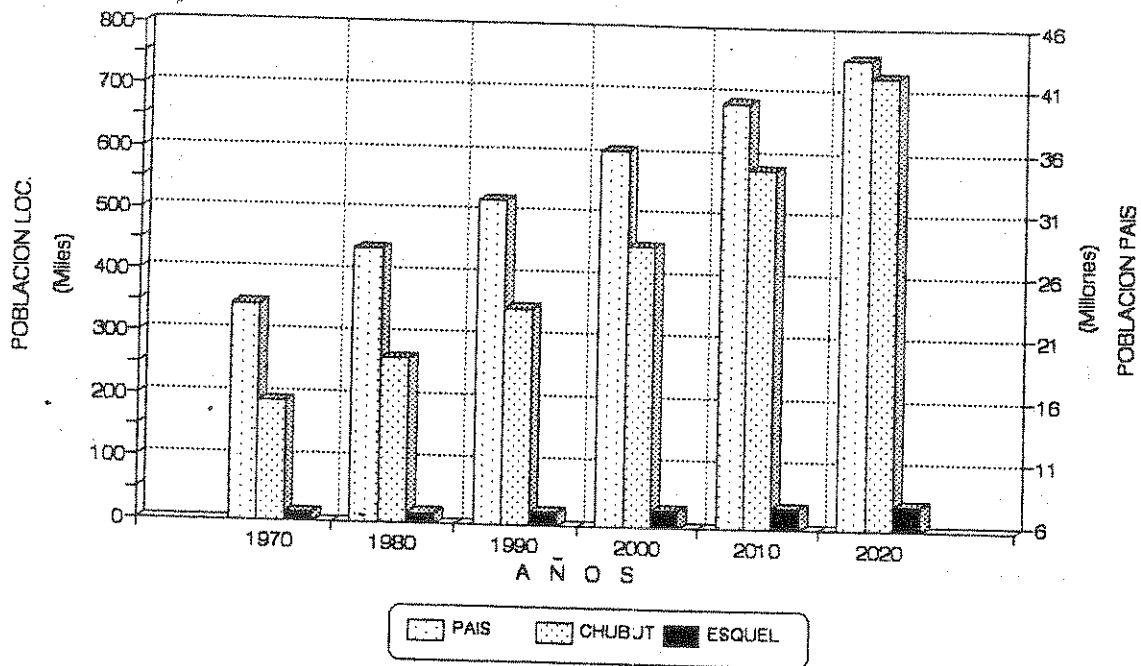


Figura 2.1.12

PROYECCION DEMOGRAFICA  
PAIS - CHUBUT - ESQUEL

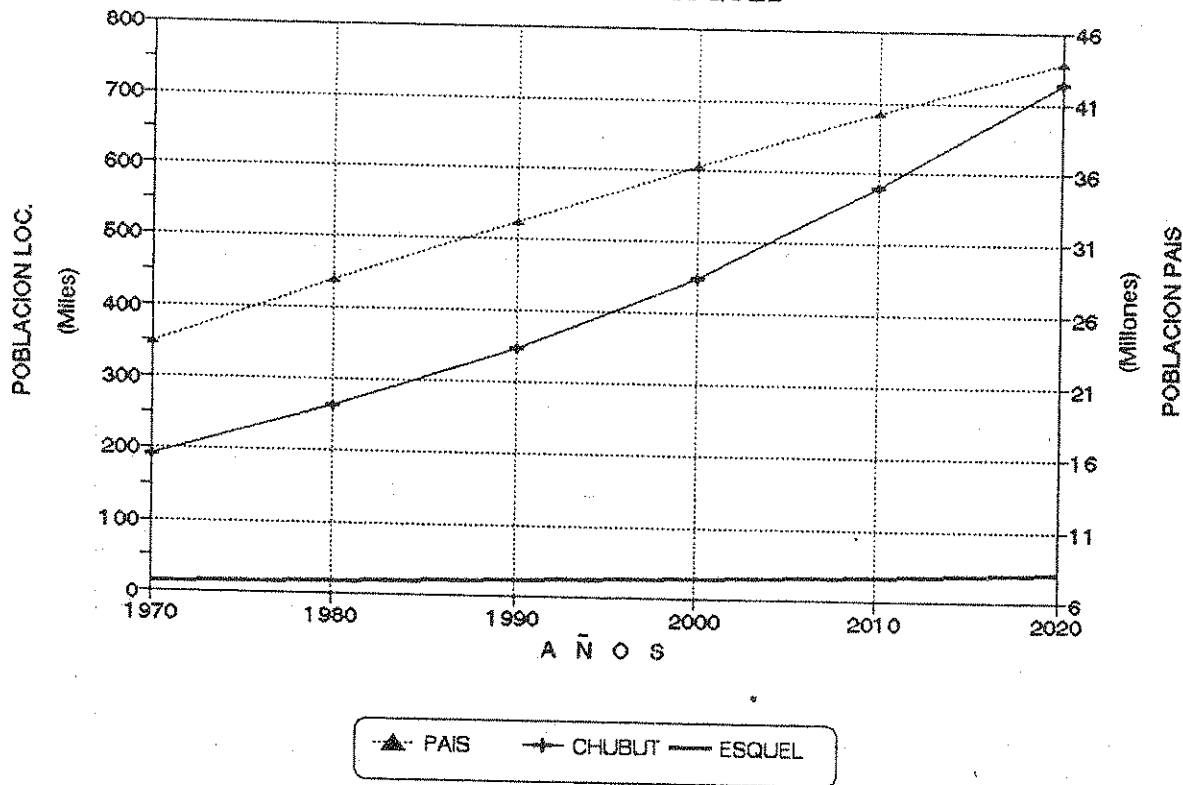


Figura 2.1.13

## 2.2.- PERIODOS DE DISEÑO

### 2.2.1.- Introducción

Se denomina período de diseño de un proyecto de alcantarillado cloacal, al tiempo, medido en años, durante los cuales la obra, por la cobertura del servicio y la capacidad de cada una de sus instalaciones, puede cumplir satisfactoriamente con las funciones para las que fue proyectada. El tiempo mencionado se cuenta a partir del año de habilitación del sistema o año inicial de la explotación del mismo.

Esto significa que, establecido el período de diseño de un proyecto, todas las hipótesis de proyección de población, extensión de la planta urbana, programación de la construcción por etapas, etc., se formularán para dicho intervalo.

No necesariamente todas las partes del proyecto deben poseer el mismo período de diseño, ya que éste dependerá de diversos factores, entre los que pueden mencionarse:

- Facilidad con que puede ampliarse la capacidad de la parte de la obra considerada.
- Pautas a establecer para el mantenimiento de las instalaciones y capacidad técnica del personal de operación.
- Disponibilidad de financiamiento y consideración de las tasas de interés, a fin de evaluar la factibilidad económica del proyecto.
- Incidencia de la parte de obra considerada en el costo total de la misma.
- De contar con instalaciones existentes analizar su grado de obsolescencia, reparaciones u ampliaciones requeridas y fecha en que se hará necesaria su habilitación.

De los resultados que se obtengan del análisis de estos factores, surgirá el período de diseño a asignar a cada parte de la obra.

A modo de ejemplo se cita el caso de un emisario submarino de líquido cloacal, que por su características es una obra de difícil ampliación, razón por la cual en algunos casos puede aceptarse que su período de diseño resulte más prolongado que el de una cloaca máxima en zona rural, que es fácilmente ampliable construyendo otro conducto en paralelo, con pocos conflictos causados por interferencias con otras instalaciones o por roturas de pavimentos.

Por otra parte, a medida que se alargue el período de diseño, será mayor la capacidad ociosa inicial de la obra, ya que ésta será más grande, pues habrá sido dimensionada para una población futura mayor, y tanto mayor será entonces, el tiempo en que dicha capacidad ociosa se cubra.

Esto indica que la extensión del período de diseño tiene gran incidencia sobre los aspectos económico-financieros del proyecto y sobre la eficiencia con que se asignen los habitualmente escasos recursos monetarios para la construcción de estas obras.

En efecto, una cartera de proyectos con períodos de diseño excesivamente largos, dará como resultado proyectos más caros, lo cual redundará en que la masa monetaria disponible permitirá financiar menos cantidad de proyectos que si éstos respondieren a períodos de diseño más cortos.

Por otra parte, períodos de diseño excesivamente cortos, si bien permitirán financiar mayor cantidad de proyectos, darán como resultado obras que quedarán superadas rápidamente en su capacidad y requerirán del aporte de nuevos fondos para su ampliación en un tiempo muy corto a partir de su habilitación.

#### 2.2.2.- Período de Ejecución del Proyecto y Construcción de la Obra

El período de diseño comienza a computarse a partir de la fecha de habilitación al servicio público de la obra (año inicial de operación del sistema).

Esto significa que, en el momento de confeccionar el proyecto, se deberá prever la fecha estimada para la habilitación de la obra, tomando en cuenta los siguientes factores:

- Decisión política de ejecutar la obra.
- Tiempo necesario para estudios y diseños.
- Fecha de aprobación del proyecto.
- Tiempo requerido para la autorización de la licitación, efectuar el llamado, adjudicar, contratar e iniciar la obra.
- Plazo estimado de ejecución de la obra, incluyendo pruebas de recepción.

El tiempo que transcurre desde la fecha de ejecución del proyecto hasta la de habilitación de la obra, se denomina período de ejecución del proyecto y construcción de la obra y se lo identifica como  $n_0$ .

### **2.2.3.- Períodos de Diseño Adoptados en las Normas para Proyectos de Alcantarillado Cloacal**

Los períodos de diseño para proyectos de alcantarillado cloacal que se han adoptado para estas normas, responden a los establecidos por el Banco Interamericano de Desarrollo.

Los períodos definidos son los siguientes:

Obras civiles	20 años
Equipos e Instalaciones Electromecánicas	10 años

Estos períodos son válidos para proyectos de recolección, conducción, tratamiento y disposición final de excreta a través de la red cloacal.

Las normas han tenido en cuenta los criterios establecidos por el Banco Interamericano de Desarrollo, fijando los mismos términos para el equipamiento principal de instalaciones mecánicas y electromecánicas, que para el equipamiento auxiliar, conforme al principio de que lo accesorio se rige por las mismas normas que lo principal, por lo cual quedan ambos involucrados en el período de diseño de 10 años.

Merece una aclaración especial la posibilidad de que las instalaciones eléctricas sean construídas inicialmente en su totalidad o bien, siendo ello factible, que sean ejecutadas por etapas. En este segundo supuesto deberá acompañarse la descripción de la secuencia de ejecución de esas instalaciones, detallando la cantidad y capacidad de las mismas y de los equipos que las integran.

Finalmente, las normas dejan abierta la posibilidad de optar por períodos de diseño diferentes a los establecidos en las mismas, siempre que se justifique debidamente la conveniencia técnica y económica del período propuesto.

La justificación de otros períodos de diseño, posibilidad aceptable de acuerdo a la Norma, numeral 2.2.6, puede basarse en la determinación del período que produzca el costo mínimo. A efectos de facilitar el estudio de este procedimiento se incluye como Anexo un resumen de la publicación "Análisis de Costo Mínimo" del BIRF y de un trabajo del Dr. Donald T. Lauría.

### **2.2.4.- Períodos de Diseño Sistemas Intradomiciliarios de Disposición de Excreta**

Para las instalaciones intradomiciliarias que utilizan pozo absorbente, se ha previsto un período de diseño mínimo de 7 años, debiendo justificarse, también en este caso, las variaciones introducidas a dicho período.



Para los otros sistemas intradomiciliarios, las normas se limitan a establecer que los períodos que se prevean en el proyecto deberán también ser debidamente justificados.

## **ANEXO 2.2.A.- MODELO DE CAPACIDAD OPTIMA**

## 2.2.A.- Modelo de Capacidad Optima

### 2.2.A.1.- Introducción

El modelo de capacidad óptima se utiliza para identificar la escala de las inversiones requeridas por un proyecto, para la cual se minimiza el valor presente de los costos, sin dejar de satisfacer la demanda futura.

El modelo matemático fue desarrollado por Donal T. Lauría (Planning Small Water Supplies in Developing Countries - Office of Health Agency for International Development, Chapel Hill, N. C. 1972) y se basa en los siguientes supuestos:

- La curva de la demanda es una línea recta. Su crecimiento se podría medir, por ejemplo, en miles de metros cúbicos por año.
- La capacidad existente será igual a la demanda en el año cero y también se podría medir en miles de metros cúbicos por año.
- Cada costo de inversión tendrá lugar en el año en que se incremente la capacidad.
- Se excluyen los costos de operación debido a que dependen de la producción y son independientes de la capacidad instalada.

### 2.2.A.2.- Expresión Matemática del Costo

La expresión genérica de las ecuaciones de costo de un proyecto o de una parte del mismo, se supone de la siguiente forma matemática:

$$C = \alpha * X^a$$

Donde:

C = costo (variable dependiente)

X = capacidad (variable independiente)

$\alpha$  = coeficiente

a = exponente (factor de escala de economía)

Estas funciones, que generalmente permiten ajustar muy bien los valores de los componentes de sistemas de agua y cloacas, presentan algunas propiedades importantes.

Nótese que  $C = 0$  cuando  $X = 0$  lo que significa que la representación gráfica del costo siempre pasa por el origen.

La función, en un gráfico bi-logaritmico, está representada por una recta, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\log C = \log \alpha + a * \log X$$

de lo que resulta que el ajuste de la función resultante de un conjunto de datos (pares de valores de  $C$  y  $X$ ) puede obtenerse mediante una regresión lineal (cuadrados mínimos), utilizando para ello el logaritmo de los datos.

La restante propiedad destacable es que la representación de la función costo puede tener varias formas diferentes, dependiendo del valor del exponente. Tres formas son de particular interés para ingenieros y planificadores: lineal ( $a = 1$ ), cóncava ( $a < 1$ ) y convexa ( $a > 1$ ).

#### 2.2.A.3.- Coeficiente $\alpha$

El coeficiente  $\alpha$  de la función de costo es siempre positivo. Este coeficiente representa el costo de un proyecto o parte del mismo, de capacidad unitaria ( $X = 1$ ).

Dado que la función se plantea para costos a una fecha determinada, es fácil actualizar los costos multiplicando el coeficiente por el porcentaje de variación de costos entre las fechas consideradas.

#### 2.2.A.4.- Exponente $a$ (factor de escala de economía)

La interpretación del significado del exponente de la función es más complicado que el del coeficiente. Puede ser analizado derivando la función y resolviendo. El resultado será:

$$\frac{dC}{C} = a * \frac{dX}{X}$$

Es decir:

$$a = \frac{dC/C}{dX/X}$$

considerando el numerador  $dC$  = variación de costo, puede escribirse:

$$dC/C = \% \text{ de variación de costo}$$

similarmente, el denominador  $dx/x$  indicaría el porcentaje de variación de capacidad.

En consecuencia el exponente (o factor de escala de economía) de la función representa, aproximadamente, el porcentaje de variación de la variable dependiente (costo) por cada 1% de variación de la variable independiente (capacidad).

Cuando el exponente "a" tiene valores entre 0 y 1 y la variable independiente es la capacidad, el costo requerido para duplicar la capacidad será siempre menor que el doble del costo original. Esto significa que la instalación presenta una economía de escala (al aumentar la capacidad se reduce el costo por unidad de capacidad), lo que tiene importante implicación para seleccionar el período de diseño. En este caso la forma gráfica de la función es cóncava.

En algunos casos el exponente es mayor que 1 y la función es siempre convexa. Sin embargo, de esto no debe necesariamente deducirse que la instalación carece de economía de escala.

En efecto, obsérvese que si se plantea la ecuación de costo para una tubería, en la cual la variable independiente es el diámetro, debería tomarse en cuenta que éste no es equivalente a capacidad, ya que esta última debe medirse en unidades de caudal. Si se reemplaza en la ecuación de costo a la variable diámetro por la expresión del caudal deducida de la fórmula de Hazen-Williams, el valor del exponente resulta menor que 1 (aproximadamente 0,6) lo que implica que existe una economía de escala.

La economía de escala para tuberías es generalmente más grande que para otros componentes de las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento. Si  $a = 0,6$  resulta que doblando el caudal el costo se incrementa sólo alrededor del 60%. El valor del factor de escala  $a$  para plantas de tratamiento y estaciones de bombeo es generalmente del orden de 0,7.

Mientras que el coeficiente en la función de costos usualmente varía en forma apreciable de un país a otro debido a diferencias de moneda, costo de la mano de obra, índices de inflación, etc., los exponentes para los mismos componentes tienden a ser aproximadamente constantes.

El exponente "a" en algunas ecuaciones es igual a 1, lo que significa que el costo es directamente proporcional a la capacidad. Doblando la capacidad se duplica el costo (por ejemplo, en el caso de letrinas, donde la capacidad de la obra está dada por el número de letrinas a construir). En estos casos el gráfico de la ecuación es una línea recta.

### 2.2.A.5.- Definición del Período de Diseño Optimo

Para la definición del período de diseño son determinantes los siguientes factores:

- 1 - Durabilidad o vida útil de la instalaciones.
- 2 - Facilidades de construcción y posibilidades de ampliaciones o sustituciones.
- 3 - Tendencia de crecimiento de la población.
- 4 - Posibilidades de financiamiento y tasa de interés.

El proyecto inicial debe satisfacer la demanda  $D_0$  (expresada, por ejemplo, en miles de  $m^3/año$ ) y tener un exceso de capacidad para cubrir la demanda que se incrementa en el período  $X_1$  a una tasa constante  $X_1 * D$  (ver figura 2.2.A.1).

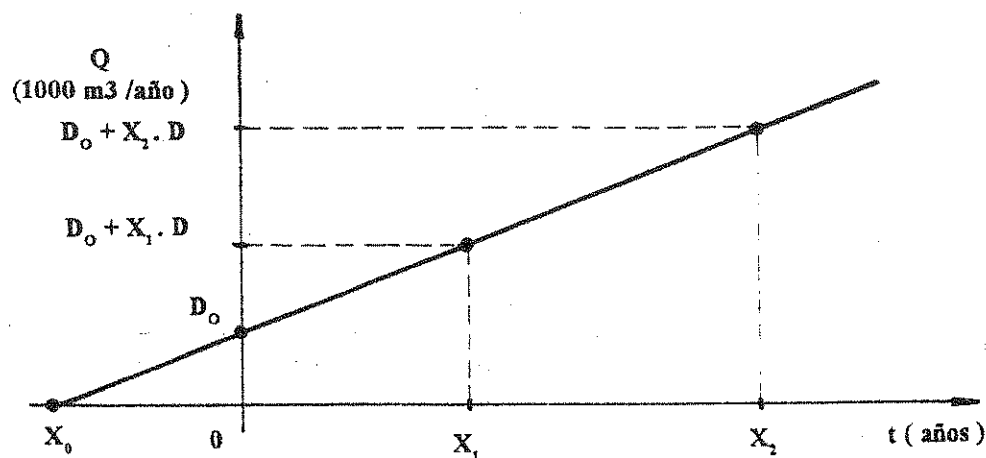


Figura 2.2.A.1

Curva de demanda para construcción inicial y ampliaciones futuras

Por su parte, la función costo puede ser del tipo:

$$C = \alpha * Q^a$$

o bien del tipo:

$$C = \alpha * P^a$$

Donde:

C = costo del proyecto o de la parte del mismo bajo análisis  
y la capacidad del proyecto o de la unidad bajo análisis  
puede estar definida por:

Q = caudal

P = población servida

Para determinar el factor de escala o exponente  $a$ , se determina la recta de regresión correspondiente a los valores de costos versus capacidad representados en un gráfico doble logarítmico. En la figura 2.2.A.2 se aprecia un ejemplo donde se han graficado 15 puntos, correspondientes a otros tantos proyectos o parte de los mismos, similares al que se está estudiando, definidos por los logaritmos de sus costos y de su capacidad (expresada como población servida).

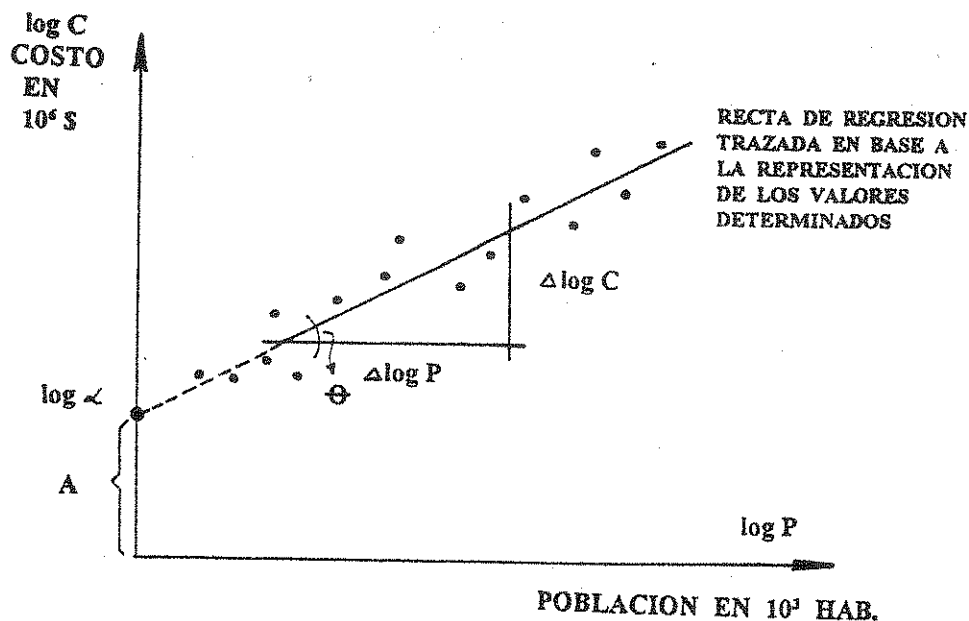


Figura 2.2.A.2

Recta de regresión en base a proyectos  
similares existentes

Dado que la expresión de la recta de regresión, en este caso, está dada por (ver 2.2.A.2):

$$\log C = \log \alpha + a * \log P$$

El factor de escala  $a$  estará definido por la pendiente de la recta:

$$a = \operatorname{tg} \theta = \frac{\log C}{\log P}$$

Mientras que el coeficiente  $\alpha$  estará dado por la ordenada al origen:

$$\alpha = \operatorname{antilog} A$$

En el trabajo citado precedentemente, Lauría propone una expresión basada en soluciones estadísticas para la definición del período de diseño óptimo:

$$X_1^* = \frac{2,6 (1 - a)^{1,12}}{r} + \frac{0,3 (1 - a)}{\sqrt{r}} * X_0^{0,85}$$

Donde:

$a$  = factor de escala de economía.

$r$  = tasa de interés.

$X_0$  = abcisa al origen de la recta de demanda de la figura 2.2.A.1 (período transcurrido para demanda cero).

$X_1^*$  = período de diseño óptimo.

Se observa que el período de diseño óptimo es función del factor de escala " $a$ " y de la tasa de interés  $r$  (costo del capital).

#### 2.2.A.6.- Análisis de Regresión

Para el cálculo de los valores particulares, tanto de los coeficientes como de los exponentes de la ecuación utilizada a ese respecto, puede ser aplicado el método de regresión, utilizando un programa adecuado de computación, siempre que se disponga de un número suficiente (en principio no inferior a diez) de costos que se hayan establecido anteriormente, teniendo para ello en cuenta las condiciones locales, ya sea para el conjunto de las instalaciones como para cada uno de los componentes.

A tal efecto, se recomienda trabajar en este caso con los logaritmos de los datos más bien que con sus valores originales. Esto significa que todos los datos tendrán valores positivos y que no puede obviarse ningún dato.



Finalmente, nótese que una ecuación con dos variables independientes como en el caso de perforaciones, (diámetro y profundidad) una de las variables puede ser eliminada llevando su exponente a cero.

Por lo tanto, si la información obtenida permite suponer que el costo del pozo depende, por ejemplo sólo del diámetro y no de la profundidad, se puede efectuar el análisis de regresión utilizando como variable el diámetro para estimar el coeficiente y el exponente.

#### 2.2.A.7.- Ejemplos Típicos de Ecuaciones de Costo

A título de ejemplo se plantean algunas ecuaciones de costo. En todos los casos, los valores numéricos del coeficiente y exponente sólo tienen valor nominal, para indicar la forma que pueden tomar estas expresiones, y no podrán ser utilizados para justificar períodos de diseño distintos de los propuestos en la Norma, salvo que el proyectista demuestre a partir de datos experimentales la validez de estas ecuaciones de costo.

##### Conductos a Gravedad:

$$\text{Costo} / \text{Longitud} = 0,03 * \text{Diámetro}^{1,4}$$

Tanto la longitud como el diámetro se expresan en metros.

##### Estaciones de Bombeo Cloacal:

$$\text{Costo} = 250 * \text{Capacidad}^{0,8}$$

Entendiéndose por capacidad al caudal expresado en m<sup>3</sup>/d.

Algunas ecuaciones, en el costo de la estación tienen en cuenta la altura manométrica de elevación como una segunda variable independiente en el lado derecho de la expresión.

Usualmente, la incidencia en el costo de la altura de elevación es importante sólo en el caso de instalaciones con elevadas alturas manométricas.

Si los datos disponibles permiten conocer tanto caudal como altura de elevación, se puede analizar la ecuación para esta instalación en particular, la que tomaría la siguiente forma:

$$\text{Costo} = 0,9 * (\text{Capacidad})^{0,7} * (\text{Altura manométrica})^{1,7}$$

Donde la capacidad de bombeo es expresa en m<sup>3</sup>/d y la altura manométrica en m.

Como para un proyecto determinado habitualmente se conoce la altura de impulsión, se reemplaza su valor en la

fórmula anterior, con lo que el costo puede calcularse nuevamente como una función exclusiva de la capacidad.

**Letrinas:**

$$\text{Costo} = 140 * (\text{Letrina})^{1,0}$$

Letrina = número de instalaciones a ejecutar

El costo es directamente proporcional al número de letrinas a instalar, es decir, no hay economía de escala.

El coeficiente puede variar considerablemente de una zona a otra en función de los diferentes tipos de equipamiento a instalar.

**Red de Colectoras Cloacales:**

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Longitud}} = 0,13 * \text{Diámetro}^{1,2}$$

donde tanto la longitud como el diámetro se miden en metros

La ecuación tiene en cuenta el tipo de material de las colectoras (PVC, asbesto cemento, hormigón, etc.) y su colocación e incluye el costo de la bocas de registro.

**Planta de Tratamiento Cloacal:**

$$\text{Costo} = 1,05 * \text{Capacidad}^{0,7}$$

donde la capacidad se mide en m<sup>3</sup>/día de caudal afluente.

Si la ecuación se plantea, por ejemplo, para una laguna con 20 días de detención a caudal promedio, si en el caso especial en estudio se requieren T días de detención, el coeficiente debe ser multiplicado por (T/20)<sup>0,7</sup>.

En líneas generales, puede esperarse que el exponente para los distintos tipos de plantas de tratamiento se aproxime a 0,7. En cambio, el coeficiente puede variar considerablemente para los diferentes tipos de plantas.

## **2.3.- CAUDALES**

### **2.3.1.- Conceptos Generales**

#### **2.3.1.1.- Consumo de Agua y Vuelco a Cloacas**

Los caudales volcados por los usuarios al sistema de alcantarillado cloacal, están estrechamente vinculados con los caudales de agua consumidos por los mismos. Por esa causa, en aquellos sistemas se adoptan criterios semejantes a los utilizados para definir los caudales característicos de un sistema de agua potable.

Es importante tomar en cuenta que, si bien son similares las definiciones y los conceptos, no es posible adoptar directamente los valores medios, máximos y mínimos del sistema de agua potable de la localidad para dimensionar el sistema cloacal, debido fundamentalmente a los siguientes aspectos:

- a - No se vuelca al sistema cloacal la totalidad del agua consumida por los usuarios (agua de bebida, lavado de veredas, patios y vehículos, riego, cocción y evaporación, etc).
- b - En un sistema colector a gravedad, la diferencia entre los tiempos de tránsito del líquido cloacal entre los distintos puntos de vuelco y la descarga final en la planta, puede distorsionar la curva horaria de caudales de descarga final respecto de la curva horaria de consumos de agua, atenuando los picos. Este efecto es mayor cuanto más extensa es la red colectora.

La influencia de cada uno de estos aspectos sobre la relación "caudal volcado a cloacas/caudal consumido de agua" en cada instante depende de múltiples factores que dificultan su cuantificación analítica.

Por esa causa, se utilizan coeficientes empíricos extraídos del relevamiento de servicios en funcionamiento, que permiten estimar la fracción del agua consumida que se volcará al alcantarillado cloacal (ver coeficiente  $\phi$  en el numeral 2.3.2) y la atenuación de los máximos y mínimos de la curva horaria de caudales que llegan a la descarga final.

#### **2.3.1.2.- Caudales Característicos**

Los caudales característicos utilizados para el diseño de un sistema cloacal pueden identificarse en los diagramas de la figura 2.3.1.

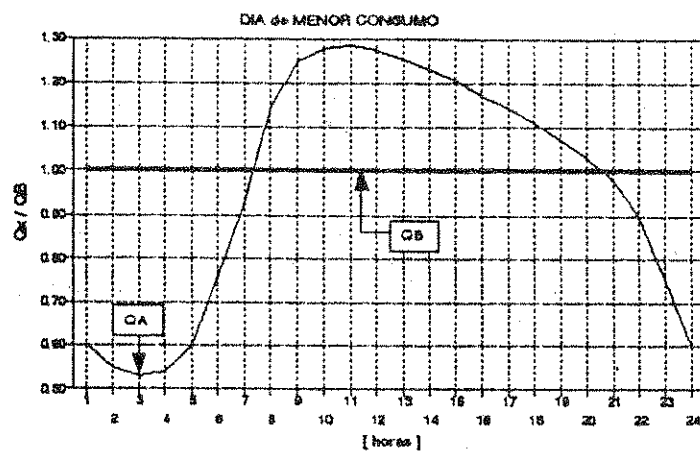
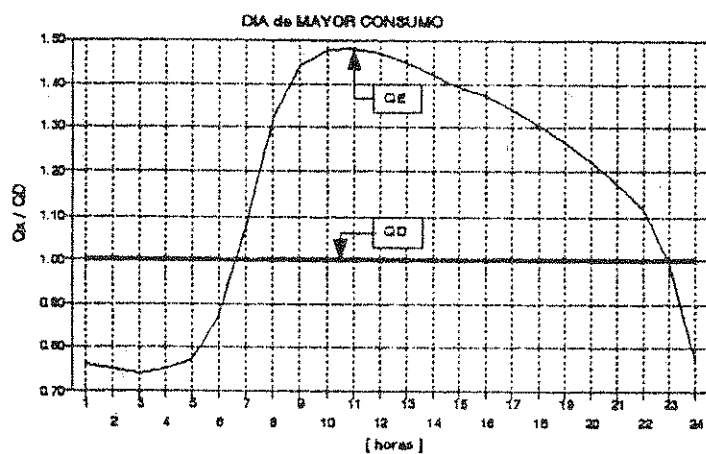
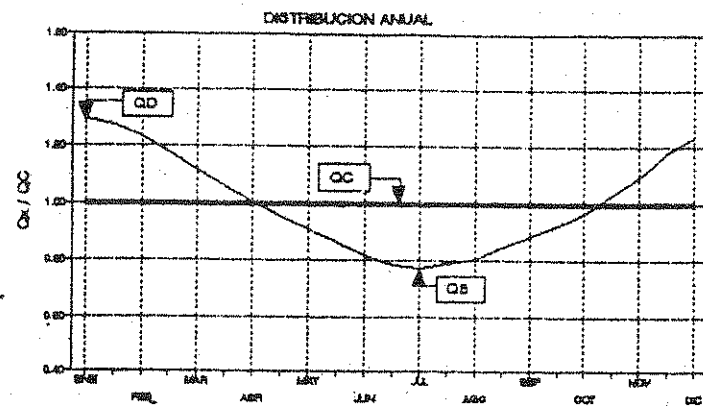
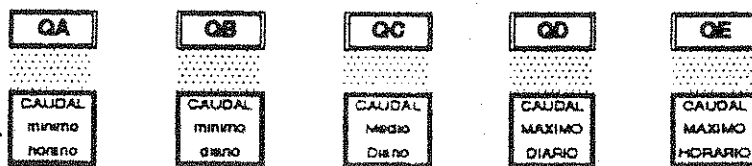


Figura 2.3.1  
Caudales Característicos

En el gráfico (A) de dicha figura, se aprecia la variación típica de los caudales volcados diariamente a un sistema cloacal durante todo un año. El promedio anual de esos caudales diarios se denomina CAUDAL MEDIO DIARIO ANUAL y se identifica como  $Q_C$  en el gráfico.

Obsérvese que  $Q_C$  indica, en realidad, el caudal promedio de líquido cloacal volcado durante un año y no brinda información sobre la variación de los caudales diarios a lo largo de ese año.

Para caracterizar esa variación es necesario identificar a los caudales diarios máximo y mínimo del año, designados por  $Q_D$  y  $Q_B$  en el gráfico (A) de la figura 2.3.1, respectivamente.

A su vez, estos caudales representan volúmenes volcados en un lapso de 24 horas, pero no brindan información sobre cómo varían los caudales horarios durante ese período.

Para ello, es necesario identificar, por una parte, cuál es el CAUDAL MAXIMO HORARIO " $Q_E$ " que se vuelca durante el día en que se produce el CAUDAL MAXIMO DIARIO  $Q_D$  (ver gráfico (B) de la figura 2.3.1). Este caudal horario se considera el máximo absoluto de ese año.

Por otra parte, el caudal horario mínimo absoluto de ese año será el CAUDAL MINIMO HORARIO  $Q_A$  que se vuelca durante el día en que se produce el CAUDAL MINIMO DIARIO  $Q_B$  (ver gráfico (C) de la figura 2.3.1).

Obsérvese que  $Q_D$  y  $Q_B$  representan el caudal promedio diario de los caudales horarios en las curvas (B) y (C).

De acuerdo con lo anterior, en un sistema de alcantarillado cloacal, pueden definirse cinco caudales característicos para cada año del período de diseño. Para el año  $n$  será:

$Q_{An}$  : CAUDAL MINIMO HORARIO  
 $Q_{Bn}$  : CAUDAL MINIMO DIARIO  
 $Q_{Cn}$  : CAUDAL MEDIO DIARIO  
 $Q_{Dn}$  : CAUDAL MAXIMO DIARIO  
 $Q_{En}$  : CAUDAL MAXIMO HORARIO

Como surge de su propia definición, el CAUDAL MEDIO DIARIO, por representar un promedio anual, resulta útil para calcular parámetros asimilables a ese período, tales como consumos de energía, de productos químicos, costos operativos en general, volúmenes anuales varios, etc.

A su vez, los caudales máximos diarios permiten definir la capacidad de las instalaciones de bombeo y, en general, de todas aquellas unidades donde existan volúmenes que puedan regular el efecto de los caudales máximos

horarios, mientras que estos caudales máximos horarios establecen las dimensiones de todas aquellas conducciones y unidades no vinculadas a volúmenes de regulación.

Finalmente, los caudales mínimos diarios y horarios permiten verificar las condiciones de autolimpieza y de no sedimentación en conducciones y unidades de tratamiento.

En el cuadro 2.3.1, se han volcado algunas de las aplicaciones habituales para cada uno de los caudales a lo largo del período de diseño.

**Cuadro 2.3.1**  
**Caudales de diseño**

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 (0)	Verificaciones especiales  optativas	Verif. Est.de Bombeo. Verificación Unid. Plantas Verificación autolimpieza Colectoras	Costos Operat. Verificación colectoras	---	Verificación Est. de Bom.
10 AÑOS (10)	Verificaciones especiales  optativas	Verificación Est. Bombeo	Costos Operativos 1era. etapa Plantas con Lagunas	1era. etapa Plantas de Tratamiento (salvo laguna)	Verificación h/D Colectoras Est. de Bombeo (1ra. etapa)
FINAL (20)	Verificaciones especiales  optativas	Verificación Est. Bombeo	Costos Operativos  Plantas con lagunas	Plantas de tratamiento (salvo laguna) Est. de Bombeo Verificación de algunas unidades de tratamiento	Capacidad colectoras  Est. de Bombeo Verificación de algunas unidades de tratamiento

### 2.3.2.- Vuelco Medio Diario per Cápita

Este parámetro es la contrapartida cloacal de la dotación de agua potable y se la define como el promedio anual de los caudales diarios volcados por cada habitante servido durante la totalidad de los días del año:

$$q_{cn} = \frac{V_n}{P_{sn} \cdot 360 \text{ días}} = \frac{Q_{cn}}{P_{sn}} \quad (1)$$

Donde:

$q_{cn}$  = vuelco diario per cápita para el año n (L/hab\*día)

$V_n$  = volumen total volcado en el año n (m<sup>3</sup>)

$P_{sn}$  = población servida con cloacas en el año n (valor medio, si varía durante el año) (habitantes)

$Q_{cn}$  = caudal medio diario para el año n (m<sup>3</sup>/d o L/s)

De la expresión anterior, surge que dividiendo los valores del gráfico A de la figura 2.3.1 por la población servida se obtendría una curva similar de vuelcos diarios per cápita para cada día del año. El promedio anual equivale a  $q_{cn} = Q_{cn}/P_{sn}$ .

En servicios en explotación, en los cuales se conozca la curva anual mencionada en el párrafo anterior, puede obtenerse fácilmente el valor de  $q_{cn}$  en servicios en explotación y establecer valores de diseño para nuevos proyectos.

Otra metodología es la de partir del análisis de los consumos de agua potable y de los usos habituales del agua en la localidad, para definir los vuelcos efectivos a cloaca. Para ello, se integran esos aspectos en un coeficiente de vuelco o de retorno de agua, definido como:

$$\phi = \frac{\text{vuelco medio diario per cápita (L/hab*d)}}{\text{dotación media de agua potable (L/hab*d)}} = \frac{q_c}{\delta_c} < 1 \quad (2)$$

Donde el vuelco a cloacas y la dotación de agua se consideran medidos en las respectivas conexiones domiciliarias (no incluyen pérdidas en las redes de agua ni infiltración en las cloacas).

Este coeficiente, según diversos autores, varía entre 0,6 y 0,9. En áreas residenciales con viviendas unifamiliares con parques y jardines, retorna a cloacas una parte menor del agua consumida pues hay usos de riego, piletas, lavado de veredas, patios, etc., sobre todo en verano, que reducen el coeficiente a valores entre 0,6 y 0,7. En áreas centrales, de mayor densidad edilicia (edificios multifamiliares y de oficinas) el coeficiente puede llegar a 0,9 y aún más debido a que son muy reducidos los usos del agua sin retorno a la cloaca.

En el cuadro 2.3.2 se observan valores recomendados por diversos autores. En general la tendencia mayoritaria, incluso en la República Argentina, es la de adoptar  $\phi = 0,8$  (si bien existen experiencias locales que llevan a adoptar valores menores para algunas zonas del país).

Cuadro 2.3.2

Valores del coeficiente de retorno de agua a cloaca

Autor u Organismo	$\phi$	Observaciones
Norma NBR - 9649 (ABNT, Brasil)	0,8	En caso de inexistencia de mediciones de campo
Metcalf y Eddy	0,7	-
Azevedo Netto	0,7 a 0,8	-

A los efectos de las normas de diseño, se considera razonable mantener  $\phi = 0,8$  como valor medio aceptable y dejar a criterio del proyectista la adopción de otros valores, de acuerdo con las características de la localidad y los hábitos de uso del agua potable en la misma, con la adecuada justificación en cada caso.

Inclusive en localidades de cierta importancia (por ejemplo de 20.000 habitantes futuros en adelante) que tiendan a presentar una neta diferenciación entre un casco céntrico de alta densidad y zonas periféricas residenciales, puede ser recomendable diseñar las redes con coeficientes de retorno diferentes que tengan en cuenta estas características.

En general, se considera válido asumir como constante el coeficiente de retorno de agua durante todo el período de diseño, salvo que se demuestre que la evolución de la trama urbana de la localidad justifica su variación. Por lo tanto, en general se cumplirá:

$$\phi = \frac{q_{co}}{\delta_{co}} = \frac{q_{cn}}{\delta_{cn}} = \dots = \frac{q_{c20}}{\delta_{c20}}$$

### 2.3.3.- Dotación Media de Agua

Es importante definir el criterio a seguir para fijar la dotación media de agua sobre la que se aplicará el coeficiente de retorno, ya que esta dotación puede surgir de valores medidos o de la aplicación de las Normas de Diseño de Sistemas de Agua Potable del CoFAPyS y en el primero de los



casos pueden surgir diferencias importantes, según la metodología que se aplique.

Evidentemente, de no existir registros confiables de macromedición y micromedición de agua potable, es conveniente remitirse directamente a las dotaciones establecidas en las normas de agua potable.

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 permitirán calcular la dotación media por períodos de 12 meses en base a la siguiente expresión:

$$\delta_n = \frac{V_{acn}}{P_{sn} * D_n} \quad (3)$$

Donde:

$\delta_n$  = dotación media de agua potable en el año n

$V_{acn}$  = volumen total de agua consumida en 12 meses

$P_{sn}$  = población media en el período de 12 meses

$D_n$  = cantidad de días del período de 12 meses

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

$$\delta_o = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \dots \delta_n}{n} \quad (4)$$

En este punto, es importante analizar si se observa o no una tendencia hacia el crecimiento de la dotación de agua, la que, de verificarse, deberá ser tomada en cuenta por el proyectista y presentada a consideración del CoFAPYS en lugar del promedio mencionado más arriba.

Otro aspecto importante es el de asegurarse que se está tomando el valor adecuado de  $V_{acn}$  en base a los valores medidos. Si existen registros confiables de macro y micromedición, los volúmenes  $V_{acn}$  estarán en valores intermedios entre los arrojados por la macro y la micromedición, ya que los primeros incluyen las pérdidas en la red de distribución mientras que es muy probable que los segundos midan por defecto, por falta de mantenimiento y reposición.

Si sólo se cuenta con macromedición, habrá que reducir los valores medidos en función de las pérdidas estimadas en la red, que pueden oscilar entre no menos del 10% hasta 30% o más, según el estado de la misma.

Si sólo se cuenta con micromedición, será conveniente aumentar los volúmenes medidos, para compensar los errores mayoritariamente en defecto de los medidores domiciliarios. Estos errores pueden estimarse entre no menos del 5% y el 30% ó más, según el estado de los medidores.

#### 2.3.4.- Coeficientes de Caudal

##### 2.3.4.1.- Definición

Los caudales  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_D$ ,  $Q_E$  se obtienen a partir del caudal medio  $Q_C$ , aplicando diferentes coeficientes de caudal, definidos habitualmente como:

$$\alpha_1 = \frac{Q_D}{Q_C} \quad \text{coeficiente máximo diario}$$

$$\alpha_2 = \frac{Q_E}{Q_D} \quad \text{coeficiente máximo horario}$$

$$\beta_1 = \frac{Q_B}{Q_C} \quad \text{coeficiente mínimo diario}$$

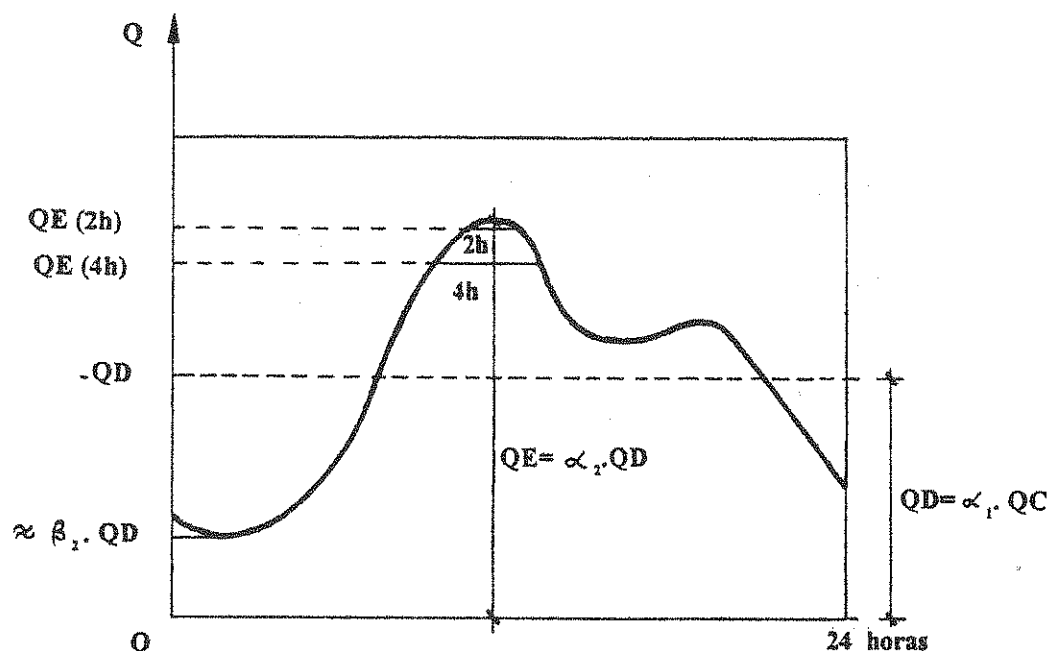
$$\beta_2 = \frac{Q_A}{Q_B} \quad \text{coeficiente mínimo horario}$$

De donde surge:

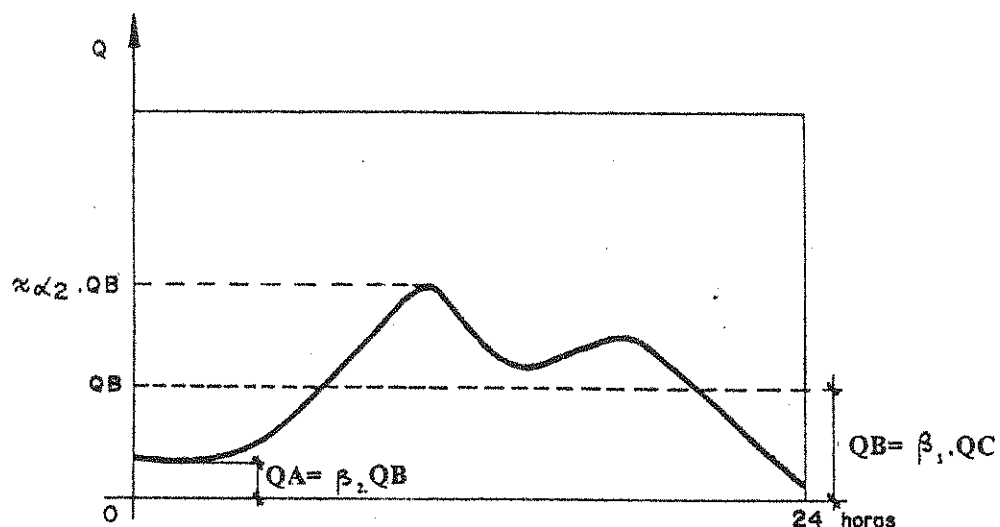
$$\alpha = \alpha_1 * \alpha_2 = \frac{Q_E}{Q_C} \quad \text{coeficiente total de máximo horario}$$

$$\beta = \beta_1 * \beta_2 = \frac{Q_A}{Q_C} \quad \text{coeficiente total de mínimo horario}$$

En la figura 2.3.2, pueden visualizarse los caudales característicos cuya relación define los coeficientes descriptos precedentemente.



HIDROGRAMA DEL DIA DE MAYOR VUELCO A LA COLECTORA



HIDROGRAMA DEL DIA DE MENOR VUELCO A COLECTORA

Figura 2.3.2

Hidrograma del día de menor vuelco a colectora

#### 2.3.4.2.- Determinación de los Coeficientes en Base a Registros Históricos de Caudales

Si se cuenta con registros o hidrogramas de consumos de agua o de descarga de líquidos cloacales, éstos pueden ser utilizados para determinar los coeficientes de caudal.

Para la determinación de  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  con mínima consistencia estadística, se requieren registros de volúmenes diarios durante, por lo menos, 36 meses, con lo que se obtendrían 3 valores de cada uno.

Si se opera con hidrogramas o registros cloacales, los valores de  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  de diseño pueden obtenerse como promedio de los 3 valores mencionados en el párrafo anterior.

Si se trabaja con hidrogramas o registros de consumos de agua potable, el valor de  $\alpha_1$  obtenido para agua será excesivo para usarlo en cloacas por la influencia de los caudales de verano que no retornan al alcantarillado, según se analiza en el numeral 2.3.4.3.

En cuanto al valor de  $\beta_1$  obtenido para agua, generalmente resultará superior al  $\beta_1$  que deberá aplicarse para el proyecto cloacal, en este caso, por la influencia de los caudales de fuga en la red de agua (ver numeral 2.3.4.3), ya que el caudal mínimo diario de agua a partir del cual se obtiene  $\beta_1$ , incluye los caudales de fuga.

En consecuencia, deberá analizarse la influencia de los consumos de agua de verano sobre  $\alpha_1$  y de los caudales de fugas sobre  $\beta_1$  para arribar a valores aplicables en el proyecto de cloacas.

Con respecto a los coeficientes horarios  $\alpha_2$  y  $\beta_2$ , para poder determinarlos, se requieren registros horarios de los 36 meses o por lo menos de los meses de mayor y menor consumo o descarga (diciembre, enero y febrero en verano y junio, julio, agosto en invierno).

Igualmente, aunque se cuente con 3 valores de  $\alpha_2$  y  $\beta_2$ , lo más probable es que la dispersión sea grande respecto del valor promedio, pues se trata de un solo valor anual, cuya ocurrencia dura 1 hora sobre las 8640 horas del año, situación que crea indeterminación respecto de la confiabilidad de los valores hallados, lo que obliga a analizar con mayor detalle este tema, dado que  $\alpha_2$ , por ejemplo, influye directamente en el costo de las redes colectoras y de diversas unidades de tratamiento.

Para mejorar la dispersión de los máximos absolutos medidos, suelen tomarse, en lugar de los picos horarios absolutos, el valor de caudal correspondiente a 2 o 4 horas de duración del máximo, descartando los valores que excedan a éstos (ver figura 2.3.2).

En sistemas relativamente pequeños, como los que nos ocupan, pueden adoptarse los promedios de  $Q_E$  (2 horas) de los 3 últimos años, para definir los valores de  $\alpha_2$  con un grado mayor de confiabilidad que el promedio de los  $Q_E$  absolutos.

Con respecto al valor mínimo  $Q_A$ , puede aplicarse un criterio similar si se trabaja en base a hidrogramas de consumo de agua potable o de descarga cloacal, pero analizando previamente la composición de los caudales mínimos nocturnos, para evitar trasladar a un nuevo proyecto parámetros de diseño distorsionados, por ejemplo, por el mal mantenimiento del sistema existente.

En efecto, dado que  $Q_A$  representa el mínimo caudal horario, las pérdidas en las redes de agua o la infiltración en las redes de cloacas, pueden aportar una fracción importante del mismo que no debe ser trasladada automáticamente a los nuevos proyectos, pues deriva del inadecuado mantenimiento o del tipo de material utilizado en el sistema existente.

Si se denomina con  $Q_p$  al caudal debido a pérdidas o infiltración, el valor de  $\beta_2'$  definido en base a la medición de  $Q_A$  y  $Q_B$  en un sistema con problemas de redes sería:

$$\beta_2' = \frac{Q_A + Q_p}{Q_B + Q_p}$$

Representando un error respecto al valor real:

$$\epsilon(\%) = 100 \frac{\beta_2' - \beta_2}{\beta_2} = 100 \frac{\frac{Q_A + Q_p}{Q_B + Q_p} - \frac{Q_A}{Q_B}}{\frac{Q_A}{Q_B}}$$

$$\epsilon(\%) = 100 \left( \frac{Q_A + Q_p}{Q_B + Q_p} * \frac{Q_B}{Q_A} - 1 \right) = 100 \left( \frac{1 + Q_p/Q_A}{1 + Q_p/Q_B} - 1 \right)$$

Considerando que  $Q_B$  es el caudal mínimo diario anual, es muy probable que en un sistema típico de agua, por ejemplo,  $Q_p$  represente del 20% al 50% de aquél ( $Q_p/Q_B = 0,2$  a  $0,5$ ) y  $Q_A$  el 50% del mismo ( $Q_A/Q_B = 0,5$ , con lo que resultaría  $Q_p/Q_A = 0,4$  a  $1,0$ ).

Con estos valores, el error relativo  $\epsilon(\%)$  en la determinación de  $\beta_2$  puede ubicarse entre el + 17% y + 33%, lo que hace recomendable una evaluación previa de los caudales de pérdidas o infiltración antes de utilizar los caudales mínimos absolutos medidos.

#### 2.3.4.3.- Coeficientes a Adoptar si se Carece de Datos de Campo

Dado que generalmente se carece de datos de campo, es necesario fijar los rangos de valores a adoptar por el proyectista, para lo cual se analizarán previamente los factores que influyen en la elección de cada coeficiente.

El coeficiente máximo diario  $\alpha_1$  define el máximo apartamiento positivo, a lo largo de un día, respecto del caudal promedio anual. En un sistema de agua potable está definiendo la relación entre consumos de verano y consumos medios del año, razón por la cual suele vincularse a  $\alpha_1$  con la relación entre la temperatura media del día más cálido y la temperatura media anual de la localidad (o con la amplitud térmica de la misma, a falta de mayores datos).

Pero el consumo de verano de agua potable posee una porción importante de consumos externos a la vivienda (riego, lavado de patios y veredas, piletas, etc.), que no se vuelcan a cloacas, razón que determina que el coeficiente  $\alpha_1$  para cloacas resulte menor que su equivalente para agua y menos dependiente de la amplitud térmica, dado que el incremento del vuelco a cloacas en verano deriva fundamentalmente del mayor uso del agua de duchas e higiene personal y en menor proporción del lavado de ropas. El mayor componente del vuelco a cloacas, que es la descarga de inodoros, prácticamente no varía, o lo hace muy poco, con la temperatura. La diferencia entre el  $\alpha_1$  de cloacas y el de aguas suele ser mayor en zonas residenciales con jardín que en zonas de viviendas multifamiliares, de reducida actividad externa.

El coeficiente máximo horario  $\alpha_2$  en un sistema de agua está definido, fundamentalmente, por los siguientes factores:

- a - Tamaño de la localidad y uniformidad en el horario de actividades.
- b - Alta concentración de consumos específicos del verano en unas pocas horas del día (por ejemplo, horario de riego de jardines y huertas, en zonas residenciales).
- c - Grandes usuarios con consumos instantáneos elevados.

Si bien el segundo factor es consecuencia del primero (uniformidad de horarios) tiene poca influencia sobre el  $\alpha_2$  para cloacas, pues son caudales de agua que mayoritariamente no retornan por el alcantarillado.

En cambio, el tamaño de la localidad, la uniformidad de horarios y los vuelcos de grandes volúmenes puntuales influyen en los caudales cloacales de pico.

Las localidades más pequeñas, con vuelcos casi

exclusivamente domésticos, con comercios y actividades que se interrumpen al mediodía, generan altos picos horarios entre las 11:00 y las 14:00 horas. Dado que la red colectora es de pequeña extensión, no se evidencian retrasos por el tiempo de escurrimiento que atenúen los picos horarios.

Este esquema se repite en localidades grandes pero que conservan pautas uniformes de horarios (por ejemplo con gran porcentaje de población empleada en la administración pública, en un establecimiento importante, etc) por lo que es necesario separar la incidencia del tamaño de la población de la incidencia de la uniformidad de horarios. Esto significa que no sólo las poblaciones pequeñas presentan valores de  $\alpha_2$  elevados, ya que también pueden encontrarse en localidades más grandes, aún cuando en estos casos resulten un tanto atenuados por el mayor tiempo de escurrimiento que impone una red más extensa.

-Disminuciones importantes de  $\alpha_2$  por tamaño de localidad se aprecian, básicamente, en localidades que por su población, en general, exceden el marco de estas normas y donde la multiplicidad de actividades, más las descargas de oficinas, comercios e industrias, a los que se suma el tiempo de escurrimiento en un sistema colector extenso, terminan por desdibujar el típico pico horario abrupto, característico de los sistemas más pequeños.

En cuanto a los vuelcos de los pocos grandes usuarios que suelen tener estos sistemas cloacales, generalmente no se los incluye en el  $\alpha_2$ , sino que se los considera por separado, con sus propios máximos y mínimos.

El coeficiente mínimo diario  $\beta_1$ , en forma similar a  $\alpha_1$ , está influenciado por la amplitud térmica de la localidad (mucho menos en cloacas que en agua) y por el nivel que se acepte en las pérdidas de agua en las instalaciones internas de los usuarios que se vuelcan a cloacas (canillas de cocinas y baños y tanques de inodoro, generalmente).

Este coeficiente no debe incluir los caudales de infiltración, los que se tomarán por separado.

El coeficiente mínimo horario  $\beta_2$  define el mínimo caudal horario (generalmente nocturno) de vuelco del año, sin considerar la infiltración ni los grandes usuarios. El valor de ese caudal depende, fundamentalmente, de las pérdidas en las instalaciones de los usuarios. (domésticos y sanitarios de comercios e industrias), las que a su vez suelen depender de la gestión de la entidad responsable del servicio de agua. En general, este coeficiente aumenta con el tamaño de la población, debido, posiblemente, a que resultan menos eficientes las campañas de reducción de pérdidas a medida que aumenta la cantidad de usuarios.

En el cuadro 2.3.3 se han agrupado valores de coeficientes de caudal adoptados y medidos por diferentes

autores y organismos. Los valores asignados a Babbitt y Harmon, para  $\alpha = \alpha_1 * \alpha_2$ , surgen de las siguientes expresiones:

$$\alpha = \frac{5}{P^{0,2}} \quad \text{Babbitt}$$

$$\alpha = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{Harmon}$$

Donde P = población en miles de habitantes. A esta expresión se agrega otra similar a la de Babbitt, donde N representa directamente a la población en número de habitantes:

$$\alpha = \frac{7}{N^{0,1}} \quad \text{Flores}$$

Cuadro 2.3.3

Valores Usuales de Coeficientes de Caudal

Autores u Organismos	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha$	B1	B2	B
SNAP, Anteproyecto Normas Diseño Desagües Cloacales, 1984 (1)	2,0	1,5	3,0	0,67	0,5	0,33
Norma ABNT NBR-9649 (Brasil) (2)	1,2	1,5	1,8	-	-	0,5
Mediciones efectuadas en diversas localidades del Estado de San Pablo, Brasil	-	1,43 a 2,27	-	-	-	0,07 a 0,27
Babbitt/Harman/Flores						
1.000 habitantes	-	-	3,8 a 5,7	-	-	0,2 a 0,3
15.000 "	-	-	2,5 a 2,9	-	-	0,3 a 0,4
30.000 "	-	-	2,5	-	-	0,4
Planta Cloacal de Ames, Iowa, U.S.A. (3)						
44.000 habitantes (1974)	1,91	1,24 (*)	2,37 (*)	-	0,5 (*)	-
25.400 " (1956)	1,90	1,41 (*)	2,68 (*)	-	0,4 (*)	-

(\*) Medidos sobre curvas promedio anuales. El alcantarillado poseía serios problemas de incorporación de aguas de lluvia.

(1) Apparently incluyen los caudales de infiltración (no se aclara taxativamente)

(2) No incluyen los caudales de infiltración.

(3) Young J.C., Cleasby, J.L. y Bauman, E.R. Flow and load variations in treatment plant design.

Journal of Environmental Engineering Division, ASCE, Abril 1978.



Los valores calculados según estas expresiones se aprecian en el cuadro 2.3.4, observándose que la fórmula de Babbitt arroja valores de  $\alpha$  bastante mayores que las otras dos para poblaciones menores de 10.000 habitantes.

Cuadro 2.3.4

Valores de  $\alpha$

POBLACION (N° habitantes)	HARMON	BABBIT	FLORES
500	3,974	5,743	3,760
1000	3,800	5,000	3,508
2000	3,586	4,353	3,273
4000	3,333	3,789	3,054
6000	3,171	3,494	2,933
8000	3,050	3,299	2,849
10000	2,955	3,155	2,787
12500	2,858	3,017	2,725
15000	2,465	2,909	2,676
17500	2,416	2,821	2,635
20000	2,372	2,821	2,600
25000	2,555	2,627	2,543
30000	2,477	2,532	2,497
35000	2,412	2,456	2,459
40000	2,357	2,391	2,426
45000	2,307	2,335	2,398
50000	2,265	2,287	2,372

Respecto de  $\beta = \beta_1 * \beta_2$ , Babbitt propone directamente adoptar  $\beta = 1/\alpha$  para cada rango de población. Las expresiones anteriores se han graficado en la figura 2.3.3, adoptando para  $\beta$  el criterio de Babbitt.

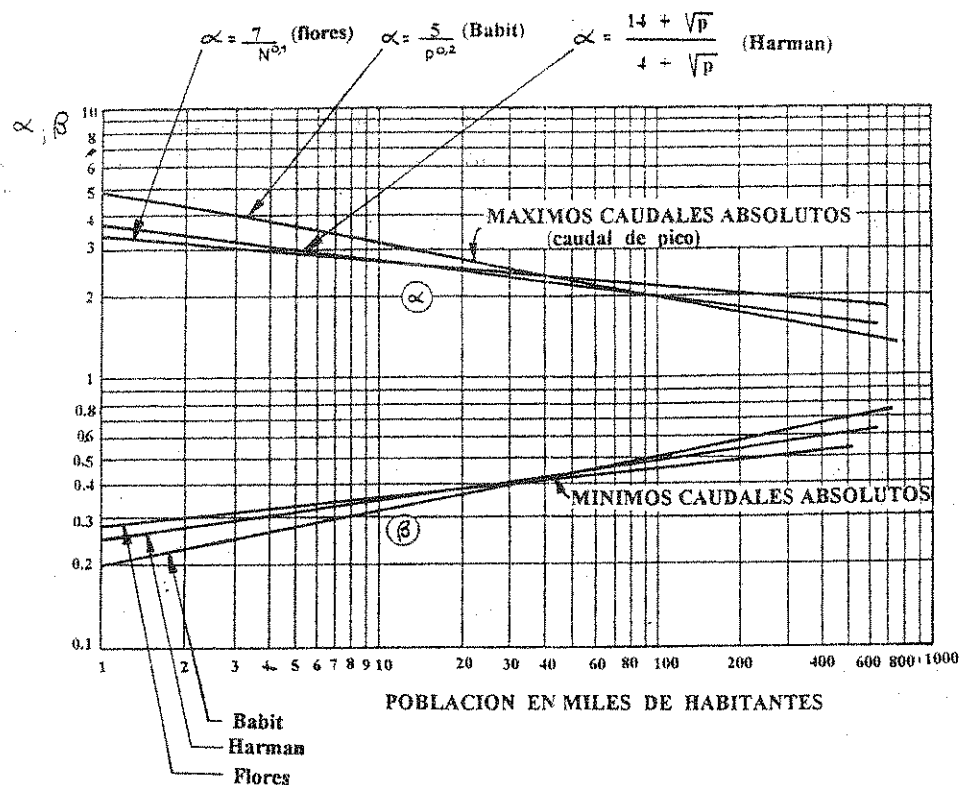


Figura 2.3.3

#### Expresiones matemáticas de $\alpha$ y $\beta$

Analizando los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  del cuadro 2.3.3, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- a - El coeficiente máximo diario de las normas SNAP ( $\alpha_1 = 2,0$ ) resulta excesivo de acuerdo con los restantes valores del cuadro 2.3.3 y también comparándolo con valores medidos en servicios de agua potable. Por su parte, el de las normas ABNT ( $\alpha_1 = 1,2$ ) se considera sumamente reducido como valor medio de diseño. Se considera más razonable un  $\alpha_1$  entre 1,3 y 1,4, que no comprenda infiltración ni aportes de grandes usuarios, valores que son compatibles con los observados en servicios de agua potable tomando en cuenta lo tratado en el numeral 2.3.5.2.
- b - El coeficiente máximo horario posee un valor  $\alpha_2 = 1,5$  en las normas SNAP y ABNT, valor que puede resultar reducido para localidades pequeñas. Se propone adoptar 1,5 como piso para el rango de 15.000 a 30.000 habitantes futuros, incrementándolo hasta 1,9 para las poblaciones menores. Este rango resulta compatible con el medido en San Pablo, Brasil (cuadro 2.3.3).

- c - El coeficiente  $\alpha = \alpha_1 * \alpha_2$  presenta un rango, en el cuadro 2.3.3, que va de 1,80 (ABNT), pasando por 3,0 (SNAP) hasta un máximo de 3,8 a 5,7 (Babbitt, Harman y Flores). Con valores de  $\alpha_1$  comprendidos entre 1,3 y 1,4, según se definieron en a) y con  $\alpha_2$  entre 1,5 y 1,9, según b), el valor de  $\alpha$  oscilaría entre 1,95 y 2,66, es decir superaría ligeramente a ABNT en el rango inferior, sin llegar a los valores propuestos por Babbitt, en el otro extremo.
- d - Respecto a  $\beta_1$  (coeficiente mínimo diario) sólo lo especifica la norma SNAP ( $\beta_1 = 0,67$ ). La norma ABNT directamente no lo especifica. El valor fijado en el anteproyecto de normas SNAP coincide con el extraído de mediciones en servicios de agua potable, por lo que prácticamente se lo mantiene, adoptando el rango de 0,60 a 0,70.
- e - El coeficiente mínimo horario definido por CoFAPyS posee el valor  $\beta_2 = 0,5$ , que coincide con las mediciones de Ames, USA (0,4 a 0,5) indicadas en el cuadro 2.3.3. Se adopta 0,6 para localidades mayores y 0,5 para las pequeñas.
- f - El coeficiente  $\beta = \beta_1 * \beta_2$  variará dentro de un rango de 0,30 a 0,42 con los valores anteriores. Este rango es ligeramente inferior al valor recomendado por ABNT y se encuentra por arriba de los valores medidos en San Pablo.

