

LAS APORTACIONES DE LA INGENIERIA AL PROGRESO DE LA FLUORURACION ¹

Ing. Franz J. Maier ²

Los adelantos logrados en los últimos 25 años por la ingeniería y aplicados a los sistemas de abastecimiento de agua han hecho posible el éxito obtenido en los programas de fluoruración del agua en todo el mundo.

“En los primeros tiempos de la humanidad, el agua se tomaba en el estado en que se encontraba. Podía ser pura y abundante, copiosa pero turbia, escasa mas de buena calidad o, a la vez, escasa y mala. . . . Las primeras normas de calidad que estableció el hombre al respecto no fueron muchas: el agua debía ser clara, insípida e inodora”.³ Desde entonces, hemos progresado hasta el punto en que no solo se trata para suprimir la turbiedad, el sabor y el olor del agua, sino que esta puede producirse de forma que satisfaga cualesquiera requisitos que el consumidor desee, si este paga el costo correspondiente. Para lograr tan elevada calidad, el agua es objeto de tratamiento, en primer lugar, para eliminar materias nocivas o introducir determinadas características a fin de alcanzar el efecto deseado. Recientemente, la adición de cantidades óptimas de fluoruros al agua se ha aceptado a medida que las ventajas e inocuidad de la fluoruración resultan cada vez más evidentes.

Si bien este principio es cada vez más aceptado entre los ingenieros hidráulicos, no ocurría lo propio durante el decenio de 1940-1949. En esa época ya había excelentes pruebas epidemiológicas de que los fluoruros, que se encuentran en estado natural en el agua, eran beneficiosos y, al parecer,

inocuos. Sin embargo, se aconsejó, y con toda razón, a las autoridades de abastecimiento de agua que esperaran hasta comprobar mejor dichos beneficios e inocuidad en aquellos lugares donde se agregaban fluoruros en cantidades controladas. En la actualidad, esto se ha confirmado en numerosas ocasiones y, en consecuencia, la Asociación Norteamericana de Obras Hidráulicas da a sus afiliados el siguiente consejo: “Las autoridades locales y estatales de salud, así como las encargadas de la salud de la comunidad y los organismos o empresas de suministro de agua pueden participar adecuadamente en los programas de fluoruración de abastecimientos públicos de agua en las localidades donde haya gran demanda del público al respecto y donde el procedimiento de fluoruración cuente con la aprobación total de las asociaciones locales de médicos y odontólogos”. Si bien, para ciertas personas este criterio quizá sea excesivamente cauto, ha ejercido un efecto notable en la aceptación, por los encargados del funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua, de una innovación que, para ellos, es revolucionaria. Las declaraciones formuladas en apoyo de este procedimiento por determinadas autoridades especializadas en obras hidráulicas, como el Dr. Abel Wolman y el Sr. Harry Jordan, sirvieron de nuevo estímulo para proceder a la fluoruración del agua.

No es sorprendente que la fluoruración del agua haya sido descrita como procedimiento

¹ Trabajo presentado en la 57a Reunión Anual de la Federación Dental Internacional, celebrada en Nueva York el 12 de octubre de 1969.

² Consultor de la OSP en ingeniería sanitaria.

³ Baker M. N. *The quest for pure water*. Nueva York: American Water Works Association, 1948.

“revolucionario”. En el tratamiento del agua se había procurado tradicionalmente eliminar las materias nocivas. Indudablemente, los encargados de los sistemas de abastecimiento de agua no consideraban que les correspondía agregar al agua una sustancia que de ningún modo mejora la calidad material de esta. Sin embargo, poco a poco reconocieron que tenían la obligación de añadir al agua muchas otras sustancias químicas, algunas de las cuales llegaban al consumidor y eran ingeridas por este. Entre esas sustancias, cabe mencionar determinados compuestos de aluminio y fósforo, así como cal y cloro. La función de algunos de estos productos químicos no era la de mejorar el sabor o inocuidad del agua, sino la de proteger las líneas de conducción y los diversos utensilios domésticos contra la corrosión. Con estos antecedentes, no fue muy difícil lograr que se aceptara la adición de fluoruros, por haberse demostrado que estos, además de mantener el buen estado y prolongar la duración de esos utensilios, contribuyen a aumentar la eficacia del agua potable al proteger la dentadura de la caries. Esta mejora de la salud dental solo se consigue manteniendo el nivel exacto de fluoruro en el agua dentro de límites bastante reducidos.

