

cifras indican claramente que aproximadamente el mismo número de personas que entran al país vuelven a abandonarlo.

#### Conclusiones

- 1ª La población de la ciudad de México, en relación con la de determinadas ciudades latinoamericanas y europeas, presenta uno de los más bajos porcentajes con respecto a la población total de los países correspondientes.
- 2ª De acuerdo con la tendencia que determina el crecimiento de la población de la ciudad de México, ésta crece en forma exponencial, lo que se traduce en un incremento demasiado rápido.
- 3ª Tanto en la ciudad como en el Distrito Federal y en la República Mexicana, la población masculina y femenina se encuentra equilibrada, ya que los porcentajes en los tres casos son muy semejantes.
- 4ª La distribución por grupos de edad y sexo se considera normal, tanto por lo que se refiere a los hombres como a las mujeres.
- 5ª Entre los residentes en la ciudad de México, la edad es un factor que altera poco la mortalidad producida por las siguientes causas: bronquitis, bronconeumonía, gastritis, neumonía, sífilis, sarampión, enfermedades del corazón, meningitis no meningocócica, tifoidea, tosferina, anemias, gripa y difteria.
- 6ª Durante los últimos años se percibe en la ciudad de México una marcada tendencia descendente en el índice de mortalidad infantil. No obstante esto, resulta aún demasiado alto, sobre todo si se tiene en cuenta que es en la ciudad en donde se concentra gran cantidad de instituciones asistenciales destinadas a la infancia.
- 7ª El hecho de que la población económicamente activa e inactiva estén equilibradas, plantea un grave problema para la ciudad, puesto que aproximadamente sobre la mitad de la población descansa el sostenimiento económico de la totalidad de ella.
- 8ª La ciudad de México, en su categoría de centro eminentemente urbano, concentra gran parte de las industrias del país y numerosas instituciones y establecimientos que requieren fuerza de trabajo. Es lógico suponer que por esta razón corresponden los más altos porcentajes a estas ramas de actividad y el más bajo a la agricultura.
- 9ª Las entradas y salidas de nacionales y extranjeros en el Distrito Federal, durante los últimos años, están equilibradas; sin embargo, existe una ligera preponderancia de las primeras sobre las segundas, que no constituye problema alguno, ya que el número de las personas que permanecen es bastante reducido.

## SERVICIOS PÚBLICOS

Por Jorge MARTÍNEZ RÍOS \*

La importancia de cada uno de los servicios públicos nos orientó para designar el lugar que deberían ocupar en nuestra explicación. La división es, pues, apreciación personal.

*Aprovisionamiento de Agua Potable.* Siempre que un grupo de seres humanos se ha establecido en algún sitio para hacer vida en común, ese sitio tiene la característica de que es posible lograr agua de él o por lo menos de que exista una fuente tan cercana como para permitir la diaria provisión. Cuando las poblaciones crecen y progresan, en vez de procurar cada una de ellas los elementos necesarios para su subsistencia, la provisión de agua potable pasa a ser un problema de la comunidad y comienzan a desarrollarse obras que faciliten esa provisión y la hagan más adecuada a la vida en común.

Por lo que respecta a México, se tiene noticia de que en los tiempos de Moctezuma Xocoyotzin el acueducto que traía agua a la Gran Tenochtitlán desde Chapultepec fue totalmente reconstruido y ampliado, y al llegar Cortés lo encontró formado por un doble conducto de piedra juntada con mortero de cal y combinado de tal modo que el agua escurría por cualquiera de ellos mientras el otro era limpiado. El agua así obtenida llegaba a fuentes repartidas en la ciudad, donde la tomaba el pueblo.

También se tiene noticia de un acueducto que fue construido para llevar a la ciudad aguas de los manantiales que existían en Churubusco y Coyoacán; ese acueducto seguía la Calzada de Ixtapalapa y no pudo llegar a utilizarse porque admitía aguas de avenida de varios ríos que cusaron grandes trastornos a la población, situación que hizo se abandonara.