En el cuadro 2.3.5 se resumen los valores de los coeficientes de caudal propuestos para las nuevas normas CoFAPyS. Estos coeficientes no incluyen el efecto de los caudales de infiltración ni de los vuelcos de grandes usuarios, los que deberán ser considerados por separado al definir los valores de los caudales característicos para cada proyecto.

Cuadro 2.3.5  
Valores recomendados para las normas CoFAPyS

Población servida	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta$
$500 \text{ h} \leq P_s \leq 3.000 \text{ h}$	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
$3.000 \text{ h} < P_s \leq 15.000 \text{ h}$	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
$15.000 \text{ h} < P_s \leq 30.000 \text{ h}$	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Nota: Estos coeficientes no incluyen infiltración ni aportes de grandes usuarios.

Los coeficientes de caudal adoptados para cada año del proyecto se seleccionarán en función de la población servida prevista para dicho año, de acuerdo con los valores del cuadro 2.3.5.

## 2.3.5.- Caudales de Diseño

### 2.3.5.1.- Composición de los Caudales de Diseño

Cada uno de los caudales característicos definidos en 2.3.1.2 estará integrado por los siguientes aportes:

- a - Caudales originados en el vuelco de los usuarios domésticos y de pequeños comercios e industrias.
- b - Caudales debidos a la infiltración en las cañerías y cámaras, salvo que se demuestre la inexistencia de los mismos.
- c - Caudales singulares volcados por grandes usuarios.

El caudal medio diario que descargará la cloaca máxima en la planta de tratamiento, en el año n, estará entonces integrado por:

$$Q_{Cn} = Q_{Cn'} + I_n + \Sigma Q_{SCn}$$

Donde:

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

$Q_{Cn'}$  = ídem anterior, pero debido exclusivamente a usuarios domésticos y pequeños comercios e industrias.

$I_n$  = caudal aportado por la infiltración para el año n.

$\Sigma Q_{SCn}$  = sumatoria de los caudales medios diarios aportados por los grandes usuarios, para el año n.

### 2.3.5.2.- Caudal Medio Diario debido al Vuelco de Usuarios Domésticos ( $Q_{Cn'}$ )

Los caudales medios diarios  $Q_{Cn'}$  debidos a los usuarios domésticos y a pequeñas industrias, comercios y oficinas se calculan en base a las expresiones (1) y (2) para cualquier año n del período de diseño:

$$Q_{Cn'} = P_{sn} * q_{cn} = P_{sn} * \phi * \delta_{cn}$$

Donde:

$Q_{Cn'}$  = caudal medio diario para el año n debido a usuarios domésticos ( $m^3/d$ )

$P_{sn}$  = población servida con cloacas para el año n (habitantes, incluye la población equivalente de pequeños comercios e industrias)

$q_{cn}$  = vuelco medio diario per cápita para el año n ( $m^3/hab*d$ )

$\phi$  = coeficiente de retorno de agua

$\delta_{cn}$  = dotación media de agua para el año n ( $m^3/hab \cdot d$ )

### 2.3.5.3.- Caudales Máximos y Mínimos

Según lo especificado en el numeral 2.3.4.3, los coeficientes de caudal se aplicarán sólo sobre el vuelco doméstico ( $Q_{Cn}'$ ), sin incluir infiltración ni vuelcos singulares. De acuerdo con esto, los caudales mínimos y máximos para el año n quedarán definidos por las siguientes expresiones:

$$Q_{An} = \beta * Q_{Cn}' + I_n + \Sigma Q_{SAn} \quad \text{Caudal mínimo horario}$$

$$Q_{Bn} = \beta_1 * Q_{Cn}' + I_n + \Sigma Q_{SBn} \quad \text{Caudal mínimo diario}$$

$$Q_{Dn} = \alpha_1 * Q_{Cn}' + I_n + \Sigma Q_{SDn} \quad \text{Caudal máximo diario}$$

$$Q_{En} = \alpha * Q_{Cn}' + I_n + \Sigma Q_{SEn} \quad \text{Caudal máximo horario}$$

Respecto a los caudales singulares  $Q_s$  que puedan volcar los grandes usuarios al alcantarillado, habitualmente no podrá contarse con datos suficientes para pronosticar con razonable precisión los valores máximos y mínimos de estos vuelcos y su variación a lo largo del período de diseño. En esos casos, el proyectista deberá procurar recoger los datos que le permitan fundamentar una hipótesis de variación de esos caudales entre los máximos y mínimos anuales y de evolución de los caudales medios anuales de vuelco dentro del período de diseño.

En cuanto al criterio a seguir para establecer cuándo debe considerarse a una descarga como concentrada, se ha optado por referirla a la conexión domiciliar típica de consumo doméstico de la localidad, asumiendo como concentrada a toda aquella que se prevé volcará un caudal máximo horario a 20 años,  $Q_{SE20}$ , igual o mayor a 5 veces el caudal máximo horario final  $q_{E20}$  de esa conexión típica. Este último caudal se calcula en base a la siguiente expresión:

$$Q_{SE20} \geq \frac{5 * \alpha * q_{C20} * dv}{86400}$$

Siendo:

$Q_{SE20}$  = caudal máximo horario final previsto para la conexión (L/s)

$\alpha$  = coeficiente total máximo horario

$q_{C20}$  = vuelco medio diario per cápita para el año 20  
(L/hab\*d)

$dv$  = densidad promedio de habitantes por vivienda de la  
localidad (hab/viv)

Este criterio se considera de aplicación más sencilla que los que califican a  $Q_{SE20}$  en base a un porcentaje del caudal transportado por el tramo de colectoras al que descarga, ya que este último método resulta más complicado para el proyectista (requiere un cálculo previo de los caudales distribuidos conducidos por cada tramo)

En todos los casos, deberá limitarse el caudal máximo horario de vuelco, para reducir los efectos de grandes descargas singulares instantáneas, reglamentando, para los grandes usuarios, un límite en el caudal máximo horario de vuelco (por ejemplo, no más de 1,5 veces el caudal medio anual comprometido por el usuario).

Respecto a los caudales debidos a la infiltración de aguas subterráneas, el tema se trata en el Capítulo 8, Redes Colectoras

#### 2.3.5.4.- Caudales Mínimos de Autolimpieza

En diversas partes del sistema cloacal existe el riesgo de sedimentación de sólidos que gradualmente pueden producir el embanque u obstrucción de las cañerías, canales o unidades de tratamiento.

Un criterio conservador, para evitar este riesgo, consiste en asegurar que en ningún momento del período de diseño, en esas partes críticas del sistema, los caudales estén por debajo de los llamados "caudales de autolimpieza" (caudales mínimos que aseguran el arrastre de sólidos).

Sin embargo, diseñar en base a este criterio, tropieza con la gran amplitud que suele existir entre el caudal máximo de diseño (generalmente  $Q_{E20}$  o próximo a éste) y el caudal mínimo de autolimpieza (coincidente con  $Q_{A0}$ , si se adopta el criterio conservador). Por ejemplo, para una población típica de 15.000 habitantes futuros, con una tasa anual de crecimiento constante del 0,3% anual, que determina una relación  $Q_{C20} / Q_{C0} = 1,81$  en 20 años y de acuerdo con los valores del cuadro 2.3.5, se obtendría:

$$Q_{A0} = B * Q_{C0} = 0,35 * Q_{C0}$$

$$Q_{E20} = \alpha * Q_{C20} = 2,38 * Q_{C20}$$

$$Q_{C20} = 1,81 * Q_{C0}$$

De donde resulta:

$$\frac{Q_{E20}}{Q_{A0}} = \frac{2,38 * 1,81}{0,35} = 12,3$$

Evidentemente, diseñar unidades de conducción y tratamiento con capacidad para  $Q_{E20}$  y que además verifiquen autolimpieza para  $Q_{A0}$ , que es más de 12 veces menor, trae aparejado problemas de diseño y la necesidad de utilizar varias unidades para cumplir con ambas condiciones (suele ocurrir con los sistemas de rejillas, por ejemplo).

Por tal razón, la tendencia actual es la de asegurar, en aquellas unidades donde esto no perjudique su funcionamiento, que durante todo el período de diseño exista por lo menos una hora del día donde los caudales sean suficientes para arrastrar los sedimentos que pudieron depositarse durante el resto de la jornada.

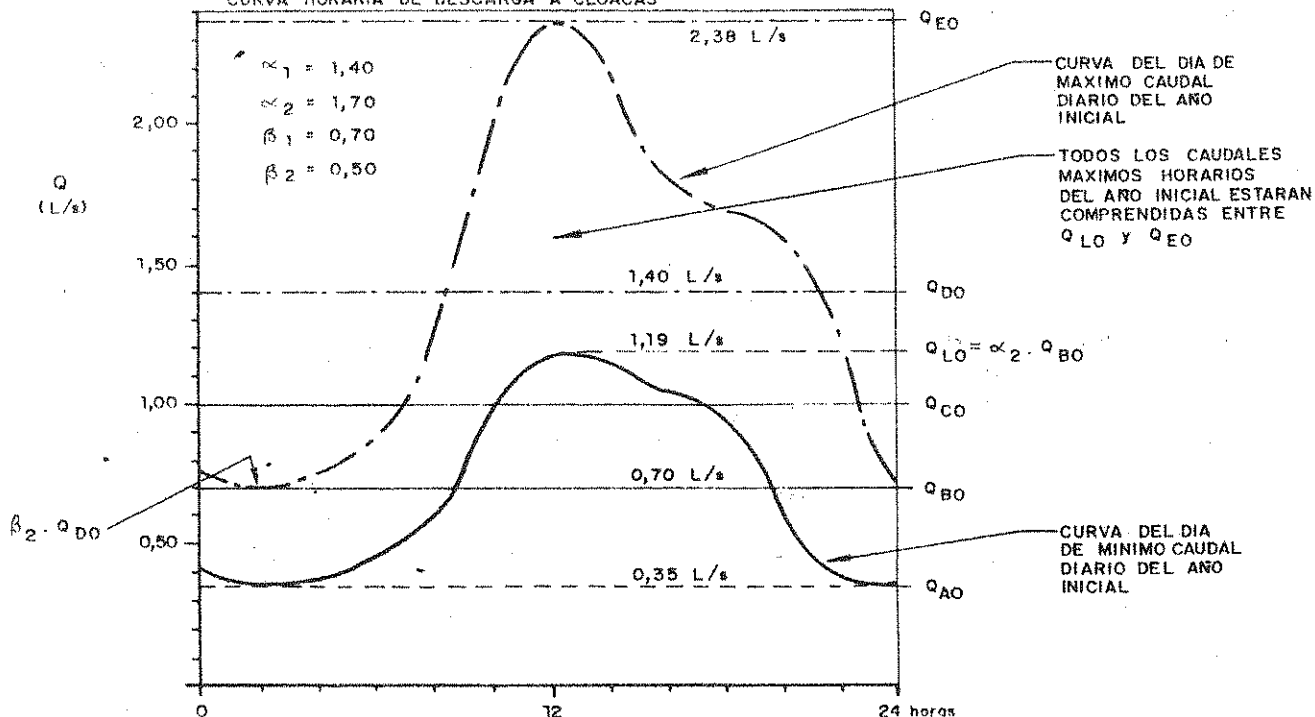
Este caudal mínimo de autolimpieza sería el máximo horario del día de menor caudal del año inicial.

El caudal mínimo diario del año inicial no es otro que  $Q_{B0}$  que, como puede apreciarse en la figura 2.3.4, es el caudal medio del día de menor vuelco del año inicial. Para determinar el máximo horario de ese día basta con multiplicar al valor medio  $Q_{B0}$  por  $\alpha_2$ , coeficiente que relaciona el máximo horario de un día con el caudal medio de ese día ( $\alpha_2 = Q_E/Q_D$  para el día de mayor consumo, por ejemplo). De acuerdo con esto, el caudal mínimo de autolimpieza estará expresado por:

$$Q_{L0} = \alpha_2 * Q_{B0} = \alpha_2 * \beta_1 * Q_{C0}$$

Como se observa en la figura 2.3.4, aplicando a un caudal medio diario inicial  $Q_{C0} = 1,00$  L/s los coeficientes para 15.000 habitantes del cuadro 2.3.5, resulta un  $Q_{L0} = 1,19$  L/s (máximo horario del día de menor vuelco del año). Si se diseñan las unidades asegurando que se produzca el arrastre de sólidos con este caudal, se está asegurando que todos los días del período de diseño existirán caudales horarios suficientes para arrastrar los sedimentos depositados durante el resto de la jornada y mayor será la cantidad de horas diarias en que esto ocurra, a medida que transcurran los años del período de diseño.

CURVA HORARIA DE DESCARGA A CLOACAS



$$Q_{EO} = \alpha_1 * \alpha_2 * Q_{CO} = 1,40 * 1,70 * 1,00 = 2,38 \text{ L/s}$$

$$Q_{DO} = \alpha_1 * Q_{CO} = 1,40 * 1,00 = 1,40 \text{ L/s}$$

$$Q_{CO} = 1,00 \text{ L/s}$$

$$Q_{BO} = \beta_1 * Q_{CO} = 0,70 * 1,00 = 0,70 \text{ L/s}$$

$$Q_{AO} = \beta_1 * \beta_2 * Q_{CO} = 0,70 * 0,50 * 1,00 = 0,35 \text{ L/s}$$

$$Q_{LO} = \alpha_2 * Q_{BO} = 1,70 * 0,70 = 1,19 \text{ L/s}$$

Caudal mínimo de autolimpieza

Figura 2.3.4  
Definición del caudal mínimo de autolimpieza  
(Ejemplo numérico)

Efectuando la relación entre  $Q_{E20}$  y  $Q_{L0}$ , se observa que la relación entre caudales extremos de diseño se reduce ahora a:

$$\frac{Q_{E20}}{Q_{L0}} = \frac{\alpha * 1,81}{\alpha_2 * \beta_1} = \frac{2,38 * 1,81}{1,70 * 0,70} = 3,62$$



#### 2.3.5.5.- Caudal Máximo para Diseño Hidráulico

En la figura 2.3.5, se aprecian las curvas horarias extremas previstas para un sistema cloacal típico, con un caudal medio inicial  $Q_{C0} = 1,00$  L/s, un período de diseño de 20 años y un crecimiento demográfico del 0,3% anual que determina una relación  $Q_{C20}/Q_{C0} = 1,81$ .

Como es lógico, el máximo caudal instantáneo de todo el período será el máximo horario final  $Q_{E20}$  (4,31 L/s en este ejemplo), por lo que deberán tener capacidad para conducirlo sin desbordes u otros problemas, tanto la cloaca máxima como las unidades de tratamiento que no posean volúmenes suficientes para regulación y las conducciones de la planta de tratamiento no alimentadas desde volúmenes de regulación.

En consecuencia, en todas las conducciones y unidades de tratamiento descriptas en el párrafo anterior, se verificarán para  $Q_{E20}$  los tirantes líquidos máximos, las revanchas hasta los coronamientos de los muros y, en general, los parámetros hidráulicos vinculados con la capacidad de conducción. El perfil hidráulico de las plantas de tratamiento se calculará para  $Q_{E20}$ .

#### 2.3.5.6.- Caudales Máximos para Tratamientos

En el proyecto de los distintos procesos de tratamiento, es necesario definir caudales máximos de diseño, para los cuales se deben cumplir las condiciones de calidad del efluente tratado.

En unidades de tratamiento de gran volumen de almacenamiento, como las lagunas aeradas y las facultativas (con varios días de permanencia), el efecto de las variaciones horarias de caudal es atenuado por la regulación que impone el volumen embalsado. En esos casos, en los que el tiempo de residencia hidráulica total del sistema de tratamiento suele ser mayor a una semana, resulta razonable diseñar el proceso para el caudal medio diario final  $Q_{C20}$  y verificar el perfil hidráulico para  $Q_{D20}$ .

Pero en unidades de corta permanencia hidráulica, como sedimentadores, por ejemplo, donde no se superan las 2 horas en la mayoría de los casos, las variaciones horarias de caudal pueden influir en la calidad del efluente de la unidad.

En consecuencia, si el criterio de diseño es mantener la calidad de salida durante todas las horas del período de diseño, deberá proyectarse el proceso para que cumpla con los parámetros de calidad con un caudal igual a  $Q_{E20}$ .

# CURVAS HORARIAS DE DESCARGA A CLOACAS

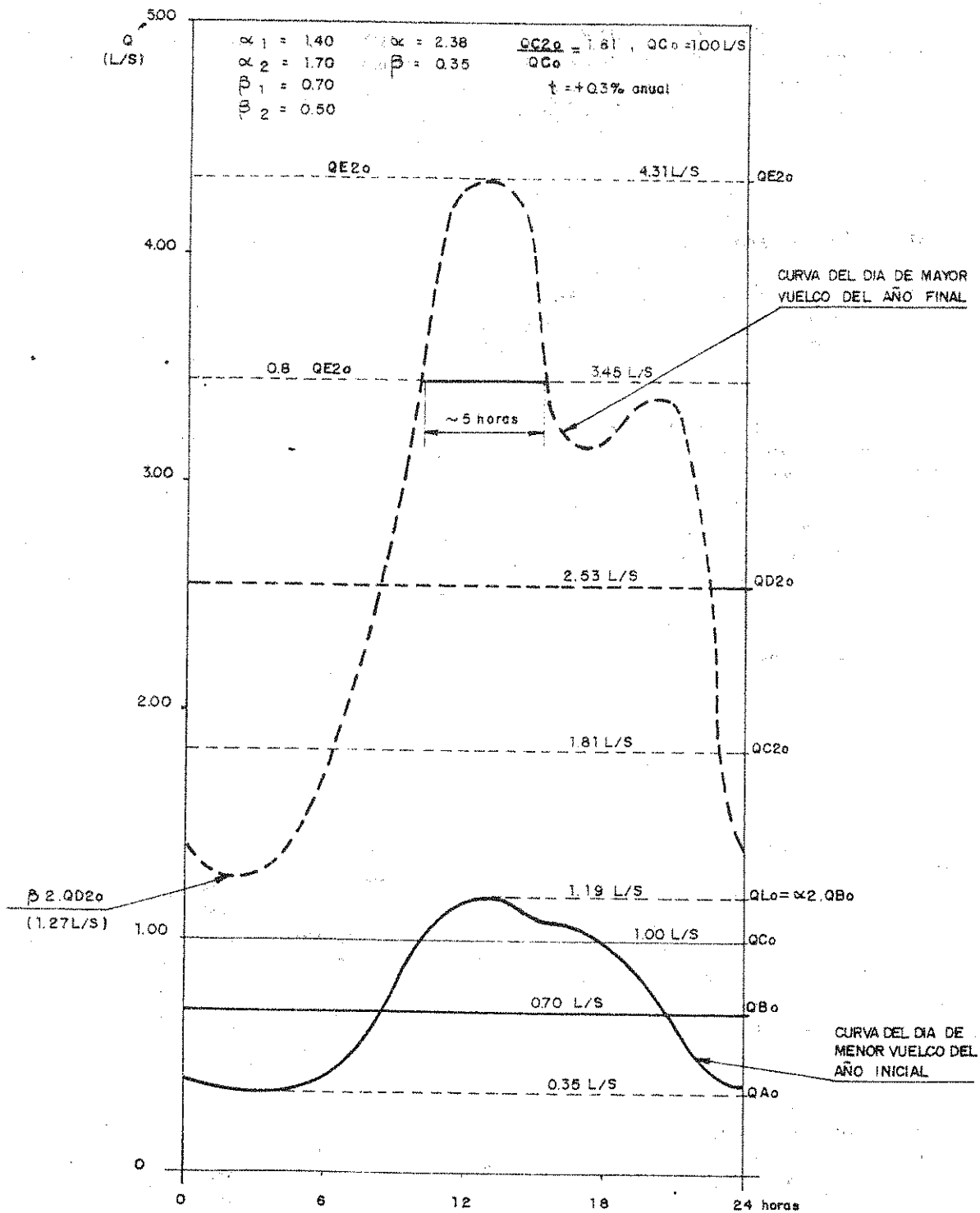


Figura 2.3.5

Curvas horarias externas de un sistema cloacal  
(Ejemplo numérico)

Sin embargo, debe tomarse en cuenta que de cumplirse las hipótesis asumidas para el proyecto, el caudal  $Q_{E20}$  circulará solamente durante una hora del último año del período de diseño (es decir, estaríamos diseñando para una sola hora de un período de 20 años).

Este hecho lleva a reconsiderar este criterio de diseño, que incide sobre la economicidad del proyecto, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a - Si el cuerpo receptor puede aceptar una calidad de vuelco ligeramente inferior durante unas pocas horas de los días de mayor vuelco del último año, toda la planta de tratamiento puede diseñarse para un caudal de proceso menor que  $Q_{E20}$ .
- b - Si fuera necesario mantener permanentemente la calidad del efluente tratado, entonces, pueden diseñarse para caudales máximos inferiores a  $Q_{E20}$ , las unidades intermedias de tratamiento, dado que las alteraciones transitorias de calidad podrán ser absorbidas por las unidades siguientes.

De optarse por el criterio expuesto en b), unidades tales como rejillas, desarenadores y sedimentadores primarios, podrían diseñarse aceptando un desmejoramiento de la calidad de salida durante unas pocas horas del día de mayor vuelco del año final.

Respecto del caudal máximo para el cual deberían cumplirse las condiciones de calidad de salida de esas unidades, analizando la forma de las curvas típicas de vuelco cloacal, puede estimarse que un valor del 80% de  $Q_{E20}$  representaría un caudal que sería superado sólo durante 4 a 7 horas del día de mayor vuelco del año final, intervalo que se reduce para los restantes días del verano de ese año (ver figura 2.3.3).

Según lo expresado en párrafos anteriores, dicho intervalo no resulta excesivo para aplicarlo a esos criterios de diseño, razón por la cual un valor de caudal en el entorno de  $0,8 * Q_{E20}$  podría resultar un valor razonable para la verificación de cargas orgánicas e hidráulicas, tiempos de residencia hidráulica, velocidades máximas, etc., para los casos mencionados en los puntos a) y b) de este mismo numeral.

En cada caso, será necesario un análisis integral del conjunto planta de tratamiento - cuerpo receptor, para definir el criterio a seguir y justificar la adopción de un porcentaje dado de  $Q_{E20}$  como caudal máximo de diseño. Por esta causa, no se establece en la norma el valor de dicho porcentaje, quedando la posibilidad de aplicación de este criterio a consideración del COFAPYS, en función de las características del proyecto.

### 2.3.6.- Validez de los Caudales de Diseño

Es importante tomar en cuenta que los caudales futuros que se adopten para un proyecto poseen una validez relativa, dado que las hipótesis de evolución de caudales y sus valores máximos futuros son solamente eso: hipótesis sobre lo que pasará dentro de 20 años, sustentadas por el análisis de los datos recopilados para el proyecto.

Dentro de ese marco, las pautas que se pretenden normatizar buscan establecer rangos de coeficientes de caudal y criterios para caudales característicos que resulten razonables a la luz de la experiencia informada por diversos autores.

Los valores que resulten de su aplicación podrán resultar excesivos o deficitarios, ya sea debido a la formulación de hipótesis erróneas, a la adopción de coeficientes inadecuados o por efecto de hechos imprevisibles en el momento del proyecto y que bien pueden ocurrir durante los 20 años del período de diseño.

De todas maneras y a pesar de estas limitaciones, una adecuada evaluación de los factores que incidirán sobre la evolución de la población y de la planta urbana, junto con el análisis de los consumos y usos del agua, continúan siendo los elementos fundamentales para mejorar la validez de las hipótesis que se formulen.

## 2.4.- ECONOMICIDAD DEL PROYECTO

### 2.4.1.- Aspectos Económicos del Proyecto

La eficaz asignación de los recursos económicos disponibles para un programa de alcantarillado cloacal, requiere que los proyectos se ejecuten atendiendo, además de la factibilidad y eficiencia técnica, a los aspectos económicos y financieros relacionados con los mismos.

Esto obliga, necesariamente, a establecer criterios de análisis para la selección de las soluciones a adoptar, que involucren tanto el planteo general del diseño, como la elección del tipo de tratamiento, los materiales, el método constructivo, etc.

En líneas generales, el flujo de egresos monetarios que demandará un proyecto, durante el período de diseño (fondos para construcción, operación y mantenimiento) dependerá de los siguientes aspectos:

- a) Niveles de servicio asignados a los usuarios.
- b) Configuración general del sistema.
- c) Soluciones tecnológicas adoptadas.
- d) Programación de las etapas de construcción.
- e) Eficiencia del prestatario del servicio en la asignación de los recursos monetarios, humanos y de materiales y equipos.

A su vez, el flujo de ingresos monetarios que experimentará el proyecto, durante el mismo período, dependerá de:

- f) Nivel de tasas o tarifas establecido para el servicio.
- g) Índice de cobranzas (relación cobranzas/facturación)
- h) Beneficios adicionales que puedan existir (venta del efluente tratado para riego, explotación forestal a cargo del prestatario, etc.)

Se observa que la actividad del proyectista está relacionada con los aspectos identificados por los puntos b), c), d) y h), es decir, con gran parte de los costos y con una parte de los beneficios que puede incluir el proyecto.

Las normas de diseño, en consecuencia, tendrán en cuenta, además de los aspectos técnicos, los aspectos económicos y financieros vinculados con los puntos mencionados en el párrafo anterior, los que deberán ser considerados por el proyectista para seleccionar, entre las

soluciones técnicamente factibles, aquella de menor costo (tanto de inversión como de explotación) que pueda aportar los mayores beneficios adicionales.

#### 2.4.2.- Aspectos Económicos a Analizar por el Proyectista

Los niveles de servicio asignados a los usuarios mencionados en el punto a), en realidad configuran un dato para el proyectista (ver capítulo 3, Nivel de Servicio), obtenido a través de la encuesta socioeconómica. En base a ese dato y al análisis de la evolución de la población futura y su distribución espacial, el proyectista definirá, por ejemplo, los usuarios a servir con redes, cámara séptica y pozo absorbente, letrinas, etc., en la obra de primera ejecución y planteará las hipótesis de evolución futura de los distintos niveles de servicios. Este tema, como se observa, se desarrolla en base a los datos extraídos de la encuesta socioeconómica y por lo tanto no brinda demasiada flexibilidad para la aplicación de criterios de economicidad por parte del proyectista.

Respecto de los puntos e), f) y g), se trata de temas que dependen de terceros ajenos al proyecto y por lo tanto no corresponden ser tratados en una norma de diseño.

En cambio, la configuración general del sistema, mencionada en el punto b), así como las soluciones tecnológicas adoptadas, correspondientes al punto c) deberán ser definidas por el proyectista, incorporando criterios de economicidad a la selección de las mismas. La configuración y las tecnologías a adoptar involucran aspectos que van desde la definición de las trazas de las conducciones y la implantación de las obras, hasta la elección del tratamiento, de los materiales y del método constructivo, aspectos todos que inciden tanto en el costo de inversión como en los costos de operación y mantenimiento.

Por otra parte, la programación de las obras por etapas mencionada en el punto d), deberá ser analizada por el proyectista en función del crecimiento demográfico, de la demanda de servicios que ejerza la comunidad y desde una óptica económico-financiera, buscando optimizar el flujo de fondos del proyecto durante el período de diseño (oportunidad en que deberá realizarse cada inversión). De este análisis global surgirá, entre otras cosas, el tamaño de cada módulo de la planta de tratamiento, la cantidad y capacidad de los equipos de bombeo.

Finalmente, el análisis de los beneficios adicionales cuantificables que puedan incorporarse al proyecto, según el punto 2.4.1.h), deberá efectuarse atendiendo a la generación de ingresos monetarios directos (venta de efluente para riego, desarrollo de una explotación forestal, etc.).

#### 2.4.3.- Metodología de Selección de la Solución más Conveniente

La eficaz asignación de los recursos económicos mencionada en 2.4.1 requiere que de las soluciones técnicamente factibles se seleccione aquella económicamente más conveniente. Esto exige un adecuado análisis económico comparativo de las soluciones técnicas identificadas que incluya los costos y beneficios de cada una y el análisis del flujo de fondos a lo largo del período de diseño.

El procedimiento de identificación y selección de estas soluciones se establece en la Norma 1, Presentación de Proyectos, para las CONFIGURACIONES y ALTERNATIVAS.

Las Configuraciones, según se detalla en la norma mencionada, definen el planteo general del sistema y la población futura a servir. Dado que las distintas Configuraciones pueden servir a distintos números de habitantes, la comparación necesariamente deberá efectuarse en base a costos per cápita, tomando en cuenta en la comparación el impacto ambiental que produce cada una.

Una vez seleccionada la Configuración a adoptar se plantearán las distintas Alternativas correspondientes a las opciones tecnológicas a emplear en el proyecto. Dado que las alternativas de una misma Configuración sirven a igual cantidad de usuarios, ya no es necesario utilizar costos per cápita, pudiendo realizarse la selección de alternativas en base al valor presente neto de los costos totales (inversión, operación y mantenimiento) calculado sobre el flujo de egresos a lo largo de todo el período de diseño, tomando en cuenta para la comparación también los beneficios adicionales (venta de efluentes para riego, por ejemplo).

#### 2.4.4.- Análisis Comparativo de Configuraciones

Para la selección de la Configuración más conveniente debe utilizarse un método basado en la comparación de costos por habitante servido, dado que puede ocurrir que no todas las Configuraciones propuestas sirven al mismo número de habitantes. El indicador más adecuado para un análisis de este tipo sería el Promedio de Costos Incrementales per-cápita (PCI), expresado por:

$$PCI_T = \frac{[VPN(r) (C_t + O_t)]}{[VPN(r) (P_t)]}$$

Siendo:

$PCI_T$  = promedio de Costos Incrementales per-cápita para el período de diseño

$T$  = período de diseño o vida útil del sistema planteado  
(20 años en nuestro caso)

$r$  = costo anual del capital (tasa anual de interés),  
según el mercado

$C_t$  = costo anual de construcción, para cada año  
considerado

$O_t$  = costo anual operativo, para cada año considerado

$P_t$  = población beneficiada para cada año considerado,  
(expresada como incremento anual de la población  
servida)

$VPN(r) (C_t + O_t)$  = valor presente neto a la tasa  $r$  y para el  
período  $T$ , de los costos totales anuales  
de construcción y operación

$VPN(r) (P_t)$  = valor presente neto a la tasa  $r$  y para el  
período  $T$ , de los incrementos de población  
anual servida

En caso de preverse más de un nivel de servicio  
dentro de la misma configuración, deberá calcularse el  $PCI_T$   
para cada nivel, con su correspondiente población  
beneficiada. El  $PCI$  del conjunto surgirá del promedio  
ponderado de los  $PCI_T$  en función del peso de la población  
beneficiada con cada nivel (ver ejemplo en 2.4.8.).

Cuando se consideren beneficios por reusos  
posteriores del líquido tratado, los ingresos originados por  
la venta del mismo para tal fin, o los correspondientes  
costos de sustitución, deben ser sumados algebraicamente (con  
signo negativo) con los costos totales. No siempre el  
proyectista estará en condiciones de conocer acabadamente los  
ingresos que pueden originarse por la venta del líquido  
tratado, para reusos posteriores, pero sí podrá evaluar  
cuáles son los costos de sustitución que debería afrontar un  
potencial usuario de ese líquido para lograr los mismos fines  
pero utilizando otra fuente (por ejemplo canon de riego,  
explotación de agua subterránea, etc.). En ese caso, el  
numerador de la expresión del  $PCI$  tomará la forma:

$$[VPN(r) (C_t + O_t - I_t)]$$

Siendo:

$I_t$  = ingresos anuales originados por la venta del  
líquido tratado o costos de sustitución originados  
en su uso, para cada año considerado.



#### 2.4.5.- Análisis Comparativo de Alternativas

Para la selección de la Alternativa más conveniente, dentro de la Configuración adoptada, dado que la población a servir es la misma para todas ellas, el análisis comparativo podrá efectuarse en base al Valor Presente Neto de los Costos Totales Anuales (inversión, operación y mantenimiento) calculado para todo el período de diseño, incorporando los ingresos o costos de sustitución que correspondan:

$$VPN(r) = \frac{\sum_{t=1}^{t=T} (C_t + O_t - I_t)}{(1+r)^{t-1}}$$

- Expresión para la que es válida la misma nomenclatura descripta en 2.4.4.

#### 2.4.6.- Aspectos a Tomar en Cuenta para Mejorar la Economicidad del Proyecto

##### 2.4.6.1.- Nuevas Tecnologías

Investigaciones realizadas en los dos últimos decenios, tendientes a lograr una sensible disminución de costos, han introducido acertadamente nuevas tecnologías aplicables, las que pretenden que:

- Un mayor número de beneficiarios sean alcanzados por el servicio.
- Los costos de construcción y operación ofrezcan ventajas relativas significativas frente a sistemas tradicionales.
- La operación y mantenimiento de los sistemas se vea notablemente simplificada.
- Las tarifas resultantes sean accesibles a los usuarios.
- Las tecnologías de construcción permitan una activa participación de los futuros usuarios durante el proceso de ejecución de las obras, como forma concreta de efectivizar su aporte.
- Los sistemas ofrezcan prestaciones equivalentes o mejores que las logradas con los sistemas tradicionales.
- La ampliación progresiva del ámbito de aplicación cree condiciones favorables en el mercado, de manera tal que se incentive la investigación, experimentación y aplicación de nuevas tecnologías, tanto de procesos como de materiales.

De acuerdo con lo anterior, las nuevas tecnologías de bajo costo constituyen una herramienta interesante para mejorar los aspectos económicos del diseño. En todos los casos las tecnologías propuestas deberán haber sido verificadas exitosamente a escala real.

#### 2.4.6.2.- Evolución del Sistema

No todos los usuarios presentan iguales condiciones sociales y económicas, de tal manera que sea factible aplicar las mismas soluciones. En algunos casos, razones económicas y/o pautas socio-culturales hacen necesario partir de un nivel bajo de servicios y establecer una progresiva mejora en el mismo.

Este criterio de gradualismo está relacionado con el punto d) de 2.4.1 y con la necesidad de prever, en el planteo básico de las soluciones, la evolución de los niveles de servicio, tratando de que puedan aprovecharse al máximo las obras construídas para un dado nivel, cuando se accede a otro superior.

Un aspecto importante a tomar en cuenta en el análisis de sistemas evolutivos, es la continuidad de la prestación. Cuando se concretan mejoras, las que implican en general obras nuevas, debe asegurarse la interrupción del servicio por el más breve lapso posible, para lo que deben inicialmente tomarse los recaudos necesarios mediante la adecuada disposición de unidades, facilidad de interconexiones y en algunos casos, prestaciones sustitutivas mientras se ejecutan los trabajos.

La flexibilidad de adecuación a los requerimientos progresivos debe poder materializarse en base a incorporaciones sucesivas, cambios en las prestaciones y mejoras operacionales.

El sistema a aplicar no puede contemplar sólo el estado último de demanda. Obviamente, tampoco puede considerarse únicamente el estado inicial. El crecimiento progresivo debe basarse en:

- a) Etapas constructivas, las que estarán separadas en el tiempo en lapsos que dependen de la tecnología empleada, de las unidades interesadas y de la evolución prevista del servicio.
- b) La posibilidad de acceder a nuevas tecnologías. Si bién es difícil prever evoluciones en este sentido, debe abrirse la posibilidad, con criterio amplio y receptivo.

#### 2.4.6.3.- Metodología a Seguir en el Proyecto

La metodología a seguir por el proyectista para mejorar los aspectos económicos del proyecto, apuntará a definir qué tecnología es aplicable, al menor costo posible, para alcanzar el nivel de servicio predefinido, qué posibilidades de gradualismo tiene cada alternativas propuesta, y de qué manera es factible la utilización e incorporación de nuevas tecnologías.

Para ello, es necesario identificar las tecnologías aplicables, prever la evolución del sistema hasta alcanzar el requerimiento de servicio planteado, y finalmente evaluar cada una de las Configuraciones mediante un método (PCI) cuyo resultado indique cuál es el sistema mas económico posible para satisfacer la propuesta inicial.

#### 2.4.7.- Evaluación de Costos

Son tres las principios básicos sobre los cuales debe apoyarse el análisis de costos:

- 1º) Debe analizarse y considerarse la totalidad de los costos involucrados. No sólo aquellos costos que impacten directamente en el precio de la obra y la tarifa, sino también los costos indirectos que deban ser asumidos por la comunidad beneficiaria o la autoridad de aplicación (por ejemplo promoción comunitaria, educación sanitaria, ingeniería de proyecto, ingeniería de obra, etc.).
- 2º) Los costos deben ser reales y actualizados. Debe ser cuidadosamente estudiada el área y verificados los costos locales actuales.
- 3º) Debe introducirse la tasa de incremento histórico para los servicios afectados, sobre la base de antecedentes de la localidad en estudio u otras de características similares. Es de esperar aumentos significativos en el consumo del agua, por ejemplo, cuando se implementa un servicio de desagües cloacales. Ello da lugar a dos consideraciones:
  - a) Posibles inversiones en obras de ampliación del sistema de captación, tratamiento y distribución de agua potable, como consecuencia de mayores consumos.
  - b) Posibles aumentos en el monto que mensualmente deberán pagar los usuarios por incrementos en el consumo de agua.

El análisis final, aplicando los tres principios básicos enunciados no es tarea sencilla, ya que cada alternativa plantea la necesidad de un minucioso estudio, antes de conformar los costos involucrados. No obstante ello, es necesario aproximarlos tanto como sea posible con el objeto de alcanzar una definición sobre cual es la solución aceptable.

Para evaluar todos los costos, tal como requiere el 1º principio, puede recurrirse a índices porcentuales, aplicables al costo total de la obra, con el objeto de establecer costos anuales indirectos tales como costos de reparación, mantenimiento preventivo, depreciaciones, administración, etc. Estos índices son generalmente variables en función del tamaño de la localidad, por lo que el porcentaje suele ser decreciente a medida que aumenta la población beneficiada.

El 2º principio se logra a través del conocimiento de la realidad local, utilizando los precios de mano de obra y materiales locales disponibles y estableciendo comparaciones con otros mercados conocidos.

El 3º principio se debe orientar, fundamentalmente, al servicio de agua potable local. La bibliografía y experiencia servirán de base para conocer, aproximadamente, cuáles pueden ser los requerimientos de inversiones futuras en tal sentido, derivadas exclusivamente de demandas de aumento de capacidad del servicio por disponibilidad del servicio cloacal. Una comparación entre demandas de agua potable, con y sin servicio cloacal, pueden servir correctamente al fin propuesto.

#### 2.4.8.- Ejemplo de Cálculo del PCI para Selección de Configuración

Con el objeto de una mejor visualización de la metodología de cálculo del PCI, utilizado como indicador de la economicidad de la propuesta planteada, se ha desarrollado un ejemplo de cálculo, para una localidad ficticia.

El análisis de crecimiento demográfico indica como esperables 12.500 habitantes para el año 1994 (comienzo de la construcción del sistema) alcanzándose en el año 2015 una población de 18.946 habitantes.

El criterio de ejecución de obras es que en el año (n-1) se construyan las ampliaciones de instalaciones requeridas para satisfacer la demanda de servicio fijada para el año (n).

Se ha fijado como política de implementación del servicio, que el 65% de la población correspondiente al año inicial de operación (1995) cuente con servicio. De ellos, el 50% (4.144 hab.) serán atendidos con red (nivel 1) y el 50% restante (4.144 hab.) serán usuarios individuales

contando con letrinas con arrastre hidráulico.

La política de implementación ha sido prevista según los siguientes lineamientos:

- Año 1995 : 65% de la población servida, correspondiendo el 50% al nivel 1 y el 50% al nivel 2
- Año 2000 : 70% de la población servida, correspondiendo el 65% al nivel 1 y el 35% al nivel 2
- Año 2005 : 75% de la población servida, correspondiendo el 70% al nivel 1 y el 30% al nivel 2
- Año 2011 : 80% de la población servida, correspondiendo el 75% al nivel 1 y el 25% al nivel 2
- Año 2015 : 85% de la población servida, correspondiendo el 80% al nivel 1 y el 20% al nivel 2

Para alcanzar las metas fijadas de servicio, se analizan dos alternativas. En la alternativa 1, se asume que año a año se construyen las obras requeridas, de manera tal que en el período se incrementa la población servida en forma gradual. En la alternativa 2, las inversiones se concentran en un solo año, precedente al previsto en el programa de crecimiento.

La evolución consecuente de la población servida, por nivel, puede observarse en las columnas 4 y 5 de los cuadros 2.4.1 y 2.4.2.

Como consecuencia, la columna 6, en los dos cuadros mencionados, refleja el total de usuarios del nivel 1 para cada año. En la columna 10, se observa el total de usuarios del nivel 2. La columna 11 contiene los usuarios del nivel 2 que se incorporan cada año al servicio; los números entre paréntesis (negativos) resultan del cambio de porcentual asignado al nivel y en consecuencia son usuarios que migran del nivel 2 al nivel 1.

Finalmente, las columnas 7, 8 y 9 indican respectivamente el total de nuevos usuarios del nivel 1, los nuevos usuarios de este nivel por crecimiento del sistema y los que se incorporan del nivel 2 al nivel 1.

Para cada situación, se analizaron los costos totales involucrados en la construcción del sistema, costos que deben ser calculados según lo indicado en el numeral 2.4.7. Así, para el nivel 1, los costos iniciales per cápita son de 225,00 \$/hab. (A), 180,00 \$/hab. (B) cuando se producen ampliaciones del servicio y 115,00 \$/hab. (C) para cambiar el usuario de nivel 2 a nivel 1. Este último caso, se presenta cuando ya han sido construídas las obras de primera etapa. En todos los casos, los nuevos usuarios del nivel 2 representan una inversión de 70,00 \$/hab.

Separadamente, se analizaron los costos de operación anuales, obteniéndose 30,00 \$/hab.año para el nivel 1 y 5,00 \$/hab.año para el nivel 2.

Con estos datos, se elaboraron las columnas 12 y 13 (costos anuales de obra), 14 y 15 (costos anuales de operación y mantenimiento) y 16 y 17 (costos totales anuales por nivel: columnas 12 + 14 y columnas 13 + 15).

Se calculó con una tasa anual del 12%, el valor presente neto (VPN) de los incrementos de población de cada nivel (columnas 7 y 11) y de los costos totales anuales de cada nivel (columnas 16 y 17).

Dividiendo el VPN de la columna 16 por el VPN de la columna 7, se obtiene el PCI del nivel 1. Operando de igual manera con las columnas 17 y 11 se obtiene el PCI del nivel 2.

El PCI del conjunto es el promedio ponderado para el año final del período de diseño, el que se obtiene de la siguiente expresión:

$$\text{PCI conjunto} = \frac{\text{PCIN1} * \text{PN1} + \text{PCIN2} * \text{PN2}}{\text{PN1} + \text{PN2}}$$

En ella:

PCIN1 = es el promedio de costos incrementales del Nivel 1

PCIN2 = idem Nivel 2

PN1 = población del año final (2015) del período de diseño, para el Nivel 1 (12.883 hab.)

PN2 = idem Nivel 2 (3.221 hab.)

Separadamente, (no incluido en los cuadros 2.4.1 y 2.4.2) se calculó el VPN, al 12% anual, de las inversiones totales anuales. Se analizaron dos alternativas.

Los resultados (ver cuadros 2.4.1 y 2.4.2) pueden sintetizarse de la siguiente manera:

	Alternativa 1	Alternativa 2
Inversión inicial en obra (\$)	1.222.407	1.222.407
Inversión total en obra (\$)	2.745.841	2.735.767
Costos totales Op. y Mant. (\$)	5.421.520	5.078.609
VPN (12%) (\$)	2.961.804	2.805.543
PCI Nivel 1	452,58	458,06
PCI Nivel 2	142,63	130,23
PCI Conjunto	390,59	392,49

Si el análisis hubiera sido realizado, considerando exclusivamente, el VPN de las inversiones anuales totales, la Alternativa 2 hubiera resultado la seleccionada. Inclusive de los cuadros adjuntos, se desprende una ligera menor inversión total en obra y menores costos totales operativos.

Sin embargo, el análisis del PCI indican como más conveniente la Alternativa 1, en función de una mejor distribución de los recursos sobre la población a servir, la que se refleja en este indicador de la economicidad del proyecto.

El ejemplo planteado, muy simple en su concepción, apunta a informar sobre la metodología organizativa del análisis, el que no sólo es válido para estudiar un programa basado en la política de incorporación de nuevos usuarios, sino para otros casos, tales como formas de evolución del nivel, tecnologías a aplicar, etc.

ANALISIS del PROMEDIO de COSTOS INCREMENTALES [PCI]

ALTERNATIVA 1

NIVEL de SERVICIO 1:	USUARIOS CONECTADOS a RED
NIVEL de SERVICIO 2:	USUARIOS INDIVIDUALES LETRINA con ARRASTRE HIDRAULICO

COSTOS de OBRA			OPERACION y MANTENIMIENTO		
NIVEL 1	NIVEL 2	[\$/hab]	NIVEL 1	NIVEL 2	[\$/hab-año]
Initial	(A)				
Ampliación (B)	(B)	225.00			5.00
N.2 a N.1 (C)	(C)	180.00			
		115.00			

AÑO	POBLACION		% SERV.		% SERV.		USUARIOS NIVEL 1		USUARIOS NIVEL 2	
	TOTAL	TOTAL	NIVEL 1	NIVEL 2	TOTAL	TOTAL	INCREMENTO	NUEVOS N.	N.2 a N.1	TOTAL
1994	12,500	65	50	50	4,144	4,144	4,144	4,144	0	4,144
1995	12,750	66	50	50	4,292	4,292	148	148	0	4,292
1996	13,005	67	50	50	4,444	4,444	152	152	0	4,444
1997	13,265	68	50	50	4,600	4,600	157	157	0	4,600
1998	13,530	69	50	50	4,761	4,761	161	161	0	4,761
1999	13,801	70	65	35	6,405	1,644	331	331	1,312	4,761
2000	14,077	71	65	35	6,626	221	221	221	0	3,568
2001	14,359	72	65	35	6,854	228	228	228	0	3,591
2002	14,646	73	65	35	7,088	234	234	234	0	3,817
2003	14,939	74	65	35	7,329	241	241	241	0	3,946
2004	15,237	75	70	30	8,160	830	381	381	450	3,946
2005	15,542	76	70	30	8,323	163	163	163	0	3,567
2006	15,853	77	70	30	8,502	280	280	280	0	3,687
2007	16,170	78	70	30	8,690	288	288	288	0	3,810
2008	16,493	79	75	25	9,186	296	296	296	0	3,937
2009	16,823	80	75	25	10,167	982	434	434	548	3,369
2010	17,160	81	75	25	10,502	335	335	335	0	3,501
2011	17,503	82	75	25	10,980	478	478	478	0	3,660
2012	17,853	83	75	25	11,336	356	356	356	0	3,779
2013	18,210	84	75	25	11,702	366	366	366	0	3,901
2014	18,574	85	80	20	12,863	1,181	502	502	680	3,221
2015	18,946									
NPV (12%)										
INVERSION TOTAL EN OBRA										2,805
COSTO TOTAL OPERACION Y MANTENIMIENTO										4,959

COSTO OBRA	NIVEL 1	NIVEL 2	O. y M.		TOTAL ANUAL	TOTAL ANUAL
			NIVEL 1	NIVEL 2		
12	932,344	280,063	124,313	20,719	932,344	280,063
13	26,622	10,353	128,749	21,458	150,934	31,072
14	27,389	10,651	133,314	22,219	156,138	32,109
15	28,175	10,957	138,010	23,002	161,489	33,176
16	28,982	11,271	142,840	23,807	166,992	34,273
17	210,555	0	192,151	17,244	353,396	23,807
18	39,858	8,346	198,794	17,841	232,009	25,591
19	40,991	8,584	205,826	18,454	239,785	26,424
20	42,153	8,827	212,652	19,084	247,780	27,281
21	43,346	9,077	219,876	19,732	255,986	28,161
22	120,261	0	244,789	17,485	340,138	19,732
23	29,375	4,896	249,685	17,835	274,164	22,381
24	50,337	8,389	258,075	18,434	300,022	26,224
25	51,751	8,625	266,700	19,050	308,825	27,059
26	53,201	8,867	275,567	19,683	319,901	27,917
27	141,102	0	305,016	16,945	416,668	19,663
28	60,231	7,808	315,054	17,503	385,247	24,753
29	86,010	11,149	325,389	18,299	401,064	28,652
30	64,110	8,311	340,074	18,893	393,500	26,610
31	65,884	8,541	351,055	19,503	405,959	27,434
32	168,451	0	368,495	16,104	519,506	19,503
33	0	0			386,495	16,104
34					2,244,441	400,027

2,745,841

5,421,520

PCI NIVEL 1	452.58
PCI NIVEL 2	142.63
PCI CONJUNTO	350.59



## SISTEMA de DESAGUES CLOACALES

LOCALIDAD:

PROVINCIA:

Departamento:

## ANALISIS del PROMEDIO de COSTOS INCREMENTALES [PCI]

## ALTERNATIVA 2

	COSTOS de OBRA		OPERACION y MANTENIMIENTO	
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
	[\$/hab]	[\$/hab]	[\$/hab-año]	[\$/hab-año]
inicial (A)	225.00	70.00	30.00	5.00
Ampliación (B)	180.00	70.00		
N.2 a N.1 (C)	115.00			

NIVEL de SERVICIO 1:	USUARIOS CONECTADOS a RED
NIVEL de SERVICIO 2:	USUARIOS INDIVIDUALES LETRINA con ARRASTRE HIDRAULICO

AÑO	POBLACION		% SERV.		% SERV.		USUARIOS NIVEL 1		USUARIOS NIVEL 2	
	TOTAL	2	3	4	5	6	TOTAL	INCREMENTO	NUEVOS N	TOTAL
1994	12,500									
1995	12,750		65	50	50	4,144	4,144	4,144	4,144	4,144
1996	13,005					4,144	0	0	4,144	0
1997	13,265					4,144	0	0	4,144	0
1998	13,530					4,144	0	0	4,144	0
1999	13,801					4,144	0	0	4,144	0
2000	14,077		70	65	35	6,405	2,261	1,566	695	(695)
2001	14,359					6,405	0	0	3,449	0
2002	14,646					6,405	0	0	3,449	0
2003	14,939					6,405	0	0	3,449	0
2004	15,237					6,405	0	0	3,449	0
2005	15,542		75	70	30	8,160	1,755	1,755	48	48
2006	15,853					8,160	0	0	3,497	0
2007	16,170					8,160	0	0	3,497	0
2008	16,493					8,160	0	0	3,497	0
2009	16,823					8,160	0	0	3,497	0
2010	17,160					8,160	0	0	3,497	0
2011	17,503		80	75	25	10,502	2,342	2,342	4	4
2012	17,853					10,502	0	0	3,501	0
2013	18,210					10,502	0	0	3,501	0
2014	18,574					10,502	0	0	3,501	0
2015	18,946		85	80	20	12,883	2,381	2,102	280	(280)
NPV (12%)							4,713			2,660

INVERSION TOTAL EN OBRA	2,735,767
COSTO TOTAL OPERACION Y MANTENIMIENTO	5,078,609

COSTO OBRA	COSTO OBRA		O. y M.		O. y M.		TOTAL ANUAL	
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 1	NIVEL 2
12	932,344	280,063			14	15	16	17
	0	0	124,313	20,719	124,313	20,719	932,344	280,063
	0	0	124,313	20,719	124,313	20,719	124,313	20,719
	0	0	124,313	20,719	124,313	20,719	124,313	20,719
	0	0	124,313	20,719	124,313	20,719	124,313	20,719
	361,867	0	124,313	20,719	486,179	20,719	486,179	20,719
	0	0	192,151	17,244	192,151	17,244	192,151	17,244
	0	0	192,151	17,244	192,151	17,244	192,151	17,244
	0	0	192,151	17,244	192,151	17,244	192,151	17,244
	315,827	3,368	192,151	17,244	507,979	20,613	507,979	20,613
	0	0	244,789	17,485	244,789	17,485	244,789	17,485
	0	0	244,789	17,485	244,789	17,485	244,789	17,485
	0	0	244,789	17,485	244,789	17,485	244,789	17,485
	0	0	244,789	17,485	244,789	17,485	244,789	17,485
	421,590	253	244,789	17,485	666,379	17,738	666,379	17,738
	0	0	315,054	17,503	315,054	17,503	315,054	17,503
	0	0	315,054	17,503	315,054	17,503	315,054	17,503
	0	0	315,054	17,503	315,054	17,503	315,054	17,503
	410,456	0	315,054	17,503	725,510	17,503	725,510	17,503
	0	0	388,495	16,104	388,495	16,104	388,495	16,104
					2,158,604		2,158,604	346,345

PCI NIVEL 1	458.06
PCI NIVEL 2	130.23
PCI CONJUNTO	392.49

## 2.5.- BIBLIOGRAFIA

- 2.5.1.- KALBERMATTEN, JULIUS and GUNNERSON, Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation, Technical and Economic Options, World Bank, 1980.
- 2.5.2.- OTIS and MARA, The Design of Small Bore Sewer System, TAG, United Nations and World Bank, 1985.
- 2.5.3.- KALBERMATTEN, JULIUS and GUNNERSON, Appropriate Technology for water Supply and Sanitation, A Planner's Guid, World Bank, 1980.
- 2.5.4.- Tecnologias de Baixo Custo em Saneamento, CETESB, Número 1 a 6, 1985/1987
- 2.5.5.- TEZADA, Jorge, Manual de uso de COBEC, Programa de Análisis de costo-beneficio, BID, 1980.
- 2.5.6.- AZEVEDO NETTO, José M de, Innovative and Low Cost Technologies utilized in sewage, Summarized Manuscript, 1989.
- 2.5.7.- Saneamento de Baixo Custo uma Tecnologia Alternativa, Rossin, Oliveira Santos, Revista Nº 2 Ambiente, CETESB, 1987.

**3.- ESTUDIOS ESPECIALES PARA DEFINIR  
EL TIPO DE SERVICIO**

### 3.- ESTUDIOS ESPECIALES PARA DEFINIR EL TIPO DE SERVICIO

#### 3.1.- INTRODUCCION

Es evidente que para definir un tipo de servicio en materia de disposición de excreta, existe un presupuesto fundamental, que es el referido a la salud humana. Es por ese motivo que en diversos estudios se pone especial énfasis en "enfocar directamente el proceso de transmisión de las enfermedades relacionadas con la excreta y a su vez relacionar este proceso con los varios tipos de tecnología del saneamiento." ("A summary of Technical and Economic Options" de John M. Kalbermatten, De Anne S. Julius y Charles G. Gunnerson, publicado en el N° 1 - A de la serie "Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation"). En otros términos, hay un punto de partida, previo a cualquier otra consideración, que es el que responde al interrogante de hasta qué punto un tipo determinado de saneamiento es útil para salvaguardar la salud humana. Definido este aspecto, caben luego otras apreciaciones, también dignas de ser tenidas en cuenta, entre las cuales se encuentra la relación entre el costo del servicio y la capacidad económica del usuario; el estudio para determinar si el tipo de servicio responde a las expectativas del mismo y también si encuadra en el marco de sus hábitos y creencias. La mejor solución será aquella que, siendo aceptable desde el punto de vista sanitario, convenga a las circunstancias socioeconómicas y culturales del usuario. Así fue señalado a nivel de organismos sanitarios internacionales, al decir textualmente que "la elección de la tecnologías y sus aplicaciones será consistente con las aptitudes socioeconómicas y culturales de la población afectada y proveerá una transición suave hacia una mejor protección de la salud" ("Technology for Water Supply and Sanitation in Developing Countries" informe del Grupo de Estudio de Organización Mundial de la Salud, "Technical Report Series - 742, 1987").

Basta considerar la gran diversidad de tipos poblacionales que habitan las diversas geografías de nuestro país con sus pautas culturales propias, sus creencias religiosas, la organización interna de sus grupos y sus recursos económicos, sus viviendas, etc., para tener en consideración la necesidad de ajustar los intereses del saneamiento a esas realidades socioeconómicas y culturales.

A raíz de la aparición de casos de cólera en el norte de nuestro país, afectando principalmente a los integrantes de las tribus indígenas de la región, las cámaras de televisión mostraron a los integrantes de una de esas tribus orando, con sus rituales tradicionales, para intentar detener el avance de la enfermedad. Ello es un claro ejemplo de la tarea que debe realizarse para introducir, en esa y muchas otras comunidades, tecnología, por rudimentaria que ella sea. Desde luego que no cabe pensar, en esos casos, en soluciones convencionales de alto costo pero sí en las más

simples y económicamente factibles, a través de las cuales sea posible implementar la participación comunitaria sin chocar con las pautas y creencias propias. Para ello, como se expresa en el documento antes mencionado "es necesario involucrar a la mujer y a los grupos atrasados tanto como sea posible, dentro de las restricciones que imponen los específicos ambientes culturales."

Varias de las experiencias de campo realizadas en diversos países, de las cuales se dará cuenta más adelante, nos indican desde ya la conveniencia que, a través de un estudio de la comunidad, se detecte el juego de los factores mencionados y se decida solamente después de una correcta evaluación de aquellos.

Desde luego que lo expuesto hasta este momento, no implica en modo alguno desconocer la importancia que revisten los estudios que deberá realizar el personal de ingeniería, referidos a la naturaleza del suelo, la altimetría, la profundidad de la napa de agua, la permeabilidad del terreno.

Dada la importancia primordial que se asigna al aspecto sanitario, se formularán a continuación, los diversos enfoques que corresponden al mismo: vías de transmisión de agentes patógenos a través de la excreta humana; clasificación de los citados agentes, especificando especies y patologías que ocasionan; a continuación se indicarán referencias a su latencia, persistencia, multiplicación y dosis infectante.

### 3.2.- VIAS DE TRANSMISION DE LOS AGENTES PATOGENOS

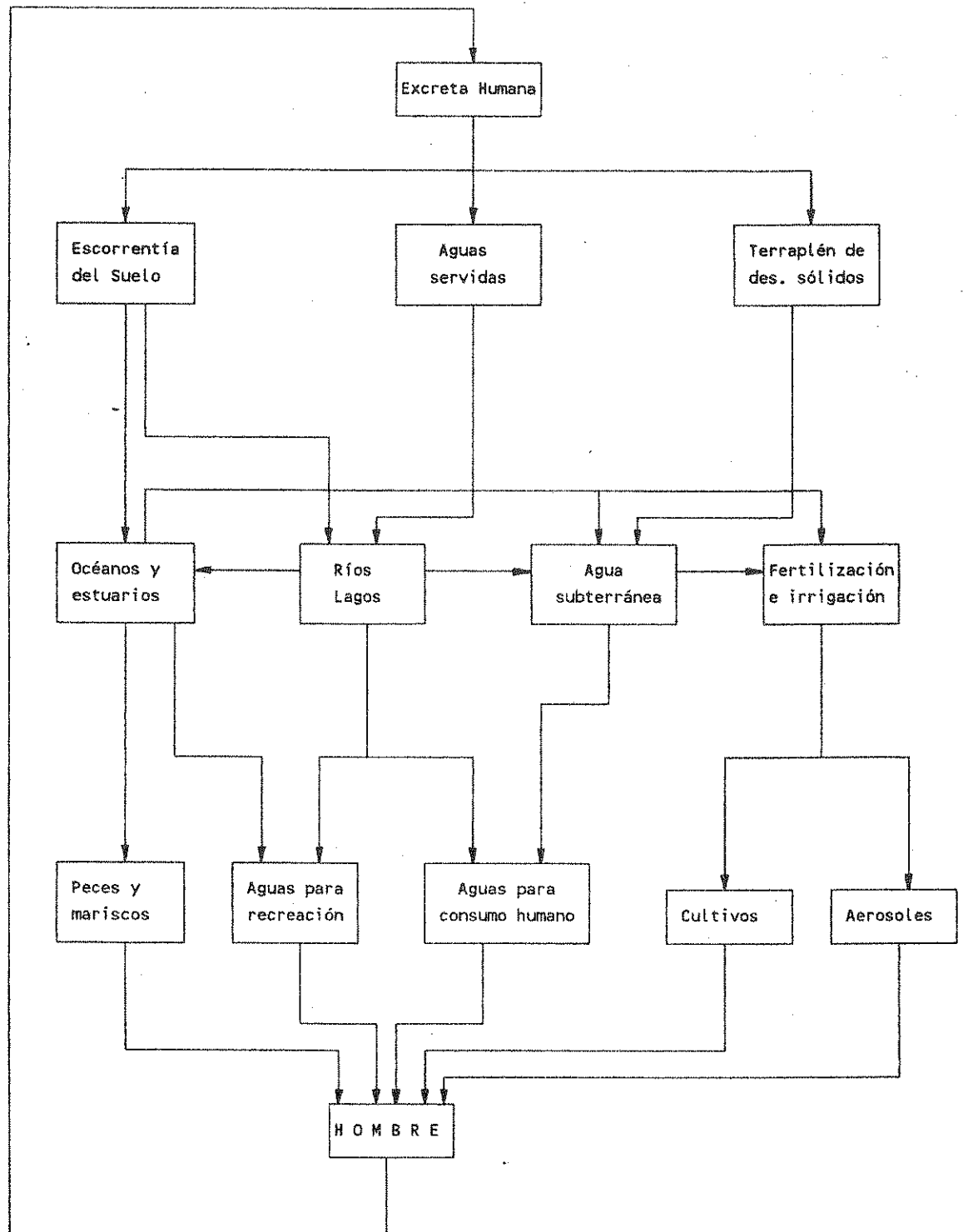
En general, se puede afirmar que la forma de transmisión es de la materia fecal excretada por la persona infectada, a la boca u otra puerta de acceso de una segunda persona. Debe aclararse que esa transmisión se puede llevar a cabo a través de tres vías:

- a) el contacto directo de una persona contaminada con otra;
- b) el agua contaminada con las heces de la persona infectada
- c) los alimentos contaminados por la defecación en el suelo o por el riego con agua contaminada.

En el cuadro adjunto basado en el que figura en el Informe Técnico 634, del Grupo Técnico de la OMS, sobre "Virus Humanos en Aguas Servidas y Suelo", se aprecian las vías que son abarcativas, en realidad, de todos los demás agentes de transmisión a que se hará referencia más adelante.

En el gráfico mencionado puede observarse que la excreta humana depositada en la tierra, es arrastrada por las aguas de lluvia a los océanos y estuarios y a los lagos y ríos que, a su vez, desembocan en aquellos. En los mares, ciertos agentes patógenos se hospedan en mariscos y peces que

# VIAS DE TRANSMISION DE LOS AGENTES PATOGENOS



luego serán consumidos por el hombre; a su vez, tanto los océanos como los ríos suministran el agua para el recreo humano a través de balnearios, navegación y pesca; las aguas subterráneas reciben el aporte de los ríos y de los terraplenes de desechos sólidos; las aguas servidas son usadas para la irrigación de huertas, etc. Por todos esos medios la infección llega al hombre quién luego los excretará realimentando el ciclo.

### 3.3.- CARACTERIZACION DE LOS AGENTES PATOGENOS

Existe una amplia variedad de agentes patógenos que pueden ser excretados por el hombre. Todos ellos responden a algunos de los siguientes tipos: bacterias, que son organismos monocelulares que carecen de membrana nuclear y poseen un solo cromosoma; protozoarios, organismos también unicelulares con núcleo diferenciado, genoma con más de un cromosoma envueltos en una membrana unitaria y citoplasma con organelos también envueltos en membrana unitaria; gusanos, macroparásitos intestinales, como los ascáridos, tenias, etc.; virus, denominación genérica de cualesquier agentes infecciosos pequeños que se caracterizan por replicar solamente en células vivas y ser parásitos absolutos, sin capacidad de generar energía ni actividad metabólica. A continuación se expondrá la nómina y sus respectivas patologías de los agentes más importantes desde el punto de vista de nuestro país.

#### Agentes Patógenos Excretados por el Hombre

##### Géneros, Patologías y Síntomas

##### 1.- Bacterias

##### Escherichia Coli

Se hospeda habitualmente en el intestino humano sin originar trastornos pero ciertos tipos de cepas (enterotoxígenas, invasoras o enteropatógenas) pueden producir cuadros diarreicos y disentéricos, en lactantes, niños y hasta en adultos. En los niños la diarrea puede ser grave y prolongada provocando la deshidratación y el fallecimiento del paciente que no ha recibido la atención adecuada. Su distribución es universal.

##### Salmonella

Sus especies patógenas para el hombre, comprenden:

- a) las salmonellas tifoparatíficas (S. tiphi, S. paratiphi y otras) y
- b) salmonellas gastroenterísticas, como la S. cholerasuis y S. enteridis.