La necesidad de mantener invariable el nivel de fluoruro preocupó considerablemente a muchas otras personas, además del personal de las instalaciones de abastecimiento de agua. Y fue en este aspecto, precisamente, donde los ingenieros aportaron su más valiosa colaboración; lograron disipar esa preocupación perfeccionando la administración, los métodos de enseñanza y el adiestramiento del personal de las instalaciones, la calidad de los compuestos de fluoruro, los alimentadores de sustancias químicas, reactivos e instrumentos de análisis de fluoruros y equipo de control automático. Estos adelantos han sido tan eficaces que, en la actualidad, todos los sistemas de abastecimiento público de agua (y muchos de

carácter privado) pueden ser objeto de fluoruración satisfactoria con gran precisión y seguridad. Los procedimientos y equipo de que hoy se dispone pueden emplearse en la fluoruración de los grandes abastecimientos de agua o de los más pequeños conocidos hasta la fecha. La fluoruración del agua extraída mediante bomba manual sigue planteando un problema irresoluble. Aún no se ha logrado con éxito añadir al agua así obtenida *cualquier* sustancia química, en la cantidad precisa.

El funcionamiento satisfactorio de las instalaciones de abastecimiento de agua ha representado siempre un problema grave para los organismos de salud y obras públicas en el mundo entero. En los lugares donde ese funcionamiento es deficiente, las autoridades pertinentes se niegan en general, y con razón, a conceder la licencia para proceder a la fluoruración. Las comunidades más pequeñas son especialmente vulnerables a este respecto por ser muy difícil, con los sueldos locales, atraer y retener personal competente para esta clase de trabajo. Una solución posible es la que se ha demostrado bastante bien en unas cuantas zonas en las que varias comunidades muy pequeñas se han unido para contratar un técnico encargado del funcionamiento y conservación de las instalaciones de agua de dichas localidades, consideradas en su totalidad. Más adelante, los servicios del técnico se ampliaron a fin de que incluyeran el funcionamiento del equipo de fluoruración. El técnico visita periódicamente cada una de las instalaciones de su circuito, efectúa las reparaciones necesarias, vuelve a llenar los depósitos de fluoruro y demás compuestos químicos, comprueba los niveles de fluoruro en las aguas tratadas y lleva el registro de datos. De esta forma, las comunidades disfrutan de un servicio de abastecimiento de agua más digno de confianza y seguro, bajo la supervisión de un experto y a un costo tolerable. En las condiciones que antes prevalecían, las autoridades estatales no hubie-

ran permitido la fluoruración del agua en ninguna de estas comunidades, debido a las dificultades para conseguir operarios competentes.

Otra manera de resolver este problema consiste en establecer sistemas y servicios de educación y adiestramiento con el fin de formar operarios idóneos. Este es el procedimiento más frecuentemente utilizado y en todos los Estados de la nación norteamericana se ofrecen diversos cursillos con tal finalidad. El adiestramiento en fluoruración forma parte de los cursos regulares que se ofrecen en los Estados para capacitar operarios de instalaciones de abastecimiento de agua. En esos cursos se suelen enseñar los antecedentes de la fluoruración, los diversos métodos que se utilizan, los compuestos y útiles generalmente utilizados, equipo, funcionamiento y conservación, procedimientos de seguridad y técnicas de laboratorio en análisis de fluoruro. Se facilita material didáctico semejante a aquellos países de América Latina cuyos programas de adiestramiento comprenden dichos temas, y donde se alienta a los ingenieros que asisten a esos cursos, con el objeto de que logren estimular la fluoruración en sus comunidades y países. Estos cursos, junto con los programas de asistencia técnica de la OSP, contribuyen a mejorar la educación de los ingenieros en los diversos países, así como la disponibilidad de material destinado a los programas de adiestramiento que ofrecen la universidad o las autoridades de abastecimiento de agua. No se pierde oportunidad alguna de estimular la realización de programas de investigaciones y la aplicación de los resultados de estas para resolver los problemas de América Latina. Esto se ha traducido en el empleo de equipo muy especial que se fabrica localmente y en el reconocimiento de la necesidad de adoptar procedimientos administrativos con el fin de lograr el funcionamiento ininterrumpido de sistemas de fluoruración. En los países donde aún no se ha establecido la industria química, y donde es preciso importar compues-

tos de fluoruro, se requiere mucha previsión para obtener los compuestos en forma ininterrumpida.