La antigua capital seguía abasteciéndose de agua de los manantiales de

\* El autor cursó los estudios de Licenciado en Ciencias Sociales en la Escuela Nacional de Ciencias Políticas y Sociales de la U.N.A.M. y es miembro del Instituto de Investigaciones Sociales.



Chapultepec que era llevada hasta la Tlaxpana, lugar donde había una fuente para seguir hasta la llamada Caja de Agua de la Mariscala, en el actual cruce de las calles de Tacuba con Avenida Hidalgo, de Poniente a Oriente, y de Teatro Nacional a Aquiles Serdán, de Sur a Norte.

A fines del siglo xvi se agregó al agua de Chapultepec la de Santa Fe, formando dos conductos superpuestos por los que escurría, en el superior, el agua de esos manantiales denominada "delgada", y por el inferior la de Chapultepec, que se denominaba "gorda". El agua de Chapultepec también se llevaba a la ciudad por el acueducto llamado de Belem, hasta la fuente del salto del agua.

El primer siglo de nuestra vida independiente se prestó poco a la continuación de obras, pues las existentes eran suficientes; sin embargo, para la capital, Tacubaya y San Ángel se captaron aguas de los manantiales de Los Morales, San Alvaro, Clavería y del Desierto de los Leones. Además se inició la perforación de pozos artesianos, quedando un gran número de casas con su instalación particular.

Al iniciarse el siglo actual se emprendieron las grandes obras de captación de los manantiales de la región de Xochimilco, y ya en 1908 se distribuían en la ciudad las que provenían del manantial de La Noria. A principios de 1912 llegaron las de Nativitas y de Santa Cruz, y a fines de 1913 quedaron terminados los trabajos que incluyeron, además, la sustitución y modernización de toda la red distribuidora.

En la actualidad, dos son los sistemas principales de captación que abastecen de agua potable a la ciudad de México. El primero de ellos es el Sistema Lerma, inaugurado en 1951, que produce 4,000 litros por segundo. A continuación se encuentra el Sistema Xochimilco que acarrea a la ciudad, por medio de siete redes de distribución, la cantidad de 4,170 l/s.

Ayudando a esos dos sistemas de captación existen manantiales diversos que, en número de 11 abastecen de 485 l/s a la ciudad.

Aumentando el caudal de agua se encuentran 123 pozos oficiales que, considerando un rendimiento promedio de 30 l/s para cada uno, nos da como número final la cantidad de 3,690 l/s.

Además de los pozos oficiales existen los particulares cuya cantidad de captación en litros por segundo se desconoce, teniéndose sólo el número de ellos que asciende en el Distrito Federal a 1,400.

Para tener la dotación por día en el Distrito Federal, tenemos que el total de litros captados es de 12,345, que convertidos en metros cúbicos da 12.34, los que a su vez multiplicados por 86,400 segundos que tiene el día obtenemos 1.066,608 m<sup>3</sup>, que es la dotación diaria.

Haciendo el cálculo de lo que diariamente le corresponde a cada habi-

tante, tenemos que, según el último Censo de 1950, la población del Distrito Federal era de 2.880,240 habitantes; para el año de 1954 el total es de 3.779,091 personas.

Tomando los dos datos que hemos dado y dividiendo la dotación de agua por día entre el número de habitantes, encontramos que a cada habitante le corresponde 0.281 m<sup>3</sup> por día. Dato que a pesar de lo lógico es incorrecto, porque toda agua que llega al Distrito Federal no es consumida íntegramente por sus habitantes sino utilizada también por las industrias; esta cantidad de agua debería ser restada del total, para sacar la proporción por habitante de una manera correcta, pero el Departamento del Distrito Federal carece de esos datos.

La historia de esa misma proporción la podemos iniciar con el dato que nos entrega Orozco y Berra con referencia al año de 1864, en el cual el caudal de agua era de 0.585 m<sup>3</sup> por segundo, siendo la población de 240,000 habitantes y el consumo para cada uno de ellos de 210 l/s.

La relación en el año de 1883 era: 0.345 m<sup>3</sup> de caudal, por 290,000 habitantes, correspondiéndole a cada uno de ellos 103 l/s.

