

La infraestructura del agua potable y alcantarillado frente a los Terremotos

FRANCISCO UNDA OPAZO

Ingeniero Civil. Jefe División Académica de Higiene Ambiental, Escuela de Salud Pública Facultad de Medicina Universidad de Chile.

Sobre el particular se hará referencia a los problemas generados en la infraestructura del agua potable y alcantarillado ocasionado por los sismos tomando en consideración la experiencia que se tuvo como participante activo en la determinación de los daños causados por los sismos del año 1960 y posteriores como también el actuar como partícipe en la solución de algunos de los problemas generados.

Uno de los riesgos más graves para la salud originado por los sismos, considerada en su acepción integral, vale decir, completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedades, es el deterioro de las condiciones del medio, especialmente en lo que al abastecimiento de agua y evacuación de desechos sólidos y líquidos se refiere, que tienen un alto grado de vulnerabilidad, por poseer varios elementos expuestos a riesgos, sin dejar de desconocer que la prioritaria atención inicial a la comunidad correspondería a la alimentación, cuidado de heridos y habilitación de campamentos provisionales, siendo las defunciones y lesiones las que al comienzo impresionan más a la comunidad.

El riesgo de contaminación de los sistemas de abastecimientos de agua, las interconexiones y la interrupción con mucha frecuencia de los servicios de agua potable y alcantarillado es un dilema latente, si previamente no se ha pensado en un plan racional de emergencia o las medidas tomadas por la autoridad no son lo suficientemente rápidas, técnicas y dinámicas como para suplir la urgencia en las primeras horas y días después de ocurrido el terremoto.

La responsabilidad de suministrar agua y encontrar un sistema rápido de disposición de excretas, bajo estas circunstancias de apremio, debe recaer fundamentalmente en los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado y el Ministerio de Salud (Servicios Regionales), que actúen mancomunadamente bajo la Dirección de un Comando o autoridad Ejecutiva Responsable.

El terremoto tiene efectos particulares sobre partes específicas de un servicio de agua potable y alcantarillado, detectándose componentes críticos y que además están comprometidos por otros factores tales como energía eléctrica, accesos, materiales de abastecimiento, comunicaciones, transportes, particularidades locales y climáticas, etc.

Las condiciones desastrosas que pueden sobrevenir después de un sismo derivadas de la falta de abrigo y viviendas, el hacinamiento, las alteraciones y destrucción del saneamiento ambiental, la tensión emotiva, el pánico, los efectos traumáticos, muerte de familiares, la intransitabilidad de las calles y el panorama creado por el desmoronamiento de los edificios, no solo conducen a un aumento de la morbilidad sino que a un estado emocional que la comunidad se siente muy dispuesta a aceptar cualquier tipo de orientación que le sea propuesta por la autoridad y más aún, pretende una colaboración decidida, oportuna y rápida de las esferas estatales, privadas económicamente solventes y el aporte de otros países.

Dentro del posible aumento de la morbilidad se favorecen las enfermedades transmisibles agudas tales como tifoidea, paratifoidea, disentería bacilar y amebiana, hepatitis infecciosa, difteria, tos ferina, sarampión, tífus exantemático y entre las cuales, las enfermedades gastrointestinales, son las que mayor riesgo presentan en relación con la falta de servicios de agua potable y alcantarillado, estrechamente relacionados con la proliferación de insectos vectores mecánicos de enfermedades, deficientes requisitos de la elaboración, conservación y manipulación de los alimentos y condiciones y limitaciones higiénicas de sus manipuladores, que facilitan la cadena de transmisión de las enfermedades desde los enfermos o portadores a las personas sanas y susceptibles. La ruptura del alcantarillado, la formación de baches, la acumulación de escombros, el hundimiento del terreno y otros que hacen estancarse el agua pueden influir en la proliferación de mosquitos y la falta de aseo personal deja que aumenten los ectoparásitos, tales como los piojos.