Las enfermedades que pueden producir son las siguientes:

- 1) fiebre tifoidea;
- 2) fiebre paratifoidea;
- 3) intoxicación alimentaria como gastro-enteritis aguda;
- 4) abcesos localizados y focos inflamatorios en cualquier órgano, incluso en los huesos y arterias y
- 5) estado de portador crónico.

En los casos más graves ocasiona la muerte. Su distribución es mundial.

### **Shigella**

Enfermedad que produce: Disentería, con cuadros de diarreas y calambres abdominales; a veces origina toxemia, vómitos, cólicos y tenesmo. Las heces, en los casos típicos, contienen sangre, moco y pus. La lesión tisular se localiza generalmente en el colon y en ocasiones en el iliún terminal. A veces se asocia con enfermedades graves, llegando a producir 20% de mortalidad en casos hospitalizados. Su distribución es mundial.

### **Vibrio Cholerae**

La enfermedad, cólera, se caracteriza por un comienzo repentino, diarrea acuosa y profusa, a veces de color rojizo, con estrías de moco, vómitos ocasionales, deshidratación rápida, acidosis y colapso circulatorio. El paciente adulto no tratado presenta los siguientes síntomas: boca seca, ojos hundidos, pulso débil, aletargamiento y anuria. La mortalidad, en los casos tratados, no excede del 1%; sin tratamiento, la mortalidad puede llegar al 50%. La muerte se debe a deshidratación, shock hipovolémico y acidosis metabólica. La variedad El Tor es menos grave; se caracteriza por su larga persistencia en el agua. Distribución: Durante la primera mitad del siglo XX la enfermedad estuvo confinada en Asia, salvo en 1947 en que se produjo una epidemia grave en Egipto. Desde 1961 se propagó a Indonesia, luego a la zona oriental de Europa y Africa, llegando hasta la península Ibérica y en 1973, a Italia. Salvo pequeños brotes en Japón y algunos casos aislados en Estados Unidos, se mantuvo en las regiones mencionadas hasta que, en el año 1991 se estableció en forma epidémica en varios países latinoamericanos habiendo ya invadido territorio de la República Argentina.

### **Campylobacter**

La enfermedad que produce se denomina Enteritis por Campylobacter o Enteritis vibriónica. Se trata de una enfermedad entérica aguda de gravedad variable. Se presenta como diarrea, dolor abdominal, malestar, fiebre, náuseas y



vómitos. A menudo se cura espontáneamente de 1 a 4 días de iniciada. En un 20% de los casos se vuelve crónica. En las heces, líquidas y fétidas, se detecta a menudo sangre, moco y leucocitos. Los agentes infecciosos son el *Campylobacter* Jejuni y el Coli. Se distribuye en todas partes del mundo.

### **Yersinia**

La enfermedad que produce se conoce como pseudo-tuberculosis o enterocolitis. Se manifiesta con diarrea acuosa aguda, enterocolitis, linfadenitis mesentérica aguda, fiebre, cefalalgia, faringitis, anorexia, vómitos, eritema nudoso (en 10% de los adultos), artritis, iritis, úlceras cutáneas, abscesos hepatoplásticos, ostiomielitis y septicemia. En sus formas más graves es letal. Su distribución es mundial.

## **2.- Protozoarios**

### **Entamoeba histolítica**

Enfermedad: Amibiasis. Se presenta en dos formas: quiste infeccioso y resistente o trofozoito más frágil, que puede ser patógeno. Puede invadir tejidos dando lugar a variantes intestinales o extraintestinales. El estado del paciente puede variar desde una disentería aguda y llegar a una fiebre, escalofríos y diarrea sanguinolenta o mucoide, hasta a un malestar abdominal leve. En el intestino pueden aparecer granulomas que a veces se confunden con carcinoma. Pueden también aparecer abscesos en el hígado y hasta en los pulmones y el cerebro. No obstante, no se conocen casos letales. Su distribución es mundial.

### **Giardia lamblia**

Enfermedad: enteritis por Giardia o lambliasis. Ataca casi siempre la porción superior del intestino delgado; suele ser asintomática, pero a veces aparece asociada con diarrea crónica, esteatorrea, cólicos abdominales y expulsión frecuente de heces laxas, pálidas y grasosas, con fatiga y pérdida de peso. En la forma grave lesiona las células de la mucosa del duodeno y yeyuno. Su distribución es mundial. No se mencionan casos mortales.

### **Balantidium coli**

Enfermedad: Balantidiasis, disentería balentidiana. Ataca el colon, ocasionando diarrea o disentería acompañada de cólicos abdominales, tenesmo, náuseas, vómitos. Es rara la invasión peritoneal o urogenital. Su reservorio suele ser el cerdo u otros animales. Solamente llega a ser mortal cuando ataca a personas debilitadas por otras enfermedades. Su distribución es mundial.

### **3.- Gusanos**

#### **a) Nematodos**

##### **Ascaris lumbricoides**

Enfermedad: Infección por áscaris o ascaridiasis. Se trata de un gran gusano redondo que infecta el intestino delgado con escasa sintomatología. En algunos casos, las larvas emigran a los pulmones, ocasionando neumonitis o síndrome de Löffler, que produce sibilancia, tos, fiebre, eosinofilia sanguínea e infiltrado pulmonar. Presenta, a veces, complicaciones graves, hasta mortales, con obstrucción intestinal, del conducto biliar, el pancreático y el apéndice. Se extiende a todo el mundo.

##### **Trichuris trichuria**

Enfermedad: Tricuriasis o tricocefaliasis. Infecta el intestino grueso. Muchas veces es asintomática. En casos graves produce heces sanguinolentas y diarreas. En los niños puede llegar a producir colapso rectal. No suele ser mortal. Se extiende a todo el mundo.

##### **Ancylostoma**

Enfermedad: Anquilostomiasis. Se lo conoce en sus dos formas: A. duodenalis y Necator americano. Sus síntomas son proporcionales al grado de anemia del afectado. Ocasiona deficiencia de hierro y anemia microcítica hipocrómica, que origina incapacidad.

Los niños con infección prolongada e intensa pueden presentar hipoproteïnemia y sufrir retraso en el desarrollo mental y físico. La muerte es poco frecuente. Es endémica en regiones tropicales y subtropicales. El anquilostoma duodenale se encuentra en zonas andinas de Sur América.

##### **Strongyloides stercoralis**

Enfermedad: estrongiloidiasis. Ataca el duodeno y la porción superior del yeyuno. Suele ser asintomática pero en algunos casos produce dermatitis transitoria por penetración de las larvas en la piel; produce también tos, estertores y neumonitis cuando pasa por los pulmones. El dolor abdominal, la diarrea y la urticaria también son síntomas conocidos, incluso náuseas, pérdida de peso, vómitos, debilidad y estreñimiento. En algunos pocos casos llega a ser mortal. Se encuentra en zonas tropicales y templadas.

## **Enterobius vermicularis**

Enfermedad: Enterobiasis u oxiuriasis. Es una infección intestinal común, con pocos síntomas, salvo a veces prurito anal, sueño intranquilo, irritabilidad, con algunas complicaciones muy raras. Es mundial, pero sobre todo es muy común en los Estados Unidos.

## **b) Trematodos**

### **Schistosoma**

Enfermedad: Esquistosomiasis o Bilharziasis. Las especies más conocidas son: Schistosoma mansoni, S. Japonicum y S. Helmatobicum. Los gusanos adultos viven en las venas mesentéricas o vesicales del huésped durante su ciclo de vida, que dura varios años. Los síntomas pueden ser hepáticos o intestinales, en algunos casos con manifestaciones urinarias, como micción frecuente y hematosis terminal. En las fases agudas el paciente presenta signos del sistema nervioso central. En América del Sur sólo se detecta el S. mansoni. No se conoce letalidad.

### **Clonorchis sinensis**

Enfermedad: clonorquiasis. Ataca los conductos biliares; los signos y síntomas suelen ser mínimos. Los que se conocen son: pérdida de apetito, diarrea y presión abdominal. Puede derivar en cirrosis, hepatomegalia dolorosa y ascitis y edema progresivo. La enfermedad es crónica; dura 30 años pero no es causa directa de muerte. Aunque es oriunda de una parte de China, Japón, Taiwan, Corea del Sur y Vietnam, se la menciona aquí porque suele producir casos importados entre los inmigrantes de origen asiático.

### **Fasciola**

Enfermedad: Fascioliasis. Ataca al hígado en la forma F. hepática; es un parásito natural de ovinos y bovinos. Llega a medir 3 cm. Se aloja en los conductos biliares. En la fase inicial invade el parénquima. Puede causar cólico vesicular o ictericia obstructiva. Se encuentra en casi todo el mundo donde haya crías de ganado ovino y bovino. No es enfermedad mortal.

### **Paragonimus**

Enfermedad: paragonimiasis o distomiasis pulmonar. Las vísceras más afectadas suelen ser los pulmones; los síntomas son tos y hemoptisis. Los gusanos son rodeados por una inflamación que luego se convierte en una lesión quística fibrosa. Puede localizarse también en el cerebro, los tejidos subcutáneos, la pared intestinal, los ganglios linfáticos y las vías genitourinarias. La enfermedad abarca, entre otras zonas, gran parte de América del Sur. No tiene carácter mortal.

### c) Cestodos

#### Diphillobothrium lata

Enfermedad: Difilobotriasis o enfermedad de tenia lata o tenia de los peces; es una infección de larga duración. Se trata de una tenia de dos ventosas con 2 cm de ancho y 5 m de longitud. Por lo general no aparecen síntomas pero en algunos casos la tenia se fija en el yeyuno, provocando anemia por falta de vitamina B12; cuando la infección es masiva se puede producir diarrea, obstrucción del colédoco o del intestino y síntomas tóxicos. Se extiende a zonas frías o templadas, en que es común comer pescados de agua dulce crudos o poco cocidos. La enfermedad no es mortal.

#### Taenia solium y T. saginata

Enfermedad: teniasis, que es la infección causada por formas adultas de grandes tenias y cisticercosis, infección causada por la forma larvaria de la tenia solium. La infección de la tenia saginata se encuentra en la carne de res; la tenia solium se encuentra en la carne de cerdo. las manifestaciones clínicas de la teniasis puede incluir nerviosismo, insomnio, anorexia, pérdida de peso, dolores abdominales y trastornos digestivos. Muchas infecciones son asintomáticas. En general, las teniasis no son mortales, salvo el caso de la tenia solium que puede causar cisticercosis mortal. Se trata en este caso de una infección que puede extenderse a diferentes órganos ya que las larvas emigran al tejido celular subcutáneo, los músculos estriados y otros tejidos u órganos vitales, formando los quistes o cisticercos. Pueden localizarse en los ojos, el sistema nervioso central y el corazón. La distribución de estas enfermedades es mundial, con prevalencia muy alta en Latinoamérica.

#### Himenolepsis

Enfermedad: Himenolepsiasis o himenolepidosis. Son tenias sumamente pequeñas; por lo general, la enfermedad es asintomática, salvo cuando la carga parasitaria es grande. En este caso, produce enteritis, con o sin diarrea, dolor abdominal, pérdida de peso y debilidad. Es la más conocida de las tenias del hombre, incluso en América Latina. No es mortal.

### 4.- Virus

#### Poliovirus

Enfermedad: Poliomiелitis, en sus formas variadas:

- a) infección asintomática;.
- b) enfermedad sin parálisis.

Los síntomas más comunes son: fiebre, cefalalgia y trastornos gastrointestinales. El virus se multiplica en las vías digestivas y puede producir uremia, con invasión del sistema nervioso central y ataque a las células motoras, originando parálisis flácida especialmente en las extremidades inferiores. La forma no paralítica se manifiesta a veces en forma de meningitis aséptica. Las tasas de letalidad varían entre el 2 y 10% en epidemias y aumentan con la edad del paciente. Su distribución es mundial.

#### **Echovirus**

Muchos de los tipos de este virus producen la meningitis aséptica y trastornos respiratorios; otros tipos ocasionan erupción morbiliforme semejante a la rubéola y en algunos casos, diarrea. No se registran casos mortales. Es mundial.

#### **Cosackievirus A**

Enfermedad: herpangina o faringitis vesiculosa. Se caracteriza por un comienzo repentino con fiebre, faringitis y pequeñas lesiones faríngeas. Estas lesiones desaparecen en el término de 3 a 5 días. En una oportunidad hubo convulsiones en el 5% de los casos. La enfermedad no es mortal y se extiende a todo el mundo.

#### **Cosackievirus B**

Produce, especialmente en los neonatos, miocarditis caracterizada por degeneración de fibras musculares, taquicardia y colapso. Suele producir también erupciones cutáneas, fiebres, meningitis y pleurodinia. No es considerada mortal. No se conocen casos en nuestro país pero sí en Norte América.

#### **Rotavirus**

Enfermedad: Enteritis por rotavirus, gastroenteritis esporádica y gastroenteritis vírica grave del lactante y el niño. Se caracteriza por diarreas y vómitos, con deshidratación grave y a veces defunciones en niños, con manifestaciones que incluyen invaginación, hemorragia gastrointestinal, síndrome de Reye (mortal), encefalitis, enfermedad de las vías respiratorias, exantema súbito, etc. Es una causa importante de diarrea hospitalaria. Su distribución es mundial.

#### **Otros enterovirus**

Algunas variedades producen meningitis, encefalitis, trastornos respiratorios, conjuntivitis hemorrágica y fiebre; probablemente también hepatitis infecciosa. Otros, originan inflamación del estómago y de los intestinos con vómitos, diarreas y fiebre. No se citan casos mortales. Su distribución es, por lo general, mundial.

### 3.4.- EL PROCESO INFECTANTE

Se ha pasado revista, hasta el momento, a las vías de transmisión de las enfermedades, a partir de los agentes excretados por el hombre y también de los efectos de la infección en el organismo humano, con indicación de las patologías y sus síndromes.

A continuación se examinará el proceso infectante en sí mismo, ya que se pondrá de manifiesto la incidencia de determinados factores en el desarrollo de la infección, tema este que, desde el punto de vista que orienta a este trabajo, condiciona en amplia escala el tipo y efectividad de las medidas para prevenir las patologías antes mencionadas. Desde luego, se prestará especial atención al rol que los autores que se siguen en este desarrollo, reconocen al saneamiento.

Los factores que se van a considerar a continuación, son: latencia, persistencia, multiplicación y dosis infectante, todos ellos referidos al agente patógeno; además se considerará la respuesta del ser humano o sea su capacidad de inmunidad frente a la infección y si en el proceso intervienen o no otros reservorios y huéspedes intermediarios.

El concepto de latencia, alude al tiempo transcurrido entre el momento en que el agente es excretado hasta el instante en que se convierte en infeccioso para el nuevo huésped. En algunos casos, el tiempo es igual a cero, es decir que existen agentes que al ser excretados ya son infecciosos. En estos casos las exigencias para la disposición sana de la excreta humana que contenga a estos agentes, son diferentes a las que se requieren para aquellos cuyo tiempo de latencia es prolongado, dado que, en este último caso, otorga un tiempo libre de riesgos, cuando el contenido de la letrina debe ser acarreado, como ocurre con algunos de los sistemas de tratamiento de la excreta. Persistencia, que también se suele denominar sobrevivencia, es el tiempo que el agente patógeno tarda en morir, una vez excretado del cuerpo humano. Se considera que esta propiedad es la más indicativa del "tiempo fecal" ya que un agente patógeno más persistente creará un riesgo a lo largo del proceso de tratamiento y disposición final de la excreta. Este riesgo se mantendrá aún en los casos en que se proceda al reuso de la excreta.

La multiplicación significa que hay agentes patógenos que, durante su persistencia en el medio, se multiplican. De ese modo, un número bajo de agentes excretados, puede llegar a multiplicarse por reproducción hasta constituir una dosis potencialmente infectante.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO INFECTANTE

Agente Patógeno	Latencia	*Persistencia	Multipl.	Dosis infec.	Inmunidad	Otros Reser.	Huésped Inter.
Escherichia coli	0	1 año	Si	Alta	Dudosa	No	No
Salmonella typhi	0	60 días	En alimentos	Alta	Si	No	No
Otras salmonellas	0	1 año	En alimentos	Alta	Irrelevante	No	No
Shigella	0	40 días	En alimentos	Media	No	No	No
Vibrio cholerae	0	30 días	Improbable	Alta	Limitada	No	No
Campylobacter	0	Desconocida	Desconocida	Desconocida	Desconocida	Desconocidos	No
Yersinia	0	6 meses	En alimentos	Alta	No	Si	No
Entamoeba histol.	0	20 días	No	Baja	No	No	No
Giardia lamblia	0	3 meses	No	Baja	Desconocida	No	No
Balantidium coli	0	1 mes(?)	No	Desconocida	No	Si	No
Ascaris	9 días	Varios años	No	Baja	No	No	No
Trichuris trichuria	3 semanas	1-1/2 año	No	Baja	No	No	No
Strongyloides	7 días	20 semanas	No	Baja	No	No	No
Schistosoma mansoni	4 semanas	2 días	Si	Baja	Desconocida	No	Caracol de tierra
Clonorchis sinensis	3 meses	vida del caracol	Si**	Baja	No	No	Caracol
Enterobius vermic.	0	7 días	No	Baja	No	No	No
Fasciola hepática	10 semanas	Desconocida	Si	Baja	No	Si	Caracol y Planta acuát.
Paragonimus	4 meses	Caracol y cangrejo	Si	Baja	No	Si	Caracol y cangrejo
Diphyllobothrium	4 semanas	vida del pez o crustáceos	No	Baja	No	Si	Pez y crustac. copápodo
Tenias	8 semanas	2 años	No	Baja	No	No	Vacuno/cerdo
Poliovirus	0	3 a 6 sem.	No	Baja	Si	No	No
Virus Hep.A	0	7 meses	No	Baja	Desconocida	No	No
Cosackievirus A	0	3 a 6 sem.	No	Baja	No	No	No
Cosackievirus B	0	3 a 6 sem.	No	Baja	No	No	No
Otros enterovirus	0	6 meses	No	Baja	Desconocida	Desconocidos	No

\*Persistencia a la temperatura de 20-30°C

\*\* La multiplicación se produce en el huésped intermedio

La dosis infectante se encuentra en relación con el número de unidades del agente patógeno por gramo de heces, que debe ser excretado o encontrarse en las mismas para que pueda tener lugar la infección en el huésped humano.

La respuesta del huésped humano consiste en la existencia en el mismo de un grado determinado de inmunidad a la infección que podría ser, de otro modo, producida por el agente patógeno.

Se considera luego si la transmisión de la patogenia es directa, pasa por un reservorio o por otro huésped intermedio. Esto es importante por cuanto la multiplicación suele producirse en el reservorio o en dicho huésped.

Lo expuesto quedará reflejado en el cuadro adjunto, que es la adaptación del presentado en el tomo 3 de la serie "Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation" integrando un trabajo intitulado "Health Aspects of Excreta and Sullage Management", de los autores Richard Frechem, David J. Bradley, Henda Gavillick y D. Duncan Mara, editado por el Banco Mundial en diciembre de 1988.

La nómina de los agentes patógenos se ha adecuado a la de aquellos que se han considerado precedentemente.

### 3.5.- ANTECEDENTES NACIONALES

En el orden nacional la conducción de los programas de abastecimiento de agua potable y saneamiento, para los núcleos urbanos de mayor importancia, estuvo a cargo de Obras Sanitarias de la Nación mediante la aplicación del sistema denominado de "ley convenio".

Como consecuencia de ello, en los servicios urbanos sobre todo en los de mayor concentración de población, la conducción, planeamiento, ejecución de las obras, operación y mantenimiento están centralizados en el citado organismo. En todos esos casos se aplicaba la más alta tecnología de costos también elevados, lo que la ponía fuera del alcance de los núcleos de población de menores recursos.

El Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural, creado en el año 1964, llevó adelante un Plan Nacional de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales, que en la actualidad es conducido por el CoFAPyS y extiende su acción a núcleos poblados de hasta treinta mil habitantes. Sus características más importantes son: una conducción centralizada y ejecución descentralizada a nivel provincial y comunitario; la participación comunitaria se concreta en la recolección de los aportes y en la operación y mantenimiento de los sistemas, una vez construídos. Hasta el momento no se había iniciado una planificación de acciones de saneamiento para ser llevada a cabo en similar tipo de poblaciones.



Las poblaciones menores y los barrios marginales de las grandes ciudades, presentan grandes núcleos de población que carecen, en gran medida de ambos tipos de servicio, lo cual es fácilmente comprobable en la actualidad. Debe tenerse en cuenta que, las exigencias que plantean organismos internacionales de crédito que financian estos tipos de acciones, dejan fuera de los requisitos de factibilidad a muchas de esas pequeñas poblaciones, las que no cuentan con medios suficientes como para hacer frente al pago de aportes iniciales y de tarifas, que por incluir la amortización de los préstamos entre los rubros que las conforman, se hacen inaccesibles para esos sectores.

Desde otro punto de vista, tal como se expresa en un trabajo de John M. Kalbermatten y otros, "está siendo claro que la red cloacal, la solución convencional en países desarrollados, ha probado ser impracticable técnicamente, económicamente y culturalmente para muchas ciudades y comunidades, en el mundo en desarrollo en el que ha sido experimentada."

Aún en los países industrializados "los enormes requerimientos de agua y el muy alto costo ambiental del punto del desecho tratado, requerido por la red cloacal, están conduciendo hacia la revisión de su procedencia".

Los mismos autores señalan que el problema está generalizado en los países en desarrollo y ofrecen al respecto una serie de razones que se procura sintetizar a continuación:

- 1) Las comunidades rurales son demasiado pequeñas como para crear sus propias agencias de infraestructura mientras en las áreas urbanas existen habitualmente instituciones capacitadas para emprender proyectos de agua potable y saneamiento;
- 2) La tecnología de abastecimiento de agua y saneamiento ha sido desarrollada primariamente para beneficio de la población urbana;
- 3) En las comunidades o áreas de las ciudades con niveles de ingresos más elevados, los consumidores pueden preferir y estar dispuestos a pagar servicios de niveles más altos, de modo que no siempre elegirían tecnología más barata.

Esas y otras razones han incidido sin duda en nuestro país para que se advierta una casi total ausencia de planes nacionales y provinciales y aún municipales para brindar saneamiento adecuado a las localidades y núcleos poblacionales de escasos recursos ya que una de las exigencias de las organizaciones financieras internacionales ha sido la de un nivel socioeconómico de los usuarios, que les permita el pago de los aportes y la tarifa, como antes fuera mencionado.

En algunos momentos se realizaron ciertas experiencias, como la de la fabricación "in situ" de bloques de "suelo-cemento" para la construcción de las infraestructuras para las letrinas con materiales locales pero ello, por diversas razones, no alcanzó mayores desarrollos. En otros casos se ha podido observar que en los terrenos que circundan viviendas urbanas muy pobres en materiales, se financiaron programas de letrización con supraestructura de materiales que no guardaban relación con los utilizados para la vivienda, de visible precariedad y además con falta de educación para la salud, observándose que muchos de ellos permanecían durante el día con la puerta abierta, favoreciendo el ingreso a las letrinas de insectos y roedores, además de animales domésticos. En un país latinoamericano vecino al nuestro, se pudo observar que en una campaña de letrización, se construían las paredes de las letrinas con bloques de barro prensado y secado al sol sin tener en cuenta las condiciones climáticas locales, lo que originó que en la primera lluvia torrencial tan frecuente en ese país, las estructuras desaparecieran por completo, dejando tan solo las losas del piso. En nuestro país no se han realizado trabajos de campo orientados científicamente sobre la efectividad, desde el punto de vista sanitario, de los diferentes niveles de saneamiento, que sí se han realizado en algunos otros países de Latinoamérica. La reciente invasión del cólera lo está poniendo en claro, sobre todo en las poblaciones indígenas fronterizas, que han sido sorprendidas, por el ingreso de agentes patógenos, en total estado de desprotección.

### **3.6.- EXPERIENCIAS EN DIVERSOS PAISES**

#### **3.6.1.- Consideraciones Preliminares**

En numerosas publicaciones se relatan experiencias de campo sobre resultados de la aplicación de programas de abastecimiento de agua y/o de evacuación de excreta en diversos países considerados "en desarrollo", aún cuando algunas de esas experiencias han tenido lugar en ciertos núcleos poblacionales de características especiales, ubicados en territorio de los Estados Unidos de Norte América.

En un artículo intitulado, conforme a traducción al español, "Evidencia Epidemiológica de los Beneficios para la Salud, procedentes de Mejoras en Agua y Saneamiento en Países en Desarrollo", de Steven A. Esrey y Jean Pierre Habicht (publicado en "Epidemiological Reviews" de "The Johns Hopkins University School and Public Health", Vol. 8 Pags. 734/786) se han tomado en consideración estudios sobre el impacto del abastecimiento de agua en la salud humana, que se dejarán de lado en este caso por no constituir el tema del presente trabajo, más seis estudios que examinan el impacto debidos al agua y al saneamiento conjuntamente y veintiseis estudios dedicados al impacto del saneamiento sobre la salud.

Cabe señalar que la consideración en conjunto de tales trabajos puede conducir a conclusiones erróneas, pues se trata de una serie de exposiciones de experiencias realizadas en países con características muy disímiles en cuanto a clima, grado de desarrollo, epidemiología, composición etaria, etc., además de enfocar el problema desde muy diferentes puntos de vista. Por ejemplo, dos de ellas (una no fue mencionada por los autores antes citados) se refieren exclusivamente a los casos de cólera; otras enfocan el problema desde el punto de vista de la morbi-mortalidad infantil; en algunas se toma en consideración las enfermedades diarreicas en general sin especificación de causa mientras otros estudios se detienen especialmente en las causadas por ciertos agentes patógenos, casi siempre la Shigella, o bien los Ascaris, la Trichuria o la Salmonella.

En la mayoría de los casos las acciones se limitaron a construir servicios de agua y/o letrinas pero en muy pocos de ellos se hace referencia a la incidencia de la educación sanitaria y a otros factores tales como el amamantamiento de los niños, la calidad de la alimentación, la vivienda, la proliferación de insectos, etc.

Los mismos autores señalan además, otras circunstancias negativas para llegar a conclusiones generales. Así, por ejemplo, indican que en los 26 ejemplos, en los 20 que informan sobre impactos positivos de los servicios de agua y saneamiento sobre la salud, fueron comparados diferentes niveles de saneamiento; los restantes, según los mismos autores, aparecen como defectuosos por obvias diferencias regionales en la comparación de los grupos y un inadecuado número de unidades de comparación. Otros no especifican edades o categorías etarias de los grupos en estudio.

Los 20 estudios informan, de un modo constante, la asociación entre saneamiento mejorado y salud. Otro aspecto que consideran, es que la mayoría de ellos indicarían que el saneamiento es más importante determinante de la salud infantil que el agua, en especial en lo que respecta a indicadores de morbilidad, crecimiento y mortalidad.

Algunos estudios, muy pocos, toman en cuenta el impacto en la salud según el nivel del saneamiento, como por ejemplo, que un retrete con arrastre de agua produce mayor impacto que la letrina de pozo, la que, a su vez, es comparada con la ausencia total de un servicio de saneamiento.

En algunos casos, la mejora de los efectos del saneamiento en la salud es relacionada con ciertos "factores de riesgo," tales como el amamantamiento de los lactantes, los ingresos del grupo familiar y el grado de instrucción de las madres.

Lo expuesto revela que carecería de sentido hacer referencia al contenido de cada uno de esos trabajos y otros no citados por los autores mencionados, sobre todo si se tiene en cuenta que, en gran parte de ellos, se han seguido métodos defectuosos de investigación y se elaboraron conclusiones a veces no plenamente justificadas por los resultados que se exhiben.

Por tales motivos, se considera más útil efectuar una referencia más detallada a ciertos trabajos que brindan algunas pautas que, por una u otra razón, pueden ser de aplicación en nuestro país y en consecuencia, orientar ciertos tipos de soluciones para los problemas que se presentan en nuestro territorio.

### **3.6.2.- Análisis de Experiencias Escogidas**

#### **3.6.2.1.- El Caso de la Infección por Vibrión Colérico**

Dado que este tema reviste en este momento un interés de alto grado para nuestro país, se considerarán dos trabajos que se refieren a países asiáticos, dado que obviamente son anteriores a la aparición de brotes en nuestro país. El primero de ellos requerirá más atención pues se ha convertido en un ejemplo clásico para comparar poblaciones con diferentes grados de servicios sanitarios.

Se trata, en este caso, de una experiencia de campo relatada por J. C. Azurin y M. Alvero, con el título que, traducido al español, es el siguiente: "Evaluación de Campo de las Medidas de Saneamiento Ambiental contra el Cólera" y fue publicado en el Boletín de la Organización Mundial de la Salud del año 1974, Nº 51, Pág. 19 a 26. El estudio se llevó a cabo durante cinco años, comenzando a mediados de 1968 y finalizando al terminar el año 1972. Abarcó cuatro comunidades de Filipinas, ubicadas a lo largo de la costa, que son similares en tamaño, características geográficas y composición demográfica. Las cuatro tenían además una historia de infección de cólera en los años anteriores al estudio. El procedimiento de la investigación se basó en comparar distintas situaciones de saneamiento en tres de las poblaciones, con respecto a una comunidad testigo o control. Las diferencias eran las siguientes: una comunidad, Sibucan, contaba con servicios mejorados de abastecimiento de agua y disposición de excreta; una segunda comunidad, Mangsunay, tenía un abastecimiento pobre de agua y un servicio de retretes mejorado; la tercera, Dawis, contaba con un servicio mejorado de agua pero con un pobre servicio de retretes y por último, West Wisayan, que era la comunidad control, contaba con pobres servicios de agua y retretes.

En la Tabla 1 se indican las cantidades de viviendas, familias y población total de cada comunidad, además de las características del saneamiento de las mismas.

En la Tabla 2 se aprecia la distribución de la población por grupos etarios en las cuatro comunidades.

En la Tabla 3 se puede apreciar las cantidades de casos de infección de cólera y su relación con las medidas de saneamiento adoptadas en cada comunidad y en una última tabla, se muestra la reducción de la incidencia de cólera en las cuatro comunidades.

En las conclusiones, de acuerdo con lo expresado en las tablas, los autores advierten que la mejora en la disposición de excreta reduce la incidencia de los casos de cólera en un 68%, mientras el abastecimiento de agua sana lo hace en un 73% y cuando ambos servicios son mejorados, en un 76%. Se advierte además que en los dos últimos años del estudio hay una considerable diferencia de tasas de incidencia entre Sibucão, con ambos servicios mejorados y Magsuñgay que disponía de letrinas mejoradas, solamente. A juicio de los autores, el estudio demostró que medidas simples y no costosas son suficientes para el control del cólera, lo cual concuerda, dicen, con el hecho de que el cólera ha desaparecido de muchas áreas con tan limitados servicios, en las cuales sin embargo la shigilosis y la salmonelosis son aún frecuentes.

Es interesante señalar que los autores ponen énfasis en que el éxito de la experiencia debe ser acreditado a los habitantes "cuya colaboración y gradual aceptación de los nuevos servicios de saneamiento y de la necesidad de hábitos más higiénicos los condujo a una general mejora de las condiciones ambientales". Se informa, asimismo, que "el período de estudio fue dedicado a considerables mejoras en educación e higiene, mucho de ello a través de los esfuerzos de la población misma de modo que los resultados fueron vistos como el producto de la participación comunitaria".

La restante experiencia, a la cual se hará breve referencia pues se ha aplicado a campamentos de refugiados y no a población normalmente estable, tuvo lugar en Bangladesh y ha sido dada a conocer por Khan, Moslemuddin, en un artículo cuyo título traducido al español es "Rol del abastecimiento de Agua y Saneamiento en la Incidencia de Cólera en Campos de Refugiados", publicado en el Informe Científico Nº 45, del Centro Internacional para la Investigación de las Enfermedades Diarreicas, año 1981.

Tabla 1. Comunidades con diferentes niveles de saneamiento-1968-70

Nombre de la comunidad	Categoría del saneamiento	Viviendas	Familias	Población
West Wisayan	pobre agua, pobre retretes	111	134	743
Dawis	agua mejorada, pobre retr.	125	135	803
Magsuñgay	pobre agua, retretes mejor.	108	128	787
Sibucac	mejorados agua y retretes	118	135	755
total		482	532	3089

Tabla 2. Distribución Etaria en la Población total

Grupos Etarios	West Wisayan	Dawis	Magsuñgay	Sibucac	Total
0-5	142	131	109	145	527
5-9	118	129	146	128	521
10-14	92	109	103	96	400
15-24	118	146	168	122	554
25-44	187	189	158	187	721
45-64	63	77	87	60	287
> 65	23	22	16	18	79
total	743	803	787	756	3089

Tabla 3. Relación entre Saneamiento y Cólera 1968-72

Comunidad	Saneamiento	1968	1969	1970	1971	1972	total
Nº de infecciones de cólera confirmadas bacteriológicamente							
West Wisayan	control	31	44	64	14	18	171
Dawis	agua (A)	10	19	9	5	7	50
Magsuñgay	retretes(R)	13	17	10	10	8	58
Sibucac	R + A	17	5	12	7	0	41
total		71	85	85	36	33	320
Tasas de incidencia por 1000 habitantes							
West Wisayan	control	41,7	59,2	86,1	18,8	24,2	230,2
Dawis	agua(A)	12,4	23,7	11,2	6,2	8,7	62,3
Magsuñgay	retretes(R)	16,5	21,6	12,7	12,7	10,2	73,7
Sibucac	R + A	22,5	6,6	15,9	9,3	0	54,2
Efectividad de las medidas de saneamiento (%)							
West Wisayan	control	----	----	----	----	----	----
Dawis	agua (A)	70,2	60,0	87,0	66,9	64,0	72,9
Magsuñgay	retretes(R)	60,4	63,6	85,2	32,5	58,0	68,0
Sibucac	R + A	46,1	88,8	88,8	50,5	100,0	76,4

Tabla 4. Reducción de la incidencia de cólera en las 4 comunidades

Comunidades	Nº de casos	Tasa/100	Reducción de la incidencia
West Wisayan	32	4,31	----
Dawis	12	1,49	65,4
Magsuñgay	18	2,29	46,9
Sibucan	7	0,93	78,4

El estudio se basa en la comparación de los casos de cólera que requirieron hospitalización, de tres grandes campamentos de refugiados, durante las epidemias registradas en Dacca, durante los años 1974 - 1975. Uno de los campamentos, llamado Geneva, tenía agua entubada y letrinas conectadas a alcantarillas; el segundo y el tercero, Kamalapur y Kabután, tenían pozos tubulares con bombas de mano, estanques y letrinas superficiales cercadas. El primero de ellos tenía el 62% por ciento menos de casos de cólera que los dos restantes.

### 3.6.2.2.- Estudios Realizados en Países Latinoamericanos

#### 1.- Estudios realizados en Guatemala

Se trata de dos informes: uno de ellos se extiende de 1956 a 1959; el segundo abarca de 1959 a 1962. Ambos se realizaron sobre 4 aldeas seleccionadas: Chimaltenango, San Andrés Itzapa, El Tejar y Santa María Cauqué.

En el primer estudio se examinaron las siguientes variables: disposición de heces, abastecimiento de agua, residuos sólidos, alimentos y vivienda. En cuanto a la disposición de heces, no había instalaciones sanitarias dentro de las casas; existían letrinas exteriores en un 60 a 85% de las viviendas pero sólo 20% tenían pozo revestido y losa de hormigón. Las familias con letrinas tenían 16,8 ataques anuales de diarrea entre todos los integrantes de la familia, las familias sin letrina registraron 22,4 ataques anuales. En los niños de 1 a 5 años, sin letrinas, la incidencia era de 80,3 y de 60,3 para los que tenían letrina. En lo que se refiere al abastecimiento de agua, era conducida por cañerías a 16 grifos públicos, que brindaban servicio al 90% de las familias, 10% tenían abastecimiento domiciliario. Se produjo contaminación en las primeras. La tasa de ataques de diarrea en niños de 0 a 5 años no era diferente entre los dos servicios. En una población, 25% de las familias tenían conexión domiciliar: su tasa anual de ataques entre los 0 y 5 años de edad era de 128,6 y entre los que usaban fuentes públicas, 134,8. En cuanto a residuos sólidos, alimentos y vivienda no se advirtieron diferencias importantes. Las moscas tampoco parecen haber tenido incidencia en la infección.

Las conclusiones más importantes indicaron que 71% de los casos índice de diarrea ocurrían entre niños en edad preescolar. La desnutrición fue un factor importante; la tasa anual de enfermedades diarreicas por cada 100 personas en riesgo fue de 75,0 para menores de un año, 64,1 para niños de 1 a 5 años, 9,7 para 6 a 4 años, 5,1 para menos de 15 años, cuando la tasa general era de 17,9. El principal medio de transmisión parece ser el contacto personal, aunque hubo otros aportes, como por ejemplo la contaminación del agua.

El segundo informe (1959 - 1962) enfoca la discriminación de los agentes patógenos bacterianos por números y porcentuales de casos, como se advierte en la tabla 5. Obsérvese que el total de las infecciones por bacterias representa solamente el 24% de los casos de diarreas, quedando un 76% de causas sin especificar. Los agentes patógenos discriminados son la shigella en sus distintas subespecies, la salmonella y la escheriquia coli. Los restantes casos podrían incluir a los demás agentes no investigados o sea los protozoarios, los gusanos y los virus, aunque en el estudio en consideración se aclara que otras posibles fuentes serían inducidas por los alimentos o deficiencias en la nutrición. Es interesante también tomar en cuenta los casos de portadores de agentes patógenos bacterianos sin diarrea, que se advierte en la Tabla 6, con mención de los agentes en forma genérica y la escala etaria de los portadores. La última columna indica el total con 11.7% de portadores, observando que los números más altos de portadores está entre 1 y 3 años, descendiendo en el 4º año de edad. Otros datos interesantes son:

- a) el promedio de ataques anuales de diarrea fue de 18% siendo los porcentajes más altos los correspondientes a los niños de 6 a 11 meses de edad 110,7%, para los de 1 año, 120% y 2 años, 105,7%;
- b) las muertes por diarrea alcanzaron, en promedio de edades, el 5.42% por mil de habitantes que representa el 27% de todas las causas de muerte. Los índices más altos corresponden a niños de 1 a 4 años.

Se estableció la comparación entre viviendas con y sin letrinas, tomando el número de casos de diarrea aguda en relación con el número de personas sometidas a riesgo, dando un porcentaje de 16,8%, para los que tenían letrina y de 22,4% para los que carecían de ella. Los autores aclaran que las letrinas habían sido introducidas con varios años de anterioridad, por lo que la comparación no era de "antes y después", sino "con o sin letrina". En la Tabla 7 se observa la distribución por edades. Se ve claramente que en niños menores de 1 año, la tasa de los que viven en casa con letrina supera a los de que carecen de letrina si bien, como lo expresan los autores del trabajo que se está comentando, la diferencia no es estadísticamente significativa. En síntesis, puede decirse que los datos no muestran diferencias importantes, desde el punto vista estadístico, que induzcan a



pensar que la letrina, "tal como es usada en las aldeas," tenga influencia en la diarrea de los niños en los dos primeros años de vida.

Otro aspecto que fue investigado es el de la relación entre mala nutrición y la gravedad de la enfermedad diarreica, tomando en consideración los niños de hasta 5 años de edad. La mala nutrición fue medida en base al peso de los niños, tomándose tres grados de mala nutrición:

- 1ª) cuando la diferencia del peso fue mayor que 10% y menor que 25% de los promedios aceptados;
- 2ª) cuando la diferencia estaba entre 25 y 40% y
- 3ª) cuando superaba el 40%. La Tabla 8 distingue entre casos de diarrea aguda y los casos severos, pudiendo apreciarse que el porcentual de casos severos llega al 33,2% cuando los niños están mal nutridos.

Tabla 5  
Patógenos Bacterianos presentes en 578 casos  
de Enfermedad Diarreica Aguda en una Aldea  
Rural de Guatemala: Febrero 1961-Junio 1962

Bacteria	Enfermedad Diarreica Aguda	
	Nº de casos	% de todos los casos
Shigella dysenteriae 1	10	1,7
Sh. dysenteriae 2	4	0,7
Sh. Flexneri 1	2	0,3
Sh. Flexneri 2	23	3,8
Sh. Flexneri 3	32	5,5
Sh. Flexneri 6	36	6,2
Sh. Boydi	5	0,9
Sh. Sonnei	9	1,6
Salmonella	1	0,2
Escherichia Coli 1	17	2,9
Ninguna	439	70,0

Tabla 6

Portadores de bacterias entéricas patógenas, niños sin diarrea,  
por edad en tres aldeas guatemaltecas

Edad (años)	Nº de niños	Shigella		Salmonella		Escherichia coli		Total	
		Portadores	%	Portadores	%	Portadores	%	Portadores	%
Menos de 1	647	10	1,5	1	0,2	31	4,8	42	6,5
1	690	61	8,8	0	---	38	5,5	96	13,9
2	678	71	10,5	1	0,1	25	3,7	93	13,7
3	676	69	10,2	0	---	24	3,6	90	18,3
3	459	35	7,6	2	0,4	14	3,0	47	10,2
Total	3150	246	7,8	4	0,1	132	4,2	368	11,7

Tabla 7

Tasas anuales de diarrea aguda por mil personas en riesgo, por edad,  
en viviendas con y sin letrinas

Edad en años	Con letrinas			Sin letrinas		
	Personas en riesgo	Nº de casos	Tasa por 1000 y año	Personas en riesgo	Nº de casos	Tasa por 1000 y año
Menos de 1	136	123	80,7	35	21	52,8
1-5	524	365	60,3	122	107	80,3
6-14	795	81	8,3	150	24	11,7
15+	2109	113	4,6	410	35	7,3
Total	3564	682	16,8	747	187	22,4

Tabla 8

Casos Severos de Enfermedad Diarreica por grado de  
Malnutrición, en niños menores de 5 años, en Santa  
María Cauqué. Febrero 1961 a Junio de 1962

Malnutrición	Casos agudos de enfermedad diarreica	Casos severos	
		Nº	%
Ninguna	35	8	22,9
1er.grado	172	65	37,8
2do.grado	254	74	29,1
3er.grado	35	14	40,0
Todos los grados	461	153	33,2

Otros cuadros muestran un aumento de la incidencia de la diarrea cuando se produce el destete de los lactantes, es decir, cuando quedan privados de la protección que se supone les brinda la leche materna, aclarando los mismos autores que ello puede deberse también a la deficiencia de la alimentación de reemplazo. En las conclusiones del trabajo se señala que la mayor frecuencia de la enfermedad, como en la mayoría de los países en desarrollo, recae en los niños en la edad preescolar. Las muertes por diarrea son numerosas en esta edad, hasta el punto que la diarrea fue la primera causa de muerte en la población en ese período de vida. La mayoría de los niños sobre la edad de seis meses presenta algún grado mensurable de malnutrición.

## 2.- Estudios realizados en Panamá

Se va a efectuar referencia a un trabajo intitulado (en traducción castellana) "Vivienda y Ciertos Factores Ambientales y Prevalencia de Bacterias Enteropatógenas entre Niños con Enfermedades Diarreicas en Panamá", de Miguel Kourany y Manuel A. Vazquez, publicado en "American Journal of Tropical Medicine and Higyene, 18(6) 939-941, año 1969.

Fueron observados 1919 niños de la Ciudad de Panamá con la siguiente metodología:

- 1.- Se diseñó una clasificación de las viviendas sobre la base de la observación directa en el terreno y datos de las instalaciones sanitarias procedentes del Censo de 1960. Las viviendas se clasificaron en tipo 1, las correspondientes al sector de clase media alta; tipo 2, viviendas de comienzo del siglo con instalación de agua y letrinas comunales en cada piso; tipo 3, chozas de barriadas pobres con letrinas y fosas comunes y así sucesivamente hasta llegar al tipo 6 correspondientes a viviendas más pobres del área rural, con letrinas de pozo.
- 2.- Esta clasificación sirvió solamente para establecer netas diferencias entre los habitantes de las viviendas tipo 1 y los de las demás viviendas en conjunto, ya que las diferencias entre estos últimos no eran significativas.

Las conclusiones inmediatas muestran los beneficios del abastecimiento domiciliario de agua por cañerías y la necesidad de considerar los factores diversos que influyen en el desarrollo de las enfermedades diarreicas. Los mismos autores indican que los programas para brindar viviendas adecuadas, deben incluir no solamente abastecimientos de agua potable en cada casa y un sistema seguro de disposición de excreta sino también una mejora en el nivel de vida general, lo cual ocasionará, dicen, un descenso significativo en la frecuencia y severidad de las enfermedades diarreicas.

### 3.- Estudios realizados en Costa Rica

Se trata de un trabajo de Helen A. Moore, Enrique de la Cruz y Oscar Vargas Mendez, titulado en español "Estudios de Enfermedades Diarreicas en Costa Rica. IV. La Influencia del Saneamiento bajo la Prevalencia de Infecciones Intestinales y Enfermedades Diarreicas", publicado en "American Journal of Epidemiology", 82 (2), 162-184, año 1965.

Este trabajo fue patrocinado por el Ministerio de Salud Pública de Costa Rica, la AID de Estados Unidos y el Servicio Cooperativo Interamericano de Salubridad Pública; expone una investigación epidemiológica que tuvo lugar entre 1954 y 1961.

Esta parte del estudio considera instalaciones sanitarias en casas de familia de seis distritos del Cantón de Barba, ubicado en la zona rural, con 1202 hogares y 6545 usuarios del abastecimiento de agua municipal. El objetivo fue establecer posibles correlaciones entre instalaciones de saneamiento y condiciones sanitarias por una parte y la morbilidad por diarrea por la otra, con informaciones sobre infecciones intestinales y parasitismo. La metodología del trabajo fue la siguiente: se clasificaron los seis distritos, considerando con el número 1 al que tenía mejores condiciones de saneamiento en las viviendas, hasta las que tenían el peor saneamiento. Se efectuaron visitas casa por casa, tratando de establecer la fuente de agua usada y su ubicación, el sistema de disposición de la excreta, drenajes, animales domésticos con acceso a la casa, material del piso, propiedad del inmueble, protección contra insectos e instalaciones de plomería.

Los resultados mostraron:

- 1º) El porcentaje de casos de diarrea no mantenía relación con los niveles del saneamiento;
- 2º) El monto del alquiler establecía una especie de estratificación según la cual los porcentajes de enfermedades diarreicas, especialmente entre niños de 0 a 4 años, descendía a medida que aumentaba el alquiler;
- 3º) Se tomó como parámetros del uso del agua el número de accesorios (canillas, depósito, etc.) que usan agua y los porcentajes de casos de *Ascaris*, *Trichuris* y *Shigella*, además de los casos de diarrea en general. La comparación resultó efectiva pues se demostró que, a mayor uso de agua, menos cantidad de infecciones;
- 4º) Se consideró, por una parte, la relación entre la disposición de agua distribuida por cañerías y las enfermedades entéricas y por la otra, el tipo de la instalación para la disposición y las mismas enfermedades. Se tomaron muestras para cultivo de los casos con diarrea y se observó que de los 27 cultivos, que

representaban el 37% de la población examinada, 10 dieron resultado positivo en casas que carecían de agua distribuída por cañerías, contra 7% del total de los cultivos. En lo que respecta a los sistemas de disposición de excreta, se observaron los siguientes resultados: Las infecciones por áscaris eran menores en las casas sin ninguna instalación y las que tenían tanque séptico; las de trichuris eran un poco mayores en las casas sin instalación y las que tenían letrina bajando en las casas con tanque séptico; la shigella se mantuvo casi constante en todas ellas, salvo en las que tenían tanque séptico. Las diarreas eran más bajas en número en las casas sin ninguna instalación;

- 5º) Se relacionó la cantidad de habitantes por vivienda con los cuatro porcentajes por morbilidad de enfermedades entéricas y se mostró que, a menor densidad de ocupantes, menores porcentuales de enfermedad;
- 6º) Las lombrices eran más frecuentes entre los adultos, con ligera prevalencia en los varones, sin que influyera la existencia o no de letrinas pero en cambio lo que sí influyó fue el piso de la vivienda, pues en los sectores donde los pisos eran de tierra la prevalencia era el triple respecto a los demás casos.

Otros resultados que vale la pena consignar son los relacionados con la prevalencia de Entamoeba histolítica en el sector de Santa Lucía, que tenía buen servicio de agua. Sin embargo, se estimó que hubo diseminación de ese protozooario precisamente a través del servicio de agua. Cabe señalar que en otro sector se atribuyó también al agua distribuída por las cañerías la cantidad de infecciones por Giardia lamblia.

Existe la posibilidad de que varios de estos resultados, algunos de los cuales contradicen abiertamente los obtenidos en otras experiencias, sean debidos a errores en la investigación, especialmente por la falta de un grupo de control. El estudio tampoco consideró otros elementos como el amamantamiento de los lactantes, los grados de nutrición, el nivel de instrucción de la población, etc.

En síntesis, lo que sí demuestra el estudio es la relación entre la infección intestinal en general y el agua distribuída por cañerías, cantidad de accesorios para su uso en la casa y los sistemas de disposición de excreta.

4º En los años que corren entre 1960 y 1965, el Equipo Consultor de la Organización Mundial de la Salud realizó estudios sobre enfermedades diarreicas en siete países que eran: Mauritania, Sudán, República Árabe Unida, Sri Lanka, Irán, Bangladesh y Venezuela. Se dejará de lado este estudio comparativo, para tomar en consideración la parte correspondiente a Venezuela y sobre todo un nuevo estudio que fue continuación del indicado, realizado sobre Venezuela y se

extendió del 14 de junio de 1965 al 14 de junio de 1966, del cual se da información en un trabajo de W. S. Van Zijil, R. Travieso y M.A. Matute, intitulado "Estudios sobre Enfermedades Diarreicas en Venezuela. Continuación del Informe del Trabajo Inicial realizado por el Equipo Consultor de enfermedades Diarreicas con el Ministerio de Salud", publicado en el Documento de la OMS ENT/66.11. Este estudio se centró en ocurrencia y causas de enfermedades diarreicas en las localidades de Pampanito y Monay. En cada una de ellas se consideraron dos zonas. En Pampanito, la zona nueva, con casas modernas, con sistema central de agua distribuida por cañerías, que procedía de un pozo perforado, buen equipo sanitario y buena disposición de agua residual a sumideros. Ese era el Nuevo Pampanito. En el Antiguo se obtenía agua de un riacho, había bajo nivel de saneamiento y el equipo sanitario de las casas era deficiente. El 75% de las viviendas tenían agua en el interior y el 40% estaba conectado al alcantarillado en tanto el resto, en su mayoría, descargaba los residuos en la superficie.

En el área nueva de Monay las construcciones no eran tan buenas como las de Pampanito. En el antiguo Monay, un sistema de agua servía sólo a pocas casas. No había equipos sanitarios y las aguas residuales se arrojaban sobre la superficie del suelo. El nuevo Monay tenía casas bien construidas pero el servicio de agua era llevado a cabo por una camión cisterna; las aguas residuales se enviaban al suelo; la excreta se disponía en letrinas de pozo o directamente en el suelo.

En las conclusiones los autores expresan que los contactos persona a persona son más importantes que las letrinas en la difusión de las diarreas; la mejora de la vivienda no apareja resultados importantes, pero el abastecimiento de agua reduce la incidencia de la diarrea; dicha reducción es aún más importante si al mismo tiempo se aplica un buen saneamiento.

En el caso de Pampanito Nuevo, la reducción de casos de diarrea con el suministro de agua potable fue de 50% respecto a Monay Nuevo; las de Pampanito Viejo un 40% respecto a Monay Viejo. Pampanito Nuevo mostró una incidencia de diarreas 34% menor que la registrada en Pampanito Viejo.

En síntesis, se habría demostrado que las enfermedades diarreicas entre niños en edad preescolar se reducen con el agua suministrada a domicilio por cañerías; la abundancia de agua en las casas al permitir una mayor higiene personal y de la vivienda, también actúa positivamente al igual que las instalaciones sanitarias completas.

#### 4.- Estudios realizados en Colombia

Se hace referencia aquí a un estudio realizado en un barrio urbano de Cali, ciudad de Colombia, cuyos habitantes son, en general, de bajo nivel económico, e integrados en gran parte por "población invasora" que se instala la mayoría de las veces en viviendas precarias con escasas posibilidades de obtener trabajo permanente. La publicación del estudio, cuyo autor es James S. Koopman, se hizo bajo el título "Eliminación de Aguas Negras, Suministro de Agua y Diarrea Endémica en un Barrio Pobre de Cali, Colombia" y fue realizado en 1976 y publicado en el Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana 88(5) 1980. La investigación tuvo su origen en los casos de diarrea atendidos en 19 centros de salud de Cali al observarse que en el Centro de Salud Meléndez, ubicado al pie de algunas colinas, se presentaba una proporción de consultas de diarrea creciente entre los años 1973 y los primeros nueve meses de 1976, como se advierte en la Tabla N° 9. En algunos de los barrios mencionados la población se abastecía de agua conectando una red de mangueras a las cañerías que llevaban agua a otro barrio. El resto usaba generalmente agua de pozo o de superficie. En total se estudiaron cinco barrios; se realizaron entrevistas durante las cuales se tomaba conocimiento de los casos originados durante la semana anterior al día de la entrevista.

Se tomaron muestras de los pozos de agua, encontrando que las mismas contenían microorganismos coliformes fecales, no así las muestras tomadas en las mangueras. Los resultados de las encuestas se volcaron en una matriz de tasas de incidencia de cuatro dimensiones, por grupos de edad, tipo de suministro doméstico de agua, y sistema de eliminación de aguas negras. En la Tabla 10 se presentan los datos cruzados. La edad aparece como la variable de mayor influencia ya que los porcentuales de casos van disminuyendo a medida que la edad aumenta.

Tabla 9

Número total de consultas y consultas por diarrea en el centro de salud Meléndez

Año	Nº total de consultas en niños menores de 5 años	Nº de consultas por diarrea en niños menores de 5 años	Proporción de consultas por diarreas
1973	1.693	76	,04
1974	1.441	116	,08
1975	1.510	177	,12
1976*	1.984	341	,17

\* Primeros nueve meses.

Tabla 10

Incidencia de diarrea la semana anterior por grupo de edad, potabilidad del agua y sistema de eliminación de aguas negras

Sistemas de eliminación de excreta	Menores de 1 año			De 1 a 4 años			De 5 a 14 años			Mayores de 15 años		
	Total	casos	%	Total	casos	%	Total	casos	%	Total	casos	%
Usos del agua potable en el hogar												
Cloacas	59	13	22	Líneas de 207	39	19	488	39	8	1017	32	3
Letrinas	27	10	37	133	36	27	387	43	11	557	24	4
Campo abierto	14	5	36	35	10	29	65	8	12	97	10	10
Usos del agua contaminada en el hogar												
Líneas de cloacas	3	1	33	16	2	13	34	3	9	49	0	0
Letrinas	19	4	21	87	21	24	210	29	14	247	11	4
Campo abierto	7	2	29	16	8	50	45	11	25	80	10	13

De acuerdo siempre con lo que resulta de la Tabla 10 el uso de agua contaminada no parece tener mayor incidencia y si en cambio la tiene el hecho de que la defecación sea a campo abierto, a letrina de pozo o a conexiones con redes cloacales.

Una de las conclusiones de este estudio que suelen invocarse en muchas publicaciones, es la que establece que las casas sin instalaciones para la eliminación de heces, tenían 66% más de casos de diarrea que las casas con letrina y que éstas, a su vez, tenían 36% más que las conectadas a la red cloacal. La diferencia entre las casas sin servicio alguno de disposición de excreta y las casas conectadas a red cloacal, indicaban 127% más de casos de diarrea en las primeras.

En este caso se puso de manifiesto una variable que estaría representada por el número y proximidad de vecinos con instalaciones inadecuadas para la eliminación de las aguas negras. Otro hallazgo de esta investigación fue que el tipo de retretes antihigiénico usado en la escuela de la zona fue un factor muy importante para la diseminación de la infección diarreica.



Las conclusiones finales serían:

- 1ª) La población estudiada es representativa de los problemas que integran los cinturones de miseria que rodean a las ciudades de América Latina;
- 2ª) La eliminación de las aguas negras es el factor principal de las enfermedades diarreicas en este tipo de poblaciones y debe darse prioridad al establecimiento de instalaciones adecuadas "no sólo para proteger a dichas poblaciones, sino también al resto de la comunidad".

### 3.6.2.3.- Estudios Realizados en Localidades de Características Especiales de los Estados Unidos de Norte América

Se hará referencia a tres estudios: uno de ellos realizado en una localidad del Estado de Arizona, el segundo tuvo lugar en Fresno, California y el tercero se llevó a cabo en Kentucky Este.

#### 1.- Estudio en la Estación de Campo Phoenix, Arizona

Este trabajo se ejecutó por intermedio del "Communicable Disease Center USPHS " y fue dado a conocer por Melvin H. Goldwin, Loryu J. Love, Don C. Mackee y Rudolf G. Warner, bajo el título "Observaciones de ocurrencia familiar de diarrea y gérmenes patógenos", publicado en "American Journal of Epidemiology" 81(2) 268 - 88, 1966.

Este estudio tendió a establecer la necesidad de medidas específicas para las enfermedades diarreicas, además de lo concerniente a las condiciones ambientales.

El estudio se realizó sobre 41 familias de 328 integrantes en total, de los que se tomaron especímenes fecales cada semana hasta obtener 2610 observaciones. La condición socioeconómica de todas las familias era baja. Las casas tenían agua distribuida por cañerías, sistemas de alcantarillado con arrastre de agua y refrigeradores.

Durante la observación se registraron 246 episodios de diarrea; hubo 52 que persistieron hasta la segunda semana, siete hasta la tercera, cinco hasta la cuarta y uno hasta la novena. Se aislaron cuatro agentes patógenos principales. Las familias fueron divididas entre de "alta ocurrencia" y de "baja ocurrencia". Ni el tamaño de la familia, ni el hacinamiento, ni el nivel socioeconómico mostraron significación para la presencia de agentes patógenos. Se omitió investigar la eficiencia de la madre de familia, el beneficio potencial de las instalaciones de saneamiento, la dieta y la nutrición.

La higiene personal se reveló aquí como el factor más importante pero se comprobó que en los casos de más alta ocurrencia, estaban mal realizadas las instalaciones.

La consecuencia fundamental que se extrae de este estudio es que el comportamiento de las personas incide en las cantidades de infecciones, lo que lleva a la conclusión de que no basta con buenas instalaciones si no se hace al mismo tiempo Educación para la Salud.

## 2.- Estudio realizado en Fresno Country - California

El estudio se centró en un campamento de trabajadores agrícolas inmigrantes entre octubre de 1952 y abril de 1953 y fue dado a conocer por A.C.Hollister, Dorothy Beck, Alan M.Gilleston y E.C. Hempille con el título "Influencia de la confiabilidad del agua sobre la prevalencia de Shigella en niños de familias de trabajadores campesinos" publicado en "American Journal of Public Health", 45(3) 1955.

Este estudio se realizó sobre 6111 niños menores de 10 años, en 123 campamentos de trabajadores agrícolas. Pertenecían a 2707 familias; el objetivo era establecer la correlación entre la prevalencia de la shigilosis y la disponibilidad de agua para la higiene personal, lavado de manos, baños y lavado de ropa.

Lo importante de este caso es que se tomaron muestras rectales a todos los niños menores de 10 años con intervalos de 1 mes o más. Los campamentos fueron divididos según sus instalaciones sanitarias, en tres tipos:

- 1) casetas con grifos individuales y duchas y tinajas privadas o inodoros privados o ambas cosas;
- 2) casetas con sólo grifos de agua en su interior, con acceso a instalaciones comunales en el exterior;
- 3) casetas sin plomería dependiendo de las instalaciones comunales para el uso de agua y la disposición de excreta.

En la Tabla 11 se advierte las diferencias de los cultivos positivos de Shigella tomando porcentajes de niños y familias con distintos servicios de higiene y saneamiento.

El estudio demostró, según sus autores, que la prevalencia de shigilosis está asociada con la disponibilidad de suficiente agua para la higiene personal.

La crítica que se puede hacer a este trabajo consiste en que no toma en cuenta la forma de evacuación de la excreta, a pesar de que el aumento de las cifras también coincidían con la menor seguridad del sistema de evacuación.

### 3.- Estudio de Kentucky Este

Se trata de un trabajo realizado por los siguientes autores: D. J. Schleimann, F. O. Atchey, M. J. Welcomb y S. F. Welch bajo el título de "Relación de los Factores ambientales en la Ocurrencia de las Enfermedades Entéricas en un Area del Este de Kentucky" publicado en "Public Health Monograph Nº 54, 1958 editado como Public Health Monograph Nº 591, y en "Public Health Reports", vol 73(11) 1958.

Tabla 11.

Porcentajes de cultivos positivos de Shigella entre niños menores de 10 años y porcentajes de familias de niños infectados en relación a las instalaciones sanitarias

Instalaciones de plomería dentro de la caseta	Cultivos positivos (%)	Familiares Positivos %
Grifo y ducha y/o letrina	1.6	2.5
Sólo Grifo	3.0	6.2
Nada	5.8	11.0

El estudio se desarrolló entre setiembre de 1953 y diciembre de 1955. Se instaló una estación de observación en campamentos mineros con una población de alrededor de 4000 personas distribuidas en comunidades de entre 100 y 1300 habitantes. El objetivo era investigar la asociación entre condiciones ambientales específicas y la ocurrencia de enfermedades diarreicas y estimar los niveles de control obtenibles mediante determinados cambios ambientales. De acuerdo a sus instalaciones sanitarias, las comunidades se clasificaron en tres grupos: A, una sola comunidad con 1295 personas, con instalaciones completas de inodoros con desagüe de agua y sistemas de agua fría y caliente en la casa; grupo B integrado por 15 comunidades con 1624 personas; tenían un servicio parcial de instalaciones sanitarias públicas; el 80 % de las viviendas tenían letrinas; 79% solamente agua fría; 29% dependían del agua del exterior de la vivienda; grupo C, de 1009 personas con instalaciones sanitarias precarias: 99% tenían letrinas; 77% dependían del agua exterior.

Se midió:

- la prevalencia de la Shigella y la Salmonella entre los niños de edad preescolar;
- la prevalencia de parásitos intestinales en individuos de todas las edades;

- c) la abundancia de moscas;
- d) cantidad de coliformes en muestras de agua de establecimientos públicos, servicios públicos y privados.

Los resultados fueron los siguientes:

- 1º.- El índice de morbilidad de diarrea para todas las edades fue 2,6 veces mayor en el grupo C que en el grupo B, el cual a su vez fue 1.94 veces mayor que en el grupo A. La morbilidad para los niños de 0 a 4 años fue 5,1 veces mayor en el grupo C que en el grupo A;
- 2º.- El porcentaje de muestras positivas de Shigella es incrementado en relación al menor nivel de las instalaciones de saneamiento, en forma similar a las infecciones helmínticas.
- 3º.- Los índices de morbilidad por Shigella fueron dos veces más elevados en las viviendas con 1,5 o más personas por cuarto;
- 4º.- Un tercio de las personas con enfermedades diarreicas tenían inodoros con descarga de agua, nivel mínimo de hacinamiento y nivel de educación superior;
- 5º.- Los efectos de las instalaciones sanitarias inadecuadas fueron muy significativos en la prevalencia de enfermedades diarreicas;
- 6º.- La disponibilidad de agua y las instalaciones sanitarias fueron, en síntesis, los factores principales de la incidencia de enfermedades entéricas.

#### 3.6.2.4.- Otros Estudios Importantes

Se van a considerar aquí dos estudios, uno de ellos realizado fuera de nuestro continente, que son considerados importantes por el criterio científico que los informa y dejan conclusiones que no pueden ser pasadas por alto para el trabajo presente.

##### 1.- Estudio realizado en las Indias Occidentales (Antillas, Santa Lucía).

Se trata aquí de un trabajo de Henry J. Fitzroy, intitulado "Saneamiento Ambiental, Infección y Estado Nutricional de Niños en Santa Lucía Rural, Indias Occidentales" publicado en "Trabajos de la Sociedad Real de Medicina e Higiene Tropical", 75(4) 507-513, 1981.

Este trabajo tiende a establecer la correlación entre abastecimiento de agua, saneamiento y salud infantil. La investigación se realizó mediante el seguimiento, durante dos años, de la salud y el crecimiento de 229 niños de 3 valles, que se denominaban Cul-de-Sac, Desruisseau y Ti Rocher cuyas características aparecen en la Tabla 12.

Tabla 12  
Estudio realizado en Santa Lucía (Indias Occidentales-Antillas)

Valle (Intervención)	Abastecimiento de Agua	Uso diario de agua por familia	Disposición de excreta
Cul-de-Sac (Ninguna)	Fuentes públicas muy dispersas, una por cada 350 pobladores	64	Letrinas de "baja calidad"
Desruisseau (sistema nuevo de agua)	Abastecimiento de agua independiente para cada familia	120	Letrinas de "baja calidad"
Ti Rocher (sistemas nuevos de agua y letrinas)	Abastecimiento de agua independiente para cada familia	124	Letrinas con sello hidráulico

Las comparaciones fueron realizadas por la combinación del tipo antes-después y el grupo de control, que en este caso es Cul-de-Sac. En los dos restantes las infecciones causadas por *Ascaris* y *Trichuria*, descendieron 30% y 50% luego de instalados los sistemas de agua y letrinas, respectivamente. La prevalencia de enfermedades diarreicas fue también menor en ambos valles, llegando a descender el 70% en el grupo de niños menores de 1 año.