Cuando se procedió por primera vez a la fluoruración, se plantearon algunos difíciles problemas en relación con los compuestos de fluoruro debido a la muy variada calidad de los productos obtenidos de los diversos fabricantes. Con el mejoramiento de las técnicas de fabricación y el aumento de la demanda se uniformó más la calidad. Ulteriormente, la Asociación de Obras Públicas de los Estados Unidos formuló y publicó especificaciones para tres de los materiales más usados. Estas normas permitieron una mayor uniformidad de los compuestos, eliminaron la necesidad de que cada comunidad formulara sus propias especificaciones y mejoraron la calidad de los materiales resultantes. Las ventajas así obtenidas se tradujeron en niveles de pureza y tamaño de malla más precisos, más bajas concentraciones de impurezas y mayor uniformidad en la calidad de los compuestos o en los pedidos de diferente procedencia. Al adaptarse las características del compuesto a los alimentadores de fluoruro disponibles se resolvieron también en alto grado los problemas de la sobrealimentación de algunos compuestos en polvo. Se fabricó fluoruro de sodio cristalino y no refinado para usarlo en un dispositivo en el que se puede preparar automáticamente solución de fluoruro de sodio saturada y de concentración constante, independientemente de la temperatura del agua. Este procedimiento resulta especialmente ventajoso en los sistemas de abastecimiento de agua pequeños.

Entre las diversas medidas para reducir el costo de la fluoruración se propuso el empleo de fluorita. Este mineral, que contiene alrededor de la mitad de fluoruro, es de tres a diez veces más caro que el compuesto de fluoruro más barato que le sigue: el silicofluoruro de sodio. Sin embargo, es prácticamente insoluble en el agua, por lo cual se ideó la manera de disolverlo en soluciones de sulfato de aluminio. Este alumbre coagulante para

filtración se suele utilizar en las instalaciones de agua para eliminar el color y la turbiedad del agua. El tratamiento con fluorita es especialmente ventajoso en aquellos países donde se extrae este mineral y donde se importan compuestos de fluoruro manufacturados. El Brasil, donde se presenta esta situación, tiene más que el resto del mundo combinado el mayor número de instalaciones en las que se utiliza fluorita para la fluoruración. En las instalaciones donde no se utiliza alumbre (por ser las fuentes de agua tan claras que es innecesario coagular las impurezas), se ha propuesto que se utilice fluorita finamente molida. El material se pulveriza a tal extremo que no se sedimentará en el agua antes de utilizarse esta para el consumo.

Los alimentadores de sustancias químicas, sea para compuestos sólidos o líquidos, han mejorado hasta tal punto que la variación en los índices de alimentación de productos químicos no llega en la actualidad al 1%, es decir, una exactitud superior al 99 por ciento. Este aumento de exactitud de los alimentadores y la existencia de fluoruros de composición más uniforme permiten esperar una variación no superior al 10% en las concentraciones de fluoruro del agua tratada. En otras palabras, si lo que nos proponemos es producir agua que requiera, como máximo, 1 mg de fluoruro por litro, las variaciones permisibles habrán de mantenerse entre 0.9 y 1.1 mg por litro. En numerosas instalaciones de tratamiento de agua se puede mantener hoy el nivel de fluoruro dentro de estos límites, indefinidamente. Ello se debe no solo a las mejoras para aumentar la exactitud (muchas de las cuales son obras de empresas industriales), sino a que estos mejores dispositivos pueden funcionar sin interrupción durante largos períodos de tiempo, sin reparación alguna. Esto se ha logrado al seleccionarse los materiales y simplificarse más la construcción. Por ejemplo, las cámaras de disolución, que están unidas a los alimentadores en seco para disolver el compuesto de

fluoruro que el alimentador facilita, eran antes objeto de intensa corrosión y sustituciones frecuentes. Eso raramente ocurre hoy porque los materiales utilizados no se corroen.