Los terremotos pueden producir fallas en las rocas y en el subsuelo, ocasionando hundimiento en la superficie del terreno, deformación, grietas derrumbes e incluso avalanchas de agua o lodo proveniente de los embalses para agua potable, tranques de relave de minas y otros, como también maremotos que pueden llegar a arrasar por completo pueblos enteros. Este fenómeno es capaz de traer consecuencias desastrosas en la infraestructura de las ciudades o pueblos y por supuesto destruye o inhabilita el uso total o parcial de los sistemas de abastecimiento de agua y de disposición de excretas y entre los elementos más afectados pueden mencionarse las cañerías que se rompen, desnivelan y hay desplomaduras. Las represas padecen daños. Los estanques de regulación o reserva sufren deterioro o se inhabilitan parcial o totalmente por fallas, no sólo en la copa de almacenamiento sino que también en su estructura. Las instalaciones o plantas de agua potable soportan diferentes averías, interrumpiéndose el tratamiento y la desinfección del agua. Se obstruyen los alcantarillados, rompen los conductos, hay fallas en las fosas sépticas, roturas en las instalaciones y uniones domiciliarias y se destruyen o inhabilitan, en ciertas ocasiones, las plantas de bombeo de agua potable o alcantarillado. Es probable que los acuíferos subterráneos se contaminen por el derrame de aguas servidas derivadas de los alcantarillados, fosas sépticas u otros sistemas de disposición de excretas dañados, como también se originen conexiones cruzadas entre las redes de agua potable y residuos líquidos. Suele acontecer que ciertas fallas ocasionadas por el sismo haga disminuir, cambie los acuíferos, baje la cota de la superficie freática de las napas y aún desvíe o altere en gran medida el nivel de los cursos de agua.

De acuerdo con la experiencia del terremoto del año 1960, que afectó en forma muy intensa a la región sur del país, desde Concepción a Castro, se pudieron observar las siguientes anomalías en cuanto a servicios de agua potable y alcantarillado se refieren:

A. Agua Potable:

- a) Captaciones. Grandes daños. Algunas de fácil reparación. Vertientes inutilizadas por hundimiento. Drenes muy afectados. Deslizamiento en el adoquinado del tranque. Deterioros variables en muros de captación.
- b) Aducciones. Muchos cortes por fallas en su emplomadura. Numerosas roturas, desconexiones, y rompimiento con serios perjuicios. Avería en varios puntos y muchas uniones sorprendidas. Destruída una aducción. Una surtidora cortada. Deslizamientos en faldas de cerro. Enormes y graves perjuicios en uniones y caída de pilastras.
- c) Plantas de tratamiento. Una planta de filtros totalmente destruida. Cloradores con serios desperfectos. Rotura entre el embalse del acondicionador al decantador y en cañerías al estanque de lavado. Instalación eléctrica dañada. Cloradores semidestruídos. Cloradores destruidos. Acondicionadores destruidos. Decantadores agrietados. Cañería de concreto armado entre decantador y filtro con muchas filtraciones. Derrumbes y socavaciones entre estanque. Filtros muy dañados. Fisuras en diferentes partes de la planta.
- d) Plantas elevadoras. Fallas en cañería de impulsión. Grandes daños en el hormigón y accesorios anclados. Roturas de válvulas. Mojaduras de motor. Trizaduras de las bombas. Impulsor fuera de servicio. Cámaras y plantas elevadoras destruidas y muy afectadas que requirieron importante reparación o quedaron fuera de servicio.
- e) Estanques. Diferentes desconexiones. Rotura en el empotramiento de la cañería de aducción. Filtraciones susceptibles de ser reparadas. Estanques en franco mal estado. Grandes fallas en pilares y amarras. Copa inclinada y de difícil recuperación. Deteriorado y fuera de servicio. Estructura soportante muy averiada. Pilares seriamente dañados en la base y de difícil recuperación.
- f) Redes. Roturas de cañerías por hundimiento. Aflojamiento

de uniones. Gran cantidad de arranques domiciliarios rotos. Interconexiones con aguas servidas o de cursos o masas contaminadas. Asentamiento del terreno. Elevación de la superficie freática del agua. Maremoto arrasa totalmente instalaciones. Rupturas por asentamiento en calles de relleno. Serios perjuicios. Destruída en sectores completos. Sectores bajos muy afectados por efecto del maremoto.

B. Alcantarillado.

Del total de las ciudades de las regiones afectadas por el sismo del año 1960, sólo un 40% disponía de servicios públicos. Las redes no pudieron utilizarse al comienzo por falta de agua potable. Numerosas roturas y obstrucciones. Hundimiento de las cañerías en las partes bajas y de relleno. Descargas sumergidas obstruidas. Cámaras inundadas por mareas. Interconexiones con red de agua potable por asentamiento del terreno y la elevación del nivel de un río. Colectores con serios daños. Cañerías rotas y con algunos desperfectos. Asentamiento de alcantarillado siendo necesarias nueva descarga. Cañerías con defectos fáciles de reparar y algunas sin averías debido a la consistencia del terreno.