En el área de Cul-de-Sac se trató por diarreas y vómitos al 34.7% de los niños, mientras en Desruisseau descendió al 27.8% y en Ti Rocher al 18.5% mostrando la influencia positiva de las letrinas con sello hidráulico.

Las curvas de crecimiento de los niños eran similares en las 3 áreas pero luego de la instalación de servicios se registró, en las áreas mejoradas, aumentos de peso y alturas por edades, especialmente entre los 3 y los 18 años de edad. Según el autor, esto último indicaría que la desnutrición es más una causa que una consecuencia de las enfermedades.

## 2.- Estudio en Miozapur, Bangladesh

Se trata de un estudio llevado a cabo entre los años 1984 y 1987, sobre un impacto en la salud de un proyecto integrado que comprendió bombas manuales, letrinas mejoradas y educación para la Higiene en un área rural de Bangladesh.

El trabajo fue publicado por el Banco Mundial, Programa de Agua y Saneamiento, en el año 1990, con el título (traducido al español) "Abastecimiento de Agua, Saneamiento y Educación para la Higiene." Sus autores son K. M. A. Aziz, B. A. Hoque, S. R. A. Hutley, K. M. Minnatullah, Z. Hassan. M. R. Patway, M. - M. Rahaman y S. Cairncross.

Se aplicó el método que consiste en utilizar un área de intervención y un área de control, cuyas características demográficas son similares, como puede advertirse en la Tabla 13. En las dos áreas, durante la estación seca, la mayoría de las viviendas no estaba a más de 100 metros de un cuerpo de agua superficial. Algunas viviendas también tenían un pozo de agua en su terreno. El agua era conducida a estos pozos con baldes.

Ambas áreas tuvieron tuberías conectadas con bomba de mano. Al tiempo en que se realizó la encuesta, había 34 bombas destrabadas en el área de intervención y 44 en el área de control. Algunas de estas fueron instaladas como parte de un programa rural de abastecimiento de agua; otras fueron instaladas particularmente. Fundamentalmente interesa saber que había una bomba manual para cada 143 personas en el área de intervención y una cada 103 personas en área de control.

Durante la estación seca, cuando cae el nivel de la napa subterránea, algunas de estas bombas eran inútiles para extraer agua luego de unas pocas semanas. Más aún, encuestas realizadas durante el proyecto indicaban que sobre un promedio del 20% de las bombas, en el área de control, no estaban trabajando en un tiempo dado. Sin embargo mientras la bomba no trabajaba, se contaba con otra bomba de repuesto.

En lo que respecta a la disposición de la excreta, la mayoría de las viviendas tenía acceso a un rudimentario servicio de disposición de excreta conocido como letrina "Kacha" o a veces un lugar fijo, que consistía en una plataforma rodeada por un cerco. La excreta caía de la plataforma sobre la tierra de abajo. La contaminación fecal potencial de la superficie vecina fue, desde luego, considerable. Solamente el 1% tenía una letrina "pucca" con un pozo cubierto y una laja de piso de material permanente. Las intervenciones consistieron en:

- 1º: la instalación de un tipo de bomba manual "Tara";
- 2º: se proveyeron letrinas "pucca" para cada vivienda, con un total de 754 letrinas;
- 3º: se llevó a cabo un programa intensivo de educación para la higiene. Este último consistió en visitas domiciliarias, discusiones en grupos y sesiones de entrenamiento.

Tabla 13

Características de la Población en Estudio, año 1984

	Intervención	Control
Número de viviendas	799	713
Número de pobladores	4.856	4.524
Tamaño medio de la vivienda	6,1	6,3
(error típico de la media)	(0,1)	(0,1)
Por ciento de viviendas		
< 1 año	4	4
1-4 años	10	10
5-14 años	28	27
15-44 años	43	43
45+ años	16	16
Por ciento de viviendas con por lo menos 1 niño <5 años	56	60
Por ciento de viviendas encabezadas por mujeres	6	4
Por ciento de viviendas de musulmanes	70	84
Por ciento de adultos(>15 años) sin educación:		
varones	58	41
mujeres	83	72
Por ciento de jefes de familia con ocupación:		
Agricultores en tierra propia	34	44
Trabajadores agricultores asociados	10	8
Trabajadores no calificados	10	15
Empresarios con capital	12	10
Trabajadores calificados	8	5
Pescadores	5	0
Servicio, maestros	3	7
Otros	18	10

El impacto sobre las enfermedades diarreicas fue estudiado en niños menores de 5 años de edad, usando diferentes diseños. El primero comparó la morbilidad por diarrea entre las áreas de intervención y de control; el segundo comparó subgrupos del área de intervención, de acuerdo con los diferentes niveles de uso de los servicios mejorados.

Los datos conteniendo detalles sobre diarreas fueron recogidos en entrevistas semanales por agentes sanitarios femeninos. La diarrea fue definida como tres o más movimientos blandos en un período de 24 horas y un episodio fue considerado completo cuando hubieren transcurrido dos días consecutivos libres de diarrea. La información recolectada por cada episodio incluyó el tipo de diarrea, la duración del trastorno y cualesquier síntomas asociados. Hasta diciembre de 1985, todos los niños que residían en las áreas en estudio cada mes, era considerado en riesgo de sufrir un ataque de diarrea.

Se tomaron muestras rectales en niños con diarrea en el día de la entrevista y fueron examinadas en relación a la bacteria shigella spp.

Se utilizó una medida de prevalencia que era la proporción de días transcurridos con diarrea; igual criterio se utilizó para la prevalencia de la shigellosis. Resultó así una tabla en la que se cruzaban los niños-meses de observación, la incidencia total, la incidencia de diarrea persistente, la proporción de episodios de más de 14 días de duración, la incidencia de disentería, el % de días de diarrea, % de muestras rectales positivas para la shigella spp. y la porción de días con shigellosis. (Ver Tabla 14). Es interesante observar la media y la mediana de la duración de los episodios de diarrea en el área de intervención y en la de control, como se ve en la Tabla 15.

Se analizó también el impacto sobre el estado nutricional de los niños. Se realizaron 14 encuestas trimestrales de peso y altura de todos los niños de 0 a 35 meses de edad, tanto en el área de intervención cuanto en la de control, que revelaron fundamentalmente que la altura y el peso eran menores de los estandars aceptados para la edad respectiva, sin advertirse diferencias sustanciales entre ambos grupos.

Se midió también el impacto sobre el estado nutricional en los niños de 0 a 35 meses de edad. El estado nutricional también fue encontrado pobre, lo que explicaría que los promedios de peso y altura por edad fueran bajos en ambos sectores. Se estudiaron asimismo las relaciones entre estado nutricional y factores de riesgo, considerándose como tales a la distancia hasta la bomba de mano, el uso exclusivo o no de la bomba para todas las actividades domésticas en la estación húmeda y la defecación de los niños o disposición de las heces en letrinas.

### **Conclusiones según los Autores**

No hay duda que el proyecto tuvo un efecto significativo en el comportamiento. Su impacto fue más allá de los cambios en la elección de la fuente de agua y lugar de defecación que se podría esperar que resultara de la simple posesión de bombas manuales y letrinas; el programa de educación para la salud también jugó en esto un papel significativo.

La incidencia de la diarrea en el área de intervención cayó también en 3/4 de la que se registró en el área de control.

La incidencia relativa de la diarrea en el área de intervención declinó significativamente en cada grupo de entre 6 meses y 5 años de edad y en cada una de las tres estaciones del año que se producen en la zona.



La prevalencia de la diarrea se redujo en más del 50% de los niños más pequeños.

Cabe señalar que la diarrea declinó también en cierta medida en el área de control, lo que puede deberse a que fueron mejoradas las prácticas de higiene, dado que otro organismo estatal desarrolló, también en esta área, un programa de educación para la salud.

El factor ambiental de riesgo más consistente en el área de intervención estuvo representado por la distancia que había entre las viviendas y las bombas manuales.

Las intervenciones afectaron significativamente la prevalencia de la ascariasis.

Otra conclusión importantes que extraen de esta experiencia los autores, es la de que habría razones para poner en duda, por lo menos, la exactitud del modelo conceptual según el cual el estado nutricional es probablemente el indicador más informativo de la salud de una población y el argumento, en el campo teórico, de que es una importante y apropiada medida del impacto de los proyectos de agua potable y saneamiento en la enfermedad diarreica. El modelo conceptual, siguiendo esos argumentos, sería que, episodios repetidos de diarrea en un niño tienen un efecto acumulativo sobre su crecimiento.

Sostienen los autores de este trabajo que hay evidencia de que, al menos en Bangladesh, los niños crecieron después de un episodio de diarrea de modo que el impacto de cada episodio sobre el crecimiento duró solamente unas pocas semanas. Si esto es cierto, concluyen, una intervención que controle la diarrea no es necesariamente creíble que cause un incremento perdurable en el estado nutricional de los niños. Es más aún, no siempre ha sido detectado en la práctica, un impacto sobre el estado nutricional.

En las "implicancias políticas" se expresa, entre otros conceptos, que "el estudio hace importantes contribuciones a la epidemiología de las enfermedades diarreicas y a nuestra comprensión de la interrelación entre diarrea y nutrición".

El proyecto ha demostrado la verdadera factibilidad de las ventajas operacionales de un diseño integrado, en el cual son combinados abastecimiento de agua, saneamiento y educación para la higiene. Respecto a esta última se afirma que "el componente de la educación para la higiene ayudó a asegurar el uso de las bombas manuales y la aceptación de las letrinas y, al mismo tiempo, que los mensajes no habrían podido ser puestos en práctica sin ellas".

Tabla 14. Morbilidad Diarreica por Area de Estudio y Año

	1984	1985	1986	1987
Niños-meses de observación				
Area de Intervención	6,922	8,301	8,450	8,257
Area de Control	6,603	8,210	8,111	8,165
Incidencia Total				
Area de Intervención	3.85	2.71.	2.18	2.34
Area de Control	3.75	3.59	1.98	3.12
RDIA	1.02	0.75**	0.73*	0.75*
Intervalo de confianza 95%	.96,1.09	.70,.80	.68,.78	.70,.80
Incidencia de diarrea persistente				
Area de Intervención	0.60	0.62	0.56	0.63
Area de Control	0.58	0.91	0.94	1.10
RDI	1.02	0.68**	0.59**	0.58**
Intervalo de confianza 95%	.87,1.2	.60,.77	.52,.67	.52,.65
Proporción de episodios >14 días de duración				
Area de Intervención	0.15	0.23	0.26	0.27
Area de Control	0.16	0.25	0.32**	0.35**
Incidencia de disentería				
Area de Intervención	0.62	0.34	0.24	0.27
Area de Control	0.54	0.37	0.34	0.36
RDI	1.16	0.92	0.70**	0.73**
Intervalo de confianza 95%	1.0,1.34	.77,1.09	.57,.84	.61,.88
% de días con diarrea				
Area de Intervención	8.8	9.7	9.1	9.5
Area de Control	8.9	14.1**	16.8**	17.5**
% de tomas rectales positivas para Shigella spp.				
Area de Intervención	7.3 (1,398) <sup>b</sup>	9.9 (933)	17.0 (865)	17.5 (961)
Area de Control	8.0 (14,637)	11.2 (1,323)	17.2 (1,206)	17.2 (1,351)
% de días con shigellosis c				
Area de Intervención	0.64	0.96	1.55	1.66
Area de control	0.71	1.58	2.89	3.01

Nota: test chi-cuadrado para significación de diferencia entre áreas

\*p<0.01;\*\*p< 0.001.

a Razón de densidad de incidencia.

b Número de tomas rectales.

c Calculado multiplicando el porcentaje de muestras rectales positivas para Shigella spp. por el % de días con diarrea.

Tabla 15

Media y Mediana de la Duración de Episodios de Diarrea  
por Area en Estudio y por año

	1984	1985	1986	1987
Media de la Duración (en días)				
Area de Intervención	8,4	13,1	15,2	14,8
Area de Control	8,7	14,3	20,6	20,5
Mediana de la Duración (en días)				
Area de Intervención	5	5	5	5
Area de Control	5	6	7	8

De la misma manera, dicen, el proyecto Mozapur "ha demostrado las ventajas de involucrar a las mujeres, no meramente como receptoras pasivas de los servicios mejorados, sino como participantes activas en su mantenimiento".

Finalmente, los autores plantean importantes cuestiones técnicas que han sido puestas de relieve por la experiencia del proyecto con las letrinas de doble pozo:

¿Hasta qué punto es alternado correctamente el uso de los pozos?

¿Cuáles son los arreglos más apropiados para la remoción y posible uso de los desechos compostados?

¿Qué tasa de acumulación de lodo es apropiada para el diseño de letrinas en áreas con una napa alta de agua?

Las preguntas tienen relevancia después de Bangladesh y son necesarias mayores investigaciones para contestarlas.-

### 3.6.3.- Conclusiones

#### 3.6.3.1.- Consideraciones Preliminares

Al pasar rápida revista a algunas de las investigaciones realizadas sobre el terreno, uno de los aspectos que llaman poderosamente la atención es el de que, a pesar del número importante de las mismas, de los ponderables esfuerzos y gastos requeridos para la ejecución de ellas, que exigieron varios años de trabajo, son relativamente pocos los resultados que pueden considerarse útiles para enfrentar el problema de las enfermedades transmitidas por agentes enteropatógenos en nuestro País.

Tal vez una de las conclusiones más interesantes que puede extraerse de algunos de los que han sido glosados en el numeral 3.6., es que un sistema adecuado de disposición de excreta, acompañado por un abastecimiento de agua abundante, es susceptible de reducir los casos de enfermedades diarreicas en cierta proporción. Obsérvese que en ningún caso se ha reducido a cero el número de las enfermedades combatidas por alguno o todos esos medios. La única excepción conocida es la registrada en la experiencia realizada en Filipinas, entre los años 1968 y 1970, en la que se anotó, en el último de dichos años, un registro de cero casos de cólera en la localidad de Sibucan, la única de las cuatro investigadas que contaba con servicios mejorados de agua y excreta. El promedio de reducción de casos en los 3 años que duró la experiencia, fue de 76 por ciento. Por último se debe hacer notar que además de la prestación de los servicios mejorados, los autores atribuyen el éxito a la participación comunitaria y a la educación para la salud.

#### 3.6.3.2.- El Tema de las Prioridades

La cuestión que se han planteado algunos autores acerca de qué es lo más importante: el mejoramiento de los sistemas de evacuación y disposición de excreta o de los del abastecimiento de agua, resulta a todas luces intrascendente y extemporánea. Las posiciones en uno y otro sentido se han basado en investigaciones, muchas veces carentes de la objetividad y el rigorismo científico necesarios, fundamentadas además en datos puramente empíricos cuyo manejo estadístico pudo servir, en el mejor de los casos, para indicar qué es lo que ocurría en determinada localidad pero sin alcanzar el nivel suficiente como para ser aplicable a otras situaciones fácticas.

En el Cuadro "Vías de Transmisión de los Agentes Patógenos" se aprecia el ciclo de transmisión de los agentes patógenos que excreta el hombre, luego de lo cual entran en una o varias de las vías de transmisión hasta llegar al hombre sano, si no han sido destruidos o inmovilizados mientras dura su persistencia. Cuando llega una dosis infectante al hombre superando sus defensas, éste se convierte en nuevo reservorio y excreta, otra vez, agentes patógenos realimentando y ayudando a ampliar el ciclo de la enfermedad.

Esta clara demostración de proceso, así graficado, no debe sin embargo inducir a error en el sentido de la creencia de que bastaría neutralizar la capacidad infectante de la excreta en el lugar en que se produce. Si ello fuera así de sencillo, en no mucho tiempo se hubiera logrado la desaparición de las enfermedades en cuestión. En el apartado siguiente se pondrá de manifiesto que en modo alguno ello ocurre así en la práctica.

### 3.6.3.3.- Los Factores de Complejidad

En el numeral 3.4., al tratar el proceso infectante, se ha puesto de manifiesto una serie de caracteres que presentan los agentes patógenos, el posible grado de inmunidad en el hombre y la existencia de otros reservorios o de huéspedes intermedios. En el Cuadro "Vías de Transmisión de los Agentes Patógenos" se advierte, además, cómo la latencia, la persistencia, la capacidad de multiplicación y la dosis infectante, son factores que condicionan en alto grado la posibilidad de detener en su mismo inicio el proceso infectante.

Debe recordarse, además, que el mal manipuleo de la excreta y su destino final bastan para propagar una o varias de las enfermedades mencionadas en el cuadro antes citado, sobre todo en los casos, que son mayoría, de los agentes que no pasan por un período de latencia.

Al mencionarse, en el numeral 3.2., las vías de transmisión, se expresó que una de ellas es el contacto directo de una persona contaminada a otra sana. En la primera de las dos experiencias que se realizaron en Guatemala (ver numeral 3.6.2.2.), en efecto, los autores del trabajo manifestaron en sus conclusiones que el principal medio de transmisión "parece ser el contacto personal".

Se observa que, para el abastecimiento de agua, salvo el 10 por ciento de las viviendas con abastecimiento domiciliario, el resto de los habitantes debían recurrir a grifos públicos, lo cual da una clara idea de que la higiene personal, especialmente el lavado de las manos después de la defecación, se encontraba fuertemente restringido.

En otras de las investigaciones, la realizada en Venezuela (numeral 3.6.2.2., punto 4), también se expresa que los contactos personales son más importantes que las letrinas en la difusión de la diarrea, pero el abastecimiento de agua la reduce. La razón obviamente sería la misma que se acaba de expresar en referencia a Guatemala.

En la segunda de las experiencias realizadas en Guatemala, hizo su aparición un nuevo factor, que es el grado de "mal nutrición" cuya incidencia en los casos agudos de diarrea se advierte en la tabla 8. Es el mismo problema que induce a decir a los autores del estudio realizado en Santa Lucía (Indias Occidentales), mencionado en el numeral 3.6.2.4., "que la desnutrición es más una causa que una consecuencia de las enfermedades".

En el estudio realizado en Panamá (numeral 3.6.6.2., punto 2), se hace referencia a otro factor, el nivel de vida general, lo cual es corroborado en parte en el estudio realizado en Costa Rica (numeral 3.6.6.2, punto 3), donde, en base a un elemento objetivo, el monto del alquiler que se paga por la vivienda, se deduce un resultado análogo.

En el estudio realizado en Campo Phoenix, Arizona (USA), numeral 3.6.2.3., una de las conclusiones que extraen los autores es que no bastaban las buenas instalaciones si no se hacía, al mismo tiempo, Educación para la Salud, es decir, si no se corrigen las actitudes de la población que derivan en su mal comportamiento frente al problema. Recuérdese lo que al respecto se dijo en referencia al estudio llevado a cabo en Filipinas.

En otra investigación realizada también en USA pero esta vez en Kentucky Este, se advirtió que la abundancia de moscas contribuía también a la propagación de las enfermedades diarreicas. A este respecto D.J. Schienmann en "Diarrhoeal Diseases and the Environment", nota remitida al Grupo de Estudio WHO en noviembre de 1958, se refiere a los estudios realizados en Texas y Georgia que demuestran, dice, que mediante el control de las moscas se obtuvieron significativas reducciones en la morbilidad por enfermedades diarreicas.

En el estudio quizá más importante por su muy buena concepción técnica, el realizado en Miozapur, Bangladesh, (numeral 3.6.2.4.), que, a su vez, es uno de los más recientes, se corroboraron varios de los hallazgos de los restantes estudios y además se explicita la importancia de la participación de las mujeres.

Lo que se ha venido expresando induce en cierta medida a poner de manifiesto que, como lo dicen John Gordon y otros en el trabajo "Acute Diarrhoeal Disease in Less Developed Countries", publicado en el Boletín WHO del año 1964, Nº 31, pag. 1 a 7, "Un programa elaborado como para el control después se desarrolla a través de identificación de varios caracteres en un complejo de causalidad que es multifactorial, con variables individualmente relacionadas con un agente de la enfermedad, con el huésped humano y con el medio ambiente que rodea a ambos.

En la obra de Steven A. Esrey y Jean Pierre Habitch ya citada, se alude a otros factores que denominan "factores de riesgo", entre los que se encuentra el amamantamiento de los niños en su primera edad, el ingreso y el alfabetismo. El amamantamiento es el alimento más apropiado para los niños pequeños, no solamente porque es nutritivo y estéril sino que reduce la ingestión de otros alimentos que pueden estar contaminados; el ingreso será importante en cuanto los pobres carecen de los medios para mantener la limpieza del ambiente, viven en habitáculos atestados y antihigiénicos; las madres alfabetizadas y educadas pueden corregir el estado de suciedad de la casa y de las ropas.

Esta multiplicidad de factores condicionantes de la relación de causa-efecto en la transmisión de agentes patógenos entéricos, conduce a otro tema: el de la metodología de la investigación, que se analiza en el numeral siguiente.

### 3.6.3.4.- La Denominada "Enfermedad Diarreica"

La práctica entre los investigadores y tratadistas de aludir globalmente a las enfermedades entéricas transmisibles con el título de "enfermedad diarreica" ha conducido, como se ha puesto de manifiesto a través de la lectura de numerosas publicaciones, a reiterar una denominación inadecuada pues lo que se investigaba era el síndrome diarreico, distinción esta muy importante por la siguientes razones:

- 1ª) porque como se expresa en "Patología Estructural y Funcional" de Cotran Kuma Robbins, 4ª Edición, Volumen 1, pag. 369 "El síndrome diarreico, que es el denominador común de las enfermedades entéricas, puede tener también muchas causas no infecciosas y puede variar de forma importante en cuanto a gravedad";
- 2ª) porque como a su vez lo indican John E. Gordon y otros en "Acute Diarroheal Disease in Less Developed Countries" antes citado, las enfermedades agudas diarreicas incluyen una proporción de infecciones entéricas específicas, tales como shigellosis, salmonellosis y otras enfermedades causadas por bacilos enteropatógenos del colon, pero consiste mayormente en enfermedades no diferenciadas con agentes infecciosos específicos no demostrables. Confirman, más adelante, que desde el punto de vista clínico "la enfermedad aguda diarreica es un síndrome, de ocurrencia universal, de diferentes grados de severidad, con diferencias esenciales y caracterizando áreas especiales y condiciones ambientales diferentes";
- 3ª) Los mismos autores que se acaba de citar, aclaran que la designación de una enfermedad como un síndrome clínico no cierra el camino a la existencia de entidades de enfermedad exactamente determinadas dentro del grupo. Citan, como ejemplo, que la meningitis aséptica es una ilustración de una reacción clínica típica inducida por muchos agentes infecciosos diferentes, uno de los cuales es demostrable en muchos ejemplos. Luego contienen en su trabajo una afirmación basada aparentemente en una información errónea cuando sostienen que las enfermedades infecciosas específicas reconocidas son: shigellosis, salmonellosis, diarrea por Escherichia Coli y Amebiasis y alude a la Tabla que se reproduce con el número 5 en el numeral 3.6.2.2., correspondiente al estudio realizado en Guatemala, donde las enfermedades específicamente investigadas representan el 24 por ciento de los síndromes diarreicos.

Un rápido repaso al contenido del numeral 3.1.4, muestra que si bien la totalidad de las enfermedades entéricas producidas por bacterias ocasionan diarreas, las mismas enfermedades presentan también otros síntomas no necesariamente acompañados por diarrea, como por ejemplo la

artritis, iritis, úlceras cutáneas, etc. en el caso de la Yersinia y desde malestares completamente leves hasta granulomas confundibles con carcinomas, en el caso de la entamoeba histolítica, por no citar sino dos ejemplos. En los trabajos aludidos no se mencionan los gusanos como el Ascaris, cuyas larvas ocasionan graves trastornos pulmonares, la Strongyloidea Stercoralis que suele producir una enfermedad asintomática pero también puede pasar a los pulmones y presentar una serie de síntomas que no incluyen a la diarrea, etc. Se puede citar muchos otros ejemplos como el de la Fasciola hepática, el Paragonimun, la Tenia solium que puede provocar cisticercosis mortal, sin omitir los virus, el más conocido de ellos el Poliovirus, el Echovirus, Casackievirus A y B, ninguno de los cuales producen diarreas pero son excretados por el hombre.

Sobre varios de estos tipos de agentes patógenos, la literatura referente a estudios de campo no suele contener referencias concretas, posiblemente por la dificultad que puede presentar la falta de elementos adecuados para el diagnóstico, especialmente en el caso de los virus. Nótese que no se ha mencionado enfermedades exóticas sino las que se difunden en Latinoamérica y también en nuestro país.

John M. Kalbermaten y otros, en un trabajo que ha sido recordado con anterioridad, reproducen un cuadro sobre información tomada de Feachen y otros, el que ha sido elaborado con sentido práctico. Se ha procedido en este caso a adecuar el cuadro a las enfermedades mencionadas en el numeral 3.1.4. Las enfermedades han sido agrupadas de acuerdo a sus características epidemiológicas, indicándose el foco dominante o de transmisión y las medidas de mayor importancia para su control. En estas últimas, se han suprimido aquellas medidas que implican un reuso de la materia fecal o de las "aguas negras" por estimarlo inadecuado a las características socioculturales de nuestro país y se ha agregado, donde había sido omitida, la Educación para la Salud por el rol importantísimo que se le asigna en la lucha contra este tipo de enfermedades, tema sobre el cual se volverá más adelante.

Se acompaña el Cuadro de la "Clasificación Ambiental de Infecciones Excretadas", tal como ha quedado luego de las modificaciones introducidas. Se obtiene así una guía que conduce a los distintos tipos genéricos de soluciones, en todas la cuales, por supuesto, aparecen las letrinas o retretes o baños, según los casos. Si bien sigue subsistiendo la dificultad de detectar los síntomas de algunas de las enfermedades incluídas en la lista, la adopción de ciertas medidas preventivas adecuadas a los grupos conformados permitirá reducir el riesgo de enfermedades que se desarrollan en varias regiones de nuestro país, varias de las cuales son culpables de los índices de morbi-mortalidad infantil, en los primeros años de la vida.



Clasificación ambiental de infecciones excretadas

Categoría	Característica Epidemiológica	Infección	Foco dominante de transmisión	Medidas de mayor control
I	No latente, baja dosis de infección	Enterobiasis Inf. enterovirales Hymenolepsiasis Amebiasis Giardiasis Balantidiasis	Personal Doméstico	Abast. agua domiciliaria Educación para la Salud Vivienda mejorada Provisión de retretes
II	No latente, dosis alta o media, moderadamente persist. y apta para multipl.	Tifoidea Salmonelosis Shigellosis Cólera Escherichia coli Yersiniosis Inf. Campylobacter	Personal Doméstica Agua Siembra	Abast. agua domiciliaria Educación para la Salud Vivienda mejorada Provisión de retretes Tratamiento previo a la descarga
III	Lat. y persistente S/huesped interm.	Ascariasis Trichuriasis Anquilostomiasis Strongiloidiasis	Corral Campo Siembra	Provisión de retretes Educación para la Salud
IV	Lat. y persistente con huesped interm. vaca o cerdo.	Teniasis	Corral Campo Forraje	Provisión de retretes Educación para la Salud Cocimiento, inspección de la carne
V	Lat. y persistente con huesped interm. acuático	Clonorchiasis Difilobotriasis Fascioliasis Paragonimiasis Esquistosomiasis	Agua	Provisión de retretes Tratamiento previo a la descarga. Control de animales reservorios. Cocción de la carne Educación para la Salud
VI	Insectos vectores relacionados con la excreta	Todas las infecciones listadas en I a IV para las cuales las moscas y cucarachas pueden ser vectores	Varios lugares en que defecan personas	Identificación para su eliminación de sitios y criaderos

### 3.6.3.5.- Inferencias Extraídas de las Conclusiones

De la lectura de las conclusiones que anteceden, se infieren una serie de pautas que deben ser tenidas en consideración cuando se enfrenta la elaboración de planes, programas y proyectos para la instalación y puesta en marcha de sistemas de evacuación de excreta, las principales de las cuales son las siguientes:

1ª) Un sistema adecuado de disposición de excreta reduce los riesgos de epidemias de las enfermedades transmisibles a través de los agentes mencionados en el numeral 3.3, pero para alcanzar resultados aún más categóricos en ese sentido, se requiere contar además, con un abastecimiento de agua potable abundante, una adecuada alimentación de la población, especialmente la infantil, la creación de hábitos higiénicos y una mayor participación de las mujeres en el desarrollo de los programas;

2ª) La planificación, programación y ejecución de un sistema integral de evacuación de excreta, que contemple por ende no solamente la instalación de una red cloacal sino también la colocación de letrinas y baños sanitarios en las viviendas no servidas por la red, debe basarse en un conocimiento preciso de las enfermedades susceptibles de ser transmitidas a través de la excreta, sus agentes transmisores, tiempo de persistencia de estos últimos en el medio ambiente, temas estos desarrollados en los numerales 3.2, 3.3 y 3.4, para la determinación de los tipos de servicios domiciliarios más adecuados;

3ª) Las experiencias recogidas en los trabajos de campo, de los cuales se documentaron algunos ejemplos en el numeral 3.6, han puesto de manifiesto la necesidad de revisar detenidamente las conclusiones de las mismas para no incurrir en errores tales como los siguientes:

a) Pensar que basta la adopción de alguna o algunas medidas aisladas de saneamiento para alejar los riesgos de brotes epidémicos o terminar con las endemias;

b) Olvidar la importancia que revisten las actitudes de las poblaciones en los éxitos o fracasos de los programas de prevención de las enfermedades transmitidas a través de la excreta;

c) Combatir genéricamente la "diarrea" como si se tratara de una enfermedad y no de un síntoma (ver numeral 3.6.3.4), deja un claro abierto para el paso de muchos otros agentes patógenos transmitidos mediante la excreta humana, que no provocan diarreas pero producen otros tipos de trastornos que en algunos casos revisten suma gravedad, como ha quedado documentado en el numeral 3.3;

d) La eficacia de los sistemas de saneamiento que se apliquen para solucionar el problema de la evacuación de la excreta fuera del ámbito de la red cloacal, está en relación con los diferentes tipos de agentes de transmisión que han sido analizados y sus características epidemiológicas, puestas de manifiesto en las experiencias de campo que han sido objeto de tratamiento en el numeral 3.6, permiten apreciar que se puede establecer un orden de prioridad en la selección de los mismos, teniendo en cuenta su grado de eficacia y las condiciones socioeconómicas y culturales de los habitantes de las respectivas viviendas,

agregándose aún la debida protección contra insectos. A ello obedece el criterio básico que guía la selección de sistemas adoptada para el desarrollo del algoritmo de Duncan Mara y otros, pero ajustado a esas ideas así como el orden de prioridad adoptado para las diferentes alternativas: conexión a la red, cámara séptica, inodoro con sello hidráulico y letrina a hoyo seco con ventilación y puerta de cierre automático.

## G L O S A R I O

- Acidosis** Disminución de la reserva alcalina en la sangre.
- Anorexia** Falta de apetito.
- Anuria** Supresión o disminución de la secreción urinaria.
- Ascitis** Acumulación de líquido en la cavidad peritoneal por exudación o trasudación.
- Cisticercosis** Infestación producida por la larva de la tenia solium, que vive en el tejido celular formando una especie de quiste (cisticerco).
- Colédoco** Conducto biliar común, formado por la reunión de los conductos hepático y cístico, que vierte la bilis en el duodeno.
- Disentería** Enfermedad aguda caracterizada por lesiones inflamatorias, ulcerosas y gangrenosas del intestino grueso y porción inferior del ileón con evacuaciones frecuentes de materias mucosas y sanguinolentas, dolores, tenesmo y grave estado general.
- Eosinofilia** Presencia en la sangre de numerosos leucocitos, que contienen en sus protoplasmas granulaciones que se tiñen fácilmente con un colorante ácido llamado eosina.
- Eritema** Enrojecimiento difuso de la piel producido por la congestión de los vasos capilares.
- Esteatorrea** Presencia de grandes cantidades de grasa en las deposiciones.
- Genoma** Conjunto de todos los genes de los cromosomas.
- Granuloma** Tumor o neoplasia formado por tejido de granulación.
- Hemoptisis** Espectoración de sangre.

**Hépatomegalia** Aumento de volumen del hígado.

**Hipocrómica** Que su coloración o pigmentación es disminuida o deficiente. En los glóbulos rojos (eritrocitos), se produce una disminución del contenido de hemoglobina.

**Hipovolémico** Shock que produce la disminución del volumen total de sangre.

**Huésped** Persona, animal o planta en que vive otro organismo parasitario. Puede ser: definitivo o primario, cuando el parásito sigue su vida sexual; intermediario, cuando el parásito pasa su vida de larva; reservorio cuando alberga el germen que afecta al hombre.

**Ileón** Tercera y última porción del intestino delgado que se extiende desde el yeyuno hasta el ciego.

**Microcítica** Con glóbulos rojos degenerados, pequeños.

**Miocarditis** Inflamación del músculo del corazón.

**Parénquima** Elemento esencial específico o funcional de un órgano, generalmente glandular, en distinción de la estroma, o tejido intersticial.

**Pleurodinia** Dolor paroxismal de los nervios y músculos intercostales.

**Réplica** Tiempo presente de la acción por la cual una molécula de DNA (sustancia que contiene la información genética) origina otra idéntica a la existente. Constituye el proceso fundamental de la reproducción.

**Reservorio** Organismo que alberga gérmenes patógenos.

**Sinergismo** Asociación o cooperación de movimientos, actos u órganos para el cumplimiento de una función.

**Tenesmo** Deseo continuo, doloroso e ineficaz de orinar o defecar, producido por un estado irritativo del cuello vesical, o del ano o recto.

**Trofozoito** Protozoo con estadio vegetativo en su ciclo vital.

**Yeyuno** Porción del intestino, de unos 2,2 metros de longitud, del duodeno al ilión, con los que forma el intestino delgado.

### 3.7.- JUSTIFICACION DE LAS NORMAS PROPUESTAS PARA EL ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES INCORPORADAS AL PROGRAMA

#### 3.7.1.- Consideraciones Generales

##### 3.7.1.1.- Etapas de los Estudios

En las normas se sigue una metodología que permite distinguir tres etapas consecutivas en la recolección de los datos, tal como se establece en la literatura destinada a este tipo de investigaciones. La primera etapa es preparatoria de las otras dos y permite reunir, antes de ir al terreno, diversas informaciones de interés para orientar, en ciertos aspectos, la tarea del investigador ya que se recurrirá al análisis crítico de documentos oficiales y privados que arrojen luz sobre las características de la comunidad, tanto en lo que se refiere a sus antecedentes cuanto al grado de evolución alcanzado, desde el punto de vista demográfico, económico y cultural y del saneamiento.

Asimismo se reunirá información destinada al estudio de los aspectos que hacen a la ingeniería del proyecto, relacionados con la altimetría, la característica del suelo, la profundidad de la napa, características de los posibles cuerpos receptores, entre otros.

En la segunda etapa, se completará la información con nuevos datos recogidos sobre el terreno que, en conjunto, servirán para establecer, en principio, si la comunidad reúne las condiciones que requieran una intervención prioritaria y si existen indicios de factibilidad del cambio que se intenta introducir. Si no se advirtieran razones poderosas para postergar el tratamiento de esta comunidad, se llevará adelante la investigación.

Hasta aquí se ha tenido un contacto con la comunidad en estudio que, si bien tiene el efecto de proporcionar un punto de vista dinámico, carece de la profundidad suficiente para ahondar en las interrelaciones de las variables y además muchas de las informaciones recogidas pueden estar deformadas por cierto grado de subjetivismo, muy difícil de eludir en esta fase de la labor.

Hará falta, para adoptar una decisión definitiva, otro tipo de estudio que, aunque limitado a representar estáticamente a la comunidad como si se la hubiere captado en un momento de su evolución, obteniéndose una imagen de la misma, permite una penetración profunda en su contenido a través de la aplicación de las técnicas estadísticas.

### **3.7.1.2.- Estudios Preliminares**

#### **3.7.1.2.1.- Introducción**

Debe establecerse claramente que la introducción de un servicio nuevo, así como la ampliación de uno preexistente que implica a su vez determinados cambios tecnológicos y culturales, significa una transformación importante en la vida de los integrantes de una población, o sea de ese conjunto humano que, en términos sociológicos, se denomina "comunidad". Además, y esto no es lo menos importante, está de por medio el factor económico ya que la obra significará gastos hasta entonces no enfrentados por los integrantes de la comunidad.

Para mayor claridad debe recordarse que por comunidad se entiende el grupo humano asentado en una área geográfica determinada, que se caracteriza por: un modo particular de desarrollarse la interacción entre sus componentes, la mayor o menor participación de los mismos en los esfuerzos para alcanzar intereses u objetivos comunes, sus pautas culturales propias nutridas en tradiciones, hábitos y creencias. En otros términos, se trata de una realidad compleja, en la que participan elementos físicos, económicos, sanitarios, sociales y culturales.

De ahí que sea importante establecer la delimitación geográfica del área en que asienta la comunidad sobre la cual el ingeniero y el técnico van a ejercer su acción. Es por ello que es muy conveniente en esta etapa que se trate de obtener el plano catastral de la comunidad, aunque el mismo no se encuentre actualizado, pues podrá ser completado en oportunidad de llevarse a cabo las etapas siguientes de la investigación.

#### **3.7.1.2.2.- Etapa de Recopilación Preliminar de Datos**

En esta etapa el agente que tenga a su cargo la recopilación de la información, deberá recurrir a archivos existentes a nivel provincial: por ejemplo, la respectiva Dirección Provincial de Municipios, donde indagará sobre la creación, evolución, composición demográfica de la población, industrias, comercios y servicios públicos, existentes en la comunidad. Investigará también sobre la existencia de antecedentes relativos a clima, altimetría, permeabilidad del terreno y profundidad de la primera napa. Otras informaciones podrán ser requeridas al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) sobre actividades productivas agrícola ganaderas en el área de influencia de la comunidad; en el Ministerio de Salud o Dirección Provincial de Salud, se procurará informes sobre estadísticas sanitarias de la comunidad en estudio, especialmente en lo que se refiere a enfermedades diarreicas.

También es conveniente tratar de acceder a fuentes indirectas de información como publicaciones periodísticas, libros y revistas conteniendo datos de interés sobre la comunidad y muy especialmente noticias sobre la repercusión que hubiere tenido sobre la comunidad la existencia de casos de enfermedades transmisibles, sobre todo en las zonas de mayor riesgo; por supuesto que en la actualidad las más importantes son las relacionadas con los casos de cólera.

Es de importancia, asimismo, reunir antecedentes sobre vigencia de los salarios, especialmente a través de los convenios colectivos de trabajo.

No debe dejarse de lado, además, la oportunidad de obtener información por parte de personas que hayan habitado o visitado con cierta frecuencia la comunidad, sobre diversos aspectos de la vida comunitaria y el funcionamiento de sus instituciones.

Con la información reunida, debidamente ordenada y evaluada, se podrá iniciar la tarea correspondiente a la segunda etapa de la investigación, que se llevará a cabo sobre el terreno.

#### **3.7.1.2.3.- Etapa de Observación Directa sobre el Terreno**

Se comenzará la labor de esta etapa, mediante entrevistas con funcionarios municipales y con las autoridades de los organismos o empresas de servicios públicos, a efectos de obtener toda la información posible, en especial acerca de abastecimientos de agua y disposición de excreta y los resultados de las observaciones mencionadas con el numeral 3.7.1.2.2. Lo más importante en ese sentido es la obtención de planos de las redes de los servicios existentes y datos sobre las tarifas, percepción de las mismas, deudores morosos, etc.

Las normas que se proponen son bastante explícitas sobre el tipo de información a recoger. Se mantendrán también entrevistas con personalidades destacadas y líderes reconocidos de la comunidad. En esta etapa es asimismo muy importante recorrer la comunidad para captar hábitos y costumbres de los habitantes en relación al tema del saneamiento y se observarán elementos objetivos de estratificación social, como por ejemplo la calidad de las viviendas, tratando en lo posible de establecer zonas de niveles notoriamente diferentes, que se indicarán sobre el plano de la localidad.

Se pondrá especial atención sobre los indicadores de participación comunitaria, tales como las cooperativas de servicios, centros o uniones vecinales, sociedades de fomento, acciones de bien común realizadas por grupos de vecinos, e institutos de enseñanza, tratando en este caso de establecer la que se imparte en materia de enfermedades

transmisibles, especialmente las diarreicas. Es de interés también que se determine el campo de actividades de cada institución y la cantidad de sus adherentes, así como el grado de participación de las amas de casa en los trabajos comunitarios, atento a la importancia que ello reviste, según lo ha puesto de manifiesto la experiencia obtenida en el desarrollo del Plan Nacional de Agua Potable y las recogidas e otros países.

En esta etapa, tanto mediante la observación directa cuanto al análisis de los datos de la encuesta, se detectará el desarrollo de los procesos sociales de cooperación y conflicto extendidos sobre un campo de intereses y actitudes positivas, negativas y neutras. Es interesante, a este respecto, recordar la regla enunciada por Tamotsu Shibutari "(Sociedad y Personalidad", Edit. Paidós, Buenos Aires, 1961), según la cual "el grado en que los hombres individualmente motivados son capaces de coordinar sus actividades respectivas depende del grado de consenso existente entre ellos", aclarando que "el consenso se refiere a supuestos comunes que subyacen bajo los esfuerzos cooperativos".

Asimismo debe subrayarse la importancia del conocimiento de las pautas culturales cuando se trata de introducir, en una comunidad, determinados cambios tecnológicos. El antropólogo G. M. Foster, en su libro "Las Culturas Tradicionales y los Cambios Técnicos" (Edic. del Fondo de Cultura Económico, México, 1964) realizó un estudio profundo de las barreras sociales, psicológicas y culturales, que se oponen a los cambios tecnológicos. Por ejemplo, la tradición, el fatalismo religioso, los conflictos sociales, por no citar sino algunos de los más fácilmente comprobables en la experiencia vivida en nuestro País. No es necesario recorrer largas distancias para verificarlo; bastará con recordar lo que está sucediendo con la invasión del cólera en nuestro País, donde se ha apreciado claramente cómo ciertas creencias originan resistencia a la adopción de medidas higiénicas para evitar la difusión del cólera o cómo los intereses creados motivan que se sigan contaminando los cursos de agua con materia fecal no tratada, por no citar sino algunos ejemplos.

En esta misma etapa se deberá efectuar una recorrida por la comunidad a efectos de complementar, si fuere necesario, los datos topográficos, especialmente los referidos a la profundidad de la napa subterránea y la permeabilidad de los suelos, obtenidos en la etapa anterior y estimar, en forma preliminar, los límites del radio servido por la red "actual" y futura en caso que tal solución se aprecie factible, teniendo en cuenta la topografía, la distribución de las viviendas y la densidad demográfica. También se deberá prestar atención a otros aspectos de importancia, como factores ambientales susceptibles de incidir en la solución posible. Se recogerá información sobre costos, en la localidad, de los elementos necesarios para la



instalación de los diferentes tipos de servicios de saneamiento.

Los datos recogidos y sus análisis permitirán a esta altura establecer, en principio, la elegibilidad de la comunidad. En caso afirmativo, se continuará oportunamente con lo desarrollado en el numeral 3.7.1.3

#### **3.7.1.2.4.-Elaboración del Informe Preliminar**

Terminada esta etapa, es conveniente elaborar un informe o monografía de la comunidad, en el que se explicitará el origen y su desarrollo en los aspectos demográficos y socioeconómicos, hasta llegar a su estado actual. Se indicará su ubicación geográfica, extensión que ocupa, población según el último censo, servicios que se prestan actualmente, principales edificios públicos, distribución de los niveles socioeconómicos en la diferentes areas o sectores, características del suelo, niveles, profundidad de la napa, entre otros.

Con esos datos se efectuará un cálculo primario del area servida por la red a proyectar y la estimación de los costos tanto de la red, cuanto de los elementos para las instalaciones sanitarias en lugares no servidos por la red.

#### **3.7.1.3- Encuestamiento de la Población**

##### **3.7.1.3.1 Consideraciones Generales**

El encuestamiento de la población es un procedimiento destinado a completar el conocimiento indispensable de la comunidad sobre la cual se va a actuar; del mismo depende la factibilidad económica del proyecto y la posibilidad de determinar la existencia de áreas con características edilicias similares que hagan suponer la posibilidad de dotarlas de similar tecnología de saneamiento.

El encuestamiento es una actividad que debe ser planeada cuidadosamente para que realmente sea un retrato, tomado en instantánea, de la comunidad.

Lo ideal a este respecto sería siempre realizar una encuesta a universo total, porque permitiría conocer exactamente la situación zona por zona, casa por casa. Sin embargo, ello sería sumamente costoso en tiempo y gastos de personal, tratándose de poblaciones que pueden llegar hasta 30.000 habitantes.

Existen procedimientos ya muy experimentados para reducir el número de entrevistas por métodos científicos, de modo que permitan extraer conclusiones aplicables a la generalidad de la población en estudio, con márgenes de

confiabilidad y de error aceptables. Sin embargo, estos procedimientos también ofrecen algunos inconvenientes, uno de los cuales es que si bien nos brinda una visión panorámica de la población, no nos permite detectar todos los casos individuales.

Por ejemplo, obtendremos datos tales como porcentajes de población que carece de letrinas sanitarias, pero no la ubicación de cada una de las viviendas que se encuentran en esas condiciones. Ello no obstante, es muy útil para el cálculo de las necesidades de saneamiento, conocer datos socioeconómicos de la población y sus actitudes y predecir las probabilidades de éxito de la acción a emprender, aún sin conocer con precisión lo que ocurrirá respecto a cada una de las viviendas.

Debe recordarse que se trata de una investigación tendiente a definir la factibilidad del proyecto y el nivel de servicio adecuado a la población. Por ese motivo es que se aconseja, para comunidades que excedan de 500 viviendas, la realización de una encuesta por muestreo probabilístico, para evitar mayores costos si la obra, cuando se trata de una red cloacal, no resulta factible.

Sin embargo, será posible una mayor aproximación a los casos individuales, si se han realizado las tareas de zonificación por tipos de viviendas, a que se hizo referencia con anterioridad.

Se considera razonable el encuestamiento a universo total en poblaciones de hasta 500 viviendas, lo que término medio representa núcleos de unos 2.000 habitantes.

En las poblaciones que superen esa cantidad de viviendas, por las razones arriba expresadas, se aconseja realizar un muestreo probabilístico.

Para ello, debe procederse al cálculo de la población al momento de efectuarse la encuesta, utilizando los datos de los censos de 1980 y 1991, a fin de obtener el índice de crecimiento de la población de la localidad entre ambas fechas, y la proyección al momento indicado.

Para determinar la cantidad de viviendas a encuestar, se aconseja adoptar la siguiente tabla, con la que se cumple el margen de confianza de 95.5 por ciento y un margen de error en más o menos de 5 por ciento, tal como se establece en las normas, para todas las variables en consideración.

Las cifras de la izquierda, indican los máximos de viviendas para el cual es válida la cantidad expresada a la derecha de la misma. Por ejemplo, si en la comunidad hay 800 viviendas encuestaremos igualmente 286, pero si hubiere 1.200 viviendas, se encuestarán 316, y así sucesivamente.

## Máximos de viviendas

## Viviendas a encuestar

1.000	286
1.500	316
2.000	333
2.500	345
3.000	353
3.500	359
4.000	364
4.500	367
5.000	370
6.000	375
7.000	378
8.000	381

Se incorporará, en todos los casos a las cifras mencionadas, un 10% más de encuestas para cubrir eventos de viviendas abandonadas total o temporalmente y posibles errores u omisiones de los encuestadores. Se ha limitado la escala a 8.000 viviendas, porque con esa cifra ya se excede el límite de 30.000 habitantes que ha sido establecido para este programa.

Es muy importante que la elección de las muestras se efectúe por azar. El procedimiento más simple, si se cuenta con un plano de la localidad con ubicación de las viviendas, es numerarlas sobre el mismo plano eligiendo al azar cualquier manzana para comenzar la numeración, que se efectuará siempre iniciándola por el ángulo nordeste de cada manzana, tomando la primera vivienda del este y siguiendo las restantes recorriendo las manzanas en el sentido de las agujas de un reloj.

Una vez numeradas se procederá a sortear las viviendas o bien a utilizar la tabla de números aleatorios adjunta. Para utilizar la misma se procederá de la siguiente manera: se comenzará con las columnas 1, 2 y 3 de los dígitos, rechazando los que excedan del número de viviendas a encuestar; terminadas las columnas 1, 2 y 3, se continuará con las 2, 3 y 4, luego con las 3, 4 y 5 y así sucesivamente hasta alcanzar el número de viviendas correspondientes según la tabla adjunta, agregando 10% más para suplir, en caso necesario, a las viviendas que no se pudo encuestar. Los números que aparezcan repetidos, no se tendrán en cuenta.

Si se hubiere podido determinar diversas zonas diferenciadas por parámetros tales como la calidad de las viviendas, densidad de las mismas y servicios existentes, se procederá al muestreo asignando una cantidad proporcional de viviendas a encuestar a cada una, según el porcentual de viviendas con relación al total; es decir, se realizaría un muestreo estratificado aleatorio. Lo importante es que dentro de cada zona se determine correctamente la cantidad proporcional de viviendas y siempre que la elección de las mismas se efectúe por azar.

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
1 ...	03	47	43	73	86	36	96	47	36	61	46	96	63	71	02	33	26	16	80	45	53	74	23	99	67	61	32	26	69	84	94	62	67	86	24	98	33	41	19	95	
2 ...	97	74	24	67	82	42	81	14	57	20	42	53	32	37	32	27	07	35	07	51	63	38	06	80	54	99	00	65	28	94	02	82	90	23	07	79	62	67	80	60	
3 ...	16	76	62	27	66	56	50	28	71	07	32	90	79	78	53	13	55	38	58	59	35	30	98	21	46	06	72	17	10	94	25	21	31	74	96	43	28	24	06	48	
4 ...	12	56	85	99	26	80	96	88	27	31	05	03	72	83	15	57	12	10	14	21	83	43	36	92	69	85	51	18	37	83	81	38	44	12	45	32	92	84	88	85	
5 ...	55	59	56	35	84	38	54	82	46	21	31	62	43	90	80	06	18	44	32	53	98	25	37	55	26	01	91	82	61	46	74	71	12	84	97	24	02	71	37	07	
6 ...	16	22	77	94	39	49	54	43	54	82	17	37	93	23	78	87	35	20	98	43	03	82	18	27	46	57	98	16	98	56	30	33	72	85	22	84	64	36	58	98	
7 ...	84	42	17	53	31	57	24	55	06	88	77	04	74	47	67	21	78	33	50	25	64	55	22	21	82	46	22	28	06	00	81	64	13	54	91	82	78	12	23	29	
8 ...	63	01	63	78	59	16	95	55	57	18	96	10	50	71	75	12	86	73	56	07	85	07	26	13	89	01	10	07	82	04	59	63	69	36	03	69	11	15	83	80	
9 ...	33	21	12	34	29	78	04	56	07	82	52	42	07	44	38	15	51	00	13	42	58	54	16	24	15	51	54	44	82	00	82	81	85	04	89	38	18	85	18	97	
10 ...	57	60	86	32	44	09	47	27	95	54	49	17	46	09	62	90	52	84	77	27	34	85	27	64	87	61	48	64	58	28	90	18	48	13	28	37	70	15	42	57	
11 ...	18	18	07	92	48	44	17	16	58	09	78	83	86	19	82	08	76	50	03	10	02	63	31	17	69	71	50	80	38	56	38	15	40	11	48	43	40	45	86	98	
12 ...	26	62	38	97	75	84	16	07	44	99	83	11	48	32	24	20	14	85	88	45	05	30	27	59	37	82	75	41	86	48	88	87	80	61	45	23	53	04	01	62	
13 ...	23	42	40	64	74	82	97	77	77	81	07	45	32	14	06	32	86	84	07	72	08	45	93	15	22	60	21	75	46	91	98	77	27	85	42	28	88	81	08	64	
14 ...	52	36	28	19	95	50	92	26	11	97	00	56	76	31	38	80	22	02	53	53	07	06	55	18	04	45	44	74	13	90	24	94	86	81	02	57	55	86	83	15	
15 ...	37	85	94	35	12	83	39	50	08	30	42	34	07	96	88	54	42	06	87	98	01	85	89	95	66	51	10	19	34	68	15	84	97	19	75	12	76	39	43	78	
16 ...	70	28	17	12	13	40	33	20	38	26	13	69	51	03	74	17	76	37	13	04	72	84	71	14	35	19	11	58	49	26	50	11	17	17	70	86	31	57	20	18	
17 ...	56	62	18	37	35	96	83	50	87	75	97	12	25	93	47	70	33	24	03	64	88	76	28	16	84	13	52	53	94	53	75	45	69	30	96	73	89	65	70	31	
18 ...	99	49	57	22	77	88	42	95	45	72	16	64	36	16	00	04	43	18	66	78	45	17	75	65	57	28	40	19	72	12	25	12	74	75	67	60	40	60	81	19	
19 ...	16	08	15	04	72	33	27	14	34	09	45	59	34	66	49	12	72	07	34	45	96	70	28	12	54	22	01	11	94	25	71	86	16	16	88	68	84	36	74	45	
20 ...	31	16	93	32	43	50	27	89	87	19	20	15	37	00	49	52	85	66	60	44	43	31	67	72	30	24	02	94	08	63	38	32	36	65	21	69	36	38	25	36	
21 ...	68	34	30	13	70	55	74	30	77	40	44	22	78	84	26	04	33	36	09	52	50	44	66	44	21	86	05	58	04	82	68	15	53	35	17	42	36	48	96	32	8
22 ...	74	57	25	65	78	59	29	97	68	60	71	91	38	67	54	13	56	18	25	27	22	66	22	15	86	26	63	74	41	99	58	42	36	04	82	58	37	52	16	51	L
23 ...	27	32	37	86	53	48	55	90	95	72	96	57	69	36	10	96	46	92	42	45	96	24	40	14	51	23	22	30	68	57	95	87	47	21	96	94	89	42	06	07	E
24 ...	00	39	68	29	81	66	37	32	20	30	77	84	57	03	29	10	45	85	04	26	81	73	91	61	19	60	20	72	93	48	98	57	07	23	69	85	95	39	69	58	C
25 ...	29	94	88	84	24	68	48	69	10	82	53	75	91	93	30	34	25	20	57	27	78	60	73	99	84	43	89	84	36	34	56	00	47	07	41	60	22	91	07	12	C
26 ...	18	90	82	66	59	83	62	64	11	12	67	19	00	71	74	60	47	21	29	68	84	37	90	61	56	70	10	23	96	05	85	11	34	76	80	76	48	45	34	60	C
27 ...	11	27	94	75	06	06	09	19	74	86	02	94	37	34	02	76	70	90	30	86	36	67	10	08	23	88	93	35	06	86	99	29	78	29	81	33	34	81	58	93	N
28 ...	35	24	10	10	20	33	32	51	16	38	79	73	45	04	91	18	92	53	56	16	07	28	59	07	48	89	64	58	89	75	83	85	92	27	89	30	14	78	56	27	
29 ...	38	23	16	86	38	42	38	97	01	50	87	75	80	81	41	40	01	74	81	62	55	19	68	97	85	03	73	52	16	56	00	53	55	90	27	33	42	29	38	57	D
30 ...	31	96	25	91	47	96	44	33	49	13	34	96	82	53	91	00	52	43	48	85	10	15	83	87	60	79	24	31	66	50	21	48	24	06	93	91	98	94	05	49	E
31 ...	66	67	40	67	14	64	05	71	95	86	11	05	65	09	68	76	83	20	37	90	53	81	29	13	38	35	01	20	71	34	82	33	74	82	14	53	73	19	09	03	L
32 ...	14	90	84	45	11	75	73	88	05	90	52	27	41	14	86	22	98	12	22	08	51	86	32	65	92	33	98	74	86	99	40	14	71	84	58	35	84	18	36	81	A
33 ...	68	05	51	18	00	33	98	02	74	19	07	60	82	93	55	59	33	82	43	90	36	91	70	29	13	80	03	54	07	27	86	94	78	32	86	50	95	52	74	33	M
34 ...	20	46	78	73	90	87	51	40	14	02	04	02	33	31	08	39	54	16	49	36	37	71	87	95	13	20															

Procedente de FISHER et YATES, Statistical Tables. (Hay edición en castellano publicada por la Edit. Aguilar)

### 3.7.1.3.2.- Cantidad de Encuestadores

La cantidad de encuestadores a emplear depende, por supuesto, del universo de la muestra. El cálculo de tiempo que demanda cada encuesta, varía según el modelo adoptado. Para la encuesta que responde a las características que se pueden denominar tradicionales, el promedio de tiempo por encuesta será de 20 minutos aproximadamente; para el caso de encuestas como la que se utiliza para la aplicación del método llamado de "Disposición al Pago", el tiempo se calcula en 30 minutos. De acuerdo con esos tiempos, se puede calcular la cantidad de encuestas que puede realizar diariamente un encuestador.

Para el cálculo del tiempo total que demandará el encuestamiento, deben ser tenidos en cuenta factores como ausencias por enfermedad de alguno de los encuestadores, suspensión de las tareas por mal estado del tiempo, etc.

Debe contarse con el número suficiente de encuestadores como para realizar la tarea en el tiempo establecido, teniendo en cuenta la cantidad de encuestas a efectuar y el tiempo promedio que demanda cada una de ellas.

### 3.7.1.3.3.- Selección y Adiestramiento de los Encuestadores

Uno de los aspectos que debe ser considerado entre los más importantes, es el referente a la capacidad del personal de encuestadores.

Los integrantes del equipo que se forme deben ser de nivel intelectual adecuadamente elevado y parejo. Teniendo en consideración que resultaría económicamente gravoso tener un equipo permanente, se pueden constituir equipos locales con estudiantes, en lo posible de los últimos años, de nivel secundario. Se señala que al respecto en varias provincias han habido experiencias positivas de este criterio, en el desarrollo del Plan Nacional de Agua Potable.

Los encuestadores deben ser adiestrados mediante cursillos especiales, en los que se les explicarán nociones fundamentales sobre la técnica de la entrevista, poniendo especial énfasis en la presentación personal y en el conocimiento de los procedimientos para conducir la entrevista sin apartarse de los objetivos de la misma. Les deberán ser impartidas instrucciones precisas sobre la forma de plantear cada pregunta y de anotar las respuestas dadas por el entrevistado, con absoluta fidelidad y sin incidir en las respuestas. Para ello es indispensable que cada pregunta que aparezca expresamente en el formulario le sea leída al entrevistado y cuando así esté indicado, le sean leídas también cada una de las alternativas.

En los cursillos que se dicten se deberán realizar sesiones de teatralización de situaciones que son susceptibles de suscitarse durante las entrevistas; al finalizar cada una de dichas teatralizaciones, se invitará a todos los asistentes a que expresen su opinión sobre la forma en que se desarrolló la entrevista, los errores que se apreciaron en el curso de la misma y cómo evitarlos en las entrevistas reales.

Finalizadas estas sesiones, se procederá a efectuar un ensayo sobre el terreno, donde cada uno de los asistentes efectuará dos entrevistas y llenará el formulario de la encuesta; los resultados de esas entrevistas serán analizados conjuntamente por todo el grupo. Con ello se dará por terminado el adiestramiento. El responsable del adiestramiento deberá separar del grupo a aquellas personas que durante el mismo demuestren carecer de las condiciones necesarias para llevar adelante con éxito la tarea que se le encomienda y buscar un reemplazante que, a su vez, deberá recibir la necesaria capacitación.

#### **3.7.1.3.4.- Las Tareas del Encuestamiento**

Consolidado el equipo de encuestadores para la localidad, se le entregará a cada uno de ellos el plano correspondiente al sector donde se encuentran las viviendas que le fueron asignadas. En todos los casos en el plano se indicará claramente la ubicación de cada una de las viviendas que le corresponderá encuestar, numerándolas en el orden en que deberán ser recorridas, procurando que dicho orden facilite el desempeño del encuestador, evitando en lo posible idas y venidas que le ocasionen pérdidas injustificadas de su tiempo.

El encargado del grupo se asegurará que cada encuestador haya comprendido bien cual es el lugar de inicio de su trabajo y el trayecto que deberá recorrer para realizarlo.

Iniciado el encuestamiento, el responsable del grupo recorrerá las distintas zonas a fin de observar el comportamiento de los encuestadores y aclarar las dudas que se hubieren presentado.

Al finalizar cada jornada, los encuestadores entregarán los formularios llenados al responsable, quién procederá a su revisión a efectos de advertir si se incurrió en alguna omisión.

Una vez finalizado el encuestamiento, el encargado entregará el paquete de las encuestas en la oficina central correspondiente, para que se proceda al procesamiento, conjuntamente con un informe sobre el desarrollo de las tareas.

#### 3.7.1.4.- Soluciones Alternativas

Hasta aquí, las tareas desarrolladas no requieren aclaraciones respecto al tipo de análisis a que se apunta. Pero a partir de este estadio, se considerarán dos, entre otras metodologías de trabajo posibles. En la primera de ellas, que responde a criterios tradicionalmente aplicados en el saneamiento de nuestro País, se partirá del método conocido de análisis uni y bivariado de los datos obtenidos a través de la encuesta, en tanto que en la restante se aplicará el método basado en la llamada "Disposición al Pago". Ambos serán objeto de la correspondiente explicación.

En cada caso, la alternativa que se aplique se basará en una encuesta que sea compatible con la socioeconómica que se requiere para orientar las tareas de promoción comunitaria y educación para la salud y podrá ser las de los tipos mencionados o similares. El CoFAPYS prestará su aprobación a la encuesta según el programa al cual se incluya el proyecto. Por ejemplo, podrá exigir que el modelo que se anexa se complete con datos de habitantes de la vivienda clasificados por sexo y edad, de los medios de comunicación más utilizados por los entrevistados y otras variables que puedan resultar necesarias para la evaluación del proyecto.

En consecuencia, se comenzará con el desarrollo de la primera de las alternativas anunciadas, utilizando un modelo corriente de encuesta con todas las posibilidades y mecanismos de aplicación que se pueden emplear y luego se pasará a la restante alternativa, indicando el procedimiento estadístico específico para este tipo de estudio.

## ENCUESTA DE LA POBLACION

Localidad:  
Manzana:  
Edificio N°

Ausente  
Desocupado

Encuestador:

Fecha:  
Hora:

## 1. - Entrevistado

## 1.1 Situación Familiar

- 1.1 Padre
- 1.2 Madre
- 1.3 Hijo
- 1.4 Hija
- 1.5 Otros (Especificar)

1.2 Edad:.....años

## 2.- Edificio

## 2.1 Destino del Edificio

- 2.1.1 Familiar
- 2.1.2 Industria
- 2.1.3 Comercio
- 2.1.4 Público
- 2.1.5 Mixto

## 2.2 Régimen de Ocupación de la Vivienda

- 2.2.1 Propietario  
2.2.2 Inquilino total  
2.2.3 Inquilino parcial  
2.2.4 Cedida en préstamo  
2.2.5 Simple ocupante  
2.2.6 Otros (Especificar)

### 2.3 Calidad del Edificio

2.3.1	Revoque y Pintura	Si
		No

### 2.3.2 Paredes

- 2.3.2.1 Ladrillo, piedra u hormigón
- 2.3.2.2 Adobe
- 2.3.2.3 Madera
- 2.3.2.4 Chapas
- 2.3.2.5 Chorizo
- 2.3.2.6 Otros (Especificar)

### 2.3.3 Techos

- ### 2.3.3.1 Tejas



- 2.3.3.2 Losa Cemento
- 2.3.3.3 Chapas Zinc
- 2.3.3.4 Fibrocemento
- 2.3.3.5 Caña o Paja
- 2.3.3.6 Otros (Especificar)

#### 2.3.4. Pisos

- 2.3.4.1 Mosaico
- 2.3.4.2 Madera
- 2.3.4.3 Cemento
- 2.3.4.4 Ladrillos
- 2.3.4.5 Tierra
- 2.3.4.6 Otros (Especificar)

Suma de Puntajes =

#### 2.3.5 Estado de Conservación

- 2.3.5.1 Bueno
- 2.3.5.2 Regular
- 2.3.5.3 Malo

Producto de Suma de Puntajes por 2.3.5 =

### 3.- Evacuación de Excreta

- 3.1 Baño conectado a red cloacal
- 3.2 Baño con cámara séptica
- 3.3 Letrina con arrastre de agua
- 3.4 Letrina a hoyo seco
- 3.5 Letrina compartida o pública
- 3.6 En el suelo

### 4.- Abastecimiento de Agua

- 4.1 Conectado a red
- 4.2 Pozo con motobombador
- 4.3 Pozo con bomba manual
- 4.4 Pozo a balde
- 4.5 Canillas públicas
  - Distancia en metros .....
- 4.6 La compra
  - Cantidad de litros diarios.....
  - Precio por litro \$......
- 4.7 Arroyos, canales, acequias.
  - Distancia en metros.....

5.- Total de Habitantes:.....