En el año de 1899 a cada habitante le correspondían 185 litros, pues la población era de 360,000 habitantes y el caudal llegaba a la cantidad de 0.770 m<sup>3</sup>/s.

La proporción que alcanza para el año de 1910 es de 325 litros por habitante, siendo el caudal de 1.700 m<sup>3</sup>/s y la población de 471,060 habitantes.

Esa misma cantidad de litros por persona se repite para el año de 1914, pues aunque aumenta el caudal de agua hasta 2.100 m<sup>3</sup>/s, la población alcanza la suma de 560,000 habitantes.

Para el año de 1921 los habitantes habían ascendido a la cantidad de 767,519, correspondiéndole a cada persona 260 litros al día.

En el año de 1939 hay un descenso en el consumo que le corresponde a a cada persona, pues la cantidad es de 225 litros y la razón es que el caudal no aumentó mucho, pues sólo alcanzó la cantidad de 3.712 m<sup>3</sup>/s y la población sí sufrió un aumento considerable, pues era ya de 1.407,000 personas.

Nuevamente el consumo correspondiente a cada persona vuelve a disminuir a la cantidad de 240 litros, a pesar de que el caudal aumenta a 6.70 m<sup>3</sup>/s, pero la causa es que la población alcanza la suma de un millón más, es decir, los habitantes son 2.478,270.

Para el año de 1954, como ya hemos dicho, la proporción es de 281 m<sup>3</sup>, pero debemos recordar que a pesar de que la población aumentó a tres millones, el caudal tuvo considerable aumento también, gracias a las obras del Lerma.

El problema del abastecimiento del agua en la ciudad de México es, pues, tan viejo como ella misma, pero su resolución es la meta por alcanzar.



Muchas son las soluciones que se han querido dar a este grave problema; de seguir proporcionando agua a los habitantes por medio de los pozos día con día, la ciudad se irá hundiendo irremisiblemente.

La resolución del problema no es sacar más agua del subsuelo, sino recurrir a las aguas del propio Valle de México o las aguas de fuera de él.

En primer lugar se debe recurrir a las aguas del propio Valle que aún no se aprovechan y que escurren por el Tajo de Nochistongo o por el Gran Canal del Desagüe, fuera del Valle.

Para el año de 1958 se estima que la población del Distrito Federal será de 4,250,000 habitantes. Para su abastecimiento se requerirán 24,500 l/s. Habrá necesidad de ejecutar para ese año las siguientes obras: Guadalupe, para 3,000 l/s; Naucalpan, para 3,000 l/s; ampliación Xochimilco, para 500 l/s; Chimalhuacán, para 200 l/s; Teotihuacán, para 1,100 l/s; Presa La Concepción, para 300 l/s, que dan un total de 8,000 l/s, que sumados a los 12,345 que hoy se producen nos entregan la cantidad de 20,345 l/s, número insuficiente para la población de 1958 para la que necesitamos, como ya dijimos, 24,500 l/s, es decir, que el problema no se resuelve con el aprovechamiento sólo de las aguas del Valle de México, sino también de las de fuera de él.

Existen zonas fuera del Valle de México que bien se pueden utilizar para traer agua a la ciudad, pues su altura está a más de 2,400 metros sobre el nivel del mar, o sea donde el agua que corre superficialmente está a mayor altura que ella, y por lo tanto podría venir por gravedad, condición que naturalmente sería la ideal, pues así se evitaría un costoso bombeo.

Dentro de esa zona alta está construida la Presa Villa Victoria, cuyas aguas se destinan actualmente a dejarse caer hasta el nivel del mar para generar energía eléctrica. Se ha pensado en la conveniencia de que en lo futuro las aguas de dicha presa, una vez que se haya amortizado la inversión hecha en las plantas hidroeléctricas correspondientes, sin instalar nuevas, se destinen al abastecimiento de la ciudad de México y no se dejen caer al mar. Esta presa proporcionaría un volumen equivalente a un gasto de 3,000 l/s, lo que tendría la ventaja, sin embargo, de poderse inyectar ese volumen por el propio túnel del acueducto de Lerma.