También se han introducido mejoras en el diseño, a fin de reducir el costo de los alimentadores. Esto se consiguió reduciendo su tamaño y simplificándolos. Además, en la actualidad existen alimentadores de solución con dos o más cabezas de líquido, movidas por un solo motor. Esto permite que diversas sustancias químicas en estado líquido, inclusive las soluciones de fluoruro, sean alimentadas mediante un solo aparato.

Se han efectuado cambios considerables en aspectos de detalle con el fin de mejorar la seguridad del personal de las instalaciones de tratamiento de agua encargado de manejar los compuestos de fluoruro. Al utilizar alimentadores en seco, el riesgo mayor es la exposición a los polvos tóxicos. Los sistemas de absorción de polvo han mejorado en tal grado que hoy casi no se advierte polvo alguno en la zona que rodea a las tolvas de sustancias químicas. Las propias tolvas se fabrican hoy de forma que es muy escaso el polvo que puede salir de las mismas. Utilizando un cargador en forma de bolsa, los sacos de papel de los fluoruros pueden vaciarse dentro de las tolvas de sustancias químicas sin que salga polvo al exterior. En las grandes instalaciones de tratamiento, el producto químico se transporta en seco a las tolvas desde los camiones o vagones de ferrocarril, por medio de mangas aspiradoras, que no levantan polvo. Además, los fluoruros de sodio y silicofluoruro de sodio pueden obtenerse en partículas de tamaño tal que la posibilidad de formación de polvo es muy escasa. Con los nuevos paquetes utilizados en el envío de ácido fluorsilícico (forros de plástico en cilindros de cartón) se suprime el manejo manual de este ácido. En las instalaciones más grandes este ácido se ha utilizado cada vez más y reemplaza, en varios casos, a los compuestos secos, finamente molidos, en polvo

y más peligrosos. Estos nuevos métodos y equipo han resultado tan eficaces que en muchas instalaciones ya no se considera necesario insistir en que el personal utilice medios protectores, como mascarillas, aunque proporcionen un margen cómodo de seguridad.

Por otra parte, el margen de seguridad para los consumidores de agua fluorurada es, desde luego, enorme, sin que se haya confirmado ningún caso de efecto tóxico durante los 25 años, aproximadamente, de experiencias de fluoruración. Este ha sido el resultado de algunos de los perfeccionamientos ya descritos, de técnicas y equipo, así como de los métodos de análisis exacto de fluoruros de que hoy se dispone. Antes del advenimiento de la fluoruración del agua, nuestros métodos de análisis de fluoruros eran engorrosos, lentos e imprecisos. Desde entonces, los métodos e instrumentos de análisis han mejorado quizá más que cualquier otro aspecto técnico de la fluoruración.

En el método colorimétrico se han logrado reactivos más sensibles y selectivos con respecto a los fluoruros, menos sujetos a las interferencias de otros elementos en el agua y que requieren menos tiempo para desarrollar el color. Nombres como los de Elvove, Sanchis, Scott, Lamar, Megregian y Bellack nos recuerdan los años de esfuerzo que han sido necesarios para conseguir los reactivos de que hoy se dispone. Poco después de la aparición de estos reactivos, se crearon instrumentos para descubrir y registrar los cambios de color producidos por los propios reactivos. Taylor, Hellige, Hach, Milton Roy y otros productores de fotómetros fabricaron los mencionados instrumentos. En los casos de interferencias tan intensas en el agua que los reactivos no podían subsanar sus efectos adversos, fue necesario destilar la muestra para separar el fluoruro de tales elementos. El perfeccionamiento de este método, ampliamente utilizado en la actualidad, puede atribuirse casi enteramente a la labor de Willard y Winter, Megregian y Bellack.