En relación a las actitudes a tomar, inherentes a los terremotos, entre otras, hay dos medidas que deben considerarse y que sólo se esbozarán en este trabajo: Medidas preventivas y acciones de emergencia a tomar después del terremoto.

A. Medidas preventivas. Estas medidas se refieren a la importancia que debe dársele a los sistemas en el momento de planificar, construir o reparar los servicios tendientes a aminorar los riesgos. El deterioro puede ser estructural en cañerías e instalaciones, desbordamientos o interrupciones de los alcantarillados y suele ocurrir contaminación de los suministros de agua. No hay duda que un servicio que pueda operar como unidades parciales están en mejores condiciones para evitar que toda la distribución quede inhabilitada y por consiguiente la probabilidad del daño es menor. Si un sistema de agua potable se abastece de varias fuentes es más fácil mantenerlo en funcionamiento, como también si un vasto sector se sirve de más de una tubería principal, de tal manera que una de ellas pudiera suplir como emergencia la deteriorada. Debe evitarse en todo lo posible que las cañerías tanto de agua potable como los colectores de alcantarillado atraviesen fallas geológicas, se asienten sobre capas de depósitos no consolidados, terrenos de aluvión, arena saturada de agua, suelos blandos, ciénagas o fangales y tierras de relleno. Por otra parte, es imprescindible estudiar muy bien los cuarteles y ubicación de válvulas y grifos de incendio en las redes de agua potable, tendiente a poder aislar los sectores y conectar cañerías móviles a los grifos o red para suplir la emergencia. Las estructuras tales como los estanques y plantas de tratamiento deben ubicarse en lugares de menor peligro, como serían en terrenos rocosos, alejados de posibles derrumbes y los conductos con protección especial en aquellos casos que no sea posible eludir terrenos inapropiados para su colocación.

El aspecto estructural y construcción de los estanques, edificios y plantas de tratamiento es un componente al cual debe darse mucha atención para que pueda resistir al daño. Las medidas de precaución se relacionan con la resistencia de las estructuras que inciden en el costo, pero se justifica el empleo de coeficientes sísmicos de seguridad fundados y prudentes, tanto para la mecánica del suelo como para el cálculo de las obras civiles. La experiencia del último sismo, marzo de 1985, demostró en cierta medida, que estas razones fueron la causa de los daños de los estanques, quedando en la zona algunos que no sufrieron averías. Debe dársele importancia a los puentes para soportar cañerías en los cruces de los ríos, quebradas, angosturas, depresiones, hondonadas, etc. tomando todas las precauciones para su fácil reparación, dejando la posibilidad de instalar fácilmente cañerías flexibles de emergencia. Los embalses o represas de agua potable y los tranques de relaves deben ser construídos con extremas precauciones, en lo posible evitar que queden aguas arriba de poblaciones o ciudades, ya que al fallar los muros arrasan con todo lo que encuentran en su camino.

La inapropiada conservación de los servicios de agua potable y alcantarillado aumentan la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y evacuación de excretas. Una mantención de operación metódica y regular de los servicios para sostener una operación eficiente facilita las reparaciones después de un desastre. Esto implica contar con un equipo de hombres especializados en estas materias, que no sólo podrán actuar directamente en las obras en caso de catástrofe, sino que dirigir y operar con personal no especializado.

Debe haber alguna Organización, Comando o Autoridad Ejecutiva Responsable de tipo coordinadora con autoridad suficiente para actuar en forma expedita en caso de desastres y disponer de una serie de información en relación al suministro de agua y