6.- Total de personas que trabajan...

## 7.- Total de Ingresos del Grupo Familiar

Ubicación en la familia	Sueldos o ganancias	Otros ingresos: rentas, jubilaciones

Total de Ingresos \$ .....

## 8.- Enfermedades padecidas en el grupo familiar durante el último año

- 8.1 Fiebre tifoidea
- 8.2 Fiebres paratifoideas
- 8.3 Diarreas
- 8.4 Cólera
- 8.5 Trastornos digestivos
- 8.6 Parásitos intestinales
- 8.7 Hepatits infecciosas
- 8.8 Otras (Especificar)

## 9.- Necesidades más sentidas

- 9.1 Agua potable
- 9.2 Agua para riego
- 9.3 Cloacas
- 9.4 Electricidad
- 9.5 Pavimentos
- 9.6 Gas
- 9.7 Teléfonos
- 9.8 Otros (Especificar)

## 10.- Actitudes hacia la cooperación

- 10.1 Decididamente favorable
- 10.2 Favorable
- 10.3 Indeciso o indiferente
- 10.4 Desfavorable
- 10.5 Decididamente desfavorable

## 11.- Aportes posibles

- 11.1 Mano de obra
- 11.2 Dinero
- 11.3 Materiales
- 11.4 Mixto
- 11.5 Otros

### 3.7.2.- Desarrollo de la Alternativa con Aplicación de la Metodología Tradicional

#### 3.7.2.1.- Tareas de Encuestamiento

Para el desarrollo de esta alternativa se utilizará un modelo de encuesta similar al que se acompaña. Para facilitar su aplicación, se formulan a continuación las instrucciones correspondientes:

Una vez asignada al encuestador la zona a su cargo con los números de las manzanas y de los edificios que la integran, se procederá a marcar en forma visible las seleccionadas por el método aleatorio empleado, si es que se tratare de una encuesta por muestreo probabilístico. En caso contrario se procederá a encuestar todas las viviendas ubicadas en el plano, comenzando en cada manzana por la primera situada a continuación del ángulo NE. de la misma y siguiendo luego según el movimiento de las esferas de un reloj.

Continuaremos por ahora en la hipótesis de que se trata de un muestreo probabilístico. El encuestador, antes de trasladarse a su zona, inscribirá en la planilla los datos de zona, manzana y vivienda, conforme a las que fueron establecidas por el método aleatorio, agregando su nombre y apellido. Al estar frente a la vivienda a encuestar en ese momento, colocará la fecha y la hora y procederá luego a llamar a la puerta de la vivienda. Si en ese edificio no hubiere vivienda, omitirá su encuestamiento dejando en blanco el formulario, salvo en la parte de "Observaciones" en que especificará el destino del edificio y pasará luego al primero de los asignados para el reemplazo.

Para comenzar el encuestamiento solicitará ser atendido por el jefe de la familia o su esposa; de no ser posible la presencia de alguno de ambos, solicitará lo atienda otro integrante del núcleo familiar que sea mayor de 21 años de edad; luego procederá al llenado del formulario de la siguiente manera:

#### Rubro 1 Entrevistado

Definida la persona que atenderá al encuestador se marcará luego con una x la casilla que corresponda si se trata de padre (1.1) o de madre (1.2) o en la que corresponda a hijo (1.3) o hija (1.4). Si no se tratare e ninguna de esas personas, la indicará en "otros" (1.5) dejando en observaciones la salvedad, comenzando siempre las aclaraciones con el numeral correspondiente, que en este caso especial sería 1.5.

## **Rubro 2 Vivienda**

### **2.1.- Destino del Edificio**

Si el edificio estuviere exclusivamente dedicado a vivienda, se colocará la correspondiente marca en 2.1.1. Si se tratare de 2.1.2 Industria, 2.1.3 Comercio o 2.1.4 Público sin que en el mismo edificio viva ninguna familia, se limitará a dejar la correspondiente constancia en "Observaciones" y se pasará al edificio de reemplazo. Si se tratare de un edificio de uso mixto, es decir donde su uso fuere compartido para la industria, el comercio u organismo público y vivienda simultáneamente, se procederá al encuestamiento de la familia y en "Observaciones" se aclarará el uso con que se comparte el edificio.

### **2.2.- Régimen de Ocupación**

Se preguntará al entrevistado si la familia que se está encuestando es propietaria del inmueble; en caso de responder sí, se colocará la marca en la casilla 2.2.1 y se pasará al tema siguiente. En caso de no ser así se preguntará si alquilan la casa en forma total o la comparten con otros inquilinos, colocándose la respuesta correspondiente en 2.2.2 o 2.2.3, según correspondiere; si responde que la casa se la prestó el propietario para vivir en ella, marcar 2.2.4; si no se diera ninguna de esas situaciones, marcar 2.2.5, es decir, "simple ocupante". En el caso poco probable que la respuesta no encuadrare en ninguna de las situaciones mencionadas, colocar la marca en 2.2.6 "otros" y aclarar en "Observaciones".

### **2.3.- Calidad de la Construcción**

En primer término se observará si el frente del edificio se encuentra revocado y pintado y luego se procederá de igual manera con las paredes exteriores e interiores de la casa; si estas últimas estuvieran revocadas pero empapeladas, se las considerará como pintadas.

Si el frente no está revocado ni pintado pero tuviere ladrillo a la vista colocado perfectamente y barnizado, o tuviere un revestimiento tal como mármol, losas o madera, por ejemplo, se le considerará a los efectos de este rubro 2.3.1, como revocado y pintado. En otros términos, solamente se marcará "no" si las paredes no tuvieran ninguna terminación y los materiales utilizados se encontraren en bruto.

Luego se pasará a considerar los materiales con que están construídas las paredes. Si el material fuere ladrillo, piedra u hormigón, se colocará la marca en 2.3.2.1.; si algunas de las paredes estuvieren construídas con materiales diferentes a las otras, se señalarán los dos o los materiales que fueren; por ejemplo, si el frente fuera de ladrillo, pero las paredes laterales de adobe y las interiores de madera, se

colocará la x en 2.3.2.1., 2.3.2.2., 2.3.2.3., y así sucesivamente.

Con los techos y los pisos se procederá de igual modo, o sea que se marcarán todos los materiales que se hubiere utilizado y como en el caso de las paredes, si se hubiere hallado que se utilizó un material diferente a los nombrados, se colocará la marca en "otros" y se aclarará en "Observaciones" el material de que se trate, colocando el numeral correspondiente, de modo que si fuere de pisos, se anotará: 2.3.4.6. y el nombre del material. No se anotará nada donde dice "suma de puntajes" pues este lugar queda reservado para ser utilizado en la oficina, luego de que se efectúen los cómputos correspondientes.

Se pasará luego al numeral 2.3.5, "Estado de conservación". Se trata, en este caso, de apreciar el estado en que se encuentra el edificio, en cuanto a su mantenimiento. Es decir, que puede ocurrir que los materiales de construcción utilizados sean los mejores, pero que el edificio aparente vejez, por falta de cuidados; por ejemplo, la pintura descascarada, los techos con manchas de humedad por filtración de agua, el revoque desprendido en partes, las puertas en mal estado de conservación, etc. En el ejemplo que se está mencionando el estado de conservación del edificio será malo y se marcará el numeral 2.3.5.3; si se observaren algunos deterioros en alguna parte del edificio, pero el resto en general se mantiene bien se calificará su estado como "regular" y se colocará la marca en 2.3.5.2.

Finalmente, si todas sus partes estuvieren bien conservadas, limpias y pintadas, se lo calificará como "bueno" y se ubicará la x en 2.3.5.1. Es muy importante asegurarse que la calificación sea la correcta, pues la misma incidirá fuertemente en la calificación final del edificio. Se pasará por alto el "Producto de 2.3 x 2.3.5", por ser una operación que deberá ser efectuada en la oficina.

### Rubro 3 Evacuación de Excreta

El encuestador comenzará por interrogar al entrevistado acerca de si en la casa tienen baño o letrina. Si contestan esto último se procurará establecer, mediante inspección ocular en lo posible, si se trata de letrina a hoyo seco o con arrastre de agua, marcándose lo que corresponda en la forma acostumbrada, o sea con una x; si contesta baño, se preguntará si tiene ducha o bañera y lavatorio además del inodoro, caso contrario se lo ubicará en letrina. Además se verificará si está conectado a red cloacal o a cámara séptica, anotándose lo que correspondiere. Finalmente, si no tiene ninguna de las instalaciones indicadas se le preguntará donde hacen sus necesidades los integrantes de la familia. Si la respuesta fuere "en una letrina de un vecino" o en "unos baños municipales", la respuesta se asentará en 3.5; de no contar con ningunas de esas opciones, se marcará 3.6.

#### **Rubro 4 Abastecimiento de Agua**

Se preguntará de dónde se obtiene el agua para bebida y para la limpieza e higiene. Si contestare que van a buscarla a un arroyo, un canal o una acequia, se marcará el numeral 4.7 e inmediatamente se preguntará por la distancia en metros desde ese lugar hasta la casa y se anotará, en el segundo renglón que aparece después de 4.7, el número de metros (por ejemplo: 25 o lo que correspondiere).

De igual modo se procederá si contesta "en canillas" o "grifos públicos", es decir que, además de la cruz en la casilla de 4.5, se pondrá en la siguiente la distancia en metros. Si le contestan que tiene un pozo o aljibe, la pregunta será ¿cómo sacan el agua? Las alternativas son: con un balde (4.4), con una bomba manual (4.3) o con un motobombeador (4.2). Si la respuesta fuere que tienen agua corriente, colocar la marca en 4.1, "conectado a red"; por último podrá ser que la comprare o la recibiere gratuitamente por un camión tanque municipal, por ejemplo; en cualquiera de esos casos, se anotará en 4.6, "la compra," el número de litros diarios que recibe. Si la entrega no fuere diaria, se sacará el promedio de litros diarios por cálculo. En todos los casos, se preguntará cual es el precio del agua comprada, por litro.

#### **Rubro 5 Total de Habitantes por Vivienda**

Se preguntará cuántas personas de la familia viven en la casa y se anotará la cantidad correspondiente. La cantidad se anotará en 5 "Total de habitantes".

#### **Rubro 6 Total de Personas que Trabajan**

En este numeral lo que se quiere averiguar es, dentro de la misma familia, cuantas personas desempeñan tareas remuneradas, sea o no en relación de dependencia, sus sueldos, ganancias y otros ingresos.

#### **Rubro 7 Ingreso Total**

Aquí se anotará la suma de los ingresos mensuales de todas las personas que realizan alguna actividad productiva, que correspondan al núcleo familiar que se está encuestando. Conviene, en general, preguntar cuanto gana mensualmente cada una de las personas que trabajan. Antes de efectuar la anotación definitiva del total, se preguntará si además hay otros ingresos tales con subsidios, pensiones gratificables, etc. y se anotará en la tercera columna de la planilla. Abajo se anotará la suma total de todos los ingresos.

## **Rubro 8 Enfermedades en la Familia**

La pregunta es si en el año anterior a la fecha de la encuesta, hubo enfermos en el núcleo familiar conviviente y qué enfermedades padecieron. Si la respuesta encuadra en algunos de los supuestos de enfermedades previstas, se anotará el número de casos en el casillero correspondiente a la enfermedad que indique el entrevistado. Si la enfermedad o trastorno que menciona no es ninguna de las previstas, se procederá a anotar la cantidad de casos en "otros" y se efectuará en "observaciones" la aclaración del tipo de enfermedad mencionado.

## **Rubro 9 Necesidades más Sentidas**

La pregunta trata de establecer las necesidades más sentidas, para establecer si entre las mismas se encuentra la de un sistema sanitario de evacuación de la excreta. Si la respuesta fuere más de una, se marcarán todos los casilleros correspondientes a las necesidades mencionadas. Por ejemplo, si la persona entrevistada contesta: se necesita agua, cloacas, gas y teléfonos, se colocará la cruz en las casillas 9.1, 9.3, 9.6 y 9.7. Si la respuesta no estuviere encuadrada en ninguno de los rubros que aparecen mencionados, se anotará en "otros" y una vez más se efectuará la aclaración pertinente en "Observaciones".

## **Rubro 10 Actitudes hacia la Cooperación para la Solución del Saneamiento**

Si la persona contestare manifestando su apoyo en forma entusiasta, se colocará la cruz en 10.1 "Decididamente favorable". Si antes de contestar afirmativamente manifestara algunas dudas o reparos pero se inclinara a favor de la solución del problema y manifestare su apoyo, se le ubicará en 10.2 "Favorable"; si la respuesta "fuera no sé", o "tendría que ver", o "necesitaría consultarlo", se ubicará la marca en 10.3 "Indeciso o indiferente". Si dice que no, porque no ve en este momento la posibilidad de colaborar, o no le interesa demasiado el proyecto, se le considerará como "desfavorable" o sea, numeral 10.4. Por último, si manifestare enfáticamente que ese es un problema que le corresponde al gobierno, o que no le interesa para nada ese tipo de problemas, se le ubicará en el numeral 10.5 "Decididamente desfavorable".

Es muy importante que el encuestador se limite a recoger la actitud del entrevistado sin intentar, por ningún medio, que cambie la misma, pues lo contrario significaría atentar contra la utilidad de la encuesta, que es, en este aspecto, informativa de las actitudes actuales.

## **Rubro 11 Aportes posibles**

Si el entrevistado manifestara una actitud favorable o decididamente favorable, se pasará a leerle las alternativas posibles: con dinero, con materiales si eso le resulta más factible, si cuenta con algún medio de transporte de cargas para llevar materiales a la obra, o si estaría dispuesta a realizar algunos trabajos que no requieran mano de obra especializada, o si pueden contribuir en varias de esas formas. En este último caso se efectuará la anotación en 11.4 "Mixto". Si la respuesta no encuadrare en ninguno de los supuestos previstos, como siempre se anotará la cruz en "Otros" (11.5) y se aclarará la respuesta en "Observaciones".

### **3.7.2.2.- Tareas Preparatoria para el Procesamiento de los Datos**

#### **3.7.2.2.1.- Advertencia Preliminar**

Una vez reunidos todos los formularios de la encuesta que han sido llenados sobre el terreno, se procederá en primer término a la revisión cuidadosa de su llenado a efectos de verificar que no hayan quedado preguntas sin registrar la respuesta. Si se notare cualquier omisión y hubiere encuestas de reposición, se la desechará sin más trámite. Lo que corresponde es que se cuente con el número de encuestas completas, exactamente igual al fijado para el muestreo probabilístico conforme a las cantidades establecidas según el número total de viviendas.

Cuando se ha confirmado que se tiene el número prefijado de encuestas, debidamente llenadas, se procederá a efectuar los cálculos preliminares que se indicarán a continuación.

#### **3.7.2.2.2.- La Calidad del Edificio (Numerales 2.3 y 2.3.5.)**

La calidad del edificio va a ser determinada por los materiales utilizados en su construcción y el estado de conservación.

Se comenzará por anotar los valores en puntaje para cada tipo de material que se hubiere utilizado en la construcción del edificio. Si en el numeral 2.3.1 Revoque y Pintura la respuesta fuere "Si", se le asignará 5 puntos; si dice "No" el valor será 1.

En 2.3.2. Paredes, si la marca de la x estuviere en 2.3.2.1, es decir, si las paredes estuvieren construídas con ladrillos, piedra u hormigón, la puntuación será la máxima, o sea cinco (5); si la marca estuviere en 2.3.2.2, se le asignará 3 puntos, si fueren de madera o chapas el puntaje será 3, chorizo será igual a 2 y otros igual a 1; de igual



manera se procederá con los techos, donde tejas y losa cemento valen 5, chapas cinc 4; fibrocemento 3; caña o paja 2, y otros 1; en 2.3.4.- Pisos, Mosaico y Madera valen 5, Cemento 4, Ladrillos 3, Tierra 2, Otros 1.

Cabe señalar que si los materiales empleados en un edificio fuesen mixtos, o sea que haya por ejemplo un material en el frente y otro en las paredes laterales, se procederá a promediar los valores correspondientes a los diversos materiales anotados. Si en el numeral 2.3.1 la respuesta es "si" se le asignará 5 puntos independientemente del estado en que se encuentren el revoque y la pintura al realizarse la encuesta. Una vez determinados los valores de 2.3.1., 2.3.2., 2.3.3. y 2.3.4 se procederá a sumar los mismos, que en ningún caso podrán exceder de 20 puntos en total y se anotará el total obtenido en lugar asignado en la encuesta o sea donde dice "suma de puntajes".

El siguiente paso será el de obtener el valor del estado de conservación. Bueno será igual a 1; Regular, igual a 0,6 y Malo igual a 0,2. A continuación, como se indica en el formulario al final de este rubro, se multiplicará el puntaje expresado en la suma de los valores de los materiales, por el que corresponde al estado de conservación y el resultado se consignará en el lugar que dice "Producto de la suma de puntajes x 2.3.5="

Por ejemplo, suponiendo que todos los materiales fueren óptimos pero el estado de conservación regular, la multiplicación será  $20 \times 0,6$  lo que daría 12. O sea que el efecto multiplicador del estado de conservación redujo la puntuación final adjudicada al edificio. En otro ejemplo, supongamos que los materiales de construcción da una suma de 15 y el estado de conservación es bueno, tendríamos  $15 \times 1 = 15$  y así sucesivamente se puede dar una cantidad enorme de combinaciones de valores. El valor máximo sería, como ya quedó expresado, 20 y el mínimo 0.8. En consecuencia una puntuación de 17 a 20 representan un edificio "Muy bueno"; de 12 a 16 sería equivalente a "bueno"; de 8 a 11 "regular"; de 4 a 10 "malo" y de 0,8 a 3 "muy malo".

### 3.7.2.2.3.- Ingreso Total (Numeral 7 de la Encuesta)

Los ingresos, según es sabido, constituyen una variable continua de manera que para preparar la tabulación y efectuar luego las tareas tendientes a establecer correlaciones entra las variables, conviene convertirlos en una variable de 10 valores escalonados. Para ello se revisará la lista de los ingresos totales hasta determinar el ingreso mínimo de los grupos familiares; luego se procederá de la misma manera a buscar el ingreso máximo. Las dos cantidades resultantes representarán el punto más bajo (al que se le restará 1) y el más alto de la escala (al que se le sumará 1), que se construirá en 10 de grados, cada uno de los cuales con un mínimo y un máximo; sumando 1 al máximo del grado



PLANILLA DE TABULACION DE LA ENCUESTA "A" DE POBLACION

[illegible]

#### 3.7.2.2.4.- Codificación de Datos - Planilla de Tabulación

Los datos correspondientes a Zona (Z), Manzana (M), y Edificio (E), no requieren explicación; solamente se insiste en la necesidad de que no sean omitidos en la planilla de tabulación.

En general, los números de código para los valores de cada variable, serán los correspondientes al último dígito del número que figura en el formulario de la encuesta.

En el caso de la variable 2.3.- Calidad de la "Vivienda", los códigos serán 5 para muy bueno, 4 para bueno, 3 para regular, 2 para malo y 1 para muy malo.

En el caso de 3.-"Evacuación de Excreta" no hay problema: se sigue la regla antes enunciada.

En 4.-"Abastecimiento de Agua", se colocará el número de código pero en el caso de 4.5 y 4.7 además se expresará con números en la casilla señalada con la letra "D", la cifra que indica la distancia en metros de la fuente de agua a la vivienda.

En 5.-"Total de Habitantes por Vivienda" No requiere explicaciones.

En 6.-"Total de Integrantes de la Familia Ocupados" Se consignará simplemente el total de las personas que conviven en la familia, que realizan tareas remuneradas.

En 7.-"Ingreso Total" se consignará la suma que representa el total de ingresos mensuales de la familia, obtenido por la suma de los ingresos de todos los que trabajan, y otros ingresos.

En 9.-"Necesidades más Sentidas" se procederá a colocar la señal hasta en tres casillas si el entrevistado expresara más de ese número de necesidades.

En 10.-"Actitudes hacia la Cooperación" se procederá en la forma normal, o sea se indicará con el último dígito la respuesta, que será solamente una por familia.

En 11.-"Aportes Posibles" solamente habrá que anotar el dígito correspondiente pues si nombrare varias formas, le correspondería el dígito 5 de "Mixto".

#### 3.7.2.3.- Procesamiento de los Datos de la Encuesta

##### 3.7.2.3.1.- Introducción

En una encuesta compleja como la que se está proponiendo, se maneja una serie de variables de características diversas. Por ejemplo, hay variables

meramente cualitativas, es decir que se refieren a cualidades de los objetos o las personas, que no son mensurables, como el sexo de la persona entrevistada. Estas variables solamente pueden ser consideradas a nivel nominal, es decir que sus distintos valores no pueden ser expresados en cifras, aunque se utilicen códigos numéricos para referirse a ellas.

Encontramos otro tipo de variables, las llamadas "cuasicuantitativas" que pueden ser consideradas a nivel ordinal, aún cuando sus valores no puedan tampoco expresarse numéricamente. Esto significa que pueden ordenarse siguiendo una línea de menor a mayor o viceversa, como pasa con la calidad de la vivienda, las actitudes hacia la cooperación, entre otras.

Por último, se encuentran también las variables cuantitativas, es decir que tienen valores cuantificados y pueden ser agrupadas formando escalas de intervalos regulares como sucede con los ingresos.

Estas variables pueden ser "discretas" que son aquellas que no admiten modalidades intermedias entre sus unidades, o "contínuas", como aquellas que sí admiten valores intermedios como por ejemplo los ingresos.

También conviene recordar que otro concepto importante es el de la "frecuencia" que es la cantidad de veces que se repite un valor o una categoría de una variable en la muestra o universo de la encuesta.

### 3.7.2.3.2.- Ordenamiento de los Datos

La primera tarea que se debe realizar para procesar los datos es proceder a su ordenamiento, colocando las categorías de las variables siguiendo un orden determinado, que puede ser el mismo con que aparecen en el formulario de la encuesta y sumar las unidades correspondientes a las veces que fueron mencionadas las distintas categorías o, dicho en otros términos, obtener sus respectivas frecuencias.

Los ingresos, que constituyen una variable contínua, no pueden venir ya intervalados debido a que es imposible predecir los valores a intervalar. Para ello debe comenzarse por ordenar todos los ingresos en forma creciente, es decir, colocando en primer lugar el ingreso más bajo y así sucesivamente hasta colocar último al ingreso más alto. La diferencia entre ambos, o sea la amplitud se expresará en una cifra que, a su vez, dividiremos por el número de intervalos que deseamos establecer. Sobre esto último no hay opiniones uniformes pero generalmente se acepta que sean entre 10 y 20.

El ex-Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento solía utilizar la escala de 10 intervalos que será la que aconsejamos adoptar en principio, pero con la aclaración de que, cuando las circunstancias así lo

aconsejen, se pueden modificar esa cantidad pero siempre dentro de los límites mencionados. Conviene restar al mínimo de la escala una unidad, de modo que si fuera de \$ 150, se pondrá 149 y se sumará una unidad al máximo; se obtendrá el intervalo en la forma antes indicada. Supondremos que ese intervalo es igual a 120, el máximo del grado 1 de la escala sería entonces 269; el segundo grado tendrá como mínimo 270 y como máximo 389, y así sucesivamente. Elaborada la escala con sus 10 categorías o más si así se hubiere resuelto, se procederá a sumar todas las frecuencias de los valores que estén comprendidos entre el mínimo y el máximo de cada categoría, como se habrá hecho con las demás variables.

### 3.7.2.3.3.- Repaso de las Estadísticos para los Análisis Univariados

El mínimo análisis estadístico para poder utilizar los datos proporcionados por la encuesta, es el univariado, o sea el de cada variable individualmente considerada.

Los estadísticos que se consideran para este análisis son de tres clases: 1) Estadísticos de Posición o Tendencia Central; 2) Estadísticos de Variabilidad y Dispersión y 3) Estadísticos de Asimetría y Apuntamiento.

#### 1) Estadísticos de Posición o Tendencia Central

Las observaciones mínimas que se pueden formular respecto a cualquier variable, incluyendo las nominales, es la de sus frecuencias parciales, por categoría y totales, así como los porcentajes que representan sobre el total. Un ejemplo imaginario sería el de la persona entrevistada; suponemos que sobre un total de encuestas de 535, 220 fueron contestadas por el Padre de la familia; 150 por la madre; 70 por un hijo, 85 por una hija y 10 por otros no definidos. Con esos datos se confeccionará el siguiente cuadro:

Variable 1: Persona entrevistada

Familiar	Frecuencia	Porcentaje	Porc.Acumulado
Padre	220	41,12 %	41,12
Madre	150	28,04 %	69,16
Hijo	70	13,08 %	82,24
Hija	85	15,89 %	98,13
Otros	10	1,87 %	100,00
Total	535	100 %	100,00

La última columna es la de los porcentajes acumulados. Su utilidad es que nos permite apreciar por ejemplo, que en un 69,16% por ciento de las entrevistas el encuestador fue atendido por el jefe de familia (varón o mujer). Esto se hará con todas las variables, sean cualitativas o cuantitativas, para luego comenzar a medir determinados valores utilizando estadísticos, que miden, como lo señala el título del presente apartado, situaciones en relación a determinadas posiciones o tendencias.

Las medidas de referencia son: a) Media aritmética; b) Mediana; c) Moda o modo; d) Percentiles y cuartiles.

a) **Media Aritmética** o Promedio. Es el resultado de división de la suma de todos los valores por la cantidad de frecuencias; en el caso de las variables continuas no intervaladas la fórmula que indica esta operación es:

$$\bar{X} = \frac{\sum n_j X_i}{n}$$

Donde:

$\bar{X}$  = media aritmética.

$\sum n_j X_i$  = sumatoria de los puntos medios de  $X_i$  que son los valores de cada variable

$n$  = número total de frecuencias de la variable.

b) **Mediana**. Es el punto o valor numérico que deja por encima o por debajo de su valor, al 50 por ciento de las frecuencias. Para calcularla se busca el intervalo crítico, o sea aquel que deja por encima y por debajo la misma cantidad de frecuencias u observaciones. Para expresarla como fórmula se utilizan las siguientes notaciones:

$li$  = límite exacto inferior del intervalo crítico

$\frac{n}{2}$  = mitad o 50 por ciento de las frecuencias

$nb$  = número de frecuencias u observaciones por debajo del intervalo crítico

$nd$  = número de observaciones dentro del intervalo crítico

$I$  = amplitud del intervalo crítico.

En consecuencia, la fórmula de la Mediana es:

$$Md = Li + \left( \frac{n/2 - nb}{nd} \right) I$$

Si en lugar del límite inferior se toma el límite superior del intervalo crítico se cambiará el signo + en - :

$$Md = Ls - \left( \frac{n/2 - ns}{nd} \right) I$$

c) **Moda o Modo.** Es siempre la puntuación que corresponde a la frecuencia máxima o sea la que más veces se repite en datos no agrupados en intervalos. Cuando se trata de una variable de nivel ordinal, es justamente el valor o categoría ordinal de mayor frecuencia. Puede haber varios modos en la misma variable.

d) **Percentiles y Cuartiles.** Recibe el nombre de percentil el valor numérico k por debajo del cual se encuentra el k por ciento de observaciones o frecuencias. Dicho de otra manera, nos indica el valor que alcanza el 10, el 20, el 30%, etc. de observaciones. La mediana es, en definitiva, el percentil 50. Dicho esto se advierte que el percentil será calculado en base a los mismo principios seguidos para calcular la mediana. La fórmula, en consecuencia, es:

$$Pk = Li + \left[ \frac{\frac{(k)(n)}{100} - nb}{nd} \right] I \quad \text{o si se toma el límite superior,}$$

Será:

$$Pk = Li - \left[ \frac{\frac{(k)(n)}{100} - ns}{nd} \right] I$$

## 2) Estadísticos de Variabilidad o Dispersión

Son los denominados: a) Desviación media, b) Varianza o Desviación Típica, c) Amplitud total, d) Amplitud semicuartil, e) Cociente de variación.

a) **Desviación media.** Es la media de las diferencias de n puntuaciones respecto a la media aritmética. Si se tienen puntuaciones  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  su desviación media se calculará con la siguiente fórmula:

$$DM = \frac{\sum (X_i - \bar{X})}{n}$$

b) **Varianza y Desviación típica.** Varianza es la media del cuadrado de las diferencias de  $n$  puntuaciones respecto a su media aritmética, o sea que la fórmula sería:

$$Sx^2 = \frac{\sum n_j (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

Desviación típica es la raíz cuadrada de la Varianza.

c) **Amplitud total.** Es la diferencia entre la puntuación máxima y la mínima. Se le denomina también "recorrido o rango".

d) **Amplitud semicuartil.** Es la semidistancia entre el tercer cuartil y el primer cuartil o sea entre el percentil 75 y el percentil 25, como se indica en la siguiente fórmula:

$$ASI = \frac{3er. \text{ cuartil} - 1er. \text{ cuartil}}{2}$$

e) **Coefficiente de Variación.** Es la medida de la relación o comparabilidad entre dos variables diferentes, como por ejemplo ingresos y educación. Consiste en el resultado de dividir la desviación típica por la media, o sea:

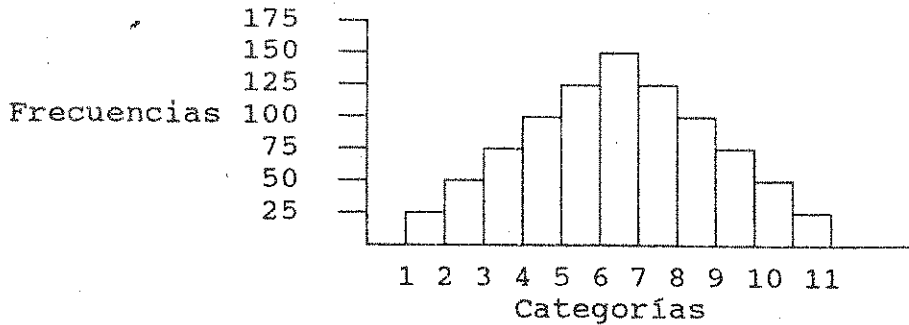
$$CV = \frac{S_x}{\bar{X}} \cdot 100$$

### 3) Estadísticos de Asimetría o Apuntamiento

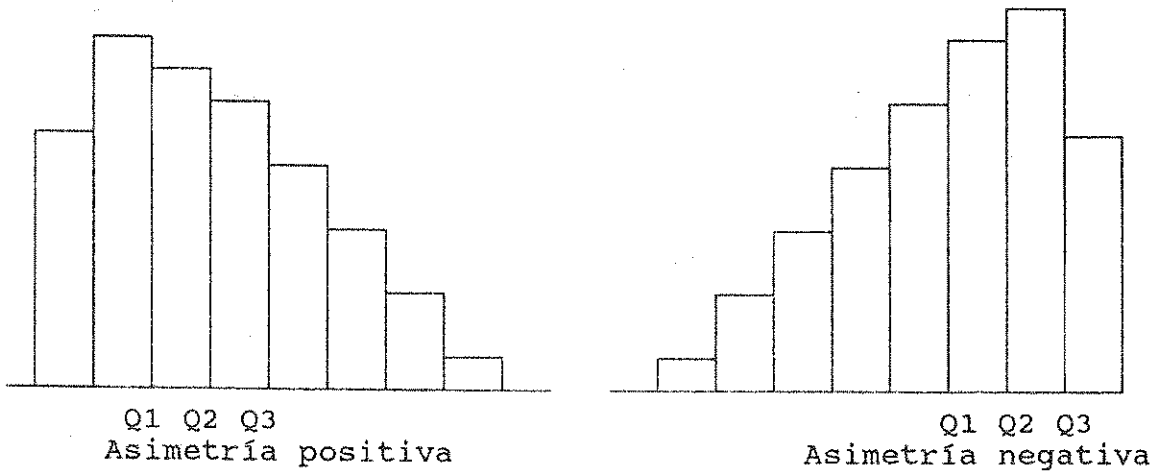
a) **Asimetría.** Se dice que la distribución de los valores de una variable es simétrica cuando coinciden los valores de la media, la mediana y el modo. En ese caso la distribución adquiere la forma denominada "campana de Gauss" que está representada por la curva que pasa por los puntos medios de cada valor de la variable. Si se representan los valores con barras del mismo ancho pero con alturas relacionadas con sus frecuencias, se obtendrá la siguiente figura en el caso especial, no frecuente, antes mencionado:



## HISTOGRAMA DE INGRESOS



La asimetría se produce cuando las áreas del histograma son divididas en dos partes desiguales por la mediana. Si hay más frecuencias en las puntuaciones bajas que en las altas, la Asimetría es positiva; cuando sucede a la inversa, o sea que más frecuencias estén en las puntuaciones altas, será negativa.



Una forma adecuada de medir la asimetría es en base a los tres cuartiles (Q1, Q2, y Q3). Si la distribución es simétrica  $Q3 - Q2 = Q2 - Q1$ . Si es asimétrica positiva  $Q3 - Q2 > Q2 - Q1$  y si es negativa  $Q3 - Q2 < Q2 - Q1$ .

Para calcular el índice de asimetría se utiliza la siguiente fórmula:

$$As = \frac{(Q3 - Q2) - (Q2 - Q1)}{(Q3 - Q2) + (Q2 - Q1)}$$

Si la distribución es asimétrica positiva,  $As > 0$ ; si es negativa,  $As < 0$ . Si es simétrica,  $As = 0$ .

También se puede calcular el índice en el momento de tercer orden, cuya fórmula es:

$$As^3 = \frac{\sum nj (\bar{X}_j - \bar{x})^3 / n}{S_x^3}$$

Se produce un resultado con signo positivo si la asimetría es positiva y  $A^3$  es negativa si la asimetría es negativa.

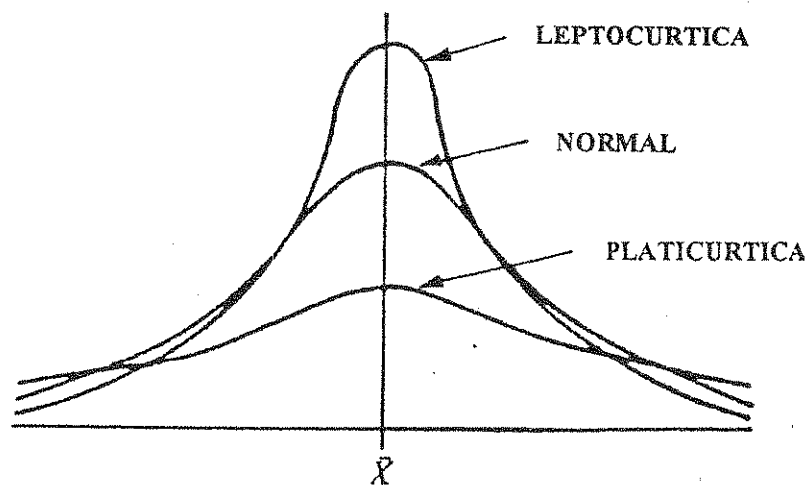
#### b) Apuntamiento

El otro estadístico es el Apuntamiento, denominación que hace referencia a la campana o curva de Gauss. Si la curva es muy alta y estirada se dice que es "muy apuntada" y si es baja y ancha se dice que es "poco apuntada". A esta cualidad se le suele denominar también "curtosis" y cuando la curva es muy apuntada se dice que es "leptocúrtica" y si es muy poco apuntada, "platicúrtica". En medio de ambas se encuentra la curva normal o "mesocúrtica". Las denominaciones señaladas provienen del griego donde "leptós" significa delgado o estrecho, "mesos" significa medio y "platís" ancho, extendido. Curtosis proviene del griego "kyrtós" que es encorvado o convexo y "kirtosis" igual a curvatura. La curtosis se mide conforme a un índice basado en el momento de cuarto orden.

El principio que se aplica establece que de dos curvas de la misma desviación típica la leptocúrtica contendrá más observaciones o frecuencias entre los extremos alejados de la media que la platicúrtica. Las diferencias  $(X_i - \bar{X})$  se advierten mejor al ser elevadas a la cuarta potencia de modo que:  $(X_i - \bar{X})^4$  será mayor para la curva leptocúrtica que para la platicúrtica. En el caso de la curva normal o mesocúrtica, esta demostrado que:

$$a_4 = \frac{\sum (\bar{X}_i - \bar{X})^4 / n}{S^4_x} - 3 = 0$$

donde  $a_4$  significa apuntamiento de 4º orden.



Por lo tanto para las curvas leptocúrticas  $a_4 > 0$  y para las platicúrticas  $a_4 < 0$ .

#### 3.7.2.3.4.- Repaso de los Estadísticos para los Análisis Bivariados

El análisis bivariado consiste en comparar los valores de dos variables mediante las tabulaciones cruzadas o cuadros de doble entrada, también llamados tablas de contingencia; ofrece un gran número de medidas bivariadas de asociación. Por este procedimiento se puede observar el modo en que las frecuencias de una categoría de una de las variables se distribuyen en las categorías de la otra variable.

##### 3.7.2.3.4.1.- Asociación entre Variables Nominales

a). El llamado "Chi-cuadrado". Es uno de los estadísticos considerados como más importantes, pues de él derivan varios otros que integran la casi totalidad de los restantes. Se relaciona con las diferencias entre los valores "esperados" (los que se espera se produzcan si no hay ninguna interdependencia entre las variables en comparación, es decir cuando se cumple la "hipótesis nula") y los valores obtenidos o sea los reales del caso. La diferencia entre ambos valores, esperados y obtenidos, recibe la denominación de "residual".

El chi-cuadrado se expresa también con el signo  $\chi^2$  y se construye en base al promedio del cuadrado de las diferencias. De allí proviene su denominación. Su fórmula es la siguiente:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \left| \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right|$$

Donde:

$r$   
 $\sum_{i=1}$  = sumatoria de las hileras horizontales

$c$   
 $\sum_{j=1}$  = sumatoria de las columnas

Recuérdese que se está haciendo referencia a un cuadro de doble entrada.  $O_{ij}$  significa "frecuencias observadas" y  $E_{ij}$  "frecuencias esperadas".

A efectos de aclarar el desarrollo de esta fórmula para el caso de cálculos manuales, se recurrirá a un caso real extraído de una encuesta llevada a cabo en la Ciudad de Guayaquil hace ya varios años. Lo importante es que se trata de un ejemplo no elaborado especialmente, que permite comprobar la facilidad de llevar a la práctica el mecanismo del cálculo.

La única transformación que se operó sobre los datos recogidos en la encuesta, consistió en agrupar las categoría de ambas variables: "Estudio cursados por el jefe de la familia" y "calidad de la vivienda". En el primer caso se agruparon las categorías en "Hasta secundario incompleto" y "secundario completo hasta terciario completo"; en cuanto a las viviendas, las categorías "pésima" y "mala" fueron agrupadas en una sola: "mala"; "regular" quedó sin variantes y "buena y muy buena" se agruparon también en la categoría "buena".

Partiendo de la hipótesis nula  $H_0$ , que significa suponer que no existe ninguna correlación entre las variables se ha procedido a calcular los valores esperados para el caso de que  $H_0$  fuera cierta. Para ello se procede a dividir el total de la primera hilera, 571, por el total de frecuencias, 1039 y el resultado se multiplica por el total de la primera columna (mala), 283; el resultado, 155,53, será la frecuencia esperada de la primera casilla, cuya frecuencia observada es 227. Así se continúa hasta terminar la primera hilera. Para la segunda hilera se divide su total, 468, por 1039 y se multiplica por 283,407, y 349, obteniéndose así las tres frecuencias esperadas de la segunda hilera.

De tal manera, se obtuvo el siguiente cuadro:

Estudios	Calidad de la Vivienda			Total
	Mala	Regular	Buena	
Hasta Sec. Incompleto	227/155,53	227/223,67	117/191,80	571
De Sec.Comp hasta Univ. completo	56/127,47	180/183,33	232/157,20	468
Total	283	407	349	1039

En el cuadro pueden observarse, a la izquierda de cada casilla, las frecuencias observadas y a la derecha, separadas por / las frecuencias esperadas. Aplicando la fórmula, las operaciones a realizar serían las siguientes:

$$\begin{aligned}
 \chi^2 = & \frac{(227-155,53)^2}{155,53} + \frac{(227-223,67)^2}{223,67} + \frac{(117-191,80)^2}{191,80} + \\
 & + \frac{(56-127,47)^2}{127,47} + \frac{(180-183,33)^2}{183,33} + \frac{(232-157,20)^2}{157,20} = 137,785
 \end{aligned}$$

Para verificar en la tabla del  $\chi^2$  si hay o no correlación entre las variables, debemos comenzar por restar una casilla a las hileras y una a las columnas. dado que el cuadro que hemos construido es de dos hileras y tres columnas, tendríamos  $2-1 = 1$  y  $3-1 = 2$ . Se multiplica  $2 \times 1$  lo que nos da que 2 es el grado de libertad. Buscando en la tabla del  $\chi^2$  veremos que la cifra obtenida 137,785, supera a cualquiera de las que corresponden a la segunda hilera de la tabla; en consecuencia se rechaza la hipótesis nula lo que indica que existe correlación entre ambas variables.

Podemos, además, efectuar una rápida verificación empírica de que es así. Tomando la calidad de vivienda mala, las frecuencias de la categoría inferior de estudios, 227, representa el 80 por ciento de las frecuencias de esta categoría de vivienda; en la vivienda regular, el porcentaje de la misma categoría de estudios cursados desciende a 55 por ciento y en la vivienda buena al 33,52 por ciento. Esto nos indica claramente que los estudios cursados tienen que ver con la calidad de la vivienda.

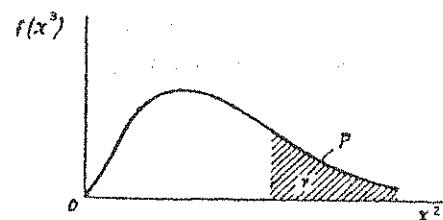
Para interpretar el resultado de este estadístico, se requiere una tabla adicional como la que se adjunta. La pauta resulta de la comparación del resultado obtenido con el que figura en la columna e hilera correspondiente de dicha tabla. Sobre el uso de la misma, debe saberse, en primer lugar, que los valores expresados en la cabecera de las columnas, indican el porcentaje de probabilidad de que chi-cuadrado exceda del valor de la tabla o sea que sí hay correlación entre las variables comparadas. En la primera columna, a la izquierda, se expresan números del 1 al 30 que representan lo que se llama "grados de libertad".

Esto significa lo siguiente: Toda tabla de doble entrada tiene columnas e hileras. A veces ambas coinciden en cantidad, por ej. una tabla de  $2 \times 2$ , o  $3 \times 3$ , etc. pero otras veces o hay más hileras o más columnas lo que se expresa diciendo que es una tabla de  $3 \times 4$  ó  $3 \times 5$  y así sucesivamente. Ahora bien; para calcular los grados de libertad suprimimos, tanto en las hileras cuanto en las columnas el último valor porque ese valor aunque no esté expresado resulta de la diferencia entre la suma de los demás valores y el total consignado en la tabla. Entonces el número de valores de la variable expresados en las columna menos 1, multiplicado por el número de valores de la variable de las hilera menos 1, nos va a indicar los grados de libertad. Por ejemplo en una tabla de  $2 \times 2$  el grado de libertad será forzosamente 1, porque  $2-1 \times 2-1 = 1$ .

Ese resultado nos señala en cual de las hileras de la tabla se deberá buscar la cantidad con la cual comparar el  $\chi^2$ . Se recuerda que las columnas de la tablas indican porcentajes de probabilidad de que chi cuadrado exceda el valor de la tabla. Ese valor cuanto más bajo, será más exigente para verificar la correlación. Se aconseja utilizar el cinco por ciento.

El principal inconveniente que se asigna al chi cuadrado es el de su sensibilidad al tamaño de la muestra. Si el tamaño de la misma es muy grande, va a aparecer siempre una correlación significativa entre las variables, lo que resulta engañoso. En consecuencia los investigadores trataron de encontrar otros estadísticos que no presentaran el mismo inconveniente.

p % g.l.	10	5	2	1	0.1
1	2.706	3.841	5.412	6.635	10.827
2	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	6.251	7.815	9.837	11.341	16.268
4	7.779	9.488	11.668	13.277	18.465
5	9.236	11.070	13.388	15.086	20.517
6	10.645	12.592	15.033	16.812	22.487
7	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877
10	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	22.307	24.996	28.259	30.578	37.607
16	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	33.196	36.415	40.270	42.980	51.178
25	34.382	37.652	41.565	44.314	52.620
26	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	37.916	41.337	45.419	48.278	56.893
29	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	40.258	43.773	47.962	50.892	59.703



En el gráfico colocado en la parte superior de la tabla precedente,  $f(x^2)$  significa frecuencia de  $x^2$  dado que la curva representa la distribución de las frecuencias de los valores del estadístico mencionado;  $p$  es la probabilidad, indicada en la tabla, acompañada del signo %, de que  $x^2$  exceda el valor de la tabla y la  $v$  indica el grado de libertad.

**b) El coeficiente Phi ( $\phi$ ).**- Se basa en el estadístico chi-cuadrado y se aplica solamente a las tablas 2 x 2. Su fórmula es sencilla:

$$\phi = \frac{x^2}{N} \quad \text{donde } N \text{ es el tamaño de la muestra}$$

La ventaja es que soluciona el problema del chi-cuadrado cuando la muestra es muy grande. Los resultados arrojan siempre valores que oscilan entre 0 (falta de correlación) y  $\pm 1$ , que indicaría la máxima correlación. En consecuencia, cuanto más cerca esté el resultado obtenido de  $\pm 1$ , mayor será la correlación entre las variables.

**c) La V de Cramer.**- La limitación del estadístico anterior a tablas de 2 x 2 ha dado lugar a que se buscara un sustituto para tablas mayores. La fórmula es sencilla también en este caso puesto que deriva de las dos anteriores:

$$V = \frac{\phi}{\text{menor } (r-1) (c-1)}$$

donde  $\phi$  es phi, menor  $(r-1) (c-1)$  significa que de la tabla, se elegirá bien el número de hileras menos 1 o el de columnas menos 1, según cual sea el menor. El resultado variará entre 0, que significa que no hay correlación, y 1 que indica la máxima correlación.

**d) Coeficiente de contingencia (C).**- Es el último de derivados del chi-cuadrado. El procedimiento para su cálculo consiste en dividir el chi-cuadrado por la suma del mismo chi-cuadrado y el total de frecuencias, y extraer la raíz cuadrada, tal como lo indica su fórmula:

$$C = \sqrt{\frac{x^2}{x^2 + N}}$$

El problema que presenta este estadístico es que su valor máximo no es fijo, sino que varía de acuerdo al tamaño de la tabla de manera que en tablas 2 x 2 su máximo es 0,707; en tablas 3 x 3 es de 0,816; en tablas 10 x 10 su valor máximo es 0,949, y así sucesivamente. De esa manera, no permite la comparación entre tablas de diferente magnitud.

e) Landa ( $\lambda$ ). - Este estadístico es aplicable a variables cualitativas y además presenta la particularidad de que, conociendo los valores de una de las variables, permite predecir los valores de la restante.

Se reproducirán aquí, para ejemplificar la explicación, datos extraídos y adaptados del trabajo intitulado "El Análisis de las Tablas de Contingencia" de Paul Whiteley, publicado en el libro "Data Analisis and the Social Sciences" de Mc Kay, O. Sheffield y P. Whiteley (London 1983).

Las variables cruzadas serán Sexo de la Persona que Contesta y Actitud hacia la Participación en la solución del Problema, simplificada esta última para el ejemplo en positiva y negativa, formándose el siguiente cuadro:

Sexo	Positiva	Negativa	Totales
Masculino	120	160	280
Femenino	140	130	270
Total	260	290	550

Para conjeturar un resultado, se elige la categoría modal, la de más respuestas, que en este caso es la Negativa. Para predecir cómo sería la respuesta en un caso particular, si pensamos que va a ser negativa, la probabilidad de acierto es de  $290/550 = 0,53$  (53%) y la probabilidad de error es  $1 - 0,53 = 0,47$  (47%).

En la mayoría de los casos se puede mejorar este porcentaje de probabilidad y en consecuencia reducir el de error, si se adopta una regla tal como: Si los entrevistados de sexo masculino contestan negativamente, las mujeres entonces contestan positivamente. La probabilidad de acierto se basa en lo siguiente:

$$\frac{\text{Masculino y Negativa} + \text{Femenino y Positiva}}{\text{Muestra total}} = \frac{160 + 140}{550} = 0,55$$

(55%) y la probabilidad de error es  $1 - 0,55 = 0,45$  (45%). Es decir que se redujo la probabilidad de error de 0,47 a 0,45.

El Landa es la reducción del porcentaje de error usando la predicción bivariada, más que la univariada. Así:

$$\lambda = \frac{\text{Error univariado} - \text{Error bivariado}}{\text{univariado}} = \frac{(0,47 - 0,45)}{0,47} = 0,04$$

De este modo se redujo la probabilidad de error en la predicción, al 4%.



Si la asociación entre ambas variables fuere perfecta, el resultado debería ser 1, lo que reduce la probabilidad de error en un 100%.

Este estadístico no es simétrico, de modo que si se quiere predecir el sexo desde la actitud, el resultado sería diferente. Es evidente que el factor causal de la actitud es el sexo y no viceversa. Sin embargo, algunos autores propician obtener los dos resultados y extraer la media aritmética de los mismos. Esto podría aplicarse cuando es muy difícil predecir cual es la variable dependiente.

### 3.7.2.3.4.2.- Asociación entre Variables Ordinales

Las medidas que se consideran aquí se basan en la comparación de dos variables ordinales, mediante el ordenamiento de los entrevistados en dos escalas ordinales, comparando siempre de a dos entrevistados. Lo que se busca es verificar si el orden de ubicación en una de las dos variables es concordante con el orden de ubicación en la restante variable. Lo que se expondrá a continuación es un análisis de la Tablas de Contingencia" que forma parte del libro "Data Analisis and the Social Sciences" antes citado.

En el ejemplo mencionado se construye una tabla derivada de dos variables: clase social y actitudes hacia el servicio social. Se supone que A, B, C, D, E, y F son individuos que se distribuyen en cada una de las casillas de la tabla, como se verá a continuación:

		Clase media	Trabajadores
		1	2
Actitudes hacia el Servicio Social	Muy importante 1	A	B
	Regular 2	C	D
	No Importante 3	E	F

Se examina el par formado por A y D. A es clase media (1) y considera muy importante al Servicio Social (1), o sea que ocupa el rango 1 de ambas variables; D es trabajador (2) y piensa que el Servicio Social tiene regular importancia (2), es decir que tiene el rango 2 en ambas variables.

Si se toma a los individuos B y C se observa que B es de la clase trabajadora y piensa que el Servicio Social es muy importante; C, a su vez es 1 en clase social y 2 en actitudes. La clasificación para las dos variables en este caso muestra discordancia. Siguiendo este razonamiento, A y F son concordantes y E y F son discordantes. A y B está en la misma categoría de actitudes pero no en la misma clase social, lo que significa que si bien están ligados por la

misma hilera, no lo están por las columnas. A y C en cambio, están ligados en la misma columna de clase social pero no en la hilera de actitudes. En base a lo que se acaba de exponer se desarrollan varios estadísticos.

a) Estadístico Gama ( $\tau$ ).— Se calcula tomando todos los individuos de la muestra y se los compara para determinar si integran pares concordantes o discordantes. La fórmula es:

$$\tau = \frac{P - Q}{P + Q}$$

Donde:

P = número de pares de individuos concordantes

Q = número de pares discordantes

Puede ocurrir que, en una muestra de población n, haya  $n! / (n-2)!$  formas en la cuales los casos pueden ser muestreados en pares, donde  $n!$  significa factorial n. Ej. n  $(n-1) \times (n-2) \times \dots \times 2 \times 1$ . De ese modo, con una muestra de 100 casos, habría que realizar 4950 comparaciones de individuos pero afortunadamente hay formas más fáciles de efectuar los cálculos. Se partirá de la suposición de que la tabla contenga las siguientes respuestas:

		Clase media	Trabajador
		1	2
Actitudes hacia el Servicio Social	Muy importante 1	20	5
	Regular 2	15	10
	No importante 3	10	15

Cada uno de los individuos de la casilla 1,1 son concordantes con los de la casilla 3,2 y 2,2. Si comparamos las casilla 1,1 y 2,2, cada individuo de la primera hace un par con cada individuo de la segunda, de modo que hay  $20 \times 10$  pares en estas dos casillas. De igual manera, hay  $20 \times 15$  pares en las casilla 1,1 y 3,2. A los efectos de establecer el número total de individuos concordantes en la tabla, tomamos cada casilla y la multiplicamos por los números de las casillas ubicadas más abajo. Si se toma en consideración la casilla 2,1 todos los individuos de la casilla 3,2 son concordantes.

Para las casilla discordantes se revierte el procedimiento comparando cada casilla con las inferiores en una variable y superiores en otra. Los cálculos son los siguientes:

Pares concordantes (P)

$$\begin{array}{lcl} (1,1) \text{ con } (2,2) \text{ y } (3,2) & = 20 & (10+15) = 500 \\ (2,1) \text{ con } (3,2) & = 15 & (15) = 225 \\ \hline & & 725 \end{array}$$

Pares discordantes (Q)

$$\begin{array}{lcl} (1,2) \text{ con } (2,1) \text{ y } (3,1) & = 20 & (15+10) = 125 \\ (2,2) \text{ con } (3,1) & = 10 & (10) = 100 \\ \hline & & 225 \end{array}$$

Uniones en columnas (C)

$$\begin{array}{lcl} (1,1) \text{ con } (2,1) \text{ y } (3,1) & = 20 & (25+10) = 500 \\ (2,1) \text{ con } (3,1) & = 15 & (10) = 150 \\ (1,2) \text{ con } (2,2) \text{ y } (3,2) & = 5 & (10+15) = 125 \\ (2,2) \text{ con } (3,2) & = 10 & (15) = 150 \\ \hline & & 925 \end{array}$$

Uniones en líneas (R)

$$\begin{array}{lcl} (1,1) \text{ con } (1,2) & = 20 & (5) = 100 \\ (2,1) \text{ con } (2,2) & = 15 & (10) = 150 \\ (3,1) \text{ con } (3,2) & = 10 & (15) = 150 \\ \hline & & 400 \end{array}$$

En consecuencia, en este caso, resultaría:

$$\frac{P-Q}{P+Q} = \frac{725-225}{725+225} = \frac{500}{900} = 0,55$$

Este resultado indica cierta correlación; la pauta indica en este caso que cuando el mismo se aproxima a 0 hay escasa correlación y cuanto más próximo a  $\pm 1$  hay alta correlación.

Hay una serie de otros tipos de mediciones basadas en el mismo orden de idea que gama pero difieren en el tratamiento de las uniones. Ellas son: Tau b; Tau c; y la D de Sommers.

b) Estadístico Tau b ( $\Gamma_b$ )

Este estadístico es apropiado para ser usado con tablas simétricas, por ejemplo cuando r (hileras) es igual a c (columnas) y se lo define con la siguiente fórmula y su resolución con los datos utilizados para el cálculo de Gama:

$$\Gamma_b = \frac{P-Q}{[\frac{1}{2}(P+Q+R) \quad \frac{1}{2}(P+Q+C)]} = \frac{725-225}{[\frac{1}{2}(725+225+400) \quad \frac{1}{2}(725+225+925)]} =$$

$$= \frac{500}{795.5} = \Gamma_b = 0,63$$

### c) Estadístico Tau c ( $\Gamma_c$ )

Es una derivación de Gama ajustada al tamaño de la tabla y al número de uniones cuando  $r$  no es igual a  $c$ . La fórmula es:

$$\Gamma_c = \frac{2m(P-Q)}{N(m-1)}$$

Donde:

$m$  = número de hileras o columnas, cual de ellas sea menor.

Ahora bien; se dijo con anterioridad que los individuos pueden ser apareados en:

$$\frac{n!}{2! (n-2)!} \text{ modos, } = \frac{n(n-1)}{2} \frac{(n-2)!}{(n-2)!} = \frac{n^2}{2} \text{ (el número total de pares)}$$

De ese modo, expresando la diferencia entre el número de pares concordantes y el de discordantes, como una proporción del número total de pares, resulta:

$$\frac{2(P-Q)}{N^2} ;$$

multiplicando esto por  $m/(m-1)$  abulta ligeramente el coeficiente para compensar por el hecho de que si es  $m$  el número de columnas, luego hay más columnas en la tabla que hileras, lo que motiva que para igualar las hileras y las columnas se deba abultar las primeras. Expresado numéricamente, siguiendo siempre con el ejemplo utilizado, se obtiene:

$$\Gamma_c = \frac{2(2)(725-225)}{(75)^2(2-1)} = \frac{2000}{5625} = 0.35$$

### d) Estadístico D de Sommers

Su fórmula y su adecuación al ejemplo es:

$$\frac{P+Q}{P+Q + \frac{1}{2}(C+R)} = \frac{500}{725+225 + \frac{1}{2}(925+400)} = \frac{500}{1612,5} = 0,31$$

A través de lo que antecede se aprecia que en el caso de la D de Sommers, lo que se hace es agregar el número medio de columnas e hileras al denominador de la fórmula de Gama.

En todos los casos el resultado se deberá apreciar siguiendo el criterio establecido para el estadístico Gama.

El cuadro adjunto será una ayuda útil para elegir el estadístico más conveniente a los tipos de datos que se manejan en cada caso y a las características propias de los mismos.

### **3.7.2.3.5.- Pautas para la Aplicación de los Estadísticos a los Casos Reales**

#### **3.7.2.3.5.1.- Introducción**

Los estadísticos que se han expuesto precedentemente constituyen apenas una parte de los que se pueden utilizar en la interpretación de los datos de una encuesta, pues existen limitaciones propias de las circunstancias, ya que otros análisis requieren cálculos muchos más complejos, que solamente pueden realizarse por computación, tanto por razones de seguridad en dichos cálculos cuanto por el tiempo que insumiría efectuarlos manualmente.

No obstante ello, los expuestos son de gran aplicación práctica, como se pondrá de manifiesto en los numerales siguientes.

#### **3.7.2.3.5.2.- Aplicaciones de los Estadísticos Univariados**

Se recuerda, en primer lugar, que con el análisis por separado de cada variable lo que medimos en la encuesta son las frecuencias, es decir, la cantidad de veces que cada categoría de la variable se manifiesta durante la encuesta.

Para la medición de esas frecuencias se utilizan ciertas escalas de medidas adecuadas a las características de cada tipo de variables. Por ejemplo, si consideramos el sexo de los habitantes, solamente se presentan dos modalidades: varón o mujer. Desde el punto de vista estadístico lo que se hace es comparar las frecuencias de esas dos categorías, colocándolas en cualquier orden. Este tipos de variables se denominan nominales pues lo único que las distingue entre sí es el nombre. Corresponden a este tipo de variables las siguientes, que encontramos en el modelo de formulario para la encuesta: Entrevistado; Ocupación del Jefe de la Familia; Enfermedades en la Familia; Destino del Edificio; Abastecimientos de agua; Necesidades más sentidas, Aportes Posibles.

:

# ANALISIS BIVARIADOS CUADRO DE ESTADISTICOS

## 1.- Con variables nominales y ordinales

Nombre	Notación	Origen	Significado
Chi cuadrado	Ji o Chi	Diferencia entre frec. observadas y esperadas	Debe verse la tabla
Phi (Fi)	$\phi$	Derivado de Chi para Tablas 2 x 2	Próximo a 1 correlación acentuada, cerca de 0, escasa
V de Cramer	V	Derivado de Chi para tablas r = c	Igual criterio que Phi
Coeficiente de Contingencia	C	El mismo origen de la V de Cramer	El máximo de acuerdo al tamaño de la tabla
Landa	$\lambda$	Relación entre asociación y predicción	0 = asociación perfecta, 1 sin asociación

## 2.2- Con variables ordinales solamente

Gama	$\tau$	Relación entre pares concordantes y discordantes	Próximo a más o menos 1, correlación acentuada, a 0 no correlación
Tau b	$\tau_b$	Derivado de Gama	Se aplica a tablas r = c Interpretac. Gama
Tau c	$\tau_c$	Derivado de Gama	Se aplica a tablas r = C Interpret. = Gama
D de Sommers	D	Derivado de Gama	Interpretac. = Gama

Se recordará que una segunda categoría está representada por las variables llamadas "Ordinales", que se caracterizan por que sus categorías deben ser expresadas en un orden creciente o decreciente; es decir que si bien, como las variables nominales, se distinguen entre sí por un nombre, además se encuentran ordenadas jerárquicamente, en la forma antes indicada. Como ejemplos dentro del modelo utilizado se encuentran: Régimen de ocupación; Calidad del Edificio; Instrucción del Jefe de Familia.

La última categoría es la de las variables numéricas, que se distinguen por un valor expresado en cifras, como por ejemplo la edad de las personas y los ingresos del grupo familiar. Además para facilitar su estudio y comparación, estas variables suelen ser agrupadas en categorías. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, agrupa las edades de las personas en 20 categorías, con una amplitud uniforme de las mismas de 5 años. La primera es de 0 a 4 años, la segunda de 5 a 9 y así sucesivamente hasta llegar a la última de 94 a 99 años. Esta forma de presentación es denominada "intervalada" precisamente por cuanto las variables son agrupadas en intervalos de valores. Así sucede con los ingresos, que suelen ser presentados en 10 o más categorías o intervalos.

El análisis de la distribución de frecuencias en las variables que integran el esquema de la encuesta, permitirá al proyectista efectuar un cálculo de la distribución de los diferentes tipos de servicios a instalar en una comunidad determinada. En el caso de las comunidades de menor número de viviendas, las planillas de la encuesta permitirán ubicar sobre un plano las diferentes categorías de vivienda, pero para poblaciones mayores los estadísticos suministran una información general sobre el porcentaje de frecuencias de las diferentes categorías de cualquier variable y en las que se expresan numéricamente, como edades e ingresos, el desarrollo de los estadísticos habrán de permitir establecer la distribución de esos valores, tomando en consideración la media aritmética, la mediana y el modo, y el desvío típico respecto de la primera.

Todos estos valores, además de su expresión matemática, son objeto de graficación de modo tal que su observación a simple vista suministra un elemento de apreciación del peso de determinadas categorías de la variable respecto a las demás, determinado por el número de frecuencias.

Las variables de medición nominal u ordinal, se representan o bien por un gráfico de barras, por el gráfico de líneas, o bien por el denominado "torta". El primero se construye sobre dos ejes: la abscisa y la ordenada, en uno de los cuales se indican las frecuencias (ordenada) y el restante, (abscisa) es donde se apoyan las bases de las columnas; en el caso de las variables nominales y ordinales los anchos de las mismas no tienen ningún significado; en el

caso de las intervalares, si los intervalos fuesen diferentes entre sí, esa diferencia estaría representada por el ancho de la columna. En este caso se utilizarán intervalos de la misma amplitud, de modo que siempre los anchos de las columnas serán iguales.

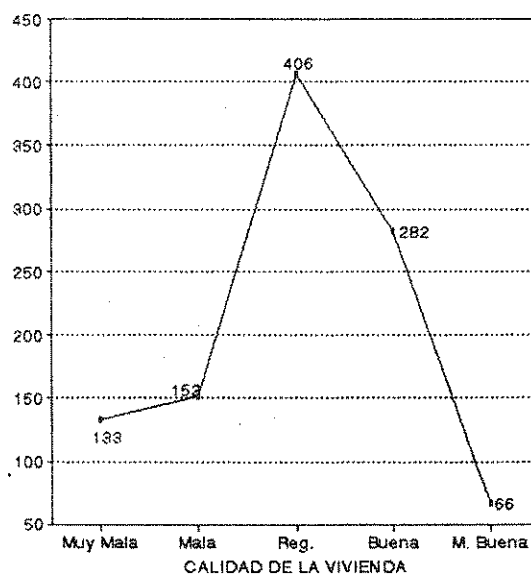
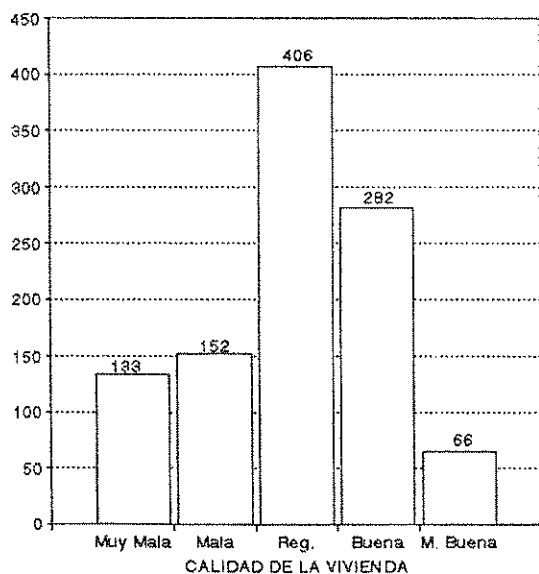
A continuación se verán algunos ejemplos de graficación que es posible realizar manualmente, aunque la mayor parte de las veces se podrá recurrir a una computadora, en cuya memoria se tendrá seguramente alguno de los sistemas de graficación más conocidos.

Tomando datos de una encuesta real a la que oportunamente se hizo referencia originariamente las frecuencias de cada categoría de vivienda eran como sigue:

Muy mala 133; Mala 152; Regular 406; Buena 282 y Muy buena 66.