El reciente empleo de la serie de electrodos iónicos específicos en el análisis de fluoruros ha causado prácticamente una revolución entre los analistas y en la exactitud del trabajo de estos. Actualmente existen para más de 30 elementos o complejos específicos, inclusive los fluoruros. El electrodo es casi inmune a las interferencias existentes en el agua y la exactitud que permite es de alto grado. Parece que, con el tiempo, se convertirá en el método preferido para el análisis de fluoruros. Los electrodos son manufacturados por el creador del sistema (Investigaciones Orion) y varios otros fabricantes de instrumentos. El electrodo puede conectarse eléctricamente a los contadores para indicar, registrar y controlar los niveles de fluoruro. Se dispone de conjuntos electrónicos (de la marca Foxboro y otras) que permiten controlar el caudal saliente de los alimentadores de fluoruro y, por este medio, mantener, automáticamente, una concentración de fluoruro determinada de antemano. Para establecer el mismo control automático se han utilizado también instrumentos basados en el principio colorimétrico (pueden conseguirse de Hach, Delta y Technicon). En la actualidad tales sistemas proporcionan el más elevado grado de exactitud en la alimentación de fluoruros.

El éxito de nuestros programas de fluoruración en el mundo entero se ha debido principalmente a las actividades y adelantos realizados y demostrados por la ingeniería en los últimos 25 años. La ya tradicional cooperación de la ingeniería y profesiones afines en los programas relativos al mejoramiento de la salud ha vuelto a producir satisfactorios resultados en la fluoruración del agua.

Resumen

Los conceptos primitivos en cuanto a la calidad del agua potable han ido evolucionando y, en la actualidad, son cada vez más generalmente aceptados los principios de tratamiento del agua, especialmente aquellos

sobre la eliminación de materias nocivas y los programas de fluoruración que mejoran la salud dental manteniendo un nivel reducido y exacto de fluoruro en el agua.

Se dispone ahora de adelantos de ingeniería en material, suministros, equipo y métodos tan eficaces que es posible lograr la fluoruración con gran precisión y seguridad en todos los sistemas de abastecimiento de agua. A medida que se han ido aceptando los aditivos al agua, tales como compuestos de aluminio, fósforo, cal y cloro, que han contribuido al mejoramiento de los sistemas, se ha ido aceptando también la adición de fluoruros, que además de beneficiar el sistema, aumenta la eficacia del agua potable al proteger la dentadura contra las caries.

El problema de conseguir personal competente, encargado de las instalaciones de abastecimiento de agua en comunidades pequeñas y de pocos recursos, se ha resuelto contratando a un solo técnico encargado del funcionamiento y conservación de las instalaciones, inclusive del equipo de fluoruración, para servir varias comunidades a la vez. También se ha utilizado para este objeto un servicio de educación y adiestramiento de operarios idóneos.

Entre otras contribuciones importantes de la ingeniería a la fluoruración eficiente se mencionan la uniformidad de la calidad de los compuestos de fluoruro; el empleo de la

fluorita, compuesto más caro que el silico-fluoruro de sodio que se usa en muchos sistemas, pero que resulta más ventajoso donde se extrae este mineral, como en el Brasil. Los alimentadores de fluoruro han mejorado hasta llegar a una exactitud del 99%, pudiendo mantener indefinidamente el nivel de fluoruro dentro de los límites más aceptables: un máximo de 1 mg de fluoruro por litro con variaciones permisibles entre 0.9 y 1.1 mg por litro.

Otras mejoras introducidas incluyen el empleo de materiales que no se corroen y de equipos más simplificados, de tamaño más reducido, y con varias cabezas de alimentación movidas por un solo motor. Nuevos detalles han mejorado la seguridad del personal encargado de las instalaciones, evitando los efectos tóxicos del polvo de los fluoruros. Los métodos e instrumentos han mejorado. Con el método colorimétrico se han logrado reactivos más sensibles y selectivos. Por último, el empleo de electrodos iónicos en el análisis de los fluoruros ha revolucionado la labor de los analistas, propiciando un alto grado de exactitud; pueden conectarse eléctricamente a los contadores para controlar los niveles de fluoruro. Existen, además, los conjuntos electrónicos de elevada exactitud que mantienen automáticamente y de antemano una concentración determinada de fluoruro. □

Contributions of engineering to progress in fluoridation (Summary)

Considerable changes have been occurring in the original concepts of drinking water quality, and at present the principles of water treatment are more generally accepted, especially those concerning the elimination of harmful matter and fluoridation programs that improve dental health by maintaining a low and accurate level of fluoride in the water

Current engineering advances in materials, supplies, equipment, and processes are so effective that the accurate and safe fluoridation of all water systems is possible. The acceptance of the addition to water of such substances as aluminum, phosphorus, calcium and chlorine

compounds, which have helped improve water systems, has made acceptable also the addition of fluorides which not only improve the system but also increase the effectiveness of drinking water in protecting users against dental caries.