De la presa que está a punto de terminarse en el Papaloapan, podría disponerse a 300 km. de distancia de un gasto de 200,000 l/s, o sea muy superior a cualquier necesidad previsible para el futuro, pero el agua tendría que tomarse de unos 50 ó 100 metros de altura sobre el nivel del mar y bombearse a una altura de más de 2,400 metros para traerse al Valle.

No es de alarmarse con esta cifra de 300 km. si se piensa que la zona metropolitana de los Ángeles California, U. S. A., que tiene una población

comparable a la de la ciudad de México, hace 20 años que hizo sus obras para traer su abastecimiento del río Colorado a una distancia 400 km., y actualmente tiene estudiadas obras para traer aguas complementarias de una distancia de más de 1,000 km.

Se tiene también el río Balsas, en el punto en que el río Atoyac, que viene de Valsequillo, se une con el río Mixteco, que viene de Oaxaca. A 165 km. de México se tendría un gasto disponible de 50,000 l/s, el cual sólo habría de bombear 1,800 metros de altura en vez de 2,400 metros del Papaloapan.

Se encuentra también como ejemplo final, las aguas de la presa de Tuxtepec y de la presa de Solís con 20,000 l/s, destinados a generar energía eléctrica en las presas y más abajo al riego. Si se substituye la energía proveniente del Papaloapan, por ejemplo, podría traer esas aguas con un bombeo de tan sólo 50 km. y luego para el riego que realizan, retornar las aguas negras necesarias.

Son varias las soluciones y, por lo tanto, es indispensable un estudio detallado de cada una de ellas y de todas en general.

*Avenamiento.* Para comprender el problema de desalojamiento de aguas negras, explicaremos el medio por el que son desalojadas.

Las aguas negras corren a través de la ciudad por medio del alcantarillado, que es una red de conductos generalmente cerrados por donde corren aguas sucias y de lluvia, con el fin de alejarlas rápidamente sin causar daño ni molestias; una alcantarilla es un tramo de esa red.

En la ciudad de México, una vez que han sido transportadas las aguas por ese alcantarillado, desembocan en el tren colector de agua, que es el Gran Canal del Desagüe.

Desde 1860 hasta 1900 se proyectó el Gran Canal del Desagüe y el Viejo Túnel del Tequixquiac. Uno de los objetivos de estas obras era el de recibir la descarga de los colectores de la ciudad de México y llevarla por gravedad fuera del Valle.

Pero en el momento mismo que se abrieron esas dos grandes obras, las aguas que los habitantes tomaban de manantiales, lagos y pozos, comenzaron a salir del Valle en forma de aguas negras, afectando directa y definitivamente el equilibrio hidrológico del Valle.

Ya hemos dicho que la manera de llevar el agua fuera del Valle era por gravedad, pero para el año de 1951 los colectores del drenaje se habían hundido junto con toda la ciudad. Entonces, muchas calles de ella quedaron abajo del nivel de las aguas del Gran Canal, y recordando el principio de vasos comunicantes, no sólo no sale el agua de lluvia que cae en las calles que están más abajo que el Gran Canal, sino, por el contrario, el agua de él retrocede por



los colectores y sube por las calles hasta alcanzar un mismo nivel. En esto consiste el problema de las inundaciones de las calles de México.

Más aún, el Valle de México junto con el principio del Gran Canal se hundieron hasta alcanzar el nivel de 4 metros más bajo que el lago de Texcoco y el desalojamiento de las aguas del lago se hizo casi imposible y fue preciso bombearla para que llegase hasta él.

La solución a este grave problema no puede ser otra que la que propuso la Comisión Hidrológica del Valle de México: instalar a la salida de los colectores, en el principio del Gran Canal del Desagüe, bombas que saquen el agua de esos colectores aun cuando éstos se sigan hundiendo, y la eleven hasta el Gran Canal, en donde se pondrían dispositivos para impedir que retornen.