Como puede advertirse a través de ambos gráficos, de columnas y el polígono, la distribución es asimétrica.

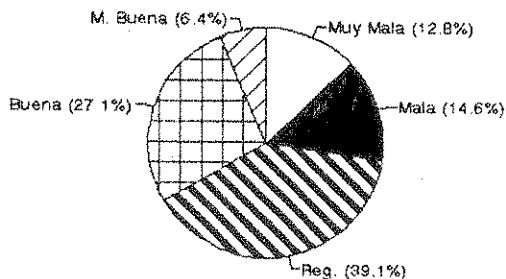
Conviene recordar que solamente en el caso de que se diera una distribución normal, se obtendría una figura simétrica.



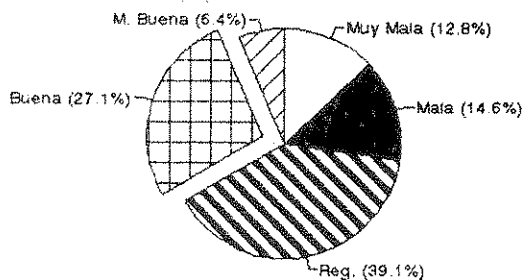


Se dijo oportunamente que otro tipo de representación gráfica aplicable a los análisis univariados, es la denominada "torta". Se utilizará, para poder efectuar la comparación, los mismos datos que se han estado representando. En el gráfico que se reproduce a continuación, puede advertirse la torta entera, con expresión del porcentaje que representa la frecuencia correspondiente a cada categoría de la variable. Al costado, se repite el gráfico con la particularidad de que se ha separado una porción de la torta, en este caso para destacar especialmente el peso de las frecuencias correspondientes a la categoría "buena".

CALIDAD DE LA VIVIENDA



CALIDAD DE LA VIVIENDA

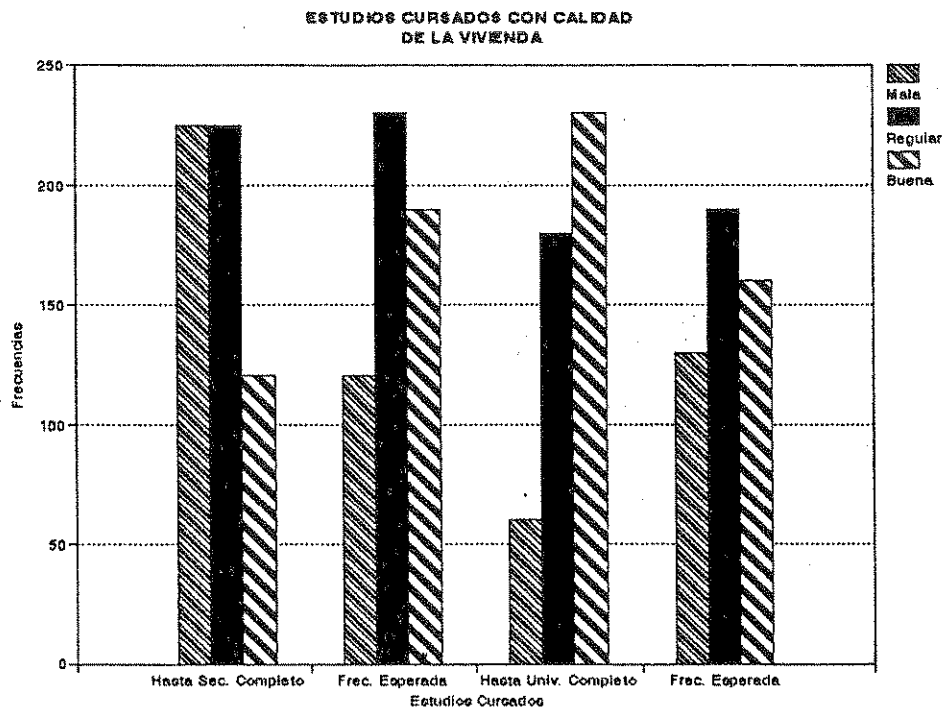


La interpretación concreta que se puede efectuar, tanto a través de los gráficos cuanto de los estadísticos, siempre referidos por ahora a los univariados, sería en el caso tomado como ejemplo, que de las 1039 viviendas que resultan de las sumas de los parciales de las categorías, 348 (suma de viviendas buenas y muy buenas y tal vez la mayoría de las regulares), estarían en condiciones de contar con el mejor de los modelos de evacuación de excreta, 152 tendrían un modelo no tan costoso, por ejemplo, una letrina con sello de agua y las restantes 130, una letrina mejorada a hoyo seco ventilado. Esta sería una primera aproximación. Faltaría tener los resultados de los cruces de variables que permiten comparar las distribuciones de las frecuencias en los valores de a dos variables.

### 3.7.2.3.5.3.- Aplicaciones de los Estadísticos Bivariados

En el desarrollo del tema 3.7.2.3.4.1, se ha utilizado un cuadro donde se nos muestra la distribución de las frecuencias de una de las variables en las categorías de la otra; éstas serían las frecuencias observadas, pero además se hizo figurar las frecuencias "esperadas", es decir, la forma en que se distribuirían las frecuencias en el supuesto de que no hubiere correlación entre las variables. Dado que allí ha quedado explicado el mecanismo para encontrar la demostración de que la hipótesis nula  $H_0$  es falsa, en esta oportunidad solamente se va a indicar una forma de representación gráfica que permite apreciar más claramente aún, la existencia o no de correlación entre las variables. Se graficará precisamente el mismo ejemplo mencionado.

Puede verse al lado de las barras que indican la frecuencia observada u obtenida, las barras correlativas que señalan e indican la frecuencia en caso que no hubiere correlación entre las variables en comparación. Se puede observar claramente las diferencias acentuadas al comparar los dos extremos, es decir, la categoría "mala" de la vivienda y las categorías "buena". En la intermedia "regular", como era previsible, las diferencias son menores. Haciendo una síntesis, se puede decir que, en este caso, a menor nivel de estudios, peor calidad de vivienda y a mayor nivel de estudios, mejor calidad de vivienda.



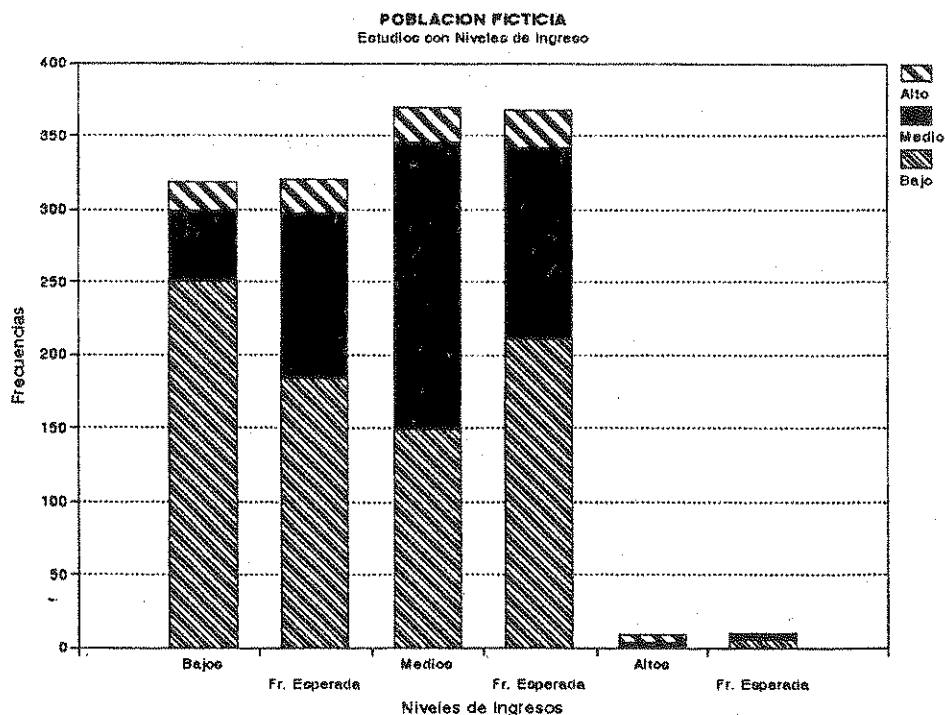
Son varias las comparaciones entre variables que pueden efectuarse. Se recomienda a este respecto comparar siempre variables que estén de algún modo relacionadas entre sí; por ejemplo, los niveles de ingresos y los estudios cursados. A continuación se desarrollará un ejemplo de un caso imaginario.

Para no complicar la interpretación, los grados de instrucción se los indica como alto, medio y bajo. Del mismo modo los ingresos se agruparon en tres categorías, coincidentes o sea baja, media y alta. Sobre un total de 700 casos encuestados, encontramos 400 de bajo nivel de educación; 250 de nivel medio y 50 de nivel alto. En cuanto a la variable "ingresos", 320 son de nivel bajo, 370 medio y 10 alto. En consecuencia se construye el siguiente cuadro:

Estudios	Niveles de Ingresos			Totales
	Bajo	Medio	Alto	
Bajos	250/182,86	149/211,43	1/ 5,71	400
Medios	50/114,28	197/132,14	3/ 3,58	250
Altos	20/22,86	24/26,43	6/0,71	50
Totales	320	370	10	700

En el cuadro precedente se aprecia claramente las diferencias entre los valores observados y los esperados, que es una clave cierta del rechazo de la hipótesis nula. No olvidemos que la comprobación del  $\chi^2$  se efectúa en base a los cuadrados de las diferencias entre los valores observados y esperados. La clave fundamental es, en consecuencia, las diferencias entre ambos valores. Efectuado el cálculo,  $\chi^2 = 164,72$  por lo que, a 4 grados de libertad, se rechaza  $H_0$ .

El gráfico que sigue es de barras pero en este caso en cada columna indicativa de los valores de una categoría de una de las variables, aparecen distribuidos los valores de la categoría de la otra variable. Por ejemplo, si la primera columna desde la izquierda corresponde al nivel bajo de ingresos, los tres colores que integran la columna indica la distribución en esta categoría de las frecuencias de estudios en sus tres categorías, conforme a la referencia que aparece a la derecha del gráfico. En este ejemplo debe hacerse notar que por la escasa cantidad de frecuencias del nivel alto de ambas variables, en el gráfico es muy poco visible la presencia de esta categoría.



Nada más que a título de ejemplo, si tomamos el cruce de las variables estudios cursados con ingresos, según aparece en el gráfico, vemos que la columna de nivel bajo de estudios, corresponde a ingresos bajos con 240 frecuencias; lo que formaría el estrato más bajo y presumiblemente el que optaría por un servicio más barato. Si se extiende esto mismo al cruce de otras variables indicativas de nivel socioeconómico, obtendremos un resultado apto para encarar la programación, haciendo lo mismo con el estrato medio y el estrato alto. Se aconseja, en este sentido el cruce de las variables "actitudes hacia la cooperación", con las variables de ingresos, régimen de ocupación de la propiedad, y estudios cursados, lo que permitiría relacionar las actitudes con el nivel socioeconómico y daría asimismo, en conjunto, una pauta para decidir el tipo de servicio, pero siempre debe tenerse presente que en todos los casos se debe tomar en consideración la opinión del particular interesado.

Mediante cálculos manuales no es posible realizar estudios más profundos. Por ejemplo el desarrollo del modelo log-lineal multivariado, contenido en programas estadísticos para las ciencias sociales, establece con mayor amplitud la correlación, ya no entre dos variables sino en grupos de variables; requiere para su desarrollo, la utilización de un programa especial para computación.

Sin embargo, utilizando análisis univariados y bivariados, como se ha venido indicando, es posible establecer un criterio socioeconómico de estratificación, especialmente con las variables ingresos, calidad de la

vivienda, estudios cursados, de las que va a surgir una pauta clara, por ejemplo si se muestra una tendencia tal como, a mejor vivienda, mejores ingresos, mejor nivel de instrucción, lo que daría un estrato alto cuya frecuencia podría estar indicada por un promedio de los diferentes cruces efectuados, como se indicó anteriormente y así con los demás estratos y también relacionarlo con las actitudes en la forma antes indicada.

Desde otro punto de vista, vinculado directamente con la factibilidad del proyecto, la importancia de estos resultados radica en dos consecuencias esenciales de los mismos:

1ª) La capacidad económica de la población para contribuir a la construcción de las obras necesarias para dotar a la misma de un sistema de evacuación de excreta, resultante de las variables "Régimen de Propiedad del Edificio", "Situación Laboral del Jefe de Familia", "Ingresos" y "Calidad de la Vivienda", "Abastecimiento de Agua" y "Sistema de Evacuación de Excreta";

2ª) La predisposición de la comunidad a aceptar el proyecto con sus costos estimados, no en forma pasiva sino activa: dicha predisposición surgirá de la encuesta en sus variables "Necesidades más Sentidas", "Actitudes hacia la Cooperación", "Aportes Posibles", "Instrucción del Jefe de Familia".

Expresado de otra manera, sería necesario efectuar los cruces de todas las variables que, como se verá más adelante, servirán para integrar los puntajes o índices en el caso se opte por analizar caso por caso, el tipo de servicio a prestar en cada vivienda.

Los cruces de estas mismas variables, tendrán por sentido el de buscar las correlaciones existentes entre ellas.

Ese grado de correlación nos indicará en qué medida, cuando se dan determinados valores de una variable, se darán los de la otra variables correlacionada. Las que integran los dos grupos sería en principio las que deberían correlacionar entre sí.

Desde luego que la utilidad práctica del procesamiento de la encuesta no termina aquí. Por ejemplo, la encuesta nos va a indicar los casos de enfermedades diarreicas registrados en la familia, elemento de juicio que correlacionado con lo expuesto en el numeral 3.1.3 y siguientes, señalarán las prioridades sanitarias para adoptar decisiones en los casos particulares que se presenten.

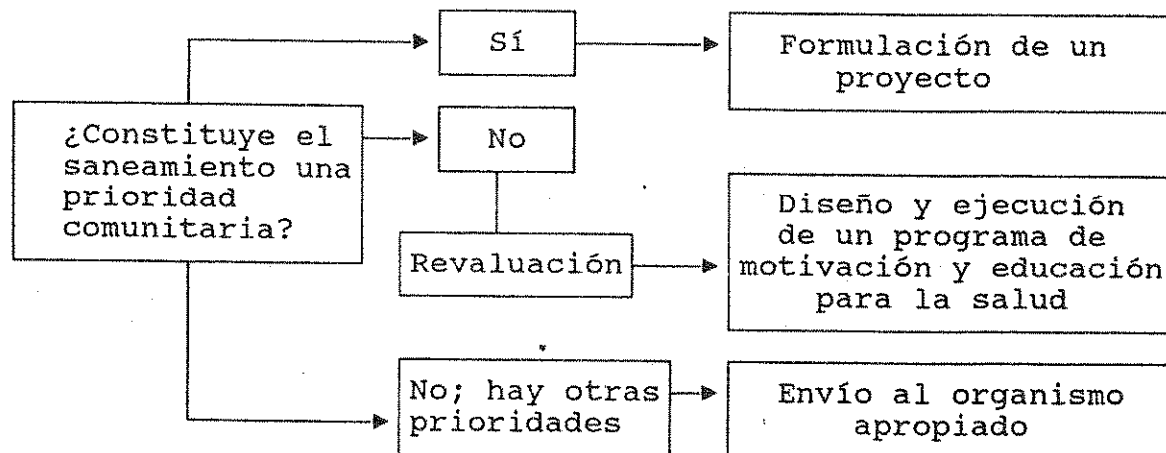
De ese modo, tendríamos ya una serie de elementos de juicio: sanitarios, socioeconómicos y culturales que definen las opciones que se plantean en el desarrollo del

algoritmo. Claro está que, una vez más, en las comunidades en que se haya realizado la encuesta a universo total, se tendrá la información precisa casa por casa. En el caso de la encuesta realizada por muestreo probabilístico no será exactamente así pero como ya se señaló con anterioridad, se contará con una información general que permitirá adoptar las previsiones necesarias, teniendo en cuenta el margen de error establecido, y sobre todo permitirá adoptar una decisión en cuanto a la factibilidad del proyecto.

Pero la utilidad de la encuesta no ha finalizado: las actitudes de la población que también serán detectadas, permitirán apreciar las posibilidades de contar con el apoyo necesario, especialmente con aportes de la misma comunidad, para realizar las obras. Es de hacer notar que las técnicas sociales son susceptibles de lograr cambios de actitudes, si se las utiliza adecuadamente. Una vez más debemos citar el estudio realizado en Miozopur, Bangladesh (Numeral 3.6.2.4) sobre la importancia de la participación de las madres de familia en la campaña de Educación para la Salud.

Debe recordarse que las actitudes de la población constituyen un aspecto trascendente del problema, ya que de ellas puede derivar el fracaso de los objetivos del programa, por mal uso de las instalaciones, por ejemplo, por negativa a utilizarlas si no responden al criterio del usuario, etc. En el lugar correspondiente, se dará cuenta de parte de la bibliografía especializada existente sobre el tema, que apoya lo expresado en el párrafo anterior.

Citaremos solamente aquí La "Guía para Planificar las Actividades de Participación de la Comunidad en Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento", de Anne White, publicado en offset (Nº 96) por la Organización Mundial de la Salud (1987). En la página 10 figura un "Diagrama de la manera de iniciar un proyecto de abastecimiento de agua y saneamiento con participación de la comunidad", que por su claridad e interés se reproduce a continuación, adecuándolo al tema del saneamiento:



Se recuerda que los estudios socioeconómicos constan de dos partes: 1a. El estudio preliminar y sobre el terreno, previo a la realización del encuestamiento de la población, que aporta elementos de juicio para la selección preliminar de las poblaciones y 2a. El encuestamiento, que se aplicará únicamente a las poblaciones preseleccionadas, del cual derivará la decisión final sobre si se selecciona prioritariamente a una población dada o se la posterga para otra oportunidad.

Indudablemente que en circunstancias de brotes epidémicos como el de cólera que azota a una región de nuestro País, las poblaciones afectadas deberán ser objeto de la máxima prioridad, debiendo realizarse al menos las obras de abastecimiento de agua y letrinización indispensables para reducir la incidencia de casos, aunque no consituyan la solución ideal frente a otros tipos de dolencias como la tifoidea y las paratifoideas. Estas obras, por ello, serán consideradas como de emergencia sanitaria.

### 3.7.2.3.6.- Aplicación de los Datos de los Estudios Realizados

#### 3.7.2.3.6.1.- Introducción

Cuando se enfrenta la tarea de extraer conclusiones de la encuesta practicada, se cuenta ya con algunas nociones sobre las características de la comunidad, obtenidas del estudio preliminar de la misma, entre ellas, las referidas a la permeabilidad del suelo, el clima, la profundidad de la napa freática.

La encuesta muestra datos más precisos sobre la realidad socioeconómica, aunque cuando se ha realizado por muestreo se carece de información acerca de cuales son las viviendas comprendidas en cada una de las categorías de las variables analizadas, salvo, claro está, las viviendas que integraron la muestra. Sin embargo permite planificar las cantidades de conexiones obtenibles para la red actual y prever la futura, así como los porcentajes correspondientes a cada tipo de sistema domiciliario sin conexión a la red.

Así, en el desarrollo del ejemplo escogido, observamos que nos dice solamente que el 85,66% de las viviendas cuentan con letrinas a hoyo seco para la evacuación de la excreta, pero no podemos señalar a todas las casas que conformen ese porcentaje. De las misma manera informa que el 43,31% de las viviendas utilizan una bomba manual para extraer agua del pozo; 20,86% está dotado de un motobombeador; las demás se abastecen en grifos públicos u otras fuentes a cielo abierto como arroyos, lagos, canales, etc.

De ello se desprende ya una conclusión importante que es la de que, en el caso del modelo de población encuestada que se está utilizando, en tanto no mejore el abastecimiento de agua, estaría en condiciones de conectar a la red cloacal el 54 por ciento aproximadamente de las viviendas.

Otro ejemplo: Hay un 33,55 por ciento de edificios calificados como buenos y muy buenos, lo que permite pensar que sus propietarios estarán interesados en conectarse a la red cloacal, si fuere factible su construcción; también se puede prever que del 36,5 por ciento de los edificios calificados como de regular calidad, un alto número de ellos estará en condiciones de ser conectado a la red.

El ingreso es otro elemento de juicio que debe ser considerado, sobre todo correlacionándolo con otras variables como la vivienda, estudios cursados, etc. Al respecto debe advertirse que en el ejemplo de encuesta desarrollado se establecieron determinados mínimos y máximos para cada categoría pero ellos corresponden a una localidad y a un momento determinado, de modo que las cifras son siempre variables. Lo realmente importante es que sean distribuidas correctamente en las categorías tal como se presentó en el ejemplo.

Así continuaremos analizando las variables, para llegar a una evaluación global de los porcentajes de población en condiciones socioeconómicas de acceder a la conexión a la red.

En los ejemplos desarrollados de los cruces de variables se advierten distintas correlaciones. Así del ejemplo II sacaríamos como conclusión que de 345 viviendas de buena calidad habría que descartar en principio 129 de ellas por la actitud desfavorable de su propietario; de las 407 viviendas de condición regular se descartarían 107 viviendas por el mismo motivo, pero entre las viviendas de mala calidad, surgen 146 actitudes favorables, lo que da un total de 526 favorables y 200 indecisos de los cuales 30 corresponden a las viviendas buenas y 120 a las regulares.

Analizando estos resultados surge que de 730 viviendas que corresponden a familias con un nivel económico de mediano a alto, 530 actitudes serían favorables e indecisas, más las 196 de las viviendas de mala calidad.

En el ejemplo III se observa que entre las familias de ingresos altos y medios, hay 450 actitudes favorables y 180 indecisos, es decir un total de 630 que eventualmente podrían concurrir al grupo de conectados a la red cloacal.

Esto constituye una muestra de las informaciones que pueden extraerse de los resultados de la encuesta.



Repetimos una vez más que con ello no se agota todo el interés estadístico que puede estar guardado en una encuesta pero tampoco se justifica hacer cálculos mucho más complejos que, a los fines eminentemente prácticos, no son indispensables.

Para el cálculo preliminar de las posibles conexiones y otros tipos de soluciones, bastará con los análisis estadísticos que se han indicado en los numerales 3.7.2.3.5.2 y 3.7.2.3.5.3.

Un método, que es el tradicionalmente seguido en estos casos, para determinar el tipo de conexión aplicable, consiste en utilizar las áreas o sectores determinados durante la etapa de observación participante. Ello ayudará a establecer el radio que va ser servido por la red cloacal, sobre el mapa de la ciudad. En las restantes zonas según los niveles socioeconómicos advertidos principalmente a través del tipo de vivienda, se podrá asignar el correspondiente nivel de servicio en los porcentuales establecidos a través del procesamiento de la encuesta. En cada caso, conforme a la metodología tradicional, el tipo de servicio asignado para cada área será obligatorio para todas las familias que habiten en la misma.

#### 3.7.2.3.6.2.- Método de los Puntajes o Índices

Si, en cambio, se desea fijar el nivel de servicio adecuado para cada vivienda, habrá que partir de algún otro método, como por ejemplo el de índices numéricos que se expone en este numeral.

En el caso de la encuesta a universo total realizada según se ha dicho en una localidad de hasta 500 viviendas, al procederse al procesamiento de los datos, se puede aplicar un sistema de calificación para cada vivienda y sobre la base del mismo, determinar el tipo de solución aplicable en cada caso.

Igualmente se debe realizar con las encuestas que constituyen la muestra, tarea esta que luego deberá ser complementada sobre el terreno, una vez determinada la factibilidad del proyecto, en la forma que se indica más adelante.

El puntaje propuesto conforme a los conceptos expresados y al peso relativo de las distintas variables, es el siguiente:

Variable	Puntuación
Régimen de Propiedad del Edificio	
Propietario	10
Inquilino total	6
Inquilino parcial	5
Prestatario	2
Usurpador	1
Abastecimiento de Agua	
Conectado a red	20
Pozo con motobombeador	15
Pozo con bomba manual	5
Compra el agua	5
Otras fuentes	1
Evacuación de Excreta	
Baño instalado	20
Letrina con arrastre de agua	10
Letrina a hoyo seco	5
Letrina pública	3
En el suelo	1
Necesidades sentidas	
Cloacas	15
Agua Potable	7
Otras	1
Actitud hacia la cooperación	
Decididamente favorable	20
Favorable	18
Indeciso	10
Desfavorable	5
Decididamente desfavorable	1
Ingresos	
Categorías 9 y 10	30
Categorías 4 a 7	20
Categorías 1 a 3	5
Calidad de la vivienda	
Muy buena y buena	30
Regular	20
Mala	10
Muy mala	1

## Aportes

Dinero	10
Mixto	9
Trabajo	8
Materiales	6
Transporte	6
Otros	1

Una vez colocados los valores se suman en cada encuesta. El total constituiría la pauta para asignar el tipo de servicio a prestar, de la siguiente manera:

97 puntos o más = conexión a la red o cámara séptica

de 45 a 96 puntos = inodoro con sello hidráulico

menos de 44 puntos = letrina a hoyo seco ventilada o letrinas públicas.

Debe tenerse presente la posibilidad de variar los puntajes asignados a las diferentes categorías de las variables y aún a las variables mismas, si la experiencia recogida a través de la aplicación práctica de los mismos así lo hace aconsejable.

Para el caso de la encuesta por muestreo, en aquellas viviendas no incluidas en la muestra, se deberá efectuar una evaluación tomando en consideración como mínimo los siguientes elementos: calidad de la vivienda, que se puede apreciar a través de sus materiales y estado de conservación; sistema de evacuación de la excreta; régimen de ocupación y abastecimiento de agua. Los puntajes asignados a estos rubros serán los mismos que los ya señalados, pero los valores totales tendrán las siguientes equivalencias:

Mas de 46 = conexión a red o cámara séptica;

de 28 a 45 = inodoro con sello hidráulico

menos de 28 = letrina a hoyo seco o letrina pública.

Se ha de tener presente que se está haciendo referencia a las calificaciones a aplicar a cada una de las viviendas, pues para ello se ha creado este sistema de puntaje, a diferencia de la solución señalada al final del numeral 3.7.2.3.6.1, que se aplica a viviendas agrupadas en áreas.

### 3.7.2.3.7.- Utilización del Algoritmo

#### 3.7.2.3.7.1.- Introducción

El algoritmo es un procedimiento muy conocido a través de publicaciones efectuadas en otros países de Latinoamérica, como Brasil, por ejemplo y atribuido a Duncan Mara, que facilita la elección de la metodología a aplicar en cada vivienda, en base a una serie de datos socioeconómicos como los procedentes de la encuesta y también de informaciones recogidas en la etapa de los estudios preliminares sobre características del suelo, profundidad de la napa, altimetría, etc.

No agrega por sí mismo ningún conocimiento nuevo a los ya recogidos en las investigaciones mencionadas, pero facilita la aplicación ordenada de los mismos, por un procedimiento que consiste en ir eliminando de cada caso aquellos que encontrarían graves obstáculos para su concreción.

Queda aclarado, en consecuencia, que no se trata de una metodología distinta a las ya analizadas precedentemente sino un procedimiento que facilita la aplicación de aquellas a la realidad. Es mencionado especialmente aquí, precisamente porque aplica muy bien los conocimientos adquiridos, que son indispensables para optar por las soluciones posibles.

El sistema de índices numéricos analizado en el apartado 3.7.2.3.6 sólo resuelve el aspecto socioeconómico del problema, pero requiere el complemento del conocimiento de los aspectos físicos para decidir, en definitiva, la solución del caso individual.

Es por ello que en el algoritmo y las instrucciones para su utilización que siguen, las preguntas sobre si hay fuertes razones sociales, económicas o ambientales que impidan el uso de la red cloacal, formulada en el segundo cuadro de la primera etapa del algoritmo para localidades con red cloacal, y la que se refiere a si es factible la colocación de la cámara séptica, se contesta, en lo que se refiere a los factores socioeconómicos, consultando el puntaje asignado a la vivienda según el cálculo que antecede. Dado el alto grado de correlación entre la variables calidad de la vivienda, e ingresos tendremos que un número de ellos corresponden a niveles económicos mediano y alto, a los cuales se asignará, en principio, la cámara séptica. Lo mismo se aplica a las dos casillas de la segunda etapa que se refieren a la factibilidad para la construcción de la letrina a pozo seco ventilado y a la factibilidad para la colocación de inodoro a sello hidráulico.

En cuanto a otros interrogantes del algoritmo tales como el relativo a la permeabilidad del terreno o la profundidad de la napa, se contestan como hemos visto con el estudio preliminar y los complementarios practicados sobre el terreno (ver numeral 3.7).

Se ha considerado la conveniencia de adecuar el algoritmo que fuera dado a conocer por Duncan Mara y reproducido en diversas publicaciones en idioma inglés y portugués, a las características de las comunidades del interior del País, en correspondencia con las soluciones técnicas que se propician, por aplicación de conceptos surgidos del estudio de trabajos de campo realizados en diversos países y su adecuación a nuestro medio.

Como resultado de ello, ha surgido la necesidad de diferenciar situaciones que se plantean en la realidad de una programación que abarca un espectro tan amplio, como que se extiende entre poblaciones de 100 y 30.000 habitantes.

Simplificando la variedad de situaciones que es susceptible de presentarse en la realidad, en beneficio de la claridad, se establecerían dos prototipos:

1º.- Población desarrollada en torno a un núcleo concentrado, en circunstancias tales que haga factible la construcción de una red cloacal o la ampliación de una preeexistente, en cuyo caso deben contemplarse dos situaciones:

a) Caso de viviendas ubicadas en el radio servido o a servir por la red, pero cuyo propietario no esté dispuesto a conectar al servicio por algunas de las siguientes razones:

- Carencia de recursos económicos como para hacer frente al aporte inicial y al pago de las tarifas, sumado a ello el costo de las instalaciones internas;
- Falta de interés en la obra, por estimar que existen otras prioridades o por desconocimiento de la importancia de la misma para la salud de su núcleo familiar.

b) Caso de viviendas ubicadas fuera del ámbito en que sería factible la construcción de la red cloacal. Generalmente la distribución de los estratos sociales puede determinarse físicamente sobre la comunidad; por lo menos es comprobable que las clases de nivel socioeconómico más bajo suelen tener sus viviendas en las periferias de las ciudades y pueblos; en sus cercanías se instala también lo que en algunos países de hispanoamérica es denominada "población invasora", que construyen alojamientos, casi siempre de materiales precarios de fácil adquisición, en terrenos públicos o privados pero aparentemente abandonados por sus propietarios.

Este tipo de población generalmente carece de trabajo permanente, vende baratijas o hace "changas". Los últimos censos de población han puesto de manifiesto una clara tendencia migratoria de las zonas rurales hacia centros poblados de diversa magnitud, proliferando, como consecuencia, las llamadas "villas miseria", pues tal es la situación de pobreza que demuestran por sus condiciones de vida sus habitantes.

2º.- Poblaciones menores donde no es factible la construcción de una red cloacal y las únicas soluciones al problema del saneamiento es la implantación de sistemas propios intradomiciliarios de evacuación de excreta: muy a menudo en estos casos las viviendas cuentan con letrinas de construcción tan precaria como la de la vivienda.

Para el primero de los dos supuestos mencionados, se aplicará el "algoritmo para selección de tecnologías de saneamiento con red cloacal". En los cuadros que lo integran, se expresan muy sintéticamente las situaciones posibles y las tecnologías adecuadas a las mismas. Como se verá en el desarrollo del mecanismo para su aplicación, se utiliza para todas las viviendas que quedan excluidas de la conexión a la red cloacal.

En el segundo caso se aplicará la versión del algoritmo en la que se ha suprimido las alternativas relacionadas con la conexión a la red cloacal, quedando así una imagen gráfica de más sencilla interpretación.

### 3.7.2.7.3.2.- Alternativas para el caso con Red Cloacal (Algoritmo 1)

#### 3.7.2.7.3.2.1.- Consideraciones Previas

El algoritmo plantea un orden lógico de alternativas que está dado por un criterio valorativo de las soluciones mejores desde el punto de vista sanitario, criterio éste corroborado por lo que muestran las experiencias de campo referidas en el numeral 3.6. Dicho orden sería el siguiente, dejando de lado la conexión a la red cloacal: cámara séptica con pozo absorbente; inodoro con sello hidráulico a pozo ventilado; letrina mejorada a hoyo seco ventilado y en última instancia, servicios sanitarios públicos.

Cada una de estas alternativas requerirá, para su adopción, el cumplimiento de una serie de condiciones que la hagan posible, de modo que cada una de ellas quedará obviamente descartada ante la existencia de impedimentos que la conviertan en nula hasta llegar a la última instancia, antes mencionada. Conforme a ello, se mostrará a continuación el orden de secuencias del algoritmo para arribar a cada una de las soluciones posibles.

Debe tenerse presente, además, que en la aplicación de las alternativas distintas a la conexión a la red cloacal, deberá preverse el agregado de dispositivos que permitan su adecuación para la conexión a la red cloacal, en caso de que la extensión de esta última o la evolución de las condiciones socioeconómicas del titular del inmueble lo permitan.

### 3.7.2.7.3.2.2.- Alternativas a Considerar

a) El punto de partida es que se disponga de agua en cantidad suficiente ya sea en el interior de la vivienda o en un surtidor público cercano (ver datos de la Encuesta);

b) que medien fuertes razones socioeconómicas, ambientales y culturales para no hacer uso del sistema convencional de conexión a la red cloacal (se consultará el procesamiento de los datos de los estudios y encuesta);

c) que el suelo sea lo suficientemente permeable para disponer en el sitio el efluente de la cámara séptica (ver Estudios Preliminares);

d) que los terrenos sean lo bastante amplios como para permitir la colocación de la cámara séptica y el pozo absorbente o de lo contrario, que pueda reducirse el consumo de agua para que pueda disponerse, en el lugar, el efluente de la cámara séptica;

e) Si las razones para no conectar a la red hubieren sido de carácter económico, se requeriría para continuar con esta opción, que el costo de la adquisición y colocación de las cámaras sépticas con pozo absorbente resulten más baratas que el de la conexión a la red cloacal (consultar datos de la encuesta sobre ingresos y vivienda);

f) Que la cámara séptica resulte factible desde los diversos puntos de vista antes expresado;

g) En el caso de que todas las respuestas hubieren sido afirmativas, se optará por la solución que se está analizando. Si en cualquiera de las estaciones se plantea una respuesta negativa, se recurre a otras alternativas cuyo recorrido en el gráfico ya no es vertical, sino perpendicular al recorrido que se ha venido siguiendo.

En la tercera alternativa, referida a la permeabilidad del suelo, la respuesta "no" nos remitiría a la conexión a la red y si esta no fuere factible, retomamos el camino de la segunda etapa.

Recordemos ahora que en el cuadro siguiente, en que se pregunta sobre la amplitud del terreno, quedaba la alternativa de poder reducir el consumo de agua para disponer en el mismo terreno el efluente de la cámara séptica pero si esto no es factible, se retoma la marcha hacia la posibilidad

de la conexión a la red y en caso negativo al retrete con inodoro de sello hidráulico y lo mismo sucede con la pregunta última de esta serie, en caso de no ser factible la cámara séptica.

### 3.7.2.7.3.2.3.- Consideraciones Respecto a la Primera Etapa

En definitiva, en esta etapa hay dos alternativas posibles: o conexión a la red, o cámara séptica. De no darse ninguna de ellas se pasa a la segunda etapa del algoritmo.

En la segunda etapa hay tres soluciones posibles, que son: baño con inodoro con sello hidráulico; letrina mejorada a pozo seco ventilado y por último la utilización de servicios librados al público. Aquí también, como en la primera etapa, hay algunas alternativas para analizar:

a) al inicio de esta etapa la pregunta es si el flujo de agua servida es de 50 litros diarios por persona. Si la respuesta es sí, se continúa con la secuencia que apunta al inodoro con sello hidráulico y pozo absorbente. Si es negativa, se pasa a la secuencia correspondiente a la letrina a pozo seco ventilado.

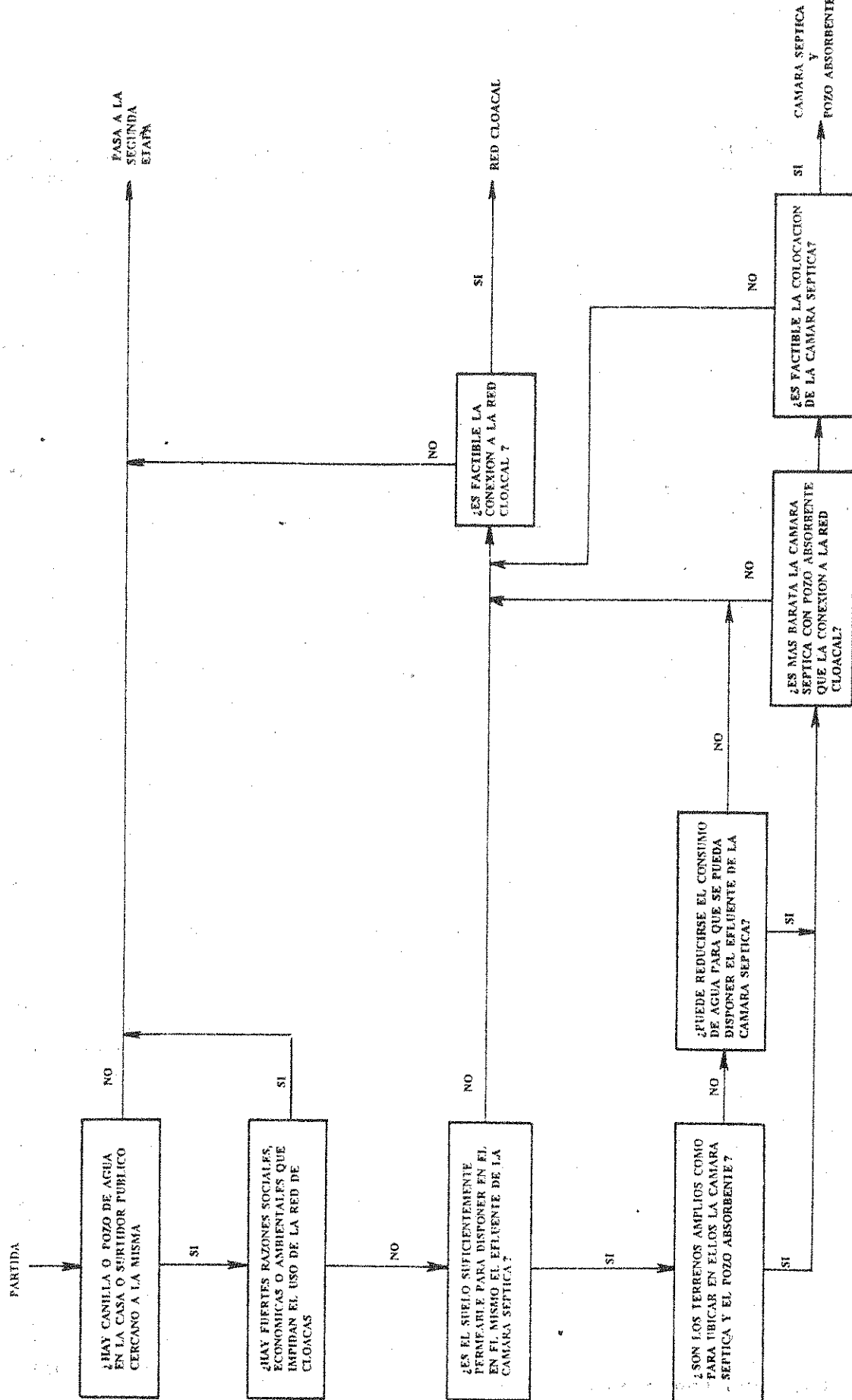
b) si la respuesta fué afirmativa, se plantea la segunda pregunta acerca de si la napa se encuentra a más de un metro bajo la superficie; en caso afirmativo se continúa hacia el inodoro con sello hidráulico; si es negativa se pasa a la pregunta sobre si puede ser elevado el nivel de la letrina. En caso afirmativo retornamos a la secuencia del inodoro con sello hidráulico; si fuere negativa debemos recurrir a la de la letrina a pozo seco ventilado y sin tampoco esta fuere factible, a los servicios sanitarios públicos, yal como lo indica la segunda etapa del algoritmo.

c) Volviendo a la secuencia principal, siguen las preguntas sobre si hay agua para la letrina con arrastre de agua, en caso afirmativo si es suficientemente permeable el suelo y por último si es factible la colocación de este sistema. Conviene recordar que se habla aquí de factibilidad en todo sentido, incluyendo la social, la económica y la cultural involucrando la aceptación del interesado. Aquí nuevamente juega su papel la información obtenida del estudio de la comunidad, incluyendo por cierto los datos de la encuesta. Si este análisis da resultado positivo se adopta esta solución (ver nuevamente Estudios Preliminares);

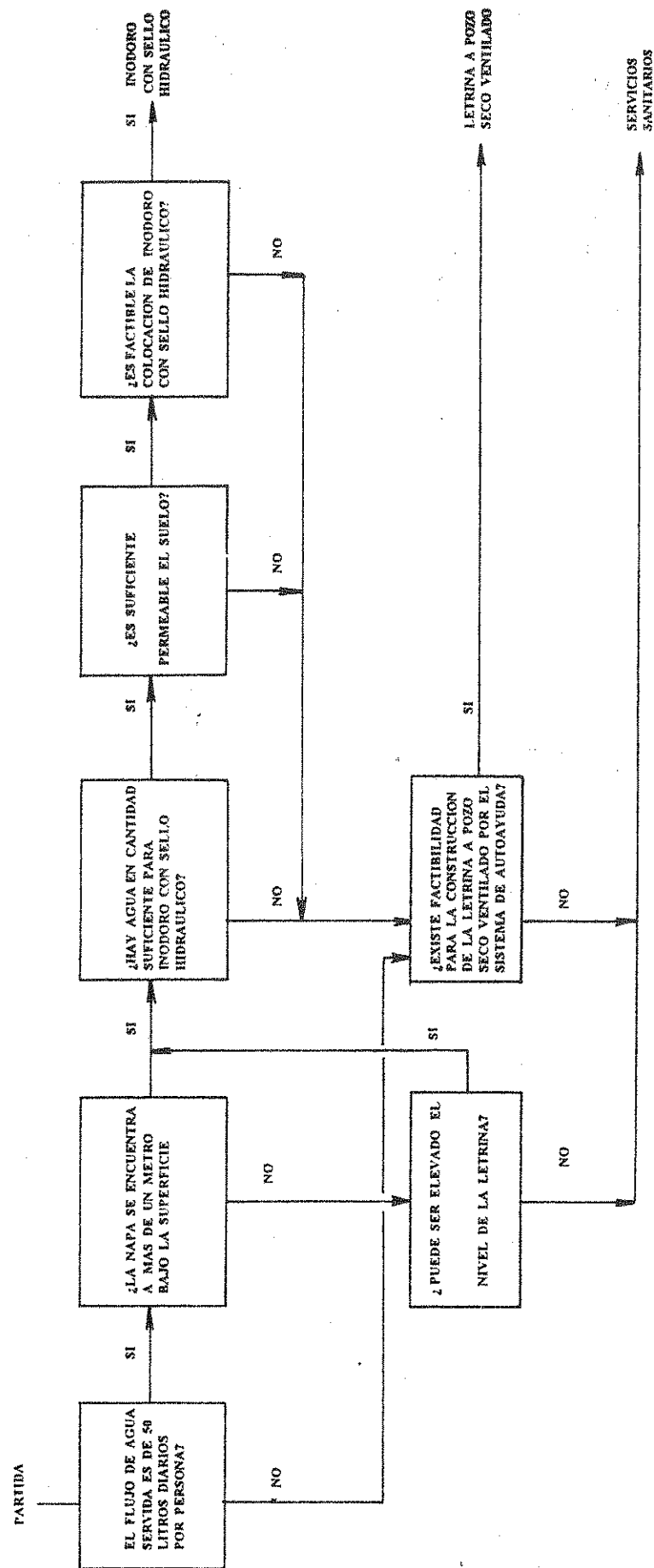
d) si cualquiera de estas alternativas dieren resultado negativo la opción siguiente es, necesariamente, la letrina a pozo seco ventilado y si ésta tampoco resultare factible desde los puntos de vista señalados, no queda otra solución que los servicios sanitarios públicos.



# PRIMERA ETAPA DEL ALGORITMO PARA LA SELECCION DE TECNOLOGIAS DE SANEAMIENTO EN LOCALIDADES CON RED CLOACAL



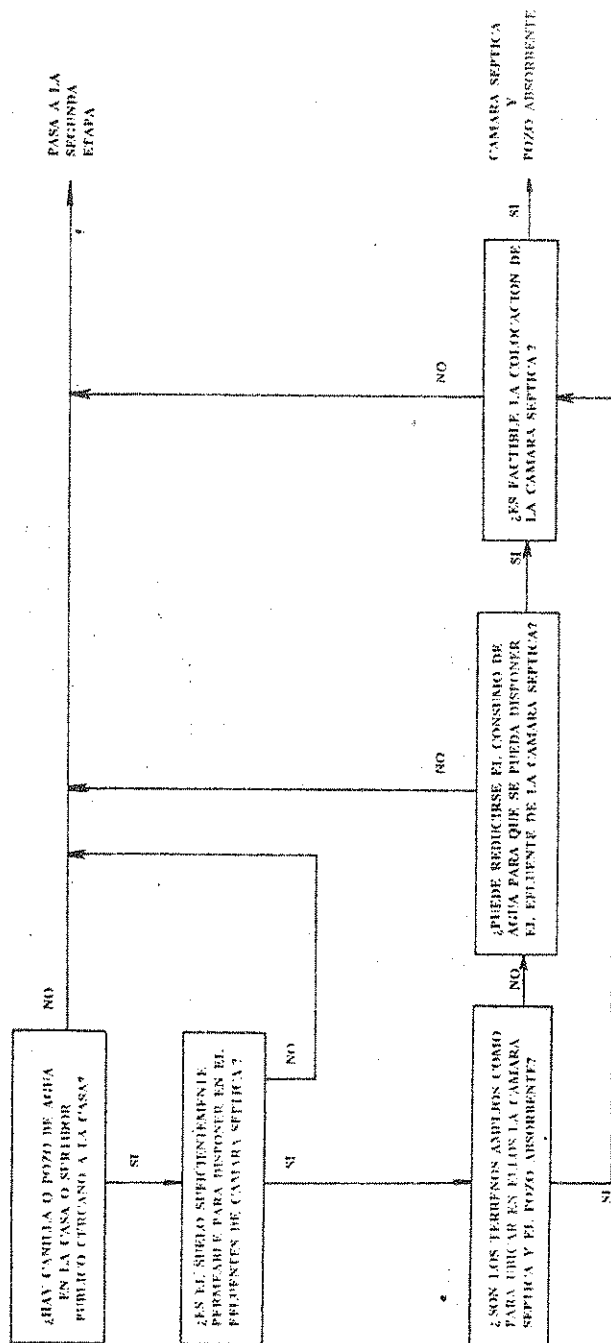
SEGUNDA ETAPA DEL ALGORITMO PARA SELECCION DE TECNOLOGIAS DE SANEAMIENTO  
EN LOCALIDADES CON O SIN RED CLOACAL



### 3.7.2.7.3.3.- Alternativas para el Caso de Población sin Red Cloacal

Se recuerda que este es el caso, ya mencionado, de aquellas poblaciones pequeñas que, por sus características, no admiten un diseño de red cloacal, sino solamente soluciones domiciliarias con disposición intradomiciliario de la excreta.

#### PRIMERA ETAPA DEL ALGORITMO PARA SELECCION DE TECNOLOGIA SIN RED CLOACAL



Lo que se modifica, en este caso, es la primera parte del algoritmo, la que se transforma notablemente al eliminar las alternativas que conducen a la conexión a una red cloacal.

Para apuntar al objetivo prioritario en esta etapa, el sistema con cámara séptica y pozo absorbente, se pasa directamente del primer cuadro con la pregunta sobre si se cuenta con abastecimiento de agua en el domicilio o en las cercanías, al que ahora es el segundo cuadro (tercero en el algoritmo anterior) con la pregunta sobre la permeabilidad del suelo; luego a las alternativas previstas sobre si el terreno es o no suficientemente amplio como para colocar la cámara séptica y el pozo absorbente y, en caso de sortear afirmativamente estas alternativas, queda solamente la pregunta sobre las factibilidad de la cámara séptica en los enfoques ya recordados. Se puede apreciar que cualquier impedimento encontrado en el camino, nos señala una desviación del mismo hacia la segunda etapa, en un todo similar a la del caso de que exista una red por lo cual no será repetida aquí.

Resta por aclarar algo más el sentido de la pregunta segunda del algoritmo para localidades con red cloacal, que es similar a la que se plantea en diversos nudos de la red del algoritmo. El tema es el de las circunstancias económicas y socioculturales que inciden en las decisiones a tomar, conjuntamente con los factores de orden técnico.

Este tema requiere, a su vez, una aclaración previa. Los estudios de campo mencionados en los numerales 3.5 y 3.6 y muchos otros que se citan en la literatura sanitaria, han puesto de manifiesto que la construcción de un sistema de saneamiento, aún con el agregado de un abastecimiento de agua potable, no brinda el 100 por ciento de seguridad contra el riesgo de contagio producido por agentes infecciosos excretados.

De todos modos está comprobado que reduce considerablemente el número de casos afectados por las diversas enfermedades transmitidas a través de la excreta, incrementando las probabilidades de evitar el contagio, sobre todo si las medidas de ingeniería sanitaria van acompañadas por una adecuada acción de educación para la salud. A este respecto, se tendrán en cuenta las informaciones recogidas de acuerdo a la norma sobre casos de enfermedades transmisibles.

También está comprobado que no todos los sistemas presentan el mismo nivel de eficacia; es obvio que el porcentaje mayor de seguridad se obtiene con la conexión a una red cloacal, especialmente en lo que se refiere a la generalidad de las enfermedades aludidas, siempre que la misma conduzca a una planta de tratamiento previa a la disposición final.

Sin embargo, como es notorio y se ratificó en la Introducción del presente instructivo, se presentan diversas situaciones en que no es factible la construcción de la red cloacal y otras en que ciertos sectores de la población quedan marginados de la posibilidad de conectar su vivienda a la misma.

Para esos casos, se ofrecen las alternativas mencionadas en el algoritmo, en orden descendente de eficacia sanitaria: 1º) baño con cámara séptica y pozo absorbente; 2º) Letrina con inodoro y sello hídrico; 3º) Letrina mejorada a pozo seco ventilado y, como última alternativa, servicios sanitarios públicos municipales. Desde el punto de vista sanitario se debe tratar de elegir la mejor solución factible, que cubra los eventos de contraer todas las enfermedades que han sido caracterizadas en los numerales 3.3 y 3.4; la palabra factible está indicando que pueden presentarse impedimentos, para la mejor solución, muchas veces insuperables.

El estudio de la comunidad que incluye el análisis de las diversas variables en consideración (ver numeral 3.7.1), suministra una información respecto al peso de estos impedimentos que debe ser evaluado en dos momentos: el primero se plantea en la etapa inicial del diseño de las obras y el segundo al encarar la solución más adecuada a cada caso particular.

La encuesta, para el caso de poblaciones pequeñas en las que debe ser realizada a universo total, brinda soluciones para los dos tipos de problemas referidos. En el numeral 3.7.1.9 se brindan criterios para la aplicación, en la toma de decisiones, de los datos obtenidos en la primera parte de la investigación especialmente en lo relativo al acceso a las fuentes de agua, permeabilidad del suelo y profundidades de la napa y a través del encuestamiento, en este último caso tanto del análisis univariado cuanto del bivariado. En el numeral antes mencionado se han explicado los manejos de las correlaciones entre diversas variables que permiten obtener criterios objetivos de evaluación general y particular a cada vivienda en el supuesto de poblaciones pequeñas.

Para las demás comunidades, la encuesta por muestreo nos brinda información de tipo general que de por sí no resuelve los casos particulares pero ofrece tendencias de correlación entre algunas variables muy importantes, en las que suele aparecer la calidad de la vivienda. Dado que este dato puede ser observable a simple vista, es posible ubicarla en alguna de las cinco categorías que se contempla en la tabulación de la encuesta y de acuerdo con las tendencias generales observadas a través de la misma, especialmente mediante el cruce de las variables correlativas, puede deducirse el tipo de solución en principio más adecuado al nivel socioeconómico resultante.

En todos los casos es fundamental conocer la opinión del futuro usuario de las instalaciones y de acuerdo a ello, exponerle las razones que median para la solución más adecuada a las posibilidades del usuario. No debe dejarse de lado ninguno de los tipos de soluciones propuestas pues aún la menos aconsejable brinda una protección de la que nadie debe quedar privado. Las experiencias recogidas y comentadas en el numeral 3.6 son significativas en ese sentido.

### **3.7.3.- Desarrollo de la Alternativa con Aplicación de la Metodología Denominada: "Disposición al Pago"**

#### **3.7.3.1.- Introducción**

Esta alternativa encara la elección de la solución de las diferentes tecnologías a utilizar para el saneamiento en una ciudad, a través de estudios de Disposición al Pago de los presuntos usuarios, con base en el método de la Evaluación Contingente.

Si bien en este método el elemento fundamental es la encuesta, es evidente que, previo a su aplicación, se requiere un estudio lo más profundo posible de la comunidad, sin el cual el formulario que se adopte para la encuesta puede fallar por no ajustarse debidamente a las características de la población, tal como ha sido planteado y expuesto en el numeral 3.7.1.2.

Se recuerda solamente que el criterio adoptado considera tres etapas en las tareas de investigación: 1ª) la de la recopilación preliminar de antecedentes sobre la comunidad; 2ª) la de completar la información sobre el terreno, es decir a través de la observación directa y entrevistas mantenidas en la misma comunidad y 3ª) la etapa del encuestamiento, que comprende la aplicación de la encuesta cuyo formulario se acompaña y el correspondiente procesamiento y la interpretación de los datos obtenidos.

#### **3.7.3.2.- Aspectos más Importantes de la Información Obtenida en los Estudios Preliminares**

A los efectos del método de Disposición al Pago los aspectos más importante de los resultados obtenidos a través de la recolección preliminar y de los estudios sobre el terreno, previos al encuestamiento, son:

a) los que se refieren a la factibilidad técnica de ingeniería del proyecto, como las características de los suelos, la altimetría, la profundidad de la napa, etc.;

b) los referidos al servicio de abastecimiento de agua y el de cloacas que se prestan al realizarse los estudios, con datos de población servida, tarifas, etc. y planos de las redes respectivas;

c) la forma en que se procede a la disposición final de la excreta, sea cual fuere la tecnología empleada en el momento de realizarse la investigación;

d) los diferentes elementos que pueden conducir a la zonificación en la comunidad;

e) cantidad de personal de los diferentes establecimientos industriales y comerciales de la localidad y escalas de sueldos pagados en los mismos.

Lo expuesto en el punto e) servirá de base para establecer posibles escalas de ingresos que servirían de control a los ingresos declarados en el momento del encuestamiento.

La restante información tendrá especial aplicación a los fines de los expresado en el numeral 4 de las Normas, en lo que se refiere a la determinación de la prioridad y la factibilidad del proyecto a efectos de decidir si se continúa o no con la investigación.

Queda acotado que de resolverse la continuación de las tareas investigativas, todos y cada uno de los puntos contenidos en las tareas preliminares al encuestamiento, tendrán importancia para orientar la etapa siguiente de la investigación.

### 3.7.3.3.- Acerca del Encuestamiento de la Población

Se ha confeccionado un formulario especial para el encuestamiento de la población, cuando es destinado a la aplicación del Método de Disposición al Pago. Sus lineamientos más importantes son los siguientes:

a) Las preguntas han sido planteadas conforme a la técnica del "referendum", es decir, que la forma de plantear las preguntas sólo admite, en general, respuestas tales como "sí o nó". En los demás casos se ha seguido el sistema de preguntas con respuestas "cerradas", o sea de modo que se prevén las distintas respuestas posibles, salvo en los casos en que se trata de sumas de dinero que se pagan periódicamente, como los impuestos y el alquiler de la vivienda, en cuyo caso se aconseja la comprobación de dicha suma mediante la exhibición de las boletas o recibos correspondientes.

Ello no obstante, habría una excepción que es la del rubro "Ingresos", en que se ha optado por un sistema en el cual se interroga por el ingreso mensual de cada uno de los miembros de la familia para llegar a un total, al que se agregan luego otros posibles ingresos aparte de los producidos por alguna actividad de los integrantes del núcleo familiar tales como subsidios, pensiones, etc.

En la bibliografía se ha encontrado casos en que se formula la pregunta sobre los ingresos de la familia con una escala preestablecida dentro de la cual el entrevistado debe indicar el nivel de la misma en que se encuentra el ingreso familiar (Ver por ejemplo "Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales" de C.Selltiz, M.Jahoda, M.Deutsch y S.W. Cook, Ed. Rialp S.A. Madrid, 1970); atento a la experiencia obtenida en nuestras comunidades, resulta difícil que alguien pueda responder a la pregunta formulada en esos términos.

Se ha seguido, en principio, el criterio puesto de manifiesto en los formularios preparados en diversos países latinoamericanos, tales como los de las encuestas de alcantarillado, de Montevideo, Uruguay, Osasco y Belem (Brasil) y Chile si bien en el caso del primero y último de los países nombrados, no se pregunta por la suma total de ingresos sino si los mismos exceden o no de cierta suma.

El criterio adoptado es el de que, luego de registrar los ingresos por categoría, la pregunta sobre el ingreso total permitirá controlar las respuestas anteriores. Es evidente que fijar una suma y preguntar si el ingreso total excede o no la misma puede llegar a servir cuando se trata de una sola categoría de servicios, por ejemplo cuando se trata de construir solamente una red cloacal, sin otras alternativas de servicio pero no cuando como en el caso de nuestro País, se busca la solución integral dentro de cada centro poblado, con diversas tecnologías de saneamiento.

En los demás aspectos, se ha seguido, en términos generales, los modelos adoptados por los países antes mencionados, tratando de adecuar las preguntas a las modalidades de nuestras poblaciones, conforme a la experiencia recogida durante el desarrollo del Plan Nacional de Agua Potable. De todos modos, es necesario que este formulario sea probado sobre el terreno en regiones diferentes del País, a efectos de que se efectúen, eventualmente, adecuaciones a las características de las mismas, antes de su adopción definitiva.

Queda aún por aclarar que ciertas preguntas, relacionadas con los costos para la construcción de las obras, solamente pueden ser completadas una vez finalizados los estudios preliminares. Esta salvedad vale para las preguntas 5.9 y 5.10; hay casos que requieren también el conocimiento previo de la comunidad, para poder llenar los claros de las preguntas. Concretamente se trata de los numerales 5.11, 6.3 y 6.5 de la encuesta.

b) Un aspecto que es importante tener presente es que en este tipo de encuestas además de las variables que en el caso de la alternativa "A" se consideran como predictoras o indicadoras de los tipos de saneamiento a aplicar, que en conjunto se suelen denominar como variables independientes; se consideran como variables dependientes las respuestas del



entrevistado sobre su conformidad con la tecnología actual, si está dispuesto a pagar sumas establecidas en la pregunta por el tipo de tecnología que elija y, en el caso de la conexión a la red cloacal, el pago de una tarifa mensual, también estimada en la pregunta, incorporada o no a la tarifa por el servicio de abastecimiento de agua potable.

c) En casos en que, como se expresó oportunamente en el numeral 3.2.1.3, no proceda el encuestamiento a universo total de la población, se llevará a cabo por muestreo probabilístico pero con el agregado de que se aplicará sobre diferentes sectores de la comunidad, debidamente caracterizados y delimitados durante los estudios preliminares; la muestra, por ende, comprenderá esos sectores en cantidades proporcionales al número de viviendas ubicadas en cada sector. Esta zonificación es imprescindible para llevar a buen término este estudio.

d) Es importante consignar que las variables referidas a la vivienda, que se utilizan para establecer la disposición al pago, son: la calidad de la vivienda y su estado de conservación aplicándose en este caso el mismo criterio ya suficientemente ensayado en las encuestas del Plan Nacional de Agua Potable; la inclusión del equipamiento de la vivienda y las variables como "factores de desagrado o de riesgo para la salud", se considera que obedece a la presunción que, de mediar esas circunstancias, habría mayor disposición al pago de los costos que demanda la superación de los mismos a través de la instalación de sistemas de saneamiento adecuados.

e) Para los datos sobre habitantes de la vivienda, (sección 3 de la encuesta), se ha seguido también la adopción de las alternativas experimentadas a través del Plan Nacional de Agua Potable.

f) Las demás preguntas que integran el formulario de la encuesta responden evidentemente al propósito de establecer los costos que requiere el mantenimiento del actual sistema, para compararlos con los sistemas que manifiesta elegir el entrevistado. Claramente estas preguntas forman parte de la "disposición al pago" y en especial, del conjunto de variables que son consideradas como "independientes". En cambio las variables 5.8, 5.9, 5.10 y 5.14 forman parte de las variables "dependientes", todo ello a los fines de la aplicación del análisis estadístico de "regresión."

g) Las demás preguntas corresponden al rubro 6 de la encuesta que se refiere a las viviendas que están actualmente conectadas a una red cloacal pero no obstante sus ocupantes pueden estar dispuestos al pago, en la medida en que se dé respuestas positivas a las preguntas formuladas en los numerales 6.1 a 6.7, ambos inclusive.

### 3.7.3.4.- Referencias al Análisis de los Datos Obtenidos

Se hará a continuación una sucinta referencia a la forma en que se prevé la utilización de los datos obtenidos por la investigación efectuada en una comunidad.

a) El análisis estadístico de los datos de la encuesta es del tipo del análisis econométrico, que funciona como la comprobación de si las respuestas de los encuestados son o no aceptables. Se parte, para ello, de la presunción de que las elecciones formuladas por el encuestado a través de las respuestas en las variables dependientes, son siempre aceptadas como ciertas o verdaderas;

b) el método estadístico de análisis es el conocido como "Regresión", generalmente utilizado para predecir, desde las variables independientes, los valores de las variables dependientes. Sin embargo, como en este caso los valores de las variables dependientes son conocidos pues están establecidos en las respuestas, lo que se trata, en esta metodología, es verificar si las respuestas a las preguntas correspondientes a las variables que integran, en conjunto, la llamada "Disposición al Pago" son o no aceptables como verdaderas. Más claramente, lo que se trata de comprobar es la veracidad de las respuestas de las variables independientes. Por ejemplo. si el entrevistado manifiesta estar satisfecho con su sistema actual, no es probable que pague por otro sistema, aunque al responder las preguntas de las variables independientes haya manifestado lo contrario.

c) Atento a que el análisis de regresión juega un papel fundamental en este estudio, será explicado en el apartado siguiente; como podrá advertirse a través de esos desarrollos, su aplicación requiere la utilización de un programa adecuado de computación, dadas las dificultades que encierran sus cálculos y la necesidad de obtener resultados ajustados;

d) La idea que se extrae como corolario de esta metodología, es la de que, si la muestra es realmente representativa, los formularios fueron debidamente llenados y el análisis estadístico correcto, las consecuencias del estudio realizado con una ciudad representativa de otras de características similares, podrían ser aplicables a estas últimas. Obviamente lo mismo se aplicaría con los sectores similares de una misma ciudad;

e) El formulario adjunto, debe ser interpretado solamente como un ejemplo. En consecuencia, antes de su aplicación debe ser analizado cuidadosamente a la luz de las características de la ciudad, emergentes de los estudios preliminares y ensayado en un número adecuado de entrevistas realizadas en la misma ciudad o localidad donde se va a aplicar;

f) Como en el caso de cualquier muestreo, el método no conduce a indicar la solución específica para cada vivienda sino que brinda soluciones globales para las viviendas ubicadas dentro de los límites de una misma zona.

### **3.7.3.5.- El Encuestamiento de la Población**

#### **3.7.3.5.1.- Tareas Preparatorias**

Una vez ordenada y evaluada la información recogida en las etapas preliminares, conforme a lo expresado en el numeral 7.2, se procederá a ejecutar las tareas preparatorias al encuestamiento.

#### **3.7.3.5.2.- Llenado de Claros en la Encuesta**

La primera tarea a realizar es completar datos que se encuentran en blanco en el formulario, ya que solamente pueden ser llenados mediante información obtenida en el estudio preliminar de la comunidad.

Se hace referencia, aquí, a los siguientes numerales de la encuesta:

**Numeral 5.9** La pregunta se refiere a la elección, por parte del entrevistado, de algunas de las alternativas de saneamiento previstas en las normas y al pago de los costos respectivos. Lo que se trata es que al plantear la pregunta, figure en el formulario el monto de dichos costos. Ello será posible a través de información recogida durante los estudios preliminares.

**Numeral 5.10** El claro a llenar corresponde al costo estimado de la conexión a la red cloacal.

**Numeral 5.11** El claro que implica una información a llenar, se refiere aquí al lugar donde se descargan, sin tratamiento previo, los efluentes cloacales siempre, claro está, que exista una red cloacal al realizarse la encuesta.

**Numerales 5.14.1 y 5.14.2** Los claros se refieren al pago de la facturación mensual adicionada a la "cuenta de agua". Esa facturación puede incluir cuotas del pago del costo de las obras más la tarifa por la prestación del servicio, que incluye gastos de operación y mantenimiento.