The problem of obtaining competent personnel responsible for drinking water systems in small communities with little economic resources, has been solved by contracting a single expert to operate and maintain the equipment, including fluoridation equipment, used by several communities at the same time. For this purpose, education and training courses for such operators have also been established.

Other important contributions of engineering to fluoridation include uniformity in the quality of the fluoride compounds; use of fluorite, a compound which is more expensive than the sodium silicofluoride used in many systems but more economical in countries in which fluorite is mined as it is in Brazil. Fluoride feeders have been improved so that they are now 99% accurate and can maintain the fluoride level within acceptable limits indefinitely; 1 mg of fluoride per liter, the permissible range being 0.9 to 1.1 mg per liter.

Other improvements include non-corrosive materials and simplified equipment smaller in size which has several feeder heads and is

actuated by a single motor. New procedures designed to safeguard operators against the toxic effects of fluoride powder have improved the safety of the personnel. Both instruments and methods have been improved. Use of the colorimetric method makes it possible to obtain more sensitive and selective reagents. Finally, the use of ionic electrodes for the analysis of fluorides has revolutionized the work of analysts and has led to a higher degree of accuracy; they may be connected electrically to meters that control the fluoride levels. Highly accurate electronic sets which automatically maintain a pre-determined fluoride concentration are also available.

As contribuições da engenharia para o progresso da fluoração (Resumo)

Os conceitos primitivos sobre a qualidade da água potável foram evoluindo e atualmente são cada vez mais geralmente aceitos os princípios do tratamento da água, sobretudo os que se referem à eliminação de matérias nocivas e os programas de fluoração que melhoram a saúde dental, mediante a manutenção do nível baixo e exato de fluoreto na água.

Estão hoje disponíveis progressos de engenharia em material, material de consumo, equipamento e métodos tão eficazes que é possível lograr a fluoração com grande precisão e segurança em todos os sistemas de abastecimento de água. A medida que foram sendo aceitos os aditivos à água, tais como os compostos de alumínio, fósforo, cal e cloro, que contribuíram para a melhoria dos sistemas, foi sendo também aceita a adição de fluoretos, o que, além de beneficiar o sistema, aumenta a eficiência da água potável, por proteger a dentadura contra as cáries.

O problema de conseguir pessoal competente, encarregado das instalações de abastecimento de água em comunidades pequenas e de poucos recursos, foi resolvido mediante a contratação de um único técnico encarregado do funcionamento e da conservação das instalações, inclusive do equipamento de fluoração, para servir várias comunidades no mesmo tempo. Tem-se utilizado também para esse objetivo um serviço de educação e treinamento de operários capazes.

Entre outras contribuições importantes da engenharia para a fluoração eficiente, mencionam-se a uniformidade da qualidade dos compostos de fluoreto; o emprêgo da fluorita, composto mais caro que silicofluoreto de sódio que se usa em muitos sistemas, porém mais vantajoso onde existem depósitos desse mineral, como no Brasil. Os alimentadores de fluoreto melhoraram até chegar à exatidão de 99%; podem manter indefinidamente o nível de fluoreto dentro dos limites mais aceitáveis: o máximo de 1 mg de fluoreto por litro com variações permissíveis entre 0,9 e 1,1 mg por litro.

Outros melhoramentos introduzidos compreendem o emprêgo de materiais resistentes à corrosão e de equipamento mais simples, de tamanho menor e com várias cabeças de alimentação movidas por um único motor. Novos detalhes melhoraram a segurança do pessoal encarregado das instalações, evitando os efeitos tóxicos do pó dos fluoretos. Os métodos e instrumentos melhoraram. Com o método colorimétrico, conseguiram-se reagentes mais sensíveis e seletivos. Por fim, a emprêgo de eletrodos iônicos na análise dos fluoretos revolucionou o trabalho dos analistas, proporcionando maior exatidão; podem ser ligados eletricamente aos contadores para controlar os níveis de fluoreto. Existem, além disso, os conjuntos eletrônicos de elevada exatidão que mantêm automaticamente uma concentração de fluoreto predeterminada.