El Departamento del Distrito Federal ha estado trabajando en la instalación de 91 unidades de bombeo con capacidad total de 63,400 l/s, en donde los diversos colectores descargan sus aguas en el Gran Canal y en la instalación de 9 estaciones de bombeo dentro de la ciudad de México para aliviar el desnivel de los colectores.

Pero en la actualidad, sin negar la existencia de este problema, estimamos que en el déficit hidrológico del Valle es de más importancia la extracción del agua del subsuelo por los pozos que la simple acción del drenaje, pues los desperfectos de éste son consecuencias de aquéllos.

*Hundimiento.* El origen de la formación del subsuelo y del suelo de nuestra ciudad explica su hundimiento.

El subsuelo de la ciudad de México es un relleno de cenizas volcánicas que con el agua forman una especie de gelatina de estructura alveolar que se conoce con el nombre de "jaboncillo", cuyo contenido de agua en relación al volumen total es del 80 %.

De hecho la capital se ha venido hundiendo desde la época del Imperio Azteca. Después de estudios hechos por varios distinguidos ingenieros, el Ing. Téllez-Pizarro en 1900 afirmó que tomando un promedio general, los hundimientos máximos en los diversos puntos escogidos eran poco más de 0.03 metros por año.

Pero el hundimiento anual para el período 1910-1937 fue de 3 a 5 cm. por año. Esa misma cantidad de 20 cm. fue el promedio del hundimiento en el año de 1948. Para los años 1949, 1950 y 1951, el hundimiento alcanzó la cantidad de 10 cm. por año, es decir, para el año de 1951 el hundimiento de la ciudad fue de 50 cm. por año. Para los años siguientes ese es aproximadamente el cálculo: 50 a 52 cm. por año.

Como resultado de los constantes estudios del problema se sacó como con-

clusión que los hundimientos son de desigual magnitud en los distintos sectores de la ciudad (luego no es homogénea la estructura del subsuelo en toda el área), y que los hundimientos están entrando en una fase acelerada para algunos sectores de la ciudad.

Al principio el hundimiento fue lento porque eran pequeñas las extracciones de agua que se hacían del Valle de México, pero a medida que, forzados por el imperativo de proporcionar agua a los habitantes de la ciudad, se ha estado extrayendo agua del Valle, los hundimientos han ido aumentando.

En la época en que los habitantes de la ciudad bebían agua de los manantiales, de los lagos y de los pozos, y las aguas negras no salían del Valle, el abastecimiento de agua potable no afectaba el problema del equilibrio hidrológico de la cuenca del Valle de México.

Debemos mencionar muy especialmente, por su efecto en el subsuelo, las aguas que se toman de los pozos y que salían del Valle en forma de aguas negras. Los hundimientos son los efectos más notables que produce esa salida de agua del Valle no compensada por una entrada similar.

Se ha hecho el planteamiento de resolución del problema a base de substituir la evacuación de las aguas por infiltración al subsuelo; de esta manera, los problemas de conducción de agua fuera del Valle y los peligros de desbordamiento sobre la ciudad se convertirían en una gran ventaja al entriquer el subsuelo.

Para este fin se construyeron pozos de absorción, el primero de ellos en el Jardín de San Fernando, cuya operación permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. Que es posible la rehidratación, pues el subsuelo continúa absorbiendo el agua infiltrada aún después de tres estaciones de lluvia.
2. Que no se altera el equilibrio físico-químico del suelo y se recuperan los niveles pisométricos.
3. Que no se produce contaminación de los pozos artesianos y,
4. Se frena el hundimiento.

Aquilatando estos resultados y comprendiendo su significación, se han construido 43 pozos de absorción más, en el Distrito Federal.

Esta solución, aunque parece la más lógica, no es siempre la más costeable, pues para volver a rehidratar el subsuelo, al que se ha bombeado cuatro siglos, no se hace en unos cuantos años y los pozos tendrían que ser en tal número que permitieran infiltrar una gran cantidad de agua para que la ciudad no se siguiera hundiendo con la rapidez con que lo hace, y la construcción de esos