**Numeral 6.5** Se refiere a los barrios que se encuentran fuera del radio servido por la red cloacal, en el supuesto que la misma exista en la localidad. La localización de dichos barrios puede efectuarse a través de los planos de la red cloacal preexistente.

Debe indicarse en el formulario el lugar donde desaguan directamente las aguas de la red cloacal.

### 3.7.3.5.3.- El Modelo de Formulario para la Encuesta

#### 3.7.3.5.3.1.- Introducción

Para facilitar el conocimiento y el manejo adecuado del formulario de la encuesta, se lo ha dividido en un encabezamiento y cinco secciones.

En el encabezamiento, se debe colocar en el lugar correspondiente, la fecha y hora de inicio de cada encuesta; se colocará el nombre de la ciudad o localidad a encuestar; la zona que le ha correspondido al encuestador identificada con una letra mayúscula; el número de edificio conforme al que obra en el plano respectivo y el nombre del encuestador. Si los ocupantes de la vivienda se encontraren ausentes en el momento de la visita del encuestador, se dejará constancia de ello y se regresará en cualquier momento mientras el encuestador se encuentre en su zona. Si la vivienda estuviere desocupada o se tuviera noticias de que persiste la ausencia de los ocupantes, se dejará constancia en el formulario y se pasará a encuestar la vivienda siguiente.

El cuerpo del formulario donde constan los datos se divide en las siguientes secciones: 1ª) Datos sobre el entrevistado; 2ª) Datos sobre la vivienda; 3ª) Datos sobre los habitantes; 4ª) Datos sobre los ingresos del grupo familiar conviviente; 5ª) Datos en relación a la evacuación de la excreta.

## ENCUESTA PARA DISPOSICION AL PAGO

Localidad: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Manzana: \_\_\_\_\_ Hora de Iniciación: \_\_\_\_\_  
Edificio Nº: \_\_\_\_\_ Encuestador: \_\_\_\_\_  
Ausente durante al encuesta o vivienda desocupada: \_\_\_\_\_

### 1.- Datos del Entrevistado

#### 1.1 Situación Familiar del Entrevistado:

- 1.1.1 Padre
- 1.1.2 Madre
- 1.1.3 Hijo
- 1.1.4 Hija
- 1.1.5 Otros (Especificar) \_\_\_\_\_

#### 1.2 Edad del Entrevistado: \_\_\_\_\_

### 2.- Datos sobre la Vivienda

#### 2.1 Destino del Edificio:

P: ¿En este edificio vive Vd. con su familia solamente, o lo usa también para otros fines?

- 2.1.1 Solamente con su familia
- 2.1.2 Hay además una industria
- 2.1.3 Hay además un comercio
- 2.1.4 Hay además una oficina pública
- 2.1.5 Hay además un consultorio profesional
- 2.1.6 Otros (Especificar) \_\_\_\_\_

#### 2.2 Régimen de Ocupación del Edificio

P: ¿En qué carácter viven Vds. en este edificio? Son:

- 2.2.1 Propietarios
- 2.2.2 Inquilinos de todo el edificio
- 2.2.3 Inquilinos de parte del edificio
- 2.2.4 Se lo prestaron
- 2.2.5 Son simplemente ocupantes
- 2.2.6 Otros (Especificar) \_\_\_\_\_

#### 2.3 Si contestó que es propietario, preguntar:

¿Cuanto pagan por el impuesto o contribución por la propiedad? Si hay dudas en la respuesta, solicitar la exhibición de la última boleta de pago.

\$ .....

#### 2.4 Si alquila la totalidad del inmueble:

¿Cuanto paga mensualmente por el alquiler? Si hay duda en la respuesta, solicitar la exhibición del último recibo.

\$ .....

## 2.5 Calificación de la Vivienda

### 2.5.1 Calidad de la Construcción

2.5.1.1 Revestimientos, revoque o pintura de las paredes Si No

#### 2.5.1.2 Material de las Paredes

2.5.1.2.1 Ladrillo, piedra u hormigón

2.5.1.2.2 Adobe

2.5.1.2.3 Madera

2.5.1.2.4 Chapas

2.5.1.2.5 Chorizo

2.5.1.2.6 Otros (Especificar)

#### 2.5.1.3 Material de los Techos

2.5.1.3.1 Tejas

2.5.1.3.2 Losa Cemento

2.5.1.3.3 Chapas de Zinc

2.5.1.3.4 Caña o Paja

2.5.1.3.5 Otros (Especificar)

#### 2.5.1.4 Material de la Superficie de los Pisos

2.5.1.4.1 Mosaico

2.5.1.4.2 Madera

2.5.1.4.3 Cemento

2.5.1.4.4 Ladrillos

2.5.1.4.5 Tierra

2.5.1.4.6 Otros (Especificar)

Suma de Puntajes = (Para calcular en la Oficina)

### 2.5.2 Estado de Conservación de la Vivienda

2.5.2.1 Bueno

2.5.2.2 Regular

2.5.2.3 Malo

Producto de 2.5.1 y 2.5.2 = (Para calcular en la Oficina)

2.5.3 Abastecimiento de Agua P: ¿De dónde obtienen el agua para higiene personal y de alimentos y para bebida?

2.5.3.1 De la conexión a la red

2.5.3.2 Del pozo casero con motobombear

2.5.3.3 Del pozo casero con bomba manual

2.5.3.4 Del pozo casero a balde

2.5.3.5 De la canilla pública que está a ..... metros de la vivienda

2.5.3.6 Del arroyo, canal o acequia, que está a ..... metros de la vivienda

2.5.3.7 Compra al camión un promedio de .....  
litros diarios y paga \$ por litro.....

2.5.4 Servicios en la Vivienda P: ¿Tiene  
algunos de los siguientes servicios en la  
vivienda?:

2.5.4.1 Gas por cañerías

2.5.4.2 Gas por garrafas

2.5.4.3 Instalación eléctrica

2.5.4.4 Sistema de calefacción

2.5.4.5 Acondicionamiento de aire

2.5.5 Equipamiento de la Vivienda P: ¿Tiene en  
su vivienda alguno de los siguientes bienes y  
en caso afirmativo cuantas unidades de cada  
uno?

2.5.5.1 Receptor de televisión

2.5.5.2 Lavarropas

2.5.5.3 Videocasetera

2.5.5.4 Receptor de Radiotelefonía

2.5.5.5 Lavaplatos

2.5.5.6 Horno microonda

2.5.5.7 Aspiradora o lustra - aspiradora  
eléctrica

2.5.5.8 Computadora

## 2.6 Características del entorno de la Vivienda

2.6.1 P: ¿Hay mal olor, sobreabundancia de  
insectos o agua estancada o circulando  
en el barrio?

Si

No

(Si contesta Si continúe con la  
pregunta siguiente, si contesta No  
pase al rubro 3)

2.6.2 P: ¿Este olor se debe a algún líquido o  
gas contaminante?

2.6.2.1 Si

2.6.2.2 No

2.6.2.3 No Sabe

## 3.- Datos sobre los habitantes

### 3.1 Grado de Instrucción del Padre de Familia

P: ¿Podría indicarme los estudios cursados por el Padre  
(o Madre) de la Familia?

3.1.1 Ninguno

3.1.2 Primario Incompleto

- 3.1.3 Primario Completo
- 3.1.4 Secundario Incompleto
- 3.1.5 Secundario Completo
- 3.1.6 Terciario Incompleto
- 3.1.7 Terciario Completo

### 3.2 Actividades rentadas de los Miembros de la Familia Conviviente

3.2.1 Tipo de Actividades P: ¿Hay alguien dentro del grupo familiar que conviva con Vd. que trabaje en alguna de las siguientes actividades? En caso afirmativo, sírvase indicar cuantos en cada una de ellas:

- 3.2.1.1 Industria
- 3.2.1.2 Comercio
- 3.2.1.3 Agricultura y Afines
- 3.2.1.4 Minería
- 3.2.1.5 Transporte de personas o cosas
- 3.2.1.6 Profesión o Técnica
- 3.2.1.7 Docencia
- 3.2.1.8 Empleo Público
- 3.2.1.9 Tareas Domésticas Remuneradas
- 3.2.1.10 Otros (Especificar)

3.2.2 Posición en la Relación Laboral P: Manifieste en cual situación ubica a los miembros de la familia que trabajan., especificando cantidad en cada caso

- 3.2.2.1 Patrones
- 3.2.2.2 Empleados (tareas de oficina)
- 3.2.2.3 Obreros (tareas manuales)
- 3.2.2.4 Cuentapropistas
- 3.2.2.5 Jubilados o Pensionados
- 3.2.2.6 Desocupado
- 3.2.2.7 Otros (Especificar)

### 4.- Datos sobre ingresos del grupo familiar conviviente

4.1 Ingresos por Cada Miembro del Grupo Familiar Conviviente P: ¿Cual fué el ingreso aproximado de cada uno de los miembros del grupo familiar que conviven con Vd. en el último mes?



Ubicación dentro del grupo familiar	Sueldos, ganacias comisiones, etc.	Otros ingresos como rentas, jubilaciones
	\$	\$
	\$	\$
	\$	\$
	\$	\$
	\$	\$
	\$	\$
	\$	\$
	\$	\$

#### 4.2 Otros Ingresos

P: ¿Hay algún otro tipo de ingreso en dinero en su hogar, que no se haya mencionado al contestar la pregunta anterior, como por ejemplo subsidios o ayudas de terceros?

SI \$..... NO Ninguno

#### 4.3 Total del Ingresos Familiar

\$ .....

### 5.- Datos en relación a la evacuación de la excreta

#### 5.1 Sistema que se Utiliza

P: ¿Cual de estos sistemas se utiliza en su casa cuando tienen necesidad de evacuar?

- 5.1.1 Baño conectado a red cloacal
- 5.1.2 Baño con cámara séptica
- 5.1.3 Letrina con arrastre de agua
- 5.1.4 Letrina a hoyo seco
- 5.1.5 Usan el baño o letrina de una vecino
- 5.1.6 Concurren a un baño público
- 5.1.7 Evacuan directamente en el suelo

(Si contestaron baño conectado a red cloacal, pasar directamente al numeral 6)

#### 5.2 Antigüedad del Sistema

¿Cuántos años hace que en su casa se utiliza ese sistema?

5.2.1 .....Años

5.2.2 No Sabe

5.3 Si tiene Cámara Séptica

P: ¿Cada cuánto tiempo viene el servicio de carro atmosférico para desagotar la Cámara Séptica?

5.3.1 (Tiempo aproximado) .....

5.3.2 No sabe o no recuerda

5.4. Pregunta: ¿Cuanto le costó ese trabajo?

5.4.4 Aproximadamente \$.....

5.4.5 No recuerda o no sabe

5.5 Si tiene letrina de pozo

P: ¿Cree que tendrá que construir un nuevo pozo en los próximos cinco años?

5.5.1 Si

5.5.2 No

5.5.3. No Sabe

5.6 Costo del Pozo Si contestó Si a la pregunta anterior, preguntar:

¿Cuanto cree Vd. que cuesta la excavación de un nuevo pozo?

\$ .....

No Sabe

5.7 Problema con el Sistema

P: ¿En los dos últimos años ha tenido Vd. problemas con sus sistema, como por ejemplo cañerías tapadas, pozo colmatado, malos olores, desbordes de aguas servidas u otros?

5.7.1 Si

5.7.2. No

5.7.3 No Sabe

5.8 P: ¿Está Vd. satisfecho con su actual sistema?

5.8.1 Si

5.8.2 No

(Si contesta No pasar a la pregunta siguiente)

5.9 P: De los sistemas que se mencionan a continuación y cuyos gráficos se le exhiben ¿Cual preferiría tener en su vivienda?

5.9.1 Conexión a la red cloacal (Costo \$ ....)

(Si contesta No pasar a la 5.9.2)

5.9.2 Cámara séptica con pozo absorbente (Costo \$.....)

(Si contesta No pasar a la 5.9.3)

5.9.3 Inodoro con sello hidráulico y pozo ventilado (Costo \$.....)  
(Si contesta No pasar a la 5.9.4)

5.9.4 Letrina mejorada con pozo seco ventilado (\$.....)

#### 5.10 Conexión a Red Cloacal

P: Si se instalara una red cloacal que pasara frente a esta casa, sabiendo que su costo de conexión es de \$ ..... aceptaría la conexión a la misma?

5.10.1 Si

5.10.2 No

5.10.3 No sabe

5.10.4 No contesta

#### 5.11 Lugar de Descarga de la Red Cloacal

P: Las aguas de sistema cloacal actual se descargan directamente sobre..... ¿A qué distancia vive Vd. de ese lugar? ..... cuerdas

#### 5.12 Problemas

P: ¿Le traen problemas esa situación?

5.12.1 Si

5.12.2 No

Si contesta No pase a la pregunta 5.14

#### 5.13 Definición de Problemas

P: ¿Qué problemas le trae la situación a que alude la pregunta anterior? (No leer alternativas)

5.13.1 Malos olores

5.13.2 Peligros para la salud

5.13.3 Roedores, insectos

5.13.4 Desagrado

5.13.5 Es un foco de suciedad

5.13.6 Otros (Especificar)

#### 5.14 Costos de Operación y Mantenimiento

P: ¿Si se instalara la red cloacal frente a su casa, deberá pagar una suma mensual por costos de construcción y operación y mantenimiento del sistema, que se agregará a su cuenta de agua potable ¿Qué preferiría Vd. en ese caso?

5.14.1 Que se instale la red cloacal y conectar mi casa a la misma pagando \$ ..... por mes adicionados a la cuenta de agua corriente.

5.14.2 Que no se instale la red cloacal y no pagar esa suma

5.14.3 No sabe o no contesta

Si el entrevistado responde en 5.14.2 ó 5.14.3, continúe con la siguiente pregunta.

5.15 P: ¿Porqué respondió no o no se a la anterior pregunta?  
(No leer alternativas)

5.15.1 Por motivos económicos. No está en condiciones de pagar la suma que se le menciona

5.15.2 No tiene interés en la realización de la obra

5.15.3 Rechaza pagar a través de un aumento de la cuota de agua

5.15.4 Prefiere otro sistema de pago

5.15.5 Rechaza la Empresa o entidad que interviene en el problema

5.15.6 No entiende muy bien la pregunta

5.15.7 Le falta información suficiente

5.15.8 Otros motivos (Especificar)

5.15.9 No Sabe o No contesta.

5.16 Salud Familiar

P: ¿En los últimos doce meses hubo casos, entre los integrantes de su familia de algunas de las siguientes enfermedades? En caso afirmativo, diga cuantos casos de cada una.

5.16.1 Fiebre Tifoidea

5.16.2 Diarreas

5.16.3 Cólera

5.16.4 Trastornos digestivos

5.16.5 Parásitos intestinales

5.16.6 Hepatitis infecciosa

5.16.7 Otras (especificar)

**6.- Preguntas especiales para beneficiarios indirectos o sea los actualmente conectados a la red cloacal**

6.1 P: A pesar de estar conectado su domicilio a un red cloacal ¿nota que haya problemas de mal olor, insectos o aguas sucias corriendo por este sector?

6.1.1 Si

6.1.2 No

6.1.3 No sabe

Si contesta 6.1.2 o 6.1.3 pase directamente a la pregunta 6.3

6.2 P: ¿A qué atribuye Vd. este problema?

6.2.1 Al mal estado de la red cloacal

- 6.2.2 A que un barrio próximo no tiene red cloacal
- 6.2.3 Otros motivos (Especificar)
- 6.2.4 No sabe o no contesta

6.3 P: Las zonas ..... no tiene red cloacal ¿Qué problemas le trae a Vd este hecho?

- 6.3.1 Ninguno
- 6.3.2 Desagrado al pasar por esas zonas
- 6.3.3 Molestias derivadas de la cercanía de esos barrios
- 6.3.4 Le molesta por las consecuencias ecológicas que ese hecho puede producir
- 6.3.5 Otros motivos (Especificar)

6.4 P: ¿Le afecta a Vd. el hecho de que en esos barrios vivan familias en situación sanitaria inadecuada por falta de cloacas?

- 6.4.1 Si Mucho
- 6.4.2 Un Poco nada más
- 6.4.3 No Nada

6.5 P: Las aguas de la red cloacal desaguan directamente en .....¿A cuantas cuadras vive Vd. de ese lugar? .....cuadras

6.6 P: ¿A VD. le produce algún problema esa situación?

- 6.6.1 Si
- 6.6.2 No

Si contesta 6.6.1 pasar a la pregunta 6.7

6.7 P: ¿Qué problemas le produce?

- 6.7.1 Malos olores
- 6.7.2 Peligros para la salud
- 6.7.3 Pululación de roedores o insectos
- 6.7.4 Desagrado
- 6.7.5 Focos de suciedad
- 6.7.6 Otros (Especificar)

### 3.7.3.5.3.2.- Datos sobre el Entrevistado

El entrevistador preguntará en primer lugar, por el padre de familia; en caso de inexistencia de éste o de su ausencia prolongada, se preguntará por la madre, y en caso de no poder entrevistarse a ninguno de ambos, se procederá a entrevistar al hijo o hija que sea mayor de edad y detente la responsabilidad del grupo familiar. El rubro 1.5 "otros" se reserva para aquellos casos en que en la vivienda vivan menores que se encuentren a cargo de un familiar con estado distinto a los nombrados anteriormente, en cuyo caso se dejará constancia de esa situación y se proseguirá con el encuestamiento. También se dejará constancia en 1.2 de la edad de la persona que estará siendo entrevistada.

### 3.7.3.5.3.3.- Datos sobre la Vivienda

El numeral 2.1 se refiere al destino del edificio; es decir que el encuestador deberá establecer si es exclusivamente para vivienda familiar, o bien se dedica con exclusividad a la industria, el comercio, o a oficina pública. En cualquiera de estos últimos casos se limitará a señalar ello en el formulario, actuando como si se tratara de una vivienda desocupada, es decir, pasando a la siguiente en el orden establecido. Si fuera mixto, es decir si el edificio además de estar dedicado a la industria, comercio u oficina pública estuviere parcialmente habitado por una familia, se especificará ello en el numeral 2.1.5 y se procederá a encuestar al representante de la familia, en la forma y orden antes indicados. La casilla correspondiente al numeral 2.1.6 se reserva para alguna situación especial que no fuere ninguna de las mencionadas, en cuyo caso se dejará constancia de ello. Si además hubiere una familia viviendo en el inmueble, se procederá a su encuestamiento como en el caso del numeral 2.1.5.

En el numeral 2.2 "Régimen de Ocupación" se formulará la pregunta como está escrita y se procederá a nombrar una por una las distintas posibilidades hasta obtener la respuesta correspondiente. En el caso del numeral 2.2.6 se repite al misma recomendación efectuada para el numeral 2.1.6 es decir, que se especifique la situación y se prosiga con el encuestamiento.

El numeral 2.3 se refiere únicamente al caso de que la familia sea la propietaria del inmueble que ocupa. Se le formulará la pregunta y se solicitará que, de ser posible, le exhiba la última boleta de pago del impuesto inmobiliario y se anotará la cifra resultante, sobre la línea de puntos que sigue al signo \$.

El numeral 2.4 se aplicará en el caso de que la familia entrevistada sea inquilina o locataria de la totalidad del inmueble. Se le preguntará por el monto del alquiler que paga y en caso de duda del entrevistado, se le pedirá que exhiba el último recibo de alquiler.

El numeral 2.5 se refiere a la calificación de la vivienda. El encuestador observará las características de la vivienda, comenzando por su terminación exterior; (numeral 2.5.1.1), observará si las paredes tienen revoque y pintura u otra terminación que pueda equipararse a la mencionada, como por ejemplo, si tuviere ladrillos a la vista no por falta de revoque sino por tener otro tipo de terminación. Se equipará también al revoque y pintura, los casos de viviendas que tengan las paredes revestidas de maderas barnizadas o de chapas de mármol o materiales similares. De ser así colocará la palabra "sí", o "no" en caso contrario.

En lo que se refiere a las paredes, techos y pisos, si se hubieren utilizado diferentes materiales dentro de cada uno de esos rubros, se colocará todas las marcas correspondientes. Por ejemplo, si hubiere paredes de ladrillo y otras de madera, colocará la marca en los numerales 2.5.1.2.1 y 2.5.1.2.3. En todos los casos en que se hubiere utilizado un material distinto a los especificados, poner el nombre del material en el rubro "otros" o sea 2.5.1.2.6, 2.5.1.3.5 y 2.5.1.4.6.

Se pasará por alto la "Suma de puntajes" sin efectuar ninguna anotación en la misma y se pasará a considerar el estado de conservación del edificio. Este rubro no guarda ninguna relación con la calidad de los materiales utilizados para su construcción sino con el estado en que se encuentran en el momento de la visita del encuestador. Si los materiales y el terminado de los mismos se encontraren en perfecto estado, sin deterioros visibles de paredes, pisos y techos, se colocará la señal en 2.5.2.1 "Bueno"; si se advirtieran deterioros en las paredes, piso o techos pero sin afectar la habitabilidad del inmueble, se colocará la señal en 2.5.2.2 "Regular" y, por último, si el inmueble se encontrara en situación de deterioro total, por ejemplo si le faltaren puertas o ventanas, los vidrios estuvieren rotos, las paredes estuvieren en condiciones deplorables, etc. se calificará a la vivienda colocando la señal en 2.5.1.3 "Malo".

Nuevamente el encuestador pasará por alto la leyenda que dice "Producto de 2.5.1 y 2.5.2, sin ocuparse en absoluto de ello".

Una vez entregada la encuesta, en la oficina se procederá a anotar los valores en puntaje para cada tipo de material que se hubiere utilizado en la construcción del edificio.

Si en el numeral 2.5.1.1 Revestimientos, etc. de las paredes constare si se le asignarán 5 puntos; caso contrario se le asignará 1.

En 2.5.1.2 paredes, si la marca de la x estuviere en 2.5.1.2.1 la puntuación será 5; si estuviere en 2.5.1.2.2, se le asignará 3 puntos; si estuviere en 2.5.1.2.3 o 2.5.1.2.4 se le asignará 3 puntos; si estuviere en 2.5.1.2.5, 2 puntos y si 2.5.1.2.6 se anotará 1. De igual modo se procederá con los techos, donde tejas y losa cemento valen 5, chapas cinc o fibrocemento 4, caña o paja 2 y otros 1. Respecto a la superficie de los pisos (2.5.1.4) Mosaico y madera valen 5, cemento 4, ladrillos 3, tierra 2 y otros 1.

Si los materiales empleados fueran mixtos, o sea por ejemplo que hubiere sido utilizado un material para el frente y otro para las paredes laterales, se promediarán los valores correspondientes a los diversos materiales anotados.

Una vez determinados los valores se procederá a sumarlos y se anotará el total en el lugar asignado en el formulario de la encuesta, o sea donde dice "Suma de Puntajes".

El siguiente paso será el de obtener los valores de "Estado de conservación de la Vivienda, que serán: 1 para Bueno; 0,6 para Regular y 0,2 para Malo. Multiplicando el valor consignado en suma de puntajes con el expresado en estado de conservación, se consignará el producto en el lugar del formulario "Producto de 2.5.1 y 2.5.2". Una puntuación de 17 a 20 significará edificio "Muy Bueno"; de 12 a 16 será equivalente a edificio "Bueno"; de 8 a 11 "Regular"; de 4 a 10 "Malo" y de 0.8 a 3 "Muy malo". En definitiva estos serán los valores que se considerarán para el procesamiento ulterior.

Para el numeral 2.5.3 "Abastecimiento de Agua" se formulará la pregunta tal como está escrita y se anotará la respuesta. En el caso de que la misma corresponda a los numerales 2.5.3.5 y 2.5.3.6, se preguntará al entrevistado por la distancia en metros que debe recorrer hasta la fuente de abastecimiento, sea mediante arroyos, canales o acequias o bien canillas públicas.

En el caso del numeral 2.5.3.7, que corresponde al agua que se compra a algún repartidor, se especificará la cantidad aproximada de litros diarios y el precio por litro.

Para el numeral 2.5.4, además de efectuar la pregunta en la forma indicada en el formulario, se procederá a leer al entrevistado, uno por uno, los rubros 2.5.4.1.a.2.5.4.5, colocando la señal cuando contestare afirmativamente a alguno o algunos de ellos. Si contestara que sí a los cinco, por ejemplo, se marcará los cinco.

En el numeral 2.5.5 se procederá en una forma semejante: es decir, se formulará la pregunta y se irá leyendo cada uno de los rubros, colocando la señal en todos los que obtuvieren una respuesta positiva.



En el numeral 2.6.1 Se formulará la pregunta tal cual está escrita y se marcará la respuesta, que puede ser únicamente sí o no. Si la respuesta fuere sí se pasará a la pregunta 2.6.2 que se formulará como esta escrita, sin agregados. Si la respuesta fuere no se pasará al rubro 3; si la respuesta a la pregunta 2.6.2 fuere no o no sabe, se dará por terminado este sector de la encuesta y se pasará al siguiente.

#### 3.7.3.5.3.4.- Datos sobre los Habitantes

En el numeral 3.1 se preguntará sobre los estudios cursados por el padre de la familia, sin ningún otro agregado y el encuestador se limitará a señalar la casilla correspondiente. Los estudios post secundarios, cualquiera fuere su naturaleza, serán considerados como terciarios.

Las preguntas siguientes, 3.2.1 y 3.2.2 involucran a todos los miembros de la familia. La pregunta 3.2.1 se refiere al tipo de actividades que desarrollan los miembros de la familia. En este caso como en el de la pregunta 3.2.2, al lado de las actividades o de la posición en la relación laboral mencionadas, se colocará el número de integrantes de la familia que ocupen las mismas. Por ejemplo, en el supuesto de que hubiere dos miembros de la familia que trabajen en el comercio y uno que sea profesional o técnico, se colocará un 2 en 3.2.1.2 y un uno en 3.2.1.6; si se contestara que dos son empleados y uno cuentapropista, se colocará un 2 en 3.2.2.2 y un uno en 3.2.2.4, por ejemplo. Conviene aclarar aquí que cuentapropista es todo el que trabaja sin depender de un patrón y sin tener personal a su cargo. Por ejemplo un médico que trabaja en su consultorio, estaría comprendido en los rubros 3.2.1.6 y en el rubro 3.2.2.4. Otra aclaración pertinente es la de que la expresión técnico (numeral 3.2.1.6) se refiere a personas egresadas de establecimientos secundarios o terciarios no universitarios, como por ejemplo técnicos industriales, mecánicos dentales, enfermeros, etc.

#### 3.7.3.5.3.5.- Datos sobre Ingresos del Grupo Familiar Conviviente

En la columna izquierda del cuadro se anotará la ubicación en la familia de la persona, sea padre, madre, hija o hijo u otro grado de parentesco, siempre que sean convivientes dentro de la vivienda que se encuesta y perciban ingresos por cualquier motivo de los expresados en el cuadro. En la columna central se anotarán los ingresos en dinero, obtenidos por cada uno de los integrantes del grupo familiar; la columna de la derecha se reserva para ingresos provenientes de rentas, por ejemplo por el alquiler a terceros de edificios propios, jubilaciones o pensiones acordadas por diferentes motivos.

Si existiere algún otro tipo de ingresos, como por ejemplo subsidios, aportes de familiares externos a la vivienda, etc. se anotarán en 4.2 y en 4.3 se colocará el monto total del ingreso familiar, que obviamente deberá coincidir con la suma de los parciales anotados en 4.1 y 4.2.

### **3.7.3.5.3.6.- Datos en Relación a la Evacuación de Excreta**

En la pregunta 5.1 ,luego de formulada la misma, se leerá al entrevistado cada una de las opciones para que conteste la que corresponda a la realidad. Como siempre, se colocará la marca en el lugar correspondiente.

Si el entrevistado hubiere contestado en cualquiera de las formas previstas en los numerales 5.1.2 a 5.1.7, se continuará con las preguntas siguientes. Si hubiere contestado 5.1.1, es decir que su vivienda está conectada a la red cloacal, se pasará directamente al numeral 6.

En la pregunta 5.2 se le interroga sobre la antigüedad del sistema que tiene en uso. Si contesta se colocará solamente la cantidad de años de antigüedad. La otra posibilidad es que diga que no sabe en cuyo caso se colocará la marca en 5.2.2

La pregunta del numeral 5.3 se refiere exclusivamente a los que respondieron en 5.1.2 o sea, que tienen baño con cámara séptica. Lo que se pregunta es la fecha aproximada en que fué desagotada la cámara séptica por el servicio de carros atmosféricos. La otra alternativa en 5.3.2 es "no sabe o no recuerda".

Si contestó en 5.3.1, se le formulará la pregunta siguiente, 5.4 sobre el importe aproximado que tuvo que abonar por el desagote; la otra alternativa es, también, no recuerda o no sabe.

La pregunta 5.5 se aplica ahora a los que tienen letrina con arrastre de agua o a hoyo seco (5.1.3 y 5.1.4) y se refiere a la posibilidad de que se deba construir un nuevo pozo en los próximos cinco años, pudiendo responder sí, no, o no sabe.

Cualquiera hubiere sido la respuesta a la pregunta 5.5 se formulará la pregunta 5.6; las dos alternativas son, nuevamente, que el entrevistado diga una cantidad o que no sabe.

La pregunta 5.7 se refiere a problemas ocurridos en el sistema, sea cual fuere éste, en los dos últimos años. Las alternativas son Si, No y No recuerda o no sabe.

La pregunta 5.8 es muy importante pues se refiere a la satisfacción del entrevistado respecto al sistema de evacuación de excreta que tiene actualmente en su domicilio.

La respuesta solamente puede ser sí o no. Se trata de una pregunta clave de modo que se debe prestar especial atención a la respuesta y a su anotación cuidadosa mediante la marca correspondiente.

La pregunta 5.9 es otra que constituye una clave para el funcionamiento del Método de Disposición al Pago. En esta caso debe leerse al entrevistado no solamente la pregunta sino cada una de las alternativas de respuesta, exhibiendo el gráfico correspondiente a cada sistema e informando al entrevistado del costo estimado de conexión de cada uno de ellos, conforme a la cifra que se habrá colocado llenando cada uno de los claros punteados. Dicho costo se refiere exclusivamente a lo indispensable a la adquisición e instalación de los elementos ya que en lo que se refiere a costos de operación y mantenimiento, tales costos se aplicarían solamente en caso de conexión a la red, lo cual está contemplado en el numeral 5.14. Si no aceptara ninguna solución propuesta se dará por terminada la encuesta y se pasaría al reemplazo con otra vivienda asignada para ello.

La pregunta 5.10 se refiere a la decisión o no de conectar a la red cloacal, si la misma pasara frente a su domicilio. Como se indica en la pregunta, se irá leyendo al entrevistado, en su orden, cada una de las opciones y se marcará la que corresponda a su respuesta.

Cuando se formule la pregunta 5.11 estará ya llenado el claro sobre el lugar donde descarga el líquido cloacal, si lo hubiere; caso contrario no se formulará esta pregunta ya que vendrá anulada con un sobreescrito que así lo indique.

Las preguntas 5.12 y 5.13 están correlacionadas entre sí y con la anterior. Si no hubiere en la localidad red cloacal, esta pregunta estaría anulada con sobreescrito. En el caso de haber red cloacal la pregunta 5.12 es simplemente sobre si la descarga de la red cloacal (5.11) le trae problemas. Las alternativas son simplemente si o no.

Si la respuesta hubiere sido si, se preguntará en 5.13 qué problemas le trae, sin mencionarlos en la pregunta. En caso de que la respuesta no sea ninguna de las previstas en 5.13.1 a 5.13.5, se anotará la respuesta en 5.13.6 (Otros).

La pregunta 5.14 debe ser formulada, como todas las otras, literalmente y agregando las alternativas posibles. Los claros de 5.14.1 y 5.14.2 ya estarán llenados con la cifra correspondiente. Queda siempre la alternativa de "no sabe" o "no contesta", en el numeral 5.14.3.

A diferencia de la anterior, en la pregunta 5.15 se leerá solamente la pregunta sin leer las alternativas. Si la respuesta no encuadrara en ninguna de las previstas en 5.15.1

a 5.15.7, se anotará la respuesta en 5.15.8. Para los casos que no sabe o no contesta, queda el numeral 5.15.9.

En cuanto a la pregunta 5.16 de su misma redacción surge que se deberá leer al entrevistado cada una de las enfermedades mencionadas expresamente. Al llegar al subnumeral 5.16.7 se preguntará sobre si hubo casos de otras enfermedades, además de la nombradas anteriormente; en caso afirmativo se le incluirá en la nómina.

La serie de las preguntas siguientes se refieren exclusivamente a los que están conectados a la red cloacal actual, es decir, los que contestaron sí a la pregunta 5.1.1.

La primera pregunta (6.1) no ofrece dificultad pues es bien explícita. Si el entrevistado contesta sí, se pasa a la pregunta 6.2, de lo contrario se irá directamente a la 6.3.

En la pregunta 6.2 no se agregará nada a la pregunta tal cual está formulada, anotando como siempre la respuesta mencionada o colocando la marca en las 6.2.1 o 6.2.2, según cual correspondiere.

La pregunta 6.3, que al ser formulada deberá ya tener llenado el claro, tampoco debe ser objeto de aclaración en cuanto a las alternativas posibles, es decir, que el encuestador se limitará a leer las preguntas y a anotar las marcas correspondientes a las respuestas que recibiere, que pueden ser varias y de no ser ninguna de las previstas, se anotará la respuesta en 6.3.5 (otros).

La pregunta 6.4 para tener sentido deber ser formulada con las correspondientes alternativas o sea: Mucho, poco o nada, que se le leerán también al entrevistado.

En la pregunta 6.5 el claro también habrá sido llenado con anterioridad. La respuesta será simplemente el número de cuadras.

Las preguntas 6.6 y 6.7 están también intimamente correlacionadas de modo que si se contesta sí a la primera se formula la segunda. De lo contrario, se dará por terminada la entrevista.

### **3.7.3.6.- Procesamiento de los Datos de la Encuesta**

#### **3.7.3.6.1.- Introducción**

Antes de entrar al aspecto fundamental de este tema, conviene señalar que hay tres conceptos esenciales para la aplicación de este método, que son: la Covarianza, el Coeficiente de Correlación de Pearson y la aplicación de la ecuación de regresión.

### 3.7.3.6.2.- El Concepto de Covarianza

Se puede definir como covarianza de dos variables X e Y a la media aritmética de los productos entre la diferencia  $(X_i - \bar{X})$  y la diferencia  $(Y_i - \bar{Y})$  correspondiente a cada uno de las  $n$  elementos que componen el grupo, siendo  $X_i$  e  $Y_i$  los valores de las variables X e Y correspondientes a una persona  $i$  determinada y  $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  las medias aritméticas de X e Y respectivamente. La covarianza de X e Y se designa como  $COV(X_i Y)$  o  $S_{xy}$ . La fórmula que la expresa es:

$$COV(X_i Y) = S_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - \bar{X})(\bar{Y}_i - \bar{Y})}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{n} - \bar{X}\bar{Y}$$

Algunos autores en lugar de colocar como divisor  $n$ , utilizan  $n-1$ , sobre todo cuando se trabaja con muchos casos.

Cuando se trabaja con datos agrupados en intervalos, la fórmula sería como sigue:

$$COV(X_i Y) = S_{xy} = \frac{\sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r n_{ij} (X_i - \bar{X})(Y_j - \bar{Y})}{n} = \frac{\sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^r n_{ij} X_i Y_j}{n} - \bar{X}\bar{Y}$$

### 3.7.3.6.3.- El Coeficiente de Correlación de Pearson

Se denomina Coeficiente de Correlación, con notación  $r_{xy}$ , al cociente entre la covarianza de X e Y y el producto de la desviación típica de X por la desviación típica de Y. La fórmula es la siguiente:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

En forma más detallada, la fórmula se presenta de la siguiente manera:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n S_x S_y} \quad \text{o bien:}$$

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_y - n \bar{X} \bar{Y}}{\sqrt{[\sum X^2 - n \bar{X}^2]} \sqrt{[\sum Y^2 - n \bar{Y}^2]}} \quad \text{o también:}$$

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2]} \sqrt{[n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

El resultado  $r_{xy} = \pm 1$  indica correlación perfecta y  $r_{xy} = 0$  indica correlación nula. Según algunos autores, cuanto más próximo sea el resultado a +1 ó -1, mayor será el grado de correlación entre las variables. Ello ha motivado que algunos autores construyan la siguiente escala de significación:

$r < 20$  correlación leve, casi insignificante

$r$  de 20 a 40 correlación baja, pero definida

$r$  de 40 a 70 correlación sustancial, moderada

$r$  de 70 a 90 correlación alta

$r > 90$  correlación muy significativa

Para ciertos fines interesa saber si la correlación es positiva o negativa, pues en este último caso ello indica que determinados valores de la variable Y descienden mientras aumentan los de la variable X. Por ejemplo, si comparamos calidad de la vivienda con ingresos, la hipótesis sería que a mayores ingresos mejor calidad de vivienda. Esa hipótesis quedaría desvirtuada si a mayores ingresos se diera menor calidad de la vivienda.

Se debe tener presente, sin embargo, que  $r$  indica solamente correlación entre variables pero no indica relación causal entre dichas variables. En efecto, la correlación de sus valores puede ser efecto de una tercera variable que actúa sobre ambas.

Otro concepto importante que juega en estos casos es el de la varianza residual que representa la diferencia entre los valores observados y los estimados. Esta covarianza será pequeña comparada con la varianza de Y cuando la relación X e Y es fuerte. De esa manera:

$$r^2 = 1 - \frac{\text{Varianza residual}}{\text{Varianza de Y}}$$

también puede decirse que: Varianza residual = Varianza de  $Y(1-r^2)$ . Por ejemplo, si el desvío típico de Y es 7.1 y el coeficiente de correlación  $r = 0,72^2$ , el desvío típico residual será igual a  $7.1 \sqrt{1 - 0.72^2} = 4.9 = 5$

La ecuación que suministra la varianza residual mínima es:  $(Y' - Y) = B (X - \bar{X})$ , donde B es el coeficiente que indica la pendiente de la recta que va a través de las medias de los datos. Como consecuencia, el coeficiente que indica la pendiente de B debe ser igual a la razón de la covarianza XY respecto a la varianza de X, así:

$$B = \frac{\text{Cov. XY}}{\text{Var. de X}}$$

Estas connotaciones nos permiten introducir a la explicación del sentido que reviste la Ecuación de Regresión.

### 3.7.3.6.4.- La Ecuación de Regresión Lineal

La palabra "Regresión" ha sido muy objetada por no reflejar la realidad de lo que ocurre pero es, sin embargo, la que siguen usando la totalidad de los autores que se ocupan del tema. Aún cuando se la use, lo correcto es pensar que lo que se quiere significar es que hay una relación de causa a efecto entre una variable, llamada "independiente" y otra variable a la que se suele denominar como "dependiente".

La regresión lineal se representa con una recta que se denomina recta de regresión de Y sobre X; algunos autores la definen como "la recta que permite efectuar pronósticos en Y a partir de las puntuaciones obtenidas en la variable X".

La ecuación, tal como se suele presentar es:

$$Y = A + B X$$

En esa ecuación, A y B son valores constantes que indican: A la ordenada en su origen, que representa el valor de la variable Y cuando X es igual a 0 y B representa la pendiente de la recta, es decir, su inclinación mayor o menor respecto a X.

En este caso, sería  $A = Y - B X$  y B, como ya se ha visto, es la  $\text{cov. BXY} / \text{Var. X}$  o sea:

$$B = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}$$

Para clarificar cómo se aplica esta ecuación, se va a reproducir aquí un ejemplo de la obra de Ehrenberg "Data Reducton Analysing and Interpreting Statistical Data" (Ed. J.Miles and Sons, USA, 1978), en que se muestran los valores respectivos de X e Y reducidos a cinco, para hacer el ejemplo más comprensible.

Variable	Valores observados					Media Aritmética
X	1	2	2	4	5	3
Y	17	11	23	19	30	20

Cada variable tiene expresada la media aritmética de sus valores, que son 3 y 20. La covarianza calculada dió como resultado 10.25 y la varianza de Y dió 4, aplicándose la fórmula de la cov XY o sea:

$$\text{COV XY} = \frac{(\bar{X} - X)(Y' - Y)}{n - 1}$$

(El autor que se está siguiendo en este ejemplo es partidario de tomar n-1 en lugar de n).

La ecuación de la regresión de Y sobre X sería:

$$Y' - 20 = \frac{10.25}{4} (X - 3) \text{ pues se trata de una}$$

ecuación lineal de la forma  $(Y' - Y) = B(X - \bar{X})$ . Para despejar el valor de Y debemos pasar -20 al segundo término de la ecuación y también debemos resolver la división 10.25/4 que nos da 2.6. La ecuación quedaría, en consecuencia, de la siguiente manera:

$$Y' = 2.6X + (-2.6 \times 3 + 20) = 2.6X + 12.2$$

Ahora se agregará al cuadro anterior los valores calculados para Y' en cada par de valores, o sea los valores por donde pasará la recta de regresión. Sabemos que B es una constante al igual que A o sea que siendo A=2.6 y B=12.2. Multiplicando 2.6 por cada valor de X y sumándole 12.2, obtendremos los valores predichos para Y. Así, por ejemplo, multiplicamos  $2.6 \times 1 = 2.6$  y más  $12.2 = 14.8$ ; seguimos con el segundo par y  $2.6 \times 2 = 5.2$  y  $+ 12.2 = 17.4$ , y así sucesivamente. Obsérvese que el promedio de estos valores es igual a 20 como el promedio de los valores observados de Y y lo mismo pasaría si sumáramos ambas series de valores.

El siguiente cuadro, que complementa el anteriormente mostrado, permite apreciar también los residuales entre los valores observados y los calculados de Y. Se observa también que la suma de esos valores da por resultado cero.



Var.y const.		Valores y Residuales					Medias
Variable	X	1	2	2	4	6	3
Variable	Y	17	11	23	19	30	20
Valor AyB	$2,6X+12,2$	14,8	17,4	17,4	27,6	27,8	20
Residual	$Y-2,6-12,2$	2,2	-6,4	5,6	- 3,6	2,2	0

Hay una cuestión debatida en torno a si verdaderamente la recta de regresión permite predecir los valores de Y a partir de los valores de X. El autor antes citado, Ehrenberg, niega tal posibilidad. La verdad es que la aplicación de la recta de regresión no nos va a permitir predecir el valor de Y en una regresión de valores de dos variables. Lo que se pretende decir cuando se habla de tal predicción es que si se pueden generalizar los resultados obtenidos en una comunidad extendiéndolos a otras de similares características, conociendo el valor de X en esta últimas, podemos aplicar a Y los resultados de la primera.

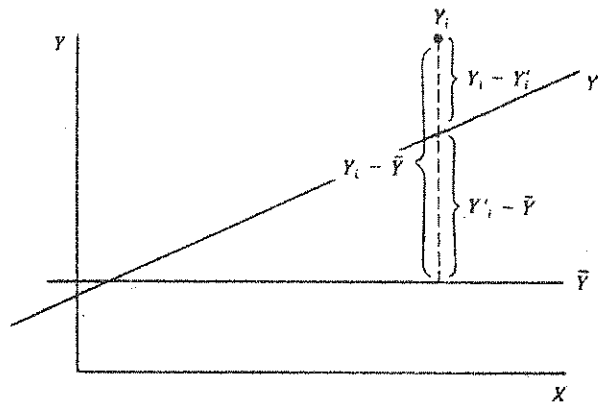
Amon a quien también hemos seguido en estos desarrollos, es tal vez demasiado categórico al afirmar que "regresión equivale a predicción" y más adelante afirma que "una vez construídas las rectas de regresión, las podemos aplicar a otras personas con tal de que sean semejantes a aquellas con las que las hemos construído" y finalmente define a la "recta de regresión de Y sobre X" como la "recta que nos permite hacer pronósticos en la variable Y a partir de las puntuaciones obtenidas en la variable X" ( Jesús Amón en "Estadísticas para Psicólogos", Tomo I, Edic. Pirámide S.A, Madrid,1978, pág.207)

#### 3.7.3.6.4.1.- El Coeficiente de Correlación de Pearson y la Regresión Lineal

En opinión del algunos autores, el estadístico  $r_{xy}$  y la regresión de Y sobre X representada por la Ecuación  $Y = A + B X$  están interrelacionadas de tal modo que  $r_{yx}$  puede ser considerado como:

- a) un índice de reducción de error en los pronósticos;
- b) un índice de aproximación a la recta de regresión;
- c) una proporción de las varianzas de Y asociada a la variación de X.

Para facilitar la comprensión de estos tres enfoques, Amón utiliza un gráfico que se reproduce a continuación:



a)  $r^2_{xy}$  como índice de reducción de error en los pronósticos.

$Y_i$  es la puntuación directa de una persona  $i$  e  $Y'_i$  es la puntuación directa pronosticada a esa misma persona, mediante la recta de regresión de  $Y$  sobre  $X$ . El error cuadrático cometido en el pronóstico individual  $= (Y_i - Y'_i)^2$  y  $\Sigma(Y_i - Y'_i)^2$  es la suma de errores cuadráticos de todas las personas de la muestra. Esta última expresión se descompone de la siguiente manera:

$$\Sigma(Y - \bar{Y}')^2 = \Sigma [(Y - Y') + (Y' - \bar{Y})]^2 = \Sigma(Y - Y')^2 + \Sigma(Y' - \bar{Y})^2$$

dado que:

$$\Sigma(Y - Y')(Y' - \bar{Y}) = 0$$

El error cuadrático medio al atribuir a cada persona, como puntuación, la media  $Y$  se representaría así:

$$s^2_{y.x} = \frac{\Sigma (Y - \bar{Y})^2}{n} \quad ; \text{de igual manera} \quad s^2_{y.x} = \frac{\Sigma (Y - Y')^2}{n} \quad \text{es el}$$

error cuadrático medio de atribuir a cada persona la puntuación  $Y'$  obtenida por la recta de regresión y la diferencia entre el error cuadrático medio, si nos valemos de la media de  $Y$  ( $Y$ ) y el error cuadrático medio si nos valemos de  $Y'$ , lo que podemos expresar como sigue:

$$S^2_{Y.X} = \frac{\sum (Y' - \bar{Y})^2}{n} = \frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n} - \frac{\sum (Y - Y')^2}{n}$$

Esto significa, fundamentalmente, que  $S^2_{Y.X}$  es la parte del error cuadrático medio que se deja de cometer atribuyendo a cada persona de la muestra,  $Y'$  en lugar de  $Y$ . Por ejemplo, si la proporción del error cuadrático medio reducido fuere 0,65, habría reducido el error en un 65 por ciento; dicho de otro modo, utilizando  $Y'$  cometeríamos el 35 por ciento del error que hubiéramos cometido usando  $Y$ .

En consecuencia  $r^2_{xy}$  no es más que la proporción en que ha sido reducido el error cuadrático primitivo y como la correlación perfecta es = 1, tendríamos que:

$$r^2_{xy} = \frac{S^2_{Y'}}{S^2_Y} = \frac{S^2_Y - S^2_{Y.X}}{S^2_Y} = 1 - \frac{S^2_{Y.X}}{S^2_Y}$$

$S^2_{Y'} = 0$  (equivalente a  $S^2_{Y'} = S^2_Y$ ) y  $S^2_{Y'} = 0$  (igual a  $S^2_{Y.X} = S^2_Y$ ). El primero indica que con la recta de regresión se ha suprimido o reducido totalmente el error cuadrático medio primitivo (atribuir  $\bar{Y}$  como puntuación en  $Y$ ), a cada una de las personas de la muestra. Si  $S^2_{Y.X} = 0$ , entonces  $r^2_{xy} = 1$  y si  $r^2_{xy} = 1$ , significaría reducción total del error cuadrático y si  $r^2_{xy} = 0$ , esa reducción sería nula.

El valor  $S_{Y.X}$  es el error típico (o standard) de estimación.

En consecuencia de lo expuesto:

$$S^2_{Y.X} = S^2_Y (1 - r^2_{Y.X})$$

También se puede definir a:

$$r^2_{yx} = \frac{\sum (Y' - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{\sum (Y - Y')^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}$$

Es interesante señalar que:

si  $r_{xy} = 0,20$  el error cuadrático primitivo quedaría reducido al 4 por ciento ( $0,20^2 = 0,04$ ); y para:

$r_{xy} = 0,50$  la reducción es 25 por ciento ( $0,50^2 = 0,25$ )

$r_{xy} = 0,65$  la reducción es 42 por ciento ( $0,65^2 = 0,42$ )

$r_{xy} = 0,95$  la reducción es 90 por ciento ( $0,95^2 = 0,90$ )

Se debe observar que la diferencia en la reducción del error cuadrático estimado es mayor en el segundo caso que en el primero a pesar de que la diferencia entre las correlaciones es la misma (0,20 a 0,50) y (0,65 a 0,95).

b)  $r_{xy}$  como índice de aproximación a la recta de regresión:

$$\text{De } r^2_{xy} = 1 - \frac{\Sigma (Y - Y')^2}{\Sigma (Y - \bar{X})^2} \text{ que se ha visto}$$

anteriormente, se deduce que:

b1) Si todas las puntuaciones obtenidas están ubicadas sobre la recta de regresión de Y sobre X,  $Y = Y'$  en todas las personas de la muestra. Luego  $Y - Y' = 0$ ,  $\Sigma (Y - Y') = 0$ ; por lo tanto

$$r^2_{xy} = 1$$

b2) Si  $r^2_{xy} = 1$ ,  $\Sigma (Y - Y')^2 = 0$ . Si  $r^2_{xy} = 1$ , todos los puntos se encuentran sobre la recta de regresión; también se puede medir la aproximación de los puntos a la recta.

c)  $r^2_{xy}$  es una porción de la varianza de y asociada a la variación de X

$Y = Y' + (Y - Y')$  es una identidad si la puntuación directa obtenida Y es igual a la pronosticada Y' más el error de ese pronóstico que es  $(Y - Y')$ .

$Y' = A + BX$  o sea que Y' depende de, es función de y está asociado a X; dado que A y B son constantes, el coeficiente de correlación entre Y e Y' valdrá 1 o sea entre Y y  $A + BX$ . Como  $Y' = A + BX$ , si  $r_{yx}$  es positiva, a puntuación baja en X, pronóstico bajo en Y, a puntuación media en X, media en Y; a puntuación alta en X, alta en Y.

Solamente si hay variación en la variable predictora X, variará el pronóstico de Y'. Las personas que no difieran en X no diferirán en Y'.

Pero  $Y - Y'$  no depende de, ni es función de, ni está asociado a X;  $r_x(Y - Y') = 0$ ; en este caso no habrá correlación entre las puntuaciones de X e Y.

En consecuencia, la varianza total de Y ( $S_y^2$ ) se descompone en dos partes: una,  $S^2_{y'}$ , está explicada por la variación de X; la otra, que no está explicada por la variación de X.

Entonces será  $S^2_y$ , la varianza asociada a X y  $S^2_{y.x}$  la varianza no asociada a X.

$$\text{Ahora bien: } r^2_{x.y} = \frac{s^2_{y'}}{s^2_y} \quad \text{pero } \frac{s^2_{y'}}{s^2_y} = \frac{s^2_{y'}}{s^2_y + s^2_{y.x}}$$

por lo tanto,  $r^2_{yx}$  representará la porción de varianza asociada. Si  $r^2_{yx} = 0.70$ , la proporción de varianza asociada es 0,49 y la de varianza no asociada 0,51. Es decir que 49 por ciento de las diferencias individuales de Y están expresadas por la diferencias en X; el 51 por ciento restante indica la proporción en que nada tiene que ver con X.

Podemos así definir a  $r^2_{yx}$  como:

$$\frac{s^2_{y'}}{s^2_y} = 1 - \frac{s^2_{yx}}{s^2_y}$$

Con lo expuesto se ha dejado en claro los principios que guían a la aplicación de la fórmula de regresión. Sin embargo, la consideración del problema se ha limitado al caso de se tomen en cuenta dos variables de las cuales una, por hipótesis, es predictora de los valores de la restante.

Tal como viene planteado el método de Disposición al Pago y teniendo en cuenta la cantidad de variables a relacionar, deberá utilizarse a menudo el análisis de regresión múltiple, con un conjunto de variables predictoras. Por tal razón se hará referencia, en el numeral siguiente, al manejo de este procedimiento de análisis.

#### 3.7.3.6.4.2.- El Análisis de Regresión Múltiple

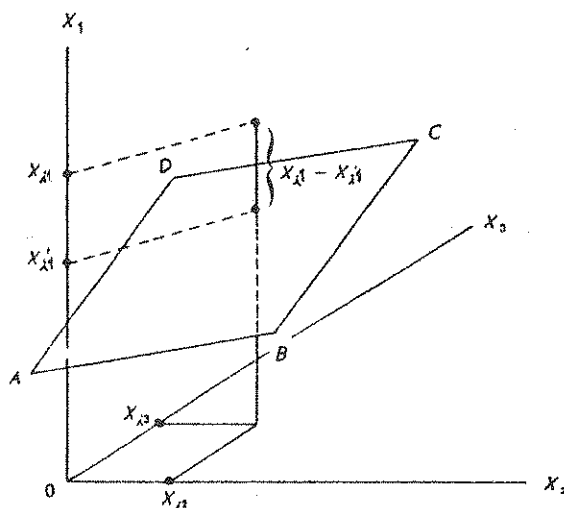
Para facilitar la comprensión de esta variante del análisis de regresión, se indicará por ahora que, así como la fórmula de regresión de dos variables nos indicaba el curso de una línea, recta en el caso que nos interesaba desarrollar, que hacía mínima la suma de errores cuadráticos entre las puntuaciones observadas en una variable dependiente y las puntuaciones señaladas en la misma por dicha recta. Pues bien en el caso de la regresión múltiple, tomando como ejemplo dos variables predictoras, se tendrá en lugar de una recta un plano de regresión de  $X_1$  (variable dependiente) sobre  $X_2$  y  $X_3$  (variables predictoras), tal que haga mínima la suma de errores cuadráticos  $\sum (X_i - \hat{X}_i)^2$ , es decir la suma de las diferencias cuadráticas entre las puntuaciones obtenidas en la variable dependiente y las puntuaciones pronosticadas en la misma, mediante el plano.

En este caso habrá tres ejes ortogonales que se denominarán convencionalmente como  $OX_1, OX_2$  y  $OX_3$ . Cada persona encuestada,  $i$ , es representada por un punto cuyas coordenadas son  $X_{i1}, X_{i2}$  y  $X_{i3}$  que representan las puntuaciones obtenidas en las dos variables predictoras y el "criterio" como también se suele denominar a la variable

dependiente. El grupo total de casos está representado ahora por una nube de puntos sobre el plano que adopta una forma elipsoidal, cuando hay correlación entre las variables.

Conviene recordar que la ecuación de la recta en un espacio bidimensional ( $X$  e  $Y$ ) era  $Y = A + BX$ . La ecuación del plano en un espacio ahora tridimensional, está dada por  $X_1 = A + B_2X_2 + B_3X_3$ , donde  $A$ ,  $B_2$  y  $B_3$  son tres constantes características en cada plano. La constante  $A$  determina el punto en que el plano corta el eje  $OX_1$ , o sea el punto de coordenadas  $(A, 0, 0)$ . Cuando  $A = 0$ , el plano pasa por el origen de las coordenadas  $(0, 0, 0)$  y recíprocamente. Las constantes  $B_2$  y  $B_3$  determinan la inclinación del plano.

El siguiente gráfico que es utilizado por Amón en la página 317 de su obra citada se puede apreciar lo que se acaba de exponer.



Suponemos un grupo de personas cuyas puntuaciones en las dos variables predictoras  $X_2$  y  $X_3$  y en la variable dependiente  $X_1$ , son conocidas a través de la encuesta. Se advierten tres ejes ortogonales  $OX_1$ ,  $OX_2$  y  $OX_3$ . Cada persona  $i$  se representa con un punto cuyas coordenadas son las puntuaciones obtenidas para las tres variables.

En la base se advierte un plano formado por  $0, X'_2$  y  $X'_3$ . Si por un punto  $0i$  levantamos una perpendicular a ese plano que conduce al punto que es proyección del punto  $Yi_1$ , que representa al valor observado en  $Y$ , la vertical levantada cortará al plano abcd en un punto  $Y'i_1$ . Si a esa persona  $i$  se le atribuye  $Yi_1$ , se cometerá el error representado por  $Yi_1 - Y'i_1$  y el error cuadrático  $(Yi_1 - Y'i_1)^2$ . Por cada plano irá pasando una suma de errores cuadráticos. El plano de regresión de  $X_1$  sobre  $X_2$  y  $X_3$ , es aquel cuya suma de errores cuadráticos asociada,  $\sum (X_{i1} - X'_{i1})^2$ , es más pequeña que la suma de errores cuadráticos asociada a cualquier otro de los

planos, es decir, es aquel plano que hace mínima la suma de errores cuadráticos.

Partiendo de la ecuación del plano de regresión de  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$ , que según se recordará era la siguiente:

$X'_1 = A + B_2X_2 + B_3X_3$  se observa que  $A$ ,  $B_2$  y  $B_3$  son valores constantes.

Lo que se debe hacer en primer término es, en consecuencia, determinar los valores de  $A$ ,  $B_2$  y  $B_3$  de modo que la  $\Sigma (X_1 - A - B_2X_2 - B_3X_3)^2$  sea mínima.

Para ello, partiremos de tres ecuaciones de las denominadas "normales", que expresan lo siguiente:

$$1^a) \quad \Sigma (X_1 - A - B_2X_2 - B_3X_3) = 0 \text{ de donde,}$$

$$\Sigma X_1 = n A + B_2 \Sigma X_2 + B_3 \Sigma X_3$$

$$2^a) \quad \Sigma (X_1 - A - B_2X_2 - B_3X_3)X_2 = 0, \text{ de donde}$$

$$\Sigma X_1X_2 = A \Sigma X_2 + B_2 \Sigma X_2^2 + B_3 \Sigma X_2X_3$$

$$3^a) \quad \Sigma (X_1 - A - B_2X_2 - B_3X_3)X_3 = 0, \text{ de donde}$$

$$\Sigma X_1X_3 = A \Sigma X_3 + B_2 \Sigma X_2X_3 + B_3 \Sigma X_3^2$$

De estas ecuaciones se requiere despejar  $A$ ,  $B_2$  y  $B_3$  y entonces:

$$(I) \quad A = \bar{X}_1 - B_2\bar{X}_2 - B_3\bar{X}_3$$

$$(II) \quad B_2 = \frac{[n \Sigma X_1X_2 - \Sigma X_1X_2][n \Sigma X_3^2 - (\Sigma X_3)^2]}{[n \Sigma X_2^2 - (\Sigma X_2)^2][n \Sigma X_3^2 - (\Sigma X_3)^2] - [n \Sigma X_2X_3 - \Sigma X_2 \Sigma X_3]^2} - \frac{[n \Sigma X_1X_3 - \Sigma X_1 \Sigma X_3][n \Sigma X_2X_3 - \Sigma X_2 \Sigma X_3]}{[n \Sigma X_2^2 - (\Sigma X_2)^2][n \Sigma X_3^2 - (\Sigma X_3)^2] - [n \Sigma X_2X_3 - \Sigma X_2 \Sigma X_3]^2}$$

$$(III) \quad B_3 = \frac{[n \Sigma X_1X_3 - \Sigma X_1 \Sigma X_3][n \Sigma X_2^2 - (\Sigma X_2)^2]}{[n \Sigma X_2^2 - (\Sigma X_2)^2][n \Sigma X_3^2 - (\Sigma X_3)^2] - [n \Sigma X_2X_3 - \Sigma X_2 \Sigma X_3]^2} - \frac{[n \Sigma X_1X_2 - \Sigma X_1 \Sigma X_2][n \Sigma X_3X_2 - \Sigma X_3 \Sigma X_2]}{[n \Sigma X_2^2 - (\Sigma X_2)^2][n \Sigma X_3^2 - (\Sigma X_3)^2] - [n \Sigma X_2X_3 - \Sigma X_2 \Sigma X_3]^2}$$

Teniendo en cuenta la ecuación inicial de X y la Ecuación (I), se deduce lo siguiente:

$$a) \quad X'_1 = A + B_2X_2 + B_3X_3 = (X_1 - B_2X_2 - B_3X_3) + B_2X_2 + B_3X_3$$

$$\bar{X}'_1 = \frac{\sum X'_1}{n} = (\bar{X}_1 - B_2\bar{X}_2 - B_3\bar{X}_3) + B_2 \frac{\sum X_2}{n} + B_3 \frac{\sum X_3}{n} =$$

$$= \bar{X}_1 - B_2\bar{X}_2 - B_3\bar{X}_3 + B_2\bar{X}_2 + B_3\bar{X}_3 = \bar{X}_1$$

Esto significa que las medias de las puntuaciones pronosticadas  $\bar{X}'$  son iguales a las medias de las puntuaciones obtenidas  $X_1$ .

b) Reemplazando  $X_2$  por  $\bar{X}_2$  y  $X_3$  por  $\bar{X}_3$  en la ecuación de a) se obtiene

$X'_1 = \bar{X}_1 - B_2\bar{X}_2 - B_3\bar{X}_3 + B_2\bar{X}_2 + B_3\bar{X}_3 = \bar{X}_1$  Esto indica que el plano de regresión de  $X_1$  sobre  $X_2$  y  $X_3$  pasa por el punto  $(\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3)$ . Lo mismo sucedería con el plano de regresión de  $X_2$  sobre  $X_1$  y  $X_3$  y el plano de regresión de  $X_3$  sobre  $X_1$  y  $X_2$ .

El siguiente ejemplo, reducido a cinco valores de las variables, mostrará con mayor claridad la aplicación de las ecuaciones desarrolladas, a partir del siguiente cuadro:

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1X_2$	$X_1X_3$	$X_2X_3$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_3^2$	$X'_1$
5	9	8	45	40	72	25	81	64	4.2
1	0	4	0	4	0	1	0	16	1.4
3	6	0	18	0	0	9	36	0	2.6
7	18	12	126	84	216	49	324	144	7.0
4	12	6	48	24	72	16	144	36	4.8
20	45	30	237	152	360	100	585	260	20.00

Reemplazando en la ecuación II los símbolos por los valores consignados en el cuadro precedente, obtenemos:

$$B_2 = \frac{[(5)(237) - (20)(45)][(5)(260) - (30)^2]}{[(5)(585) - (45)^2][(5)(260) - (30)^2] - [(5)(360) - (45)(30)]^2} - \frac{[(5)(152) - (20)(30)][(5)(360) - (45)(30)]^2}{[(5)(585) - (45)^2][(5)(260) - (30)^2] - [(5)(360) - (45)(30)]^2} =$$

$$= \frac{42.000}{157.500} = 0,267$$



Efectuando análoga tarea con la ecuación III:

$$B_3 = \frac{[(5)(152) - (20)(30)] [(5)(585) - (45)^2]}{157.500} - \frac{[(5)(237) - (20)(45)] [(5)(360) - (30)(45)]}{157.500} = \frac{15.750}{157.500} = 0,100$$

Pero  $A = 4 - (0,267)(9) - (0,1)(6) = 0,997$

por consiguiente  $X'_1 = 0,997 + (0,267) X_2 + (0,100) X_3$

Aplicando esta última ecuación a los correspondientes valores  $X_2$  y  $X_3$  se obtiene la columna encabezada por  $X'$  en la table de más arriba.

### 3.7.3.6.4.2.1.- El Coeficiente de Correlación Múltiple y los Planos de Regresión

#### 3.7.3.6.4.2.1.1.- $R^2_{1,23}$ como Índice de Reducción de Error en los Pronósticos

Este coeficiente, a semejanza del coeficiente de correlación  $r$ , mide la relación entre una variable y otras que pueden ser dos o más. En el desarrollo se trabajará solamente con tres variables en total. Se recuerda que las tres variables utilizadas para el desarrollo de la ecuación de regresión múltiple, eran  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$ .

Como  $X'_1$  es función conjunta de  $X_2$  y  $X_3$ , correlacionar  $X_1$  con  $X'_1$ , es correlacionar  $X_1$  con una función conjunta de  $X_2$  y  $X_3$ .

Luego  $R_{1,23}$  es el coeficiente de correlación Múltiple. Este coeficiente no puede ser ni menor que 0 ni mayor que 1:  $0 \leq R^2_{1,23} \leq 1$ . No puede ser negativo.

Como ocurre con  $r$ ,  $R^2_{1,23}$  actúa como índice de reducción de error en los pronósticos.

A los fines de ejemplificar lo expresado, se considerará un solo plano de regresión de  $X_1$  sobre  $X_2$  y  $X_3$ . Lo mismo se podrá aplicar a los planos de regresión de  $X_2$  sobre  $X_1$  y  $X_3$  y de  $X_3$  sobre  $X_1$  y  $X_2$ .