disposición de excretas: planos de ubicación, diámetros y características de las redes e instalaciones con indicación de los puntos más vulnerables. Un registro de las potenciales fuentes existentes accesibles mediante interconexiones con otros servicios, abastos particulares e industriales y acuíferos aprovechables. Ubicación y número de vehículos cisternas que puedan obtenerse en empresas privadas o estatales. Inventario de estanques que puedan ser útil para el almacenamiento de agua. Registro de todos los sitios posibles de ser usados para la instalación de letrinas sanitarias y medios para evacuar excretas en viables campamentos provisionales (escuelas, bodegas, edificios públicos, campamentos, etc.) y por último, un inventario completo y detallado sobre la existencia local de suministros y equipos tales como materiales para ensamblar y reparar cañerías plásticas, herramientas y accesorios en general, equipos para construir y reparar pozos, bombas manuales, eléctricas o con motor de combustión interna disponibles, bombas y eyectores para evacuar aguas servidas. Nómina de los lugares en que hay existencia de cañerías, cemento, madera, barras de acero, material pétreo para concreto, sustancias químicas para el tratamiento del agua y muy especialmente, para la desinfección. La ubicación de los locales para futuras bodegas de almacenamiento de elementos y materiales recibidos son muy interesantes.

Convendría contar con algunos equipos móviles de potabilización del agua, de los cuales existen disponibles en el comercio y que no son de un costo prohibitivo, pero que resuelven rápidamente el problema del agua en caso de desastres, utilizando cualquier fuente disponible.

B. Acciones de Emergencia a tomar después del terremoto: Ocurrido un sismo, lo más probable es que sea indispensable proporcionar recursos médicos de urgencia y un programa de inmunización, además de todas las acciones de saneamiento básico, pero en general, el problema del agua potable y disposición de excretas es una medida que debe abordarse de inmediato. La falta de saneamiento ambiental podría ser un factor importante en la morbilidad de enfermedades, muy especialmente gastrointestinales, bacterianas y parasitarias y transmitidas por insectos.

El abastecimiento del agua en calidad es una de las primeras prioridades, aunque al comienzo se distribuya en pequeña cantidad para las necesidades mínimas de la vida y a medida que pasan las horas y días, se incrementa para el aseo y otros usos. Este recurso inicial debe depender de los bienes existentes en la localidad misma ya que los aportes foráneos demoran en hacerse presentes. En los pueblos y ciudades habría que adoptar entre otras las siguientes medidas según los recursos disponibles: Instalar tuberías temporales probablemente de plástico y habilitar los sectores de la red de agua potable no dañadas a través de las aberturas y cierres de válvulas. Reparaciones rápidas de las tuberías desplomadas, rotas, desniveladas o quebradas, aprovechando la técnica para tal objeto y la experiencia, preparación y entrenamiento que el personal de mantención y otro adicional tenga del problema. Reparada las tuberías se requiere inyectar una alta dosis de cloro, probablemente 100 mg/l de cloro libre y dejar que actúe un período de retención de por lo menos 2 horas. Con posterioridad al vaciado hay que enjuagar las cañerías con agua sana antes de entregarlas al servicio. Usos de otras fuentes de agua disponibles. Aumento de la concentración de cloro en los servicios de agua potable y desinfección del agua de los nuevos recursos incluidos en el abastecimiento. En caso que esto no sea posible, y mientras dure la urgencia, recomendar a la población hervir el agua antes de consumirla. Si el suministro de agua se interrumpe completamente o en ciertos sectores, distribuirla por estanques cisternas o provisionarios arrastrados por camiones o tractores y situar en lugares estratégicos las plantas móviles de purificación de agua existentes. Almacenamiento de agua en todo tipo de estanques incluyendo los de la planta sin daño o reparados, instalados en industrias o recintos particulares. Poner en servicio los equipos electrónicos para alimentar las bombas, plantas de elevación y otras unidades que están paralizadas por falta de energía eléctrica. Si los muros de las represas han sido afectados encontrar la forma para conservar el máximo volumen de agua. Simultáneamente con estas medidas de emergencia se debe planificar la puesta en marcha de todo el sistema de distribución. En relación a la disposición de excretas, en caso de sismos, normalmente quedan los alcantarillados fuera de operación por falta de agua, se producen bloqueamientos en los sistemas de desagües, derrame de éstos, fallas en las fosas sépticas, en las uniones e instalaciones domiciliarias quedando la comunidad en condiciones muy precarias para la eliminación de las heces. En ciertos casos es posible, desviar ciertas corrientes de alcantarillados intercalando cañerías provisionarias y eliminar rápidamente el charco

para evitar contaminaciones. No debe descartarse una posible cloración. Por otra parte, hay que poner todo el empeño posible para habilitar el servicio cuanto antes. Los sistemas de alcantarillado a través de emplazamientos de cañerías provisorias, pozos de desagües, limpieza, lavado y nivelación de tubos bloqueados. Arreglo de las cámaras de inspección y las estaciones de bombeo. Utilizar desagües transitorios a ríos, esteros, etc. si es indispensable, previa cloración. En el caso de quedar plantas de tratamiento deterioradas dejar fuera de servicio, las unidades dañadas mientras se reparan. Si fuera accesible vaciar el afluente a una hondonada o depresión debidamente cercada, para que se produzca su estabilización (semejanza a una improvisada laguna de estabilización).