Les contributions du génie sanitaire au progrès de la fluoruration (Résumé)

Les anciennes conceptions au sujet de la qualité de l'eau potable ont évolué et, à l'heure actuelle, le principe du traitement de l'eau est

de plus en plus accepté, en particulier en ce qui concerne l'élimination des matières nuisibles et les programmes de fluoruration qui amélior-

ent la santé dentaire en maintenant un niveau réduit et précis de fluor dans l'eau.

Des progrès ont été maintenant réalisés dans le domaine du génie sanitaire en ce qui concerne le matériel, les fournitures, l'équipement et les méthodes dont l'efficacité permet d'assurer la fluoruration avec une grande précision et sûreté dans tous les systèmes d'approvisionnement en eau. A mesure que l'on a accepté les additifs à l'eau, notamment les composés d'aluminium, de phosphore, de calcium et de chlore, qui ont contribué à l'amélioration des systèmes, on a également accepté l'addition de fluorures qui, indépendamment de l'avantage qu'ils présentent pour le système, rend l'eau potable plus efficace pour la protection de la denture contre la carie.

Le problème qui consiste à obtenir le personnel compétent, chargé des installations d'approvisionnement en eau dans les petites communautés n'ayant que peu de ressources, a été résolu en engageant qu'un seul technicien préposé au fonctionnement et à l'entretien des installations, ainsi que de l'équipement de fluoruration, afin de servir différentes communautés à la fois. On a également utilisé à cette fin un service d'éducation et de formation de personnel approprié.

Parmi d'autres contributions importantes apportées par le génie à la fluoruration efficace, le rapport mentionne la qualité uniforme des composés du fluor; l'emploi du

spath fluor, composé plus coûteux que le fluosilicate de sodium qui est utilisé dans de nombreux systèmes, mais qui revient moins cher dans les pays où l'on extrait ce minéral, notamment au Brésil. Les alimentateurs de fluorure ont été perfectionnés et parviennent à une exactitude de 99% en maintenant indéfiniment le niveau de fluorure dans des limites plus acceptables: Un maximum de 1 mg de fluorure par litre avec des variations tolérables de 0.9 à 1.1 mg par litre.

D'autres améliorations apportées comportent l'emploi de matériel non corrosif et d'équipement plus simple de plus petite dimension, et avec différentes sources d'alimentation actionnées par un seul moteur. De nouveau perfectionnements ont accru la sécurité du personnel chargé des installations en évitant les effets toxiques de la poudre des fluorures. Les méthodes et instruments ont été améliorés. Grâce à la méthode colorimétrique, ont obtenu des réactifs plus sensibles et plus sélectifs. Enfin, l'emploi d'électrodes ioniques dans l'analyse des fluorures a révolutionné le travail des analystes en procurant un degré élevé d'exactitude; elles peuvent être branchées électriquement aux compteurs en vue de contrôler les niveaux de fluorure. En outre, il existe des ensembles électroniques d'une grande précision qui maintiennent automatiquement et au préalable une concentration déterminée de fluorure.

ERRADICACIÓN DE LA MALARIA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Según un convenio entre el Gobierno de la República Dominicana, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y la Oficina Sanitaria Panamericana, se está desarrollando un plan de operaciones para la erradicación de la malaria en dicho país. Este plan tripartito se lleva a cabo de conformidad con la actual situación del problema nacional de la malaria, las presentes necesidades y las obligaciones correspondientes de cada una de las partes. El convenio entró en vigor el 1 de enero de 1969 y permanecerá en vigencia hasta el 31 de diciembre de 1972. Los objetivos del plan son: erradicar la malaria en todo el territorio de la República, mediante la aplicación de insecticidas, drogas y otras medidas, hasta la completa interrupción de la transmisión; efectuar la evaluación epidemiológica de todas las áreas; intensificar y perfeccionar todas las actividades de vigilancia epidemiológica en todas las áreas en fase de consolidación, y continuar esta vigilancia en todo el país bajo la dirección de los servicios nacionales de salud pública.