El error cuadrático se expresa como  $(X_1 - X'_1)^2$  y  $\Sigma(X_1 - X'_1)^2$  es la suma de errores cuadráticos de las unidades que integran la muestra. Esta suma se puede descomponer de la siguiente manera:

$$\Sigma (X_1 - \bar{X}_1)^2 = \Sigma [(X_1 - X'_1) + (X'_1 - \bar{X}_1)]^2 = \Sigma (X_1 - X'_1)^2 + \Sigma (X'_1 - \bar{X}_1)^2$$

dado que:  $\Sigma (X_1 - X'_1)(X'_1 - \bar{X}_1) = 0$  pero  $\frac{\Sigma (X_1 - X'_1)^2}{n}$

designado también como  $S^2_{x1}$  ó  $S^2_{x'1}$ , es el error cuadrático medio de atribuir a cada individuo de la muestra la puntuación  $X'_1$  y

por lo tanto  $\frac{\Sigma (X'_1 - \bar{X}_1)^2}{n} = \frac{\Sigma (X_1 - \bar{X}_1)^2}{n} = \frac{\Sigma (X_1 - X'_1)^2}{n}$

El último valor de los expresados se designa como  $S^2_{x'1}$  y es la diferencia entre el error cuadrático medio cometido con  $X_1$  y el cometido con  $X'_1$ . Dicho de otra manera, es la parte del error que dejamos e cometer por el hecho de atribuir  $X'_1$  a cada individuo de la muestra, en lugar de atribuirle  $X$ . Luego

$$R^2_{1.23} = \frac{S^2_{x'1}}{S^2_{x1}} = \frac{S^2_{x1} - S^2_{1.23}}{S^2_{x1}} = 1 - \frac{S^2_{1.23}}{S^2_{x1}} \text{ siendo}$$

$S^2_{1.23}$ , el error típico de estimación,

$$S^2_{1.23} = S^2_{x1}(1 - R^2_{1.23})$$

### 3.7.3.6.4.2.1.2.- $R^2_{1.23}$ como Índice de Aproximación de los Puntos al Plano de Regresión

De la misma ecuación, desarrollada en el numeral anterior, según la cual  $R^2_{1.23} = 1 - \Sigma (X_1 - X'_1)^2 / \Sigma (X_1 - X_1)^2$  se extraen las siguientes inferencias:

a) Si todos los puntos están sobre el plano de regresión de  $X_1$  sobre  $X_2$  y  $X_3$ , entonces  $X_1 = X'_1$  para todos los individuos de la muestra y  $X_1 - X'_1 = 0$ . Conforme a ello,  $\Sigma (X_1 - X'_1)^2$ , lo que significa también que  $R^2_{1.23} = 1$ .

b) Si  $R^2_{1.23} = 1$ ,  $\Sigma (X_1 - X'_1)^2 = 0$  Dado que los  $n$  sumandos no pueden ser negativos por ser cuadráticos; si la suma de los mismos da 0 ello significa que cada uno de ellos vale 0. En consecuencia,  $X_1 - X'_1 = 0$ , es decir que  $X_1 = X'_1$  para todo individuo de la muestra. En definitiva ello significa que todos los puntos se encuentran en el plano de regresión de  $X_2$  y  $X_3$  sobre  $X_1$ .

La conclusión evidente de lo que antecede es que si todos los puntos se encuentran sobre el plano de regresión, entonces  $R_{1.23} = 1$  y a la inversa, es decir si  $R_{1.23} = 1$ , todos los puntos se encuentran sobre el plano de regresión de

$X_2$  y  $X_3$  sobre  $X_1$ . De ahí que resulte probado que  $R^2_{1.23}$  mide la aproximación de los puntos al plano de regresión.

3.7.3.6.4.2.1.3.-  $R^2_{1.23}$  como Proporción de la Varianza de  $X_1$ , Asociada a la Variación de  $X_2$  y  $X_3$

La demostración de lo que expresa el título, es similar a la del caso de la recta de regresión entre dos variables y se basa en que la relación  $X_1 = X'_1 + (X_1 - X'_1)$  es una identidad que se puede interpretar en el sentido de que la puntuación obtenida es igual al pronóstico ( $X'_1$ ) más el error en dicho pronóstico ( $X_1 - X'_1$ )

Pero  $X'_1 = A + B_2X_2 + B_3X_3$  lo que nos indica que  $X'_1$  depende, es función y está asociada a  $X_2$  y  $X_3$ .

La correlación múltiple entre  $X'_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  vale una unidad. Dado que  $X'_1 = A + B_2X_2 + B_3X_3$ , suponiendo que  $B_2$  y  $B_3$  sean positivos, a puntuación baja en  $X_2$  y en  $X_3$ , habrá pronóstico bajo para  $X_1$ ; a puntuación media en  $X_2$  y  $X_3$ , corresponderá puntuación media en  $X_1$  y a puntuación alta en  $X_2$  y  $X_3$ , corresponderá también puntuación alta en  $X_1$ .

Sin embargo,  $X_1 - X'_1$  no depende, ni es función de, ni está asociado a  $X_2$  y  $X_3$ .

De tal manera, la varianza total de  $X_1$ , o sea  $Sx_1^2$  también se descompone en dos partes:

Una es  $S'^2_{1,x}$  que se explica por la variación de  $X_2$  y  $X_3$ ; otra es  $S^2_{1.23}$  que no es explicada por la variación de  $X_2$  y  $X_3$ . Se llamará, en consecuencia,  $S'^2_{1,x}$  a la varianza asociada y  $S^2_{1.23}$  a la varianza no asociada.

Se sabe ya que  $R^2_{1.23} = S'^2_{1,x}/S^2_{x_1}$ . Pero  $S'^2_{1,x}$  es la proporción de la varianza total de  $X_1$ , está asociada a la variación de  $X_2$  y  $X_3$  y en consecuencia,  $R^2_{1.23}$  representa esa proporción de varianza asociada. Si, por ejemplo,  $R_{1.23} = 80$ , resultará que 0,64 es la proporción de la varianza total de  $X_1$  que está asociada a la variación de  $X_2$  y  $X_3$  y que 0,36 es la proporción que no está asociada o dicho de otra manera, que 64 por ciento de las diferencias individuales en  $X_1$  se explica por las diferencias individuales en las dos variables predictoras  $X_2$  y  $X_3$  y el 36 por ciento no está asociado con las diferencias individuales de las dos variables predictoras.

### 3.7.4.- Consideraciones Finales

#### 3.7.4.1.- Introducción

Ha quedado establecido claramente a través de la exposición que se acaba de formular acerca de los análisis de regresión, la utilidad de apoyarse, durante la realización de dichos análisis, en la información que suministra la aplicación, en los mismos, de los conceptos relativos a los coeficientes de correlación entre las mismas variables analizadas.

Habrà de tenerse presente, en la realización de las pruebas a través de estos análisis, que será necesario asegurarse que se disponga de personal capacitado y de programas de computación adecuados.

#### 3.7.4.2.- Conclusiones

1a) En la aplicación del Método de Disposición al Pago, es evidente que juega un papel fundamental el análisis de regresión, al partir de las variables independientes hacia las que configuran, por parte de los entrevistados, la elección de un nivel de servicio determinado o la conformidad con el que cuenta en la actualidad.

2a) La ecuación de regresión se aplicaría con un doble propósito:

a) el que es común para la mayoría de los autores que sería el de utilizar a la variable independiente "X" como variable predictora de los valores de la variable dependiente "Y". Ello significa que conociendo los valores de ambas en un ejemplo representativa de un grupo de situaciones similares, desde los valores de X podrían predecirse los valores Y en los casos de encuestas realizadas en poblaciones integrantes de dicho grupo;

b) El otro propósito es el de utilizar el análisis de regresión como un elemento para el control de las respuestas involucradas en la Disposición al Pago (variable independiente), desde los valores obtenidos y pronosticados en las variables dependientes.

3a) Ha quedado claramente establecida la utilidad de apoyarse, durante los análisis de aplicación de la ecuación de regresión, en la información que suministran los coeficientes de correlación  $r$  y  $R^2$ , registrados entre las mismas variables utilizadas;

4a) El formulario de encuesta propuesto para la aplicación del método basado en la Disposición al Pago, responde al propósito sostenido por los creadores de dicho método, de establecer solamente un procedimiento para la selección de

tecnologías de saneamiento aplicables a una ciudad o comunidad.

Ello no obstante es evidente que en una concepción que además interese resolver los problemas del saneamiento y sus posibles soluciones con apoyo en la participación comunitaria y en la Educación para la Salud, se hace necesario realizar otros tipos de estudios complementarios de los que se han venido considerando.

En los casos en que eventualmente no sea necesario realizar una encuesta de este tipo, por ejemplo cuando la población reuniera características similares a otra en la que sí se haya llevado a cabo dicho estudio, igualmente será necesario realizar aquellos.

5ª) Aplicado el método con el criterio necesario para evaluar las situaciones que puedan presentarse, es evidente que el mismo podrá definir, para cada área, el tipo de tecnología que corresponderá aplicar en la misma, tal como resulte de la muestra analizada y se podrá extender esa conclusión a las demás áreas similares de la misma localidad, sin extremar el análisis en todas ellas.

6ª) Como se ha explicitado oportunamente (ver 3.7.3.3), el método de disposición al pago requiere un formulario de encuesta en el que constan las respuestas, dadas por el entrevistado, acerca de su conformidad o no con el sistema de evacuación de excreta que utiliza actualmente, ha formulado opción por un sistema determinado previo conocimiento del costo del mismo y, si se tratara de conexión a la red cloacal, además del costo de instalación se le hará saber la tarifa por el servicio. Una vez establecida, por el análisis de regresión, la coherencia entre las demás respuestas y estas que se acaban de mencionar, se decidirá el sistema a aplicar en el área correspondiente a partir de una mayoría de respuestas concordantes; el mismo sistema se podrá aplicar a otras áreas de características similares, tal como se ha expresado precedentemente.

Se desprende de lo expuesto que los costos de cada nivel de servicio, son correlacionados, como los demás aspectos de las variables dependientes, con las variables independientes que en conjunto integran la " Disposición al Pago"

La falta de coherencia en las respuestas de las variables dependientes respecto a las de las variables independientes podría, eventualmente, dar lugar a que las instituciones de crédito observaran los tipos de soluciones adoptadas: Por ejemplo, podrían rechazar la implantación de un sistema de red cloacal, basado en que fallaría el elemento, considerado sustancial, que es la disposición al pago por dicho servicio, aún cuando el entrevistado hubiere manifestado claramente su elección de un nivel de servicio y su aceptación consecuente del pago del costo del mismo.

Manteniendo la coherencia necesaria, conforme a la idea básica de este análisis, según la cual las respuestas de las variables dependientes deben ser consideradas verdaderas, lo que cabría en ese caso es revisar el conjunto de respuestas de las variables independientes, pero no rechazar sin más el proyecto.

De ahí la necesidad de manejar esta investigación con suma prudencia y con un claro concepto del significado de los estadísticos que se aplican.

### 3.8.- BIBLIOGRAFIA

Títulos	Autores - Ediciones
Tema: Salud Humana y Saneamiento	
"Agua y Salud Humana"	F.Eugene Mc. Junkin Edit. OPS, México, 1986.
"El Control de las Enfermedades Transmisibles en el Hombre"	Publicación Científica de la OPS, Nº 507, Washington 1987.
"Abastecimiento de Agua y Saneamiento:Un Elemento de Atención Primaria de la Salud"	Memorias del Simposio realizado en Guatemala, del 10 al 14 de noviembre de 1986. Publicado en "Programas de Salud Ambiental", Serie Técnica, Nº 26. OMS, 1986.
"Obtención del Máximo Beneficio para la Salud, Una Metodología para Evaluación Preliminar de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento"	Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1982.
"Epidemiologic Evidence for Healths Benefits from Improved Water and Sanitation in Developing Countries"	Steven A Esrey y Jean Pierre Habicht, en "Epidemiologic Review", USA, University School of Hygiene and Public Health, Vol. 8, 1986.
"Diccionario Médico"	Salvat, 3ª Edición, Barcelona 1990
"Patología Estructural y Funcional"	Gotran Kuman Robbin, 4ª Edic. Volumem 1, Bs.Aires, 1990.
"Virus Humanos en el Agua, Aguas Servidas y Suelo"	Informe del Grupo de Estudio de la OMS en "Technical Reports Series" Nº 742, Ginebra (Suiza), 1987.

Tema: Tecnologías Aplicables al Saneamiento

En la Serie del Banco Mundial  
"Appropriate Technology for  
Water Supply and Sanitation"

Nº 1 "Health Aspects of  
Excreta and Sullage  
Management"

Richard G. Feachem, David J.  
Bradley, Hemda Gavelick y D.  
Duncan Mara, 1980.

Nº1 "A Summary of Technical  
and Economic Options"

John M. Kalbermatten, De Anna  
S. Julius y Walter Gunnerson,  
1980.

Nº 13 "Meeting the Needs of  
the Poor for Water Supply and  
Waster Disposal"

Frederick L. Galladay, 1980.

"Technology for Water Supply  
and Sanitation in Developping  
Countries"

Serie Technical Report Series  
Nº 742. Informe de un Grupo  
de Estudios de la OMS, 1987.

"Drinking Water Supply and  
Sanitation for the Dispersed  
Rural Population in Latin  
Countries"

Economic Commission for Latin  
American and the Caribbean,  
Division of Natural Resources  
"Natural Resources Forum, New  
York, USA. 1986."

Serie: "Acute Diarrhoeal  
Diseases in Less Developed  
Countries"

Boletín de la OMS Nº 31, 1964

1.-"An Epidemiological Basis  
for Control"

John E. Gordon, Moisés Behar  
y Nevin S. Scrimshaw, pag. 1-3

2.-"Patterns of Epidemiological  
Behaviour in rural Guatemalan  
Villages"

John E. Gordon, Miguel A.  
Guzmán, Werner Ascoli y Nevin  
S. Scrimshaw, Pag. 9-20.

3.-"Methods for Prevention  
and Control"

John E. Gordon, Moisés Behar  
y Nevin S. Scrimshaw, pag.  
21-28.

"Eliminación de Aguas Negras,  
Suministro de Agua y Diarrea  
Endémica en un Barrio Urbano  
Pobre de Cali, Colombia".

James S. Koopman, en Boletín  
de OSP Nº 88 (5), 1980.

"Water Supply, Sanitation and  
Hygiene Education. Report of  
a Health Impact Study in  
Mirzapur, Bangladesh.

K.M.A. Aziz, B.A. Hoque, A.  
Huttly, K.M. Minatullah, Z.  
Hasan, M.K. Patwary, H.M.  
Rahaman y S. Ciarnicros. En  
"Water and Sanitation Report  
Series" Nº 1, 1990.

"Rural Water Supply and Sanitation in Pakistan. Lesson from Experience"

Hafiz A. Pasha y Michel G. Mc Garry. Worl Bank Technical Papers Nº 105, Washington, 1989.

"Diarrhoel Diseases and Environment"

D. J. Schliessmann. Nota enviada a "Who Study Group on Diarrhoeal Diseases", 1958, publicada en "Public Health Reports Vol.73 (II).

"Field Evaluation of Environmental Sanitation Measures Against Cholera"

J. C. Azurín y M. Alvero. Boletín de OMS, 1974, Nº 51 págs. 19-26.

"Studies on Diarrhoeal Diseases in Seven Countries by the Who Diarrhoeal Diseases Advisory Team"

W. J. Van Zijl. Document Who 66.8.1966.

#### Tema: Métodos para la Investigación en las Comunidades

"Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales"

C. Settiz, M.Jahoda, M.Deustch Edit. S.W.Cook, Madrid, 1965.

"La Estadística"

A. Vessereau en Cuadernos de EUDEBA, 1958.

"Los métodos de Investigación en las Ciencias Sociales"

L. Festinger y D. Katz. Edit. Paidós, Buenos Aires, 1979.

"Estadística Elemental"

Paul C. Hoel Cia. Editorial Continental S.A. México, 1968

"Introducción a la Bioestadística"

Huldah Bancroft, EUDEBA, 1960

"Estadística para Psicólogos"

Jesús Amón. "Estadística Tomo I Descriptiva" Ed. Pirámide S.A., Madrid, 1978.

"Data Analisis and the Social Sciences"

Mc Kay D, Schofield N. y Whiteley P. Ed. Francis Pinter, London, 1983.

"Data Reduction Analysing and interpreting statistical data"

Ehrenberg A.S.C. Edic. J. Wiley and Sons, London, 1978.

Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experimentes with Discrete Responses

Hanemann, M., American Journal of Agricultural Economics (8/84).



- Models of Referendum Data Mc Connell K.E. University of Maryland of Agricultural and Resource Economics (1/88)
- Introducing Referendum Models Paper prepared for I.D.H. Workshop of Valuations Techniques in project analysis (11/80).
- El Marco conceptual del Modelo de Evaluación Contingente Castro, Raúl, Universidad de Los Andes, Colombia (5/91).
- Uruguay, Saneamiento Ambiental de Montevideo, Anexo Técnico: Metodología de Cuantificación de Beneficios Ducci, Jorge, Documento Técnico del BID, 1988.
- Utilización de la Evaluación Contingente en Proyectos de Infraestructura Urbana Corral L. C., Tesis de Magister de Economía, 1990.
- Models for Referendum Data: The Structure of Discrete Choice. Models for Contingent Valuation Ma Connell, K.E. Journal of Environment of Economics and Management, Vol. 18, 1990.
- Tema: Técnicas Complementarias
- "Guía de Educación en Higiene para Sistemas de Abastecimiento de Agua y Saneamiento Ambiental Comunitarios" UNICEF Honduras, 1991.
- "Participación y Educación en Programas de Suministro de Agua Saneamiento" Centro Internacional de Referencia para Potable y Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento. La Haya, 1984.
- "Manual de Técnicas para una Estrategia de Comunicación en Salud" Organización Panamericana de la Salud, Washington, 1985.
- "Intervención de la Comunidad en el Desarrollo Sanitario." Peter Oakley, OMS, Ginebra 1990.
- "Systems of Continuing Education: Priority to District Health Personnel" Report of a WHO Expert Committee, 803, Ginebra 1990.
- "Coordinated Health an Human Resources Development" Report of a WHO Study Group 801, Ginebra, 1990.

#### **4.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

## **4.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

### **4.1.- INTRODUCCION**

A continuación se describen las justificaciones de las normas para estudios topográficos desarrollados. Con el objeto de facilitar su consulta, los comentarios respectivos están ordenados haciendo referencia a la nomenclatura de dichas normas (indicándose N.4.x.x.).

Se han omitido las nomenclaturas de los apartados que, por su naturaleza, no requieren comentarios que los justifiquen.

### **4.2.- ASPECTOS GENERALES (N.4.1.)**

Los aspectos generales de las normas no necesitan mayores aclaraciones. Sin embargo, es probable que deba agregarse que la dirección impuesta a los estudios en:

- Globales
- Del Area a Sanear
- De Detalle
- De Mensura y Afectaciones

obedece a razones de densidad y exactitud de información para los tres primeros y de naturaleza de uso para los últimos.

Por otra parte, fue precisamente esa división la que se utilizó para fijar un orden en el enunciado de las normas propiamente dichas.

### **4.3.- ESTUDIOS GLOBALES (N.4.2.)**

En los antecedentes a consultar para encarar los estudios globales (N.4.2.), se ha incluido más información que la que se utilizará en los documentos a elaborar a tal fin (N.4.2.2.). Ello obedece fundamentalmente a que es necesario cuantificar el nivel y la densidad de datos de los que se va a disponer en los estudios más densos. En el caso de que para estos últimos fuese conveniente disponer de datos detallados como antecedente y no se cuente con los mismos, es probable que no resulte redituable preverlos con sumo detalle y pueda suplirse el requerimiento con información global especialmente prevista para este fin.

Los apoyos y procesos especiales (N.4.2.3.) fueron previstos para aquellos casos en los cuales la compilación de documentos ya elaborados no alcance para satisfacer las necesidades mínimas de la evaluación general. Por eso, fueron especificados trabajos mínimos, prácticamente expeditivos,

con el fin de no elevar los costos en aspectos que no requieren mayor exactitud.

#### 4.4.- ESTUDIOS SOBRE EL AREA A SANEAR (N.4.3.)

En el apoyo horizontal (N.4.3.2.), se trató de referir las posiciones a un sistema geodésico único. Si bien este requerimiento no era imprescindible en los planteos clásicos, la creciente adopción de sistemas georreferenciados (GIS, LIS, etc.) está imponiendo esa modalidad, a tal punto que fue objeto de una resolución del VIII Congreso Nacional de Cartografía (Santa Fé, junio de 1991). A su vez, se previeron controles especiales para el caso de que se use triangulación. Esto se debe a que suele ocurrir que los antecedentes de puntos de 3er. orden pueden tener incongruencias con los de 1er. y 2do. orden y aún entre éstos suele ser necesario verificar que no pertenezcan a redes distintas e inclusive a cálculos efectuados para compensaciones distintas.

En otros casos (triangulación, poligonal o posicionamiento satelitario), esas falencias se ponen en evidencia, lo cual corre el riesgo de no ocurrir con una triangulación si no se efectúan verificaciones como las previstas. La exactitud requerida en N.4.3.2.1. para el distanciómetro:

$$\pm 0,02 \text{ m} * (K + 1), \text{ donde } K = \text{distancia en Km,}$$

es fácilmente alcanzable con distanciómetros electroópticos; el término  $\pm 0,02 \text{ m} * K$  tiende a admitir errores sistemáticos que provienen del ajuste de frecuencia y de la corrección de condiciones ambientales y el  $\pm 0,02 \text{ m}$  es una tolerancia en el error accidental de lectura y ajuste del equipo (prisma y distanciómetro propiamente dicho).

La discriminación de lectura del teodolito  $\pm 10''$  se previó en ese orden, ya que con dos reiteraciones es previsible que baje a  $\pm 10''/\sqrt{2} \approx 7'' \approx 1:30.000$ , que es compatible con el error relativo que tendría el distanciómetro especificado para un lado del orden de 2.000 metros, longitud previsible en una red tipo.

La tolerancia planimétrica prevista para soluciones múltiples

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

absorbe la propagación de los errores anteriores y otros efectos admisibles en redes de ese tipo.

En poligonales con distanciómetro (N.4.3.2.2.), se adoptaron tolerancias angulares y en coordenadas que también están fundadas en la propagación de errores. Para los casos de cierres sobre puntos dados, se agregan valores que puedan

surgir de la falta de exactitud en los mismos, tanto en posición como en su incidencia en la orientación.

Para posicionamiento satelitario (N.4.3.2.3.), se limitó su aplicación a procedimientos relativos (con dos o más instrumentos), puesto que la determinación puntual no satisface los requerimientos mínimos.

La limitación de geometría (HDOP menor que 5) se estableció para asegurar fundamentalmente la posición horizontal, ya que no se prevé emplearlo como recurso altimétrico.

La tolerancia en las componentes de los vectores ajustados versus medidos es una precaución elemental para asegurar la coherencia interna de una red de este tipo. El valor menor de la componente en Z, con respecto a las componentes X e Y, está fundado en el hecho que los sistemas locales suelen presentar un desajuste en orientación que se manifiesta como un giro alrededor del eje Z y afecta a esas últimas componentes en mayor grado que a la primera.

El empleo de poligonales tradicionales con cinta de agrimensor se la limitó a áreas muy reducidas, ya que la propagación de los errores de la cinta no admite su extensión a superficies importantes. En este caso, se amplió la tolerancia angular debido a que no se justifica afinar tal medición con distancias de error apreciable. En la misma proporción, fueron ampliados los errores en coordenadas.

En el apoyo vertical (N.4.3.3.), fueron previstos errores y métodos distintos de acuerdo a las pendientes de la zona. Las de menor pendiente deben contar con un control periférico de precisión, cuyas tolerancias se introduzcan en función de la metodología especificada.

También en este caso se distinguieron los recorridos entre puntos conocidos y con controles internos. Se adoptó como criterio fundamental la verificación de la coherencia entre puntos de cota conocida. Esta precaución obedece a que en muchas oportunidades se han constatado incongruencias, algunas de ellas por naturaleza heterogénea de información y otras por inestabilidad vertical de los puntos fijos.

Para las nivelaciones topográficas (N.4.3.3.2.), se previeron tolerancias mayores, las cuales también pueden ser satisfechas con los equipos y precauciones especificados. El procedimiento se extendió inclusive para densificar redes que en su periferia hayan sido medidas mediante nivelación de precisión, admitiendo una tolerancia algo mayor ya que esos itinerarios están limitados en la propagación de errores.

La admisión de nivelación trigonométrica (N.4.3.3.3.), como alternativa en zonas de pendientes mayores de 2%, fue una posibilidad que se consideró válida

exclusivamente para su uso con distanciómetro electroóptico, en cuyo caso, es posible satisfacer las tolerancias previstas. Por otra parte, se adoptó la precaución de que redes de este tipo cuenten con un control periférico de nivelación geométrica.

En los cruces de los ríos o valles, se previeron precauciones necesarias para asegurar el desnivel, compensando condiciones ambientales e instrumentales. La utilización de un mínimo de dos cruces con distinta orientación obedece a la necesidad de que, en ambas secciones, el comportamiento disimétrico de la refracción tenga un efecto distinto y se mejore el resultado final.

Para la confección de la planimetría general (N.4.3.4.), también se previeron métodos distintos en función de la pendiente. La restitución aerofotogramétrica se la consideró válida para altimetría solamente cuando se presenten pendientes de terreno superiores al 1%, con las precauciones que se describen en N.4.3.4.2..

Dentro de las precauciones específicas para ese caso están la escala de vuelo grande y el denso apoyo altimétrico. Por otra parte, se limitó el trazado directo de curvas de nivel a pendientes mayores del 2%; ello está fundado en el hecho que el acotamiento puntual es más preciso que el seguimiento continuo de una línea de cota constante.

La previsión mínima de  $4 + 0,2 * M$  puntos planialtimétricos para la planimetría por vía fotogramétrica (N.4.3.4.1 y N.4.3.4.2.), obedece a las posibilidades que brindan buenos programas de ajuste de bloques de aerotriangulación.

En los levantamientos topográficos (N.4.3.4.3.), se limitó el uso de taquimetría estadimétrica a pendientes entre 2% y 10%; ello se debe a que, para pendientes menores del 2%, no es recomendable contar con una altimetría de esa calidad y que, para pendientes superiores al 10%, el error en la distancia entra a incidir significativamente en la cota hasta hacer intolerable el error de ésta.

En N.4.3.4.4., levantamiento batimétrico, se hace hincapié en el relacionamiento altimétrico con la estadística de niveles de agua (mareométrico o hidrométrico). Ello está fundado en el hecho de que difícilmente en otra etapa del trabajo se analicen tanto ambas variedades de información, cuya homogeneidad es fundamental para el diseño de las obras.

En el punto final de los estudios sobre el área a sanear: Documento a elaborar (N.4.3.4.5.), se vuelve a insistir en los límites que deben considerarse, incluyendo algunos aspectos periféricos, que frecuentemente suelen obviarse.

#### **4.5.- BATIMETRIA (N.4.4.)**

En primer lugar, debe aclararse que estas especificaciones se independizaron de las dadas en N.4.3. y N.4.5., puesto que son válidas para ambas, con las particularidades que se agregan en cada una de ellas.

Para las mediciones de profundidad (N.4.4.2.) se formularon exigencias para el equipo ecógrafo a fin de evitar el uso de instrumental inadecuado.

La escala vertical (1:100 o mayor) es necesaria para poder discriminar 0,10 m sobre el ecograma.

La velocidad de registro (igual o mayor de 3cm/min.) se impuso para que puedan obtenerse los detalles morfológicos con suficiente discriminación, para las velocidades previstas para la embarcación en el mismo apartado. Asimismo, se le impusieron capacidades de ajuste para permitir la obtención de información con buen estado de calibración, operación a la que se le da énfasis para que los datos sean confiables.

En el posicionamiento (N.4.4.3.), se limitan los ángulos de intersección a fin de que los errores angulares o de distancias no se multipliquen, diluyendo la precisión de la posición.

#### **4.6.- ESTUDIOS DE DETALLE (N.4.5.)**

Para la densificación del apoyo (N.4.5.1.) se impusieron tolerancias bastante estrictas con respecto a la exactitud relativa. Dichos límites son alcanzables con buen instrumental y precauciones normales en las operaciones. La finalidad de dichas exigencias es la de permitir la mayor coherencia en las distintas etapas del proyecto, construcción y explotación de la infraestructura a implantar.

Con respecto a la precaución de eliminar las deformaciones de la proyección, cabe la aclaración que, si no se adoptara tal recaudo, podrían introducirse errores de hasta 4 o 5 centímetros cada 100 metros, lo cual puede distorsionar dimensionamientos y cálculos.

#### **4.7.- TRABAJOS DE MENSURA Y AFECTACIONES (N.4.6.)**

Para los planos de mensura (N.4.6.2.), se previeron pautas que promuevan a la buena predisposición de los propietarios, tales como evitar remanentes intransferibles o dejarles porciones sin aprovechamiento. Esta modalidad tiende a evitar conflictos que puedan llegar a afectar los cronogramas de obra. Criterio análogo se aplicó en la previsión de planos de servidumbre (N.4.6.3.).

Por otra parte se previeron elementos para el ordenamiento y consulta de antecedentes (N.4.6.4.), los cuales apuntan a lograr eficiencia en el manejo de derechos sobre inmuebles afectados.

Los relevamientos de mejoras (N.4.6.5.) constituyen los elementos básicos para proceder a las tasaciones y obtener precios equitativos en las operaciones inmobiliarias. Estas informaciones son útiles para adoptar decisiones durante el diseño y cuando sea necesario tramitar la transferencia del dominio.

#### 4.8.- BIBLIOGRAFIA

- 4.8.1.- JOSE PAZ MAROTO, JOSE PAZ CASAÑE, Abastecimientos de Agua, Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1962.
- 4.8.2.- GORDON M. FAIR, J. C. GEYER, D. A. OKUN, Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales - 1, Limusa, Wiley SA, México, 1968
- 4.8.3.- Admiralty Manual of Hydrographic Surveying, Vol. 1 y 2, HYDROGRAPHER OF THE NAVY, Londres, 1965, 1969, 1973.
- 4.8.4.- Advanced Environmental Sanitation (folleto sobre el curso de postgrado), INTERNATIONAL INSTITUTE FOR HYDRAULIC AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, Delft, 1991.
- 4.8.5.- Anuarios Hidrográficos, AGUA Y ENERGIA ELECTRICA, Buenos Aires, Publicación Periódica.
- 4.8.6.- Anuarios Hidrográficos, DIRECCION NACIONAL DE CONSTRUCCIONES PORTUARIAS Y VIAS NAVEGABLES, Publicación Periódica, Ultima Edición: Buenos Aires 1980.
- 4.8.7.- Aportes Técnicos (gráficos), REVISTA "INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL", N°6, AIDIS, Buenos Aires, Febrero de 1992.
- 4.8.8.- Cartografía de Areas de Riesgo, Notas sobre Ambientalismo, UNESCO, Buenos Aires, 1991.
- 4.8.9.- Catálogos CARIS 1, 2 y 3, CENTRO ARGENTINO DE REFERENCIAS EN INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE, Buenos Aires, 1975, 1976, 1977.
- 4.8.10.- Curso sobre Diseño de Plantas de Tratamiento para Pequeñas Comunidades, Manual, UNIVERSIDAD DEL SALVADOR, FACULTAD DE INGENIERIA Y AGRONOMIA, San Salvador, 1966.



- 4.8.11.- Decreto de la Cuota de Resarcimiento, Dto. N° 2125/78 modificado por el Dto. N°674/89, PODER EJECUTIVO NACIONAL, Buenos Aires, 1989.
- 4.8.12.- Diseño de Abastecimiento de Agua Potable a Comunidades Rurales, Manual del curso de postgrado, ESCUELA DE INGENIERIA SANITARIA, Facultad de Ingeniería de la U.B.A., Buenos Aires, 1967.
- 4.8.13.- Encuentro Fotogramétrico, Publicación Anual, ASOCIACION ARGENTINA DE FOTOGRAMETRIA Y CIENCIAS AFINES, Buenos Aires.
- 4.8.14.- M. TERESA ESTEVAN BOLEA, Evaluación del Impacto Ambiental, Fundación MAPFRE, Madrid, 1984.
- 4.8.15.- Especificaciones para Cartas Náuticas, Portuarias, de Aproximación y Costeras, a Escalas 1:500.000 o Mayores (Tercera edición), CENTRO HIDROGRAFICO-TOPOGRAFICO DE LA DEFENSE MAPPING AGENCY, INTER AMERICAN GEODETIC SURVEY, Escuela Cartográfica, Panamá, 1985.
- 4.8.16.- Feld und Land Messung, Absteckungsarbeiten (Band II), Dr. MAX KNEISSL, Handbuch der Vermessungskunde, J. E. K. Metzler, Stuttgart, 1963.
- 4.8.17.- R. B. GODWIN, B. L. FOXWORTHY, V. A. VLADIMIROV, Guidelines for Water Resource Assessments of River Basins, International Hydrological Programme, UNESCO, Paris, 1990.
- 4.8.18.- Hidrología de las Grandes Llanuras, Volúmenes I, II y III (Coloquio Olavarría 1983), COMITE NACIONAL PARA EL PROGRAMA HIDROLOGICO INTERNACIONAL (CONAPHI), Buenos Aires, 1984.
- 4.8.19.- Hohenmessung Tachymetrie (Band III), Dr. MAX KNEISSL, Handbuch der Vermessungskunde, J. E. K. Metzler, Stuttgart, 1963.
- 4.8.20.- I.H.O. Standards For Hydrographic Surveys and Classification Criteria for Deep Sea Soundings, Special Publication N° 44, INTERNATIONAL HIDROGRAPHIC BUREAU, Mónaco, 1982.
- 4.8.21.- Instrucción Hidrográfica N° 03/83 sobre Cartas en Escalas 1:50.000 o Mayores, SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL, Buenos Aires, 1983.
- 4.8.22.- Instrucciones Hidrográficas Preliminares, SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL, Buenos Aires, 1976.

- 4.8.23.- ING. OTTO E. BODENBENDER, Instrucciones para Estudios de Provisión de Agua Potable, Revista O.S.N. Nº 69, Buenos Aires, 1943.
- 4.8.24.- Inventario de Levantamientos Aerofotogramétricos sobre Centros Urbanos y de Imágenes Satelitarias, SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL (Publicación H.1032), Buenos Aires, 1981.
- 4.8.25.- Landliche Neuordnung (Flurbereinigung), Handbuch der Vermessungskunde, HANS GAMPERL, J.E.K. Metzler, Stuttgart, 1967.
- 4.8.26.- EMIL T. CHANLETT, La Protección del Medio Ambiente, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1976.
- 4.8.27.- Manual de Gestión Ambiental para Obras Hidráulicas con Aprovechamiento Energético, SUBSECRETARIA DE PLANIFICACION ENERGETICA, Secretaría de Energía, Buenos Aires, 1987.
- 4.8.28.- Manual de Mediciones Hidrográficas e Hidrométricas, LABORATORIO HIDRAULICO DE DELFT, Proyecto de Asistencia Técnica Holandesa, 1980.
- 4.8.29.- Manual de sensores remotos, COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES, Buenos Aires, 1980.
- 4.8.30.- Manual of remote sensing (Vol. I y II), AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRIE, Fall Church Falls, Virginia, 1983.
- 4.8.31.- S. D. WALL, T. G. FARR, J. P. MULLER, P. LEWIS, F. W. LEBERT, Measurement of surface microtopography, Fotogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. LVII, Nº 8, Virginia, August 1991.
- 4.8.32.- Medio Ambiente y Calidad de Vida (Documento - Guía), CONSEJO PUBLICITARIO ARGENTINO, Buenos Aires, diciembre de 1991.
- 4.8.33.- STUART E. MARSH, JAMES L. WALSH, CHRISTOPHER T. LEE, LEE A. GRAHAM, Multitemporal Analysis of Hazardous Waste Sites Trought the Use of a New Bi-Spectral Video Remote Sensing System and Standard Color-Ir Photography, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. LVII, Nº 9, Virginia, September 1991.
- 4.8.34.- Normas de Diseño, Materiales y Uniformidad de Instalaciones y Equipos en los Aprovechamientos del SNAP, Tomo II, Normas de Estudios, Diseños y Presentación de Proyectos, PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE RURAL, SUBSECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS, SERVICIO NACIONAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL (SNAP), Buenos Aires, 1991.

- 4.8.35.- Normas de Diseño, Materiales y Uniformidad de Instalaciones y Equipos en los Aprovechamientos del SNAP, Tomo III, Pliegos, SERVICIO NACIONAL DE AGUA POTABLE, Buenos Aires, 1987.
- 4.8.36.- Normas de Estudios, Diseño y Presentación de Proyectos de Desagües Cloacales para Poblaciones entre 15.000 y 30.000 habitantes, M.O.S.P., SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS, SERVICIO NACIONAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (SNAP), Buenos Aires, 1984.
- 4.8.37.- Normas Nº 18 - Comisiones de Estudio para Proyectar Obras Nuevas de Saneamiento - Instrucciones Generales para Estudios de Campaña Relativos a la Preparación de Proyectos de Obras de Provisión de Agua Potable, OBRAS SANITARIAS DE LA NACION, Buenos Aires, 1943.
- 4.8.38.- Normas para Levantamientos Hidrográficos, BUREAU HYDROGRAPHIQUE INTERNATIONAL, Mónaco 1987.
- 4.8.39.- Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (Revista mensual), Church Falls, Virginia.
- 4.8.40.- Photogrammetrie (Band III a), KARL RINNER, RUDOLF BURKHARDT, Handbuch der Vermessungskunde, J. E. K. Metzler, Stuttgart, 1971.
- 4.8.41.- Plan Nacional de Saneamiento Básico - Documentación Final, SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS, M.O.S.P., Buenos Aires, 1988.
- 4.8.42.- Plan de Vuelos Fotogramétricos - Especificaciones Generales, SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL, Buenos Aires, 1983.
- 4.8.43.- ING. JULIO SANTA MARIA, Pliego de Especificaciones Técnicas Mínimas para la Construcción de Obras Civiles Externas de Provisión de Agua (Título 8), Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural (SNAP), Subsecretaría de Recursos Hídricos, Buenos Aires, 1985.
- 4.8.44.- ING. JOSE MANUEL RESTREPO, Saneamiento Ambiental (sobre cómo resolver el problema del manejo del agua residual), Revista "Ingeniería Sanitaria y Ambiental", Nº5, pág.46, AIDIS, Buenos Aires, 1991.
- 4.8.45.- Primer Encuentro Nacional de Saneamiento Básico, Documentación Final, SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS, Buenos Aires, 1987.

- 4.8.46.- Principles of Water Quality Management, W. WESLEY ECKENFELDER Jr., CBI Publishing Co. Inc., Boston, 1980.
- 4.8.47.- GORDON M. FAIR, J. C. GEYER, D. A. OKUN, Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales - 2, Centro Regional de Ayuda Técnica, México, Buenos Aires, 1971.
- 4.8.48.- Resumen de la Principal Bibliografía Mundial Relacionada con los Sensores Remotos Aplicados a la Evaluación y Manejo de los Recursos Naturales, AEROTERRA S.A., INCYTH, Buenos Aires, 1975.
- 4.8.49.- Revista del Instituto Geográfico Militar, I.G.M., Publicación anual o semestral del Instituto Geográfico Militar, Buenos Aires.
- 4.8.50.- Satellitengeodäsie, GÜNTER SEEGER, W. de Gruyter, Berlin, 1989.
- 4.8.51.- Sea Surveying J., ALLAN INGHAM, J. Wiley, London, N.Y., Sydney, Toronto, 1975.
- 4.8.52.- Seminario Internacional Hidrológico de Grandes Llanuras, MEMORIA UNESCO (PHI) Y COMITE NACIONAL PARA EL PROGRAMA HIDROLOGICO INTERNACIONAL (C.O.N.A.P.H.I), Buenos Aires, 1989.
- 4.8.53.- Special GIS Issue - Land Use / Land Cover, PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING, Vol. LVII, Nº 11, Virginia, November 1991.
- 4.8.54.- Special Issue: Integration of Remote Sensing and GIS, PHOTOGRAMMETRIC ENGINEERING AND REMOTE SENSING, Vol. LVII, Nº 6, Virginia, June 1991.
- 4.8.55.- Standard and Specifications for Geodetic Control Networks. FEDERAL GEODETIC CONTROL COMMITTEE, NOAA, Rockville Maryland (USA), 1984.
- 4.8.56.- DOUG C. BROCKELBANK, ASHLEY P. TAM, Stereo Elevation Determination Techniques for SPOT Imagery, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. LVII, Nº 8, Virginia, August 1991.
- 4.8.57.- Supplement N°2-1980 to General Instructions for Hydrographic Surveyors, HYDROGRAPHER OF THE NAVY, Londres, 1980.
- 4.8.58.- Tablas de Mareas, SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL, Buenos Aires, Publicación Anual.
- 4.8.59.- The Geodesist Handbook, ASOCIACION INTERNACIONAL DE GEODESIA, Paris, 1985.

- 4.8.60.- MANUEL CHUECA PAZOS, Topografía (2 tomos), Editorial Dossat, Madrid, 1982.
- 4.8.61.- ING C. LEVI, GUSTAVO GILI, Tratado de Construcciones Civiles (Tomo II), Obras Públicas e Hidráulicas, Barcelona, 1920.
- 4.8.62.- DR. ING. AGR. MARCELO CONTI, Tratado de Hidrología Agrícola, Biblioteca Agronómica y Veterinaria, Tomo I, Facultad de Agronomía y Veterinaria, U.B.A., Buenos Aires, 1938.
- 4.8.63.- EDDY -METCALF, Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales, Labor, Barcelona, 1981.
- 4.8.64.- M. B. Mc PHERSON, F. C. ZUIDENA, Urban Hydrological Modeling and Catchment Research: International Hydrological Programme, A Contribution to the International Hydrological Programme, UNESCO, Paris, 1978.
- 4.8.65.- HEINZ WITTKE, GUSTAVO GILI, Vademecum del Topógrafo, Barcelona, 1976.

## **5.- GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES**

## 5.- GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

### 5.1.- INTRODUCCION

Al encarar un proyecto de ingeniería, una de las primeras dificultades con la que se tropieza, es la de definir los alcances de los denominados "Estudios Básicos".

Por las características particulares que presenta la Mecánica de Suelos, la definición del tipo y cantidad de las Investigaciones Geotécnicas, plantea, por lo general, una dificultad especial.

Esta circunstancia, unida a que, generalmente, los profesionales encargados de redactar las Especificaciones Técnicas que integran los pliegos de concursos de precios no son especialistas en la materia, ha dado origen a que, en muchas ocasiones, las mismas resulten inadecuadas para los problemas técnicos a resolver.

Las consecuencias de lo antedicho son ampliamente conocidas: el proyectista se encuentra con que los parámetros que requiere para su trabajo o son inadecuados o bien insuficientes y, en consecuencia, debe solicitar que se ejecuten estudios adicionales, con la implicancia económica y demoras en el proyecto que esto implica o, lo que resulta más grave, debe adoptar parámetros ponderados y necesariamente conservativos, que implican un encarecimiento de la obra y, por lo común, dan origen a reclamos de adicionales por parte de las empresas contratistas.

Teniendo en cuenta el marco de referencia del presente estudio de Normas, que pone especial énfasis en la consideración de la problemática socio-económica de las localidades a servir y en la necesidad de adiestrar al personal que asuma la responsabilidad de la instrumentación del programa, es que, a continuación, se detallarán los criterios a seguir para lograr una adecuada planificación de los Estudios Geotécnicos, dentro del mencionado marco de referencia.

### 5.2.- FUNDAMENTOS

La mecánica de suelos, como rama de la ingeniería civil, se fundamenta en criterios científicos y se apoya en modelos matemáticos comunes a otras disciplinas de la ingeniería.

No obstante, dado que su objeto de estudio son los diferentes materiales que componen la superficie de la corteza terrestre desde el punto de vista de su comportamiento mecánico ante las acciones exteriores

originadas por los distintos tipos de estructuras a implantar y, teniendo en cuenta, que cada estructura puede transmitir al subsuelo, solicitudes diversas, la gran cantidad de combinaciones posibles de los factores antes mencionados hace que no puedan formularse postulados de validez universal que sean susceptibles de una normatización estricta.

Efectivamente, si bien pueden realizarse clasificaciones y tipificaciones de suelos en función de su génesis, características geomecánicas, circunstancias geomorfológicas, etc., para cada tipo de suelo, en función del tipo de solicitudes a que pueden ser requerido y según sea considerado material de fundación o como elemento constitutivo de la estructura, pueden plantearse diferentes métodos de investigación, cuya implementación depende, a su vez, de diversos factores tanto de índole técnica como económica y, eventualmente, logística.

Las circunstancias antedichas hacen que, si bien cada uno de los métodos de investigación tanto de campo como de laboratorio se encuentran normatizados o son susceptibles de serlo, su implementación y aplicación a cada caso en particular requiera de la participación de un especialista, interactuando con los técnicos de las otras disciplinas que concurren a un proyecto determinado.

En otro orden de cosas, cabe señalar que tanto para la realización de las investigaciones de campo, como para la ejecución de los ensayos de laboratorio, que resultan esenciales para esta disciplina, se requiere de personal calificado y de equipos, cuyo alto valor hace que solamente una empresa dedicada de lleno a esta especialidad pueda encarar estas tareas a costos compatibles con los de los proyectos que dan origen a la presente normativa.

De lo expresado, surge que el alcance del presente trabajo es el de suministrar elementos de juicio para la elaboración de programas de trabajos y metodologías de investigación para cada tipo de material que eventualmente pueda presentarse (suelos finos, materiales granulares gruesos, rocas), condicionados a los requerimientos y alcances de la presente normativa y acordes con las características de los diferentes proyectos tipo a elaborar, planteando las distintas alternativas posibles.

Asimismo, se indican las circunstancias, ante las cuales, las características particulares de algunos materiales pueden requerir una investigación de detalle, cuya necesidad de implementación es adecuadamente acotada (suelos expansivos, colapsables, susceptibles de licuefacción, etc.).

Para cada una de las determinaciones cuya implementación sea indicada, se detallan las normas existentes cuyo seguimiento se aconseja.



### 5.3.- ETAPAS DE LA INVESTIGACION

La optimización de un programa de investigaciones geotécnicas implica, necesariamente, la implementación de las siguientes etapas:

#### 5.3.1.- Reconocimiento del Sitio - Recopilación de Antecedentes

Para poder elaborar un programa racional de investigaciones, resulta fundamental conocer, a grandes rasgos, las características geológicas del área.

Si bien existe bibliografía geológica regional que puede dar un primer panorama con respecto al tipo de materiales predominantes, las características puntuales de los distintos proyectos a encarar hacen necesario el reconocimiento expeditivo de los diferentes emplazamientos de las obras. Esta tarea deberá estar a cargo de un profesional geólogo o ingeniero especialista en geotecnia, quien deberá elaborar un informe conteniendo sus recomendaciones con respecto al tipo de investigación más adecuado y puntualizando las singularidades que puedan requerir un estudio preferencial.

Esta tarea de reconocimiento en el sitio será complementada con la recolección de datos geotécnicos que ayuden a la elaboración del programa de investigaciones de campo a implementar. Entre estos datos, que fácilmente podrán obtenerse en los distintos municipios, delegaciones de Entes Oficiales (AyEE, V.N., Entes Provinciales, etc.) y empresas constructoras locales, debe prestarse especial atención a los siguientes:

- Posición del nivel freático.
- 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 elaborados.

La correcta implementación de esta etapa elimina la posibilidad de investigaciones no previstas, al mismo tiempo que posibilita el avance en la elaboración de los esquemas preliminares de proyecto sobre bases firmes.

### 5.3.2.- Investigaciones Básicas de Campo y Laboratorio para el Estudio de las Condiciones de Cimentación de las Diferentes Estructuras y Evaluación de Métodos Constructivos

En base a los resultados que se obtengan de la etapa de reconocimiento previo y en función de los requerimientos del proyecto, es posible definir el tipo y la cantidad de investigaciones a realizar durante esta segunda fase de los estudios.

Deben plantearse metodologías que, cumplimentando requisitos mínimos, aseguren la adecuada resolución de los diferentes problemas geotécnicos que planteen las obras a estudiar.

A continuación, se indican los criterios mínimos a tener en cuenta, en función de las características de los materiales predominantes en cada sitio.

En forma esquemática, se pueden considerar tres tipos de materiales que, por sus características, requieren de metodologías de investigación bien diferenciadas: Rocas Aflorantes o Subaflorantes, Materiales Granulares Gruesos (gravas) y Suelos Finos de tipo Cohesivo o Limo-Arenoso.

Debe tenerse en cuenta que difícilmente, para un emplazamiento dado, se presente solamente una de las circunstancias mencionadas anteriormente, siendo lo más probable que, en distintos sectores del emplazamiento, se encuentren diferentes condiciones geotécnicas o, por lo menos, que exista algún punto con características particulares con respecto al resto.

### 5.3.3.- Rocas Aflorantes o Subaflorantes

A los efectos de la presente norma, y en términos poco ortodoxos, definiremos 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.

Teniendo en cuenta que el objetivo de la presente normativa es el de elaborar proyectos que puedan ser construidos en localidades con diferentes características, en lo que hace a las condiciones geotécnicas del subsuelo, y que las circunstancias socio-económicas de las localidades a servir obliga a dejar de lado tecnologías constructivas de alta complejidad, en general, la magnitud de las cargas a transmitir por las estructuras será relativamente moderada, y se tenderá a buscar sistemas de fundación de tipo convencional. En consecuencia, los métodos de investigación para materiales rocosos deberán responder a estas premisas.

Por lo tanto, las investigaciones de campo en sitios donde se presenten rocas aflorantes, se realizarán mediante reconocimientos geológico-geotécnicos superficiales, que podrán ser complementados con perforaciones expeditivas realizadas mediante el empleo de equipos portátiles a rotopercusión (tipo Cobra, Pionjars o similar), que permiten una evaluación cualitativa del grado de alteración y/o fracturación de la roca, con una precisión adecuada a los requerimientos de proyectos de estas características.

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

Se obtendrán muestras típicas de los materiales de cubierta y de la roca, las cuales deberán ser cuidadosamente identificadas y acondicionadas para su envío al laboratorio.

El informe a elaborar para las tareas de campo deberá 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.
- Existencia de capa freática, determinando las posibles fluctuaciones del nivel de la misma.
- Registro fotográfico detallado que permita interpretar y/o visualizar las circunstancias indicadas anteriormente.

En el laboratorio, se efectuarán, como mínimo, las siguientes determinaciones:

#### **Sobre el Material de Cubierta:**

- Análisis granulométrico 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 caso de tratarse de rocas sedimentarias, se ejecutarán, además, las determinaciones indicadas para el material de cubierta.

#### **5.3.4.- Materiales Granulares Gruesos (gravas)**

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

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

Durante la ejecución de las calicatas, se llevarán 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 ejecutarán los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis granulométrico 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.)

#### 5.3.5.- Investigaciones en Suelos Finos de tipo Cohesivo o Limo-Arenoso

Los programas y metodologías operativas correspondientes a la investigación de las características geotécnicas de los suelos finos, son las más difundidas por distintas razones pero, fundamentalmente, por ser estos materiales los que presentan mayor diversidad en lo que hace a su génesis, comportamiento geomecánico, dificultad de tipificación, etc.

Paradójicamente, son los suelos finos los que, en general, dan origen a la mayor disparidad de criterios para la evaluación de sus propiedades geomecánicas y de la interacción suelo-estructura.

Esta circunstancia hace que deba tenerse especial cuidado al proponer una metodología de investigación para estos materiales, dado que también son ellos los que dan origen a la mayor cantidad de problemas en las estructuras, cuando se trata de estudiarlos en forma simplificada confiándose en la amplia experiencia existente.

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

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

- Ensayo normal de penetración: mediante la hincas de un sacamuestras provisto de zapatos 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.  
(Norma 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.  
(Norma I.R.A.M. 10.517).
- Delimitación de la secuencia y espesor de los diferentes estratos por reconocimiento tacto - visual de los suelos extraídos.  
(Norma E - 3 Bureau of Reclamation).
- Medición del Nivel de agua libre subterránea.

Todos los datos obtenidos de las determinaciones anteriormente indicadas deben ser volcadas 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.).

Este requisito resulta de fundamental importancia, pues es el elemento que permitirá al profesional a cargo de la ejecución del estudio definir una de las mayores incógnitas que plantea, a priori, la investigación en suelos finos: la profundidad de los sondeos.

En efecto, en base a los datos que se van obteniendo durante la ejecución del sondeo, fundamentalmente el E.N.P. (Ensayo Normal de Penetración) y en función del conocimiento previo de las características de la estructura a proyectar, deberá definirse, en el sitio, la profundidad final que deberán alcanzar las perforaciones.

Si bien, a este respecto, no existen criterios uniformes que tengan validez universal, en general pueden emplearse los siguientes:

- En el caso de que los resultados de la perforación indiquen claramente la factibilidad de realizar fundaciones directas, podrá considerarse como profundidad mínima de los sondeos la resultante de adicionar al nivel de fundación previsto dos veces el ancho de la fundación, en el caso de tratarse de zapatas aisladas. Para estructuras de cargas distribuidas sobre grandes áreas horizontales, tales como las unidades de algunos tipos de plantas de tratamiento, la profundidad de las investigaciones será tal que garantice la

presencia de un manto que asegure la continuidad de las características geotécnicas del suelo de fundación y, por ende, que no se producirán asentamientos diferenciales incompatibles con la estructura.

- En el caso de fundaciones profundas deberán considerarse dos circunstancias: penetración mínima del pilote en mantos resistentes (de 3 a 5 veces el diámetro del mismo) y adicionar a la longitud resultante 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 alojarán a la punta del pilote.

Los criterios anteriormente expuestos, no tienen validez absoluta y deberán ser considerados como elementos orientativos. Finalmente, resulta obvio destacar que siempre resulta aconsejable adoptar un criterio conservador al definir la longitud de los sondeos.

Todas las muestras extraídas serán sometidas a las siguientes determinaciones de laboratorio:

- Contenido Natural de Humedad.  
(Norma E-9 Bureau of Reclamation).
- Límites de Atterberg: Líquido y Plástico.  
(Norma IRAM 10.501/10502 - ASTM D 4318/D 424).
- Análisis Gramolométrico (Norma IRAM 10.512).
- Descripción Macroscópica de las muestras: color, olor, presencia de óxidos, conchillas, etc.  
(Norma E-3 Bureau of Reclamation).
- Clasificación según el Sistema Unificado de Casagrande.  
(Norma E-3 Bureau of Reclamation).
- Determinación de Pesos Unitarios Húmedos y Secos.  
(Norma I.R.A.M. 1533).
- Ensayo de Compresión Triaxial No Consolidados, No Drenados, con el contenido natural de humedad sobre muestras típicas.  
(Norma E-17 Bureau of Reclamation).
- Análisis Químico de Agresividad sobre muestras de suelo y agua.  
(Norma DIN 4030 - "Evaluación de Agresividad de Suelos y Aguas" de O.S.N.).

Los resultados obtenidos de los estudios básicos descriptos en el presente numeral, unidos a los requerimientos particulares de cada proyecto, permitirán definir los alcances y, eventualmente, la necesidad de implementar la tercera etapa de investigaciones, referidas a Estudios Geotécnicos Especiales de Laboratorio.

La necesidad y alcance de estos Estudios Complementarios, deberán ser ampliamente justificados por el especialista interviniente mediante un informe de avance donde proponga el tipo y cantidad de determinaciones que considera necesario ejecutar, el cual deberá ser autorizado por el Organismo interviniente, previamente a su implementación.

En función de los datos preliminares obtenidos durante la etapa de reconocimiento previo, se estará en condiciones de prever las determinaciones especiales que, eventualmente, pudieran requerirse.

#### **5.4.- INVESTIGACIONES GEOTECNICAS COMPLEMENTARIAS**

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

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

Estos Estudios Complementarios de Detalle implicarán solamente determinaciones especiales de laboratorio.

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

##### **5.4.1.- Rocas Aflorantes o Subaflorantes**

Dadas las características de los Proyectos a encarar, se considera que, ante la presencia en el emplazamiento de materiales de estas características, en principio, no se requerirán investigaciones complementarias.

##### **5.4.2.- Materiales Granulares Gruesos (gravas)**

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

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



#### **5.4.3.- Suelos Finos de Tipo Cohesivo o Limo-Arenoso**

Según se indicara en el numeral 5.3.5, estos materiales son los que, por sus características, pueden plantear mayores dificultades para la definición de sus parámetros. Consecuentemente, también son los que pueden requerir de mayores investigaciones de detalle.

Dado que resulta prácticamente imposible cubrir todas las eventualidades particulares que pueden presentarse, a continuación se analizan las circunstancias más frecuentes que pueden presentarse:

##### **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 Comprensibles**

Ante la presencia de suelos de baja consistencia, que requieran un análisis detallado de sus características de comprensibilidad, pueden ser necesarias las siguientes determinaciones complementarias:

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

##### **Suelos Colapsables**

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

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

## **5.5.- YACIMIENTOS Y FUENTES DE PROVISION DE MATERIALES DE CONSTRUCCION**

Dadas las características de los proyectos a elaborar y el marco de referencia impuesto a la presente normativa, se considera que las tareas inherentes a la búsqueda de fuentes de provisión de materiales para la construcción de obras de materiales sueltos deberá, 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 las mismas para la realización de ensayos de caracterización en laboratorio.

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

En resumen, se considera que, dados los volúmenes reducidos de materiales que pueden requerirse, no se justifica realizar investigaciones tendientes a la búsqueda de nuevas fuentes de provisión de materiales, siendo aconsejable adaptar los proyectos a las características de los suelos del emplazamiento o, en segunda instancia, a la de los materiales existentes en canteras ya inventariadas.

Los ensayos de laboratorio a realizar, para cada tipo de material, serán 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).

- Ensayos de permeabilidad.  
(Norma IRAM 10508 / E-14 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.).

### **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 AASHO T-99).
- Ensayo de Comprensión 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.  
(Norma DIN 4030 - "Evaluación de agresividad de suelos y aguas" de O.S.N.).

### **5.6.- CANTIDAD DE INVESTIGACIONES**

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

Con idéntico criterio al empleado cuando se definieron los tipos de investigaciones a realizar, a continuación se indica, en función de cada obra, los lineamientos generales mínimos que deberán seguir los programas de investigaciones.

El carácter de mínima que se da a las cantidades que se indican a continuación, surge de la imposibilidad de evaluar, a priori, las variaciones estratigráficas que pueden presentarse en cualquier emplazamiento y que pueden requerir la densificación de las investigaciones.

#### **5.6.1.- Redes Colectoras**

Si bien, desde el punto de vista de las cargas a transmitir al terreno, el diseño de las redes colectoras prácticamente no plantea interrogantes geotécnicos, no ocurre

lo mismo cuando se trata de evaluar los métodos constructivos a emplear para la ejecución de las excavaciones necesarias para la instalación de los conductos.

En consecuencia, las trazas deberán ser investigadas mediante exploraciones sistemáticas, acordes al tipo de material existente en cada zona.

La secuencia mínima a requerir, será de 1 (una) investigación cada 300 metros de traza. La profundidad de las mismas deberá superar en un mínimo de 1,00 metro el nivel previsto para la excavación, en cada punto de la traza.

#### **5.6.2.- Plantas de Tratamiento**

La cantidad mínima de investigaciones a realizar en los predios destinados a la construcción de las Plantas de Tratamiento, dependerá del área ocupada y de las características de cada Planta. Como criterio general se considerará la ejecución de un mínimo de 1 (una) investigación cada 500 m<sup>2</sup>.

Las investigaciones deberán ser ubicadas estratégicamente, en función de las localizaciones previstas para las principales estructuras en los respectivos "Lay Outs" o, en el caso de tratarse de lagunas, se distribuirán en tresbolillo, a los efectos de cubrir todo el área interesada.

Los criterios para definir la profundidad de las investigaciones fueron descriptos en los numerales 5.3.3, 5.3.4 y 5.3.5.

#### **5.7.- INFORME TECNICO**

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

##### **5.7.1.- Memoria Descriptiva**

En este punto, deberán incluirse los resultados obtenidos de la etapa de Reconocimiento del Sitio y Recopilación de Antecedentes (5.3.1), que justifique la metodología de trabajo finalmente adoptada, explicándose las circunstancias por las cuales las mismas pudieron haber experimentado variaciones durante su implementación.

Deberá incluirse una descripción detallada del o de los métodos de investigación implementados, números de exploraciones, profundidad de las mismas y su ubicación planialtimétrica con relación a los distintos elementos de

proyecto (trazas de redes, estructuras de las plantas de tratamiento, etc.).

#### **5.7.2.- Resultados Obtenidos**

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

Se indicará, para cada determinación, la norma y procedimiento seguido durante su ejecución, realizándose un análisis detallado de los parámetros obtenidos y la justificación de la implementación de las investigaciones geotécnicas complementarias (ítem 5.4), siendo de aplicación para estas últimas, lo indicado anteriormente para las investigaciones básicas.

#### **5.7.3.- Conclusiones y Recomendaciones**

En esta parte del Informe Técnico, deberán consignarse todos los parámetros de diseño necesarios para la ejecución del proyecto y las recomendaciones necesarias para su correcta implementación.

Específicamente, deberán consignarse, como mínimo, los siguientes datos:

##### **5.7.3.1.- 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 proyecto.
  - 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" (con o sin perforación previa), Excavados y Hormigonados "in situ", etc..
  - Longitudes estimadas o mínimas 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, colapsales, 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, etc..

#### 5.7.3.2.- Lagunas

Para las plantas donde el proceso de tratamiento de efluentes se basa en el sistema de lagunas, deberán consignarse, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Métodos de excavación.
- Taludes naturales estables para las condiciones de funcionamiento.
- Permeabilidad del terreno natural para el nivel del fondo de las lagunas.
- Taludes de los terraplanes de cerramiento, indicando la procedencia del material para su construcción.
- Tratamiento del fondo y de protección de los taludes de los terraplenes.
- En general, toda otra recomendación que pueda ser útil a la optimización, desde el punto de vista geotécnico, del proyecto.

#### 5.7.3.3.- Redes Colectoras

De acuerdo con lo expresado en el ítem 5.6.1, en este caso revisten especial importancia los parámetros y recomendaciones que permiten realizar una adecuada planificación de las secuencias constructiva y, en consecuencia, deberán suministrarse parámetros y recomendaciones orientados hacia esa finalidad.

En especial, deberán consignarse los siguientes datos:

- Perfil estratigráfico.
- Posición del nivel freático.
- 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.
- Etc.

#### 5.8.- Consideraciones Generales

En proyectos de las características de los analizados en la presente normativa, la adecuada interacción entre los equipos de proyecto y los especialistas en cada una de las disciplinas intervinientes, reviste una importancia trascendente. En el caso específico de la Especialidad Geotécnica, esta interacción resulta fundamental.

En consecuencia, deberá contemplarse un período de asistencia técnica del especialista durante la etapa de ajuste del proyecto.

#### 5.9.- NORMATIZACION

Existen numerosos antecedentes, tanto locales como extranjeros, de normatizaciones para la investigación geotécnica.

El origen de estas normatizaciones se encuentra en la necesidad de algunos entes oficiales de crear un marco de referencia para el adecuado seguimiento y control de sus diferentes emprendimientos y, en consecuencia, generalmente están dirigidos al ámbito de interés de dichas instituciones, y comprenden sólo algunos aspectos de la investigación geotécnica.

Dado que todas las obras de Ingeniería Civil presentan aspectos comunes, la circunstancia mencionada en el párrafo anterior ha dado origen a que para un determinado ensayo o determinación de campo, existan varias normas las que, en general, sólo difieren en detalles.

Esta circunstancia ha motivado que en diferentes países se hayan elaborado normas de validez universal, como es el caso de A.S.T.M., DIN, etc.

En Argentina, los esfuerzos realizados por I.R.A.M. y el C.I.R.S.O.C., todavía se encuentran incompletos.

De igual forma, existen determinaciones que, ya sea porque responden a temas muy específicos o de reciente utilización, no se encuentran normatizadas y para su implementación debe recurrirse a las publicaciones de los Congresos, Simposios y Reuniones Técnicas de la especialidad que periódicamente se realizan en todo el Mundo.

## 5.10.- BIBLIOGRAFIA

En nuestro país, las instituciones nacionales y extranjeras, cuyas Normas, Recomendaciones y/o Publicaciones Técnicas resultan de uso común, son las siguientes:

- 1) Sociedad Argentina de Mecánica de Suelos (S.A.M.S.)
- 2) International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering (I.S.S.M.F.E.)
- 3) International Society of Rock Mechanics (I.S.R.M.)
- 4) Dirección Nacional de Vialidad ( Normas Vialidad)
- 5) Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (I.R.A.M.)
- 6) Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.)
- 7) American Society for Testing Materials (Normas A.S.T.M.)
- 8) American Society of Civil Engineers ( A.S.C.E )
- 9) Deutsches Institut fur Normung (Normas D.I.N.).
- 10) American Association of State Highway Officials (Normas A.A.S.H.O.)
- 11) U.S. Bureau of Reclamation (Earth Manual)

El listado anterior resulta lógicamente incompleto pero, dado que las publicaciones de estas Instituciones se encuentran ampliamente difundidas en nuestro medio y, teniendo en cuenta que el objetivo de la presente normativa estriba en que sea de fácil implementación, en lo posible, se indican como elemento de consulta, las Normas y/o Recomendaciones emenadas de las mismas.