Tal como se dijo anteriormente, la evacuación de urgencia de excretas es un problema que reviste extrema gravedad después de ocurrido un sismo, debido a la inutilización de los servicios existentes. Por este motivo se hace indispensable la instalación masiva de letrinas sanitarias que pueden ser de pozo excavado manualmente, de pozo perforado, retrete séptico y aún letrinas químicas, aunque este es menos probable. Deben elegirse sitios estratégicos para ubicar letrinas sanitarias públicas de pozo o zanjas en cantidad suficiente para la población y por supuesto separadas por sexo. Hay que dar toda clase de facilidades para que los propietarios puedan instalar o construir su propia letrina de emergencia para lo cual se sienten muy dispuestos. Las letrinas sanitarias más rápidas de construir son de madera para lo cual se podrá recurrir a los materiales y maquinarias existentes en las barracas locales. Especial importancia debe dársele al abastecimiento de agua y disposición de excretas en los campamentos de urgencia donde normalmente hay hacinamiento y limitaciones higiénicas. La solución inicial dependerá de las condiciones y recursos locales. Puede pensarse en suministrar agua por extensión de redes, de un río o manantial a través de cañerías y bombas. Pozos con bombas manuales. Pequeños estanques de acumulación. Camiones cisternas u otros. Toda esta agua debe estar debidamente desinfectada.

Sin duda que junto con la habilitación de los servicios de agua y excretas debe pensarse en el saneamiento básico completo, ya que las condiciones de higiene derivadas de los sismos se entorpecen enormemente. Hay que preocuparse de la eliminación de los desechos sólidos, vigilancia de los insectos, (moscas, piojos, pulgas, zancudos), del control e higiene de los alimentos. En los campamentos provisionales además deben aminorarse los hacinamientos, evitar el albergue de los animales domésticos y el encendido de braseros con carbón, leña u otros elementos que puedan viciar el aire de los recintos cerrados.

Como un ejemplo, se recomendarán las acciones que como medidas de emergencia se efectuaron en el sismo del año 1960.

Medidas de emergencia adoptadas:

La labor que correspondió a la ex Dirección de Obras Sanitarias, en lo que respecta a restablecer el suministro de agua potable, aunque en menor cantidad que lo normal, se puede traducir en los siguientes resultados:

- El servicio se restableció de inmediato o en corto plazo (2 días), en: 17 abastos de la provincia de Concepción, excepto en su capital y en Talcahuano; lo mismo ocurrió en Angol y los 11 abastos restantes de la provincia de Malleco; y en Temuco y otros 7 abastos de la provincia de Cautín.
- El servicio se restituyó de inmediato en: Concepción (80%); Valdivia (10%, en el sector central); La Unión y Osorno.
- Se logró reponer parcialmente en 8 a 10 días en: Talcahuano (aunque racionado); los 7 abastos de la provincia de Valdivia, excepto su capital; Río Bueno (parcial) y en algunos sectores de Puerto Montt, Ancud y Castro, y
- Al 9 de junio, o sea, a los 19 días del sismo, las siguientes ciudades quedaron abastecidas en las proporciones que se indica: Valdivia, 40%; Río Bueno y Río Negro en forma normal; Puerto Montt y Ancud, 70%.

Queda por mencionar el caso de Puerto Saavedra cuya localidad fue totalmente arrasada por el maremoto.

Mientras se restablecía el suministro en algunos sectores de diversas ciudades, se distribuía el agua a la población en carros-cisternas provisionales de los estanques, grifos, pozos o vertientes disponibles; en algunos casos se instalaron además tuberías superficiales para reemplazar las subterráneas.

En cuanto a las redes de alcantarillado, sólo cabe mencionar, que se arreglaron algunos desperfectos importantes y se pusieron en funcionamiento algunos equipos de bombeo y elevación de aguas servidas en sectores inundados de las redes.

La acción que correspondió desarrollar al ex Servicio Nacional de Salud en materia de Higiene Ambiental, obedeció a los siguientes propósitos:

- Asegurar la buena calidad del agua que consumía toda la po-

blación.

- Promover sistemas de emergencia para la eliminación de excretas donde no hubiera servicios higiénicos.
- Promover la eliminación satisfactoria de basuras en los diversos sectores habitados.
- Asegurar la buena calidad en la producción y distribución de los alimentos, y
- Reducir los riesgos epidemiológicos, provocados por los vectores, especialmente por ectoparásitos y moscas.

Respecto al abastecimiento y consumo de agua, los esfuerzos realizados se resumen como sigue: reconocimiento de las condiciones de las fuentes disponibles, colaboración al personal de Obras Sanitarias para asegurar la calidad del agua entregada, intervención en la cloración del agua de los carros-cisternas y de los recipientes obtenidos por la población de norias o pozos de emergencia y aún de cursos superficiales; provisión de cloro, control de la desinfección del agua o instrucciones para efectuarla, tanto al personal encargado como al público consumidor.

En cuanto a la disposición de excretas, se adquirieron o hicieron construir más de 1.400 letrinas sanitarias sobre pozo negro de tipo individual o colectivo, se eligió su ubicación y logró su instalación en los albergues, campamentos y sitios públicos donde había mayor concentración de damnificados.

Para la eliminación de basuras, se dieron instrucciones y fiscalizó la ejecución de excavaciones para su sepultación, en los domicilios, locales de alimentos, albergues, campamentos y sectores populares. Se consiguió además, que los servicios municipales mejoraran en lo posible la recolección y disposición final.

En control de los alimentos se trató de asegurar, en condiciones higiénicas, el abastecimiento de la población, fiscalizando la producción, preparación, almacenamiento y expendio de los productos, tanto en los establecimientos de elaboración como en los locales de distribución y en los campamentos, adoptando en cada caso las medidas necesarias y más urgentes.

En control de vectores se trabajó intensamente en la desinsectación de personas, ropas y albergues, así como en la distribución de insecticidas a través de las Postas de Servicio; igualmente se empleó veneno raticida en algunas ciudades y se distribuyó el producto a particulares que lo pedían.

Los recursos disponibles en el Servicio, en cuanto a personal, consistían en las plantas de Inspectores de Saneamiento de cada Área Hospitalaria, secundados por brigadas numerosas de personas ajenas al Servicio, a quienes se daban las instrucciones necesarias para actuar. Estos grupos eran supervigilados por el Inspector Jefe y recibían además ayuda técnica de los asesores zonales. Por otra parte, recibieron colaboración de grupos de inspectores, enviados desde la capital. El Ingeniero Jefe de la Sección de Higiene Ambiental de la Dirección General estuvo visitando las principales ciudades con las autoridades locales dando la dirección técnica para el trabajo, instruyendo sobre la forma de organizar estas labores de emergencia y adoptando las medidas necesarias para la pronta solución de los problemas de urgente atención.

Una colaboración que se consideró indispensable fue la de los Equipos de Educación Sanitaria, que daban a conocer a la población los riesgos potenciales de enfermedades de transmisión ambiental y los medios para eliminarlos o reducirlos.

En cuanto a materiales, los recursos con que se contó fueron los equipos y productos empleados en la desinfección del agua y en los tratamientos pesticidas, ya sea disponibles en las Zonas de Salud, adquiridos en plaza o recibidos desde la Central de Abastecimiento y elementos entregados por los diferentes Intendentes para construcción de letrinas y otras acciones de saneamiento.

BIBLIOGRAFIA

- "Efectos y consecuencias del sismo de mayo último en el saneamiento básico de las principales ciudades afectadas y medidas inmediatas adoptadas para superarlas. Ing. Francisco Unda Opazo J. Basalto. Sextas Jornadas. Sociedad Chilena de Salubridad. Santiago - Chile 1960.
- "Prevención y mitigación de desastres". Vol. VIII. Aspectos de Saneamiento. Naciones Unidas, Nueva York 1982.
- "El planeamiento anticipado para hacer frente a emergencias". Kay Kutchins. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Publicación traducida y reproducida por la OMS/OPS con la debida autorización.
- "El riesgo de brotes de enfermedades después de los desastres naturales". Crónica de la OMS, 33: 239-241 (1979).